

Οι Αναδυόμενες Τεχνολογίες στην υπηρεσία του Καθολικού Σχεδιασμού: Έξυπνες Βιβλιοθήκες «ανοιχτές» σε άτομα με Αναπηρία Όρασης



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Φοιτήτρια: Αγγουρά Ελένη

Επιβλέπων καθηγητής: Κώτης Κωνσταντίνος

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ | ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ | ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ |

ΠΜΣ: ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ & ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ | ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΟΥΣΕΙΟΛΟΓΙΑΣ

2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Πολιτισμική Πληροφορική και Επικοινωνία
Κατεύθυνση: Μουσειολογία

Οι Αναδυόμενες Τεχνολογίες στην υπηρεσία του Καθολικού Σχεδιασμού:

Έξυπνες Βιβλιοθήκες «ανοιχτές» σε άτομα με Αναπηρία Όρασης

*Emerging Technologies at the service of Universal Design:
Smart Libraries “open” to persons with Visual Impairment*

Διπλωματική Εργασία
της

Ελένης Αγγουρά (Αριθμός Μητρώου: ctm21001)

Επιβλέπων καθηγητής: Κωνσταντίνος Κώτης

Μόνιμος Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Αιγαίου

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής:

Χουρμουζιάδη Αναστασία (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Αιγαίου)

Κωνσταντίνος Κώτης (Μόνιμος Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Αιγαίου)

Τούρτας Αλέξανδρος (Δρ., Διδάσκοντας ΠΜΣ Πανεπιστημίου Αιγαίου)

Μυτιλήνη, 2023

«Κάθε στιγμή που περνάει είναι μια ευκαιρία να αλλάξουν τα πράγματα»

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τις μεταπτυχιακές σπουδές μου στο Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς τους καθηγητές μου, που μου ενέπνευσαν, πρωτίστως, τη δύναμη της επιστήμης να αλλάζει τα πράγματα θέτοντας την επιστημονική έρευνα στην υπηρεσία του ανθρώπου. Αισθανόμενη ότι η φοίτησή μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα της Πολιτισμικής Πληροφορικής και Επικοινωνίας άνοιξε τους ορίζοντες της σκέψης μου μέσα από τη γνωστική διαδικασία, τη δημιουργία και τη συνεργασία, ευχαριστώ όλους όσους συμμετείχαν και συμπορεύτηκαν μαζί μου σε αυτή τη διαδρομή. Ιδιαίτερως εκφράζω τις ευχαριστίες μου στον κ. Κωνσταντίνο Κώτη, τον καθηγητή που με καθοδήγησε, με στήριξε και με εμπιστεύτηκε στην έρευνα και στη συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας. Τέλος, ευχαριστώ τον Δρ. Αλέξανδρο Τούρτα για την τιμή που μου έκανε να συμβάλει στην οπτικοποίηση της πρότασης της παρούσας εργασίας εικονογραφώντας το έξυπνο σύστημα «The Throne of Books».

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας περιεχομένων.....	4
Ακρωνύμια	7
Κατάλογος Πινάκων	9
Κατάλογος Εικόνων	9
Περίληψη.....	11
Λέξεις-Κλειδιά:	12
Abstract	13
Key Words:	13
1. Εισαγωγή	14
2. Θεωρητικό Πλαίσιο	18
2.1 Αναπηρία και Αναπηρία Όρασης	18
2.1.1 Εννοιολογική Προσέγγιση της Αναπηρίας	18
2.1.2 Αναπηρία Όρασης (Visual Impairment)	18
2.1.3 Εννοιολογική Οριοθέτηση της Αναπηρίας Όρασης	19
2.1.4 Η σημασία των αισθήσεων στην οπτική αναπηρία	20
2.2 Αναπηρία Όρασης και Υποστηρικτική Τεχνολογία	23
2.2.1 Η έννοια της Υποστηρικτικής Τεχνολογίας	23
2.2.2 Υποστηρικτική Τεχνολογία για την Αναπηρία Όρασης.....	25
2.3 Αναπηρία Όρασης και Προσβασιμότητα σε χώρους Πολιτισμού	27
2.3.1 Εννοιολογική Προσέγγιση της Προσβασιμότητας (Accessibility)	28
2.3.2 Εννοιολογική Προσέγγιση της Συμπερίληψης (Inclusion)	29
2.3.3 Η έννοια του Καθολικού Σχεδιασμού: Μια ολιστική προσέγγιση.....	30
2.4 Αναδυόμενες Τεχνολογίες (Emerging Technologies).....	32
2.4.1 Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web).....	33
2.4.2 Διαδίκτυο των Πραγμάτων (ΔτΠ, Internet of Things-IoT).....	34
2.4.3 Τεχνητή Νοημοσύνη (TN, Artificial Intelligence-AI)	46
2.3.4 Εκτεταμένη Πραγματικότητα (Extended Reality - XR)	53
2.3.5 Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing).....	54
2.5 Έξυπνοι Χώροι Πολιτισμού (Smart Cultural Spaces).....	55
2.5.1 «Έξυπνα περιβάλλοντα» (Smart Environments-SE).....	56
2.5.2 «Έξυπνοι» Χώροι Πολιτισμού (Smart Cultural Spaces).....	57
2.5.3 Βιβλιοθήκες ως χώροι πολιτισμού - «Έξυπνες» βιβλιοθήκες (Smart Libraries)	60

3. Μεθοδολογία Έρευνας.....	65
3.1 Προετοιμασία Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης.....	65
3.1.1 Ερευνητικά Ερωτήματα	65
3.1.2 Πρωτόκολλο Αναφοράς	66
3.2 Διεξαγωγή Έρευνας	66
3.2.1 Ψηφιακές Πηγές Αναζήτησης.....	66
3.2.2 Στρατηγική Αναζήτησης	66
3.2.3 Κριτήρια Συμπερίληψης και Αποκλεισμού	67
3.2.4 Αποτελέσματα	68
4. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Σχετικών Εργασιών.....	71
4.1 Εμπόδια και υπηρεσίες για τα άτομα με ΑΟ στο φυσικό χώρο των βιβλιοθηκών (RQ1)	71
4.1.1 Διευκολύνσεις και Φραγμοί.....	71
4.1.2 Προσβάσιμες Βιβλιοθήκες για άτομα με Αναπηρία Όρασης	78
4.2 Υποστηρικτικές Τεχνολογίες για άτομα με Αναπηρία Όρασης (RQ2).....	84
4.2.1 Πλοήγηση και Αναγνώριση Αντικειμένων με Τεχνητή Νοημοσύνη	85
4.2.2 Διαδίκτυο Πραγμάτων και έξυπνες συσκευές για άτομα με Αναπηρία Όρασης ..	97
4.2.3 Ρομποτική και πλοήγηση για άτομα με ΑΟ	98
4.2.4 Σύστημα Αναγνωσιμότητας Κειμένου.....	99
4.3 Έξυπνες Βιβλιοθήκες: Προς μία πλήρη αυτοματοποίηση (RQ3)	103
4.3.1 Αυτόματα Συστήματα Διαχείρισης Βιβλιοθηκών.....	103
4.3.2 ΔΤΠ και ΤΝ για κράτηση θέσης σε πραγματικό χρόνο	112
4.3.3 Αυτόματη Πλοήγηση	114
5. Συζήτηση: Ανοιχτά Θέματα και Προκλήσεις	121
5.1 RQ 1: Θέσεις των ατόμων με ΑΟ για την προσβασιμότητα σε χώρους πολιτισμού 121	
5.2 RQ2: Οι Υποστηρικτικές Τεχνολογίες για Άτομα με Αναπηρία Όρασης	125
5.2.1 Αδυναμίες στην Τεχνολογία.....	126
5.2.2 Θέματα Ευχρηστίας.....	127
5.3 RQ 3: Έξυπνες Βιβλιοθήκες και Προσβασιμότητα	129
5.3.1 Έξυπνες βιβλιοθήκες και Διαδίκτυο Πραγμάτων.....	130
5.3.2 Chatbots: Η χρήση των προσωπικών βοηθών	131
5.3.3 Robots και έξυπνες βιβλιοθήκες	132
6. Προτεινόμενη προσέγγιση	136
6.1 Ιδέα.....	136
6.1.1 Τεχνολογία.....	137

6.1.2	Λειτουργία.....	141
6.1.3	Υποθετικό Σενάριο	144
6.2	Στόχοι & Προσδοκώμενα Οφέλη.....	146
7.	Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα.....	149
8.	Βιβλιογραφία.....	152
	Παράρτημα.....	183

Ακρωνύμια

Ακρωνύμια	Ερμηνεία
AI	Artificial Intelligence
ALGs	Attendance and Location Guidance system
ANNs	Artificial Neural Networks
AR	Augmented Reality
AV	Augmented Virtuality
BLE	Bluetooth Low Energy
CNN	Convolutional Neuron Network
CPU	Central Processing Unit
CUX	Cultural User Experience
DL	Deep Learning
ETA	Electronic Travel Aids
FI	Future Internet
GCM	Google Cloud Message
GPIO	General Purpose Input/Output
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile communications
ICOM	International Council of Museums
IMU	Inertial Measurement Unit
IPS	Interior Position System
IoS	Internet of Services
IoT	Internet of Things
LMS	Library Management System
ML	Machine Learning
MR	Mixed Reality
M2M	Machine to Machine
n.d.	No date
NFC	Near Field Communication
NLG	Natural Language Generation
NLP	Natural Language Processing
NLU	Natural Language Understanding
OCR	Optical Character Recognition
ODG	Oosterhout Design Group
OWH	Organization World Health
PIR	Passive Infrared Radiation
RDF	Resource Definition Framework
RFID	Radio Frequency Identification
RQ	Research Question
SE	Smart Environment
SLAM	Simulation Localization and Mapping

Ακρωνύμια	Ερμηνεία
SLR	Systematic Literature Review
SSD	Solid State Disk
TTS	Text to Speech
UDL	Universal Design of Learning
UI	User Interface
URI	Uniform Resource Identifier
UX	User Experience
VO	Visual Odometry
VR	Virtual Reality
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WLAN	Wireless Local Guidance
WoT	Web of Things
WSNs	Wireless Sensor Networks
W3C	World Wide Web Consortium
YOLO	You Only Look Once
Α.με.Α.	Άτομα με Αναπηρία
ΑνΕΕΑ	Αναπηρία και Ειδικές Εκπαιδευτικές Ανάγκες
ΑΟ	Αναπηρία Όρασης
ΑΤΠ	Αναδυόμενες Τεχνολογίες Πληροφορικής
ΔτΠ	Διαδίκτυο των Πραγμάτων
Ο.Η.Ε.	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
Π.Ο.Υ.	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
ΤΝ	Τεχνητή Νοημοσύνη
ΤΝΔ	Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας
ΥΤ	Υποστηρικτική Τεχνολογία
Χ.Χ.	Χωρίς χρονολογία

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Διάγραμμα PRISMA για RQ1 & RQ2	69
Πίνακας 2: Διάγραμμα PRISMA για RQ3	70
Πίνακας 3: Υποστηρικτική Τεχνολογία για άτομα με ΑΟ και Αναδυόμενες Τεχνολογίες	100
Πίνακας 4: Πίνακας εργασιών για το σχεδιασμό έξυπνων βιβλιοθηκών	116

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Ταξινόμηση Υποστηρικτικών Τεχνολογιών	24
Εικόνα 2: Διαδικασία επιλογής ΥΤ	25
Εικόνα 3: Οδηγός Όδευσης (Αβραάμ, 2015).....	26
Εικόνα 4: Επίπεδα προσβασιμότητας	31
Εικόνα 5: Επίπεδα Αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου των Πραγμάτων	35
Εικόνα 6: RFID Reader- RFID tag.....	36
Εικόνα 7: Αρχιτεκτονική RFID	36
Εικόνα 8: Αισθητήρες Beacons.....	37
Εικόνα 9: WSN (WSN in IoT, 2022).....	39
Εικόνα 10: cloud computing system (Gupta, 2020)	40
Εικόνα 11: Αρχιτεκτονική Cloud Computing	40
Εικόνα 12: Σύνδεση Bluetooth	42
Εικόνα 13: Arduino Circuit (Srivastava & Singh, 2020).....	45
Εικόνα 14: Δομή Arduino (Banzi & Shilon, 2022)	45
Εικόνα 15: Λειτουργία Ρομποτικού Συστήματος	51
Εικόνα 16: Συνεχές Πραγματικότητα - Εικονικότητα.....	54
Εικόνα 17: Διάγραμμα παγκόσμιας χρήσης ΔτΠ σε διάφορα πεδία (Τζιούφα, 2019)	56

Εικόνα 18: Smart Cultural Environment (Chianese, Piccialli, & Valente, 2015)	58
Εικόνα 19: Λειτουργία Έξυπνου Πολιτιστικού Περιβάλλοντος.....	58
Εικόνα 20: Library of University of Cambridge.....	82
Εικόνα 21: Διαδικασία πλοήγησης με το STS-HMI.....	89
Εικόνα 22: Διαδικασία Εντοπισμού Βιβλίου βασισμένο σε RFID (Liu, Wang, & He, 2017) ..	105
Εικόνα 23: Απεικόνιση αυτόματης διαχείρισης βιβλιοθηκών βασισμένης σε RFID (Basciftci & Bokiye, 2021).....	106
Εικόνα 24: Έξυπνη βιβλιοθήκη με σύστημα RFID, (Nagowah, Gobin-Rahimbux, & BEN STA, 2021).....	107
Εικόνα 25: Σύστημα Διαχείρισης Βιβλιοθήκης με Arduino.....	108
Εικόνα 26: Έξυπνο ρολόι με οθόνη Braille (Islam, Sadi, Zamli, & Ahmed, 2019).....	183
Εικόνα 27: Έξυπνα γυαλιά (Lan, Zhai, & Lin, 2015)	183
Εικόνα 28: Λειτουργία έξυπνων γυαλιών (Lan, Zhai, & Lin, 2015)	183
Εικόνα 29: Αρχιτεκτονική έξυπνων γυαλιών με επαυξημένη πραγματικότητα (Bai, Lian, Liu, Wang, & Liu, 2017)	184
Εικόνα 30: Έξυπνα παπούτσια (Bhongade P. , και συν., 2022).....	184
Εικόνα 31: Διαδραστικές σόλες (Islam, Sadi, Zamli, & Ahmed, 2019)	185
Εικόνα 32: Μετατροπή κειμένου σε ήχο- Finger Reader (Islam, Sadi, Zamli, & Ahmed, 2019)	185
Εικόνα 33: Έξυπνο μπαστούνι (Islam, Sadi, Zamli, & Ahmed, 2019).....	185
Εικόνα 34: Easy-Access-Sound-View (EASV), (Neugebauer, Rifai, Getzlaff, & Wahl, 2020)..	186
Εικόνα 35: (Lin, Lee, & Chiang, 2017).....	186
Εικόνα 36: NavGog3, (Sato, Oh, & Naito, 2017).....	187
Εικόνα 37: Τρισδιάστατη αναπαράσταση έξυπνων γυαλιών, (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020)	187
Εικόνα 38: Εξαρτήματα Πρωτοτύπου, (Malek, Melgani, Mekhalfi, & Bazi, 2017).....	188

Περίληψη

Στόχος της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να μελετήσει κατά πόσο οι έξυπνοι χώροι πολιτισμού, και συγκεκριμένα οι βιβλιοθήκες, μπορούν να δώσουν απαντήσεις στο διαχρονικό αίτημα για πλήρη, ισότιμη πρόσβαση και συμπερίληψη ατόμων με αναπηρία όρασης (ΑΟ) στα πλαίσια του Καθολικού Σχεδιασμού. Εργαλείο στην αναζήτηση λύσεων αποτέλεσαν οι αναδυόμενες τεχνολογίες, μέσω των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things), της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence) και της Εκτεταμένης Πραγματικότητας (Extended Reality). Ακολουθώντας τη μεθοδολογία PRISMA εντοπίστηκαν πενήντα μία (51), συνολικά, επιλέξιμες μελέτες, από τις οποίες οι πέντε (5) μελετούν τις θέσεις των ατόμων με ΑΟ στο θέμα της προσβασιμότητας, οι είκοσι δύο (22) παρουσιάζουν έργα σχετικά με τις υποστηρικτικές τεχνολογίες που σχεδιάζονται σήμερα για την ανεξάρτητη μετακίνηση των ατόμων με ΑΟ και οι είκοσι τέσσερις (24) αφορούν στο σχεδιασμό έξυπνων βιβλιοθηκών. Αυτή η ταξινόμηση έγινε, επειδή καμία μελέτη δεν εξετάζει όλες τις παραμέτρους του πλαισίου που θέτει η παρούσα έρευνα.

Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ως συμπέρασμα, ότι οι αναδυόμενες τεχνολογίες εξετάζονται σε κάθε μελέτη, για την αντιμετώπιση μεμονωμένων ερευνητικών ερωτημάτων, που αφορούν είτε στην αναπηρία όρασης είτε στους έξυπνους χώρους πολιτισμού, ξεχωριστά, με αποτέλεσμα να μην εντοπίζεται κάποια πρόταση που να απαντά καθολικά στο αίτημα προσβασιμότητας και συμπερίληψης των ατόμων με ΑΟ στους χώρους των βιβλιοθηκών. Ωστόσο, από τη μελέτη των επιλεγμένων εργασιών, φαίνεται ότι υπάρχει διαθέσιμη τεχνολογία που με κατάλληλους συνδυασμούς μπορεί να προσφέρει μία ανεξάρτητη, εμπλουτισμένη εμπειρία κατά την επίσκεψη σε μία βιβλιοθήκη, όχι μόνο σε ανθρώπους με οριοθετημένη την ικανότητα της όρασης αλλά σε όλους τους επισκέπτες. Η συνεισφορά της εργασίας αυτής έγκειται στο ότι αναδεικνύει τις αιτίες αποκλεισμού των ατόμων με ΑΟ από το πολιτιστικό αγαθό, τα κενά της έρευνας για την άρση αυτών των εμποδίων, ιδιαίτερα στους χώρους των βιβλιοθηκών, αλλά και τις πολυποίκιλες λύσεις που μπορούν να δοθούν με εργαλείο τις αναδυόμενες τεχνολογίες. Πρωτοτυπία της παρούσας έρευνας αποτελεί το γεγονός, ότι προτείνεται μία ολοκληρωμένη και δυναμική λύση για τη συμπερίληψη των ατόμων με ΑΟ στους χώρους των βιβλιοθηκών μέσα από την ολιστική προσέγγιση σχεδιασμού, με εργαλείο τις αναδυόμενες τεχνολογίες. Η πρόταση «*The Throne of Books*», είναι ένα καινοτόμο ολοκληρωμένο σύστημα αυτόνομης επίσκεψης στο χώρο μιας

έξυπνης βιβλιοθήκης, που ενθαρρύνει την εμπειρία στις βιβλιοθήκες για κάθε επισκέπτη ανεξάρτητα από την αισθητηριακή ικανότητα της όρασης.

Λέξεις-Κλειδιά: αναπηρία όρασης, προσβασιμότητα, συμπερίληψη, χώροι πολιτισμού, έξυπνες βιβλιοθήκες, καθολικός σχεδιασμός, αναδυόμενες τεχνολογίες, διαδίκτυο των πραγμάτων, τεχνητή νοημοσύνη.

Abstract

The aim of this literature review is to research whether smart cultural spaces, namely libraries, can provide answers to the timeless request for full, equal access and inclusion of individuals with visual impairment in the context of Universal Design. Instrumental in the search for solutions were the emerging technologies, through the implementation of The Internet of Things, Artificial Intelligence, and Extended Reality. Following the PRISMA methodology, a total of fifty-one (51) eligible studies were detected, among which five (5) involve studying the status of visually impaired persons as regards accessibility, twenty-two (22) present projects related to assistive technologies that are presently being designed for the independent commute of visually impaired persons, and twenty-four (24) involve the design of smart libraries. The reason for this classification is that no other study examines all the context parameters that this research posits.

From the analysis of the data, it can be concluded that, the emerging technologies are researched in every study with the aim of dealing with individual research questions concerning either visual impairment or smart cultural spaces separately; as a result, no proposition has been detected that fulfills the request for accessibility and inclusion of visually impaired persons in library areas in a comprehensive manner. However, from the study of the selected research papers it appears that, the technology is available that, when properly combined, can offer an independent, enriched library visit experience not only to individuals with limited visual capacity, but also to all visitors. The contribution of this research paper lies in the fact that it highlights the reasons why visually impaired persons are excluded from this cultural commodity, the gaps in research into lifting such impediments, particularly in library areas, as well as the solutions that can be provided implementing the emerging technologies. A novelty of this research constitutes the fact that a comprehensive and dynamic solution to the inclusion of visually impaired persons in library areas is proposed by means of the holistic design approach implementing the emerging technologies. The proposition "*The Throne of Books*" is an innovative system of independent visit to a smart library area that encourages experiencing a library for every visitor irrespective of their sensory capacity of vision.

Key Words: Visual impairment, accessibility, inclusion, cultural space, smart libraries, universal design, emerging technologies, Internet of Things, Artificial Intelligence.

1. Εισαγωγή

Οι χώροι πολιτισμού είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή, τη συντήρηση και την ανάδειξη του πολιτιστικού αγαθού προσφέροντας στους επισκέπτες εμπειρίες εκπαίδευσης, ψυχαγωγίας και διαμοιρασμού της γνώσης. Στο νέο τους ρόλο η επικοινωνία με το κοινό τους αποτελεί πρωταρχικό σκοπό και προτεραιότητα στο σχεδιασμό του χώρου και των δράσεων τους. Η προσβασιμότητα στις κατασκευαστικές δομές τους και η συμπερίληψη ατόμων με αναπηρία στις δράσεις τους και στην πολιτιστική κοινότητα αποτελούν σήμερα κυρίαρχο άξονα της επικοινωνιακής τους πολιτικής. Σε αυτήν την ευαισθητοποίηση σχετικά με τη συμμετοχή των Α.με.Α. στις κοινότητες των φορέων πολιτισμού έχουν συμβάλει δύο βασικοί παράγοντες: α) η υιοθέτηση του κοινωνικού μοντέλου αναπηρίας από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization; WHO) το 2002 και β) ο ορισμός του ICOM για τα μουσεία (ICOM: Νέος Ορισμός Του Μουσείου, 2022). Σήμερα, όλο και περισσότεροι φορείς πολιτισμού συνειδητοποιούν, ότι τελικά οι επισκέπτες τους είναι ένα μικρό ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού, όσο και αν η σύγχρονη κοινωνική επιταγή κάνει λόγο για ίσες ευκαιρίες και κοινωνίες χωρίς αποκλεισμούς.

Σε αυτήν την προσπάθεια των χώρων πολιτισμού να εναρμονιστούν με τις σύγχρονες ανάγκες και τους μετασχηματισμούς της κοινωνίας, η θέση των αναδυόμενων τεχνολογιών γίνεται συχνά πεδίο επιστημονικού διαλόγου και αναστοχασμού. Η σχέση μεταξύ του τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς και των αναδυόμενων τεχνολογιών είναι πολύπλοκη, διαλεκτική και συχνά εμπνευσμένη από την ανθρώπινη επιθυμία να χρησιμοποιήσει τεχνολογικές καινοτομίες, για να μειώσει την απόσταση μεταξύ επισκεπτών και πολιτιστικών χώρων. Ιδιαίτερα σε θέματα αναπηρίας η τεχνολογία διαχρονικά έχει παίξει σημαντικό ρόλο. Ειδικά, όσον αφορά στην αναπηρία όρασης, που αποτελεί και αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας, το λευκό μπαστούνι, οι εκτυπώσεις σε σύστημα Braille, η μετατροπή κειμένου σε ήχο είναι κάποιες από αυτές. Σήμερα, όμως, αυτές οι τεχνολογίες δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις και να ανταποκριθούν με επάρκεια στον τρόπο ζωής που έχει φέρει η εξέλιξη της τεχνολογίας. Η πρόσβαση στον Σημασιολογικό Ιστό (Semantic Web) είναι, πλέον, αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας για την αναζήτηση πληροφορίας και δεδομένων που αφορούν σε όλους τους τομείς της ζωής του ανθρώπου. Με τις εφαρμογές του Διαδικτύου Πραγμάτων (ΔτΠ, Internet of Things, IoT) και της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ, Artificial Intelligence, AI), διακινούνται δεδομένα και πληροφορίες, υποστηρίζοντας όλο και περισσότερα πεδία της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Το ΔτΠ δημιουργεί έξυπνα περιβάλλοντα, μέσα στα οποία «έξυπνα» συστήματα μπορούν να αλληλοεπιδρούν με τον άνθρωπο αξιοποιώντας μεθόδους και τεχνικές της ΤΝ. «Έξυπνα» ρολόγια που ενημερώνουν για την κατάσταση της υγείας των ασθενών, «έξυπνα» κινητά που ρυθμίζουν από μακριά την λειτουργία οικιακών συσκευών σε «έξυπνα» σπίτια, «έξυπνοι» βοηθοί που καθοδηγούν τους ανθρώπους χρησιμοποιώντας τη φυσική τους γλώσσα είναι ελάχιστα παραδείγματα ανάπτυξης «έξυπνων» περιβαλλόντων.

Μέσα σε ένα τέτοιο πλαίσιο ανάπτυξης έξυπνων περιβαλλόντων, η παρούσα εργασία πραγματεύεται το θέμα της προσβασιμότητας και συμπερίληψης Α.με.Α. σε χώρους πολιτισμού, χρησιμοποιώντας ως εργαλείο τις Αναδυόμενες Τεχνολογίες Πληροφορικής (ΑΤΠ). Ως ομάδα στόχος επιλέχθηκαν οι επισκέπτες με μερική ή ολική απώλεια όρασης, οι οποίοι στερούνται πολιτισμικής εμπειρίας, παρόλο που οι προσδοκίες, τα ενδιαφέροντα και οι στόχοι τους δεν διαφέρουν από αυτές των βλεπόντων. Ως χώρος πολιτισμού επιλέχθηκε αυτός των βιβλιοθηκών, ο οποίος αν και αποτελεί κύτταρο πολιτισμού, που συμβάλλει στην πολιτιστική, πνευματική και κοινωνική ανάπτυξη του ανθρώπου και ως εκ τούτου στην ψυχική του υγεία, δεν βρίσκεται στον πυρήνα του επιστημονικού ενδιαφέροντος, σε σχέση με άλλους χώρους πολιτισμού όπως τα μουσεία και οι αρχαιολογικοί χώροι. Επιπλέον, η βιβλιοθήκη σχετίζεται, ίσως, περισσότερο από άλλους χώρους πολιτισμού (μουσεία, αρχαιολογικοί χώροι, πινακοθήκες) με την ανάγκη για μία προσωπική και ανεξάρτητη επίσκεψη, γεγονός που λειτούργησε ως ερευνητική πρόκληση για τη συγκεκριμένη ομάδα στόχο.

Έναυσμα για την επιλογή του θέματος της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η προσωπική αναζήτηση της ερευνήτριας για τη θέση της τεχνολογίας στους χώρους πολιτισμού και το ενδιαφέρον της για την προσβασιμότητα και τη συμπερίληψη επισκεπτών με αναπηρίες κάτω από την ομπρέλα της φιλοσοφίας «Σχεδιασμός για Όλους».

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα επικεντρώνεται στο θέμα αυτόνομης πρόσβασης και ανεξάρτητης επίσκεψης των ανθρώπων με προβλήματα όρασης στο φυσικό χώρο μίας βιβλιοθήκης και αναλύεται στα επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποια είναι τα εμπόδια και ποιες οι επιλογές αυτόνομης πρόσβασης και πλοήγησης για έναν επισκέπτη με ΑΟ α) στον εξωτερικό χώρο, β) στην είσοδο και γ) στον εσωτερικό χώρο ενός χώρου πολιτισμού;
2. Με ποιον τρόπο μπορούν το ΔτΠ και η ΤΝ να αξιοποιηθούν στο σχεδιασμό ενός μουσείου ή μίας βιβλιοθήκης με σκοπό την προσβασιμότητα και τη συμπερίληψη ατόμων με μερική ή ολική απώλεια όρασης;

3. Μπορούν τα έξυπνα περιβάλλοντα να συμβάλλουν, ώστε τα άτομα με ΑΟ να νιώθουν άνετα μέσα σε έναν χώρο πολιτισμού, ως αναπόσπαστο και δημιουργικό κομμάτι της κοινότητας επισκεπτών-προσωπικού;

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση και χρησιμοποιεί τη μεθοδολογία PRISMA για την αναζήτηση σχετικών εργασιών από την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα.

Η δομή της διπλωματικής εργασίας είναι αναλυτικά η ακόλουθη:

- Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται αποσαφήνιση των όρων που αποτελούν τα βασικά εννοιολογικά εργαλεία της εργασίας, μέσα από βιβλιογραφική μελέτη.
- Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην έρευνα. Περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία επιλογής των υπό μελέτη βιβλιογραφικών πηγών, σύμφωνα με τη μεθοδολογία Prisma, αναφέρονται οι βάσεις δεδομένων, οι λέξεις κλειδιά και τα φίλτρα ένταξης και αποκλεισμού των επιλέξιμων εργασιών.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται ανάλυση των επιλεγέντων προς μελέτη άρθρων, τα οποία ταξινομούνται σε κατηγορίες για την καλύτερη εξέταση του θέματος της εργασίας.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Δίνονται απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί στην εισαγωγή της εργασίας, συζητούνται προβληματισμοί που προκύπτουν, ενώ αναδεικνύονται νέες προκλήσεις.
- Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται πρόταση για το σχεδιασμό μιας έξυπνης βιβλιοθήκης υπό το πρίσμα του Καθολικού Σχεδιασμού (Universal Design)¹. Στόχος της ιδέας που παρουσιάζεται δεν είναι να προτείνει προσθετικές παρεμβάσεις στο χώρο, προκειμένου να αντισταθμίσει τη μερική ή ολική έλλειψη της οπτικής ικανότητας, αλλά με εργαλείο τις ΑΤΠ να προσθέσει αξία στην εμπειρία κάθε επισκέπτη, μετατρέποντας το χώρο της βιβλιοθήκης σε βιούμενο τόπο.

Στο σημείο αυτό βρίσκεται ακριβώς η καινοτομία της παρούσας εργασίας και η προσφορά στην επιστημονική έρευνα. Μετά τη συγκέντρωση των σχετικών

¹ Συνώνυμα του όρου Καθολικός Σχεδιασμός είναι «Σχεδιασμός για όλους», «Σχεδιασμός χωρίς αποκλεισμούς», «Ολιστική Προσέγγιση στο σχεδιασμό».

εργασιών από τη σύγχρονη βιβλιογραφία (Ενότητα 3), οι εργασίες που κρίνονται επιλέξιμες μελετώνται συγκριτικά μεταξύ τους και με κριτική ματιά, ως προς τις απαντήσεις που προσφέρουν στα ερευνητικά ερωτήματα της συγκεκριμένης μελέτης. Τα συμπεράσματα από αυτήν την ανάλυση, αναδεικνύουν ποικίλες χρήσιμες εφαρμογές από τις αναδυόμενες τεχνολογίες καθώς και προκλήσεις που συνεχίζουν να υπάρχουν και θέματα που οφείλουν να γίνουν αντικείμενο επιστημονικού διαλόγου. Στο τέλος, της εργασίας οι αποκτηθείσες γνώσεις αξιοποιούνται συνθετικά για τη διατύπωση μίας πρότασης δυναμικής και νέας, που είναι η μοναδική από όσες μελετήθηκαν, που απαντά ολοκληρωμένα και στα τρία συγχρόνως ερωτήματα που θέτει η παρούσα εργασία και αποτελεί την προστιθέμενη αξία στην διεξαγωγή της έρευνας

- Στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας καταγράφονται τα τελικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την ερευνητική μελέτη και γίνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

2. Θεωρητικό Πλαίσιο

2.1 Αναπηρία και Αναπηρία Όρασης

2.1.1 Εννοιολογική Προσέγγιση της Αναπηρίας

Η προσέγγιση της έννοιας της αναπηρίας αποτελεί εξαιρετικά σύνθετη προσπάθεια, καθώς κατά καιρούς έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί, οι οποίοι προέκυψαν από δύο κυρίαρχα μοντέλα θεώρησης της αναπηρίας (Zoniou-Sideri & Vlachou, 2006), (Στρογγυλός, 2015) .

Σύμφωνα με το πρώτο μοντέλο, το ιατρικό, η αναπηρία προσεγγίζεται μονοδιάστατα, ως αποτέλεσμα μίας παθολογίας, εξαιτίας κάποιου αισθητηριακού, νοητικού, σωματικού ή ψυχικού προβλήματος, προβάλλοντας στερεότυπες αντιλήψεις περί αναπηρίας (Ζώνιου-Σιδέρη, 2011). Στο μοντέλο αυτό ασκήθηκε έντονη κριτική, κυρίως μέσω του αναπηρικού κινήματος, με αποτέλεσμα τη δημιουργία του δεύτερου, του κοινωνικού μοντέλου, το οποίο έχει ανθρωποκεντρικό προσανατολισμό (Διεθνής Οργανισμός Αναπήρων, 1981), (Oliver , 2009).

Όπως προτείνεται από το κοινωνικό μοντέλο, η έννοια της αναπηρίας επικεντρώνεται στη σχέση της λειτουργικότητας ενός ατόμου με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον, το οποίο μπορεί να διευκολύνει ή να εμποδίζει κάποιες λειτουργίες (Oliver , 2009), (Στρογγυλός, 2015). Το μοντέλο αυτό υιοθετήθηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) το 2002, ο οποίος αντιμετωπίζει την αναπηρία ως *ένα σύνθετο και μεταβαλλόμενο φαινόμενο που οφείλεται στην αλληλεπίδραση των προσωπικών χαρακτηριστικών ενός ατόμου και των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο αυτό το άτομο ζει* (Ε.Σ.Α.με.Α. , 2013, σ. 100). Πάνω σε αυτήν τη θεώρηση ο ΠΟΥ δίνει τον εξής ορισμό: «Αναπηρία είναι το αποτέλεσμα οργανικών και περιβαλλοντικών αιτιών, που έχουν ως απόρροια μία σειρά εμποδίων σε πολλές εκφάνσεις της ζωής των ατόμων, όπως η καθημερινή διαβίωση, η αυτοεξυπηρέτηση, η εκπαίδευση, η απασχόληση, η ψυχαγωγία, η αυτόνομη μετακίνηση και η γενικότερη κοινωνική συμμετοχή» (Πολυχρονοπούλου, 2012).

2.1.2 Αναπηρία Όρασης (Visual Impairment)

Ο πληθυσμός των ατόμων με αναπηρία όρασης (ΑΟ) χαρακτηρίζεται από μεγάλη ετερογένεια (Huebner, 2000), (Αργυρόπουλος Β. , 2015), (Καλεσοπούλου, 2015). Για το λόγο αυτό, το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά ομαδοποιημένα και δεν επιχειρεί να δώσει έναν ενιαίο-γενικό ορισμό. Πριν, όμως, γίνει διάκριση της αναπηρίας όρασης σε

κατηγορίες, είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι η απώλεια όρασης χωρίζεται σε συγγενή, δηλαδή εκ γενετής αναπηρία, και σε επίκτητη, που μπορεί να προήλθε από κάποιο ατύχημα ή κάποια πάθηση (Κατσαντώνη, 2017). Ο διαχωρισμός αυτός έχει σημασία, διότι στην πρώτη περίπτωση τα άτομα δεν διαθέτουν οπτική μνήμη, γεγονός που σημαίνει, ότι μαθαίνουν να αντιλαμβάνονται τον κόσμο με διαφορετικό τρόπο, με αποτέλεσμα να παρερμηνεύουν, ακόμα και να χάνουν κάποιες έννοιες ή συμπεριφορές (Huebner, 2000). Αντίθετα, στη δεύτερη περίπτωση, που η απώλεια όρασης είναι επίκτητη το άτομο έχει προλάβει να σχηματίσει οπτικές μνήμες και επομένως μπορεί να θυμάται πώς μοιάζουν οι άνθρωποι και τα αντικείμενα.

2.1.3 Εννοιολογική Οριοθέτηση της Αναπηρίας Όρασης

Σε μία προσπάθεια για την προσέγγιση της αναπηρίας της όρασης έχουν δοθεί κατά καιρούς πολλοί και διαφορετικοί ορισμοί. Η διαφοροποίηση οφείλεται τόσο στην ετερογένεια που παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά των ατόμων με ΑΟ, όσο και στον τρόπο προσέγγισης από διάφορους επιστημονικούς κλάδους που εμπλέκονται με αυτήν (Beverley, Barber, & Bath, 2007), (Κατσαντώνη, 2017). Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορεί να διαφέρουν ως προς τη λειτουργία της όρασης που παρουσιάζεται η αναπηρία, ως προς το βαθμό της οπτικής ικανότητας και τέλος ως προς την ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί την υπολειπόμενη όραση (Huebner, 2000).

Ως προς τη λειτουργία της όρασης τα προβλήματα μπορεί να αφορούν (Αργυρόπουλος Β. , 2015):

- α. Στην ευκρίνεια του οπτικού σήματος, δηλαδή τι βλέπει το άτομο.
- β. Στο οπτικό πεδίο, δηλαδή την περιοχή που αντιλαμβάνεται το μάτι όταν το κεφάλι του ατόμου παραμένει σταθερό.
- γ. Στην ευαισθησία στο έντονο ή αδύνατο φως, στις εναλλαγές του φωτισμού, όπως και στο έντονο ή αδύνατο κοντράστ.
- δ. Στην ικανότητα αντίληψης της μορφής και του περιγράμματος ενός αντικειμένου με τη χρήση των δύο ή του ενός ματιού.

Ο βαθμός της οπτικής ικανότητας καθώς και της ικανότητας του ατόμου να χρησιμοποιεί την όρασή του (υπολειπόμενη ή με διορθωτικά μέσα) κυμαίνεται για καθεμία από τις παραπάνω κατηγορίες (Scholl, 1986), (Κατσαντώνη, 2017).

Η διεθνής βιβλιογραφία διακρίνει την αναπηρία όρασης σε «μερική απώλεια όρασης» και «ολική απώλεια όρασης» ή «τύφλωση» (Αργυρόπουλος Β. , 2015). Το άτομο με «μερική απώλεια όρασης» (low vision) αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα όρασης ακόμα και μετά από διορθωτική παρέμβαση, αλλά είναι πιθανό να αυξηθεί η οπτική του λειτουργικότητα με τη χρήση βοηθητικών οπτικών ή μη οπτικών συσκευών, περιβαλλοντικών παρεμβάσεων και άλλων τεχνικών (Corn , DePriest, & Erin, 2000). Τα άτομα με μειωμένη όραση, συνήθως, έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιήσουν την υπολειπόμενη όραση για την εκπαίδευση, την ψυχαγωγία τους καθώς και τις κοινωνικές και επαγγελματικές τους δραστηριότητες (Scott, Smiddy, Schiffman, Freud, & Pappas, 1999), (Joshi, Yadav, Dutta, & Travieso-Gonzalez, 2020).

Αντίστοιχα, η «ολική απώλεια όρασης» ή «τύφλωση» (blindness) αναφέρεται σε άτομα που δεν έχουν καθόλου όραση ή έχουν μόνο αντίληψη φωτός. Με απλά λόγια, ένας άνθρωπος με αντίληψη φωτός έχει επίγνωση, ότι μεταβαίνει από έναν φωτεινό σε έναν σκοτεινό χώρο, αλλά δεν μπορεί να προσδιορίσει τα αντικείμενα που βρίσκονται στο χώρο, ούτε τα περιγράμματα αυτών (Huebner, 2000), (Στρογγυλός, 2015).

Στην πραγματικότητα μόνο το 10% των ατόμων που χαρακτηρίζονται τυφλά δεν έχουν οπτική αντίληψη φωτός. Τα περισσότερα από τα εγγεγραμμένα τυφλά άτομα ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα παρουσίας και απουσίας φωτός ή κινούμενων σωμάτων (Αργυρόπουλος Β. , 2015). Στο σημείο αυτό, αξίζει να επισημανθεί, για την καταλληλότερη χρήση των όρων, ότι η λέξη τυφλός έχει αρνητική σημασία, καθώς αποτελεί απλώς την βιολογική περιγραφή της αίσθησης της όρασης. Δεν υποδεικνύει όμως τις ικανότητες, τα ενδιαφέροντα ή την προσωπικότητα ενός ατόμου (Huebner, 2000). Για το λόγο αυτό είναι ορθότερο να χρησιμοποιείται ο γενικός όρος άτομο με ΑΟ ή σε περιπτώσεις που υπάρχουν θεσμικά ή ιατρικά ζητήματα άτομο με «ολική απώλεια όρασης».

Μία τελευταία προσέγγιση του όρου της οπτικής αναπηρίας έχει γίνει με καθαρά νομικά κριτήρια. Ο όρος «νομικώς τυφλά άτομα» κατοχυρώνεται μέσω της μέτρησης της οπτικής οξύτητας και του οπτικού πεδίου (Αβραάμ, 2015). Όσον αφορά στην οπτική οξύτητα, νομικώς τυφλά θεωρούνται τα άτομα που η οπτική τους οξύτητα στο υγιέστερο μάτι δεν ξεπερνά τα 20/200 (ούτε με διορθωτική παρέμβαση) και το οπτικό τους πεδίο περιορίζεται σε τόξο έως 20 °. Ο όρος αυτός εξυπηρετεί νομικά και θεσμικά ζητήματα που σχετίζονται με τα δικαιώματα και τις παροχές των ατόμων με ΑΟ (Tuttle & Tuttle, 2004; Huebner, 2000).

2.1.4 Η σημασία των αισθήσεων στην οπτική αναπηρία

Προκειμένου να γίνει κατανοητός ο ρόλος των αισθήσεων στην αντίληψη που έχουμε για τον κόσμο, ώστε να μπορέσουν να αξιοποιηθούν για την συμπερίληψη των ατόμων που

έχουν μερική ή ολική απώλεια της όρασής τους στη δημιουργική κοινότητα χώρων πολιτισμού, το οποίο αποτελεί και βασικό ερώτημα της παρούσας εργασίας, κρίθηκε απαραίτητη η προσέγγιση των αισθήσεων όρασης, ακοής και αφής, καθώς αποτελούν τα τρία σημαντικότερα κανάλια αντίληψης του κόσμου και επικοινωνίας με το περιβάλλον (Simpson & LoPresti, 2008). Συγκεκριμένα, η όραση είναι υπεύθυνη για το 80-85% των πληροφοριών που λαμβάνουν τα βλέποντα άτομα, το 11% των γνώσεων το αποκτούν μέσω της ακοής και μόλις το 6% οικοδομείται μέσω της αφής (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2015).

2.1.4.1 Η σημασία της όρασης

Η όραση αποτελεί μία σύνθετη διαδικασία, κατά την οποία ο άνθρωπος συλλέγει και επεξεργάζεται πληροφορίες από το περιβάλλον και στη συνέχεια αντιδρά στα ερεθίσματα του μέσα από γνωστικές διαδικασίες προγραμματισμού και εκτέλεσης κινήσεων εντός αυτού (Chia, et al., 2004). Επιπλέον, δημιουργεί σχέσεις μεταξύ *σημαίνοντος και σημαινόμενου*, συνδέει, δηλαδή, έννοιες με συγκεκριμένες εικόνες χτίζοντας την οπτική μνήμη, την ικανότητα του ανθρώπου, με απλά λόγια, να «βλέπει» νοητά τις εικόνες, όταν ακούει για αυτές.

Εκτός, όμως, από τη σημασία της στη δημιουργία εννοιολογικών χαρτών και απόκτησης γνώσεων, η όραση είναι η μία από τις δύο σημαντικές αισθήσεις που δημιουργούν αίσθημα ασφάλειας, λόγω της ικανότητας ανάκτησης του προσανατολισμού άμεσα και της τοποθέτησης του εαυτού στο χωρικό περιβάλλον δράσης (Buchberger, 2004). Ο ίδιος έχει πει, ότι η όραση καθιστά το άτομο ανεξάρτητο και δραστήριο και ο Sonksen,(1997), ότι χάρη στην όραση ο άνθρωπος μπορεί να ανάγει τη ζωή του σε ανώτερο επίπεδο.

Η έλλειψή της οδηγεί στην απώλεια ή διαστρέβλωση της αντίληψης σημαντικών ιδιοτήτων ενός αντικειμένου και του χώρου που το περιβάλλει. Έτσι, προκαλεί συχνά, γνωστικά, συναισθηματικά, κινητικά αλλά και κοινωνικά προβλήματα (Μπισκέτζης, 2009). Τα άτομα με μερική ή ολική απώλεια όρασης, αντισταθμιστικά, χρησιμοποιούν τα αισθητήρια κανάλια της ακοής και της αφής, για να αντιληφθούν τα ερεθίσματα από το περιβάλλον και να επικοινωνήσουν (Eimer, 2004).

2.1.4.2 Η σημασία της ακοής

Η αίσθηση της ακοής μαζί με την όραση αποτελούν τις δύο σημαντικότερες αισθήσεις για την αντίληψη του περιβάλλοντος, στο οποίο δρα ένα άτομο και για τη δημιουργία νοητικών αναπαραστάσεων του κόσμου. Μέσα από την αίσθηση της ακοής οι άνθρωποι επικοινωνούν μεταξύ τους και αλληλοεπιδρούν με τον κόσμο, καθώς η ακοή αποτελεί κανάλι αναγνώρισης

ανθρώπων, αντικειμένων ακόμα και συνθηκών από τις οποίες περιβάλλονται (Heuten, Wichmann, & Boll, 2006). Για παράδειγμα, αρκεί η ακοή για να καταλάβουμε αν βρισκόμαστε σε εξωτερικό χώρο μιας μεγαλούπολης, μέσα στο συρμό του μετρό ή στο δάσος. Τα ακουστικά συνθήματα που αναγνωρίζουν τα άτομα στον περιβάλλοντα χώρο τούς παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τη νοητική αναπαράστασή του, με αποτέλεσμα να προβαίνουν, συχνά, εύκολα στην αναγνώρισή του (Koustriava, Koutsoklenis, Papadopoulos, & Parakonstantinou, 2009).

Όσον αφορά στη σημασία της ακοής για την ΑΟ, αυτή λειτουργεί με διαφορετικό τρόπο στα άτομα με μερική ή ολική απώλεια όρασης αντίστοιχα. Στα άτομα με μερική απώλεια όρασης η αίσθηση της ακοής λειτουργεί ως συμπληρωματικό κανάλι εισόδου εξωτερικών ερεθισμάτων στο κανάλι της όρασης, καθώς η υπολειπόμενη όραση εξακολουθεί, για τα άτομα αυτά, να αποτελεί το κύριο μέσο αντίληψης του περιβάλλοντος και επικοινωνίας (Hotting & Roder, 2009). Για τα άτομα με ολική απώλεια όρασης, έστω και αν έχουν αντίληψη φωτός, η ακοή αποτελεί πολύ σημαντική πηγή ενίσχυσης των γνωστικών τους μέσων, καθώς συμβάλλει καθοριστικά στην επαφή τους τόσο με το φυσικό όσο και με το κοινωνικό τους περιβάλλον. Μέσα από το αισθητήριο αυτό κανάλι τα μη βλέποντα άτομα μπορούν να πλοηγηθούν σε έναν χώρο, να μετακινηθούν και να επικοινωνήσουν με τα άτομα με τα οποία μοιράζονται τον ίδιο φυσικό χώρο (Παπαδόπουλος, 2007).

2.1.4.3 Η σημασία της αφής

Η αίσθηση της αφής θεωρείται το σημαντικότερο αισθητήριο όργανο, μέσω του οποίου τα άτομα με ολική απώλεια όρασης προσλαμβάνουν πληροφορίες από το περιβάλλον, με σκοπό να κατανοήσουν και να αλληλοεπιδράσουν με φυσικά και εικονικά αντικείμενα γύρω τους (Ernst & Helbig, 2007). Ως εκ τούτου, θεωρείται η σημαντικότερη αίσθηση για την γνωστική τους ανάπτυξη (Chen & Downing, 2006).

Η πρόσληψη του ερεθίσματος γίνεται μέσω του δέρματος και συγκεκριμένα μέσω των υποδοχέων του δέρματος. Το απτικό ερέθισμα που προσλαμβάνεται μέσω των υποδοχέων της αφής διαβιβάζεται στον εγκέφαλο και από εκεί μέσω μονοπατιών στο σώμα (McLinden & McCall, 2002), (Χαμονικολάου, 2015). Τα άτομα με ΑΟ χρησιμοποιούν, κυρίως, τα δάχτυλα για την πρόσληψη απτικών πληροφοριών, καθώς τα δάχτυλα συγκεντρώνουν υποδοχείς, οι οποίοι, όταν ενεργοποιούνται, διεγείρουν τα δερματικά και κιναισθητικά κανάλια, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην πρόσληψη πληροφοριών (Postma, Zuidhoek, Noordzij, & Kappers, 2007).

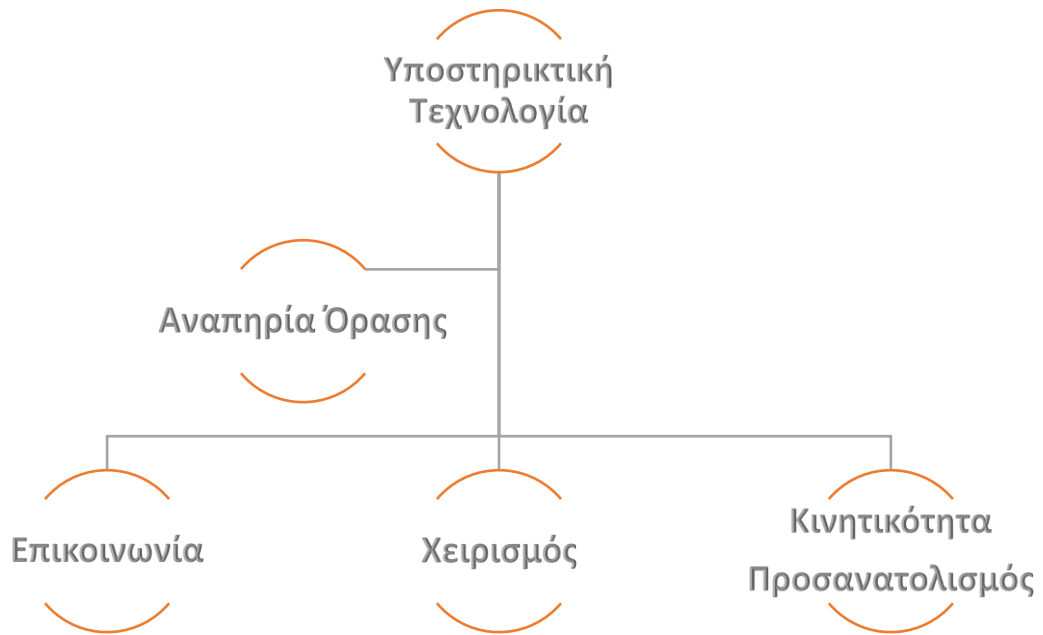
Ωστόσο, η πρόσληψη ενός απτικού ερεθίσματος δεν συνεπάγεται αυτόματα και την ερμηνεία του. Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην τελική ερμηνεία του μηνύματος είναι η αφή, η κίνηση, η στάση του σώματος, η ιδιομορφία του αντικειμένου (δισδιάστατο ή τρισδιάστατο), οι συνθήκες κάτω από τις οποίες συντελείται η διαδικασία, καθώς και η πρότερη εμπειρία του ατόμου (Αργυρόπουλος Β. , 2015). Τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτές τις πηγές πληροφοριών αλληλοσυμπληρώνονται και δημιουργούν ένα κωδικοποιημένο πλαίσιο αναφοράς (Χαμονικολάου, 2015), (Millar, 1997).

Η διέγερση του δέρματος μπορεί να γίνει αισθητή με πολλούς τρόπους, όπως η δόνηση, η πίεση, το τσίμπημα, το σπρώξιμο, το ξύσιμο, το γδάρισμα. Μέσα από αυτές τις αλληλοεπιδράσεις τα άτομα με ΑΟ μπορούν να κατανοήσουν αντικείμενα και επιφάνειες του περιβάλλοντος (Postma, Zuidhoek, Noordzij, & Kappers, 2007), (Χαμονικολάου, 2015). Πολλοί από αυτούς μπορούν να αξιοποιηθούν στον τρόπο λειτουργίας της υποστηρικτικής τεχνολογίας, στην οποία θα γίνει εκτενής αναφορά στη συνέχεια της εργασίας.

2.2 Αναπηρία Όρασης και Υποστηρικτική Τεχνολογία

2.2.1 Η έννοια της Υποστηρικτικής Τεχνολογίας

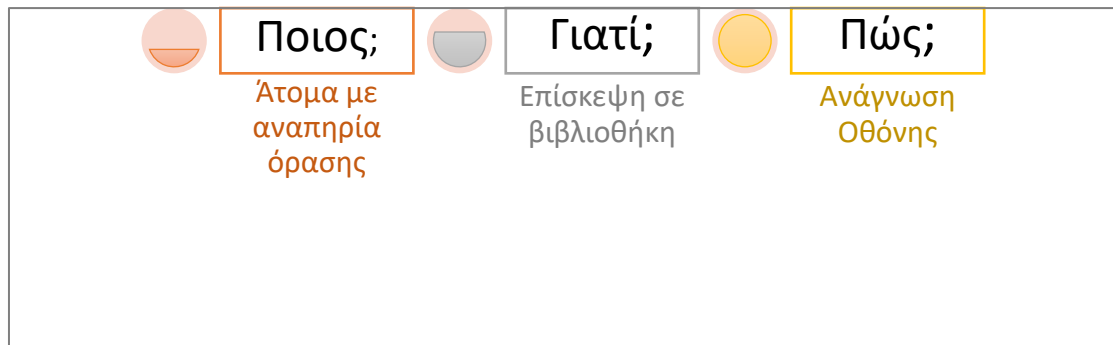
Η υποστηρικτική τεχνολογία (ΥΤ) αναφέρεται σε προϊόντα και υπηρεσίες που αντισταθμίζουν λειτουργικούς περιορισμούς, επιτρέπουν στους ανθρώπους που τις χρησιμοποιούν να κατανοήσουν τις δυνατότητές τους και υποστηρίζουν την ανεξάρτητη διαβίωση και συμμετοχή τους στην καθημερινή ζωή (Πίνο, 2015). Η ΥΠ αφορά συγκεκριμένα σε τρεις ομάδες ανθρώπων: Α.με.Α. , ηλικιωμένους και ανθρώπους με χρόνιες παθήσεις. Σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ISO 9999:2011, 2011 ΥΤ είναι: *«Κάθε προϊόν, όργανο, εξοπλισμός ή τεχνικό σύστημα που χρησιμοποιείται από ένα άτομο με αναπηρία, ειδικά παραχθέν ή γενικά διαθέσιμο, που προλαμβάνει, αποκαθιστά, ανακουφίζει ή εξουδετερώνει την βλάβη, την αναπηρία ή το μειονέκτημα»* (ISO 9999:2011, 2011). Οι συσκευές της ΥΤ είναι αντικείμενα ή μέρος εξοπλισμού ή σύστημα που είτε έχει κατασκευαστεί εξ αρχής για άτομα με αναπηρίες είτε είναι τροποποιημένο ή προσαρμοσμένο για να βελτιώσει τις λειτουργικές ικανότητες των Α.με.Α. Οι συσκευές αυτές κατατάσσονται σύμφωνα με την κατηγορία αναπηρίας για την οποία σχεδιάστηκαν και αφορούν στις λειτουργίες της επικοινωνίας, του χειρισμού, της κινητικότητας και του προσανατολισμού, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα ([εικόνα 1](#)).



Εικόνα 1: Ταξινόμηση Υποστηρικτικών Τεχνολογιών

Οι συσκευές της ΥΤ διευκολύνουν την καθημερινότητα των χρηστών είτε ενισχύοντας το λειτουργικό τους επίπεδο είτε μειώνοντας τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος. Ωστόσο, δεν είναι λίγες οι φορές που ένας τεχνολογικά εξελιγμένος εξοπλισμός μπορεί να αποτελέσει τελικά εμπόδιο αντί για διευκόλυνση, όταν ο χρήστης δεν είναι ενημερωμένος για τον τρόπο λειτουργίας του. Επιπλέον, με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο υποστηρικτικά συστήματα πολύ γρήγορα να γίνονται τεχνολογικά παρωχημένα. Η επιλογή επομένως μίας υποστηρικτικής τεχνολογίας χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Ο σχεδιασμός ή η χρήση συσκευών και εξοπλισμών ΥΤ πρέπει να ξεκινά από το στόχο για τον οποίο επιλέγεται και ιεραρχικά να απαντά στις εξής ερωτήσεις ([εικόνα 2](#)):

1. Ποιοι θα τη χρησιμοποιήσουν;
2. Για ποιο σκοπό;
3. Πώς η ΥΤ μπορεί να βοηθήσει σε αυτό;



Εικόνα 2: Διαδικασία επιλογής ΥΤ

Αν και οι ΥΤ έχουν βελτιώσει πολύ την ποιότητα ζωής των ατόμων με αναπηρία, δεν πρέπει να ξεχνούμε, ότι ο βασικός τους στόχος είναι να καλύψουν το κενό ανάμεσα στις ικανότητες του χρήστη και στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος (Πίνο, 2015). Θα ήταν, όμως, πολύ ουσιαστικότερο, αν αντί για μία θετική διάκριση που ενισχύει τις λειτουργικές ικανότητες του ατόμου, οικοδομηθεί ένα περιβάλλον που σχεδιάζεται, ώστε να προσφέρει χώρους, προϊόντα και υπηρεσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με άνεση και ασφάλεια από τους ανθρώπους ανεξάρτητα από τις ικανότητές τους στα πλαίσια του Καθολικού Σχεδιασμού (Κουλούσης & Πράνταλος, 2015), (Grassi, 2018), (Lisney, Bowen, Hearn, & Zedda, 2013).

2.2.2 Υποστηρικτική Τεχνολογία για την Αναπηρία Όρασης

Υποστηρικτική ονομάζουμε την τεχνολογία που βοηθά τα άτομα με μερική απώλεια όρασης να χρησιμοποιήσουν την υπολειπόμενη όρασή τους και τα άτομα με ολική απώλεια όρασης, να υποκαταστήσουν την χρήση της όρασής τους στις μετακινήσεις, στην εκπαίδευση και γενικά στον εμπλουτισμό των εμπειριών τους και τη διεκπεραίωση των καθημερινών δραστηριοτήτων τους (Joshi, Yadav, Dutta, & Travieso-Gonzalez, 2020), (Τσαούσης, 2015), (Πίνο, 2015).

Παραδοσιακά, για την κινητικότητα των ατόμων με ΑΟ χρησιμοποιείται το λευκό μπαστούνι, ο σκύλος συνοδός σπανιότερα και συχνά ο συνοδός φροντιστής. Οι οδηγοί όδευσης τυφλών ([εικόνα 3](#)) είναι απτικά διαγράμματα που χρησιμοποιούνται σε δάπεδα εσωτερικών χώρων και σε δρόμους σε συνδυασμό με το λευκό μπαστούνι, αλλά δεν είναι τοποθετημένοι σε όλους τους δημόσιους χώρους. Επίσης, το σύστημα Braille έχει οδηγήσει στην ανάγνωση του γραπτού λόγου και τα συστήματα με φωνητικές οδηγίες ή ηχητικές ειδοποιήσεις έχουν βελτιώσει την ποιότητα της καθημερινότητας των ανθρώπων με ολική αλλά και με μερική απώλεια όρασης (Αβραάμ, 2015).



Εικόνα 3: Οδηγός Όδευσης (Αβραάμ, 2015)

Σήμερα, οι τεχνολογίες του ΔτΠ και της ΤΝ μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων με ΑΟ (AyadGhany, 2018).

Συγκεκριμένα:

- Βοηθούν στην πλοήγηση και στην ανεξάρτητη μετακίνηση.
- Αξιοποιούν δυνατότητες φωνητικών εντολών.
- Βοηθούν στην ανάγνωση κειμένων που δεν είναι γραμμένα σε σύστημα Braille.
- Αλληλοεπιδρούν με έξυπνα συστήματα, όπως chatbots, robots και έξυπνα περιβάλλοντα με τρόπο φυσικό, απαλλάσσοντας ένα άτομο με ΑΟ από την ανάγκη φροντιστή (Ayad, 2018).

Κάποιες από τις [συσκευές](#) που λειτουργούν σε περιβάλλοντα ΔτΠ είναι οι εξής (Freedom Scientific: Low Vision Solutions, 2023)², (Power, 2018), (Sound of Vision, 2022), (United Nations, 2017)³:

- Έξυπνα κινητά με λειτουργικό κατάλληλο για άτομα με αναπηρία στην όραση.
- Έξυπνα ρολόγια για μη βλέποντες χρήστες με ενσωματωμένο το σύστημα Braille.
- Finger Reader: Φορετές συσκευές στο δάχτυλο που επιτρέπουν την ανάγνωση εντύπων με τη χρήση ειδικά σχεδιασμένου λογισμικού.
- Interactive shoes: Πρόκειται για σόλες με ενσωματωμένους αισθητήρες που αποκτούν «ευφυΐα» συμβάλλοντας σε έξυπνη πλοήγηση.
- Έξυπνο μπαστούνι: Αντικαθιστά το λευκό μπαστούνι. Έχει ενσωματωμένους αισθητήρες και συνδέεται σε περιβάλλοντα του ΔτΠ (Elmannai & Elleithy, 2017).

² <https://www.freedomscientific.com/products/lowvision/>

³ https://www.un.org/development/desa/disabilities/wp-content/uploads/sites/15/2019/03/Assistive-Technology-Devices-2017_Eng.pdf

- Έξυπνα γυαλιά: Γυαλιά με ενσωματωμένες κάμερες βάθους, αισθητήρες και ακουστικά για την πληροφόρηση του χρήστη. Διαφέρουν ως προς το λογισμικό που χρησιμοποιούν, τη συνδεσιμότητα με το σύστημα και το είδος των ακουστικών. Λειτουργούν με τεχνολογίες TN και σκοπό έχουν την ασφαλή και ανεξάρτητη πλοήγηση των ατόμων με οπτική αναπηρία καθώς και την αναγνώριση αντικειμένων ακόμα και ανθρώπων.

Ωστόσο, οι παραπάνω συσκευές ΥΤ δεν είναι ευρέως διαδεδομένες με την πλειοψηφία των ανθρώπων που έχουν κάποια οπτική αναπηρία, να εξακολουθούν να χρησιμοποιούν τους παραδοσιακούς τρόπους υποβοήθησης, δηλαδή το λευκό μαστούνι, το συνοδό-φροντιστή και σπανιότερα το σκύλο οδηγό.

Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί, ότι δεν ισχύει το ίδιο για την πρόσβαση στον ψηφιακό κόσμο. Εκεί, οι υποστηρικτικές τεχνολογίες είναι πολλές και διαδεδομένες, προσφέροντας στα άτομα με ΑΟ πρόσβαση σε ψηφιακά κείμενα, συσκευές και ιστότοπους. Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές, Ιστότοποι, έξυπνα τηλέφωνα και ρολόγια, συστήματα ανάγνωσης για εντυποανάπηρους αναγνώστες είναι κάποια παραδείγματα που χρησιμοποιούνται από τα ίδια τα άτομα και διατίθενται από πολλούς οργανισμούς (Τσώνος, 2015). Για το λόγο αυτό η παρούσα εργασία δεν ασχολείται με αυτήν την πτυχή της ΥΤ.

2.3 Αναπηρία Όρασης και Προσβασιμότητα σε χώρους Πολιτισμού

Η πρόσβαση αποτελεί ένα θεμελιώδες χαρακτηριστικό του δομημένου περιβάλλοντος και αναπόσπαστο τμήμα του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Χάρη σε αυτήν την σχεδιαστική αρχή οι άνθρωποι μπορούν να χρησιμοποιούν τα κτήρια και να συμμετέχουν σε δραστηριότητες για τις οποίες είναι σχεδιασμένα. Ωστόσο, μια μεγάλη πληθυσμιακά ομάδα της κοινωνίας, τα «εμποδιζόμενα άτομα», ανάμεσα στα οποία και τα άτομα με ΑΟ, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη χρήση τους και στην αυτόνομη μετακίνηση εξαιτίας του παρωχημένου σχεδιασμού κοινόχρηστων χώρων (Πολυχρονίου, 2015). Οι χώροι πολιτισμού δεν αποτελούν εξαίρεση στον αποκλεισμό επισκεπτών με προβλήματα όρασης. Το κυρίαρχο αρχιτεκτονικό μοντέλο των πολιτιστικών χώρων στηρίζεται στην αίσθηση της όρασης, καθώς η όραση χρησιμοποιήθηκε από τα χρόνια του διαφωτισμού ως κυρίαρχη αίσθηση προσέγγισης της επιστημονικής γνώσης (Καλεσοπούλου, 2015).

Ωστόσο, η σταδιακή αλλαγή από την οπτική στην πολυαισθητηριακή εμπειρία σε έναν χώρο πολιτισμού (Χουρμουζιάδη, 2022), ο αντίκτυπος των διεκδικήσεων του αναπηρικού

κινήματος και η νομοθεσία σχετικά με θέματα ισότητας και προστασίας των δικαιωμάτων των Α.με.Α. επηρέασαν τις αρχές και τις προδιαγραφές σχεδιασμού των χώρων πολιτισμού. Με βάση το κοινωνικό μοντέλο του ορισμού της αναπηρίας, τα δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός χώρου πολιτισμού και όχι η σωματική βλάβη είναι αυτά που καθιστούν ένα άτομο ανάπηρο και εμποδίζουν την ισότιμη συμμετοχή του στο πολιτιστικό αγαθό (Κανάρη, 2015), (Τσιτούρη, 2005) .

2.3.1 Εννοιολογική Προσέγγιση της Προσβασιμότητας (Accessibility)

Η έννοια της προσβασιμότητας σε έναν πολιτιστικό χώρο αποτελεί ένα πεδίο που έχει να αντιμετωπίσει πολυδιάστατους φραγμούς. Η πλήρης προσβασιμότητα σε έναν χώρο πολιτισμού απαιτεί σχεδιασμό σε τρία επίπεδα (Αργυρόπουλος & Κατσαντώνη, 2020):

1. Κτηριακή προσπελασιμότητα και πλοήγηση στο χώρο. Το επίπεδο αυτό αναφέρεται στην απρόσκοπτη και αυτόνομη κίνηση ενός ατόμου με ΑΟ α) στον εξωτερικό χώρο του κτηρίου, δηλαδή στην ισότιμη και ασφαλή χρήση του προαύλιου χώρου, β) στην είσοδο του κτηρίου και γ) στον εσωτερικό του χώρο, δηλαδή στην πλοήγηση και την δυνατότητα ελεύθερης χρήσης όλων των χώρων ενός Οργανισμού. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στο κλιμακοστάσιο και στους ανελκυστήρες, στους βοηθητικούς χώρους, όπως είναι οι χώροι υγιεινής καθώς και στα αναγνωστήρια για την περίπτωση των βιβλιοθηκών.
2. Πρόσβαση στο περιεχόμενο ή υλικό του φορέα. Το επίπεδο αυτό αφορά στην αλληλεπίδραση και επικοινωνία του ατόμου με ΑΟ με το πολιτιστικό υλικό καθώς και με τα υπόλοιπα πρόσωπα που δραστηριοποιούνται στο ίδιο περιβάλλον. Για να θεωρείται προσβάσιμος ο χώρος, η αλληλεπίδραση πρέπει να γίνεται με φυσικό τρόπο και να δίνει επιλογές στον επισκέπτη με προβλήματα όρασης (Τζιβινίκου, 2015).
3. Πρόσβαση στις υπηρεσίες του φορέα. Το επίπεδο αυτό αναφέρεται κυρίως στην σχέση και επικοινωνία του επισκέπτη με τον φορέα. Στην περίπτωση μίας βιβλιοθήκης θα μπορούσε να αφορά σε πολιτικές δανεισμού ή διαδανεισμού, κράτησης θέσης για τα αναγνωστήρια, πληροφορίες αναζήτησης κάποιου τίτλου. Πρόσβαση στις υπηρεσίες σημαίνει, ότι ένα άτομο με ΑΟ πρέπει να νιώθει άνετα μπαίνοντας σε έναν χώρο πολιτισμού, να επικοινωνεί με φυσικότητα και αποτελεσματικό τρόπο και να μην αισθάνεται οποιαδήποτε διάκριση όσον αφορά στον τρόπο αλλά και την πληρότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Γενικά, «προσβάσιμο» σημαίνει, ότι σε ένα άτομο με αναπηρία δίνεται η ευκαιρία να ζητήσει την ίδια πληροφορία, να συμμετέχει με την ίδια αλληλεπίδραση, να απολαύσει τις ίδιες υπηρεσίες, όπως ένα πρόσωπο χωρίς αναπηρία με έναν δίκαια αποτελεσματικό και ολοκληρωμένο τρόπο, με ουσιαστικά ισοδύναμη ευκολία στη χρήση των μέσων που παρέχονται από τον πολιτιστικό φορέα. Ο επισκέπτης με αναπηρία πρέπει να έχει τη δυνατότητα να αποκτά πληροφορία, με την ίδια πληρότητα και αυτονομία που το κάνει ένας επισκέπτης χωρίς αναπηρία.

Αναγνωρίζοντας ότι τα άτομα με ΑΟ έχουν τις ίδιες προσδοκίες και στόχους με τους βλέποντες, οφείλουμε να το λαμβάνουμε υπόψη στο σχεδιασμό ενός πολιτιστικού χώρου. Σκοπός είναι κάθε χώρος πολιτισμού να προσφέρει το ίδιο πλούσια εμπειρία σε όλους τους επισκέπτες, έχοντας υπόψη τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους βιώνουν μία εμπειρία τα άτομα με μερική ή ολική απώλεια της όρασής τους.

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο η προσβασιμότητα είναι ένας τομέας, που έχει δυσκολίες, αν θέλουμε να γίνει σωστά και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε όλα τα στάδια σχεδιασμού και ανάπτυξης ενός προϊόντος. Εάν η προσβασιμότητα αφεθεί στο τέλος, θα έχει ως αποτέλεσμα υψηλό κόστος ανάπτυξης και ασυνεπή εμπειρία χρήστη (Αργυρόπουλος Β. , 2015).

2.3.2 Εννοιολογική Προσέγγιση της Συμπερίληψης (Inclusion)

Η έννοια της συμπερίληψης έχει γίνει αντικείμενο επιστημονικού, κοινωνικού και νομικού ενδιαφέροντος τις τελευταίες δεκαετίες. Γίνονται συνεχώς προσπάθειες, ώστε να λάβει θεσμική υπόσταση, νομικό πλαίσιο και να καταλάβει εξέχουσα θέση σε θέματα που σχετίζονται με την ισότητα, τη διαφορετικότητα και την προσβασιμότητα (Αγγελίδης, 2011).

Το ουσιαστικό βήμα για τη θεμελίωση της έννοιας της Συμπερίληψης έγινε το 1994 στη Σαλαμάνκα, που πραγματοποιήθηκε το Παγκόσμιο Συνέδριο της UNESCO (Ainscow, Dyson, & Weiner, 2013). Σύμφωνα, με τη Διακήρυξη της UNESCO, η συμπερίληψη καταδικάζει την περιθωριοποίηση ή οποιονδήποτε αποκλεισμό μίας ομάδας ή ενός ατόμου εξαιτίας της καταγωγής, του φύλου, της θρησκείας, της αναπηρίας ή της κοινωνικοοικονομικής του θέσης. Αντίθετα, προωθεί και στηρίζει εκείνες τις διαδικασίες που ενισχύουν τη συμμετοχή όλων των ατόμων στα μαθησιακά, επαγγελματικά, πολιτιστικά και κοινωνικά περιβάλλοντα, αναμορφώνοντας όλους εκείνους τους παράγοντες που αποτελούν εμπόδιο στο σκοπό αυτόν (Ainscow & Booth, 2002). Έτσι, η ευθύνη του αποκλεισμού μεταφέρεται από το ίδιο το άτομο στο κοινωνικό σύνολο και τους φορείς του (Μέσσιου, 2007).

Τα στοιχεία που συνθέτουν την έννοια της συμπερίληψης για τα άτομα με αναπηρία είναι το βασικό δικαίωμα για πρόσβαση, η αποδοχή του ατόμου με αναπηρία, στη συγκεκριμένη μελέτη με οπτική αναπηρία, ο σεβασμός της ξεχωριστής προσωπικότητας καθώς και η παροχή ίσων ευκαιριών για την ολόπλευρη ανάπτυξή τους (UNESCO, 1994).

Όσον αφορά στο χώρο του πολιτισμού, οι πολιτιστικοί φορείς δείχνουν να ευαισθητοποιούνται όλο και περισσότερο σε ζητήματα συμπερίληψης και προσβασιμότητας τοποθετώντας τον άνθρωπο-επισκέπτη στο επίκεντρο του σχεδιασμού τους. Στο νέο ορισμό του ICOM (ICOM: Νέος Ορισμός Του Μουσείου, 2022) αναφέρεται ρητά ότι τα μουσεία είναι ανοιχτά στο κοινό, προσβάσιμα, χωρίς αποκλεισμούς με σεβασμό στην διαφορετικότητα των επισκεπτών⁴. Ήδη, όμως, στον αναθεωρημένο Κώδικα Δεοντολογίας των Μουσείων του ICOM υπάρχει ειδική παράγραφος στο πρώτο κεφάλαιο με θέμα την προσβασιμότητα⁵ (Διεθνές Συμβούλιο Μουσείων (ICOM), 2009).

2.3.3 Η έννοια του Καθολικού Σχεδιασμού: Μια ολιστική προσέγγιση

Ο καθολικός σχεδιασμός, σύμφωνα με τον Mace (1997), ορίζεται ως: «ο σχεδιασμός των προϊόντων και των περιβαλλόντων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μέγιστο δυνατό από ανθρώπους όλων των ηλικιών και ικανοτήτων, χωρίς την ανάγκη για προσαρμογή ή ξεχωριστό, ειδικό σχεδιασμό». Σχεδιάζοντας για Α.με.Α. και ειδικά για άτομα με ΑΟ σχεδιάζουμε για όλους ένα φιλικό, ασφαλές, εύχρηστο και άνετο περιβάλλον (Πολυχρονίου, 1997), (Κάλου, 2015). Για να επιτευχθεί αυτό κρίνεται αναγκαία η συμμετοχή των τελικών χρηστών του χώρου στο σχεδιασμό και στην αξιολόγηση κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, ώστε να εξασφαλισθούν οι απαιτήσεις της προσβασιμότητας και της ευχρηστίας για τους επισκέπτες (Story, Mueller, & Mace, 1998). Στο σημείο αυτό, κρίνεται σημαντικό να επισημανθεί, ότι τα άτομα με ΑΟ δεν αποτελούν ειδική κατηγορία, καθώς διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την υγεία τους, τις ικανότητές τους, τη μόρφωσή τους, το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο και κάθε άλλο χαρακτηριστικό που προσδίδει ταυτότητα σε κάθε άνθρωπο (Καλεσοπούλου, 2015), (Πίνο, 2015).

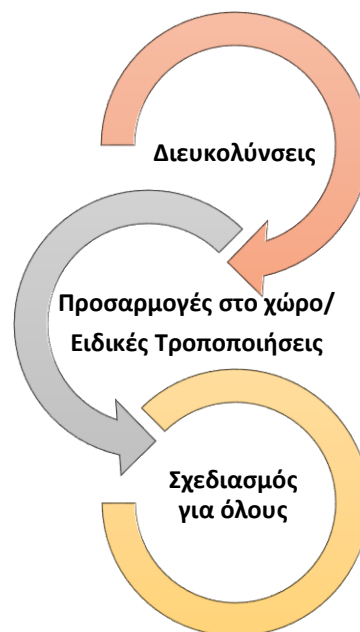
Περισσότερο ή λιγότερο λεπτομερείς λίστες έχουν δημοσιευθεί κατά καιρούς από διάφορους φορείς, ώστε να ελέγχεται η προσβασιμότητα σε χώρους πολιτισμού. Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε ως σημείο αναφοράς η λίστα “Access for All toolkit” (MLA,

⁴ <https://icom-greece.mini.icom.museum>

⁵ Οι αρμόδιες διοικητικές αρχές θα πρέπει να εξασφαλίσουν ότι το μουσείο και οι συλλογές του θα είναι προσιτές στο κοινό σε τακτά χρονικά διαστήματα και με κανονικό ωράριο. Ιδιαίτερη μέριμνα θα πρέπει να λαμβάνεται για άτομα με αναπηρία. (παρ. 1.4, σελ. 16)

2004), καθώς αναγνωρίζει όλα τα πιθανά εμπόδια που οδηγούν σε αποκλεισμό, ενώ συγχρόνως προτείνει επτά στρατηγικούς στόχους για την προσαρμογή του φορέα στις Αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού (Κάλου , 2015), (Καλεσοπούλου, 2015).

Συνοψίζοντας, είναι σαφές, ότι για να καταστεί ένας χώρος πολιτισμού «ανοιχτός» σε άτομα με ΑΟ οφείλει να προσφέρει φυσική και πληροφοριακή πρόσβαση καθώς και κατάλληλες επικοινωνιακές συνθήκες, ώστε να δημιουργείται ένα περιβάλλον που κάθε άτομο με ΑΟ να μπορεί να αισθάνεται άνεση, αυτονομία, αξιοπρέπεια και να βιώνει μία εμπειρία με επιλογές και πολυαισθητηριακή αλληλεπίδραση με το περιβάλλον (Γερμανός, 2015). Στο σημείο αυτό να τονιστεί, ότι η λέξη «αυτονομία» στην παρούσα εργασία δεν ταυτίζεται με την ανεξαρτησία. Δεν σημαίνει, ότι κάποιο άτομο με ΑΟ δεν εξαρτάται από τους άλλους για την εκτέλεση ενός σκοπού, αλλά αφορά στην επιλογή να αποφασίζει για τον εαυτό του και να έχει την αντίληψη, ότι μπορεί να το κάνει (Πίνο, 2015). Ο καθολικός σχεδιασμός δεν αποτελεί απλώς μία ειδική προσαρμογή ή τροποποίηση της κατασκευαστικής δομής ενός χώρου πολιτισμού, αλλά τη δημιουργία ενός τόπου που μπορεί να προσφέρει βιωμένη εμπειρία με δυνατότητες επιλογής στον επισκέπτη, ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες, οι επιθυμίες και οι προσδοκίες του με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Το παρακάτω διάγραμμα ([εικόνα 4](#)) δείχνει τη μετάβαση από απλές αλλαγές στην κατασκευαστική δομή ενός χώρου, προκειμένου αυτός να προσφέρει κάποιες ειδικές παροχές σε άτομα με αναπηρία στη δημιουργία ενός χώρου χωρίς αποκλεισμούς.



Εικόνα 4: Επίπεδα προσβασιμότητας

2.4 Αναδυόμενες Τεχνολογίες (Emerging Technologies)

Ο όρος “Αναδυόμενες Τεχνολογίες” περικλείει ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών, οι οποίες

α) αναπτύσσονται και εξελίσσονται μέσα από το μετασχηματισμό παλαιότερων τεχνολογιών (Boon & Moors, 2008) ή β) αποτελούν ρηξικέλευθες τεχνολογίες (disruptive technologies) που επηρεάζουν σε βάθος όλους τους τομείς της ζωής και οργάνωσης των σύγχρονων κοινωνιών (Bughin, et al., 2013). Ιστορικά, όπως αναφέρει ο Christensen (2005) οι ρηξικέλευθες τεχνολογίες δεν προϋποθέτουν νέες τεχνολογίες, αλλά δοκιμασμένες τεχνολογίες του παρελθόντος, με συστατικά που δομούνται σε νέα αρχιτεκτονική. Ο διαρκής μετασχηματισμός των τεχνολογιών και τεχνολογικών εργαλείων αποδεικνύει ότι η τεχνολογία δε διαθέτει μία σταθερή, αναλλοίωτη και παγιωμένη μορφή. Αντιθέτως, η ταχύτητα με την οποία αναδομούνται τα συστατικά και οι δομές της ενεργοποιεί νέες λειτουργίες και τρόπους χρήσης.

Έτσι, ενώ ο όρος αναδυόμενες τεχνολογίες συχνά χρησιμοποιείται για να μιλήσει για τις νέες τεχνολογίες, στην πραγματικότητα αναφέρεται σε υπάρχουσες τεχνολογίες που αναπτύσσονται ή βρίσκονται σε εξέλιξη ή που αναμένονται τα επόμενα πέντε έως δέκα χρόνια και πρόκειται να επηρεάσουν διάφορους τομείς της ζωής μας, όπως την οικονομία, την εκπαίδευση, την υγεία, την επαγγελματική απασχόληση, την επικοινωνία, την ψυχαγωγία (Μπούνια & Καταπότη, 2021). Όλες, όμως, οι τεχνολογίες που περιλαμβάνονται μέσα στον όρο αναδυόμενες τεχνολογίες μοιράζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Καινοτομία
- Γρήγορη Ανάπτυξη
- Συνοχή
- Εμφανή αντίκτυπο σε κάποιο ή κάποια πεδία της ζωής μας
- Αβεβαιότητα και Αμφισημία (Δεν είναι σίγουρο ότι θα υιοθετηθούν.)

Η παρούσα εργασία θα ασχοληθεί με εκείνες τις τεχνολογίες που συνδέονται με το χώρο του πολιτισμού και ιδιαίτερα με όσες μπορούν να αξιοποιηθούν στο σχεδιασμό “έξυπνων” χώρων πολιτισμού (smart cultural spaces) βελτιώνοντας και εμπλουτίζοντας τις υπηρεσίες τους σε θέματα προσβασιμότητας και συμπερίληψης.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά οι τεχνολογίες που σχετίζονται με το θέμα της εργασίας, θέτοντας το θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας έρευνας.

2.4.1 Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web)

Ο όρος Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web) δόθηκε από τον Tim Berners-Lee (1998) τον δημιουργό του Παγκόσμιου Ιστού και αποτελεί, ουσιαστικά, επέκταση και εξέλιξη αυτού. Η διαφορά τους έγκειται στο ότι στο Σημασιολογικό Ιστό το περιεχόμενο που είναι διαθέσιμο στον Ιστό γίνεται, πλέον αναγνωρίσιμο και κατανοητό από τους ανθρώπους και τις μηχανές. Ο Παγκόσμιος Ιστός αποτελεί, ουσιαστικά, ένα δίκτυο αρχείων και εγγράφων. Η ελεύθερη δημιουργία και προσθήκη πληροφοριών στο Διαδίκτυο, οδήγησε σε έναν τεράστιο όγκο πληροφορίας με διαφορετική δομή ή μορφή. Η ετερογένεια τόσο στη δομή όσο και στη γλώσσα των πληροφοριακών συστημάτων δημιούργησε προβλήματα πλήρους, γρήγορης και αποτελεσματικής αναζήτησης από τους χρήστες.

Το όραμα του Tim Berners-Lee ήταν η δημιουργία του Σημασιολογικού Ιστού, γνωστού ως Web 3.0, που επιτρέπει το διαμοιρασμό και την επαναχρησιμοποίηση των δεδομένων που απορρέουν από τους πόρους. Η διαχείριση των δεδομένων μπορεί να γίνει τόσο από ανθρώπους, όσο και από μηχανές (Patel, Debnath, & Bhushan, 2022). Στόχος του Σημασιολογικού Ιστού είναι να βελτιώσει τον υπάρχοντα Ιστό με δύο τρόπους:

- α. Να παρέχει τη δυνατότητα ενοποίησης και διασύνδεσης δομημένων και ημιδομημένων δεδομένων στο διαδίκτυο (data integration/linking) και
- β. Να προσφέρει «ευφύστερη» υποστήριξη στους χρήστες κατά την αναζήτηση πληροφοριών, καθώς οι μηχανές μπορούν να αναγνωρίζουν, να κατανοούν και να ερμηνεύουν το περιεχόμενο του Παγκόσμιου Ιστού (Berners-Lee, Hendler, & Lassila, Semantic Web, 2001).

Για τη σημασιολογική περιγραφή των δεδομένων και του περιεχομένου απαιτείται:

- Η χρήση κοινού συντακτικού για τα URIs, ώστε να είναι κατανοητό το περιεχόμενο από όλες τις μηχανές αναζήτησης.
- Η χρήση κοινής γλώσσας για την καταγραφή των δεδομένων.
- Η χρήση ενός απλού μοντέλου για την επεξεργασία των μεταδεδομένων, ώστε να εξασφαλίζεται η διαλειτουργικότητα μεταξύ των εφαρμογών. Το επικρατέστερο εννοιολογικό μοντέλο είναι το Resource Description Framework (RDF).

Με την ενοποίηση των δεδομένων (data integration) που εξασφαλίζουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά του Σημασιολογικού Ιστού λύνονται πολλά προβλήματα

διαλειτουργικότητας και προσφέρονται ευφυείς τεχνικές συνεργασίας τόσο μεταξύ ανθρώπου-μηχανών όσο και των μηχανών μεταξύ τους (M2M) για την υποστήριξη των εργασιών των χρηστών (Semantic Web, n.d.).

Ο Σημασιολογικός Ιστός έχει συγκεκριμένη αρχιτεκτονική δομή και ιεραρχική οργάνωση της γνώσης, η οποία δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας.

2.4.2 Διαδίκτυο των Πραγμάτων (ΔτΠ, *Internet of Things-IoT*)

«Το Διαδίκτυο Πραγμάτων αφορά στην επέκταση της ισχύος συνδεσιμότητας στο Διαδίκτυο πέρα από τους υπολογιστές σε μία ολόκληρη σειρά πραγμάτων, διαδικασιών και περιβαλλόντων. Αυτά τα συνδεδεμένα, πιο έξυπνα πράγματα, χρησιμοποιούνται για τη συλλογή πληροφοριών, την αποστολή πληροφοριών ή και τα δύο» (IoT-Simple Explanations, 2022).

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (ΔτΠ) περιγράφει, ουσιαστικά, έναν διασυνδεδεμένο κόσμο στον οποίο διάφορες οντότητες, όπως συσκευές, οχήματα, μηχανήματα και υποδομές επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω διαδικτύου. Οι διασυνδεδεμένες συσκευές μπορούν να συλλέγουν, να αναλύουν, να επεξεργάζονται και να μεταφέρουν δεδομένα σε άλλα αντικείμενα μέσω λογισμικού, εφαρμογών ή πληροφοριακών συστημάτων.

Ο Kevin Anston (2009), ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε τον όρο ΔτΠ, για να περιγράψει την τεχνολογία διασύνδεσης συσκευών με το διαδίκτυο με τη χρήση ετικετών RFID.

Το IEEE δίνει για το ΔτΠ τον εξής ορισμό: «Το ΔτΠ αποτελεί ένα δίκτυο με ενσωματωμένους αισθητήρες, το οποίο έχει τη δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο με σκοπό να ενώσει τον φυσικό με τον ψηφιακό κόσμο» (Minerva, Biru, & Rotondi, 2015).

Οι τέσσερις βασικές τεχνολογίες που σχετίζονται με την αρχιτεκτονική ενός συστήματος ΔτΠ παρουσιάζονται στις επόμενες υποενότητες (McClelland, 2021). Οι τεχνολογίες που οικοδομούν την αρχιτεκτονική του ΔτΠ λειτουργούν σε τρία επίπεδα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα ([εικόνα 5](#)).



Εικόνα 5: Επίπεδα Αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου των Πραγμάτων

2.4.2.1 Φυσικό Επίπεδο - Αισθητήρες και Ενεργοποιητές (Sensors & Actuators)

Οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές είναι τα στοιχεία ενός «έξυπνου» συστήματος που επικοινωνούν με το περιβάλλον. Οι αισθητήρες, όπως αισθητήρες RFID, GPS κλπ., βρίσκονται ενσωματωμένοι στις συσκευές ενός συστήματος του ΔτΠ και η εργασία τους είναι να συλλέγουν και να στέλνουν πληροφορίες. Οι αισθητήρες συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον, όπως θερμοκρασία, υγρασία, ένταση φωτός ή εντοπίζουν την ακριβή θέση των πραγμάτων, όπου πράγματα μπορεί να είναι αντικείμενα, συσκευές ή άνθρωποι, μετατρέπουν αυτά τα δεδομένα σε σήματα και τα στέλνουν για επεξεργασία. Οι ενεργοποιητές είναι τα στοιχεία που επιτρέπουν στο σύστημα να εκτελεί κάποιες ενέργειες, επενεργούν δηλαδή στο περιβάλλον (Atzori, Iera, & Morabito, 2010). Λαμβάνουν τα κωδικοποιημένα σήματα από τον επεξεργαστή και τα μετατρέπουν σε φυσικές ενέργειες ή εντολές που επιδρούν στο περιβάλλον (Nandalal, και συν., 2020).

- Αισθητήρες RFID: Radio Frequency Identification ή Ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων. Τεχνολογία που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για τον εντοπισμό και την ανάγνωση στοιχείων (εικόνα 7). Η αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID) είναι ένας από τους πυλώνες του ΔτΠ (Londhe, Gokhale, Jadhav, & Job, 2019). Πρόκειται για μια προηγμένη τεχνολογία που χρησιμοποιεί τους αισθητήρες RFID για την ανάκτηση δεδομένων από τις ετικέτες RFID που αποθηκεύουν

πληροφορίες (εικόνα 6). Συγκεκριμένα, τα βασικά στοιχεία της RFID τεχνολογίας είναι τα εξής (Basciftci & Bokiye, 2021):

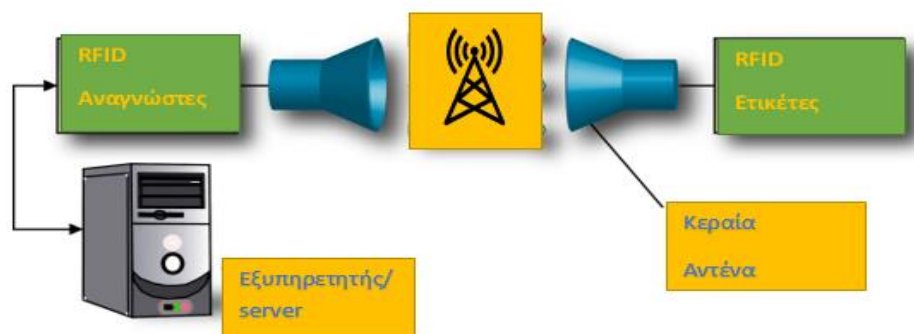
- I. RFID ετικέτες, οι οποίες ενσωματώνονται στις συσκευές που επιθυμούμε να αλληλοεπιδράσουν και εμπεριέχουν απαραίτητες πληροφορίες για αυτές.
- II. RFID αισθητήρες ή αλλιώς αναγνώστες (RFID readers) ή σαρωτές (RFID scanners), οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση πληροφοριών από το περιβάλλον και την ανάλυση δεδομένων. Κάθε αισθητήρας στέλνει σήματα και μέσω μίας κεραίας εντοπίζει πληροφορίες από έναν συγκεκριμένο τύπο ετικετών που τις στέλνει στον server για αποθήκευση και επεξεργασία (Liu, Wang, & He, 2017).



Εικόνα 6: RFID Reader- RFID tag

- III. Ένας server με μία βάση δεδομένων, που συγκεντρώνει όλες τις πληροφορίες, από όλους τους αναγνώστες και αξιοποιώντας τη βάση δεδομένων προτείνει τη λύση.
- IV. Δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένες όλες οι συσκευές.
- V. Σε περίπτωση που ο τελικός αποδέκτης της διαδικασίας είναι φυσικό πρόσωπο, χρειάζεται μία διεπαφή ανθρώπου-μηχανής, που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι εφαρμογή σε κινητό.

Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική της RFID τεχνολογίας.



Εικόνα 7: Αρχιτεκτονική RFID

- Beacons BLE: Τα Beacons BLE ή αλλιώς φάροι Bluetooth Χαμηλής Ενέργειας ([εικόνα 8](#)) είναι πολύ μικρές ασύρματες συσκευές που χρησιμοποιούν την τεχνολογία BLE για αποστολή ραδιοσημάτων σε κοντινές φορητές συσκευές. Διαθέτουν CPU, πομπό ραδιοφωνικών σημάτων και μία μπαταρία (Phutcharoen, Chamchoy, & Suranakoon, 2020). Οι φάροι εγκαθίστανται σε διαφορετικές



Εικόνα 8: Αισθητήρες Beacons

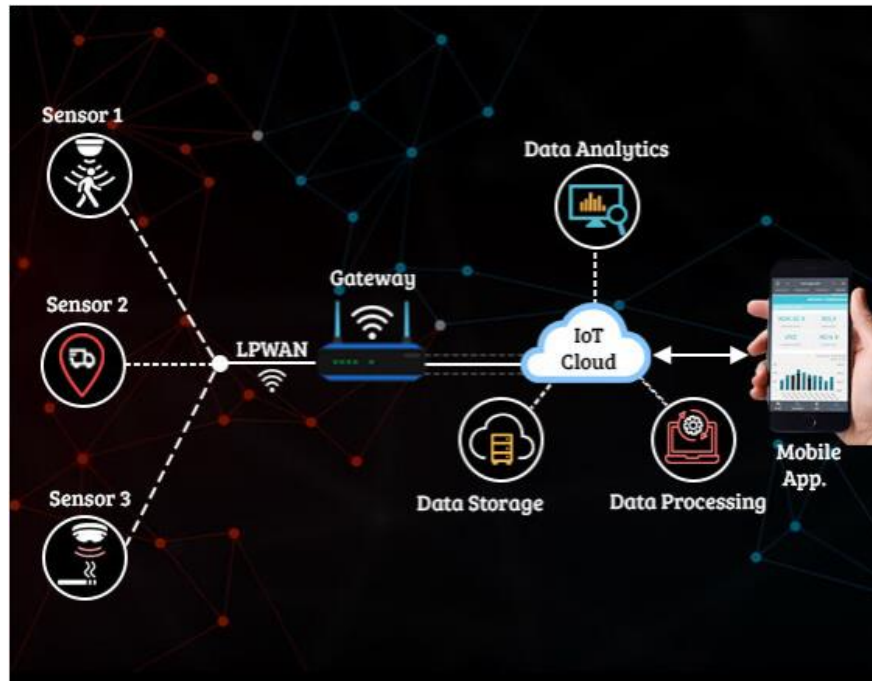
τοποθεσίες ενός εσωτερικού χώρου και στέλνουν ειδοποιήσεις επαναληπτικά, σχεδόν κάθε 1/10 sec, στις φορητές συσκευές των χρηστών. Οι ειδοποιήσεις αυτές έχουν περιεχόμενο που σχετίζεται με την τρέχουσα τοποθεσία του χρήστη. Σκοπός της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι να βελτιώσει την εμπειρία των χρηστών μιας εφαρμογής. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία των beacons είναι η κινητή συσκευή να υποστηρίζει την τεχνολογία BLE για την ανίχνευση των beacons (Sornalatha & Kavitha, 2017). Σήμερα, σχεδόν όλες οι φορητές συσκευές διαθέτουν BLE τεχνολογία από προεπιλογή. Η σημαντικότερη διαφορά με την παλαιότερη τεχνολογία Bluetooth είναι ότι η σύνδεση στην τεχνολογία BLE δεν απαιτεί ενεργοποίηση σύζευξης των συσκευών με άδεια των χρηστών. Πρόκειται, ουσιαστικά, για ένα νέο πρωτότυπο, όπου μία εφαρμογή εγκατεστημένη σε μία κινητή συσκευή (πχ. Smartphone) εντοπίζει τα beacons BLE που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση και λαμβάνει ραδιοσήματα από αυτά. Ο μόνος περιορισμός είναι ότι η συσκευή λήψης πρέπει να έχει εγκατεστημένη τη συγκεκριμένη εφαρμογή για να αλληλοεπιδρά με τα beacons. Το ραδιοσήμα που στέλνουν τα beacons είναι πάντα το ίδιο, για αυτό και από μόνο του δεν έχει τόση σημασία. Η εγκατεστημένη εφαρμογή στη συσκευή δέκτη είναι αυτή που θα το ερμηνεύσει και τα θα το αξιοποιήσει ανάλογα. Τα βασικά πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι τα εξής (Bi, et al., 2022) :

- I. Έχει χαμηλό κόστος ενέργειας (μπαταρίες μεγάλης διάρκειας).
- II. Μπορεί να ενσωματωθεί εύκολα στην υπάρχουσα υποδομή ενός εσωτερικού χώρου.
- III. Έχει μεγάλη ακρίβεια σε εσωτερικούς χώρους. Εκεί που η διαδεδομένη τεχνολογία εντοπισμού θέσης GPS, που χρησιμοποιείται σε εξωτερικές τοποθεσίες παρουσιάζει κενά στην ακρίβεια.

Η λειτουργία των φάρων BLE ξεκίνησε από τις επιχειρήσεις προκειμένου να αυξήσουν την ικανοποίηση και το όφελος των χρηστών και να πολλαπλασιάσουν οι ίδιες τα κέρδη τους. Σήμερα, η χρήση τους έχει επεκταθεί σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Σε ιδρύματα, όπως είναι τα μουσεία και οι αρχαιολογικοί χώροι, τα beacons μπορούν να τοποθετηθούν μέσα σε εκθέματα (Jeon, She, Soonsawad, & Ng, 2018). Όταν ο χρήστης έρχεται στην εμβέλειά του, ο φάρος εκπέμπει ραδιοσήματα και εμφανίζονται στη φορητή συσκευή, με την εγκατεστημένη εφαρμογή, πληροφορίες για το έκθεμα, αναπαράγονται οδηγοί ήχου ή προτείνονται σχετικές δραστηριότητες.

- WSNs (Wireless Sensor Network): Ασύρματα ολοκληρωμένα κυκλώματα χωρίς υποδομή, χαμηλής ισχύος και χαμηλού κόστους (Nag & Nikam, 2016). Οι WSNs είναι μικροσκοπικοί αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές τηλεσκοπησης και συνδέουν ασύρματα συσκευές και εφαρμογές. Τα βασικά στοιχεία ενός δικτύου WSN είναι α) οι κόμβοι αισθητήρων, που αντιλαμβάνονται και συλλέγουν τις πληροφορίες από το περιβάλλον, β) οι ραδιοκόμβοι, που λαμβάνουν δεδομένα από τους αισθητήρες και τα προωθούν στην κεντρική πύλη, γ) η κεντρική πύλη, που λαμβάνει τα δεδομένα από τους ραδιοκόμβους ασύρματα και αναλαμβάνει την αποστολή στους για επεξεργασία μέσω νέφους και δ) το Edge Computing, που λαμβάνει τα δεδομένα για ανάλυση μέσω, τοπικού δικτύου. Η σύνδεση και η λειτουργία των στοιχείων ενός δικτύου WSN απεικονίζεται στην [εικόνα 9](#). Το δίκτυο των αισθητήρων WSN επιτρέπει τη συλλογή, επεξεργασία, ανάλυση και μεταφορά πολύτιμων δεδομένων και πληροφοριών, που συλλέγονται από ποικίλα περιβάλλοντα (Rana & Gohil, 2021). Για τη σύνδεση των αισθητήρων που είναι ενσωματωμένοι στις συσκευές του ΔτΠ και της κεντρικής πύλης απαιτείται ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας. Τα πρωτόκολλα WSN συχνά προτιμώνται, καθώς δεν απαιτούν internet. Το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων έχει πολλές εφαρμογές, μεταξύ αυτών η ανίχνευση δασικών πυρκαγιών, τα δίκτυα

αισθητήρων ΔτΠ που χρησιμοποιούνται για την ασφάλεια καθώς και για την παρακολούθηση γραφείων. Τα WSN είναι δίκτυα που συνήθως δεν χρησιμοποιούν IP και μπορούν να μετακινηθούν για το λόγο αυτό, ανάλογα με τις ανάγκες ισχύος του συστήματος (WSN in IoT, 2022).



Εικόνα 9: WSN (WSN in IoT, 2022)

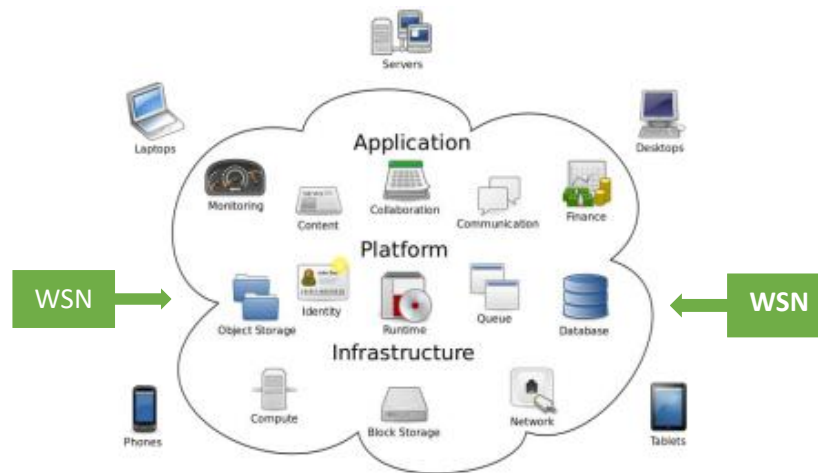
- Proximity Sensors ή αισθητήρες εγγύτητας: Οι αισθητήρες εγγύτητας, όπως υποδεικνύει το όνομά τους είναι συσκευές που ανιχνεύουν κοντινά αντικείμενα. Όταν ένα αντικείμενο μπαίνει στην περιοχή ανίχνευσής τους, τότε παράγεται ένα ηλεκτρικό σήμα, που βοηθά στην ανίχνευση του αντικειμένου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής αισθητήρων εγγύτητας είναι οι βοηθοί παρκαρίσματος. Σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας, μπορούν να αξιοποιηθούν στον εντοπισμό εμποδίων σε ένα σύστημα πλοήγησης για άτομα με ΑΟ.

2.4.2.2 Cloud Computing

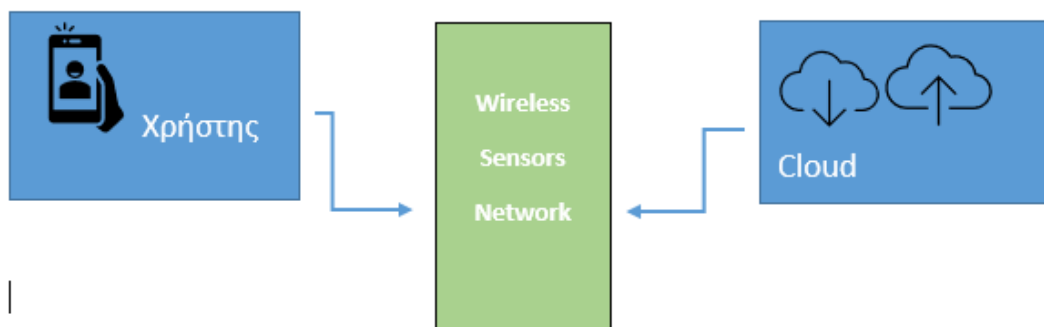
Το cloud computing είναι μία μορφή εγγραφής, αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων στο cloud, αντί να αποθηκεύονται σε συσκευή υπολογιστή (Rana & Gohil, 2021). Είναι ανεξάρτητο από συνδεσιμότητα σε τοπικά δίκτυα και περιγράφει την ύπαρξη εφαρμογών, λογισμικού και άλλων πόρων και υπηρεσιών στο Διαδίκτυο, διαμέσω των οποίων το cloud είναι προσβάσιμο και διαθέσιμο σε πλήθος χρηστών, όπως απεικονίζεται στην [εικόνα 10](#) (Gurta, 2020). Όσον αφορά στις βιβλιοθήκες, προσφέρει πολλαπλά οφέλη. Καταρχάς,

βελτιώνει την αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών μιας βιβλιοθήκης και τη διαχείριση των συλλογών της (Dulaney, 2011), (Nag & Nikam, 2016). Επιπλέον, μειώνει κατά πολύ το κόστος λειτουργίας της, όπως αναφέρει το 91% των Οργανισμών στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ, οι οποίοι έχουν μεταφέρει το υλικό τους στο cloud (Yunvaraj & Mayank, 2013).

Το cloud computing system χωρίζεται σε δύο μέρη (εικόνα 11): τους χρήστες και το cloud. Οι συσκευές των χρηστών και οι υπηρεσίες που είναι αποθηκευμένες στο cloud βρίσκονται σε ενιαίο δίκτυο και επικοινωνούν μέσω WSNs (Nag & Nikam, 2016).



Εικόνα 10: cloud computing system (Gupta, 2020)



Εικόνα 11: Αρχιτεκτονική Cloud Computing

2.4.2.3 Συνδεσιμότητα

Οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω μίας πύλης, η οποία μεταφράζει τα μηνύματα σε μία κοινή μορφή, ώστε να αποσταλούν σε κάποια υπηρεσία του

Cloud (Engineer Master, 2022). Ο τρόπος συνδεσιμότητας μπορεί να είναι διαφορετικός σε κάθε σύστημα του ΔτΠ:

- I. Wi-Fi: Το WLAN, είναι το ασύρματο τοπικό δίκτυο και μερικές φορές ονομάζεται Ασύρματο LAN. Αποτελεί ένα δίκτυο υπολογιστών σε απόσταση μερικών εκατοντάδων μέτρων που χρησιμοποιεί ραδιοφωνικά σήματα υψηλής συχνότητας για τη μετάδοση και λήψη δεδομένων. Το IEEE 802. 11 είναι το πρωταρχικό πρότυπο για ασύρματα δίκτυα LAN, γνωστό ως Wi-Fi (Bi, και συν., 2022). Το Wi-Fi χρησιμοποιείται, ευρέως, στα σενάρια δικτύωσης εσωτερικού χώρου. Καθώς έχει μεγάλη ισχύ συνδεσιμότητας επιτρέπει στους χρήστες να χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για κοινωνικούς ή επαγγελματικούς λόγους. Στην περίπτωση των βιβλιοθηκών αξιοποιείται για τον εντοπισμό βιβλίων και την πλοήγηση στο χώρο επιτρέποντας των επικοινωνία των συσκευών του ΔτΠ (Chen, και συν., 2022).
- II. Ethernet: Το Ethernet είναι μία τεχνολογία που ορίζει τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται υπολογιστές και άλλα στοιχεία ενός δικτύου με φυσικά υλικά (καλώδια Ethernet). Συνήθως είναι γρηγορότερο και σταθερότερο από την ασύρματη σύνδεση, για αυτό το λόγο και προτιμάται σε κάποιες περιπτώσεις (Λεξικό για το Internet, 2022).
- III. BLE (Bluetooth Low Energy): Η τεχνολογία Bluetooth επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ συσκευών με τη χρήση ραδιοκυμάτων και εμβέλεια έως δέκα (10) μέτρα. Λειτουργεί με τη χρήση κεραιών που στέλνουν και λαμβάνουν σήματα σε κατάλληλες συχνότητες (Chianese, Piccialli, & Valente, 2015). Το πρωτόκολλο Bluetooth 4.0 ή BLE αποτελεί την εξέλιξη και βελτίωση του αρχικού πρωτοκόλλου, υιοθετήθηκε το 2010 και χαρακτηρίζεται από χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, χαμηλό κόστος και διευρυμένο εύρος λειτουργίας (Jeon, She, Soonsawad, & Ng, 2018). Η τεχνολογία αυτή έχει περιγραφεί αναλυτικά στην ενότητα για τους αισθητήρες Beacons (Phutcharoen, Chamchoy, & Supanakoon, 2020) . Η χρήση του είναι πολύ διαδεδομένη στην καθημερινή μας ζωή καθώς τα περισσότερα smartphones υποστηρίζουν πλέον αυτήν την τεχνολογία για σύνδεση με ακουστικά, ηχεία, εκτυπωτές, σύνδεση με το αυτοκίνητο για κλήσεις, έξυπνα ρολόγια, σύνδεση με πληκτρολόγια και ποντίκια (εικόνα 12).



Εικόνα 12: Σύνδεση Bluetooth

IV. Δίκτυο 5G: Καθώς το ΔτΠ επεκτείνεται καθημερινά, όλο και περισσότερες συσκευές, αισθητήρες και υπολογιστές παράγουν, μεταδίδουν, επεξεργάζονται και μοιράζονται δεδομένα. Υπολογίζεται ότι ως το 2025 θα συνδεθούν στο Διαδίκτυο είκοσι δύο (22) δισεκατομμύρια συσκευές. Αυτός ο τεράστιος όγκος δεδομένων ΔτΠ απαιτεί γρήγορη επεξεργασία και μεταφορά σε πραγματικό χρόνο. Τα δίκτυα επικοινωνίας 5G αναμένεται ότι θα μπορούν να μεταδίδουν δεδομένα τουλάχιστον δέκα (10) φορές γρηγορότερα από τα 4G, με κάποιους να μιλούν και για το σενάριο των 100 φορές ταχύτερης λειτουργίας. Δεδομένου, ότι πολλές συσκευές του ΔτΠ συνδέονται απευθείας στο δημόσιο cloud, στέλνοντας εκεί τα δεδομένα από τους αισθητήρες, είναι κατανοητό πόσο θα διευκολύνει η συνδεσιμότητα των συσκευών με 5G δίκτυα (IoT-Simple Explanations, 2022).

Προκειμένου να επιτευχθεί η διασύνδεση και διαλειτουργικότητα μεταξύ ετερογενών, συχνά, συσκευών και εφαρμογών είναι απαραίτητη η τυποποίηση του ΔτΠ στα εξής πρότυπα ως προς την συνδεσιμότητα (Τζιούφα, 2019):

1. Machine to Machine (M2M): Οι συνδεδεμένες συσκευές επικοινωνούν μεταξύ τους άμεσα μέσω τεχνολογιών πχ. Bluetooth, Beacons BLE, χωρίς να απαιτείται κάποιος εξυπηρετητής. Το πρότυπο αυτό έχει χαμηλό κόστος, καθώς δεν καταναλώνει πολλή ενέργεια. Για το λόγο αυτό είναι πολύ διαδεδομένο στους οικιακούς αυτοματισμούς, καθώς και σε φορητές συσκευές για e-health εφαρμογές, όπως μέτρηση παλμών, επιπέδου ινσουλίνης, πίεσης κλπ.
2. Device to Cloud (D2C): Η ανταλλαγή δεδομένων ή/και μηνυμάτων γίνεται με τη χρήση των υπηρεσιών που προσφέρει το cloud και οι συσκευές επικοινωνούν

μεταξύ τους μέσω ενός εξυπηρετητή (application server) που φιλοξενείται στο cloud. Το πρότυπο αυτό απαιτεί τη χρήση δικτύου με ενσύρματη ή ασύρματη σύνδεση, πρωτόκολλα Ethernet ή Wi-Fi. Η εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας είναι ευρέως διαδεδομένη σε συστήματα γεωεντοπισμού (GPS) , σε έξυπνες τηλεοράσεις, σε έξυπνους θερμοστάτες κλπ.

3. Device to Gateway (D2G): Στο πρότυπο αυτό οι διασυνδεδεμένες συσκευές επικοινωνούν αρχικά με μία ενδιάμεση συσκευή, που λειτουργεί ως τοπική πύλη εξόδου (Gateway) και μέσω αυτής συνδέονται με το cloud. Το πλεονέκτημα αυτού του προτύπου είναι η επεκτασιμότητά του, καθώς στην τοπική πύλη εξόδου μπορούν να προστεθούν πολλές συσκευές και να επικοινωνούν μεταξύ τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σύνδεση smartphones, smartwatches, tablets. Η διασύνδεση των συσκευών με την τοπική πύλη εξόδου μπορεί να γίνει μέσω Bluetooth, ενσύρματης ή ασύρματης σύνδεσης με δίκτυο (Ethernet, Wi-Fi).
4. Back-End Data Sharing: Στο πρότυπο αυτό οι συσκευές IoT συνδέονται μέσω δικτύου (Ethernet, Wi-Fi) απευθείας με μία υπηρεσία στο cloud. Η ανταλλαγή πληροφοριών σε αυτήν την περίπτωση γίνεται μεταξύ υπηρεσιών στο cloud που έχουν λάβει δεδομένα από τη συγκεκριμένη συσκευή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο ψηφιακός ιατρικός φάκελος καθώς και οι υπηρεσίες της ψηφιακής διακυβέρνησης.

Η χρήση των προτύπων στο ΔτΠ διασφαλίζει οικονομικά αποδοτικές λύσεις, ανοίγει ευκαιρίες σε καινούριες περιοχές εφαρμογών και τέλος επιτρέπει στην αγορά να φτάσει στο μέγιστο των δυνατοτήτων της.

Το ΔτΠ έχει μεταμορφωτική επιρροή στον τρόπο που ζούμε και εργαζόμαστε σε τομείς όπως e-Health, έξυπνα σπίτια, διαχείριση ενέργειας, δημόσια ασφάλεια, βιομηχανική ανάπτυξη, έξυπνες καλλιέργειες και έξυπνες πόλεις.

Η μεγαλύτερη πρόκληση στην εξέλιξη του Διαδικτύου Πραγμάτων αφορά στην ασφάλεια των δεδομένων. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των διασυνδεδεμένων πραγμάτων, τόσο μεγαλύτερος και ο κίνδυνος ασφάλειας των δεδομένων. Χρειάζεται η ανάπτυξη προτύπων ασφαλείας, τα οποία θα προστατεύουν ιδιώτες, κυβερνήσεις, οργανισμούς και επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν το ΔτΠ (IoT-Simple Explanations, 2022). Το ζήτημα αυτό δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας.

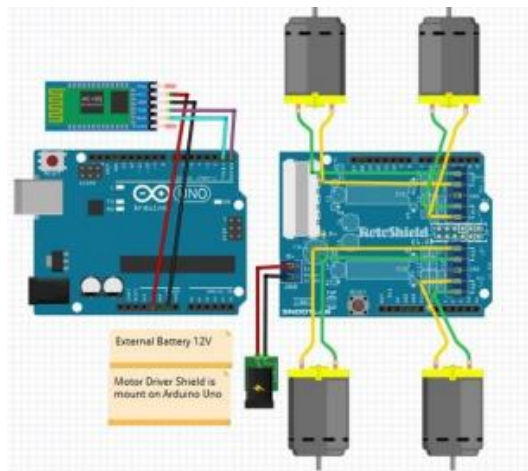
2.4.2.4 Διεπαφή Χρήστη (User Interface-UI)

Ολοκληρώνοντας τις τεχνολογίες που αποτελούν τα δομικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής κάθε συστήματος που ανήκει στο ΔτΠ, η διεπαφή είναι αυτό το στοιχείο που είναι απαραίτητο προκειμένου ο χρήστης να μπορέσει να επικοινωνήσει με το σύστημα και να αξιοποιήσει τις λειτουργίες του. Αποτελεί, δηλαδή, το μέσο αλληλεπίδρασης του χρήστη με το σύστημα. Σήμερα, οι πιο διαδεδομένες διεπαφές είναι οι φορητές-φορετές συσκευές, όπως Smartphones, Smartwatches κλπ. Ωστόσο, αποτελεί ζητούμενο της επιστημονικής κοινότητας η αλληλεπίδραση αυτή να γίνεται με ολοένα και φυσικότερο τρόπο, χωρίς την ανάγκη κάποιας συσκευής χειρισμού.

2.4.2.5 Arduino

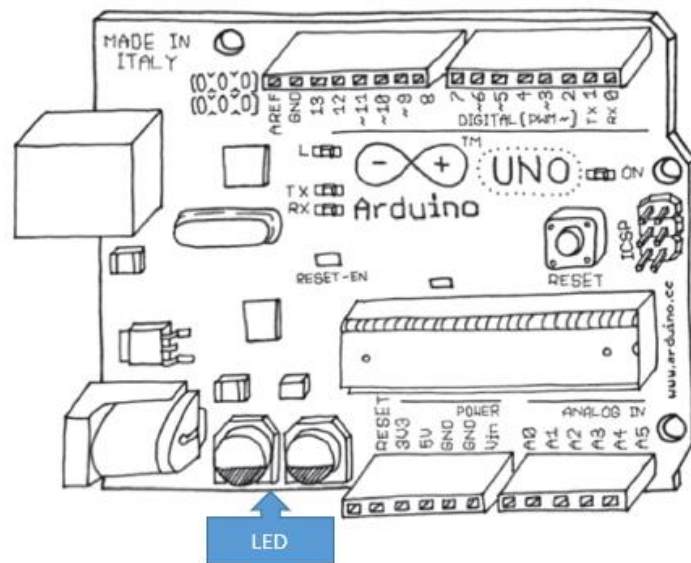
Παραμένοντας στις τεχνολογίες του ΔτΠ, μία ακόμα τεχνολογία με πολλά υποσχόμενες εφαρμογές είναι η πλακέτες Arduino. Αποτελούν μία υπολογιστική πλατφόρμα, βασισμένη σε μία μητρική πλακέτα «ανοιχτού κώδικα», η οποία χρησιμοποιείται στην κατασκευή συστημάτων αυτοματισμού και στη ρομποτική. Αποτελείται από έναν ενσωματωμένο μικροελεγκτή και πολλές εισόδους/εξόδους, ψηφιακές και αναλογικές, ώστε να μπορεί να συνδεθεί με διάφορα είδη συσκευών, όπως αισθητήρες, βηματικοί κινητήρες, οθόνες κλπ. (Kumar, και συν., 2021).

Ο τρόπος λειτουργίας του είναι πολύ απλός και βασίζεται στον ενσωματωμένο μικροελεγκτή. Η πλακέτα, μέσω των μονάδων εισόδου/εξόδου, συνδέεται με τις συσκευές του κυκλώματος ([εικόνα 13](#)). Ο μικροεπεξεργαστής δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, τα επεξεργάζεται και στέλνει τις κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου. Ο μικροεπεξεργαστής συνδέεται σειριακά, μέσω USB, με τον υπολογιστή, στον οποίο είναι σχεδιασμένο το πρόγραμμα, για την αμφίδρομη επικοινωνία Arduino-Υπολογιστή. Έτσι, τα προγράμματα που σχεδιάζονται μεταφέρονται σειριακά από τον υπολογιστή στην πλακέτα και αντίστροφα τα δεδομένα που συλλέγονται από τον μικροεπεξεργαστή μεταφέρονται στον υπολογιστή (Srivastava & Singh, 2020). Σε ένα σύστημα Arduino σημαντικό ρόλο παίζουν οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές. Είναι τα ηλεκτρονικά στοιχεία τα οποία επιτρέπουν σε μία ηλεκτρονική συσκευή να αλληλοεπιδρά με τον φυσικό κόσμο. Οι αισθητήρες είναι αυτοί που μετατρέπουν τα φυσικά στοιχεία ενός χώρου σε ηλεκτρικά σήματα. Η διαδικασία επεξεργασίας των σημάτων για τη λήψη αποφάσεων γίνεται στον επεξεργαστή και μέσω των ενεργοποιητών μετατρέπεται σε φυσική ενέργεια ή ανάδραση στο περιβάλλον (Banzi & Shilon, 2022).



Εικόνα 13: Arduino Circuit (Srivastava & Singh, 2020)

Η λειτουργία του συστήματος ελέγχεται από έναν διακόπτη micro-switch, με την ένδειξη RESET, ένα LED με τη σήμανση POWER και δύο LED που ανάβουν, όταν το Arduino στέλνει ή λαμβάνει δεδομένα, όπως διακρίνεται στην εικόνα 14 (Cardillo & et al., 2018), (Banzi & Shilon, 2022).



Εικόνα 14: Δομή Arduino (Banzi & Shilon, 2022)

Τα βασικά πλεονεκτήματα της πλακέτας Arduino είναι τα εξής:

- Έχει χαμηλό κόστος αγοράς.
- Έχει απλό και σαφές περιβάλλον προγραμματισμού.
- Είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα και επεκτάσιμο.

Κάποιες από τις πιο γνωστές εφαρμογές του είναι οι παρακάτω:

- Συστήματα ελέγχου σε ρομποτικά οχήματα και βραχίονες.
- Συστήματα αυτοματισμού για τον έλεγχο των συσκευών στο σπίτι.
- Συστήματα μετρήσεων (θερμοκρασίας, υγρασίας ,ποσότητας φωτός κλπ.).
- Δίκτυα αισθητήρων.
- Συστήματα Εντοπισμού.
- Έλεγχος συσκευών με χρήση κινητού τηλεφώνου.
- Ρομποτικά οχήματα περιπολίας.
- Ρομποτικά οχήματα με ηχητική καθοδήγηση.

Πολλές από αυτές τις εφαρμογές συναντώνται σε υπηρεσίες «έξυπνων» βιβλιοθηκών, καθώς και στο σχεδιασμό ΥΤ για άτομα με ΑΟ, όπως περιγράφονται σε επόμενες ενότητες.

[2.4.2.5 Raspberry Pi](#)

Είναι επίσης μία πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που χρησιμοποιείται, τελευταία, σε έργα του ΔτΠ. Αποτελεί, ουσιαστικά, έναν μικροσκοπικό υπολογιστή στο μέγεθος μιας πιστωτικής κάρτας με όλα τα δομικά στοιχεία του υπολογιστή. Συνδέεται με οθόνη υπολογιστή και χρησιμοποιεί τυπικό πληκτρολόγιο και ποντίκι, τουλάχιστον μέχρι να τρέξει το λογισμικό. Χρειάζεται τροφοδοτικό για να λειτουργήσει, έχει ενσωματωμένο Ethernet και μία κάρτα μνήμης, γιατί δε διαθέτει αποθηκευτικό χώρο. Τέλος διαθέτει θύρες USB για να συνδέεται εξωτερικά με υπόλοιπα στοιχεία ενός συστήματος ΔτΠ (Δεσπίρης, 2019), (Lee & Ghng, 2022). Για την αξιοποίηση του στο ΔτΠ διαθέτει σαράντα (40) ακίδες GPIO για τη σύνδεσή του με τους αισθητήρες του συστήματος, ώστε να λαμβάνει και να στέλνει δεδομένα. Ένα τυπικό παράδειγμα, για να γίνει πιο κατανοητή η λειτουργία του, που έχει ενδιαφέρον και για την παρούσα μελέτη, είναι η σύνδεση του Raspberry Pi με αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης στο χώρο (αισθητήρες PIR) (Lee & Ghng, 2022).

2.4.3 Τεχνητή Νοημοσύνη (TN, Artificial Intelligence-AI)

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) είναι ο τομέας της επιστήμης των υπολογιστών που ασχολείται με τη σχεδίαση ευφυών υπολογιστικών συστημάτων, δηλαδή συστημάτων

που επιδεικνύουν χαρακτηριστικά, τα οποία αποδίδουμε στην ανθρώπινη σκέψη και συμπεριφορά (Βλαχάβας, Κεφαλάς, Βασιλειάδης, Κόκκορας, & Σακελλαρίου, 2006).

Αποτελεί σχετικά σύγχρονο επιστημονικό κλάδο, καθώς ο όρος “Τεχνητή Νοημοσύνη” αποδόθηκε για πρώτη φορά από τον McCarthy John το 1956 στη διάσκεψη του Dartmouth. Η Τεχνητή Νοημοσύνη σχετίζεται και με άλλες επιστήμες πέραν της υπολογιστικής, όπως αυτή της ψυχολογίας, της φιλοσοφίας, της γλωσσολογίας και της λογικής (Ζάχος, Παγουρτζής, & Σούλιου, 2015).

Η ΤΝ είναι, ουσιαστικά, μία διαδικασία, κατά την οποία ένας υπολογιστής κατανοεί, αναλύει, μαθαίνει και επεξεργάζεται δεδομένα χρησιμοποιώντας ειδικά σχεδιασμένους αλγόριθμους.

Τα δύο βασικά χαρακτηριστικά της ΤΝ είναι:

α. Η ικανότητα αναπαράστασης ενός προβλήματος: Η επιλογή της αναπαράστασης ενός προβλήματος σε υπολογιστικό σύστημα είναι πολύ κρίσιμη, προκειμένου να αναδειχθούν εκείνα τα στοιχεία που αποτελούν τα κλειδιά για την επίλυση ενός προβλήματος και συγχρόνως να αποκλειστούν όσα είναι άσχετα και μπορεί να δυσχεραίνουν ή να εμποδίζουν της εύρεση της λύσης (Ζάχος, Παγουρτζής, & Σούλιου, 2015).

β. Η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων: Για την επίλυση του προβλήματος η ΤΝ απαιτεί κατάλληλα σύμβολα και σχήματα για την αναπαράσταση του περιβάλλοντος και συγχρόνως αποτελεσματικές διαδικασίες για τη δημιουργία και αξιοποίηση της συμβολικά εκφρασμένης γνώσης, προκειμένου να επιτελέσει ευφυείς λειτουργίες. Τα προβλήματα που επιλύονται με τεχνικές ΤΝ δεν είναι απλοϊκά και αυτοματοποιημένα, αλλά απαιτούν την εύρεση συγκεκριμένης μεθοδολογίας, ώστε αφενός η λύση που δίνεται να μην είναι τυχαία και αφετέρου σε περίπτωση λάθους να επιτρέπεται η οπισθοδρόμηση (Ζάχος, Παγουρτζής, & Σούλιου, 2015). Για παράδειγμα, είναι απαραίτητο σε ένα ρομπότ που κινείται σε έναν χώρο με εμπόδια, να μπορεί να βρίσκει τη διαδρομή προς το σημείο προορισμού του και σε περίπτωση που μία επιλογή το απομακρύνει από τον προορισμό να μπορεί να επιστρέψει στη σωστή διαδρομή (Βλαχάβας, Κεφαλάς, Βασιλειάδης, Κόκκορας, & Σακελλαρίου, 2006).

Οι τεχνολογίες που συνθέτουν, κυρίως, την ΤΝ (Reeves, 2020) περιγράφονται με συντομία στις επόμενες υποενότητες.

2.4.3.1 Μηχανική και Βαθιά Μάθηση (Machine Learning & Deep Learning)

- Η Μηχανική Μάθηση (ML): «Μηχανική Μάθηση ονομάζεται η ικανότητα ενός υπολογιστικού συστήματος να δημιουργεί μοντέλα ή πρότυπα από ένα σύνολο δεδομένων» (Γεωργούλη, Μηχανική Μάθηση, 2015). Ως κλάδος της ΤΝ, η ML ασχολείται με τη μελέτη αλγορίθμων, που βελτιώνουν τη συμπεριφορά τους σε κάποια εργασία, που τους έχει ανατεθεί, αξιοποιώντας την εμπειρία τους. Χρησιμοποιείται, κυρίως, για την καλύτερη και αμεσότερη ανταπόκριση σε βάσεις με μεγάλο όγκο δεδομένων, που οι παραδοσιακές μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν. Όσο αυξάνονται τα δεδομένα που επεξεργάζονται οι αλγόριθμοι της Μηχανικής Μάθησης, τόσο πιο ακριβείς γίνονται οι υποθέσεις που μπορούν να κάνουν σε πραγματικό χρόνο, καθώς αποκτούν όλο και περισσότερη εμπειρία (Engineer Master, 2022). Παραδείγματα στα οποία χρησιμοποιείται η Μηχανική Μάθηση είναι τα αυτοοδηγούμενα αυτοκίνητα, τα αυτοματοποιημένα ρομπότ που επιθεωρούν τα αποθέματα υλικού σε αποθήκες, καταστήματα και βιβλιοθήκες καθώς και έξυπνες οικιακές συσκευές, όπως είναι οι έξυπνοι θερμοστάτες, που ρυθμίζουν τη θερμοκρασία αναλύοντας τα δεδομένα που δέχονται από τις προτιμήσεις των χρηστών και από τις μετρήσεις των περιβαλλοντικών συνθηκών.
- Η Βαθιά Μάθηση (Deep Learning): Η Βαθιά Μάθηση (DL) αναφέρεται σε ορισμένα είδη τεχνικών της Μηχανικής Μάθησης, στα οποία απλές μονάδες επεξεργασίας δεδομένων συνδέονται σε ένα δίκτυο, το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο (ΤΝΔ, Artificial Neural Network-ANN), με αποτέλεσμα να επιτρέπει στο δίκτυο να «μαθαίνει» από σύνθετες δομές, χωρίς να απαιτούνται μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Ο τρόπος επεξεργασίας των αλγορίθμων που επεξεργάζονται τα δεδομένα ενός νευρωνικού δικτύου στηρίχθηκε στον τρόπο που λειτουργεί η ανθρώπινη όραση (Bi, et al., 2022). Οι αλγόριθμοι DL ταιριάζουν καλύτερα σε συσκευές του ΔτΠ και έξυπνες εφαρμογές, που περιλαμβάνουν μεγάλο όγκο δεδομένων. Βοηθούν στην επίλυση προβλημάτων, αγνοώντας εισροές δεδομένων που δεν σχετίζονται με τη λύση του προβλήματος. Στο σενάριο μιας έξυπνης βιβλιοθήκης, η τεχνολογία βαθιάς μάθησης μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους τομείς που απαιτούν στατιστικά δεδομένα για την εκμάθηση και κατανόηση πληροφοριών από τους επεξεργαστές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, ο υπολογισμός κατάληψης θέσεων μελέτης βάσει προηγούμενης χρήσης των επισκεπτών (Kim, Lee, & Lee, 2021), (Lin, Chang, Li, Chiu, & Lou, 2019).

2.4.3.2 Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing)

Η Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (NLP) αποτελεί τομέα της ΤΝ που χρησιμοποιείται στην επικοινωνία χρήστη-υπολογιστή. Είναι ένα γλωσσικό εργαλείο που επιτρέπει στις μηχανές να διαβάζουν και να ερμηνεύουν την ανθρώπινη γλώσσα. Η διαδικασία περιλαμβάνει την επεξεργασία και την κατανόηση της φυσικής γλώσσας του χρήστη από έναν υπολογιστή ή μία έξυπνη συσκευή σε επίπεδο συντακτικής, σημασιολογικής και πραγματολογικής ανάλυσης (Γεωργούλη, 2015). Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται, για να διευκολύνει την :

- Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή: Επιτρέπει στο χρήστη να επικοινωνεί με τον υπολογιστή με τρόπο φυσικό, χωρίς τεχνητές γλώσσες ή δομημένα μενού που απαιτούν εκπαίδευση. Χαρακτηριστικά πεδία εφαρμογής αποτελούν τα Chatbots, οι ψηφιακοί βοηθοί, οι οδηγοί πλοήγησης, η εκμάθηση ξένης γλώσσας υποβοηθούμενη από Υπολογιστή καθώς και η φωνητική προσπέλαση βάσεων δεδομένων. Οι εφαρμογές αυτές είναι πολλά υποσχόμενες για την προσβασιμότητα και συμπερίληψη ατόμων με ΑΟ σε ποικίλες δομές και διαδικασίες.
- Διαχείριση της πληροφορίας: Η NLP ενεργοποιεί διαδικασίες αυτόματης διαχείρισης της πληροφορίας βάσει της διερμηνείας της. Για παράδειγμα, αυτόματη αρχειοθέτηση εγγράφων σύμφωνα με το περιεχόμενό τους, αυτόματη διόρθωση κειμένων, αυτόματη μετάφραση και συντακτική ανάλυση εγγράφων .
- Αναζήτηση σε βάσεις δεδομένων (Databases): Συχνά οι αναζητήσεις γίνονται μέσω τεχνητών γλωσσών ή μέσω έτοιμων μενού. Αυτό μπορεί να διευκολύνει μία απλή αναζήτηση. Σε περίπτωση, όμως, που ο χρήστης έχει ανάγκη για κάτι πιο εξειδικευμένο, με τη χρήση της φυσικής του γλώσσας, τα αιτήματα περιορίζονται σε σχετικούς με το περιεχόμενο όρους ή φράσεις (Asemi, Ko, & Nowkarizi, 2020).

Χαρακτηριστικά παραδείγματα που η ΤΝ εφαρμόζεται στην καθημερινή μας ζωή είναι οι ψηφιακοί χάρτες και η πλοήγηση με δεδομένα κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο, η αναγνώριση προσώπου από έξυπνες συσκευές, τα έξυπνα συστήματα συστάσεων (recommender systems) και οι προσωποποιημένες αναζητήσεις, τα Chatbots, οι επεξεργαστές κειμένων και η αυτόματη διόρθωση, ο τρόπος λειτουργίας των Μέσων Κοινωνικής Δικτύωσης, οι αυτόματες πληρωμές.

Σήμερα που το διαδίκτυο και η χρήση υπολογιστικών συστημάτων σε συσκευές καθημερινής χρήσης έχουν δημιουργήσει ένα νέο πληροφοριακό περιβάλλον, η ΤΝ

καλείται να παίξει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην έρευνα και στον ψηφιακό μετασχηματισμό σε όλους τους τομείς της ζωής μας.

Η έρευνα σχετικά με τις εφαρμογές της ΤΝ επικεντρώνεται κυρίως (Βλαχάβας, 2013), (Γεωργούλη, 2015):

- Στην ανάπτυξη ευφυών διεπαφών μεταξύ ανθρώπου και έξυπνων συσκευών.
- Στην ευφυή ανάλυση του μεγάλου όγκου δεδομένων (big data analysis) που προέρχονται από τις διασυνδεδεμένες συσκευές για τη βελτίωση της λειτουργίας τους.
- Στην αυτονομία και απρόσκοπτη διαλειτουργικότητα (interoperability) των ευφυών συσκευών.
- Στην ρομποτική, η οποία ασχολείται με την κίνηση, το χειρισμό και την αναγνώριση αντικειμένων από μηχανές, όπως στο παράδειγμα της παρούσας εργασίας εντοπισμός βιβλίων σε έξυπνα ράφια (Asemi, Ko, & Nowkarizi, 2020), (Bi, et al., 2022), (Li J. , 2022), (Vaidya, Snehal Kulthe, Khaire, & Kela, 2017).
- Στις ευφυείς υπηρεσίες διαδικτύου και σημασιολογικού ιστού, όπως είναι οι ευφυείς διαδικτυακοί πράκτορες.
- Και τέλος, στην ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων των χρηστών που προέρχονται από τη χρήση αυτών των συσκευών σε όλα τα έξυπνα συστήματα, στην κίνηση και λειτουργία ρομπότ, στα chatbots, σε συστήματα γεωεντοπισμού θέσης, σε ευφυείς πράκτορες κλπ.

2.4.3.3 Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks)

Το Νευρωνικό Δίκτυο είναι ένα σύνολο διασυνδεδεμένων νευρώνων. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα αποτελούν τομέα της υπολογιστικής νοημοσύνης με στόχο την επίλυση σύνθετων προβλημάτων (Mitchell, 1997). Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μιμούνται την δομή και λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου, που έχει τη δυνατότητα να οργανώνει εκατομμύρια νευρώνες, που αποτελούν τα δομικά του στοιχεία, και να εκτελεί εργασίες και υπολογισμούς πολύ γρηγορότερα από τον ταχύτερο υπολογιστή (Βλαχάβας, Κεφαλάς, Βασιλειάδης, Κόκκορας, & Σακελλαρίου, 2006), (Chan, Zhou, & Huang, 2001).

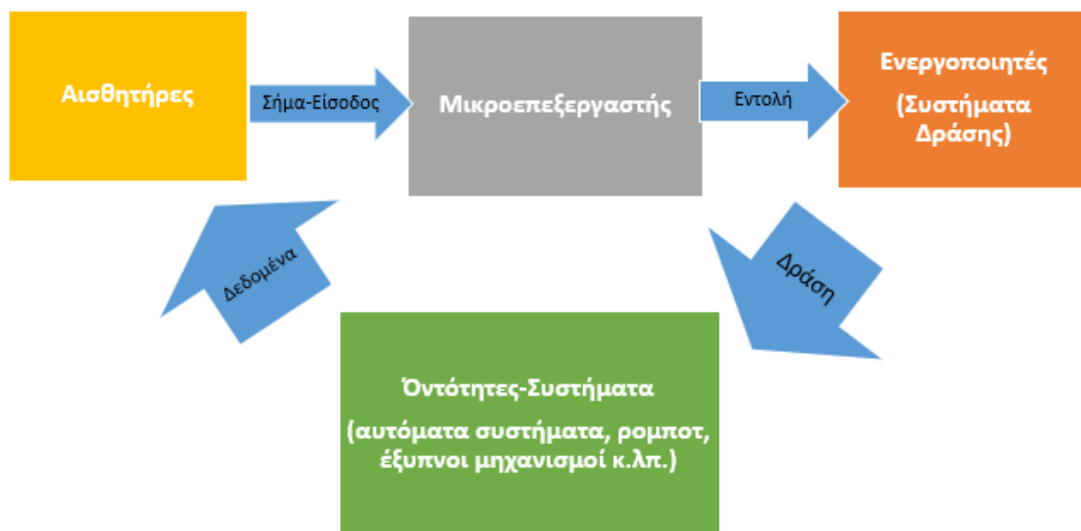
Τα νευρωνικά δίκτυα που αξιοποιούνται σε εφαρμογές ΤΝ έχουν τα εξής κοινά στοιχεία με τον ανθρώπινο εγκέφαλο:

- Προσλαμβάνουν τη γνώση από το περιβάλλον μέσω υποδοχών (αισθητήρες).
- Η επεξεργασία των ερεθισμάτων γίνεται μέσω μιας διαδικασίας μάθησης (Κατασκευασμένα συστήματα αλγορίθμων μηχανικής ή βαθιάς μάθησης).
- Η εμπειρική γνώση που αποκτάται αποθηκεύεται, ώστε να είναι διαθέσιμη για μελλοντική χρήση (Mitchell, 1997), (Βλαχάβας, Κεφαλάς, Βασιλειάδης, Κόκκορας, & Σακελλαρίου, 2006).

Η τεχνολογία των νευρωνικών δικτύων χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη συστημάτων πλοήγησης για άτομα με ΑΟ.

2.4.3.4 Ρομποτικά Συστήματα (Robotics)

Ρομπότ είναι μία μηχανική δομή που αποτελείται από συνδέσμους, ενώσεις που επιτρέπουν βαθμούς ελευθερίας, αισθητήρες ανίχνευσης του περιβάλλοντος και ενεργοποιητές που δρουν στο περιβάλλον. Το ρομπότ προγραμματίζεται από μία πλατφόρμα, ώστε να εκτελεί μία σειρά διαδοχικών ενεργειών σε πολύπλοκα σενάρια (Anjal & Gade, 2017). Το γενικό διάγραμμα ενός ρομποτικού συστήματος παρουσιάζεται παρακάτω (εικόνα 15):



Εικόνα 15: Λειτουργία Ρομποτικού Συστήματος

Για να λειτουργήσει σωστά ένα ρομπότ απαιτείται συνδυασμός όλων σχεδόν των τομέων ΤΝ (Asemi, Ko, & Nowkarizi, 2020). Συγκεκριμένα:

- Η γνωσιακή μοντελοποίηση για τη συνεργασία και αλληλεπίδραση με τους χρήστες.

- Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) για τη δημιουργία των εντολών εκτέλεσης μίας ενέργειας καθώς και την πρόβλεψη συνεπειών από την εκτέλεση της ενέργειας αυτής .
- Η υπολογιστική όραση (computer vision) και αναγνώριση ομιλίας για την ανίχνευση του περιβάλλοντος.

Όσον αφορά, στις έξυπνες βιβλιοθήκες και στον τρόπο που μπορούν να ενταχθούν στον καθολικό σχεδιασμό, η εισαγωγή της τεχνολογίας ευφυών ρομπότ, βελτιώνει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης των βιβλίων μέσα και έξω από τα ράφια και σχετίζεται με τις εξής λειτουργίες αυτοματισμού: αυτόματη πρόσβαση στα βιβλία, μεταφορά βιβλίων μέσα στο χώρο της βιβλιοθήκης, παράδοση του επιθυμητού βιβλίου στον τελικό χρήστη, διαδικασίες δανεισμού και επιστροφής βιβλίων (Bi, et al., 2022), (Li J. , 2022) καθώς και σε υπηρεσίες πλοήγησης, εύρεσης μονοπατιών, αποφυγής εμποδίων και αναγνώρισης αντικειμένων και προσώπων (Angal & Gade, 2017), (Vlachos, Hansen, & Holck, 2020).

2.4.3.5 Chatbots

Τα chatbots ανήκουν στην κατηγορία των bots και είναι συστήματα λογισμικού, τα οποία μιμούνται την ανθρώπινη συμπεριφορά και συνομιλούν με ανθρώπους αλλά και μεταξύ τους (Αχλαδιανάκης & Παππά, 2019). Τα chatbots μπορούν να λειτουργήσουν με τρεις διαφορετικούς τρόπους και για καθέναν από αυτούς έχουν διαφορετική αρχιτεκτονική δομή (Haristiani, 2019):

- I. Flow-based Chatbot: Η επικοινωνία γίνεται με προκαθορισμένους διαλόγους που έχουν οριστεί από τον σχεδιαστή. Ο διάλογος στηρίζεται σε συγκεκριμένες λέξεις ή φράσεις που ακολουθεί ο χρήστης βήμα βήμα. Δεν έχει περιθώρια παρεκκλίσεων.
- II. Artificial Intelligent Chatbot: Αυτό το bot επιτρέπει στο χρήστη να συμμετέχει σε πιο ελεύθερο διάλογο, καθώς οι γνώσεις του λογισμικού ενημερώνονται από προηγούμενες συνομιλίες των χρηστών. Είναι ο τύπος που αξιοποιεί περισσότερο από τους άλλους δύο την τεχνολογία επεξεργασίας και κατανόησης της φυσικής γλώσσας και τη βαθιά μάθηση, προκειμένου να κατανοούν τις ερωτήσεις του χρήστη και να δίνουν την κατάλληλη απάντηση (Bozic, Tazi, & Wotawa, 2019).
- III. Hybrid Chatbot: Συνδυάζει τους δύο προηγούμενους τύπους, καθώς προσφέρει την δυνατότητα μιας πιο ελεύθερης μορφής διαλόγου, αλλά μέσα στα πλαίσια του μοτίβου που έχει οριστεί από τον σχεδιαστή.

Τα chatbots αποτελούν εφαρμογές της ΤΝ και ως εκ τούτου αξιοποιούν τις εξής τεχνολογίες (Almansor & Hussain, 2020):

- Κατανόηση της Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Understanding-NLU)
- Επεξεργασία της Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing-NLP)
- Κατανόηση με βάση τα συμφραζόμενα (Contextual Understanding)
- Παραγωγή της Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Generation-NLG)

Τα chatbots ξεκίνησαν ως εικονικοί βοηθοί τεχνητής νοημοσύνης για την καλύτερη και αμεσότερη εξυπηρέτηση πελατών. Πάνω από το 70% των επιχειρήσεων τα θεωρούν ως σημαντικό εργαλείο της παραγωγικότητάς τους (Sweena, και συν., 2021). Πλέον χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς και ο τρόπος επικοινωνίας διαφέρει ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο σχεδιάζονται (Μαρσιώνη, 2019).

Σήμερα αξιοποιώντας τεχνολογίες σημασιολογικού ιστού μπορεί να επιτευχθεί η διαλειτουργικότητα διαφορετικών οντοτήτων ενός έξυπνου συστήματος αλλά και διαφορετικών συστημάτων μέσα από τη διασύνδεση διαφορετικών chatbots που επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες. Η επιστημονική κοινότητα διερευνά την ανάπτυξη της διανεμημένης συνεργασίας συνομιλίας πολλαπλών chatbots με τη χρήση γράφων γνώσης (knowledge graphs). Η ανάπτυξη των multi-chatbots συστημάτων λειτουργεί μέσα από ένα σύστημα κατανεμημένης γνώσης και συνεργασίας μεταξύ chatbots που επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες. Μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να συμβάλει στην ποιότητα των απαντήσεων των chatbots και στην ικανότητα απάντησης σε περισσότερες ερωτήσεις του χρήστη, πλησιάζοντας το επίπεδο μιας ανθρώπινης συνομιλίας (Varitimiadis, Kotis, Pittou, & Konstantakis, 2021).

2.3.4 Εκτεταμένη Πραγματικότητα (Extended Reality - XR)

Η Εκτεταμένη Πραγματικότητα (XR—extended reality) είναι ένα υπερ-σύνολο τεχνολογιών, που περιλαμβάνει όλους τους πιθανούς συνδυασμούς ανάμεσα στο πλήρες πραγματικό και το πλήρες εικονικό (Morvan, Hintermann, & Ovanessoff, 2020). Οι Milgram & Kishino χαρακτηρίζουν αυτό το φάσμα και τις τεχνολογίες που το περιγράφουν ως «Συνεχές Πραγματικότητας-Εικονικότητας» (Milgram & Kishino, 1994), [\(εικόνα 16\)](#).

Ξεκινώντας από το πλήρες εικονικό περιβάλλον, που αναφέρεται σε ένα πλήρως συνθετικό περιβάλλον δημιουργημένο από υπολογιστή, αυτό εκφράζεται με την τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality—VR), η οποία ανάλογα με το σχεδιασμό και τη

συσκευή διεπαφής προσφέρει διαφορετικό βαθμό εμπύθισης του χρήστη στο σχεδιασμένο περιβάλλον (Κασαπάκης & Αναγνωστόπουλος, 2022).

Ανάμεσα στο πλήρως εικονικό και πλήρως πραγματικό περιβάλλον υπάρχει μία περιοχή που συνδυάζει την ψηφιακή πληροφορία με τον πραγματικό κόσμο, αυτή που ονομάζεται Μεικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality–MR) (Κασαπάκης & Αναγνωστόπουλος, 2022). Η πρώτη περιοχή που αναδύεται από αυτόν τον συνδυασμό, καθώς αυξάνεται σταδιακά η εμπλοκή της ψηφιακής πληροφορίας στον πραγματικό κόσμο είναι αυτή της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality–AR). Στις εφαρμογές AR γίνεται υπέρθεση ψηφιακού περιεχομένου πάνω στο πραγματικό περιβάλλον. Καθώς προχωράμε προς το πλήρως εικονικό του συνεχούς φάσματος και εντός μεικτής πραγματικότητας, η επόμενη περιοχή αναφέρεται στην τεχνολογία της Επαυξημένης Εικονικότητας (Augmented Virtuality–AV), όπου εδώ αντίστροφα, οι εφαρμογές έχουν ως βάση το εικονικό περιβάλλον, στο οποίο εντάσσονται στοιχεία από το πραγματικό περιβάλλον (Milgram & Kishino, 1994).



Εικόνα 16: Συνεχές Πραγματικότητας - Εικονικότητας

2.3.5 Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing)

Η τρισδιάστατη εκτύπωση αποτελεί μία από τις αναδυόμενες τεχνολογίες, της οποίας η χρήση εξαπλώνεται με ταχύτατους ρυθμούς. Σημείο εκκίνησης είναι ένα ψηφιακό αρχείο σε τρισδιάστατη σχεδίαση, το οποίο μετατρέπεται σε αντικείμενο με χρήση τρισδιάστατων εκτυπωτών (Das & Debnath, 2018). Ως διαδικασία δεν διαφέρει από αυτήν της εκτύπωσης σε χαρτί, με αποτέλεσμα να μειώνεται η πολυπλοκότητα του χειρισμού της. Όσον αφορά στον τρόπο που το ψηφιακό αρχείο μετατρέπεται σε αντικείμενο, υπάρχουν πολλές τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης, οι οποίες διαφέρουν κυρίως στον τρόπο εναπόθεσης του ενός στρώματος εκτύπωσης πάνω στο άλλο, ώστε να παραχθεί το τελικό προϊόν. Η διαδικασία για

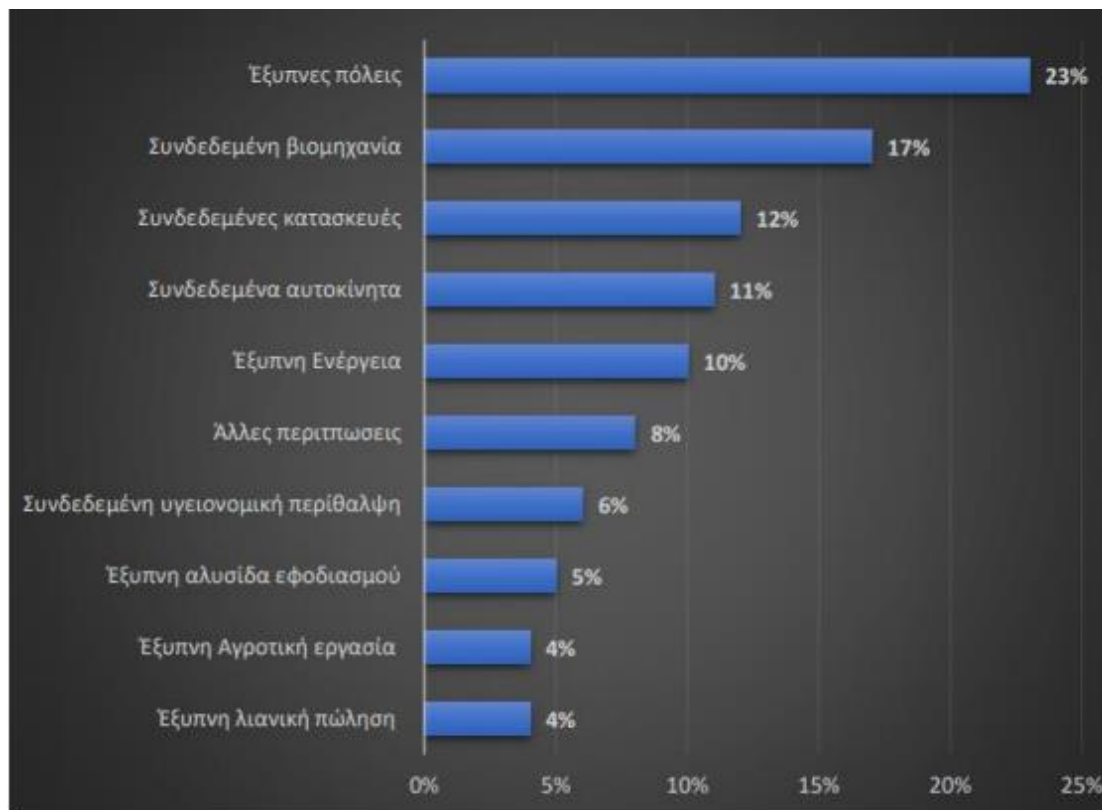
την εναπόθεση των στρωμάτων ελέγχεται από το αντίστοιχο λογισμικό της τεχνικής που επιλέγεται και φυσικά τον τρισδιάστατο εκτυπωτή και είναι σε μεγάλο βαθμό αυτοματοποιημένη (Καλλονιάτης, 2022). Η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι μία τεχνολογία που αξιοποιείται αρκετά σε χώρους πολιτισμού, καθώς έχει χαμηλό κόστος, χαμηλό επίπεδο τεχνογνωσίας από την πλευρά του χειριστή, είναι ακριβής ως προς το παραγόμενο αποτέλεσμα και απαιτεί ελάχιστο χρόνο για την εκτύπωση, με αποτέλεσμα να εκτυπώνονται αντικείμενα, όταν παρουσιαστεί η ανάγκη, μειώνοντας ακόμα περισσότερο το κόστος της τεχνολογίας (Cooper, 2019). Η σημαντικότερη, όμως, αξία της για έναν χώρο πολιτισμού είναι η πιστότητα των αντιγράφων, το μικρό βάρος της κατασκευής και τέλος η προσαρμοστικότητα στο μέγεθος ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες. Αυτό πρακτικά σημαίνει, ότι μπορούν εύκολα να δημιουργηθούν πιστά αντίγραφα ευαίσθητων και πολύτιμων αντικειμένων, να μεταβάλλονται οι διαστάσεις ανάλογα με τις ανάγκες και το σκοπό χρήσης του εκάστοτε φορέα και φυσικά να επιτρέπουν την αλληλεπίδραση επισκέπτη-αντικειμένου εμπλουτίζοντας την εμπειρία του πρώτου (Short, 2015). Κάτω από την ομπρέλα του Καθολικού Σχεδιασμού η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να συμβάλλει στην πολυαισθητηριακότητα της εμπειρίας, αντί της περιορισμένης προσβασιμότητας σε άτομα με ΑΟ (Χουρμουζιάδη, 2022).

Οι ρηξικέλευθες αλλαγές που φέρνουν οι αναδυόμενες τεχνολογίες στο σύνολό τους και η εκθετική ταχύτητα με την οποία εξελίσσονται έχουν εγείρει έναν διάλογο στην επιστημονική κοινότητα σχετικά με τα οφέλη που μπορεί να φέρουν στη ζωή του ανθρώπου και τις ανησυχίες που διεγείρουν όσον αφορά σε θέματα ασφάλειας, ηθικής, επιρροής στις κοινωνικές νόρμες ακόμα και την πιθανότητα να χρησιμοποιηθούν ως μέσο χειραγώγησης (Kim B. , 2019). Η νέα πρόκληση της ανθρωπότητας είναι να αξιοποιήσει τις αναδυόμενες τεχνολογίες και με προσαρμοστικότητα να τις μετατρέψει σε ευκαιρίες για θετικές αλλαγές, χωρίς, όμως, να υποτιμά τους κινδύνους που ελλοχεύουν από τη δύναμη της διεισδυτικότητάς τους στην ανθρώπινη ζωή.

2.5 Έξυπνοι Χώροι Πολιτισμού (Smart Cultural Spaces)

Οι αναδυόμενες τεχνολογίες και οι εφαρμογές τους επηρεάζουν όλο και περισσότερους τομείς της ζωής μας όπως η υγεία, οι μεταφορές, η διακυβέρνηση, το περιβάλλον, οι επικοινωνία, τα έξυπνα σπίτια και τέλος η δημιουργία έξυπνων πόλεων. Στο παρακάτω

διάγραμμα φαίνεται η ποσοστιαία κατανομή της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου Πραγμάτων σε διάφορα πεδία της ανθρώπινης δραστηριότητας.



Εικόνα 17: Διάγραμμα παγκόσμιας χρήσης ΔτΠ σε διάφορα πεδία (Τζιούφα, 2019)

Στο παραπάνω διάγραμμα οι χώροι πολιτισμού εντάσσονται στο 8% των «άλλων περιπτώσεων», γεγονός που αποτελεί μία ένδειξη, ότι ο τομέας του πολιτισμού δεν βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος. Ωστόσο, όπως, θα φανεί και στην επόμενη ενότητα γίνονται όλο και περισσότερες έρευνες στον τομέα πολιτισμού για τη δημιουργία ή την μετατροπή μουσείων, βιβλιοθηκών και αρχαιολογικών χώρων σε «έξυπνους χώρους πολιτισμού».

2.5.1 «Έξυπνα περιβάλλοντα» (Smart Environments-SE)

Η ραγδαία εξέλιξη των αναδυόμενων τεχνολογιών και συγκεκριμένα οι προκλήσεις και οι δυνατότητες του ΔτΠ και της ΤΝ, μπορούν να υποσχεθούν τον σχεδιασμό «έξυπνων» κτηρίων και υπηρεσιών στα πλαίσια δημιουργίας «έξυπνων» πόλεων και περιβαλλόντων. Ο όρος «έξυπνο» περιβάλλον αναφέρεται σε έναν χώρο ικανό να ζητά και να δίνει πληροφορία για το περιβάλλον και τους ανθρώπους που δραστηριοποιούνται σε αυτό, με σκοπό να βελτιώσει και να εμπλουτίσει την εμπειρία των χρηστών, αξιοποιώντας αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως

τεχνολογίες ΔτΠ και TN (Piccialli, 2016). Τα στοιχεία που προσδίδουν ευφυΐα σε ένα περιβάλλον είναι (Harrison & Donnelly, 2011):

1. Η συνδεσιμότητα αισθητήρων και ενεργοποιητών για τον έλεγχο των συνθηκών και τη λειτουργία του περιβάλλοντος.
2. Η χρήση όλο και πιο βελτιωμένων δικτύων που επιτρέπουν τη διασύνδεση των συσκευών τόσο μεταξύ τους, όσο και με τα κέντρα επεξεργασίας των δεδομένων για την επιτυχή ανταλλαγή των μηνυμάτων μεταξύ των αισθητήρων.
3. Η ανάπτυξη περίπλοκων αλγορίθμων, με την εξέλιξη της TN, που παρέχουν την δυνατότητα επεξεργασίας πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο αλλά και την ευφυή διαχείριση της πληροφορίας με σκοπό την εύρεση λύσης στο πρόβλημα ή αίτημα του χρήστη.

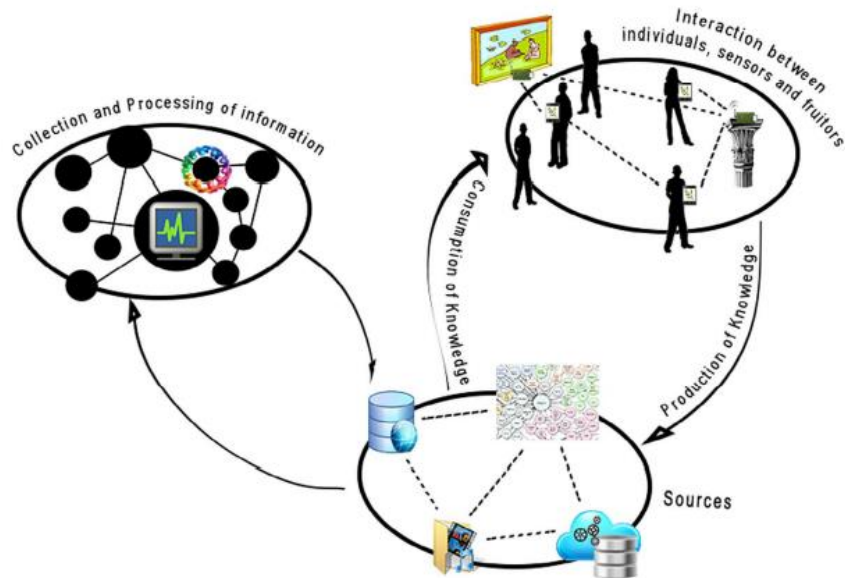
Για τη δημιουργία ενός επιτυχημένου «έξυπνου» περιβάλλοντος απαιτείται η συνύπαρξη των εξής παραμέτρων (Κομνηνός, 2006):

- Ισχυρό και σταθερό δίκτυο.
- Εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό.
- Καινοτομία.
- Φιλικότητα στο χρήστη.
- Συμπερίληψη όλων των ομάδων στις νέες δυνατότητες και ευκαιρίες συμμετοχής σε μία «έξυπνη» κοινότητα.
- Προώθηση και προβολή των υπηρεσιών και δραστηριοτήτων που προσφέρει το περιβάλλον.

2.5.2 «Έξυπνοι» Χώροι Πολιτισμού (*Smart Cultural Spaces*)

Τα τελευταία χρόνια, στα πλαίσια ερευνών που μελετούν το σύγχρονο ρόλο και την αποστολή των χώρων πολιτισμού, έχουν γίνει αρκετές μελέτες για την κατασκευή ή συνθηθέστερα τη μετατροπή χώρων πολιτισμού σε «έξυπνους», αν και όχι σε βαθμό που συναντάται σε άλλους τομείς. Τι είναι, όμως, αυτό που μπορεί να κάνει «έξυπνο» έναν χώρο πολιτισμού, όπως ένα μουσείο ή μία βιβλιοθήκη; Σε ένα τέτοιο σενάριο, άτομα και αντικείμενα, εξοπλισμένα με έξυπνες συσκευές (smartphones, RFID tags, smart ID cards, GPS, αισθητήρες κλπ.), μπορούν να αποτελούν ένα συγκεκριμένο δίκτυο, στο οποίο οι αναφερόμενες οντότητες, επικοινωνούν, παράγουν και καταναλώνουν γνώση ([εικόνα 19](#)).

Σίγουρα, η ευφυΐα δεν αφορά, απλώς, στη χρήση ψηφιακής τεχνολογίας που κάνει την εμπειρία πιο ευχάριστη ή διασκεδαστική, αλλά τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος δυναμικού, στο οποίο άνθρωποι και μηχανές επικοινωνούν και συνεργάζονται, με σκοπό την βελτίωση και τον εμπλουτισμό της εμπειρίας. Οι (Chianese, Piccialli, & Valente, 2015) έχουν οπτικοποιήσει αυτήν τη διαδικασία στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 18).



Εικόνα 18: Smart Cultural Environment (Chianese, Piccialli, & Valente, 2015)



Εικόνα 19: Λειτουργία Έξυπνου Πολιτιστικού Περιβάλλοντος

Το ΔτΠ, η ΤΝ, η μηχανική και βαθιά μάθηση έχουν αλλάξει και μπορούν να αλλάξουν ακόμα περισσότερο τον παραδοσιακό τρόπο με τον οποίο ενεργούν οι επισκέπτες σε έναν χώρο πολιτισμού (Chianese & Piccialli, 2014). Με την ενσωμάτωση έξυπνης τεχνολογίας παραδοσιακοί χώροι πολιτισμού μετατρέπονται σε «έξυπνους», συμβαδίζοντας με τις ανάγκες μιας κοινωνίας που λειτουργεί σε έξυπνα περιβάλλοντα και γίνεται αναπόσπαστο και συνθετικό κομμάτι αυτής (Nagowah, Gobin-Rahimbux, & BEN STA, 2021). Το περιεχόμενο ενός χώρου πολιτισμού μπορεί να μεταφέρεται σε «πράγματα» του ΔτΠ και να παρέχει πληροφορίες με πολυμεσικό υλικό ή να αλληλοεπιδρά με τους επισκέπτες ή άλλες έξυπνες συσκευές, όπως συμβαίνει σε όλα τα «έξυπνα» περιβάλλοντα (Hashemi & Kamps, 2017).

Τομείς που μετατρέπουν έναν χώρο πολιτισμού σε «έξυπνο» είναι οι εξής:

- Η παρακολούθηση και ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών σε πραγματικό χρόνο, για την προστασία του υλικού περιεχομένου (Zachila, Kotis, Paparidis, Ladikou, & Spiliotopoulos, 2021).
- Η παρακολούθηση και ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών σε πραγματικό χρόνο για την άνεση των επισκεπτών (Zachila, Kotis, Paparidis, Ladikou, & Spiliotopoulos, 2021).
- Η 3D αναπαράσταση μέρους ή όλου του υλικού για ευφυή αλληλεπίδραση με το κοινό (Maietti, Giulio, Piaia, Medici, & Ferrari, 2018).
- Οι εφαρμογές προσωποποιημένης παροχής υπηρεσιών, όπως ξεναγήσεις και παροχή πληροφοριών με έξυπνους οδηγούς, κράτηση θέσης σε πραγματικό χρόνο κ.λπ. (Chianese & Piccialli, 2017).
- Η «έξυπνη» πλοήγηση στο φυσικό χώρο (Michalakis, Moraitou, Aliprantis, & Caridakis, 2020).
- Οι εφαρμογές διάδρασης επισκέπτη-περιεχομένου με πολυμεσικό υλικό και πολυαισθητηριακό τρόπο (Chianese & Piccialli, 2017), (Χουρμουζιάδη, 2022).
- Γενικά, η αξιοποίηση και ο συνδυασμός αναδυόμενων τεχνολογιών για τον εμπλουτισμό και τη βελτιστοποίηση της εμπειρίας του επισκέπτη (Konstantakis & Caridakis, 2020), (Angelis, Kotis, & Spiliotopoulos, 2021).

2.5.3 Βιβλιοθήκες ως χώροι πολιτισμού - «Εξυπνες» βιβλιοθήκες (Smart Libraries)

Ένας ιδιαίτερος χώρος πολιτισμού που αποτελεί μια ξεχωριστή περίπτωση μελέτης είναι το σύνολο των βιβλιοθηκών, εθνικές, ακαδημαϊκές, τοπικές και ειδικού ενδιαφέροντος. Γιατί, όμως, μια βιβλιοθήκη αποτελεί πολιτιστικό χώρο;

Κοινοί στόχοι και αρχές όλων των πολιτιστικών χώρων αποτελούν η φύλαξη και διατήρηση τεκμηρίων της υλικής και άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς, η προώθηση της έρευνας και της εκπαίδευσης και η δημιουργία κοινοτήτων, στις οποίες καλλιεργείται το αίσθημα του «ανήκειν», η προσωπική και κοινωνική ευθύνη, καθώς και η ανάπτυξη της αυτονομίας και της ισότιμης συμμετοχής σύμφωνα με τις αρχές της συμπερίληψης και προσβασιμότητας (ICOM: Νέος Ορισμός Του Μουσείου, 2022). Έτσι, μέσα από μία δυναμική διαδικασία οι χώροι πολιτισμού βελτιώνουν την ποιότητα ζωής της κοινότητας (ElSayed, ElMeligy, & Refaat, 2019). Οι χώροι πολιτισμού έχουν τρία επίπεδα λειτουργίας προκειμένου να υπηρετήσουν το σκοπό τους:

- *Το επίπεδο της διαχείρισης*, που θέτει τους στόχους αλλά και τους περιορισμούς για τους τύπους δραστηριοτήτων που προσφέρει.
- *Το επίπεδο των συμμετεχόντων*, που περιλαμβάνει όλα τα μέλη της κοινότητας, επισκέπτες και προσωπικό.
- *Το επίπεδο της συμφωνίας* που διατηρεί τις δραστηριότητες, όπως διαμορφώνονται από τα δύο προηγούμενα επίπεδα.

Η λειτουργία αυτή δημιουργεί κοινωνικά δίκτυα, στα οποία οι συμμετέχοντες αλληλοεπιδρούν άμεσα ή έμμεσα, μέσα σε ένα περιβάλλον εμπιστοσύνης, λόγω της οποίας οι άνθρωποι αισθάνονται περισσότερο χαλαροί στο να μοιράζονται (Morrison, 2003).

Τόσο οι στόχοι όσο και ο τρόπος λειτουργίας των βιβλιοθηκών εναρμονίζεται πλήρως με τους παραπάνω ορισμούς και κατευθύνσεις κατατάσσοντάς τες ανάμεσα στους υπόλοιπους χώρους πολιτισμού, όπως είναι τα μουσεία, οι πινακοθήκες και οι αρχαιολογικοί χώροι. Ωστόσο, μία βιβλιοθήκη διαφέρει από τους υπόλοιπους χώρους πολιτισμού, τόσο ως προς το περιεχόμενο και το υλικό των συλλογών της όσο και ως προς το σκοπό της επίσκεψης, προκαλώντας ξεχωριστές απαιτήσεις στο σχεδιασμό. Ακολουθεί η ανάλυση του ιδιαίτερου χαρακτήρα της βιβλιοθήκης ως προς την κατασκευαστική δομή, το περιεχόμενο και τις λειτουργίες της.

2.5.3.1 Η παραδοσιακή βιβλιοθήκη

Η βιβλιοθήκη είναι ένας οργανισμός που κύριο στόχο έχει την αποθήκευση, τη διατήρηση και τη συντήρηση μίας συλλογής υλικού. Το υλικό της περιλαμβάνει βιβλία, περιοδικά, ερευνητικές εργασίες σε έντυπη ή ηλεκτρονική μορφή, χειρόγραφα καθώς και οποιοδήποτε άλλο γραφικό ή οπτικοακουστικό υλικό. Παραδοσιακά, ο ρόλος της είναι να διευκολύνει τη χρήση των πληροφοριακών πόρων, με τρόπο που καλύπτει τις απαιτήσεις και τις πληροφοριακές, ερευνητικές, εκπαιδευτικές, πολιτιστικές και δημιουργικές ανάγκες των χρηστών της. Η βιβλιοθήκη ως θεσμός δεσμεύεται απέναντι στο κοινό της να μην αποκλείει πρόσθετους πόρους ή υπηρεσίες που εξυπηρετούν το σκοπό της, να παρέχει πρόσβαση στο υλικό της, να προσφέρει γνώση και να ενθαρρύνει τη χρήση των πόρων που διαθέτει με διάφορους τρόπους (UNESCO Γ., n.d.).

Ωστόσο, εδώ και πολλές δεκαετίες το μοντέλο λειτουργίας των βιβλιοθηκών και διαχείρισης των συλλογών τους δεν έχει αλλάξει. Το μοντέλο αυτό δίνει έμφαση περισσότερο στην ίδια τη συλλογή και λιγότερο στο χρήστη. Η άτυπη διάταξη για την παρουσίαση του υλικού περιλαμβάνει απλώς τη τοποθέτηση των τεκμηρίων σε ράφια σύμφωνα με κάποιο σύστημα ταξινόμησης. Αυτό, πρακτικά σημαίνει, ότι η αναζήτηση πληροφοριών βασίζεται σε κάποιο χειρόγραφο ή ψηφιακό ευρετήριο, στο οποίο έχουν καταχωρηθεί όλα τα τεκμήρια της συλλογής και στη φυσική εγγύτητα του σχετικού υλικού στον επισκέπτη (Azhar, Sungkur, & Soulakshmee, 2020). Ο επισκέπτης καλείται να περιηγηθεί σε έναν λαβύρινθο διαδρόμων, σε κάποιες περιπτώσεις με τη βοήθεια ενός έντυπου χάρτη του εσωτερικού χώρου, προκειμένου να βρει το διάδρομο και στη συνέχεια το ράφι με τη θεματική ή τον συγγραφέα που τον ενδιαφέρει. Ως εκ τούτου, τόσο η διαδικασία βιβλιογραφικής αναζήτησης όσο και η διαδικασία δανεισμού απαιτεί σε σημαντικό βαθμό την ανθρώπινη παρέμβαση από το βιβλιοθηκονόμο και τη χρήση ενός κεντρικού συστήματος υπολογιστή, το οποίο ενημερώνεται χειροκίνητα από το προσωπικό της βιβλιοθήκης.

2.5.3.2 Η «έξυπνη» βιβλιοθήκη

Δυστυχώς, δεν υπάρχει, ακόμη, επίσημος και γενικά αποδεκτός ορισμός για την «Έξυπνη Βιβλιοθήκη». Με την ανασκόπηση ενός σημαντικού αριθμού εργασιών, ορίζουμε την «Έξυπνη Βιβλιοθήκη» ως μια έξυπνη οντότητα με τεχνολογία ΔτΠ υποβοηθούμενη από ΤΝ, αναπτυγμένη σε βάθος, σχεδιασμένη για την αποτελεσματική προώθηση όλων των πτυχών της λειτουργίας της (Bi, και συν., 2022), (Ozeer, Sungkur, & Nagowah, 2019), (Cao, Liang, & Li, 2018), (Gul & Bano, 2019), (Sungkur, Ozeer, & Nagowah, 2021), (Asemi, Ko, & Nowkarizi, 2020). Μία έξυπνη βιβλιοθήκη μπορεί να προκύψει από μία παραδοσιακή βιβλιοθήκη που

έχει υιοθετήσει αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως ΔτΠ και TN (Nagowah, Gobin-Rahimbux, & BEN STA, 2021) με σκοπό να αποκτήσει τα εξής χαρακτηριστικά (Yu, Gong, Sun, & Jiang, 2019), (Bi, και συν., 2022):

- Ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα: Από βασικό στόχο την συλλογή, υιοθετεί ως προτεραιότητα την εμπειρία του αναγνώστη (“user-centered”).
- Αυτοματοποίηση στη διαχείριση υλικού.
- Μικρότερο κόστος λειτουργίας.
- Εξοικονόμηση ενέργειας.

Στην παρούσα εργασία μελετώνται τα δύο πρώτα χαρακτηριστικά σε μία προσπάθεια δημιουργίας έξυπνων βιβλιοθηκών, χωρίς αποκλεισμούς. Μία έξυπνη βιβλιοθήκη οφείλει να συλλαμβάνει αυτόματα και σε πραγματικό χρόνο τις ανάγκες των επισκεπτών (Cao, Liang, & Li, 2018). Για να γίνει αυτό χρησιμοποιούνται συσκευές του ΔτΠ, όπως ετικέτες RFID μέσα σε βιβλία, έξυπνα ράφια και έξυπνες κάρτες χρηστών, αισθητήρες και ενεργοποιητές ή ρομποτικά συστήματα για τον εντοπισμό θέσης βιβλίων, κενών θέσεων για μελέτη, για το καφέ, ακόμα και για χώρους στάθμευσης (Ozeer, Sungkur, & Nagowah, 2019). Συγκεκριμένα, όσον αφορά στην προσβασιμότητα για άτομα με ΑΟ δίνεται έμφαση στην αυτόματη αναζήτηση, στον εντοπισμό και την απόσπαση ενός βιβλίου από το ράφι, στην κράτηση θέσης για μελέτη σε πραγματικό χρόνο, στην εξατομικευμένη συμβουλευτική και στην πλοήγηση στο χώρο. Δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης της παρούσας έρευνας η ασφάλεια του υλικού και η πρόσβαση στις ψηφιακές υπηρεσίες των βιβλιοθηκών.

Τέλος, σχετικά με την κτηριακή κατασκευή μίας έξυπνης βιβλιοθήκης, αρκεί η αναδόμηση κάποιων μόνο κατασκευαστικών δομών μιας παραδοσιακής βιβλιοθήκης με την αξιοποίηση του ΔτΠ και της TN (Li J. , 2022).

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές, ότι οι βιβλιοθήκες δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως «έξυπνες» απλώς με τη μετατροπή τους από φυσικά περιβάλλοντα σε ψηφιακούς χώρους με ψηφιοποιημένο όλο το περιεχόμενο και δυνατότητα ψηφιακού δανεισμού αντί εντύπου. Η σύγχρονη βιβλιοθήκη έχει ανάγκη να μετατραπεί από έναν ήσυχο και στείρο χώρο συλλογής, αποθήκευσης και διατήρησης υλικού σε ένα περιβάλλον δυναμικό, που βελτιώνει και εμπλουτίζει, μαζί, την εμπειρία στο φυσικό χώρο της για όλες τις ομάδες των χρηστών της, ενώ παράλληλα, προσελκύει και εκείνες τις ομάδες που αποκλείονται λόγω των υπάρχουσών συνθηκών. Εργαλείο για αυτήν την ουσιαστική μετάβαση αποτελούν οι εφαρμογές των αναδυόμενων τεχνολογιών (Siguo, και συν., 2022), (Shu, Wang, Jiang, & Liu,

2021). Το ζητούμενο είναι οι τεχνολογίες αυτές να χρησιμοποιηθούν με τέτοιο τρόπο, ώστε να μετατρέπουν μία στείρα επίσκεψη με γνωστικό περιεχόμενο σε προσωπικό βίωμα.

2.5.3.3 Η βιβλιοθήκη ως βιούμενος τόπος

Η υπόσταση του φυσικού χώρου μιας βιβλιοθήκης με συγκεκριμένα αντιληπτικά, λειτουργικά αλλά και αισθητικά όρια, τα οποία προσδιορίζουν την ανθρώπινη συμπεριφορά θεωρείται προφανής και δεδομένη. Κάθε δραστηριότητα ή σχέση που προωθεί μία βιβλιοθήκη απαιτεί έναν χώρο για να αναπτυχθεί. Ωστόσο, ισχύει και το αντίστροφο, ότι δηλαδή η ανθρώπινη δράση επηρεάζει τη διαμόρφωση του χώρου, είτε σχετίζεται με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό είτε με τις κινήσεις των ανθρώπων που βιώνουν μία εμπειρία μέσα σε αυτόν. Έτσι, δημιουργείται μια αμφίδρομη σχέση μεταξύ φυσικών χαρακτηριστικών του χώρου και ανθρώπινης δραστηριότητας (Χουρμουζιάδη, 2015). Αν και οι βιβλιοθήκες, όπως και όλοι οι χώροι πολιτισμού, έχουν μια οπτικοκεντρική θέαση των πραγμάτων, επί της ουσίας δρώντας κανείς μέσα σε έναν τέτοιο χώρο, τον αντιμετωπίζει με όλες τις αισθήσεις του (Merleau-Ponty, 1991). Το ηχοτόπιο ενός περιβάλλοντος (όπως οι ομιλίες, το περπάτημα, τα πλήκτρα στους υπολογιστές, το γύρισμα των σελίδων ενός βιβλίου), οι μυρωδιές από τα αντικείμενα και τους ανθρώπους, η αφή από την αίσθηση των υφών που έχουν τα υλικά σώματα (το υλικό των ραφιών ή των γραφείων, το είδος του χαρτιού κάθε εντύπου κ.λπ.) συμπληρώνουν τα οπτικά ερεθίσματα και δημιουργούν την ολοκληρωμένη αντίληψη του ανθρώπου για το χώρο, η οποία συνοδεύεται από ανάλογα συναισθήματα (Pallasmaa, 2014). Τα ερεθίσματα του φυσικού χώρου μιας βιβλιοθήκης αποκωδικοποιούνται και ερμηνεύονται διαφορετικά από χρήστη σε χρήστη, αποκτώντας διαφορετικά νοήματα και διαθέσεις, ανάλογα με την διαμορφωμένη προσωπικότητα, την κοινωνική ομάδα και την προηγούμενη εμπειρία του κάθε επισκέπτη. Ο κάθε άνθρωπος φτάνοντας στην είσοδο μιας βιβλιοθήκης έχει, ήδη, μια προκατασκευασμένη εικόνα, για αυτό που περιμένει να συναντήσει, σύμφωνα με ό,τι έχει πληροφορηθεί ή ό,τι έχει στο παρελθόν βιώσει. Μπαίνοντας στο κατασκευασμένο περιβάλλον και καθώς εξελίσσεται η επίσκεψη μέσα στο χρόνο, ο επισκέπτης, ουσιαστικά διαμορφώνει την προσωπική του εμπειρία (Χουρμουζιάδη, 2015). Ο χρόνος που θα διαρκέσει η επίσκεψη, ο τρόπος που θα ερμηνεύσει και θα αντιδράσει στα πολυαισθητηρικά ερεθίσματα που θα δεχθεί και η επιβολή δικών του πρακτικών -συνειδητά ή ασυνείδητα- μέσα από τις δράσεις του και τις επιλογές του, δημιουργεί ένα προσωπικό, ξεχωριστό για τον κάθε επισκέπτη βίωμα. Το βίωμα αυτό είναι που διαφοροποιεί το φυσικό χώρο μιας βιβλιοθήκης από τον «βιούμενο τόπο», που είναι και το ζητούμενο στο σχεδιασμό των χώρων πολιτισμού (Heidegger, 2008). Μία βιβλιοθήκη, ως χώρος μάθησης, οφείλει να απευθύνεται σε κάθε επισκέπτη στο σύνολο της ανθρώπινης υπόστασής του εμπλέκοντας το

σώμα, το πνεύμα και το μυαλό του. Ως βιούμενος τόπος η βιβλιοθήκη δημιουργεί αίσθηση ασφάλειας και αποδοχής, καλύπτει την ανάγκη του «ανήκειν», προκαλεί πνευματικές διεργασίες και τέλος προσφέρει σωματική και ψυχική άνεση και συναισθηματική ευχαρίστηση (Χουρμουζιάδη, 2015). Αυτή η προσέγγιση του φυσικού χώρου των βιβλιοθηκών αποτελεί θεμέλιο και βασική αρχή στο σχεδιασμό μίας βιβλιοθήκης χωρίς αποκλεισμούς. Η αξιοποίηση των αναδυόμενων τεχνολογιών μπορεί στο σημείο αυτό, να δώσει τη δυνατότητα υπερβάσεων σε θέματα που οι παραδοσιακοί τρόποι δεν έχουν καταφέρει να το κάνουν.

3. Μεθοδολογία Έρευνας

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να συγκεντρώσει την υπάρχουσα γνώση μέσα από πρωτογενείς, δευτερογενείς και τριτογενείς πηγές, ώστε να προσεγγίσει και να αξιοποιήσει με κριτικό και συνθετικό τρόπο καλές πρακτικές, να εντοπίσει ερευνητικά κενά και να διατυπώσει προτάσεις για μελλοντικές εργασίες σε θέματα προσβασιμότητας και συμπερίληψης σε έξυπνους χώρους πολιτισμού. Έτσι, προέκυψε η ανάγκη μιας συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης (SLR) προκειμένου να συγκεντρωθεί και να αξιοποιηθεί η υπάρχουσα πληροφορία και να δοθούν απαντήσεις με πληρότητα και αξιοπιστία στα ερευνητικά ερωτήματα που θέτει η παρούσα εργασία.

Όπως περιγράφεται και από τον Kitchenham (2007) μία SLR επιτρέπει τον εντοπισμό, την αξιολόγηση και την ερμηνεία του σχετικού με την έρευνα υλικού με σκοπό να απαντήσει σε συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα. Η ερευνητική διαδικασία, σύμφωνα με τον ίδιο, χωρίζεται σε τρεις φάσεις και ακολουθεί συγκεκριμένα βήματα για τη διεξαγωγή και ολοκλήρωσή της:

1. Τη φάση της προετοιμασίας και του σχεδιασμού
2. Τη φάση της διεξαγωγής της έρευνας
3. Τη φάση της σύνθεσης της αναφοράς.

3.1 Προετοιμασία Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

3.1.1 Ερευνητικά Ερωτήματα

Όπως αναφέρθηκε στην Εισαγωγή, τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν τα άτομα με ΑΟ στην ισότιμη και αυτόνομη συμμετοχή τους στις κοινότητες των βιβλιοθηκών αναδεικνύουν πολλές προκλήσεις, οι οποίες συζητούνται στην παρούσα έρευνα, θέτοντας τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- RQ1: Ποια είναι τα εμπόδια και ποιες οι υπάρχουσες επιλογές αυτόνομης πρόσβασης των ατόμων με ΑΟ στο φυσικό χώρο μίας βιβλιοθήκης;
- RQ2: Με ποιους τρόπους μπορούν οι αναδυόμενες τεχνολογίες, και συγκεκριμένα το ΔτΠ και η ΤΝ, να λειτουργήσουν υποστηρικτικά για τα άτομα με ΑΟ; Πώς μπορούν να ταξινομηθούν οι υποστηρικτικές τεχνολογίες σήμερα;

- RQ3: Με ποιο τρόπο μία «έξυπνη» βιβλιοθήκη μπορεί να γίνει πλήρως προσβάσιμη για άτομα με ΑΟ;

3.1.2 Πρωτόκολλο Αναφοράς

Για να διασφαλιστεί η συστηματική, διαφανής και έγκυρη εξόρυξη της υπάρχουσας γνώσης από την τρέχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα, έχει χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία *PRISMA* (Mathew, και συν., 2021).

Ως χρονικό διάστημα της έρευνας ορίστηκε το πρώτο ακαδημαϊκό εξάμηνο για το έτος 2022-2023.

3.2 Διεξαγωγή Έρευνας

3.2.1 Ψηφιακές Πηγές Αναζήτησης

Η αναζήτηση άρθρων για τη διεξαγωγή της έρευνας πραγματοποιήθηκε σε *ακαδημαϊκές διαδικτυακές πύλες*. Μέσω του «Συνδέσμου Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών» ([heal-link, 2022](#)), ως κύρια πηγή δημοσίευσης επιλέχθηκε το Scopus, καθώς αποτελεί μία βάση δεδομένων που είναι συνδεδεμένη με επιστημονική βιβλιογραφία σε μια μεγάλη ποικιλία επιστημονικών κλάδων και συγκεντρώνει δημοσιεύσεις από έγκυρες και αξιόπιστες βιβλιοθήκες, περιοδικά ή εκδότες, όπως το IEEE, το SpringerLink, Taylor & Francis κ.α. (Scopus, 2022). Συμπληρωματικά, αναζητήθηκαν άρθρα στο PubMed, Web of Science και ACM Digital Library, που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην εύρεση λύσεων μέσα από τεχνολογίες υποστήριξης των ατόμων με ΑΟ. Ωστόσο, από την αναζήτηση των άρθρων προέκυψε το συμπέρασμα, ότι δεν υπάρχει αξιόλογος αριθμός εργασιών, οι οποίες εξειδικεύονται σε βιβλιοθήκες. Για το λόγο αυτό, εντοπίστηκαν στο Google Scholar συμπληρωματικά άρθρα για την πληρότητα της έρευνας.

Τέλος, για την αναζήτηση καλών πρακτικών σε μεγάλες και διεθνώς σημαντικές εθνικές ή ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες συμπεριλήφθηκαν οι ιστοσελίδες προσβασιμότητας βιβλιοθηκών μέσω της Αμερικανικής Ένωσης Βιβλιοθηκονόμων (American Library Association, ALA, 2023) ή απευθείας από τους ιστότοπους Ακαδημαϊκών και Δημόσιων Οργανισμών.

3.2.2 Στρατηγική Αναζήτησης

Η αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων καθώς και στις υπόλοιπες διαδικτυακές πύλες πραγματοποιήθηκε μεταξύ 05 Οκτωβρίου 2022 και 30 Οκτωβρίου 2022. Οι όροι που χρησιμοποιήθηκαν κατά την αναζήτηση ήταν, σε συνδυασμούς, οι εξής:

Για τα δύο πρώτα ερευνητικά ερωτήματα α) Εμπόδια στην Προσβασιμότητα και τη Συμπερίληψη Ατόμων με ΑΟ σε χώρους πολιτισμού και β) ΥΤ και άτομα με ΑΟ:

- “assistive technologies” or “assistive devices”
- “navigation”
- “obstacle detection” and/or “object recognition”
- “artificial intelligence”, “deep learning” or “computer vision”
- “blind” and/or “visually impaired people”
- “libraries and visual impaired persons”,
- “IoT and disability”

Για το τρίτο ερευνητικό ερώτημα που αφορά στο σχεδιασμό έξυπνων βιβλιοθηκών με τις αναδυόμενες τεχνολογίες, χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά οι παρακάτω όροι:

- “IoT and smart environments”
- “Accessibility and libraries”
- “IoT and smart libraries”
- “AI and Public libraries”
- “Innovation and Smart Libraries”
- “Robotics and smart libraries”
- “Autonomous Libraries”

3.2.3 Κριτήρια Συμπερίληψης και Αποκλεισμού

Η τελική επιλογή των άρθρων έγινε βάσει των παρακάτω κριτηρίων:

- Κριτήρια Συμπερίληψης (Inclusion Criteria):
 - I. Προσεγγίσεις για μελέτες περίπτωσης που έχουν αξιολογηθεί.
 - II. Δημοσιεύσεις που απαντούν σε ένα ερευνητικό ερώτημα μεμονωμένα.
 - III. Εργασίες που συνδυάζουν δύο ερευνητικά ερωτήματα.
 - IV. Εργασίες που στις περιλήψεις του συμπεριλαμβάνονται όροι συναφείς με τους όρους αναζήτησης.
 - V. Άρθρα που δίνουν οδηγίες ως προς τη μεθοδολογία έρευνας.

- Κριτήρια Αποκλεισμού (Exclusion Criteria):
 - I. Άρθρα που έχουν δημοσιευθεί πριν το 2017, ώστε να παρέχονται μόνο οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις στις μεθόδους του ΔτΠ και της ΤΝ .
 - II. Άρθρα που δεν είναι γραμμένα σε αγγλική γλώσσα.
 - III. Εργασίες που αναφέρονται στην αξιοποίηση αναδυόμενων τεχνολογιών για την υποστήριξη ατόμων με ΑΟ, αλλά δεν έχουν πεδίο εφαρμογής σε χώρους πολιτισμού.
 - IV. Άρθρα που αναφέρονται στην προσβασιμότητα σε ψηφιακές βιβλιοθήκες και υπηρεσίες ιστού και όχι στην προσβασιμότητα και συμπερίληψη στο φυσικό χώρο μίας βιβλιοθήκης.
 - V. Άρθρα που αξιοποιούν τις τεχνολογίες του ΔτΠ και της ΤΝ στο σχεδιασμό έξυπνων χώρων πολιτισμού, αλλά δεν προσφέρουν λύσεις στα εμπόδια προσβασιμότητας και συμπερίληψης ατόμων με ΑΟ.
 - VI. Δημοσιεύσεις που στον τίτλο ή στην περίληψη περιλαμβάνουν ιατρική ή φαρμακευτική ορολογία.
 - VII. Δημοσιεύσεις που στον τίτλο ή στην περίληψη περιλαμβάνουν όρους που σχετίζονται με κώδικες λογισμικού ή ανάπτυξη της αρχιτεκτονικής πληροφοριακών συστημάτων.

3.2.4 Αποτελέσματα

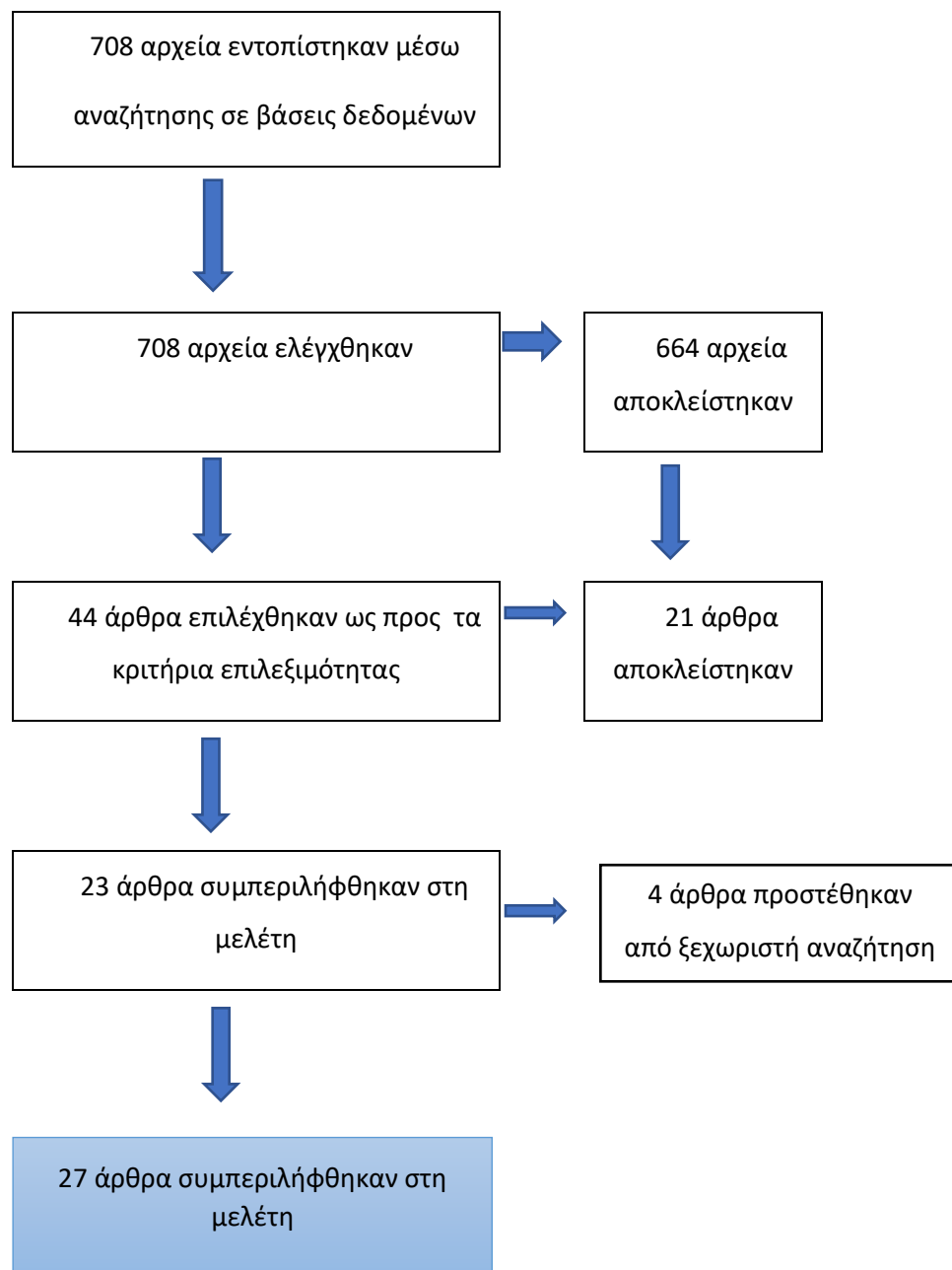
Η τελική εξαγωγή των αποτελεσμάτων έγινε βάσει της μεθοδολογίας PRISMA (Mathew, et al., 2021), και χωρίστηκε σε δύο ενότητες σύμφωνα με το εννοιολογικό περιεχόμενό τους.

2.3.4.1 : Ερευνητικό Ερώτημα ένα (1) & Ερευνητικό Ερώτημα δύο (2)

Συνολικά, τα 708 άρθρα που εντοπίστηκαν φιλτράρονταν αρχικά με την ανάγνωση του τίτλου και στη συνέχεια της περίληψής τους, για να εκτιμηθεί η αντιστοιχία τους με τα επιλεγμένα θέματα, αποκλείοντας έτσι ως ακατάλληλα τα 664. Από όσες μελέτες πραγματοποιήθηκαν από την ίδια ομάδα συγγραφέων, με κάθε μελέτη να αναφέρει βελτιώσεις ως προς την αρχιτεκτονική ή τη διεπαφή του συστήματος, επιλέχθηκαν οι πιο πρόσφατες. Μερικά ακόμη άρθρα (21) αφαιρέθηκαν μετά από γρήγορη ανάγνωση, κυρίως λόγω του ότι ήταν τεχνολογικά μη συναφή όσον αφορά στο θέμα της παρούσας έρευνας.

Πολλά άρθρα αναφέρονταν σε τεχνολογίες ιατρικής αποκατάστασης της όρασης, όπως η αντικατάσταση της όρασης με τη χρήση βιονικών συμπληρωματικών συστημάτων, για αυτόν το λόγο η αρχική αναζήτηση, απέφερε τόσο μεγάλο αριθμό αποτελεσμάτων. Τέλος, συμπεριλήφθηκαν τέσσερα ακόμα άρθρα, που εντοπίστηκαν σε ξεχωριστή αναζήτηση, καθώς δεν βρέθηκε βιβλιογραφία που να αφορά στις θέσεις των ατόμων με ΑΟ για τα προβλήματα προσβασιμότητας που συναντούν σε χώρους πολιτισμού. Για το λόγο αυτό, τα 4 επιπλέον άρθρα που συμπεριλήφθηκαν στην εργασία είναι δημοσιευμένα τα έτη 2014 και 2015.

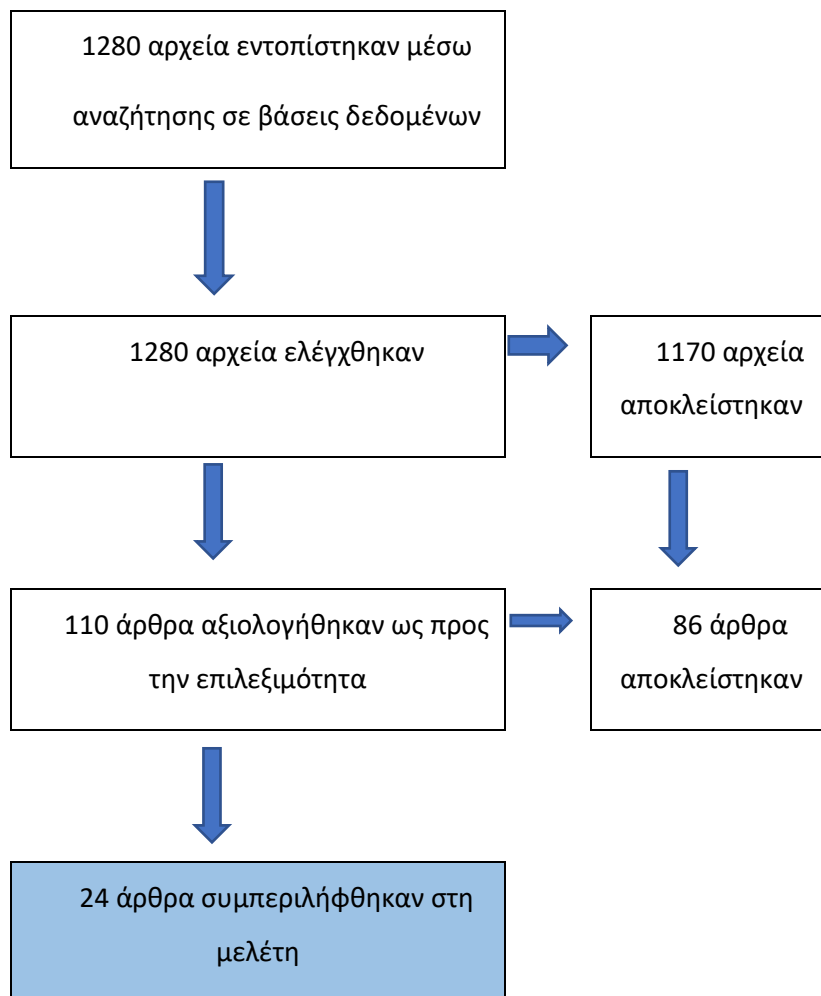
Πίνακας 1: Διάγραμμα PRISMA για RQ1 & RQ2



2.3.4.2: Ερευνητικό Ερώτημα τρία (3)

Η αρχική αναζήτηση κατέληξε σε 1280 αναφορές. Μετά από αφαίρεση διπλότυπων εγγραφών και άρθρα χωρίς επιστημονικό ή άσχετο περιεχόμενο, και μετά από εξέταση σε επίπεδο τίτλου και περιλήψεων, απέμειναν να αξιολογηθούν ως προς την καταλληλότητά τους 110 άρθρα. Ένα δύσκολο κομμάτι στην αξιολόγηση των άρθρων, στο οποίο οφείλεται και ο μεγάλος αριθμός των αποτελεσμάτων, ήταν ότι πολλές μελέτες δεν αναφέρονταν σε βιβλιοθήκες συλλογής έντυπου και ψηφιακού υλικού, αλλά σε βιβλιοθήκες λογισμικού, δηλαδή συλλογές δεδομένων και κώδικες προγραμματισμού που κατασκευάζονται για την ανάπτυξη προγραμμάτων και εφαρμογών. Άρθρα που δεν αποτελούσαν επιστημονικές εργασίες, άρθρα συζητήσεων και άρθρα που δεν εξυπηρετούσαν το σκοπό της εργασίας, δηλαδή τη συσχέτιση με την προσβασιμότητα και συμπερίληψη ατόμων με ΑΟ, εξαιρέθηκαν, αφήνοντας για ανάλυση 24 άρθρα.

Πίνακας 2: Διάγραμμα PRISMA για RQ3



4. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Σχετικών Εργασιών

Η συγκριτική ανάλυση μιας ποικιλίας αναφορών που προέκυψαν από την ερευνητική διαδικασία, μελετά τις υπάρχουσες προσεγγίσεις και αναδεικνύει τα κενά που υπάρχουν στο πεδίο της αξιοποίησης του ΔτΠ και των εφαρμογών της ΤΝ για την προσβασιμότητα των ατόμων με ΑΟ σε έξυπνες βιβλιοθήκες.

Η ταξινόμηση των αναφορών και η ανάλυση γίνεται βάσει των ερευνητικών ερωτημάτων που θέτει η παρούσα εργασία.

4.1 Εμπόδια και υπηρεσίες για τα άτομα με ΑΟ στο φυσικό χώρο των

βιβλιοθηκών (RQ1)

4.1.1 Διευκολύνσεις και Φραγμοί

Τα άτομα με ΑΟ έχουν δείξει ενδιαφέρον να επισκέπτονται χώρους πολιτισμού. Ωστόσο, η ικανότητά τους να απολαμβάνουν μία πολιτιστική εμπειρία εξαρτάται ακόμα από τη βοήθεια που λαμβάνουν από κάποιο οικείο πρόσωπο ή το προσωπικό του εκάστοτε φορέα (Asakawa, Guerreiro, Ahmetovic, Kitani, & Asakawa, 2018). Στην παρούσα εργασία συγκεντρώθηκαν ποιοτικές έρευνες και βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις που [αναδεικνύουν τα εμπόδια](#) που συναντούν τα άτομα με ΑΟ και τις υπηρεσίες που προφέρονται από φορείς πολιτισμού, ώστε να έχουν πρόσβαση στο πολιτιστικό αγαθό.

Αν και στην βιβλιογραφία έχουν γίνει προσπάθειες για τον εντοπισμό των εμποδίων, μέσα από τις εμπειρίες των επισκεπτών για τα μουσεία και τις πινακοθήκες, δεν υπάρχει το ίδιο ενδιαφέρον για τους χώρους των βιβλιοθηκών, παρόλο που αποτελούν και αυτές σημαντικές κοιτίδες πολιτισμού και κοινωνικής συναναστροφής. Ως εκ τούτου, η παρούσα μελέτη αντλεί πληροφορίες από άλλους πολιτιστικούς φορείς, οι οποίες έχουν τον ίδιο αντίκτυπο και στις επισκέψεις των ατόμων με ΑΟ σε βιβλιοθήκες. Παράμετροι που δεν αφορούν στους σκοπούς της παρούσας μελέτης, δεν αναφέρονται στην παρακάτω ανάλυση.

Οι (Argyropoulos & Kanari, 2015) μελετώντας την εξέλιξη της προσβασιμότητας σε μουσεία κατά τον 21^ο αιώνα πραγματοποίησαν μία ποιοτική έρευνα και συγκέντρωσαν τις απόψεις ατόμων με ΑΟ από την εμπειρία τους σε ελληνικά μουσεία. Στην έρευνα συμμετείχαν τριάντα (30) εθελοντές από διάφορες γεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας. Το 40% (12 άτομα) των συμμετεχόντων ζούσαν σε περιοχές με πληθυσμό μικρότερο από 400.000 και όλοι ήταν μέλη συλλόγων τυφλών. Οι δεκατρείς (13) από το σύνολο των

συμμετεχόντων είχαν μερική απώλεια όρασης, ενώ οι δεκαεπτά (17) ολική απώλεια όρασης. Το 26,7% (6 άτομα) από αυτούς είχαν χάσει πρόωρα την όρασή τους και ανήκουν στην ομάδα των εκ γενετής τυφλών ατόμων. Τέλος, οι δεκαεπτά (17) ήταν γυναίκες και οι δεκατρείς (13) άντρες. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με ημιδομημένες συνεντεύξεις πρόσωπο με πρόσωπο και οι ερωτήσεις ήταν ανοικτού τύπου, ώστε να ληφθούν πληροφορίες σε βάθος (Argyropoulos & Kanari, 2015). Ύστερα, από ποιοτική ανάλυση των δεδομένων προέκυψαν τα εξής:

Παρόλο που οι περισσότεροι συμμετέχοντες δεν είχαν πλούσια μουσειακή εμπειρία, θεωρούν τους χώρους πολιτισμού ως περιβάλλοντα μέσα στα οποία πραγματοποιούνται αλληλεπιδράσεις ενισχύοντας την επικοινωνία των ανθρώπων και τη γόνιμη περιέργεια. Οι παράγοντες που διευκολύνουν τη συμμετοχή τους σε αυτή τη μοναδική εμπειρία, όπως την χαρακτηρίζουν, αφορούν α. στους ανθρώπους που τους συνοδεύουν και τους βοηθούν, τόσο στην κινητικότητα και τον προσανατολισμό, όσο και στις πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο και τις υπηρεσίες του φορέα και β. στους ηχητικούς οδηγούς που δίνουν πληροφορίες και λειτουργούν υποστηρικτικά στον προσανατολισμό και την κινητικότητα. Ο τελευταίος παράγοντας, ενώ προσφέρεται περιστασιακά σε κάποια μουσεία, δεν εντοπίστηκε βιβλιογραφικά στους χώρους των βιβλιοθηκών.

- *«Όταν υπάρχει μια περιήγηση σε μουσείο, τότε δεν μπορείς να χαθείς. Υπάρχει πάντα ένα σημείο αναφοράς»* (Argyropoulos & Kanari, 2015).
- *«Ένας ακουστικός οδηγός σίγουρα βοηθάει. Είναι σαν να έχεις μια παρέα σε όλη τη διάρκεια της ξενάγησης»* (Argyropoulos & Kanari, 2015).

Ένας παράγοντας που φαίνεται να δημιουργεί εμπόδια στην κινητικότητα και στον προσανατολισμό ατόμων με ΑΟ είναι η αρχιτεκτονική του χώρου, η τοποθέτηση του περιεχομένου και η εσωτερική διακόσμηση.

- *«Πιστεύω ότι στα περισσότερα μουσεία είναι αδύνατο να προσανατολιστείς. Δεν υπάρχουν σημεία αναφοράς για εμάς»* (Argyropoulos & Kanari, 2015).
- *«Παρά το γεγονός ότι αγαπώ τα μουσειακά τεχνουργήματα, έχω χάσει ευκαιρίες να επισκέπτομαι εξαιρετικές εκθέσεις, επειδή οι χώροι των μουσείων ήταν απρόσιτοι για εμάς»* (Argyropoulos & Kanari, 2015).

Επιπλέον, τα φυσικά στοιχεία του περιβάλλοντος, για τα οποία συνήθως δεν υπάρχει πρόβλεψη στον σχεδιασμό, αποτελούν συχνά εμπόδιο στην άνεση της εμπειρίας των επισκεπτών με ΑΟ. Συγκεκριμένα, η ένταση του φωτός και οι αντανάκλασεις καθώς και τα

επίπεδα θορύβου δυσκολεύουν τα άτομα με ΑΟ κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στο χώρο.

«Υπήρχαν πολλοί επισκέπτες και λόγω του θορύβου έχανα πολύ εύκολα τον προσανατολισμό μου. Στο τέλος κατέληξα με μεγάλο πονοκέφαλο...» (Argyropoulos & Kanari, 2015).

Όσον αφορά στην πρόσβαση και στην αλληλεπίδραση με το περιεχόμενο σημαντικό εμπόδιο αποτελεί η έλλειψη αυτονομίας και δυνατότητας ανεξάρτητης επίσκεψης. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα δηλώνουν, ότι συχνά δεν προσεγγίζουν το περιεχόμενο σύμφωνα με τις δικές τους ανάγκες, αλλά σύμφωνα με τα ενδιαφέροντα του προσώπου που τα συνοδεύει. Χαρακτηριστικά, την αποκαλούν ως «εμπειρία από δεύτερο χέρι», η οποία στο τέλος προκαλεί αρνητικά συναισθήματα και απογοήτευση.

«Χρειάζομαι κάποιον να μου εξηγήσει τι είναι μπροστά μου και ακόμα αυτό δεν είναι αρκετό» (Argyropoulos & Kanari, 2015).

Ενώ, όσον αφορά στη βοήθεια του προσωπικού δηλώνουν, ότι αυτή εξαρτάται από το πρόσωπο και δεν διακινδυνεύουν να δεχτούν οίκτο, απόρριψη ή αμηχανία, οπότε προτιμούν να μην επισκέπτονται αυτούς τους χώρους, παρόλες τις θετικές εμπειρίες που μπορεί να έχουν ζήσει από αυτήν την επικοινωνία (Asakawa, Guerreiro, Ahmetovic, Kitani, & Asakawa, 2018).

- *«Δεν ζητάω βοήθεια, γιατί δεν θέλω οι βοηθοί να με λυπούνται. Είχα αυτή την εμπειρία στο παρελθόν και ξέρω πώς λειτουργεί σε μένα»* (Argyropoulos & Kanari, 2015).
- *«Μου φαίνεται, ότι το προσωπικό του μουσείου αισθάνεται συχνά αμήχανα, γιατί δεν έχει ιδέα για την αναπηρία»* (Argyropoulos & Kanari, 2015).
- *«Συνήθως, έχω δύο αντίθετες εμπειρίες σχετικά με τη συμπεριφορά του προσωπικού του μουσείου. Έχω συναντήσει βοηθούς που έδειξαν συμπόνια και προθυμία να εξυπηρετήσουν έναν τυφλό που παραβλέπει τους μουσειακούς περιορισμούς και από την άλλη υπάρχουν και βοηθοί μουσείων που διστάζουν να αναλάβουν πρωτοβουλία και προτιμούν να εφαρμόσουν όλες τις απαγορεύσεις λόγω της μουσειακής πολιτικής»* (Argyropoulos & Kanari, 2015).

Αν και τα άτομα με ΑΟ έχουν γενικά θετική διάθεση για τους χώρους πολιτισμού, οι παραπάνω παράγοντες λειτουργούν αποτρεπτικά σε μία απόφαση επίσκεψης. Επιπλέον, υπήρξαν δηλώσεις που αναφέρονταν σε αίσθημα αποκλεισμού.

Οι δηλώσεις που παρατίθενται, είναι ενδεικτικές των αντιφατικών αυτών συναισθημάτων.

«Ήταν εντυπωσιακό! Σε εκείνο το μουσείο στην Πολωνία το προσωπικό του μουσείου ήταν πρόθυμο ή είχε το δικαίωμα να μας συνοδεύσει και να μας βοηθήσει σε κάθε βήμα. Δεν ένιωθες καθόλου μόνος ή αμήχανα» (Argyropoulos & Kanagi, 2015).

«Είμαστε κάπως απομονωμένοι όσον αφορά αυτό το μέρος των μουσειακών θησαυρών» (Argyropoulos & Kanagi, 2015).

«Δεν έχει νόημα να επισκεφτώ ένα μουσείο, αφού αυτά τα μέρη είναι φτιαγμένα από όραμα για τους βλέποντες. Νιώθω πολύ προσβεβλημένος και δεν θέλω να είμαι μέρος του» (Argyropoulos & Kanagi, 2015).

Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξε και η έρευνα των (Asakawa, Guerreiro, Ahmetovic, Kitani, & Asakawa, 2018) , οι οποίοι κατέγραψαν τις απόψεις και τις προσδοκίες των ατόμων με ΑΟ, σχετικά με την ανεξάρτητη επίσκεψη σε χώρους πολιτισμού, καθώς και τις απαιτήσεις τους για το σχεδιασμό των διεπαφών που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξή τους κατά την διάρκεια της επίσκεψης στο χώρο. Στην έρευνα συμμετείχαν δεκαεννέα (19) εθελοντές με ΑΟ ηλικίας 29-72 ετών. Οι δεκαέξι (16) είχαν ολική απώλεια όρασης και οι τρεις (3) ήταν «νομικώς τυφλοί». Οι δέκα (10) ήταν άντρες και οι εννέα (9) γυναίκες. Τέλος, όλοι οι συμμετέχοντες είχαν εμπειρία από επίσκεψη σε χώρους πολιτισμού. Οι συναντήσεις πραγματοποιήθηκαν πρόσωπο με πρόσωπο και η συλλογή των δεδομένων έγινε με δύο τρόπους: α) με ερωτηματολόγια με κλειστού τύπου ερωτήσεις, για τα οποία χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα Likert και β) με συνέντευξη που περιλάμβανε ανοιχτού τύπου ερωτήσεις για τη βαθύτερη κατανόηση των εμπειριών των συμμετεχόντων από χώρους πολιτισμού και της πρόθεσης να επαναλάβουν μία επίσκεψη σε αυτούς. Σύμφωνα, με τις απόψεις που κατέθεσαν όσα άτομα με ΑΟ συμμετείχαν στην έρευνα οι τρεις βασικές παράμετροι που επηρεάζουν την πρόθεση ενός ατόμου με ΑΟ να επισκεφθεί έναν χώρο πολιτισμού είναι:

- α. Η προηγούμενη εμπειρία
- β. Η προσβασιμότητα
- γ. Οι διεπαφές που παρέχουν οι χώροι πολιτισμού, για την υποστήριξη και επομένως τη βελτίωση της εμπειρίας ενός επισκέπτη με μερική ή ολική απώλεια όρασης.

Αναλυτικότερα:

- α. Τα άτομα με ΑΟ δείχνουν ενδιαφέρον να επισκέπτονται χώρους πολιτισμού, με βασικά κίνητρα την απόκτηση γνώσης, την άμεση μάθηση μέσα από την προσωπική επαφή με το περιεχόμενο, την κοινωνική αλληλεπίδραση και την απόλαυση που προσφέρει η εμπλοκή στο πολιτιστικό αγαθό (Argyropoulos & Kanari, 2015). Ωστόσο, η διάθεση τους να πραγματοποιήσουν μία επίσκεψη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εμπειρία που έχουν αποκομίσει από προηγούμενες επισκέψεις (Handa, Dairoku, & Toriyama, 2010). Υπάρχουν περιπτώσεις που αυτή λειτούργησε αποτρεπτικά, όταν συνάντησαν περιορισμούς στην κινητικότητα μέσα στο χώρο και δεν υπήρχε πρόσβαση στο περιεχόμενο και άλλες που λειτούργησε θετικά ύστερα από κάποια ειδική ξενάγηση ή οργανωμένη δράση.
- β. Ως προς το ζήτημα της προσβασιμότητας οι συμμετέχοντες έθεσαν δύο προβλήματα. Το πρώτο αφορά στην δυνατότητα να οργανώσουν μια επίσκεψη σύμφωνα με τις δικές τους προσδοκίες και επιθυμίες και να κινηθούν ανεξάρτητοι μέσα στο χώρο. Η ανάγκη συνοδού από οικείο πρόσωπο ή από το προσωπικό, προκειμένου να περιηγηθούν στο χώρο, αποτελεί αποτρεπτικό παράγοντα για μία επίσκεψη, με τους ίδιους να δηλώνουν ότι δε θέλουν να αποτελούν βάρος σε μία παρέα από βλέποντες (Argyropoulos & Kanari, 2015). Όσοι επισκέφθηκαν μόνοι έναν χώρο πολιτισμού το έκαναν στα πλαίσια μίας οργανωμένης δράσης για άτομα με ΑΟ. Το δεύτερο πρόβλημα σχετικά με την έννοια της προσβασιμότητας που αναφέρεται στην έρευνα έχει σχέση με την πρόσβαση και αλληλεπίδραση των ατόμων με ΑΟ με το περιεχόμενο του φορέα πολιτισμού. Πρωταρχική ανάγκη τους είναι η χρησιμοποίηση της αίσθησης αφής για άμεση επαφή με το υλικό και καλύτερη κατανόηση, που είναι και η βασικότερη αίσθηση που υποκαθιστά την όρασή τους (Argyropoulos & Kanari, 2015), (Handa, Dairoku, & Toriyama, 2010). Η συγκεκριμένη απαίτηση αν και δεν φαίνεται εκ πρώτης όψεως να σχετίζεται με μία βιβλιοθήκη, αφού δεν υπάρχουν εκθέματα, εντούτοις παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει για την πλήρη αντικατάσταση των φυσικών από τις ψηφιακές βιβλιοθήκες, η απτική επαφή με το έντυπο υλικό δείχνει ότι υπηρετεί διαφορετικές ανάγκες των αναγνωστών, που επηρεάζουν θετικά τη συγκέντρωση, τη βαθύτερη μελέτη και την απόλαυση (Wilders, 2017), (Sullivan, 2017), (Donovan, 2019), (Baron, 2015) (Montgomery, 2014), (Indergaard, 2012), (Rizzo, 2002). Παράλληλα, όμως, με την απτική ανάδραση γίνεται λόγος και για την ανάγκη ηχητικής περιγραφής (Argyropoulos & Kanari, 2015). Ακόμα και στις περιπτώσεις που

προσφέρεται ηχητικός οδηγός, αυτός δεν έχει σχεδιαστεί, ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες των ατόμων με ΑΟ. Τα περισσότερα συστήματα λειτουργούν, όταν ο επισκέπτης βρίσκεται ήδη μπροστά στο αντικείμενο και ενεργοποιεί με κάποιον κωδικό την ακουστική περιγραφή. Η αδυναμία να εντοπίσει κανείς πού βρίσκεται το προσβάσιμο περιεχόμενο και στη συνέχεια να το προσεγγίσει, αποτελεί σοβαρό εμπόδιο (Handa, Dairoku, & Toriyama, 2010).

- γ. Ως προς τη διεπαφή για την αλληλεπίδρασή τους με το περιεχόμενο αλλά και με τα πρόσωπα που βρίσκονται γύρω, σημειώνεται η ανάγκη για ένα σύστημα πλοήγησης για εσωτερικούς χώρους, που να υποστηρίζει άτομα με μερική ή ολική απώλεια όρασης και ένας ακουστικός οδηγός, αντί του φυσικού προσώπου, ώστε τα άτομα με ΑΟ να προσαρμόζουν την επίσκεψή τους στο προσωπικό προφίλ τους (Handa, Dairoku, & Toriyama, 2010), (Poria, Reichel, & Brandt, 2009), (Rector, Salmon, Thornton, Joshi, & Morris, 2017).

Η πλειοψηφία των ατόμων με ΑΟ θέλει να έχει τον έλεγχο της επίσκεψης (Anagnostakis, και συν., 2016), (Antoniou, και συν., 2019), (Argyropoulos & Kanari, 2015), (Handa, Dairoku, & Toriyama, 2010), (MLA, 2004), (Poria, Reichel, & Brandt, 2009), (Rector, Salmon, Thornton, Joshi, & Morris, 2017), (Κουλούσης & Πράνταλος, 2015), (Μελιώνης & Σαμψών, 2018). Μία εφαρμογή που συνδυάζει, συγχρόνως, υποβοήθηση στην πλοήγηση και λεπτομερή ακουστική ανάδραση και πληροφόρηση θα αποτελούσε ισχυρό κίνητρο για μία ανεξάρτητη επίσκεψη σε έναν χώρο πολιτισμού και θα επηρέαζε θετικά την πρόθεσή των ατόμων με ΑΟ να επισκεφθούν έναν πολιτιστικό φορέα με μία παρέα από βλέποντα άτομα.

Σε μία διαφορετική βάση οι (Conradie, Goedelaan, Mioch, & Saldien, 2014) εξετάζουν τα προβλήματα που διατυπώνουν τα άτομα με ΑΟ από τη χρήση υποστηρικτικής τεχνολογίας και συστημάτων υποβοήθησης που ήδη προσφέρονται για ανεξάρτητη πλοήγηση. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Βέλγιο και οι συμμετέχοντες βρέθηκαν μέσω συλλόγων τυφλών. Όλοι οι εθελοντές είχαν ολική απώλεια όρασης εκ γενετής και ηλικιακά συμμετείχαν άτομα από 33-78 ετών. Η έρευνα διεξήχθη με τρεις τρόπους: α) με έξι (6) τηλεφωνικές συνεντεύξεις διάρκειας τριάντα δύο (32) έως εκατόν τεσσάρων (104) λεπτών, β) με τέσσερις (4) συνεντεύξεις πρόσωπο με πρόσωπο στο σπίτι των συμμετεχόντων, με διάρκεια εξήντα (60) λεπτά, και γ) δύο (2) ομαδικές συνεντεύξεις διάρκειας εκατόν είκοσι (120) λεπτών. Στην πρώτη ομαδική συμμετείχαν εννέα (9) άτομα και στη δεύτερη δώδεκα (12) άτομα. Όλες οι συνεντεύξεις καταγράφηκαν λόγω του μεγάλου όγκου των δεδομένων. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του σχεδιασμού με βάση το ανθρωποκεντρικό μοντέλο σχεδίασης (user centered design) και

αποτελεί τη φάση της «Ανάλυσης Απαιτήσεων Χρηστών» (Konstantakis, Aliprantis, Michalakakis, & Caridakis, 2018). Σύμφωνα με τις απαντήσεις των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα, τα προβλήματα κατά την επίσκεψή τους σε έναν χώρο πολιτισμού κατηγοριοποιήθηκαν σε τρία πεδία: α) στο πλαίσιο χρήσης, β) στην εμπιστοσύνη στο σύστημα, και γ) στη διεπαφή. Αναλυτικότερα, σχετικά με το πρώτο πεδίο, οι χρήστες με ΑΟ διατυπώνουν ως βασική ανάγκη τους και έλλειψη των περισσότερων συστημάτων, την αντίληψη του γύρω περιβάλλοντος και τη γνώση της θέσης τους σε σχέση με αυτό. Για παράδειγμα, η νοητική χαρτογράφηση ενός εσωτερικού χώρου ή η επίγνωση για το μέγεθος μιας ουράς αναμονής είναι πολύ σημαντικά. Όσον αφορά στην εμπιστοσύνη των ατόμων με ΑΟ σε υποστηρικτικά συστήματα πλοήγησης δηλώνουν, ότι συχνά τα συστήματα αυτά είναι πολύπλοκα στη λειτουργία τους, χρειάζονται πολύωρη εκπαίδευση για τη σίγουρη κατανόηση και δε διακινδυνεύουν να έχουν ξεχάσει κάποια παράμετρο λειτουργίας σε κρίσιμες καταστάσεις. Επιπλέον, τα περισσότερα από αυτά σχεδιάζονται για φορετές συσκευές, χρειάζονται συνεχή ενέργεια για να λειτουργήσουν και παρουσιάζουν προβλήματα στη διάρκεια της μπαταρίας, γεγονός που δημιουργεί ανασφάλεια. Τέλος, οι πληροφορίες για πιθανά εμπόδια είναι πάρα πολλές, ενώ στην πραγματικότητα ένα άτομο με ΑΟ, χρειάζεται να ειδοποιείται μόνο για τα μη αναμενόμενα. Τέλος, και από αυτήν την έρευνα διαπιστώνεται, ότι τα άτομα με ΑΟ αισθάνονται δυσαρέσκεια από τις διεπαφές που επιλέγονται. Συγκεκριμένα, αναφέρουν ότι πολλές φορές πρέπει να τις κρατούν στο χέρι και αν παράλληλα κρατούν το λευκό μπαστούνι ή το λουρί του σκύλου οδηγού, έχουν και τα δύο χέρια πιασμένα. Όταν οι συσκευές είναι φορετές στα ρούχα, πολλές φορές δεν προσαρμόζονται στην καλοκαιρινή ενδυμασία. Για τις φορετές συσκευές στο κεφάλι που είναι σταθερές κι έχουν καλά αποτελέσματα, τα άτομα με ΑΟ δείχνουν δυσφορία λόγω του βάρους τους και αμηχανία κατά τη χρήση, γιατί τραβούν την προσοχή, εξαιτίας του όγκου. Τα έξυπνα γυαλιά θα μπορούσαν να λύσουν αυτά τα προβλήματα, καθώς έχουν μικρό μέγεθος και είναι πιο διακριτικά στο σχεδιασμό. Το τελευταίο πρόβλημα που αναφέρεται σε αυτήν την έρευνα είναι τα ακουστικά που χρησιμοποιούνται για την ακουστική καθοδήγηση. Όταν οι χρήστες με ΑΟ φορούν ακουστικά και στα δύο αυτιά αποκόπτονται από τους ήχους του περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα να νιώθουν ανασφάλεια, ενώ όταν βάζουν μόνο το ένα ακουστικό για να αποφύγουν αυτήν τη δυσκολία, αντιμετωπίζουν προβλήματα επικοινωνίας με το σύστημα, γιατί οι οδηγίες επικαλύπτονται από τους θορύβους του περιβάλλοντος. Στα ίδια συμπεράσματα, σχετικά με τις διεπαφές, καταλήγει και η έρευνα των (Suresh, Arora, Laha, Gaba, & Bhambri, 2017), που προτείνει ένα υποστηρικτικό

σύστημα με ηχητικές και απτικές ειδοποιήσεις συγχρόνως και την χρήση ενός διακριτικού ζευγαριού έξυπνων γυαλιών. Η έρευνα που διεξήχθη από το Πανεπιστήμιο Πειραιώς (Theodorou & Meliones, 2020) μεταφέρει το ενδιαφέρον από τις απαιτήσεις για το σχεδιασμό διεπαφής στο σύνολο των ψυχολογικών χαρακτηριστικών και καθημερινών πρακτικών των ατόμων με ΑΟ, ώστε να συγκεντρώσουν πληροφορίες για τον τρόπο που λειτουργούν τα άτομα με ΑΟ στην καθημερινή τους ζωή και στη συνέχεια οι πληροφορίες αυτές να αξιοποιηθούν στο σχεδιασμό υποστηρικτικών συστημάτων. Η έρευνα αυτή έχει στόχο τη γενίκευση καλών πρακτικών και σε άλλους χώρους έξω από τα μουσεία.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για τον καθορισμό των κατευθύνσεων στην ανάπτυξη βοηθητικών εφαρμογών για τα άτομα με ΑΟ.

4.1.2 Προσβάσιμες Βιβλιοθήκες για άτομα με Αναπηρία Όρασης

Η προσβασιμότητα του μουσείου για τα άτομα με ΑΟ έχει διερευνηθεί σε διάφορες μελέτες. Ωστόσο, η προσβασιμότητα σε βιβλιοθήκες, που αποτελούν και αυτές χώρους πολιτισμού, έχει προσελκύσει λιγότερη προσοχή, παρόλο που οι εμπειρίες από την επίσκεψη στο φυσικό χώρο μιας βιβλιοθήκης μπορεί να είναι εξίσου σημαντικές.

Στην συνέχεια της εργασίας θα μελετηθεί η υπάρχουσα κατάσταση στις βιβλιοθήκες σε σχέση με την προσβασιμότητα ατόμων με ΑΟ και την πλήρη συμμετοχή τους στην πολιτιστική κοινότητα των βιβλιοθηκών, καθώς και η δυνατότητα να ανταποκριθούν οι σύγχρονες βιβλιοθήκες στις απαιτήσεις των ατόμων με ΑΟ αξιοποιώντας τα εργαλεία που προσφέρουν οι αναδυόμενες τεχνολογίες.

Οι ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες είναι αυτές που κατά κύριο λόγο διαθέτουν υπηρεσίες πρόσβασης για άτομα με αναπηρία. Οι βιβλιοθήκες που αναφέρονται αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα βιβλιοθηκών που έχουν ενσωματώσει στις υπηρεσίες τους υποστήριξη για άτομα με ΑΟ.

4.1.2.1 [Northwestern University Libraries](https://www.library.northwestern.edu/visit/visitor-privileges/disability-services.html)⁶

Όπως, αναγράφεται στην ιστοσελίδα της βιβλιοθήκης: «*Η πολιτική των Πανεπιστημιακών Βιβλιοθηκών Northwestern είναι να κάνουν όλες τις συλλογές και τις υπηρεσίες τους προσβάσιμες σε χρήστες με αναπηρία*». Όσον αφορά στα άτομα με ΑΟ αυτές περιλαμβάνουν:

⁶<https://www.library.northwestern.edu/visit/visitor-privileges/disability-services.html>

- Εξοπλισμό για χρήστες με μειωμένη κινητικότητα και/ή προβλήματα ακοής ή όρασης, συμπεριλαμβανομένου ενός ειδικού κλειστού χώρου προβολής εξοπλισμένο με λεζάντες (βρίσκεται στο Κέντρο πολυμέσων Mitchell), αξιοποίηση του συστήματος Braille και λογισμικό μετατροπής κειμένου σε ομιλία, που βρίσκεται στο Κέντρο Πληροφοριών στον πρώτο όροφο του κεντρικού κτηρίου σε μεμονωμένα καταλύματα.
- Το λογισμικό μετατροπής κειμένου σε ομιλία, μεγέθυνσης οθόνης και ανάγνωσης οθόνης είναι διαθέσιμο στους σταθμούς εργασίας Adaptive Technologies Lab. Μια πλήρης λίστα λογισμικού είναι διαθέσιμη στο «Λογισμικό για άτομα με αναπηρίες».
- Άλλες υπηρεσίες κατόπιν συνεννόησης.
- Η πρόσβαση με ανελκυστήρα από ή προς τα Επίπεδα 2 και Επίπεδο 3 της «Βιβλιοθήκης Deering» είναι διαθέσιμη με τη βοήθεια του προσωπικού.

[4.1.2.2 University of Alberta Library⁷](#)

Η βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου Alberta αποτελεί μία από τις πιο οργανωμένες ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες του Καναδά. Έχει εκπονήσει έρευνα σχετικά με τις απαιτήσεις των σπουδαστών για τον σχεδιασμό της, προκειμένου να παρέχει υπηρεσίες που καλύπτουν τις ανάγκες των αναγνωστών της. Στον ιστότοπό της υπάρχει ειδική ιστοσελίδα που αναφέρεται σε υπηρεσίες προσβασιμότητας, την οποία ορίζει σε δύο ξεχωριστά πεδία (University of Alberta Library, 2022):

- Προσβασιμότητα για τοποθεσίες: Οι υπηρεσίες προσπελασιμότητας σε όλους τους χώρους της αφορούν σε άτομα με κινητικές αναπηρίες και υπάρχει πρόβλεψη για την χρήση αναπηρικού αμαξιδίου. Δεν αναφέρεται πουθενά σύστημα πλοήγησης ή καθοδήγησης διαδρομής για άτομα με ΑΟ.
- Πρόσβαση στις συλλογές: Η πρόσβαση που παρέχει η βιβλιοθήκη αφορά στους ψηφιακούς της καταλόγους και όχι στα φυσικά αντικείμενα (έντυπο υλικό). Οι Βιβλιοθήκες του Πανεπιστημίου της Αλμπέρτα έχουν μια πολιτική συλλογής προτιμώμενων ηλεκτρονικών ειδών και μεγάλο μέρος των πόρων της βιβλιοθήκης, συμπεριλαμβανομένων βιβλίων και περιοδικών, είναι διαθέσιμο μόνο σε διαδικτυακές μορφές. Όλες οι θέσεις της βιβλιοθήκης παρέχουν πρόσβαση στους σταθμούς εργασίας των Windows με εγκατεστημένο το

⁷ <https://www.library.ualberta.ca/services/accessibility-services>

ακόλουθο λογισμικό: ZoomText: λογισμικό μεγέθυνσης οθόνης με μετατροπή κειμένου σε ομιλία, Kurzweil 3000: λογισμικό μετατροπής κειμένου σε ομιλία και JAWS: λογισμικό μετατροπής κειμένου σε ομιλία. Επιπλέον, παρέχουν πρόσβαση στο National Network for Equitable Library Service⁸, μια διαδικτυακή δημόσια βιβλιοθήκη με περισσότερους από 10.000 ψηφιακούς τίτλους για άτομα με αναπηρίες.

Για την πρόσβαση σε έντυπο υλικό με προσαρμοστικές τεχνολογίες ανάγνωσης χρησιμοποιεί σύστημα δανεισμού από το CELA⁹, που είναι το Εθνικό Κέντρο Προσβασιμότητας για τις βιβλιοθήκες του Καναδά, κατόπιν αιτήματος του εντυποανάπηρου αναγνώστη (CELA, Centre for Equitable Library Access, 2022). Το κέντρο παρέχει ειδικές υπηρεσίες για τα άτομα με ΑΟ. Πληροφορίες διατίθενται σε ξεχωριστή ιστοσελίδα. Οι υπηρεσίες του CELA προσφέρονται σε Δημόσιες και Ακαδημαϊκές Βιβλιοθήκες του Καναδά, οι οποίες έχουν λογαριασμό στον ιστότοπο.

Συγκεκριμένα, το υλικό με προσαρμοστικές τεχνολογίες ανάγνωσης περιλαμβάνει:

- I. Βιβλία και Περιοδικά σε γραφή Braille
- II. Βιβλία και Περιοδικά σε CD
- III. Κείμενα σε σύστημα DAISY: DDREADER (Dorina Daisy Reader) είναι ένας ψηφιακός αναγνώστης βιβλίων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάγνωση ψηφιακού περιεχομένου σε πλατφόρμες Windows και Android.

Ωστόσο, η διαδικασία που απαιτείται μέχρι να αποκτήσει πρόσβαση ένα άτομο με ΑΟ είναι αρκετά σύνθετη και χρονοβόρα, αφού οι αναγνώστες δεν έχουν άμεση πρόσβαση στο υλικό αυτό. Γίνεται αίτημα στη βιβλιοθήκη στην οποία είναι εγγεγραμμένοι, στη συνέχεια η βιβλιοθήκη κάνει αίτημα δανεισμού στο CELA, το υλικό αποστέλλεται μέσω ταχυδρομείου στη βιβλιοθήκη από όπου το παραλαμβάνει ο αναγνώστης. Το φυσικό υλικό αποστέλλεται απευθείας στον εντυποανάπηρο αναγνώστη, μέσα από προσωπικό λογαριασμό, μόνο κατ' οίκον, στερώντας από τα άτομα με προβλήματα όρασης την εμπειρία της βιβλιοθήκης (την

⁸ <https://nnels.ca/>

⁹ <https://celalibrary.ca/public-libraries>

απτική επαφή με το βιβλίο, τη μυρωδιά του, τις ομιλίες των ανθρώπων, την επικοινωνία και κοινωνική αλληλεπίδραση).

4.1.2.3 Library of Congress¹⁰

«Η Βιβλιοθήκη του Κογκρέσου έχει δεσμευτεί να είναι ηγέτης και πρότυπο προσβασιμότητας. Προσπαθούμε να κάνουμε κάθε επισκέπτη να αισθάνεται άνετα, διασφαλίζοντας ότι η επίσκεψή σας είναι όσο το δυνατόν πιο εύκολη και χωρίς εμπόδια. Εδώ στη Βιβλιοθήκη, αναγνωρίζουμε και εκτιμούμε τη διαφορετικότητα του ευρύτερου κοινού» (Library of Congress, 2022). Στην ιστοσελίδα της βιβλιοθήκης για την προσβασιμότητα υπάρχουν επιμέρους ιστοσελίδες που αφορούν στις υπηρεσίες της βιβλιοθήκης για άτομα με ΑΟ. Συγκεκριμένα:

- NLS (National Library Services): Η βιβλιοθήκη του Κογκρέσου συνεργάζεται με την NLS για τα άτομα με ΑΟ, παρέχοντας δωρεάν υπηρεσία βιβλιοθήκης Braille και ομιλούντων βιβλίων.
- Προσβάσιμη απτική περιήγηση: Μία προσβάσιμη απτική περιήγηση στους ιστορικούς χώρους της βιβλιοθήκης έχει σχεδιαστεί για άτομα με ΑΟ. Η δράση αυτή δίνει τη δυνατότητα στα άτομα με ΑΟ να αγγίζουν γλυπτά και επιγραφές σε μία ξενάγηση σχεδιασμένη να γίνεται με τη συνοδεία κάποιου οικείου προσώπου ή του προσωπικού καθώς και τη χρήση του παραδοσιακού μπαστουιού για τη μετακίνηση.
- Προσβασιμότητα Ιστοσελίδας: Ο ιστότοπος ακολουθεί τις οδηγίες σχεδίασης προσβασιμότητας του W3C, προκειμένου να κάνει τις ηλεκτρονικές συλλογές και πληροφορίες της διαθέσιμες στα άτομα με ΑΟ.
- Υποστηρικτική Τεχνολογία: Η βοηθητική τεχνολογία αφορά σε συστήματα ανάγνωσης για εντυποανάπηρους αναγνώστες, δηλαδή, ενσωματωμένα βασικά πακέτα προσβασιμότητας (βασική έξοδος φωνής, βασική μεγέθυνση οθόνης), λογισμικό μεγέθυνσης οθόνης ZoomText για άτομα με προβλήματα όρασης, σύστημα μεγέθυνσης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης που παρέχει βελτιωμένη οπτική πρόσβαση σε έντυπο υλικό από τις συλλογές της βιβλιοθήκης, καθώς και μηχανήματα ανάγνωσης που χρησιμοποιούν οπτική αναγνώριση χαρακτήρων (OCR) για τη μετάφραση του τυπωμένου κειμένου σε ηχητική ομιλία. Το προσβάσιμο υλικό περιλαμβάνει βιβλία, περιοδικά, χειρόγραφα, αντίγραφα σε

¹⁰ <https://www.loc.gov/accessibility/web-site-accessibility/>

χαρτί της υπηρεσίας και σε ηλεκτρονική μορφή. Απαιτείται, όμως, εκ των προτέρων επικοινωνία με το προσωπικό, ώστε να καθοριστεί η αντιστοιχία των ενδιαφερόντων του αναγνώστη με ΑΟ και των υπηρεσιών προσβασιμότητας της βιβλιοθήκης.

- Προσβασιμότητα στην τοποθεσία: Η πρόσβαση στις συλλογές προσφέρεται σε συγκεκριμένους χώρους-αναγνωστήρια για Α.με.Α και για την επίσκεψη σε αυτούς απαιτείται να έχει προηγηθεί γνωριμία με τους χώρους, μέσω ιστότοπου και χρήση των παραδοσιακών τρόπων καθοδήγησης και πλοήγησης (συνοδός/λευκό μαστούνι) κατά τη διάρκεια της επίσκεψης σε αυτούς.

4.1.2.4 Library of University of Cambridge¹¹



Εικόνα 20: Library of University of Cambridge

«Οι Βιβλιοθήκες του Πανεπιστημίου του Κέμπριτζ έχουν δεσμευτεί να παρέχουν ίση πρόσβαση στις υπηρεσίες και τις εγκαταστάσεις μας για όλους τους χρήστες σε όλες τις βιβλιοθήκες. Οι περισσότερες πληροφορίες σε αυτές τις σελίδες σχετίζονται με την Πανεπιστημιακή Βιβλιοθήκη, το κτίριο West Road» (Cambridge University , 2022). Στην ιστοσελίδα της βιβλιοθήκης «Χρήστες βιβλιοθήκης με ειδικές ανάγκες» παρέχεται ο οδηγός για την προσβασιμότητα μελών με αναπηρία, ο οποίος χωρίζεται σε δύο ενότητες:

- 1) Κτήρια και εγκαταστάσεις βιβλιοθήκης: Το κεντρικό κτήριο της βιβλιοθήκης έχει έξι ορόφους, στους οποίους η πρόσβαση γίνεται με σκάλες, χωρίς κάποια ΥΤ για άτομα με ΑΟ ή με έναν ανελκυστήρα που βρίσκεται στην κεντρική είσοδο με πρόνοια για αναπηρικά αμαξίδια, αλλά όχι για αυτόνομη χρήση από άτομα με ΑΟ. Η εξυπηρέτηση γίνεται από το προσωπικό. Κατά την έξοδο ο αναγνώστης με

¹¹ <https://www.lib.cam.ac.uk/using-library/disabled-library-users>

αναπηρία καλεί και πάλι το προσωπικό, για να τον βοηθήσει να οδηγηθεί στην έξοδο του κτηρίου. Ως προς τους χώρους της βιβλιοθήκης η ΥΤ για τα άτομα με ΑΟ βρίσκεται σε ειδική αίθουσα και όχι στα κοινά αναγνωστήρια. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι ενώ η βιβλιοθήκη προσφέρει πρόσβαση σε άτομα με ΑΟ εξακολουθεί να τα αποκλείει από την κοινότητά της.

2) Υπηρεσίες και Περιεχόμενο: Η ακόλουθη ΥΤ για τα άτομα με προβλήματα όρασης είναι διαθέσιμη στην Πανεπιστημιακή Βιβλιοθήκη, στο κτίριο West Road και περιλαμβάνει:

- Επιτραπέζια φωτιστικά ημέρας
- Έναν υπολογιστή με οθόνη 19 ιντσών που παρέχει πρόσβαση στον κατάλογο της Βιβλιοθήκης, στους ηλεκτρονικούς πόρους, στο Διαδίκτυο και στο Microsoft Office
- Σαρωτές
- Ρυθμιζόμενο πληκτρολόγιο
- Ένα ποντίκι TrackBall
- Έναν ηλεκτρονικό μεγεθυντικό φακό οθόνης και βίντεο
- Έναν υπολογιστή με λογισμικό Dolphin Supernova, που προσφέρει δυνατότητες ανάγνωσης και μεγέθυνσης οθόνης και το πακέτο αναγνώρισης φωνής Dragon Naturally Speaking.

Στον οδηγό πρόσβασης (Disabled Library users, 2022) αναφέρεται ότι η βιβλιοθήκη δεν διαθέτει βιβλία σε γραφή Braille, βιβλία με μεγαλογράμματη γραφή ή σε μορφή ήχου. Τέλος, στα πλαίσια της υποστήριξης σπουδαστών με αναπηρία η βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου του Cambridge προσφέρει τη δυνατότητα διαχείρισης του υλικού, δηλαδή αναζήτηση και δανεισμό βιβλίων, από κάποιο οικείο πρόσωπο του άμεσα ενδιαφερόμενου αναγνώστη, «απαλλάσσοντας» το σπουδαστή με αναπηρία από την ταλαιπωρία να διαχειριστεί αυτή τη διαδικασία. Αυτού του είδους η υποστήριξη, όμως, συχνά απογοητεύει τα άτομα με ΑΟ και δημιουργεί αισθήματα ματαίωσης και αποκλεισμού, αντί να λειτουργεί ευεργετικά.

4.2 Υποστηρικτικές Τεχνολογίες για άτομα με Αναπηρία Όρασης (RQ2)

Στην ενότητα αυτή γίνεται μία ανάλυση των άρθρων που μελετούν την αξιοποίηση αναδυόμενων τεχνολογιών για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής ατόμων με ΑΟ. Ειδικότερα, η έρευνα εστιάζει στην ειδική περίπτωση χρήσης αυτών σε χώρους πολιτισμού, εξειδικεύοντας στο πολύπλοκο περιβάλλον των βιβλιοθηκών. Τα υπάρχοντα εργαλεία πλοήγησης έχουν περιορισμένες δυνατότητες και δεν είναι κατάλληλα για την ανίχνευση αντικειμένων και την πλοήγηση ατόμων με ΑΟ σε πολύπλοκα περιβάλλοντα, όπως ο εσωτερικός χώρος μίας βιβλιοθήκης (Joshi, Yadav, Dutta, & Travieso-Gonzalez, 2020), (Πίνο, 2015), (Τσαούσης, 2015). Οι περισσότερες τρέχουσες λύσεις βρίσκονται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο επιλύοντας εν μέρει το πρόβλημα της ανεξάρτητης πλοήγησης σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους (Elmannai & Elleithy, 2017). Σήμερα, οι σχεδιαστικοί αυτοί στόχοι μπορούν να επιτευχθούν με την έλευση της ΤΝ και τις εξελίξεις στην όραση των υπολογιστών (computer vision) και στη μηχανική μάθηση (Yank & Saniie, 2020). Η ταχεία εξέλιξη στις αρχιτεκτονικές δομές των συστημάτων που λειτουργούν με ΤΝ, όπως η χρήση GPUs ή οι κάμερες βάθους RGB-D, έχει δώσει τεράστια ώθηση στην αξιοποίηση των νευρωνικών δικτύων και στην ανάπτυξη συστημάτων που αντιλαμβάνονται τον οπτικό κόσμο, όπως οι άνθρωποι και τον ερμηνεύουν σε ηχητικές ή απτικές ενδείξεις για άτομα με ΑΟ (Iakovidis, Diamantis, Dimas, Ntakolia, & Spyrou, 2019). Σημαντική είναι, επίσης, και η ανάπτυξη της οπτικής οδομετρίας (visual odometry-VO), για την ακριβή εκτίμηση της οπτικής απόστασης των αντικειμένων και συνεπώς την άνετη πλοήγηση σε πολυπληθή περιβάλλοντα, όπως μπορεί να αποδειχθεί ο εσωτερικός χώρος μιας βιβλιοθήκης (Ramesh, Nagananda, Ramasangu, & Deshpande, 2018), (Yang, Duarte, & Ganz, 2018). Οι πληροφορίες εξόδου μεταφέρονται στο χρήστη με ακουστικά, με τη μορφή ήχου και φωνής και απτικά με δόνηση μέσω διεπαφής (Ahmad, Boon, & Goh, 2018), (Chen, Liu, Kojima, Huang, & Arai, 2021), (Son, Krishnagiri, Jeganathan, & Weiland, 2020), (Valvo, και συν., 2021), (Yank & Saniie, 2020).

Σε αυτό το ερευνητικό πλαίσιο, ένα σύστημα αυτόνομης εμπειρίας σε έναν χώρο πολιτισμού για μη βλέποντες ή μερικώς βλέποντες χρήστες μελετάται και αξιολογείται ως προς τις εξής πτυχές:

- Την επιτυχή ανίχνευση εμποδίων.
- Την αναγνώριση αντικειμένων σκηνής για πρόσβαση στο περιεχόμενο, αλλά και αναγνώρισης προσώπων για την αλληλεπίδραση και συμπερίληψη των ατόμων με ΑΟ στην πολιτιστική κοινότητα (Mocanu, Tapu, & Zaharia, 2018).

- Την εκτίμηση των μεγεθών και της οπτικής απόστασης των αντικειμένων για αυτόνομη πλοήγηση.

Στόχος της επιστημονικής κοινότητας είναι να αντικατασταθούν τα υποστηρικτικά συστήματα που βασίζονται σε παραδοσιακές μεθόδους και δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις ακρίβειας της πλοήγησης με τα πόδια, δημιουργώντας σημαντικό περιορισμό σε εσωτερικά κυρίως περιβάλλοντα (Joshi, Yadav, Dutta, & Travieso-Gonzalez, 2020).

Ο δεύτερος άξονας μελέτης και ερευνητικού ενδιαφέροντος αφορά στη διεπαφή χρήστη-μηχανής σε συστήματα υποστηρικτικής πλοήγησης, ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των χρηστών, όπως αυτές αποτυπώνονται στην σύγχρονη βιβλιογραφία (Iakovidis, Diamantis, Dimas, Ntakolia, & Spyrou, 2019), (Poggi & Mattoccia, 2016), (Asakawa, Guerreiro, Ahmetovic, Kitani, & Asakawa, 2018).

Τέλος, μία παράμετρος η οποία αξιολογείται στην παρούσα μελέτη είναι η εμβέλεια ανίχνευσης ενός αντικειμένου, δηλαδή, αν το σύστημα έχει σχεδιαστεί για εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους.

4.2.1 Πλοήγηση και Αναγνώριση Αντικειμένων με Τεχνητή Νοημοσύνη

Πολλοί ερευνητές προσπαθούν να σχεδιάσουν υλοποιήσιμα συστήματα μετατροπής του οπτικού κόσμου σε έναν κόσμο κατανοητό σε άτομα με ΑΟ, προτείνοντας μία ποικιλία ηλεκτρονικών ταξιδιωτικών βοηθημάτων (ETA, Electronic Travel Aids), που μπορούν να προσφέρουν μία άνετη εμπειρία για τα άτομα με ΑΟ σε χώρους πολιτισμού. Χαρακτηριστικά [παραδείγματα τέτοιων συσκευών](#), κάποια από τα οποία κυκλοφορούν και στο εμπόριο (AfterShokz: Ακουστικά Bone Conduction, 2022), (KR-VISION, Τεχνολογία, 2018), είναι τα smartphones, τα έξυπνα μαστούνια, τα οποία επιχειρούν να αντικαταστήσουν το συμβατικό λευκό μαστούνι (Ahmad, Boon, & Goh, 2018), (Van Lam, Fujimoto, & Van Phi, 2019) και τα έξυπνα γυαλιά με ενσωματωμένες κάμερες, αισθητήρες και ακουστικά (Bai, Lian, Liu, Wang, & Liu, 2017), (Son, Krishnagiri, Jeganathan, & Weiland, 2020).

Η παρούσα εργασία έχει συγκεντρώσει έναν σημαντικό αριθμό ερευνών σε αυτό το πεδίο, υπό το πρίσμα της αξιοποίησης των συστημάτων υποβοήθησης ατόμων με ΑΟ, στο σχεδιασμό μιας προσβάσιμης έξυπνης βιβλιοθήκης.

4.2.1.1 Βοηθεί Πλοήγησης με Smartphone

Οι (Jhugroo, Nagowah, & Kataully, 2021) προτείνουν ένα υποστηρικτικό σύστημα για άτομα με ΑΟ, με σκοπό την ανίχνευση εμποδίων σε πραγματικό χρόνο για ασφαλή πλοήγηση

και συγχρόνως την αναγνώριση αντικειμένων για αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Η ανίχνευση αντικειμένων βασίζεται στα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Artificial Neural Networks – ANNs) και στη βαθιά μάθηση. Με τη βοήθεια αισθητήρων απόστασης, χρησιμοποιώντας την κάμερα του smartphone, συλλέγεται μια λίστα με πολύ σχετικά μεταξύ τους αντικείμενα. Η λίστα πρέπει να είναι τόσο λεπτομερής ως προς τις κατηγορίες και ως προς τον αριθμό των αντικειμένων σε καθεμία από αυτές, ώστε να μπορεί να καλύψει τις ανάγκες καθοδήγησης για άτομα με ΑΟ. Το σύνολο δεδομένων προετοιμάζεται χειροκίνητα και χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση του μοντέλου βαθιάς μάθησης. Οι εικόνες επαυξάνονται και σχολιάζονται, επίσης χειροκίνητα, για να επιτευχθεί μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Τέλος, όλες οι πληροφορίες εξόδου μεταφέρονται στον χρήστη με τη μορφή ήχου, φωνής ή δόνησης. Το σύστημα αυτό δοκιμάστηκε σε συνθήκες εργαστηρίου με πραγματικούς χρήστες με μερική ή ολική απώλεια όρασης. Τα αποτελέσματα δείχνουν 95,19% ακρίβεια ανίχνευσης, αλλά 69% για τον εντοπισμό και την αναγνώριση αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο (Πίνακας 3). Αυτό σημαίνει, ότι ο χρήστης μπορεί να διαφοροποιήσει εύκολα τα αντικείμενα και τα εμπόδια που έρχονται μπροστά από την κάμερα, αλλά όχι να αντιληφθεί τη γύρω σκηνή σε πραγματικό χρόνο. Ένα ακόμα μειονέκτημα είναι, ότι τα χειροποίητα δεδομένα εικόνων προκαλούν περιορισμούς σε σχέση με την επεκτασιμότητα του συστήματος σε ποικίλα περιβάλλοντα. Το προτεινόμενο σύστημα λειτουργεί σε εσωτερικά περιβάλλοντα.

Η συσκευή Easy-Access-Sound-View (EASV) είναι μία σημασιολογική μάσκα συνδεδεμένη με συσκευή Android, που χρησιμοποιήθηκε σε μία πιλοτική μελέτη στο πανεπιστήμιο Tuebingen της Γερμανίας (Neugebauer, Rifai, Getzlaff, & Wahl, 2020) τόσο για την ανίχνευση εμποδίων κατά την πλοήγηση σε πολύπλοκα εσωτερικά περιβάλλοντα, όσο και για την αναγνώριση αντικειμένων (Πίνακας 3). Η μάσκα έχει ενσωματωμένη μία κάμερα για την καταγραφή δεδομένων περιβάλλοντος κι έναν δίσκο αποθήκευσης SSD (Solid State Disk). Χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο μηχανικής μάθησης, ο οποίος της επιτρέπει να δίνει σημασιολογικό περιεχόμενο στα δεδομένα που καταγράφει η κάμερα και να μεταφράζει τρισδιάστατες οπτικές πληροφορίες σε ηχητική ανάδραση. Ο αλγόριθμος αισθητηριακής υποκατάστασης της όρασης σε ακουστική πληροφορία χρησιμοποιήθηκε στην ανάπτυξη ενός λογισμικού, το οποίο αξιοποιεί, επίσης, τη μηχανή παιχνιδιών Unity3D και τον εξοπλισμό ανάπτυξης AR ARCore. Το λογισμικό ενσωματώνεται σε συσκευές Android για ευκολία στη χρήση. Το EASV μεταφράζει ένα πραγματικό περιβάλλον με εμπόδια σε ένα όμοιο εικονικό περιβάλλον μέσω του αλγορίθμου και στη συνέχεια μετατρέπει την εικόνα σε ήχο. Η λειτουργία του συστήματος αξιολογήθηκε σε προκατασκευασμένους χάρτες διαδρομών με πραγματικά εμπόδια. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακό

περιβάλλον με εφτά μη βλέποντες συμμετέχοντες. Αν και η ακρίβεια των ακουστικών οδηγιών ως προς το χρόνο επόμενου βήματος και η σωστή ανίχνευση των εμποδίων πήραν θετικό πρόσημο, οι συμμετέχοντες έθεσαν θέματα ευχρηστίας του συστήματος. Καταρχάς, το βάρος και ο όγκος της συσκευής κεφαλής χαρακτηρίστηκαν ως ενοχλητικά. Επίσης, η πλήρης κάλυψη του οπτικού πεδίου εμποδίζει τους μερικώς βλέποντες να αξιοποιήσουν την υπολειπόμενη όραση ([εικόνα 34](#)). Τέλος, η κάλυψη των ήχων του πραγματικού περιβάλλοντος από τις ακουστικές οδηγίες των σημάτων εξόδου απαιτεί τη χρήση αγώγιμων ακουστικών, με τα οποία όλοι οι ήχοι από τον πραγματικό κόσμο μπορούν να γίνουν αντιληπτοί ανεμπόδια.

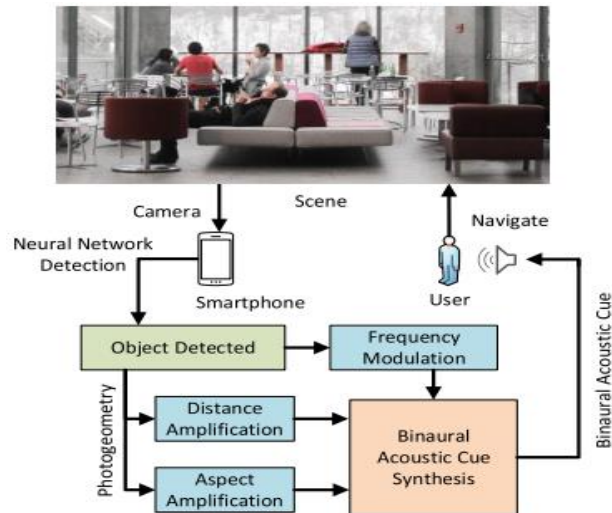
Στο πρόβλημα της διεπαφής απαντούν οι (Valvo, και συν., 2021) με το ARIANNA+, μία ιδιαίτερα καινοτόμα και αποδοτική λύση που βασίζεται σε τεχνολογίες Εντοπισμού Θέσης εσωτερικών χώρων (IPS - Interior Positioning System), χωρίς την ανάγκη ζωγραφικής γραμμής στο πάτωμα ή απτικών οδηγιών δαπέδου για λευκά μπαστούνια. Χρησιμοποιώντας ένα κοινό smartphone ως μέσω διαμεσολάβησης με το περιβάλλον, την υπέρθεση ψηφιακής πληροφορίας πάνω σε πραγματικό περιβάλλον, που προσφέρει η επαυξημένη πραγματικότητα, την υπολογιστική όραση και τη μηχανική μάθηση το ARIANNA+ προχωρά ένα βήμα προς την βελτίωση της φυσικής προσβασιμότητας σε προκαθορισμένα μονοπάτια εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Τα εκπαιδευμένα νευρωνικά δίκτυα (CNN - Convolutional Neuron Network) αναγνωρίζουν αντικείμενα ή κτήρια προσφέροντας στους χρήστες τη δυνατότητα βελτιωμένων αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον, εκτός από την καθοδήγηση διαδρομής. Το σύστημα λειτουργεί με ακρίβεια σε πραγματικό χρόνο, δημιουργώντας μία εικονική γραμμή καθοδήγησης επαυξημένης πραγματικότητας στην οθόνη του κινητού. Κατά μήκος της διαδρομής, ο χρήστης λαμβάνει απτικό ερέθισμα (δόνηση) παράλληλα με λεπτομερείς οδηγίες προς τη σωστή διαδρομή. Έτσι, το ARIANNA+ είναι κατάλληλο ακόμα και για άτομα με πλήρη απώλεια όρασης, τα οποία μπορεί να μη βλέπουν τον επαυξημένο εικονικό οδηγό, αλλά μπορούν να αισθανθούν τη δόνηση και να ακούσουν τις οδηγίες. Η εικονοποίηση της γραμμής του πατώματος με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας απλοποιεί την ανάπτυξή του σε ποικίλα περιβάλλοντα ακόμα και σε χώρους που δεν επιτρέπεται να ζωγραφιστεί μία πραγματική γραμμή και επιπλέον μειώνει το κόστος από την κατασκευή και συντήρηση των απτικών οδηγιών όδευσης. Το μειονέκτημα του συγκεκριμένου συστήματος είναι ότι έχει κατασκευαστεί για iOS συσκευές χρησιμοποιώντας εργαλεία Apple iOS για την εικονική γραμμή ([Πίνακας 3](#)).

Οι (Lin, Lee, & Chiang, 2017) ασχολήθηκαν επίσης με την άνεση στη διαδικασία της πλοήγησης για άτομα με ΑΟ και σχεδίασαν ένα φιλικό στο χρήστη σύστημα καθοδήγησης

που περιλαμβάνει μόνο ένα κοινό smartphone Android και ένα διακομιστή. Όταν το σύστημα παραμετροποιηθεί από τον χρήστη και αρχίσει να λειτουργεί, το smartphone μεταδίδει συνεχώς εικόνες της σκηνής μπροστά στον χρήστη σε έναν διακομιστή μέσω τεχνολογίας 5G ή δικτύου Wi-Fi. Στη συνέχεια, ο διακομιστής χρησιμοποιεί την τεχνολογία νευρωνικών δικτύων ή αλγορίθμους βαθιάς μάθησης, προκειμένου να εντοπίσει περισσότερα εμπόδια, για να εκτελέσει τη διαδικασία αναγνώρισης αντικειμένων. Το τελικό αποτέλεσμα μεταδίδεται πίσω στο smartphone, το οποίο παρέχει στον χρήστη πληροφορίες για τα εμπόδια μέσω φωνητικών ειδοποιήσεων. Αυτό το σύστημα μπορεί όχι μόνο να ενημερώσει τον χρήστη για το είδος του εμποδίου που βρίσκεται μπροστά του, αλλά και να αποκαλύψει την κατά προσέγγιση απόσταση μεταξύ του χρήστη και του αντικειμένου. Το σύστημα δοκιμάστηκε από τέσσερα άτομα με ΑΟ σε ελεγχόμενο πανεπιστημιακό χώρο και έδωσε 60% ακρίβεια στην αναγνώριση των αντικειμένων και πολύ θετική αξιολόγηση ως προς την ευχρηστία ([εικόνα 35](#)). Βασικό του μειονέκτημα είναι ότι έχει περιορισμούς ως προς τον αριθμό των εικόνων που επεξεργάζεται ο διακομιστής, λόγω περιορισμού υπολογιστικής ισχύος ενός κοινού smartphone. Το σύστημα λειτουργεί σε εξωτερικά περιβάλλοντα ([Πίνακας 3](#)).

Τα προβλήματα που δημιουργούν οι ηχητικές οδηγίες σε σχέση με τους ήχους του περιβάλλοντος μελέτησαν οι (Yank & Saniie, 2020) και προτείνουν το STS-HMI σχεδιασμένο σε μία πλατφόρμα smartphone, το οποίο μέσα από ανάλυση σκηνής, εξάγει οπτικές ενδείξεις (αντικείμενα, σήματα και σημεία διαδρομής) και τις μεταφράζει σε τρισδιάστατες ακουστικές ενδείξεις για καθοδήγηση ([Πίνακας 3](#)). Για την ανάλυση σκηνής και τη μετατροπή της σε ακουστική καθοδήγηση το STS-HMI χρησιμοποιεί μία κάμερα βάθους ως αισθητήρα ανίχνευσης και αξιοποιεί την μηχανική μάθηση και την τεχνολογία SLAM (Simulation Localization And Mapping) και επαυξημένης πραγματικότητας για τη δημιουργία τρισδιάστατης εικόνας και προτεινόμενης διαδρομής. Οι δείκτες/ετικέτες επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές χαρτογράφησης και σε ρομπότ. Κάθε δείκτης φέρει έναν αριθμό αναγνώρισης που σχετίζεται με συγκριμένα σημεία ενδιαφέροντος (π.χ. χώροι υγιεινής, ανελκυστήρες, γραφεία). Αυτοί οι δείκτες στη συνέχεια χρησιμοποιούνται ως ετικέτες σε ένα έξυπνο σύστημα πλοήγησης ή εντοπισμού οντοτήτων ενός συστήματος ΔτΠ (Yu, Yang, Jones, & Saniie, 2018). Η τεχνολογία SLAM απαιτείται για την χαρτογράφηση του χώρου και την ανίχνευση της σχετικής θέσης των αντικειμένων και των χρηστών. Ως αποτέλεσμα το STS-HMI μπορεί να στείλει σύνθετες πληροφορίες καθοδήγησης σε πραγματικό χρόνο. Η προτεινόμενη διεπαφή, χρησιμοποιώντας την κάμερα του smartphone και συνδεδεμένα ακουστικά, επιτρέπει σε άτομα με προβλήματα όρασης να

κατανοούν το περιβάλλον τους. Οι συγγραφείς αναφέρουν, ότι έδωσαν ιδιαίτερη σημασία στην διαδρομή των ακουστικών ενδείξεων στους χρήστες, ώστε αυτές να φτάνουν με καθαρότητα και ακρίβεια στο χρήστη, χωρίς να τον αποκόπτουν από τους φυσικούς ήχους του περιβάλλοντος. Για να το πετύχουν αυτό χρησιμοποίησαν ακουστικά οστικής αγωγιμότητας. Στην εικόνα 21 οι συγγραφείς οπτικοποιούν τη διαδικασία πλοήγησης με το προτεινόμενο σύστημα. Μέσω της ανάλυσης σκηνής το STS-HMI επιδιώκει τη δημιουργία ενός νοητικού γνωστικού χάρτη που θα βοηθά στην ασφαλή πλοήγηση ατόμων με ΑΟ. Δεν αναφέρεται στους στόχους των συγγραφέων η αναγνώριση αντικειμένων ή προσώπων για τη φυσική αλληλεπίδραση των ατόμων με ΑΟ με το περιβάλλον τους και επομένως δεν μπορεί να προσφέρει



Εικόνα 21: Διαδικασία πλοήγησης με το STS-HMI

ολοκληρωμένη λύση για την επίσκεψη στο φυσικό χώρο μιας βιβλιοθήκης. Το σύστημα λειτουργεί σε εσωτερικούς χώρους και αναγνωρίζει συγκεκριμένες προσβάσιμες εγκαταστάσεις, όπως διάδρομους, χώρους υγιεινής, σκάλες και γραφεία.

Το NavCog3 είναι μία άλλη έξυπνη συσκευή βασισμένη σε πράκτορες για σενάρια πολύπλοκων και πολυώροφων κτηρίων, η οποία μπορεί να στείλει οδηγίες για σημεία ενδιαφέροντος εντός του κτηρίου χρησιμοποιώντας ορισμένους σταθερούς αισθητήρες. Οι (Sato, Oh, & Naito, 2017) προτείνουν έναν ψηφιακό βοηθό (Chatbot) εσωτερικής πλοήγησης, που βασίζεται σε smartphone iOS. Η εφαρμογή είναι εύκολα διαθέσιμη για κάθε χρήστη και δεν απαιτείται ειδικός εξοπλισμός. Η καθοδήγηση γίνεται μέσω φωνητικών οδηγιών και υπάρχει και η δυνατότητα οπτικού χάρτη στην οθόνη του κινητού για μερικώς βλέποντες, που επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν την υπολειπόμενη όρασή τους (Πίνακας 3). Ο χρήστης ζητά από την εφαρμογή καθοδήγηση για κάποιο συγκεκριμένο προορισμό ή μπορεί να ζητήσει και πληροφορίες για σημεία ενδιαφέροντος μέσω Chatbot. Με την τοποθέτηση Beacons BLE στο χώρο και την τεχνολογία των δακτυλικών αποτυπωμάτων γίνεται χαρτογράφηση του χώρου, προσφέροντας στο χρήστη τη δυνατότητα για λεπτομερείς οδηγίες. Βασικό μειονέκτημα της πρότασης είναι ότι το σύστημα λειτουργεί σε συνδυασμό με παραδοσιακές μεθόδους, όπως οι απτικοί οδηγοί όδευσης στο δάπεδο, που απαιτούν ταυτόχρονα τη χρήση παραδοσιακού μαστουινιού (Εικόνα 36). Ωστόσο, δοκιμάστηκε από

άτομα με ΑΟ σε τρία διαφορετικά κτήρια (θέατρο, σταθμό τρένου, εμπορικό κέντρο) σε πραγματικές συνθήκες με θετικά αποτελέσματα.

Μερικές από τις πιο σημαντικές πτυχές των προκλήσεων για αυτόνομη πλοήγηση σε εσωτερικούς χώρους προκύπτουν από τη δυσκολία ενός ατόμου να γνωρίζει την ακριβή θέση στην οποία βρίσκεται (Lin, Cheng, Wang, & Yang, 2018). Η προσέγγιση των (Mahida, Shahrestani, & Cheung, 2020) προτείνει ένα σύστημα εντοπισμού θέσης του χρήστη με την αξιοποίηση της βαθιάς μάθησης και ένα απλό smartphone. Μέσα από ένα σύστημα συνόλου δεδομένων γίνεται δισδιάστατη χαρτογράφηση του χώρου, ο οποίος χωρίζεται σε κελιά με ετικέτες. Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση του μοντέλου του νευρωνικού δικτύου και αποθηκεύονται στο cloud ([Πίνακας 3](#)). Η αλληλεπίδραση του smartphone του χρήστη έχει ως εξής: Οι αισθητήρες του κινητού στέλνουν σήματα με τις συντεταγμένες του σημείου που βρίσκεται το smartphone, δηλαδή ο χρήστης. Τα σήματα φτάνουν στο προεκπαιδευμένο μοντέλο και μέσω βαθιάς μάθησης γίνεται η αντιστοίχιση των δεδομένων κινητού και χάρτη. Η προβλεπόμενη από το εκπαιδευμένο μοντέλο θέση φτάνει στο smartphone του χρήστη με φωνητική οδηγία. Η ποσοτική αξιολόγηση του συστήματος έδειξε ακρίβεια στον εντοπισμό της θέσης μεγαλύτερη του 94%. Ωστόσο, το μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι η απαίτηση χρήσης Διαδικτύου και η ανάγκη να συνδυαστεί με κάποιο σύστημα πλοήγησης, καθώς το σύστημα απαντά μόνο στην πρόκληση της επίγνωσης της θέσης στην οποία βρίσκεται ο χρήστης, ώστε να μπορέσει να προσανατολιστεί και να κινηθεί σε ένα εσωτερικό χώρο.

Οι περισσότερες μελέτες προσεγγίζουν την αυτονομία των ατόμων με ΑΟ από ιατρική οπτική δίνοντας έμφαση στην ασφάλεια των χρηστών κατά τις μετακινήσεις τους. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να δίνει μία προοπτική στην προσβασιμότητα των ατόμων με ΑΟ σε εξωτερικά και εσωτερικά περιβάλλοντα, αλλά δεν αντιμετωπίζει τον πληθυσμό αυτόν ως κοινωνικά όντα, που ανήκουν σε κοινότητες, συμμετέχουν σε δραστηριότητες και έχουν ανάγκη να αισθάνονται ότι αποτελούν αναπόσπαστο και ισότιμο μέλος αυτών. Μια πρόταση για τη συμπερίληψη των ατόμων με ΑΟ σε κοινωνικά περιβάλλοντα και επομένως και στους χώρους μίας βιβλιοθήκης είναι το σύστημα DEEP-SEE-FACE των (Mocanu, Taru, & Zaharia, 2018) που επιτρέπει στα άτομα με ΑΟ να λαμβάνουν πληροφορίες σε κοινωνικές δραστηριότητες και να διαφοροποιούν γνωστά και άγνωστα πρόσωπα με ακρίβεια μεγαλύτερη του 92%. Το σύστημα στηρίζεται στην τεχνολογία της όρασης υπολογιστή και στα εκπαιδευμένα νευρωνικά δίκτυα CNN. Αποτελείται από ένα κοινό smartphone στηριζόμενο σε ζώνη, μια μονάδα επεξεργασίας (φορητό υπολογιστή σε σακίδιο), η οποία συνδέεται με το έξυπνο τηλέφωνο μέσω USB και ακουστικά οστικής αγωγιμότητας, τα οποία

συνδέονται μέσω Bluetooth με το smartphone για την ακουστική ανάδραση. Η ανίχνευση προσώπου γίνεται από την κάμερα του κινητού, η οποία λαμβάνει αδιάκοπα πληροφορίες από το περιβάλλον και τις στέλνει για επεξεργασία στον φορητό υπολογιστή (Πίνακας 3). Με την αξιοποίηση των νευρωνικών δικτύων και της βαθιάς μάθησης το σύστημα πετυχαίνει την ανίχνευση, την παρακολούθηση πολλαπλών προσώπων και τελικά την αναγνώριση των οικείων ή διάσημων προσώπων που βρίσκονται στον ίδιο χώρο. Τα αναγνωρισμένα πρόσωπα, μεταδίδονται στον χρήστη με ΑΟ ως λεκτικά μηνύματα, υποδεικνύοντας ρητά την ταυτότητα του ατόμου. Επιπλέον, για την παροχή ορισμένων πληροφοριών τοποθεσίας σχετικά με τη θέση του αναγνωρισμένου ατόμου, τα προειδοποιητικά μηνύματα εγγράφονται στερεοφωνικά χρησιμοποιώντας είτε δεξιά είτε αριστερά ή και τα δύο ακουστικά κανάλια ταυτόχρονα. Έτσι, όταν το θέμα βρίσκεται αριστερά από το άτομο με ΑΟ, το μήνυμα μεταδίδεται στο αριστερό κανάλι των ακουστικών οστικής αγωγιμότητας. Το ίδιο συμβαίνει αντίστοιχα για τη δεξιά πλευρά. Για τα άτομα που βρίσκονται μπροστά από τον χρήστη, τα μηνύματα μεταδίδονται και στα δύο κανάλια. Τέλος, για να μην κατακλύζεται ο χρήστης με ΑΟ από περιττές πληροφορίες, το σύστημα των (Mocanu, Taru, & Zaharia, 2018) έχει σχεδιαστεί για να δημιουργεί ένα νέο προειδοποιητικό μήνυμα για το ίδιο αναγνωρισμένο από το σύστημα πρόσωπο, μόνο εάν το πρόσωπο αυτό είναι παρόν στη σκηνή για περισσότερα από πέντε (5) λεπτά. Βασικό μειονέκτημα αυτής της πρότασης είναι η διάρκεια της μπαταρίας των συσκευών, καθώς η κατανάλωση ενέργειας είναι υψηλή λόγω συνεχούς σύνδεσης των συσκευών μεταξύ τους και η υπερθέρμανση του φορητού υπολογιστή για τον ίδιο λόγο. Τέλος, το σύστημα δεν περιλαμβάνει οδηγίες πλοήγησης στο χώρο και επομένως, για να αξιοποιηθεί πρέπει να συνδυαστεί με άλλα συστήματα. Το σύστημα λειτουργεί σε εσωτερικά και εξωτερικά περιβάλλοντα.

Προσπαθώντας να συνδυάσουν το πρόβλημα ανεξάρτητης πλοήγησης με την αυτόνομη εμπειρία χρήστη σε χώρους πολιτισμού, οι (Μηλιώνης & Σαμψών, 2018) παρουσιάζουν το πιλοτικό έργο *Blind Museum Tourer*, ένα σύστημα αυτόνομης εσωτερικής πλοήγησης για άτομα με ΑΟ στο Tactual Museum με τη συνεργασία του Φάρου Τυφλών Ελλάδος. Το αρχικό πρωτότυπο χρησιμοποιεί την τεχνική εντοπισμού θέσης σε εσωτερικούς χώρους με φάρους BLE, ως αισθητήρες εγγύτητας, οι οποίοι τοποθετούνται σε σημαντικά σημεία καθοδήγησης, όπως διασταυρώσεις ή εκθέματα, μαζί με έναν βοηθητικό απτικό οδηγό όδευσης τοποθετημένο στο δάπεδο. Σε συνδυασμό με τις παραδοσιακές μεθόδους ΥΤ, δηλαδή το λευκό μπαστούνι ή το σκύλο συνοδό, όπου επιτρέπεται, ο χρήστης με ΑΟ λαμβάνει ακουστικές οδηγίες μέσω εφαρμογής για Android σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα αυτό δοκιμάστηκε πιλοτικά από τρεις βλέποντες με κλειστά/δεμένα μάτια στο ισόγειο του

Πανεπιστημίου Πειραιά και αποτελεί μία πρόταση για αυτοκαθοδηγούμενη πλοήγηση σε εσωτερικούς χώρους ([Πίνακας 3](#)). Ωστόσο, δεν έχει δοκιμαστεί ούτε η ακρίβεια, ούτε η ευχρηστία του συστήματος για χρήση σε χώρους βιβλιοθηκών, οι οποίες έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις τόσο ως προς την ακρίβεια εντοπισμού θέσης ενός βιβλίου, όσο και ως προς τις οδηγίες που χρειάζεται ένα άτομο με ΑΟ, ώστε να φτάσει στο σωστό ράφι και να αποσπάσει το βιβλίο που επιθυμεί (Oh, Kao, & Min, 2017), (Μηλιώνης & Σαμψών, 2018). Γενικά, αποτελεί μία πιο συμβατική λύση, καθώς ουσιαστικά ενισχύει τις παραδοσιακές μεθόδους. Επίσης, η ταυτόχρονη χρήση μπαστουινιού και smartphone δεσμεύει και τα δύο χέρια των χρηστών, χαρακτηριστικό που σχολιάστηκε αρνητικά από τους χρήστες (Conradie, Goedelaan, Mioch, & Saldien, 2014), (Oh, Kao, & Min, 2017). Χρησιμοποιώντας ΑΤΠ οι (Theodorou, Tsiligkos, Meliones, & Filios, 2022) σε μία προσπάθεια επίλυσης των περιορισμών του *Blind Museum Tourer*, σχεδίασαν μία εφαρμογή λεπτομερούς καθοδήγησης σε εξωτερικούς χώρους για άτομα με ΑΟ. Πρόκειται για ένα σύστημα που χρησιμοποιεί μία εφαρμογή σε Android κινητό σε συνδυασμό με αισθητήρα παρακολούθησης GPS υψηλής ακρίβειας, αισθητήρες υπερήχων για ανίχνευση εμποδίων και μία επιπλέον συσκευή επάνω στα φανάρια με αισθητήρες εντοπισμού θέσης. Μέσω φωνητικής διεπαφής οι χρήστες λαμβάνουν λεπτομερείς πληροφορίες τόσο για τη σκηνή του γύρω περιβάλλοντος όσο και για την ανεξάρτητη πλοήγηση ([Πίνακας 3](#)). Πρόταση των συγγραφέων είναι το σύστημα αυτό να συνδεθεί με την υπηρεσία telematics του ΟΑΣΑ, ώστε τα άτομα με ΑΟ να κυκλοφορούν τελείως ανεξάρτητα στο δρόμο. Η πρόταση αξιολογήθηκε διεξοδικά ως προς την εμπειρία χρήστη (UX–User Experience) από άτομα με ΑΟ, σε μία προσπάθεια βελτίωσης του *Blind Museum Tourer*.

4.2.1.2 Έξυπνα Γυαλιά για άτομα με αναπηρία όρασης

Έμφαση στην ευχρηστία της διεπαφής δίνουν και οι (Son, Krishnagiri, Jeganathan, & Weiland, 2020) και (Bai, Lian, Liu, Wang, & Liu, 2017) σχεδιάζοντας έξυπνα γυαλιά με ενσωματωμένες κάμερες, αισθητήρες και ακουστικά ([Πίνακας 3](#)). Στόχος σχεδιασμού είναι η ανίχνευση εμποδίων, παράλληλα με την αναγνώριση αντικειμένων για επίγνωση του περιβάλλοντος. Αξιοποιώντας και οι δύο εργασίες το συνδυασμό μηχανικής μάθησης, πολλαπλών αισθητήρων βάθους και υπερήχων με την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας, διαφέρουν ως προς τον σχεδιασμό του αλγορίθμου που προτείνεται και ως προς το περιβάλλον λειτουργίας του συστήματος. Τα έξυπνα γυαλιά των (Son, Krishnagiri, Jeganathan, & Weiland, 2020) σχεδιάστηκαν για τον εντοπισμό, αλλά και την ασφαλή διέλευση διαβάσεων με σκοπό να προσφέρουν αίσθημα ασφάλειας σε άτομα με ΑΟ κατά την κίνηση τους σε εξωτερικούς χώρους και επομένως δυνατότητα για ανεξαρτησία στα

ταξίδια. Το σύστημα δοκιμάστηκε από άτομα με ΑΟ, τα οποία δεν εντόπισαν μεγάλη διαφορά με το λευκό μπαστούνι σε άγνωστα περιβάλλοντα. Αντίθετα, οι (Bai, Lian, Liu, Wang, & Liu, 2017) προτείνουν ένα σύστημα για πλοήγηση σε εσωτερικούς χώρους, που έχει διαφορετικές απαιτήσεις. Το πρωτότυπο που αναπτύχθηκε αποτελείται από ένα ζευγάρι γυαλιά οθόνης, αρκετούς αισθητήρες χαμηλού κόστους και ακουστικά ([εικόνα 29](#)). Το σύστημα δοκιμάστηκε από μερικώς βλέποντες και από μη βλέποντες χρήστες σε τρία διαφορετικά εσωτερικά περιβάλλοντα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα έξυπνα γυαλιά καθοδήγησης μπορούν να βελτιώσουν αποτελεσματικά την ταξιδιωτική εμπειρία του χρήστη σε πολύπλοκα εσωτερικά περιβάλλοντα. Σε αντίθεση με την αξιολόγηση της φορητής συσκευής κεφαλής με οθόνη Easy-Access-SoundView (EASV) των (Neugebauer, Rifai, Getzlaff, & Wahl, 2020) , τα έξυπνα γυαλιά των (Bai, Lian, Liu, Wang, & Liu, 2017) αξιοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα για την οπτική βελτίωση και την αξιοποίηση της υπολειπόμενης όρασης για άτομα με αδύναμη όραση. Τα μη βλέποντα άτομα λαμβάνουν επιπλέον ακουστικές ενδείξεις με ήχους. Μειονέκτημα για ένα χώρο πολιτισμού, όπως οι βιβλιοθήκες, κρίνεται η αδυναμία του συστήματος να αναγνωρίσει διαφανή τζάμια, δηλαδή βιτρίνες.

Μια σημαντική παράμετρος για την επιτυχία του συστήματος αλλά και όλων των συστημάτων αναγνώρισης αντικειμένων είναι ο αριθμός των συνόλων δεδομένων στα οποία εκπαιδεύονται τα μοντέλα βαθιάς μάθησης. Κατά την ανάπτυξη των συστημάτων πρέπει να καταχωρίζεται μεγάλος αριθμός αντικειμένων και κατηγοριών, ώστε να μπορούν να βοηθούν τα άτομα με ΑΟ να είναι κοινωνικά ανεξάρτητα (Yank & Sanjie, 2020). Μία προσπάθεια να δοθεί απάντηση σε αυτόν τον περιορισμό κάνουν οι (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020). Αξιοποιώντας την τεχνολογία των έξυπνων γυαλιών προτείνουν ένα σύστημα οπτικής αντίληψης για πλοήγηση σε εξωτερικούς χώρους πολιτιστικού ενδιαφέροντος, χρησιμοποιώντας ως μελέτη περίπτωσης την Αρχαία Αγορά της Αθήνας ([Πίνακας 3](#)). Προσπαθούν να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της ενοποίησης, της σύντηξης και του συγχρονισμού των πολλαπλών αισθητήρων ελαχιστοποιώντας τους υπολογιστικούς και ενεργειακούς πόρους που απαιτούνται για αυτό (Yang, et al., 2018). Το προτεινόμενο σύστημα ανίχνευσης και αναγνώρισης εμποδίων βασίζεται αποκλειστικά σε οπτικές ενδείξεις που λαμβάνονται χρησιμοποιώντας μόνο έναν αισθητήρα RGB-D. Το σύστημα αυτό, σύμφωνα με τους συγγραφείς, χαρακτηρίζεται από επεκτασιμότητα και μπορεί να εξελιχθεί σε καθημερινό οπτικό βοήθημα για άτομα με ΑΟ. Η προτεινόμενη προσέγγιση ενσωματώνει αποτελεσματικά τη βαθιά μάθηση, μοντέλα αναγνώρισης αντικειμένων, μαζί με μια μεθοδολογία ανίχνευσης εμποδίων που βασίζεται στην πρόβλεψη στερέωσης του ανθρώπινου ματιού. Η αρχιτεκτονική του συστήματος, αποτελείται από τέσσερα

στοιχεία: μια στερεοσκοπική κάμερα RGB με επίγνωση βάθους, έναν μικροεπεξεργαστή Raspberry Pi, μια φορητή συσκευή ηχείου Bluetooth και υποδομή cloud. Τα τρία πρώτα εξαρτήματα είναι τοποθετημένα σε ένα ενιαίο έξυπνο φορητό σύστημα, με σχήμα γυαλιών ηλίου ([εικόνα 37](#)). Πιο συγκεκριμένα, το προτεινόμενο σύστημα πλοήγησης ενσωματώνει μια στερεοσκοπική κάμερα τοποθετημένη σε ένα ρυθμιζόμενο φορητό πλαίσιο, παρέχοντας αποτελεσματικές δυνατότητες ανίχνευσης και αναγνώρισης εξατομικευμένων αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο. Με την αξιοποίηση της στερέωσης ματιού και των ασαφών εικόνων, οι (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020) πετυχαίνουν να αναγνωρίζουν εμπόδια όχι μόνο υψηλού αλλά και μέτριου ακόμα και χαμηλού κινδύνου σε ποσοστό 93,8%. Οι ακουστικές οδηγίες στις οποίες μεταφράζονται οι εικόνες στο Raspberry Pi μπορούν να περιγράψουν τη θέση και τον τύπο του αντικειμένου που ανιχνεύτηκε, επιτρέποντας στο σύστημα να παρέχει μια σχεδόν φυσική ερμηνεία του περιβάλλοντος. Το τρισδιάστατο μοντέλο των έξυπνων γυαλιών κατασκευάστηκε με βάση τις σχεδιαστικές απαιτήσεις των χρηστών, παρέχοντας ένα διακριτικό φορητό σύστημα που δεν προσελκύει αδικαιολόγητη ή ανεπιθύμητη προσοχή (Iakovidis, Diamantis, Dimas, Ntakolia, & Spyrou, 2019), (Yang, και συν., 2018). Τέλος, μέσω Bluetooth ακουστικών οι ακουστικές ενδείξεις φτάνουν στον τελικό χρήστη. Έχοντας κατά νου αυτόν τον στόχο τα έξυπνα γυαλιά Intoer (KR-VISION, Τεχνολογία, 2018), παρόμοιας τεχνολογίας, των (Yang, και συν., 2018) συνδέονται με ένα σετ ακουστικών οστικής αγωγιμότητας (AfterShokz: Ακουστικά Bone Conduction, 2022), ώστε να μην αποκόπουν το χρήστη από τους ήχους του περιβάλλοντος ([Πίνακας 3](#)). Την ίδια τεχνολογία με τους (Yang, και συν., 2018) χρησιμοποιούν οι (Long, Wang, Cheng, Hu, & Yang, 2019) προσθέτοντας ένα σύστημα ραντάρ χαμηλής ισχύος το Mask R-CNN, για την ανίχνευση ενιαίου πεδίου και την αναγνώριση αντικειμένων σε αυτό (όπου αντικείμενα νοούνται και οι άνθρωποι). Το Mask R-CNN έχει καλύτερο αποτέλεσμα ανίχνευσης, αλλά απαιτεί περισσότερο χρόνο για να επεξεργαστεί μία εικόνα στον φορητό υπολογιστή. Οι (Long, Wang, Cheng, Hu, & Yang, 2019) στην εργασία τους μελετούν, επίσης, τη διεπαφή χρήστη ως προς την τιμή, τις διαστάσεις, το βάρος και την κατανάλωση ενέργειας προτείνοντας αντί για έξυπνα γυαλιά ένα πρωτότυπο που φοριέται στο λαιμό. Έτσι, το σύστημα διαμορφώνεται ως εξής: Οι αισθητήρες και το ραντάρ είναι κρεμασμένα στο λαιμό, τα ακουστικά οστικής αγωγιμότητας φοριούνται στο κεφάλι και συνδέονται με Bluetooth με ένα φορητό υπολογιστή που βρίσκεται στο σακίδιο του χρήστη ([Πίνακας 3](#)). Η συσκευή, σύμφωνα με τους συγγραφείς είναι ελαφριά και εύκολη στη χρήση. Το σύστημα λειτουργεί σε εσωτερικά και εξωτερικά περιβάλλοντα.

Σύμφωνα με τους συγγραφείς (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020) & (Yang, και συν., 2018) το σύστημα σύντηξης αισθητήρων λύνει τους περιορισμούς που δημιουργούν τα προεγγεγραμμένα δεδομένα στο εκπαιδευμένο μοντέλο (Yang & Sanjie, 2020) δημιουργώντας προοπτική για μεγαλύτερη ακρίβεια και επέκταση σε πολλούς διαφορετικούς χώρους. Το σύστημα των (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020) είναι σχεδιασμένο για εξωτερικά περιβάλλοντα. Ενώ το μοντέλο των (Yang, και συν., 2018) χάρη στον ενσωματωμένο στερεοφωνικό αλγόριθμο στον επεξεργαστή επιτρέπει στα έξυπνα γυαλιά να λειτουργούν τόσο σε εσωτερικά όσο και σε εξωτερικά περιβάλλοντα ([Πίνακας 3](#)).

4.2.1.3 [Φορητές Συσκευές Κεφαλής](#)

Οι (Chen, Liu, Kojima, Huang, & Arai, 2021), αξιοποιώντας την τεχνολογία SLAM και μια κάμερα βάθους για ανάλυση σκηνής, προτείνουν μία φορητή συσκευή κεφαλής πλοήγησης για άτομα με ΑΟ, η οποία συνδέεται με το σύστημα πλοήγησης με ακουστικά μέσω Bluetooth. Το σύστημα λειτουργεί με μία κάμερα βάθους εικόνας (RGB-D) ως αισθητήρα ανίχνευσης κίνησης και αντικειμένου, την τεχνολογία SLAM στην υπολογιστική πλατφόρμα για την εξαγωγή σημασιολογικών πληροφοριών από το περιβάλλον, και ακουστικά κοινής χρήσης που συνδέονται με το σύστημα μέσω Bluetooth ως ενεργοποιητές. Η τεχνολογία SLAM, η οποία διαφοροποιείται στην εργασία αυτή από αυτήν που χρησιμοποιούν τα ρομποτικά συστήματα για λόγους ευχρησίας της εφαρμογής, εξασφαλίζει, ότι η πλατφόρμα κατανοεί τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, τις επεξεργάζεται και μπορεί να τροφοδοτήσει τα άτομα με ΑΟ με τη μορφή φωνητικής εκπομπής. Το σύστημα αξιολογήθηκε, ως προς την αποδοτικότητα και τα αποτελέσματα έδειξαν επαρκή ακρίβεια στην καθοδήγηση με το σφάλμα να περιορίζεται σε 5cm. Η απόκλιση μπορεί να είναι μικρή σε σχέση με παλαιότερα συστήματα, όμως χρειάζεται περισσότερη διερεύνηση για το χώρο της βιβλιοθήκης, που οι αποστάσεις μεταξύ των βιβλίων είναι πολύ μικρές. Επιπλέον, οι συγγραφείς αναφέρουν ότι χρειάζεται βελτίωση ως προς το μέγεθος και το βάρος της συσκευής που φοράει ο χρήστης και ως προς την επικοινωνία μεταξύ συσκευής και χρήστη, η οποία χρειάζεται βελτίωση ως προς την ευφυΐα. Η λειτουργία της συσκευής αξιολογήθηκε στο εργαστήριο και οι συγγραφείς αναφέρουν, ότι ακριβής πλοήγηση απαιτεί τη χρήση της σύντηξης πολλαπλών αισθητήρων, ενσωμάτωση GPS, καθώς και άλλων μεθόδων εντοπισμού εσωτερικού χώρου για τη λήψη πληροφοριών τοποθεσίας υψηλής ακρίβειας. Το σύστημα λειτουργεί σε εσωτερικά περιβάλλοντα ([Πίνακας 3](#)).

Μια παρόμοια φορητή συσκευή κεφαλής με κάμερα βάθους ως αισθητήρα ανίχνευσης αντικειμένου χρησιμοποιούν οι (Grayson, και συν., 2020) για την επιτόπια πρόσβαση σε

πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία, την ταυτότητα και την κατεύθυνση του βλέμματος άλλων ανθρώπων που βρίσκονται κοντά. Πρόκειται για ένα σύστημα TN που βασίζεται στην όραση υπολογιστή, καταγράφει οπτικό πεδίο σχεδόν 180° γύρω από το άτομο και στη συνέχεια γίνεται επεξεργασία αυτών των εικόνων από προηγμένους αλγορίθμους, δημιουργώντας μία τρισδιάστατη ακουστική αναπαράσταση. Η πληροφορία φτάνει ακουστικά στους χρήστες με ηχητικές ενδείξεις, χρησιμοποιώντας ως είσοδο μία φορητή συσκευή καρπού ([Πίνακας 3](#)). Η συσκευή αυτή βελτιώνει την αλληλεπίδραση των ατόμων με προβλήματα όρασης με τους ανθρώπους που βρίσκονται κοντά τους, προχωρώντας ένα βήμα προς την πλήρη συμπερίληψή τους σε χώρους πολιτισμού. Οι συγγραφείς στην περιγραφή τους αναφέρουν, ότι οι χρήστες με ΑΟ μπορούν να εντοπίσουν στο χώρο άτομα που είναι εγγεγραμμένα στο σύστημα, προσφέροντας τη δυνατότητα να επισκεφθούν με την παρέα τους μία βιβλιοθήκη, χωρίς να εξαρτώνται από αυτήν.

4.2.1.4 [Φορητές Συσκευές με έμφαση στην εμπειρία χρήστη \(UX\)](#)

Σε ότι αφορά στον εξωτερικό χώρο μιας βιβλιοθήκης, ένα έργο πλοήγησης που μπορεί να δώσει κάποιες απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας είναι το σύστημα των (Baueg, και συν., 2020), οι οποίοι χρησιμοποιούν ένα σύστημα έξυπνων συσκευών, το οποίο αναγνωρίζει τα εμπόδια του περιβάλλοντος σε ακτίνα 0,5-5m και ενημερώνει εγκαίρως το χρήστη. Παράλληλα προσφέρει άνεση στην εμπειρία, αφού οι συσκευές αφήνουν τα χέρια του χρήστη ελεύθερα, ένας παράγοντας που επαναλαμβάνεται στις απαιτήσεις των χρηστών σε πολλές έρευνες και αξιολογήσεις (Iakovidis, Diamantis, Dimas, Ntakolia, & Spyrou, 2019), (Poggi & Mattocchia, 2016), (Suresh, Arora, Laha, Gaba, & Bhambri, 2017). Το σύστημα διεπαφής αποτελείται από μία πολύ μικρή κάμερα που φοριέται επάνω στην μπλούζα του χρήστη, όπως και των (Malek, Melgani, Mekhalfi, & Bazi, 2017), [\(εικόνα 38\)](#), δύο έξυπνα ρολόγια (ένα σε κάθε χέρι) και μία συσκευή Android. Η επικοινωνία της συσκευής Android γίνεται με τρεις διαφορετικούς τύπους συνδεσιμότητας: α) Wi-Fi για να επικοινωνεί με την κάμερα, β) Bluetooth για τη σύνδεση με τα έξυπνα ρολόγια, και γ) δίκτυο 5G για την επικοινωνία με το σύστημα επεξεργασίας των εικόνων. Το σύστημα αρχικά λαμβάνει από την κάμερα μία έγχρωμη εικόνα βάθους, η οποία παρέχει τρισδιάστατες πληροφορίες για το περιβάλλον και μέσω του smartphone μεταφέρεται για επεξεργασία. Με τη συμβολή της βαθιάς μάθησης τα τρισδιάστατα σημασιολογικά δεδομένα μετατρέπονται σε μια απλούστερη αναπαράσταση της θέσης, του είδους αλλά και της απόστασης πιθανών εμποδίων που βρίσκονται κοντά στο χρήστη. Οι πληροφορίες σκηνής συνοψίζονται και μεταδίδονται συνεχώς στο χρήστη απτικά, με δονήσεις στα έξυπνα ρολόγια ή εφόσον ο χρήστης το επιθυμεί με ακουστικές εντολές με την προϋπόθεση, ότι έχει την αντίστοιχη

εφαρμογή στο κινητό του. Το σύστημα είναι δοκιμασμένο εργαστηριακά με μόλις έναν πραγματικό χρήστη να συμμετέχει στην αξιολόγηση και έδειξε ακρίβεια 87,99% στην ανίχνευση παρουσίας εμποδίων ([Πίνακας 3](#)).

4.2.2 Διαδίκτυο Πραγμάτων και έξυπνες συσκευές για άτομα με Αναπηρία Όρασης

Μία διαφορετική προσέγγιση που προσπαθεί να δώσει λύση στο πρόβλημα της ανεξάρτητης πλοήγησης ατόμων με ΑΟ είναι έξυπνες συσκευές που βασίζονται στο ΔτΠ και λειτουργούν με ένα σύστημα αισθητήρων υπερήχων συνδεδεμένο με Arduino μικροεπεξεργαστές και βομβητές για την ανατροφοδότηση του χρήστη (Bhongade P. , et al., 2022), (Anisha, et al., 2021), (Chava, Srinivas, Sai, & Rachapudi, 2021), (Darney, Muthu, Krishnan, & Narayanan, 2022), (Daou, Chehade, & Haydar, 2022). Οι (Darney, Muthu, Krishnan, & Narayanan, 2022) σχεδίασαν έξυπνα παπούτσια βασισμένα στο ΔτΠ. Το σύστημα αποτελείται από μικροεπεξεργαστή Arduino, αισθητήρα θερμότητας, αισθητήρα υπερήχων, αισθητήρα υγρασίας, μονάδα αναπαραγωγής ήχου, GPS, βομβητή και συνδεσιμότητα με Wi-Fi. Τα εξαρτήματα είναι ενσωματωμένα στο έξυπνο παπούτσι ή εναλλακτικά σε έξυπνο μπαστούνι ([Πίνακας 3](#)). Οι αισθητήρες θερμότητας, υπερήχων και υγρασίας είναι ικανοί να ανιχνεύουν πυρκαγιά, εμπόδια και λακκούβες με νερά ή βρεγμένο έδαφος αντίστοιχα. Η επεξεργασία των σημάτων που στέλνουν οι αισθητήρες γίνεται στον Arduino και στη συνέχεια ο χρήστης λαμβάνει απτική ειδοποίηση (δόνηση) μέσω βομβητή και πληροφορίες ήχου για τις επόμενες κινήσεις του. Τέλος, το GPS χρησιμοποιείται για να ενημερώσει κάποιον συγγενή, μέσω ενός διακομιστή cloud σε περίπτωση που ο χρήστης χαθεί. Τα συστήματα αυτά προσφέρουν μία ασφάλεια στην μετακίνηση ατόμων με ΑΟ, χωρίς, όμως, να βελτιώνουν την εμπειρία των χρηστών κατά τη διάρκεια μίας επίσκεψης σε βιβλιοθήκες. Ωστόσο, μπορούν να ενσωματωθούν σε εφαρμογές του ΔτΠ για έξυπνες βιβλιοθήκες, ώστε να ενισχύσουν την πλοήγηση των ατόμων με ΑΟ στους διαδρόμους μιας βιβλιοθήκης.

Ένα ακόμα θέμα που αφορά γενικά στους χώρους μίας βιβλιοθήκης, αλλά σχετίζεται συγχρόνως με τη συμπερίληψη των ατόμων με ΑΟ στην κοινότητα αυτής είναι τα επίπεδα θορύβου στους εσωτερικούς χώρους και ιδιαίτερα στους χώρους μελέτης. Καθώς οι περισσότερες ΥΤ στηρίζονται στην αίσθηση της ακοής είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει έλεγχος των επιπέδων θορύβου από την ανθρώπινη παρουσία σε μία βιβλιοθήκη που θέτει στους στόχους της την προσβασιμότητα και την συμπερίληψη. Οι (Vanitha, Sridhar, & Dhivakar, 2021) προτείνουν ένα απλό σύστημα βασισμένο στο ΔτΠ, που μπορεί να ανιχνεύσει τη φωνή του ατόμου, που έχει ξεπεράσει το επιτρεπόμενο όριο, και να το ειδοποιηθεί σε προσωπικό μήνυμα στο κινητό του. Συγχρόνως, το ίδιο μήνυμα μπορεί να σταλεί στον

υπεύθυνο του χώρου. Το σύστημα αυτόματης ανίχνευσης θορύβου έχει μικρή εμβέλεια, που δίνει τη δυνατότητα να αξιοποιηθεί σε χώρους μελέτης. Αποτελείται έναν μικροελεγκτή Arduino για τη μετάδοση των δεδομένων, ένα ενσωματωμένο λογισμικό για την αναγνώριση γλωσσών και την κινητή συσκευή των ανθρώπων που βρίσκονται στο χώρο. Η ηχογραφημένη φωνή αποθηκεύεται σε μία ασφαλή βάση δεδομένων και μπορεί να ανακτηθεί εύκολα σε επόμενη επίσκεψη ([Πίνακας 3](#)). Τέλος, το σύστημα, σύμφωνα με τους συγγραφείς, είναι επεκτάσιμο και μπορεί να τροποποιηθεί με αξιοπιστία ανάλογα με τις απαιτήσεις ενός περιβάλλοντος.

4.2.3 Ρομποτική και πλοήγηση για άτομα με ΑΟ

Μία νέα τάση στην έρευνα, στο πεδίο της ρομποτικής, είναι ανάπτυξη ρομπότ-οχημάτων που κινούνται με φωνητική πλοήγηση του χρήστη. Οι (Srivastava & Singh, 2020) σχεδίασαν ένα τέτοιο όχημα ρομπότ, που όπως οι ίδιοι σχολιάζουν μπορεί να αξιοποιηθεί από ηλικιωμένα άτομα ή Α.με.Α. Το σύστημα αυτό αποτελείται από έναν πομπό που στέλνει τις οδηγίες και έναν δέκτη που λαμβάνει και εκτελεί ([Πίνακας 3](#)). Στην πλευρά του πομπού νοείται ένα κοινό smartphone με Bluetooth και ενσωματωμένη την Android εφαρμογή. Η πλευρά του δέκτη αποτελείται από:

- Αισθητήρες υπερήχων και ενεργοποιητές
- Έναν μικροεπεξεργαστή Arduino
- Το σύστημα Bluetooth
- Μία μπαταρία για τη λειτουργία του οχήματος ρομπότ και
- Τέσσερις κινητήρες οδηγούς για την κίνηση του οχήματος.

Η λειτουργία του είναι πολύ απλή. Ο χρήστης στέλνει μέσω Bluetooth τις οδηγίες πλοήγησης. Κατόπιν επεξεργασίας στον Arduino, μέσω των ενεργοποιητών ελέγχεται η θέση του ρομπότ, η ταχύτητά του καθώς και η πορεία του. Οι αισθητήρες υπερήχων στέλνουν κύματα για τον εντοπισμό και την απόσταση αντικειμένων. Το ρομπότ - όχημα, όπως αναφέρουν οι συγγραφείς, λειτουργεί προς το παρόν για μικρές αποστάσεις, λόγω συνδεσιμότητας με Bluetooth, το οποίο όμως πετυχαίνει πολύ χαμηλή κατανάλωση, μικρό κόστος και απλότητα στο χειρισμό. Καθώς, το μέγεθος του ρομπότ είναι μικρό θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την πλοήγηση ατόμων με ΑΟ στους εσωτερικούς χώρους μίας βιβλιοθήκης καθώς και σε εξωτερικούς βοηθητικούς, όπως η μετάβαση στο καφέ ή στο parking της βιβλιοθήκης.

Μια κοινή παρατήρηση από όλες τις εργασίες που μελετήθηκαν σχετικά με τη χρήση της ΤΝ είναι, ότι η επιλογή του αλγορίθμου μηχανικής ή βαθιάς μάθησης επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της ηχοποίησης της εικόνας ανάλογα με το σκοπό αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής. Οι (Hu, και συν., 2020) στην εργασία τους τονίζουν, ότι χρειάζεται διαφορετικός αλγόριθμος αν θέλουμε να ηχοποιήσουμε διαδρομή, εμπόδιο ή να δημιουργήσουμε επίγνωση περιβάλλοντος. Αυτό ερμηνεύει, γιατί πολλά συστήματα μπορεί να έχουν μεγάλη επιτυχία στην μία περίπτωση και χαμηλό ποσοστό επιτυχίας σε άλλη. Οι συγγραφείς στο άρθρο αυτό δοκιμάζουν τρεις διαφορετικές μεθόδους για κάθε περίπτωση αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα δείχνουν, ότι η ηχοποίηση πληροφοριών σκηνής, όπως είναι η κατεύθυνση της διαδρομής, είναι πιο κατάλληλη για πλοήγηση από σημείο σε σημείο. Αντίθετα, μέσω της ηχοποίησης πληροφοριών σκηνής, όπως οι εικόνες βάθους, τα άτομα με ΑΟ μπορούν να κατανοήσουν το περιβάλλον πιο ολοκληρωμένα. Τα συμπεράσματα αυτής της εργασίας είναι πολύ σημαντικά, αν θέλουμε να αναπτύξουμε συστήματα που να βοηθούν όσο το δυνατόν χωρίς σφάλματα, τα άτομα με ΑΟ να κινηθούν και να αλληλοεπιδράσουν ανεξάρτητα σε άγνωστα περιβάλλοντα.

4.2.4 Σύστημα Αναγνωσιμότητας Κειμένου

Οι (Nandalal, και συν., 2020) στην εργασία τους προτείνουν την ανάπτυξη μιας εφαρμογής που μπορεί να παράγει ομιλία από κείμενο εικόνας ([Πίνακας 3](#)). Η διαφορά της από τα περισσότερα συστήματα μετατροπής κειμένου σε ήχο (Freedom Scientific: Low Vision Solutions, 2023), (United Nations, 2017), (Πίνο, 2015) είναι ότι μέσω σαρωτή μπορεί να εξαγει το κείμενο ακόμα και από ένα έγγραφο με πολυσχιδές φόντο με εικόνες και χρώματα. Χρησιμοποιώντας μία κάμερα Web ή μία κάμερα που είναι ενσωματωμένη σε ένα σύστημα Raspberry Pi γίνεται η λήψη της εικόνας, στην προκειμένη περίπτωση της σελίδας ενός βιβλίου. Στη συνέχεια ο μικροεπεξεργαστής Raspberry Pi εκτελεί τις απαραίτητες εργασίες επεξεργασίας του σαρωμένου εγγράφου και απομονώνει το κείμενο. Το εξαγόμενο κείμενο του εγγράφου μετατρέπεται σε φωνητικό μήνυμα και παραδίδεται με τη βοήθεια του ηχείου. Τα ηχεία ή τα ακουστικά χρησιμοποιούνται για την ακρόαση της εξόδου ήχου από το Raspberry Pi. Για την αυτοματοποίηση της εκτέλεσης της διαδικασίας υπάρχει ένας διακόπτης που ενεργοποιείται, όταν τα δεδομένα φτάσουν στην πλακέτα. Τα έτοιμα έγγραφα μπορούν να μεταφορτωθούν στο cloud και να αποθηκευτούν για μελλοντική χρήση. Το σύστημα αυτό μπορεί να συμπεριληφθεί σε μία έξυπνη βιβλιοθήκη, προκειμένου να σχεδιαστεί ένα ολοκληρωμένο προσβάσιμο περιβάλλον. Αν και τα συστήματα ανάγνωσης, όπως επισημάνθηκε σε προηγούμενη ενότητα, δεν αποτελούν αντικείμενο της παρούσας

εργασίας, κρίθηκε σκόπιμο να συμπεριληφθεί ενδεικτικά μία καινοτόμα προσέγγιση, ώστε να γίνει πιο κατανοητή η ιδέα μιας πλήρως προσβάσιμης έξυπνης βιβλιοθήκης για άτομα με ΑΟ, που θα προσφέρει αυτονομία και άνεση στην επίσκεψη.

Παρακάτω, παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας ([Πίνακας 3](#)) όλων των εργασιών που μελετήθηκαν στην ενότητα 4.2, ώστε να είναι δυνατή η άμεση σύγκριση μεταξύ τους. Τα πεδία του πίνακα αφορούν α) στις τεχνολογίες που αξιοποιήθηκαν, ώστε να φανεί αν και με ποιο τρόπο οι αναδυόμενες τεχνολογίες μπορούν να δώσουν λύσεις σε θέματα μετακίνησης και αντίληψης του περιβάλλοντα χώρου για τα άτομα με ΑΟ, β) οι διεπαφές που χρησιμοποιήθηκαν, ώστε να συγκριθούν με τις απαιτήσεις των ατόμων με ΑΟ και γ) ο τρόπος που αξιολογήθηκαν τα προτεινόμενα συστήματα, ώστε να μελετηθεί το ενδεχόμενο αξιοποίησής τους σε πραγματικές συνθήκες.

Πίνακας 3: Υποστηρικτική Τεχνολογία για άτομα με ΑΟ και Αναδυόμενες Τεχνολογίες

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ				ΔΙΕΠΑΦΗ		ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				
	ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΚΑΜΕΡΑ ΒΑΘΟΥΣ (RGB-D ΚΑΜΕΡΑ)	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΒΑΘΟΥΣ + ΥΠΟΛΟΙΣΤΙΚΗ ΟΡΑΣΗ	SLAM	AR	ΣΥΣΚΕΥΗ	ΑΝΑΤΡΟΦΟ ΔΟΤΗΣΗ	ΕΜΠΕΙΡΟΓ ΝΩΝΟΜΕΣ	ΜΕ ΔΕΜΕΝΑ ΜΑΤΙΑ	ΑΤΟΜΑ ΜΕ ΑΟ	ΜΕΙΚΤΕΣ ΟΜΑΔΕΣ
(Jhugroo, Nagowah, & Kataully, 2021): Ανίχνευση Εμποδίων & Επίγνωση περιβάλλοντος	✓		✓		✓	Smartphone	Ήχος Δόνηση			✓	
(Yank & Saniie, 2020): STS-HMI, σύστημα πλοήγησης για εσωτερικούς χώρους	✓		✓	✓	✓	Smartphone ακουστικά οστικής αγωγιμότητας	Ακουστικές ενδείξεις			✓	
(Chen, Liu, Kojima, Huang, & Arai, 2021): Σύστημα Πλοήγησης για εσωτερικούς χώρους με συσκευή slam		✓	✓	✓		Συσκευή κεφαλής με κάμερα & ακουστικά	Ακουστικές ενδείξεις	✓			

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ				ΔΙΕΠΑΦΗ		ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				
	ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΚΑΜΕΡΑ ΒΑΘΟΥΣ (RGB-D ΚΑΜΕΡΑ)	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΒΑΘΟΥΣ + ΥΠΟΛΟΙΣΤΙΚΗ ΟΡΑΣΗ	SLAM	AR	ΣΥΣΚΕΥΗ	ΑΝΑΤΡΟΦΟ ΔΟΤΗΣΗ	ΕΜΠΕΙΡΟΓ ΝΩΝΟΜΕΣ	ΜΕ ΔΕΜΕΝΑ ΜΑΤΙΑ	ΑΤΟΜΑ ΜΕ ΑΟ	ΜΕΙΚΤΕΣ ΟΜΑΔΕΣ
(Neugebauer, Rifai, Getzlaff, & Wahl, 2020): Easy-Access SoundView-Πιλοτική Μελέτη σε εσωτερικό χώρο.	✓		✓		✓	Μάσκα με οθόνη & ακουστικά	Ακουστικές ενδείξεις	✓		✓	
(Valvo, και συν., 2021): ARIANNA+: Σύστημα για πολιτιστικά περιβάλλοντα με γνωστική χαρτογράφηση του χώρου	✓				✓	Smartphone	Ήχος Δόνηση Όραση				✓
(Son, Krishnagiri, Jeganathan, & Weiland, 2020): έξυπνα γυαλιά για διέλευση διαβάσεων	✓		✓		✓	Έξυπνα γυαλιά Με Κάμερα + Ακουστικό	Ακουστικές ενδείξεις				✓
(Bai, Lian, Liu, Wang, & Liu, 2017): Έξυπνα γυαλιά καθοδήγησης για εσωτερικούς χώρους	✓		✓		✓	Γυαλιά οθόνης Με Κάμερα + ακουστικό	Ακουστικές ενδείξεις + όραση			✓	
(Grayson, et al., 2020): Συσκευή κεφαλής HoloLens για ανίχνευση και αναγνώριση προσώπων.			✓		✓	Συσκευή κεφαλής + ελεγκτή καρπού + ακουστικά	Ακουστικές ενδείξεις	✓			
(Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020): Έξυπνα γυαλιά για εξωτερικούς πολιτιστικούς χώρους.		✓	✓			Γυαλιά οθόνης Με Κάμερα + ακουστικό		✓			
(Bauer, και συν., 2020): Έξυπνο σύστημα για ανίχνευση εμποδίων σε εξωτερικό περιβάλλον	✓	✓	✓			Κάμερα Smartwatch Smartphone	Ήχος Δόνηση	✓		✓	
(Lin, Lee, & Chiang, 2017): Απλό σύστημα Smartphone για ανίχνευση εμποδίων σε εξωτερικό περιβάλλον	✓					Smartphone	Φωνητικές οδηγίες	✓		✓	
(Sato, Oh, & Naito, 2017): Chatbot για συστάσεις και πλοήγηση σε εσωτερικό περιβάλλον						Smartphone	Φωνητικές οδηγίες			✓	

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ					ΔΙΕΠΑΦΗ		ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ			
	ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΚΑΜΕΡΑ ΒΑΘΟΥΣ (RGB-D ΚΑΜΕΡΑ)	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΒΑΘΟΥΣ + ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΟΡΑΣΗ	SLAM	AR	ΣΥΣΚΕΥΗ	ΑΝΑΤΡΟΦΟ ΔΟΤΗΣΗ	ΕΜΠΕΙΡΟΓ ΝΩΝΟΜΕΣ	ΜΕΔΕΜΕΝΑ ΜΑΤΙΑ	ΑΤΟΜΑ ΜΕ ΑΟ	ΜΕΙΚΤΕΣ ΟΜΑΔΕΣ
(Yang, και συν., 2018): Έξυπνα γυαλιά για αναγνώριση εδάφους και εμποδίων σε εσωτερικά και εξωτερικά περιβάλλοντα	✓	✓	✓			Έξυπνα γυαλιά + Ακουστικά οστικής αγωγιμότητας	Φωνητικές οδηγίες	✓			✓
(Long, Wang, Cheng, Hu , & Yang, 2019): Φορητή συσκευή στο λαιμό για ανίχνευση & αναγνώριση αντικειμένων σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους	✓	✓	✓			Σύστημα στο λαιμό + ακουστικά οστικής αγωγιμότητας	Φωνητικές οδηγίες	✓	✓		
(Mocanu, Tapu, & Zaharia, 2018): DEEP-SEE-FACE: Σύστημα αναγνώρισης γνωστών προσώπων σε εσωτερικά & εξωτερικά περιβάλλοντα	✓		✓			Smartphone + ακουστικά οστικής αγωγιμότητας		✓		✓	
(Theodorou, Tsiligkos, Meliones, & Filios, 2022): Σύστημα πλοήγησης για εξωτερικούς χώρους	✓	✓	✓			Smartphone	Φωνητικές οδηγίες	✓		✓	
(Mahida, Shahrestani, & Cheung, 2020): Εντοπισμός θέσης ατόμου με ΑΟ σε εσωτερικούς χώρους.	✓		Αδρανειακοί αισθητήρες			Smartphone		✓			
(Srivastava & Singh, 2020): Όχημα-Ρομπότ με φωνητικές οδηγίες			ΔτΠ -Arduino-Robotics			Smartphone		✓			
(Vanitha, Sridhar, & Dhivakar, 2021): Αυτόματο σύστημα ανίχνευσης θορύβου σε εσωτερικό χώρο			ΔτΠ -Arduino			Smartphone	Φωνητική Ειδοποίηση	✓			
(Darney, Muthu, Krishnan, & Narayanan, 2022): Έξυπνα παπούτσια για ασφάλεια στην πλοήγηση			ΔτΠ - Arduino			Smart shoes	Ήχος Δόνηση	✓			

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ				ΔΙΕΠΑΦΗ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ						
	ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΚΑΜΕΡΑ ΒΑΘΟΥΣ (RGB-D ΚΑΜΕΡΑ)	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΒΑΘΟΥΣ + ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΟΡΑΣΗ	SLAM		AR	ΣΥΣΚΕΥΗ	ΑΝΑΤΡΟΦΟ ΔΟΤΗΣΗ	ΕΜΠΕΙΡΟΓ ΝΩΝΟΜΕΣ	ΜΕ ΔΕΜΕΝΑ ΜΑΤΙΑ	ΑΤΟΜΑ ΜΕ ΑΟ	ΜΕΙΚΤΕΣ ΟΜΑΔΕΣ
(Μηλιώνης & Σαμψών, 2018): Blind Museum Tourer, Πιλοτικό πρόγραμμα για το Μουσείο Αφής			ΔιτΠ- Αισθητήρες Εγγύτητας (Beacons BLE)			Smartphone + Λευκό μπαστούνι		✓			✓	
(Nandalal, και συν., 2020): Σύστημα Αναγνωσιμότητας			Κάμερα Web+ Raspberry-Pi			Υπολογιστής Ακουστικά		Δεν αναφέρεται.				

4.3 Έξυπνες Βιβλιοθήκες: Προς μία πλήρη αυτοματοποίηση (RQ3)

Όπως ήδη αναφέρθηκε, τα εμπόδια προσβασιμότητας και συμπερίληψης στους χώρους πολιτισμού, για τα άτομα με ΑΟ, εντοπίζονται σε θέματα αλληλεπίδρασης με το περιεχόμενο του φορέα και ανεξάρτητης κινητικότητας στο φυσικό χώρο των βιβλιοθηκών. Ως εκ τούτου, στην ενότητα αυτή οι σχετικές εργασίες που αφορούν στο σχεδιασμό έξυπνων βιβλιοθηκών ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά σε συστήματα αυτόματης διαχείρισης των βιβλιοθηκών με την αξιοποίηση αναδυόμενων τεχνολογιών και η δεύτερη σε συστήματα αυτόνομης πλοήγησης στο φυσικό χώρο της βιβλιοθήκης. Στόχος αυτής της ανάλυσης είναι να εντοπιστούν λύσεις και τεχνολογίες που προτείνονται για έξυπνες βιβλιοθήκες και μπορούν να αξιοποιηθούν σε θέματα προσβασιμότητας.

4.3.1 Αυτόματα Συστήματα Διαχείρισης Βιβλιοθηκών

Μπορεί η αναζήτηση και ο εντοπισμός ενός βιβλίου στο φυσικό χώρο μίας βιβλιοθήκης να αποτελεί ένα από τα βασικά εμπόδια επίσκεψης και κριτήριο αποκλεισμού από τις βιβλιοθήκες για τα άτομα με ΑΟ (Power, 2018), εντούτοις η δυσκολία να βρει κανείς κάποιο βιβλίο σε μία παραδοσιακή βιβλιοθήκη αποτελεί, συχνά, αποτρεπτικό παράγοντα επίσκεψης στο φυσικό χώρο των βιβλιοθηκών για κάθε επισκέπτη και καταφυγή στις υπηρεσίες και το περιεχόμενο που προσφέρουν οι ψηφιακές πλατφόρμες (Yik, Ching, & Marilia, 2022). Δεν είναι, λοιπόν, τυχαίο, ότι με την έλευση του ΔιτΠ και των δυνατοτήτων που προσφέρει στα έξυπνα περιβάλλοντα, η αυτόματη διαχείριση των βιβλίων με στόχο την

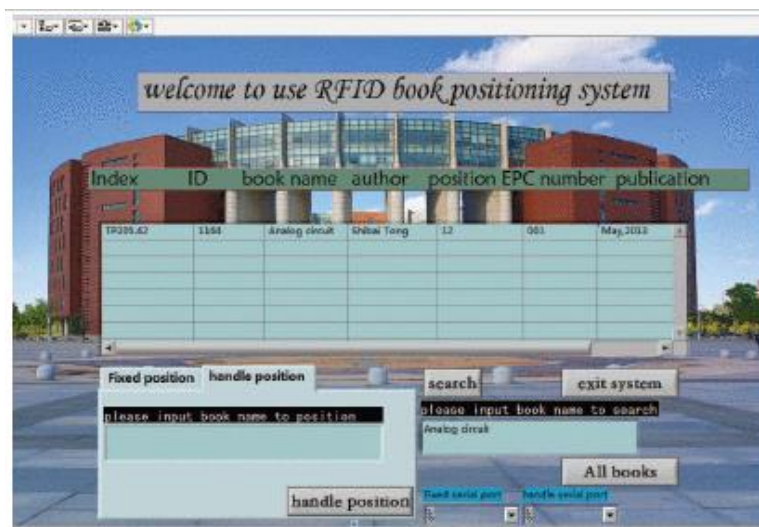
καλύτερη εμπειρία των τελικών χρηστών έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον της έρευνας τα τελευταία χρόνια (Karna, Pratama, & Ramzani, 2019), (Kim, Kim, Bae, & Park, 2021). Σε σύγκριση με την παραδοσιακή βιβλιοθήκη οι άνθρωποι μπορούν να επωφεληθούν από τις υπηρεσίες μιας έξυπνης βιβλιοθήκης σε τρεις τομείς: στην ταξινόμηση και διαχείριση των βιβλίων στα ράφια, στα προσωποποιημένα συστήματα συστάσεων και στην διαχείριση των καθισμάτων (Ozeer, Sungkur, & Nagowah, 2019).

4.3.1.1 Αυτόματη ταξινόμηση και διαχείριση βιβλίων

Τα βασικά ζητήματα που προσπαθεί να λύσει η σύγχρονη βιβλιογραφία, σχετικά με τη δημιουργία έξυπνων συστημάτων σε βιβλιοθήκες, είναι η χρονοβόρα διαδικασία αναζήτησης ενός βιβλίου, ιδιαίτερα στις μεγάλες βιβλιοθήκες, ο εντοπισμός τους στο χώρο, και η διαδικασία δανεισμού, που αποτελεί μία χρονοβόρα διαδικασία τόσο για τον αναγνώστη όσο και για το βιβλιοθηκονόμο. Η τάση τα τελευταία χρόνια δείχνει, να είναι η ανάπτυξη συστημάτων RFID και η ενσωμάτωσή τους στους φυσικούς χώρους των βιβλιοθηκών (Asemi, Ko, & Nowkarizi, 2020). Η γενική αρχιτεκτονική των συστημάτων αυτών αποτελείται από ετικέτες RFID που τοποθετούνται στα βιβλία και σε έξυπνα ράφια, από ετικέτες RFID που δημιουργούν ταυτότητες αναγνωστών, από τους σαρωτές RFID και από μικροελεγκτές που επεξεργάζονται όλα τα δεδομένα που μεταφέρονται από το δίκτυο των αισθητήρων και αποτελούν το εγκέφαλο για την πραγματοποίηση όλων των εργασιών ενός αυτόνομου συστήματος διαχείρισης μιας έξυπνης βιβλιοθήκης. Όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με αυτές τις λειτουργίες αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων, από την οποία οι αναγνώστες μπορούν να αναζητούν βιβλία με διαφορετικά κριτήρια, αξιοποιώντας αλγορίθμους μηχανικής μάθησης. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται και για την ασφάλεια των βιβλίων από κλοπή, κάτι που δε θα απασχολήσει την παρούσα μελέτη (Jørgensen, 2007), (Asemi, Ko, & Nowkarizi, 2020), (Cao, Liang, & Li, 2018), (Ching, Abidin, & Yik, 2022).

Οι (Liu, Wang, & He, 2017) περιγράφουν την ανάπτυξη και τη δοκιμαστική εφαρμογή ενός συστήματος αναζήτησης και εντοπισμού βιβλίων που στηρίζεται σε RFID ετικέτες και σαρωτές μέσα σε μια βιβλιοθήκη. Η ερευνητική ομάδα σχεδίασε με λεπτομέρεια το hardware με τον RFID εξοπλισμό και το λογισμικό με τη διεπαφή χρήστη-συστήματος (Πίνακας 4). Τα αποτελέσματα των δοκιμών του συγκεκριμένου συστήματος έδειξαν, όπως αναφέρουν οι συγγραφείς στα συμπεράσματα της έρευνας, ότι τα συστήματα που βασίζονται σε RFID τεχνολογία, μπορούν να επιτύχουν αυτόματη αναζήτηση και εντοπισμό βιβλίων σε πραγματικό χρόνο με μεγάλη ακρίβεια (Vaidya, Snehal Kulthe, Khair, & Kela,

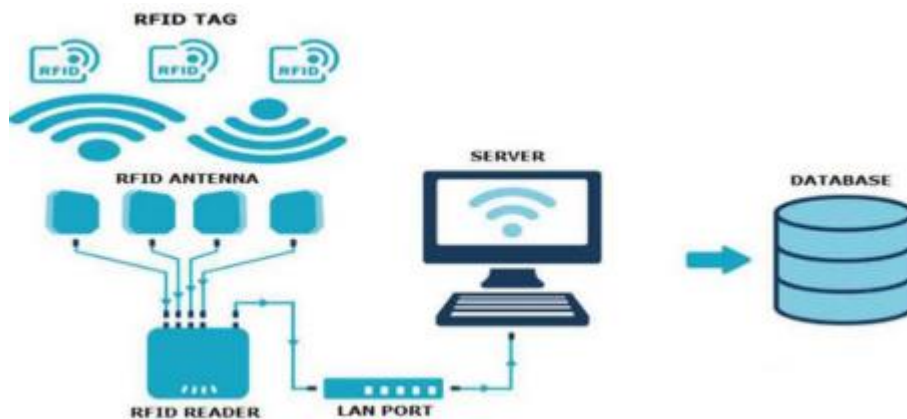
2017). Με αυτόν τον τρόπο οι αναγνώστες αποφεύγουν τις περιπτώσεις που ένα βιβλίο δε βρίσκεται στο ράφι, επειδή κάποιος το χρησιμοποιεί, το έχει αφήσει σε λάθος σημείο ή το έχει δανειστεί. Αυτή η έξυπνη υπηρεσία γλιτώνει από σημαντική ταλαιπωρία αναγνώστες και προσωπικό και παράλληλα δημιουργεί προοπτική για την προσβασιμότητα των ατόμων με ΑΟ στις βιβλιοθήκες (Nagowah, Gobin-Rahimbux, & BEN STA, 2021), (Sweena, et al., 2021), (Bi, et al., 2022). Οι συγγραφείς αναφέρουν, επίσης, ως πλεονέκτημα του συστήματος τη φιλικότητα και ευχρηστία της διεπαφής χρήστη-συστήματος. Ωστόσο, η διεπαφή ανθρώπου-μηχανής γίνεται μέσω ενός κεντρικού υπολογιστή, χωρίς πρόβλεψη προσβασιμότητας στη διαδικασία, όπως φαίνεται από το στιγμιότυπο στην παρακάτω φωτογραφία (εικόνα 22). Επομένως, ο συγκεκριμένος σχεδιασμός δεν δίνει ολοκληρωμένη απάντηση στο RQ3.



Εικόνα 22: Διαδικασία Εντοπισμού Βιβλίου βασισμένο σε RFID (Liu, Wang, & He, 2017)

Οι (Basciftci & Bokiye, 2021) και (Londhe, Gokhale, Jadhav, & Job, 2019) προτείνουν ένα σύστημα αυτόματης διαχείρισης βιβλιοθηκών με την αξιοποίηση αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων RFID (Πίνακας 4). Στο σύστημα αυτό ο χρήστης έχει προσωπική κάρτα με RFID ετικέτα που έχει ενσωματωμένες όλες τις προσωπικές του πληροφορίες, αντί να κάνει την αναζήτηση σε υπολογιστή της βιβλιοθήκης. Με την ενσωμάτωση αισθητήρων RFID σε όλα τα βιβλία και στις κάρτες ID των χρηστών και την τοποθέτηση RFID αναγνώστων στα ράφια και στην οροφή της βιβλιοθήκης δημιουργείται ένα αυτόματο σύστημα, στο οποίο ο τελικός χρήστης μπορεί να βρίσκει το βιβλίο που τον ενδιαφέρει, να εντοπίζει την ακριβή θέση του στο χώρο και να λαμβάνει οδηγίες διαδρομής. Τα βασικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής ενός τέτοιου συστήματος είναι οι ετικέτες RFID, οι RFID αναγνώστες που λαμβάνουν τα σήματα από τις ετικέτες με τη βοήθεια ενός πύργου με κεραιές, ένας

διακομιστής που μεταφέρει τις πληροφορίες και τα δεδομένα και ένα cloud αποθήκευσης (Εικόνα 23).



Εικόνα 23: Απεικόνιση αυτόματης διαχείρισης βιβλιοθηκών βασισμένης σε RFID (Basciftci & Bokiye, 2021)

Παρομοίως, οι (Yik, Ching, & Marilia, 2022) στο Asia Pacific University, οι (Ozeer, Sungkur, & Nagowah, 2019) στο University of Mauritius και οι (Jayawardena, και συν., 2021) από το Ινστιτούτο πληροφορικής της Σρι Λάνκα προτείνουν την αξιοποίηση του ΔτΠ σε συνδυασμό με την ΤΝ για το σχεδιασμό μίας βιβλιοθήκης που λειτουργεί χωρίς προσωπικό (Πίνακας 4). Εξηγώντας τους λόγους για τους οποίους ένας τέτοιος σχεδιασμός θα αύξανε την επισκεψιμότητα στις βιβλιοθήκες, προτείνουν μία έξυπνη βιβλιοθήκη, με την οποία ο επισκέπτης μπορεί να συνδεθεί μέσα από μία εφαρμογή στο κινητό. Η εφαρμογή αυτή του δίνει δυνατότητα αυτόματου δανεισμού, εντοπισμό βιβλίων στο χώρο, προσωποποιημένες συστάσεις και κράτηση θέσης σε πραγματικό χρόνο, μέσω RFID αισθητήρων που εντοπίζουν τις ετικέτες RFID σε κάθε βιβλίο ακόμα κι αν βρίσκονται σε λάθος σημείο καθώς και σε κάθε διαθέσιμη θέση (Liu, et al., 2017). Το παρακάτω σχήμα (εικόνα 24) αποτυπώνει τις υπηρεσίες που προσφέρει μία έξυπνη βιβλιοθήκη με RFID αισθητήρες και αναγνώστες.



Εικόνα 24: Έξυπνη βιβλιοθήκη με σύστημα RFID, (Nagowah, Gobin-Rahimbux, & BEN STA, 2021)

Ο (Gurta, 2021) εστιάζει στην δυνατότητα που προσφέρει το ΔΤΠ στην παγκόσμια διασύνδεση βιβλιοθηκών σε πραγματικό χρόνο. Η διασύνδεση των φυσικών αντικειμένων με τεχνολογίες επικοινωνίας μέσω ετικετών RFID και μικροσκοπικών αισθητήρων WSNs επιτρέπει την απομακρυσμένη παρακολούθηση του υλικού (βιβλίων και άλλων χειρόγραφων εντύπων) σε πραγματικό χρόνο επιτυγχάνοντας μία παγκόσμια διασύνδεση μεταξύ ενός τεράστιου αριθμού βιβλιοθηκών και χρηστών και φυσικά πιο αποτελεσματική αναζήτηση, ως προετοιμασία της επίσκεψης σε μία βιβλιοθήκη (Bayani & Vilchez, 2017), ([Πίνακας 4](#)).

Προχωρώντας, ακόμα ένα βήμα προς την πλήρη αυτοματοποίηση των έξυπνων βιβλιοθηκών και την διαχείριση των βιβλίων οι παρακάτω εργασίες συνδυάζουν το ΔΤΠ με ρομποτικά συστήματα και αλγορίθμους βαθιάς μάθησης (DL) για μεγαλύτερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα των προσφερόμενων «έξυπνων» υπηρεσιών. Ο (Li J. , 2022) στην εργασία του τονίζει, ότι η ανάπτυξη των έξυπνων ρομπότ δεν είναι απλώς μία επέκταση του αυτοματισμού στις βιβλιοθήκες, αλλά διευρύνει ουσιαστικά και σε βάθος τις υπηρεσίες τους και τη διαχείριση του περιεχομένου τους. Κάνοντας μία βαθιά βιβλιογραφική ανασκόπηση παρουσιάζει τις βασικές λειτουργίες ενός έξυπνου ρομπότ και τις αντίστοιχες τεχνολογίες, που μετατρέπουν και ανάγουν μια βιβλιοθήκη σε έξυπνη επί της ουσίας. Όσον αφορά στις υπηρεσίες, ο Li αναφέρει τη σχεδίαση ενός ρομπότ για την αυτόματη πρόσβαση στα βιβλία, τη μεταφορά των βιβλίων και την τοποθέτησή τους σε νέα θέση. Όσον αφορά στον

επανασχεδιασμό του κτηρίου προκειμένου να μπορεί η υποδομή του να υποστηρίξει ένα τέτοιο σύστημα, η χαρτογράφηση του χώρου και η ενσωμάτωση αισθητήρων και οδηγών στο δάπεδο για την κίνηση του ρομπότ είναι απαραίτητες (Πίνακας 4). Ακολουθώντας αυτήν την κατεύθυνση, οι (Kumar, και συν., 2021) & (Pujari & Deosarkar, 2017) χρησιμοποίησαν μία πλατφόρμα Arduino για το σχεδιασμό ενός συστήματος ελέγχου και εντοπισμού βιβλίων με βραχίονα (Πίνακας 4). Στόχος τους ήταν να μειώσουν την ανθρώπινη προσπάθεια και το χρόνο αναζήτησης ενός βιβλίου και ταυτόχρονα να εξασφαλίσουν μεγαλύτερη ακρίβεια στη διαχείριση του υλικού μίας βιβλιοθήκης. Για να το πετύχουν αυτό χρησιμοποίησαν έναν βραχίονα, ο οποίος συνεργάζεται με τον μικροεπεξεργαστή Arduino και ένα σύστημα RFID αισθητήρων ενσωματωμένο στο φυσικό περιβάλλον της βιβλιοθήκης. Ο χρήστης συνδέεται με το σύστημα μέσω Bluetooth και χρησιμοποιώντας μία εφαρμογή στο κινητό κάνει την αναζήτηση του βιβλίου. Μέσω ετικετών και αναγνωστών RFID, το σύστημα εντοπίζει το βιβλίο και την ακριβή θέση του στο χώρο. Στη συνέχεια ο βραχίονας λαμβάνει εντολή να αποσπάσει το βιβλίο από το ράφι, ώστε να το παραλάβει ο χρήστης. Η παραπάνω διαδικασία είναι κυκλική και ελέγχεται από την πλακέτα Arduino (εικόνα 25). Η προσέγγιση των (Pujari & Deosarkar, 2017) διαφοροποιείται ως προς τη διεπαφή και τη συνδεσιμότητα. Οι Pujari & Deosarkar χρησιμοποιούν στην εργασία τους έναν κεντρικό υπολογιστή και δίκτυο Wi-Fi.



Εικόνα 25: Σύστημα Διαχείρισης Βιβλιοθήκης με Arduino

Την χρήση ρομποτικού βραχίονα για την αυτόματη μεταφορά βιβλίων στην επιθυμητή θέση προτείνουν στο σύστημά τους και οι (Angal & Gade, 2017). Το σύστημα αυτό έχει δοκιμαστεί σε εφαρμογή διαχείρισης βιβλιοθήκης σε πραγματικό χρόνο μειώνοντας την ανθρώπινη παρέμβαση των βιβλιοθηκονόμων και τις αναποτελεσματικές προσπάθειες ταξινόμησης των βιβλίων στα σωστά ράφια, όπως και του εντοπισμού και απόσπασης των βιβλίων από το ράφι τοποθέτησης. Το τροχήλατο ρομποτικό σύστημα με βραχίονα, σε αυτήν την εργασία, έχει ενσωματωμένο έναν κεντρικό επεξεργαστή που αποτελεί τον εγκέφαλο του ρομποτικού βραχίονα, αισθητήρες υπερήχων για την ανίχνευση εμποδίων, σύστημα οδομετρίας που χρησιμοποιείται στις στροφές, το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης

(GPS) για τον εντοπισμό της ακριβούς θέσης των βιβλίων και έναν σαρωτή Barcode ([Πίνακας 4](#)). Ο ρομποτικός βραχίονας επικοινωνεί με έναν κεντρικό υπολογιστή, ο οποίος έχει αποθηκευμένα τα δεδομένα όλου του υλικού της βιβλιοθήκης σε μία βάση δεδομένων. Ο βραχίονας, μέσω δικτύου Wi-Fi, λαμβάνει από τον υπολογιστή μία εισαγωγή με κωδικοποιημένα τα στοιχεία του επιθυμητού βιβλίου, πηγαίνει στο σωστό ράφι και με τον σαρωτή σκανάρει το Barcode του βιβλίου, το αποσπά και το μεταφέρει στο σημείο που δίνει εντολή ο χρήστης. Με αυτό τον τρόπο οι επισκέπτες δεν περιηγούνται στους διαδρόμους της βιβλιοθήκης και μειώνεται η χειρωνακτική εργασία του βιβλιοθηκονόμου ανάγοντας το ρόλο του σε θεματοφύλακα και διαχειριστή των συλλογών της βιβλιοθήκης.

Το Robot Pick & Place (Fati, Al-nabhan, & Muneer, 2019) χρησιμοποιεί την τεχνολογία GSM¹² και τον εξοπλισμό Αναγνώρισης Ραδιοσυχνοτήτων RFID για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας συλλογής των βιβλίων από τα ράφια και την τοποθέτησή τους στο τραπέζι του δανεισμού ([Πίνακας 4](#)). Συγκεκριμένα, το ρομπότ είναι εξοπλισμένο με συσκευή ανάγνωσης οπτικών αντανακλαστικών, αναγνώστη RFID για την αναζήτηση και τον εντοπισμό των βιβλίων και αισθητήρες υπερήχων, ώστε να μπορεί να μετακινείται στη βιβλιοθήκη και να αποφεύγει εμπόδια, αν χρειαστεί. Ο χρήστης μπορεί να ελέγξει την κίνηση του ρομπότ δίνοντας εντολές μέσω μηνυμάτων από το κινητό του. Οι (Fati, Al-nabhan, & Muneer, 2019) στην εργασία αυτή, επανασχεδίασαν το δάπεδο της βιβλιοθήκης προκειμένου το ρομπότ να κινείται ελεύθερα ανάμεσα στα ράφια (Hong, Xiaoshu, & Juxia, 2019). Παρομοίως, ο (Li J., 2022) στην εφαρμογή του *Library Onsultationrobot*, προτείνει ένα ευφυές ρομπότ πολλαπλών χρήσεων για βιβλιοθήκες, κάτω από το φόντο του ΔτΠ ([Πίνακας 4](#)). Στόχος του είναι η ανάπτυξη ενός ευφυούς ρομπότ, το οποίο θα μπορεί να παρέχει διάφορες υπηρεσίες φροντίδας για διαφορετικούς αναγνώστες. Στο σχεδιασμό του συμπεριλαμβάνει τον εντοπισμό και τη μεταφορά βιβλίων, τη συμβουλευτική υπηρεσία και τη δημιουργία ενός έξυπνου δαπέδου για την πλοήγηση του ρομπότ χωρίς προβλήματα ανάμεσα στα ράφια. Η βιβλιοθήκη στη μελέτη αυτή χωρίζεται σε δύο τμήματα. Στο ένα βρίσκονται τα γραφεία μελέτης με μια κεντρική μονάδα υπολογιστή, που έχει εγκαταστημένο το λογισμικό του συστήματος. Στο άλλο βρίσκονται οι βιβλιοθήκες και οι έξυπνοι διάδρομοι, στους οποίους κινείται μόνο το ρομπότ. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να έχει συμπεριληπτικό χαρακτήρα για τα άτομα με ΑΟ. Ωστόσο, όπως αναφέρει ο συγγραφέας στα συμπεράσματα, χρειάζονται περισσότερα βήματα, ώστε να βελτιωθεί η ευφυΐα του ρομπότ, για να μπορεί να λειτουργήσει με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα σε πραγματικές συνθήκες. Τέλος, ένα

¹² Πρόκειται για το Παγκόσμιο Σύστημα Επικοινωνίας για κινητά τηλέφωνα ([Ασύρματα Δίκτυα Επικοινωνιών/e-class/Πανεπιστήμιο Αιγαίου](#))

ακόμα βήμα προς τη φυσική λειτουργία ενός ρομποτικού συστήματος στις βιβλιοθήκες αποτελεί το ρομπότ των (Rashid, Uzzaman, Hossain, & Shuvra, 2017). Ο στόχος των συγγραφέων είναι η ανάπτυξη ενός ρομπότ ανιχνευτή βιβλίων βιβλιοθήκης που δεν χρειάζεται να ακολουθεί καμία γραμμή ή σταθερό μονοπάτι, όπως συμβαίνει με τα προηγούμενα μοντέλα. Το ρομπότ πηγαίνει στο απαιτούμενο ράφι βιβλίων, όπως θα έκανε ένας άνθρωπος, και πλοηγείται μόνο του προς στον προορισμό του επιλέγοντας την πιο απλή διαδρομή. Τα ράφια της βιβλιοθήκης είναι απεικονισμένα ως ένα δισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων σε μία βάση δεδομένων στον κεντρικό υπολογιστή της βιβλιοθήκης. Το ρομπότ λαμβάνοντας εντολή μέσω του συστήματος διαχείρισης της βιβλιοθήκης, εντοπίζει την ακριβή θέση του βιβλίου, επιλέγει τη διαδρομή και μόλις φτάσει το αποσπά από το ράφι και το μεταφέρει στην επιθυμητή θέση. Η εισαγωγή που λαμβάνει το ρομπότ προέρχονται από τη βάση δεδομένων της βιβλιοθήκης και περιλαμβάνει τις μεταβλητές του βιβλίου στο δισδιάστατο μοντέλο. Η επιτυχία αυτού του συστήματος οφείλεται σε έναν καινοτόμο αλγόριθμο, που λειτουργεί σε συνδυασμό με πέντε αισθητήρες μέτρησης απόστασης για την εκτέλεση όλων των απαιτούμενων εργασιών, όπως μέτρηση γραμμών-στηλών, διασφάλιση ευθείας κίνησης προς τα εμπρός, ακριβής στροφή κ.λπ. Η απόδοση του ρομπότ ήταν ικανοποιητική, γεγονός που καθιστά τον αλγόριθμο αποδεκτό ([Πίνακας 4](#)).

4.3.1.2 Ευφυή ρομπότ και άλλα συστήματα για συμβουλευτικές υπηρεσίες

Μία από τις πιο σημαντικές εφαρμογές της ΤΝ στις βιβλιοθήκες είναι η χρήση συστημάτων συστάσεων (recommender systems) (Tella & Ajani, 2022) ([Πίνακας 4](#)). Η διερεύνηση της συμπεριφοράς των χρηστών για την αποθήκευση και ανάκτηση πληροφοριών για αυτούς και στη συνέχεια η εξατομίκευση των υπηρεσιών μιας βιβλιοθήκης μπορεί να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά τις ανάγκες του επισκέπτη για πληροφορία σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Σήμερα, οι βιβλιοθήκες μπορούν να αξιοποιήσουν τα αποθηκευμένα δεδομένα τους, για να προσφέρουν στους αναγνώστες υπηρεσίες συμβουλευτικής στην επιλογή βιβλίων, ώστε να ταιριάζουν στις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά τους (Asemi, Ko, & Nowkarizi, 2020). Η αυτοματοποίηση στις συμβουλευτικές υπηρεσίες αποτελεί ένα ακόμα κίνητρο επίσκεψης για τα άτομα με ΑΟ στις βιβλιοθήκες, καθώς προσφέρει μία αίσθηση ανεξαρτησίας και αυτοεξυπηρέτησης μέσα από συστήματα που είναι κοινά για όλους τους επισκέπτες.

Ωστόσο, στις περισσότερες εργασίες η προσωποποιημένη πληροφόρηση, αναφέρεται σε συστήματα συστάσεων που είναι εγκατεστημένα σε ψηφιακές πλατφόρμες αναζήτησης και όχι σε προσωποποιημένες συστάσεις για τα βιβλία που βρίσκονται τοποθετημένα στα ράφια

(Shu, Wang, Jiang, & Liu, 2021), (Bi, και συν., 2022) ([Πίνακας 4](#)). Μια έξυπνη βιβλιοθήκη που βασίζεται σε προηγμένες επιστημονικές μεθόδους και τεχνολογικά εργαλεία, αξιοποιεί τη συνεργασία και αλληλεπίδραση ανθρώπων και πραγμάτων που βρίσκονται στο φυσικό χώρο της βιβλιοθήκης, ως βασικό σύνδεσμο, με στόχο την παροχή εξατομικευμένων έξυπνων υπηρεσιών για τις διαφορετικές ανάγκες των αναγνωστών (Shu, Wang, Jiang, & Liu, 2021), (Salihin, 2019). Στόχος των έξυπνων βιβλιοθηκών είναι να περάσουν από την ψηφιακή στην φυσική αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής, υπηρετώντας ένα ανθρωποκεντρικό μοντέλο με βασική προτεραιότητα την άνεση του αναγνώστη (Bi, et al., 2022), (Tella & Ajani, 2022). Στο πλαίσιο αυτό ο (Salihin, 2019) προτείνει το σχεδιασμό ενός chatbot που προσφέρει συμβουλευτικές υπηρεσίες στους φοιτητές του πανεπιστημίου της Σιγκαπούρης ([Πίνακας 4](#)). Το chatbot που προτείνει ο συγγραφέας είναι εφοδιασμένο με την τεχνολογία NLP, ώστε να μπορεί να κατανοεί τις εξατομικευμένες ανάγκες των αναγνωστών. Χρησιμοποιώντας μία πλατφόρμα μηνυμάτων ως διεπαφή χρήστη και μία βάση δεδομένων με αλγορίθμους TN για την έξυπνη διαχείριση της γνώσης, το chatbot του Salihin προσφέρει προσωποποιημένη υπηρεσία συμβουλευτικής στους σπουδαστές που χρησιμοποιούν τη βιβλιοθήκη του πανεπιστημίου. Επειδή το chatbot που σχεδιάστηκε είναι εκπαιδευμένο για ερωτήσεις που αφορούν αποκλειστικά στην επιλογή βιβλίων, ο συγγραφέας προτείνει ένα δεύτερο chatbot που θα απαντά σε ερωτήσεις σχετικές με διοικητικά θέματα και το οποίο θα είναι κοινό για όλη την Πανεπιστημιούπολη. Την εκπαίδευση και διαχείριση του πρώτου chatbot αναλαμβάνουν οι βιβλιοθηκονόμοι της ακαδημαϊκής βιβλιοθήκης σε έναν νέο ρόλο εργασίας, ενώ του δεύτερου το κεντρικό τμήμα τεχνικών υπηρεσιών του Πανεπιστημίου. Ο Salihin ολοκληρώνει την πρότασή του με μία σειρά ζητημάτων που οφείλουν να απασχολούν κάθε σχεδιασμό και αφορούν στην εκπαίδευση και το νέο ρόλο των βιβλιοθηκονόμων και σε ζητήματα εξόρυξης δεδομένων ηθικής και ασφάλειας. Με την εργασία αυτή ο Salihin εισάγει την ιδέα των πολλαπλών chatbots στις βιβλιοθήκες, καθένα από τα οποία επιτελεί διαφορετικές λειτουργίες, προσφέροντας στους επισκέπτες μία πλήρη υπηρεσία συμβουλευτικής. Μία τέτοια προσέγγιση είναι ιδιαίτερως ενδιαφέρουσα για τα ερωτήματα που θέτει η παρούσα ερευνητική εργασία.

Σε μία παρόμοια εργασία ο (Li J. , 2022) περιγράφει τις απαιτήσεις για το σχεδιασμό ενός έξυπνου ρομπότ, του *Library Onsltationrobot*, ώστε να αναλύεται με επιτυχία το προφίλ του χρήστη και το ρομπότ να μπορεί να προσφέρει εξατομικευμένες υπηρεσίες συμβουλευτικής ([Πίνακας 4](#)). Η διεπαφή χρήστη που προτείνεται στο *Library Onsltationrobot* είναι μηνύματα εικόνας μέσω κινητού, γεγονός που αποκλείει ως ομάδα στόχο τα άτομα με ΑΟ από μία υπηρεσία, που είναι ιδιαίτερως χρήσιμη για μία αυτόνομη επίσκεψη στη βιβλιοθήκη

(Garoufallou & Gaitanou, 2021). Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία *magic mirror*, όπως περιγράφεται στην εργασία του, ο (Gurta, 2020) προτείνει, επίσης, μία εφαρμογή προσωποποιημένων συστάσεων. Το σύστημά του αποτελείται από έναν υπολογιστή, μία *web camera* ως συσκευή εισόδου και ένα σύστημα αισθητήρων πάνω σε κάθε βιβλίο (Πίνακας 4). Όταν ο αναγνώστης παίρνει ένα βιβλίο από το ράφι μπαίνει αυτόματα στο πεδίο λήψης της κάμερας. Η κάμερα λειτουργεί ως είσοδος που λαμβάνει κωδικοποιημένα τα στοιχεία του βιβλίου από έναν ενσωματωμένο στο εξώφυλλο αισθητήρα. Μέσω δικτύου Wi-Fi το σήμα φτάνει στον υπολογιστή και με τη βοήθεια αλγορίθμων μηχανικής μάθησης μετατρέπεται σε πληροφορία. Το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη σύσταση άλλων σχετικών βιβλίων με αυτό που επέλεξε ο χρήστης.

Το *Desktop* των (Jayawardena, και συν., 2021) είναι ένα πρόγραμμα εγκαταστημένο, για να λειτουργεί στους χώρους της βιβλιοθήκης και ο χρήστης συνδέεται με αυτό μέσω μιας εφαρμογής για κινητά (Πίνακας 4). Δημιουργώντας ένα προσωπικό προφίλ στην εφαρμογή, ο χρήστης μπορεί να βρει βιβλία που σχετίζονται με τα ενδιαφέροντά του. Για να είναι πιο αποτελεσματικό ως σύστημα συστάσεων, οι συγγραφείς προτείνουν τη χρήση μιας *Support Vector Machine (SVM)*, η οποία επιτυγχάνει τη διαλειτουργικότητα διασυνδεδεμένων με τη βιβλιοθήκη πόρων για πληρέστερη πληροφόρηση του χρήστη.

Τα *Chatbots* που λειτουργούν ως ψηφιακοί βοηθοί σε άλλους χώρους, όπως στις αγορές, στον τουρισμό και στην υγεία δεν έχουν φέρει υλοποιήσιμα αποτελέσματα στο χώρο των βιβλιοθηκών, λόγω της πολυπλοκότητας που απαιτεί η επικοινωνία στο χώρο μιας βιβλιοθήκης (Albayrak, Ozdemir, & Zeydan, 2018), (Smutny & Schreiberova, 2020), (Choudry, Sharma, & Kumar, 2018), (Varol, Clayton, & et. al, 2017). Για τη βελτίωση της ποιότητας στην επικοινωνία *chatbot-ανθρώπου* οι (Bozic, Tazl, & Wotawa, 2019) προτείνουν ένα μοντέλο αξιολόγησης της λειτουργικότητας των *chatbots* για κράτηση θέσης σε ξενοδοχείο, με τη συμμετοχή των χρηστών ως αξιολογητών. Η αξιοποίηση παρόμοιων συστημάτων αξιολόγησης, μπορεί να αποδειχθεί ιδιαιτέρως ωφέλιμη για τον σχεδιασμό εικονικών βοηθών σε συστήματα συστάσεων στις βιβλιοθήκες, όχι μόνο για άτομα με ΑΟ, αλλά για κάθε αναγνώστη (Αργυρόπουλος & Κατσαντώνη, 2020), (Sandell, 2003).

4.3.2 ΔτΠ και ΤΝ για κράτηση θέσης σε πραγματικό χρόνο

Μία ακόμα καινοτομία, που μπορεί να επηρεάσει θετικά την αυτόνομη πρόσβαση και επομένως τη συμπερίληψη ατόμων με ΑΟ στις βιβλιοθήκες είναι τα «έξυπνα συστήματα» εντοπισμού και κράτησης θέσης μελέτης σε πραγματικό χρόνο (Jayawardena, και συν., 2021), (Bi, και συν., 2022), (Yik, Ching, & Marilia, 2022). Σε αυτήν την κατεύθυνση, οι (Jayawardena,

και συν., 2021) προτείνουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα λειτουργίας μια έξυπνης βιβλιοθήκης. Εκτός από τη διαχείριση βιβλίων στα ράφια, τον εντοπισμό, το δανεισμό και τις προσωποποιημένες συστάσεις, που έχουν αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, οι συγγραφείς προτείνουν, επίσης, την ανάπτυξη ενός συστήματος κράτησης βέλτιστης θέσης για κάθε εγγεγραμμένο στο σύστημα χρήστη. Το σύστημα λειτουργεί μέσω μιας εφαρμογής Ιστού και μιας εφαρμογής για κινητά και αξιοποιεί αλγόριθμους βαθιάς μάθησης. Μια βάση δεδομένων αποθηκεύει τα στοιχεία επίσκεψης του εγγεγραμμένου αναγνώστη, τη θέση ανάγνωσης, τα βιβλία που διαβάζει, τη διάρκεια και την ώρα επίσκεψης και διαμορφώνει ένα προσωπικό προφίλ. Χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες, με τη βοήθεια της βαθιάς μάθησης, ελέγχεται η διαθεσιμότητα των θέσεων που ταιριάζει με τα στοιχεία του χρήστη. Ο χρήστης-μέλος ειδοποιείται μέσω της εφαρμογής για την ιδανική θέση ανάγνωσης σε πραγματικό χρόνο. Όταν ο χρήστης επιβεβαιώσει την επίσκεψη, η θέση δεσμεύεται για το συγκεκριμένο πρόσωπο για την περίοδο που ζητήθηκε. Μια τέτοια εφαρμογή θα μπορούσε να βοηθήσει άτομα με ΑΟ να επιλέγουν θέσεις με χαρακτηριστικά που καλύπτουν τις ανάγκες τους, όπως η καταλληλότητα του φωτός, η ένταση του θορύβου, η εγγύτητα σε σημεία παραλαβής βιβλίων και ο κατάλληλος εξοπλισμός ΥΤ για εντυποανάπηρους αναγνώστες. Τη μέτρηση των δεικτών χρήσης ενός χώρου με την αξιοποίηση του ΔτΠ για την αποτελεσματική διαχείρισή του μελετούν οι (Azizi, Nair, Rabiee, & Olofsson, 2020) στις εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου Umeå. Το σύστημα κρατήσεων αιθουσών του πανεπιστημίου βασίζεται σε ένα κεντρικό συντονισμένο χρονοδιάγραμμα κρατήσεων. Τα δεδομένα για τη μέτρηση δεικτών σχετικών με τη χρήση του χώρου συλλέγονται με αισθητήρες υπερύθρων, οι οποίοι τοποθετούνται με ταινία διπλής όψης επάνω στις επιθυμητές θέσεις. Χρησιμοποιώντας ασύρματο δίκτυο τα δεδομένα συλλέγονται σε μία πλατφόρμα βάσης δεδομένων. Το σύστημα διαθέτει μία φιλική προς το χρήστη διεπαφή, που παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά των χώρων κράτησης, τη χωρητικότητα και τον διαθέσιμο εξοπλισμό (Πίνακας 4). Στην περίπτωση των ατόμων με ΑΟ, στους δείκτες θα μπορούσαν να συμπεριλαμβάνονται η ένταση και η πηγή του φωτός καθώς και η μέτρηση θορύβου. Οι συγγραφείς αναφέρουν, ότι η ακρίβεια στις σωστές επιλογές κράτησης θέσεων στους χώρους του πανεπιστημίου, βάσει δεικτών αξιολόγησης που έθεσαν, αγγίζει το 95% σε εμβέλεια 2m γύρω από τους αισθητήρες. Αν και ο στόχος της συγκεκριμένης μελέτης είναι η εξοικονόμηση ενέργειας από τη λειτουργία των αιθουσών του πανεπιστημίου, θα μπορούσε να προσαρμοστεί σε ένα σύστημα αυτόνομης κράτησης θέσης μελέτης σε μία βιβλιοθήκη. Μια παρόμοια εφαρμογή έχει χρησιμοποιηθεί σε κτήρια με γραφεία για την διαχείριση των θέσεων του ανθρώπινου δυναμικού και την ανίχνευση επαφών σε ένα χώρο σε πραγματικό

χρόνο με τη χρήση Arduino, αισθητήρων εγγύτητας BLE και μεταφορά των δεδομένων στο cloud (arduino.cc, 2022), (electronic.lab, 2022). Στο πλαίσιο της εικοσιτετράωρης λειτουργίας της βιβλιοθήκης του Asia Pacific University (APU) οι (Yik, Ching, & Marilia, 2022) προτείνουν αυτόματη κράτηση χώρου μέσω εφαρμογής, ξεκλείδωμα στις βιβλιοθήκης μέσω QR και χάρτη για τον εντοπισμό της ακριβούς τοποθεσίας της θέσης κράτησης (Πίνακας 4). Στόχος των συγγραφέων είναι να βελτιώσουν την εμπειρία των χρηστών και να επεκτείνουν την προσβασιμότητα στις υπηρεσίες της βιβλιοθήκης κατά τη διάρκεια εργασίας των αναγνωστών. Αν και στο σύστημα αυτό θα μπορούσαν τα άτομα με ΑΟ να επιλέξουν ένα χώρο βάσει των αναγκών στις, απουσιάζει η πλοήγηση, ώστε να φτάσουν στο σημείο προορισμού και η διεπαφή ανθρώπου-μηχανής δεν είναι κατάλληλη για άτομα που έχουν σοβαρές οπτικές αναπηρίες.

4.3.3 Αυτόματη Πλοήγηση

Σε ένα σενάριο σχεδιασμού έξυπνης βιβλιοθήκης που θα λαμβάνει υπόψη του και τις ανάγκες των ατόμων με ΑΟ, τα συστήματα αυτόνομης πλοήγησης είναι σίγουρα τομείς συνεχούς έρευνας. Οι (Bracco, Grunwald, Navceovich, Capdehourat, & Larroca, 2020) αναγνωρίζοντας την προτεραιότητα που οφείλουν να δείχνουν οι φορείς πολιτισμού σε θέματα προσβασιμότητας προτείνουν ένα σύστημα αυτόνομης πλοήγησης για άτομα με ΑΟ, το οποίο δοκιμάστηκε στο National Museum of Virtual Arts της Ουρουγουάης. Το σύστημα αυτό βασίστηκε στην τεχνολογία εντοπισμού θέσης σε εσωτερικούς χώρους μέσω Wi-Fi, σε συνδυασμό με μία εφαρμογή για Android κινητά που περιλάμβανε ακουστικές οδηγίες πλοήγησης και ακουστική ξενάγηση (Πίνακας 4). Αν και το σύστημα αξιολογήθηκε θετικά ως προς την ακρίβειά του και την ικανοποίηση των χρηστών, δεν μπορεί να επεκταθεί σε εσωτερικό χώρο βιβλιοθήκης, καθώς οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό θέσης δεν έχουν την ακρίβεια που απαιτεί μία βιβλιοθήκη, στην οποία η εγγύτητα των αντικειμένων (των βιβλίων) είναι πολύ μεγάλη. Στη συγκεκριμένη εργασία, οι συγγραφείς αναφέρουν, ότι το σύστημα επιτρέπει την αναγνώριση μια περιοχής, ακρίβειας που κρίθηκε ικανοποιητική για την απόσταση μεταξύ των έργων τέχνης στις αίθουσες του μουσείου, όχι, όμως, και για την απόσταση μεταξύ βιβλίων στο ράφι μιας βιβλιοθήκης. Οι ίδιοι στα συμπεράσματα αναφέρουν, ότι το σύστημα τους θα λειτουργήσει καλύτερα αν συνδυαστεί με Beacons BLE, ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια στη θέση του επισκέπτη σε σχέση με τη θέση του έργου τέχνης.

Στους χώρους των βιβλιοθηκών η έρευνα είναι ακόμα πιο περιορισμένη σε θέματα καθοδήγησης και εντοπισμού θέσης. Μία από τις λίγες μεμονωμένες εργασίες είναι το

Chatbot ALGs, ένα πρωτότυπο που σχεδιάστηκε για τους χώρους της βιβλιοθήκης του Πανεπιστημίου Karunya (Sweena, και συν., 2021). Το προτεινόμενο πρωτότυπο χρησιμοποιεί ως εγκέφαλο έναν υπολογιστή με raspberry pi, ένα μικρόφωνο και ένα σετ διακοπών για αυτοματοποιημένες εντολές ως εισόδους, την οθόνη κινητού και ηχεία ως εξόδους και τέλος μία web-camera για τη διασύνδεση (Πίνακας 4). Αφού ο χρήστης συνδεθεί με το σύστημα μέσω κάμερας αναγνώρισης προσώπου, επικοινωνεί με το Chatbot από το μικρόφωνο ζητώντας οδηγίες καθοδήγησης για έναν συγκεκριμένο προορισμό μέσα στην βιβλιοθήκη ή επιλέγει έναν από τους διακόπτες αυτοματοποιημένης καθοδήγησης για προκαθορισμένους προορισμούς. Η επεξεργασία της πληροφορίας γίνεται στο raspberry pi και μέσω των ηχείων ή της οθόνης, ο χρήστης λαμβάνει φωνητικές ή οπτικές οδηγίες πλοήγησης. Οι συγγραφείς στα συμπεράσματα τους αναφέρουν, ότι το σύστημα αυτό δοκιμάστηκε με επιτυχία σε εγγεγραμμένους και σε άγνωστους φοιτητές σε χώρους της βιβλιοθήκης του πανεπιστημίου. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να φανεί χρήσιμο στο σχεδιασμό έξυπνων βιβλιοθηκών που θα παρέχουν πλήρη αυτονομία στην προσπελασιμότητα του χώρου για άτομα με ΑΟ. Ωστόσο, το συγκεκριμένο σύστημα δίνει πολύ γενικές κατευθύνσεις που δεν αρκούν για ένα άτομο με πλήρη απώλεια όρασης και δεν περιλαμβάνει την αποφυγή εμποδίων, καθώς είναι σχεδιασμένο για βλέποντες χρήστες. Την ακρίβεια της σωστής πορείας σε ευθεία γραμμή, την αποφυγή απόκλισης από την πορεία, την ανίχνευση εμποδίων, την ακριβή κλίση στις στροφές και τον ακριβή εντοπισμό του βιβλίου πάνω στο ράφι, έχουν πετύχει οι (Rashid, Uzzaman, Hossain, & Shunra, 2017) με την ανάπτυξη ενός αλγορίθμου για τη δημιουργία ενός ευφυούς ρομπότ-βιβλιοθηκάρου (Πίνακας 4). Καθώς αυτά τα ρομπότ, όπως και των (Pham, Giordano, Miller, Gianniti, & Mena, 2018) είναι τροχοφόρες μηχανές που κινούνται σε ελεύθερο δάπεδο, χωρίς ράγες, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ως οχήματα για την ανεξάρτητη μετακίνηση ατόμων με ΑΟ, αλλά και άλλων αναγνώστων στο χώρο μιας βιβλιοθήκης (Ainscow & Booth, The index for inclusion, 2002), (Ainscow, Dyson, & Weiner, 2013), (Dodd & Sandell, 2001), (Αγγελίδης, 2011).

Ο παρακάτω πίνακας συγκεντρώνει τις εργασίες που περιγράφηκαν σε αυτήν την ενότητα (Ενότητα 4.3), οι οποίες προσεγγίζουν τη σύνδεση του ΔτΠ και της ΤΝ για το σχεδιασμό έξυπνων βιβλιοθηκών. Καθώς, σκοπός της εργασίας είναι ο εντοπισμός και η πιθανή αξιοποίηση τέτοιων εργασιών στα πλαίσια του καθολικού σχεδιασμού έξυπνων βιβλιοθηκών που θα συμπεριλαμβάνουν τα άτομα με ΑΟ στις κοινότητές τους, τα πεδία του πίνακα έχουν επιλεγεί με κριτήριο την εύκολη σύγκριση των προτάσεων και πιθανούς συνδυασμούς των τεχνολογιών και των διεπαφών τους, που μπορούν να προκύψουν για μία ολοκληρωμένη πρόταση. Τέλος, μία σημαντική παράμετρος που αποτελεί και το τελευταίο πεδίο του πίνακα

είναι αν έχει αξιολογηθεί η αρχιτεκτονική των συστημάτων από εμπειρογνώμονες και αν έχει εφαρμοστεί πιλοτικά σε πραγματικές συνθήκες.

Αυτή ακριβώς η ανάδυση μιας έξυπνης βιβλιοθήκης μέσα από συνδυασμένες προσπάθειες που προσφέρουν τα πολυποίκιλα εργαλεία των αναδυόμενων τεχνολογιών και η οποία θα απαντά σε όλα συγχρόνως τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας, αποτελεί και την προσφορά και την καινοτομία της παρούσας εργασίας στην έρευνα.

Πίνακας 4: Πίνακας εργασιών για το σχεδιασμό έξυπνων βιβλιοθηκών

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ						ΔΙΕΠΑΦΗ			ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	
	ΔτΠ	Συνδεσιμότητα	CHATBOT	ROBOTS	TN	AR	SMARTPHONE	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ	ΑΛΛΟ	ΠΙΛΟΤΙΚΑ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ
(Liu, Wang, & He, 2017): Έξυπνο Σύστημα τοποθέτησης βιβλίων σε περιβάλλον IoT	RFID	USB						✓		✓	
(Basciftci & Bokiye, 2021): Αυτόματη διαχείριση βιβλιοθήκης βασισμένη στο ΔτΠ	RFID	Wi-Fi						✓			✓
(Londhe, Gokhale, Jadhav, & Job, 2019): Αυτοματισμός στο σύστημα διαχείρισης βιβλιοθηκών	RFID	Wi-Fi					✓				✓
(Liu, και συν., 2017): ΔτΠ & TN για αυτόματη διαχείριση βιβλίων	RFID	USB					✓	✓		✓	

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ						ΔΙΕΠΑΦΗ			ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	
	ΔτΠ	Συνδεσιμότητα	CHATBOT	ROBOTS	TN	AR	SMARTPHONE	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ	ΑΛΛΟ	ΠΙΛΟΤΙΚΑ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ
(Ozeer, Sungkur, & Nagowah, 2019): Από την παραδοσιακή στην έξυπνη βιβλιοθήκη	RFID	Wi-Fi					✓		Έξυπνο box δανεισμού + Έξυπνο καρότσι επιστροφής	✓	
(Jayawardena, και συν., 2021): ΔτΠ & TN στην αυτόματη διαχείριση βιβλίων & στην κράτηση θέσεων	RFID	Internet			✓		✓	✓		✓	
(Gupta, IoT-Based Library system for the Developing framework of Implementation, 2021): ΔτΠ για τη διαλειτουργικότητα μεταξύ βιβλιοθηκών	RFID	Wi-Fi						✓			✓
(Kumar, και συν., 2021): Ρομποτικός Βραχίονας για την Αυτόματη Διαχείριση Βιβλίων	RFID	Bluetooth		✓			✓				✓
(Pujari & Deosarkar, 2017): Ευφυής Ρομποτικός Βραχίονας για τη διαχείριση βιβλίων	RFID	Wi-Fi		✓				✓			✓
(Angal & Gade, 2017): Τροχαλητός Ρομποτικός βραχίονας για τη διαχείριση Βιβλιοθηκών		Wi-Fi		✓	✓			✓			✓

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ						ΔΙΕΠΑΦΗ			ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	
	ΔΤΠ	Συνδεσιμότητα	CHATBOT	ROBOTS	TN	AR	SMARTPHONE	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ	ΑΛΛΟ	ΠΙΛΟΤΙΚΑ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ
(Fati, Al-nabhan, & Muneer, 2019): Ευφυές Ρομπότ με φωνητική καθοδήγηση σε έξυπνη βιβλιοθήκη	RFID	Internet		✓	✓		✓				✓
(Li J. , 2022): TN & Ρομποτική: η καινοτομία στις βιβλιοθήκες	✓	Internet	✓	✓	✓		✓	✓			✓
(Salihin, 2019): Chatbots με διαφορετικές λειτουργίες	✓	Wi-Fi	✓		✓		✓	✓		✓	
(Gupta, Internet of Things Based Book Tracking System for Smart Library, 2020): Δανεισμός Βιβλίων με ΔτΠ	✓	Wi-Fi	✓		✓			✓			✓
(Yik, Ching, & Marilia , 2022): Αυτόνομο σύστημα βιβλιοθήκης	RFID	Bluetooth					✓			✓	
(Azizi, Nair, Rabiee, & Olofsson, 2020): ΔτΠ σε ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες για κράτηση θέσης σε πραγματικό χρόνο	PIR	Ασύρματο Δίκτυο						✓		✓	
(Bracco, Grunwald, Navceovich, Cardehourat , & Larroca, 2020): Αυτόματη πλοήγηση σε προσωποποιημένες ξεναγήσεις	FINGERPRINTING	Wi-Fi			ML		✓			✓	

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ						ΔΙΕΠΑΦΗ			ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	
	ΔτΠ	Συνδεσιμότητα	CHATBOT	ROBOTS	TN	AR	SMARTPHONE	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ	ΑΛΛΟ	ΠΙΛΟΤΙΚΑ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ
(Karna, Pratama, & Ramzani, 2019):Αυτόματο σύστημα αυτοδανεισμού & αυτοεπιστροφής βιβλίων- Μελέτη Περίπτωσης	RFID	Wi-Fi						Micro PC		✓	
(Vanitha, Sridhar, & Dhivakar, 2021): Αυτόματο σύστημα διαχείρισης θορύβου με τεχνολογίες του ΔτΠ	RFID	USB					✓	✓			
(Sweena, et al., 2021): Σύστημα Καθοδήγησης & Εντοπισμού θέσης	RASPBERRY PI	Wi-Fi	✓				✓			✓	✓
(Nagowah, Gobin-Rahimbux, & BEN STA, 2021): Οντολογία για το ΔτΠ σε έξυπνη ακαδημαϊκή βιβλιοθήκη	RFID	INTERNET					✓				✓
(Rashid, Uzzaman, Hossain, & Shuvra, 2017): Αυτοκινούμενο ρομπότ για εντοπισμό και μεταφορά βιβλίων		INTERNET		✓	✓			✓			✓
(Bi, και συν., 2022): Η TN & το ΔτΠ σε μία συνεργασία για το σχεδιασμό έξυπνων βιβλιοθηκών	RFID		✓	✓	✓	✓	✓	✓		SLR	

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ						ΔΙΕΠΑΦΗ			ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	
	ΔΤΠ	Συνδεσιμότητα	CHATBOT	ROBOTS	TN	AR	SMARTPHONE	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ	ΑΛΛΟ	ΠΙΛΟΤΙΚΑ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ
	(Tella & Ajani, 2022): Τα ρομπότ στις δημόσιες βιβλιοθήκες			✓	✓	✓		✓	✓	✓	SLR

5. Συζήτηση: Ανοιχτά Θέματα και Προκλήσεις

5.1 RQ 1: Θέσεις των ατόμων με ΑΟ για την προσβασιμότητα σε χώρους πολιτισμού

Συγκρίνοντας τις ποιοτικές έρευνες που έγιναν σε άτομα με ΑΟ προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα σχετικά με την πρόθεση των ατόμων με ΑΟ να πραγματοποιήσουν μία επίσκεψη σε έναν χώρο πολιτισμού και την αντίληψη που έχουν σχετικά με το πώς αντιμετωπίζονται από αυτόν.

1. Τα άτομα με ΑΟ αν και δεν διαφοροποιούνται ως προς τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό αισθάνονται αποκλεισμένα από το πολιτισμικό αγαθό (Αργυρόπουλος Β. , 2015). Οι σποραδικές δράσεις των φορέων πολιτισμού αλλά και η περιορισμένη εμπειρία που βιώνουν σε αυτούς προκαλούν απογοήτευση στους επισκέπτες με ΑΟ και συνιστούν αρνητικό κίνητρο στην απόφασή τους να σχεδιάσουν μία επίσκεψη σε έναν χώρο πολιτισμού (Candlin, 2003), (De Coster & Loots, 2004). Συνήθως, οι πληροφορίες που είναι προσβάσιμες χωρίς φραγμούς, για τα άτομα με μερική ή ολική απώλεια όρασης, αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό όλων των πληροφοριών που παρέχονται από τους χώρους πολιτισμού στους επισκέπτες (Weisen, 2008). Συγκεκριμένα, στις βιβλιοθήκες, όπως φαίνεται και από το “State of Art” (San Francisco Public Library-Accessibility, 2022), (Βιβλιοθήκη Πανεπιστημίου Πειραιώς, 2022), (Cambridge University , 2022), (CELA, Centre for Equitable Library Access, 2022), (Disability Services at Northwestern, 2022), (Disabled Library users, 2022), (IFLA, Resources, 2022), (University of Alberta Library, 2022), (Library of Congress, 2022), (NNELS, National Network for Equitable Library Service, 2022), (Research Centre for Museums and Galleries (RCMG), 2022), τα άτομα με ΑΟ δεν έχουν πρόσβαση σε όλο το περιεχόμενο της βιβλιοθήκης, αλλά σε ένα πολύ μικρό τμήμα της. Σε κάποιες περιπτώσεις η ΥΤ ανάγνωσης προσφέρεται κατόπιν αιτήματος ή συνεννόησης με το προσωπικό, μία διαδικασία που απαιτεί χρόνο και λειτουργεί αποθαρρυντικά για τους αναγνώστες με ΑΟ. Ακόμα και όταν αυτή διατίθεται με το σύστημα μετατροπής κειμένου σε ήχο ή μέσω Audio Book, όπως συμβαίνει στο σύνολο των παραπάνω βιβλιοθηκών, η ανάγνωση είναι, συνήθως, μηχανική και δεν οδηγεί σε μία πλήρη και πλούσια εμπειρία.

2. Η αξιοποίηση της αφής αποτελεί, επίσης, μία σημαντική οδό, για να κατανοήσουν τα άτομα με ΑΟ το περιβάλλον τους (Argyropoulos & Kanari, 2015), (Anagnostakis, και συν., 2016), (Asakawa, Guerreiro, Ahmetovic, Kitani, & Asakawa, 2018), (Sylaiou & Fidas, 2022), (Μηλιώνης & Σαμψών, 2018), (De Coster & Loots, 2004). Αν και στην περίπτωση των μουσείων, αυτή η ανάγκη γίνεται εύκολα κατανοητή, στην περίπτωση των βιβλιοθηκών χρειάζεται περισσότερη σκέψη για τον τρόπο που μπορεί να ενταχθεί η αφή στην εμπειρία ενός επισκέπτη στο φυσικό χώρο μιας βιβλιοθήκης. Τα παραδοσιακά εργαλεία που αξιοποιούνται κυρίως από τις βιβλιοθήκες, περιορίζονται σε κείμενα, λεζάντες, και οδηγίες στο σύστημα Braille (CELA, Centre for Equitable Library Access, 2022), (Disability Services at Northwestern, 2022), (Library of Congress, 2022). Ωστόσο, αυτό δεν είναι αρκετό, καθώς υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός αναγνωστών με μερική ή ολική απώλεια όρασης που δεν γνωρίζει αυτό το σύστημα γραφής και ανάγνωσης (Nandalal, και συν., 2020).
3. Η πολυαισθητηριακή εμπειρία, που είναι απαιτούμενο για τις προσφερόμενες υπηρεσίες για τα άτομα με ΑΟ, δεν αποτελεί αίτημα μόνο για τη συγκεκριμένη ομάδα επισκεπτών. Είναι, ουσιαστικά, μία προσέγγιση που αφορά σε όλους τους αναγνώστες, καθώς οδηγεί στον εμπλουτισμό της εμπειρίας του χρήστη (Χουρμουζιάδη, 2015). Το αίτημα αυτό εντάσσεται στην γενική ιδέα του «Καθολικού Σχεδιασμού», που δεν εστιάζει στις διαφορετικές συνθήκες που πρέπει να δημιουργηθούν για τα άτομα με ΑΟ, αλλά σε μία εκ νέου πρόταση που στοχεύει σε παρεμβάσεις που θα μπορούν να αξιοποιηθούν, από όλους τους επισκέπτες (Dodd & Sandell, 2001), (MLA, 2004), (Mace, 1997), (Αργυρόπουλος & Κατσαντώνη, 2020), (Κάλου, 2015), (Καλεσοπούλου, 2015), (Κατσαντώνη, 2017), (Κουλούσης & Πράνταλος, 2015), (Πολυχρονίου, 2015).
4. Αν και αρκετές, δημόσιες και ακαδημαϊκές κυρίως, βιβλιοθήκες εφαρμόζουν πρακτικές που ανταποκρίνονται στις οδηγίες και διατάξεις επίσημων φορέων για την προσβασιμότητα (CELA, Centre for Equitable Library Access, 2022), (IFLA, 2005), (MLA, 2004), (OWH, 2022), (Smithsonian Guidelines for Accessible Exhibition, 2016), (UNESCO, 1994), (San Francisco Public Library-Accessibility, 2022), (Διεθνές Συμβούλιο Μουσείων (ICOM), 2009), (Ε.Σ.Α.με.Α., 2013), (ΕΕ, 2019), (ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ & ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΕΕ, 2017), (ΟΗΕ, 2006), (ΟΗΕ και Άτομα με Αναπηρίες, 2022), (Υπουργείο Πολιτισμού, 2007), η πρόσβαση στο έντυπο περιεχόμενο φαίνεται να γίνεται σε περιορισμένους χώρους και για

ορισμένες συλλογές των βιβλιοθηκών (Χατζηνικολάου, 2004), (Τσιτούρη, 2005). Στο ίδιο συμπέρασμα συγκλίνουν και τα αποτελέσματα από την έρευνα στους ιστότοπους σημαντικών βιβλιοθηκών σε διεθνές επίπεδο. Οι υπηρεσίες που προσφέρουν οι βιβλιοθήκες στα άτομα με ΑΟ αναφέρονται, κυρίως, σε ψηφιακό υλικό ή στην αξιοποίηση διαδικτυακών πόρων (Gurta, 2020). Η πρόσβαση σε ψηφιακές εκδόσεις με την αξιοποίηση λογισμικών μετατροπής κειμένου σε ομιλία ή μεγέθυνσης της οθόνης συναντάται, πλέον, σε μεγάλες βιβλιοθήκες. Σε μικρότερο βαθμό προσφέρεται τεχνολογική υποστήριξη για την μετατροπή του έντυπου υλικού της βιβλιοθήκης σε «αναγνώσιμα» κείμενα από εντυποανάπηρους αναγνώστες, δίνοντας την δυνατότητα, μέσα από αυτήν την υπηρεσία, στους αναγνώστες με ΑΟ να αποκομίσουν τα οφέλη που προσφέρει η επαφή του χρήστη με το βιβλίο σε έντυπη μορφή (Donovan, 2019), (Sullivan, 2017). Ακόμα και στην περίπτωση, όμως, που υπάρχει μέριμνα για άτομα με ΑΟ, όπως στις βιβλιοθήκες που παρουσιάστηκαν ([ενότητα 4.1.2](#)) αυτή παρέχεται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες και ειδικούς χώρους για Α.με.Α. Το γεγονός αυτό δημιουργεί, τελικά, συνθήκες αποκλεισμού, αντί πρόσβασης και συμπερίληψης, καθώς δίνεται έμφαση στην αναπηρία, ως κύριο χαρακτηριστικό των επισκεπτών με ΑΟ (Candlin, 2003), (De Coster & Loots, 2004).

5. Η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων δήλωσαν ότι επισκέπτονται χώρους πολιτισμού πάντα με συνοδεία (Argyropoulos & Kanari, 2015), (Asakawa, Guerreiro, Ahmetovic, Kitani, & Asakawa, 2018), (Suresh, Arora, Laha, Gaba, & Bhambri, 2017). Ως εκ τούτου, μπορεί να υποστηριχθεί, ότι τα άτομα με ΑΟ δεν επιλέγουν αυτόνομα τόπο και χρόνο για να επισκεφθούν έναν χώρο πολιτισμού, καθώς εξαρτώνται από την διαθεσιμότητα και τα ενδιαφέροντα φίλων ή συγγενικών προσώπων (Falk & Dierking, 2016) και περιορίζονται κυρίως κατά τη διάρκεια διακοπών ή ταξιδιών. Αν αυτό αποτελεί ένα αρνητικό κίνητρο για τις περιπτώσεις των μουσείων, για τις βιβλιοθήκες αποτελεί ουσιαστικό φραγμό. Ο λόγος είναι ο σκοπός επίσκεψης στην μία και στην άλλη περίπτωση αντίστοιχα. Η επίσκεψη σε μία βιβλιοθήκη τις περισσότερες φορές έχει επαναλαμβανόμενο χαρακτήρα, πολύωρη παραμονή και συχνά ανάγκη για συγκεκριμένη ημέρα και ώρα επίσκεψης, όταν συνδυάζεται με κάποια μελέτη, έρευνα ακόμα και ανάγνωση κάποιου βιβλίου σε συνέχειες. Άρα, αυτή η εξάρτηση προκαλεί ακόμα μεγαλύτερη απομάκρυνση των ατόμων με ΑΟ από αυτό το χώρο στερώντας τους τα πολλαπλά μορφωτικά, πολιτιστικά, κοινωνικά και ψυχικά οφέλη που

αποκομίζει κανείς από μία επίσκεψη σε έναν τέτοιο χώρο (Weisen, 2008). Ακόμα, και στις βιβλιοθήκες που παρέχονται υπηρεσίες και συστήματα ανάγνωσης του έντυπου υλικού, δεν υπάρχει δυνατότητα ανεξάρτητης πρόσβασης στο περιεχόμενο αυτό. Τα άτομα με ΑΟ χρειάζονται τη βοήθεια κάποιου προσώπου σε συνδυασμό με τα παραδοσιακά λευκά μαστούνια, ώστε να κινηθούν μέσα στο χώρο, να ζητήσουν και να αποκτήσουν αυτό που χρειάζονται και τέλος να μπορέσουν να το χρησιμοποιήσουν. Οι σκύλοι οδηγοί, οι οποίοι συνέβαλαν, επίσης, σημαντικά στην ανεξάρτητη διαβίωση των ατόμων με ΑΟ, έχουν υψηλό κόστος εξόδων, χρειάζονται μεγάλο διάστημα για την εκπαίδευσή τους και το ποσοστό επιτυχίας δεν είναι πάντα υψηλό. Το σημαντικότερο, όμως, όλων είναι ότι δεν υπάρχουν επαρκείς νόμοι και κανονισμοί που να καλύπτουν την πρόσβασή του σε όλους τους χώρους (Chen, Liu, Kojima, Huang, & Arai, 2021), (Joshi, Yadav, Dutta, & Travieso-Gonzalez, 2020). Για τους παραπάνω λόγους, συχνά, όπως οι ίδιοι δηλώνουν, προτιμούν την αναζήτηση στο Διαδίκτυο και το διάβασμα στο σπίτι (Argyropoulos & Kanari, 2015). Έτσι, στερούνται την αλληλεπίδραση με άλλους αναγνώστες (Mocanu, Taru, & Zaharia, 2018), την εμπειρία του χώρου της βιβλιοθήκης ως βιούμενου τόπου και τέλος, την ικανοποίηση που προσφέρει η ανεξάρτητη και αυτόνομη επίσκεψη σε χώρους πολιτισμού (Antonίου, και συν., 2019), (Cardillo & et al., 2018), (Dodd & Sandell, 2001).

6. Το τελευταίο ζήτημα που αναδείχθηκε από την έρευνα σε άτομα με ΑΟ ([ενότητα 4.1.1](#)) είναι η αρνητική επίδραση που μπορεί να έχουν τα φυσικά στοιχεία στο χώρο και συγκεκριμένα τα επίπεδα θορύβου, όπως επίσης το είδος και η ένταση του φωτισμού. Τα άτομα με ΑΟ χρειάζονται ήσυχα σχετικά περιβάλλοντα, ώστε να αξιοποιούν την ΥΤ, χωρίς, όμως, να αποκόπτονται από τους ήχους του περιβάλλοντος (Argyropoulos & Kanari, 2015), (Long, Wang, Cheng, Hu, & Yang, 2019), (Mocanu, Taru, & Zaharia, 2018), (Yang, Duarte, & Ganz, 2018), (Yank & Saniie, 2020). Επίσης, οι αντανάκλασεις κυρίως σε γυάλινες επιφάνειες, όπως και ο σκηνικός φωτισμός προκαλούν σύγχυση στους μερικώς βλέποντες (Κουτάντος, 2005).

Συμπυκνώνοντας, τα έξι παραπάνω σημεία, η παρούσα εργασία καταλήγει στο εξής γενικό συμπέρασμα: παρόλο που ορισμένες βιβλιοθήκες έχουν αναλάβει κάποιες πρωτοβουλίες προς αυτή την κατεύθυνση της προσβασιμότητας, τίποτα δεν έχει γίνει ακόμη

στη βάση ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού, που να προσφέρει πλήρη εμπειρία και δυνατότητα ανεξάρτητης επίσκεψης στα άτομα με ΑΟ σε βιβλιοθήκες.

5.2 RQ2: Οι Υποστηρικτικές Τεχνολογίες για Άτομα με Αναπηρία Όρασης

Λαμβάνοντας υπόψη τα κενά που αναδείχθηκαν από την υπάρχουσα εμπειρία των ατόμων με ΑΟ στις βιβλιοθήκες, αναζητήθηκαν ερευνητικές εργασίες και πιλοτικά έργα, που αντικαθιστούν τα παραδοσιακά εργαλεία καθοδήγησης και πληροφόρησης των ατόμων με ΑΟ με σύγχρονα τεχνολογικά μέσα.

Συγκεκριμένα, οι τεχνολογίες που μελετώνται και αξιοποιούνται στο πεδίο αυτό είναι κυρίως η οπτική υπολογιστική (computer vision), τα νευρωνικά δίκτυα (neural networks), η βαθιά μάθηση (deep learning) και η επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality). Αναπτύσσοντας συστήματα που συνδυάζουν τις τεχνολογίες αυτές, η επιστημονική κοινότητα προσπαθεί να δώσει λύσεις στην ανίχνευση εμποδίων, στην αναγνώριση αντικειμένων και προσώπων και στην εκτίμηση της οπτικής απόστασης από τα αντικείμενα. Με αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιώντας την ηχητική ή απτική ανάδραση ή συνδυασμό και των δύο, οι προσεγγίσεις που συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα εργασία στοχεύουν τόσο σε μία ασφαλή και ανεξάρτητη πλοήγηση όσο και στην αναπαράσταση του χώρου σε εσωτερικά και εξωτερικά περιβάλλοντα (Iakovidis, Diamantis, Dimas, Ntakolia, & Spyrou, 2019).

Ωστόσο, ύστερα από τη μελέτη των προσεγγίσεων και την ανάλυση των συμπερασμάτων, στα οποία καταλήγουν οι συγγραφείς, διαπιστώθηκε, ότι ελάχιστα από αυτά σχεδιάστηκαν για την υποβοήθηση των ατόμων με ΑΟ κατά τη διάρκεια επίσκεψής τους σε χώρους πολιτισμού (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020), (Valvo, και συν., 2021), (Μηλιώνης & Σαμψών, 2018) και κανένα για την προσβασιμότητα των ατόμων με ΑΟ στο φυσικό περιβάλλον μιας βιβλιοθήκης. Ως εκ τούτου, δεν αποτελούν ολοκληρωμένες προσεγγίσεις, που καλύπτουν τις ανάγκες των ατόμων με ΑΟ για μία ανεξάρτητη επίσκεψη και άνετη εμπειρία σε αυτούς τους χώρους.

5.2.1 Αδυναμίες στην Τεχνολογία

1. Δεν υπάρχουν ενιαία και επεκτάσιμα συστήματα υποβοήθησης για την κινητικότητα των ατόμων με ΑΟ. Κάποια συστήματα έχουν σχεδιαστεί για εξωτερικούς χώρους (Bauer, και συν., 2020), (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020), (Lin, Lee, & Chiang, 2017), ενώ αλλά για εσωτερικά περιβάλλοντα (Bai, Lian, Liu, Wang, & Liu, 2017), (Chen, Liu, Kojima, Huang, & Arai, 2021), (Mahida, Shahrestani, & Cheung, 2020), (Neugebauer, Rifai, Getzlaff, & Wahl, 2020), (Sato, Oh, & Naito, 2017), (Vanitha, Sridhar, & Dhivakar, 2021), (Yang, και συν., 2018), χωρίς πρόβλεψη για επέκταση των συστημάτων σε άλλα πλαίσια. Η ακριβής πλοήγηση απαιτεί τη σύντηξη πολλών αισθητήρων, ενσωμάτωση GPS, IMU και άλλων μεθόδων εντοπισμού θέσης, που προσφέρουν οι αναδυόμενες τεχνολογίες, ώστε να δημιουργηθούν ενιαία συστήματα για τη λήψη πληροφοριών υψηλής ακρίβειας για εξωτερικά περιβάλλοντα και εσωτερικούς χώρους (Chen, Liu, Kojima, Huang, & Arai, 2021), (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020), (Valvo, και συν., 2021), (Yank & Saniie, 2020), (Chen, και συν., 2022).
2. Η συλλογή δεδομένων του πραγματικού κόσμου από κάμερες βάθους RGB-D αποδεικνύεται δύσκολη και χρονοβόρα στη διαδικασία της (Lin, Wang, Yi, & Lian, 2019). Τα δεδομένα εικόνων με τα οποία εκπαιδεύονται τα μοντέλα βαθιάς μάθησης, για την ανίχνευση και αναγνώριση των αντικειμένων, συχνά έχουν χαμηλή απόδοση, λόγω της περιορισμένης ποσότητας των δεδομένων και των διαφοροποιήσεων στον ορισμό των αντικειμένων μεταξύ των συστημάτων. Για παράδειγμα, τα φυτά σε γλάστρες στο πείραμα των (Lin, Wang, Yi, & Lian, 2019) δεν αναγνωρίζονταν στα πειράματα, εξαιτίας της ποσότητας των δεδομένων των εκπαιδευμένων νευρωνικών δικτύων. Ως εκ τούτου, δημιουργείται περιορισμός στην ακρίβεια της αναγνωρισιμότητας των αντικειμένων, που αποτελεί βασική προϋπόθεση στο περιβάλλον μιας βιβλιοθήκης, και στην επεκτασιμότητα των συστημάτων σε διαφορετικά περιβάλλοντα (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020), (Jhugroo, Nagowah, & Kataully, 2021), (Lin, Lee, & Chiang, 2017), (Lin, Wang, Yi, & Lian, 2019), (Valvo, και συν., 2021).
3. Καθώς οι περισσότερες από τις προσεγγίσεις υποβοήθησης ατόμων με ΑΟ για πλοήγηση και επίγνωση του περιβάλλοντος δεν σχεδιάστηκαν ειδικά για χώρους πολιτισμού (και καμία για βιβλιοθήκες), δεν υπάρχει μέριμνα στις παραμέτρους του σχεδιασμού για σωστό φωτισμό του χώρου. Τα καλά φωτισμένα περάσματα, ο καλός

φωτισμός και οι χρωματικές αντιθέσεις στα σημεία αναφοράς αποτελούν αναγκαιότητα για την κινητικότητα και τον προσανατολισμό των ατόμων με ΑΟ (Argyropoulos & Kanari, 2015), (Κουτάντος, 2005). Οι αισθητήρες βάθους, που χρησιμοποιούνται για την πλοήγηση ατόμων με ΑΟ σε εσωτερικούς χώρους, πολλές φορές λόγω φωτισμού, αντιμετωπίζουν αστοχία σε γυάλινες επιφάνειες, ακόμα και σε πόρτες (Bai, Lian, Liu, Wang, & Liu, 2017), (Lin, Wang, Yi, & Lian, 2019), ενώ συγχρόνως δεν έχουν ενσωματωμένα φίλτρα για αφαίρεση δεδομένων θορύβου από το περιβάλλον, τα οποία προκαλούν σύγχυση και συνεπώς περιορισμό στην ποιότητα των δεδομένων εικόνας (Nosseir, 2022), (Vanitha, Sridhar, & Dhivakar, 2021).

4. Οι ΥΤ εσωτερικής πλοήγησης και εντοπισμού θέσης για άτομα με ΑΟ μπορούν να κατηγοριοποιηθούν α) σε αυτές που βασίζονται στην όραση υπολογιστή και στα νευρωνικά δίκτυα και β) σε αυτές που βασίζονται στο ΔτΠ. Η επιτυχία τους στηρίζεται σε παράγοντες που σχετίζονται με διαταραχές του εσωτερικού χώρου συγκριτικά με την 3D αναπαράσταση, με τη διαθεσιμότητα και κατανάλωση ενέργειας (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020), (Mocanu, Tapu, & Zaharia, 2018) και φυσικά με το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του συστήματος (Mahida, Shahrestani, & Cheung, 2020). Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις προκλήσεις, η κατάλληλη επιλογή τεχνολογίας αποτελεί έναν βασικό παράγοντα για την απόδοση υπηρεσιών καθοδήγησης που βασίζονται στον εντοπισμό τοποθεσίας.
5. Η προσπάθεια των (Lin, Cheng, Wang, & Yang, 2018) να δανειστούν την τεχνολογία που εφαρμόζεται στα αυτόνομα οχήματα, για να σχεδιάσουν ένα σύστημα αυτόματης πλοήγησης για άτομα με ΑΟ, κατάληξε στο συμπέρασμα, ότι αυτές δεν μπορούν να προσαρμοστούν σε σενάρια υποβοηθούμενης καθοδήγησης για πεζούς χρήστες. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στα οχήματα ρομπότ είναι ευάλωτη σε αλλαγές οπτικής γωνίας και διαδρομών που προκαλούνται από τις κάμερες των υποστηρικτικών συσκευών βάρδισης για χρήστες με ΑΟ.

5.2.2 Θέματα Ευχρηστίας

Όπως αναδείχθηκε στα συμπεράσματα του πρώτου ερευνητικού ερωτήματος τα άτομα με προβλήματα όρασης αναφέρονται στην ανάπτυξη μιας διεπαφής φιλικής, εύκολης στη λειτουργία και με ικανότητα να αξιοποιεί με αποτελεσματικό τρόπο την ακοή και την αφή (Argyropoulos & Kanari, 2015), (Asakawa, Guerreiro, Ahmetovic, Kitani, & Asakawa, 2018), (Conradie, Goedelaan, Mioch, & Saldien, 2014), (Poria, Reichel, & Brandt, 2009), (Suresh,

Arora, Laha, Gaba, & Bhambri, 2017). Οι αδυναμίες ως προς την ευχρηστία των συσκευών διεπαφής στις προτάσεις που μελετήθηκαν συγκεντρώνονται στις εξής:

1. Το υλικό της συσκευής είναι ογκώδες, βαρύ, ενοχλητικό και προκαλεί αμηχανία σε άτομα με ΑΟ, επειδή δεν είναι καθόλου διακριτικό (Chen, Liu, Kojima, Huang, & Arai, 2021), (Long, Wang, Cheng, Hu, & Yang, 2019), (Neugebauer, Rifai, Getzlaff, & Wahl, 2020), (Iakovidis, Diamantis, Dimas, Ntakolia, & Spyrou, 2019).
2. Σε κάποιες προτάσεις χρησιμοποιούνται κοινά ακουστικά με σύνδεση Bluetooth, για λόγους οικονομίας, τα οποία, όμως, εμποδίζουν τους χρήστες με ΑΟ να ακούν τους ήχους του πραγματικού περιβάλλοντος (Chen, Liu, Kojima, Huang, & Arai, 2021), (Neugebauer, Rifai, Getzlaff, & Wahl, 2020).
3. Τα συστήματα πλοήγησης που χρησιμοποιούν ακουστικές οδηγίες μέσω κινητού σε συνδυασμό με το παραδοσιακό λευκό μαστούνι δημιουργούν προβλήματα λειτουργικότητας, καθώς είναι πιασμένα και τα δύο χέρια των χρηστών, όπως χαρακτηριστικά δήλωσαν οι ίδιοι κατά τη διάρκεια των δοκιμών τέτοιων συστημάτων (Oh, Kao, & Min, 2017), (Iakovidis, Diamantis, Dimas, Ntakolia, & Spyrou, 2019).
4. Συχνά, η επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής στα συστήματα πλοήγησης για άτομα με ΑΟ δεν είναι επαρκής για μία πλήρη εμπειρία στο χώρο μίας βιβλιοθήκης. Απαιτείται βελτίωση στην κατανόηση της φυσικής γλώσσας των χρηστών από τα προτεινόμενα συστήματα και αύξηση της φωνητικής επικοινωνίας του χρήστη με το σύστημα (Chen, Liu, Kojima, Huang, & Arai, 2021).

Από τις παραπάνω διαπιστώσεις γίνεται σαφές, ότι τα εμπόδια ως προς την προσβασιμότητα και συμπερίληψη των ατόμων με μερική ή ολική απώλεια όρασης στις βιβλιοθήκες δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν από την υποστηρικτική τεχνολογία που προτείνεται για άτομα με ΑΟ και κατά συνέπεια δεν μπορούν να καλύψουν την ανάγκη τους για μία ανεξάρτητη επίσκεψη. Εμπόδια, όπως ο εντοπισμός ενός βιβλίου στο χώρο μιας βιβλιοθήκης, η λεπτομερής καθοδήγηση και συνεχής ανατροφοδότηση προς το σημείο παραλαβής του βιβλίου και τελικά η απόσπασή του από το ράφι δεν αντιμετωπίζονται επαρκώς από τις προσεγγίσεις που μελετήθηκαν και επομένως δε λύνουν πλήρως το πρόβλημα του αποκλεισμού από τις βιβλιοθήκες για τα άτομα με ΑΟ. Ωστόσο, τα συστήματα αυτά είναι χρήσιμα για την ανεξάρτητη μετακίνηση των ατόμων με ΑΟ στους εσωτερικούς χώρους της βιβλιοθήκης, όπως στο χώρο παροχής υπηρεσιών και δανεισμού, στο καφέ, στους χώρους υγιεινής ή στα αναγνωστήρια και στο εξωτερικό περιβάλλον των βιβλιοθηκών, δημιουργώντας ένα κτήριο φιλικό για τα άτομα με ΑΟ. Σε ένα τέτοιο κτήριο, είναι δυνατό για

τα άτομα με προβλήματα όρασης να χρησιμοποιούν διάφορες εγκαταστάσεις, όπως οι βλέποντες επισκέπτες, χωρίς να προσκρούουν σε εμπόδια, όπως συχνά συμβαίνει με το λευκό μπαστούνι. «Αυτό θα ήταν εξαιρετικά ωφέλιμο για τα άτομα με προβλήματα όρασης», αναφέρουν χαρακτηριστικά οι (Yu, Yang, Jones, & Saniie, 2018).

5.3 RQ 3: Έξυπνες Βιβλιοθήκες και Προσβασιμότητα

Στο τρίτο ερευνητικό ερώτημα ερευνήθηκε κατά πόσο μία έξυπνη βιβλιοθήκη μπορεί συνδυαζόμενη με τα συστήματα ΥΤ ανάγνωσης, που προσφέρουν οι βιβλιοθήκες, και με συστήματα υποβοήθησης, που έχουν προταθεί για την ανεξάρτητη μετακίνηση των ατόμων με ΑΟ, να γίνει πλήρως προσβάσιμη για τους επισκέπτες με ΑΟ. Οι προσεγγίσεις που μελετήθηκαν, διεξοδικά, στην παρούσα εργασία φαίνεται, ότι μπορούν να προσφέρουν τεχνογνωσία προς την κατεύθυνση αυτή, παρουσιάζουν, ωστόσο, κενά σχετικά με την πλήρη κάλυψη των απαιτήσεων των ατόμων με μερική ή ολική απώλεια όρασης για μία αυτόνομη επίσκεψη και για την ισότιμη ενσωμάτωσή τους στην κοινότητα των επισκεπτών μιας βιβλιοθήκης.

Οι κοινοί στόχοι όλων των εργασιών που μελετήθηκαν ([Πίνακας 4](#)) ήταν:

- α. να μειώσουν το φόρτο εργασίας του προσωπικού από άσκοπες και χρονοβόρες διαδικασίες (Ching, Abidin, & Yik, 2022).
- β. να μειώσουν σε μεγάλο βαθμό τα λάθη στην τοποθέτηση των βιβλίων και στη διαδικασία δανεισμού (Karna, Pratama, & Ramzani, 2019; Kumar, et al., 2021).
- γ. να δώσουν λύση στο φαινόμενο μη επιστροφής ή κλοπής υλικού (Basciftci & Bokiye, 2021).
- δ. να αναπτύξουν αυτόματα συστήματα ασφαλείας (Bi, και συν., 2022) και
- ε. να προσφέρουν άνεση στην εμπειρία του επισκέπτη (Shu, Wang, Jiang, & Liu, 2021), (Fati, Al-nabhan, & Muneer, 2019).

Σε καμία από τις εργασίες που μελετήθηκαν δεν αναφέρεται στους στόχους της η προσβασιμότητα και η συμπερίληψη. Για αυτό το λόγο, τα έξυπνα συστήματα που προτείνονται δεν επαρκούν από μόνα τους να εντάξουν τα άτομα με ΑΟ στο καθημερινό κοινό των βιβλιοθηκών.

5.3.1 Έξυπνες βιβλιοθήκες και Διαδίκτυο Πραγμάτων

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφική ανασκόπηση, που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, οι έξυπνες βιβλιοθήκες δεν αποτελούν ακόμα πραγματικότητα. Τα έργα στα οποία αναφέρονται τα άρθρα που μελετήθηκαν αφορούν σε πιλοτικά προγράμματα ή αποτελούν ερευνητικές εργασίες. Έτσι, οι βιβλιοθήκες δεν μπορούν να ενταχθούν, προς το παρόν, σε έξυπνα περιβάλλοντα και να αποτελέσουν τμήμα των εφαρμογών του ΔτΠ (Chianese & Piccialli, 2014).

Τα συμπεράσματα, όμως, στα οποία καταλήγουν οι περισσότερες έρευνες, δείχνουν ότι ο σχεδιασμός μιας έξυπνης βιβλιοθήκης δεν αποτελεί ουτοπία, αλλά έναν πραγματικό στόχο, εφόσον υπάρξει επιστημονικό ενδιαφέρον.

Όσον αφορά στο ερευνητικό ερώτημα της εργασίας, φαίνεται ότι το ΔτΠ μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στην προσβασιμότητα των ατόμων με ΑΟ στις βιβλιοθήκες. Οι αισθητήρες RFID σε συνδυασμό με τους μικροεπεξεργαστές Arduino (Kumar, et al., 2021), (Pujari & Deosarkar, 2017) και Raspberry Pi επιτυγχάνουν την πλήρη επικοινωνία μεταξύ βιβλίων που βρίσκονται στα ράφια και αναγνωστών (Basciftci & Bokiye, 2021), (Londhe, Gokhale, Jadhav, & Job, 2019), (Ozeer, Sungkur, & Nagowah, 2019), (Kim, Kim, Bae, & Park, 2021), (Yik, Ching, & Marilia, 2022). Επίσης, οι αισθητήρες rad pressure στους διαδρόμους μιας βιβλιοθήκης μπορούν να αξιοποιηθούν για την πλήρη καθοδήγηση ατόμων με ΑΟ μέσα στους χώρους της (Mohammadi & Yegane, 2021). Ωστόσο, αν και τα συστήματα αυτά βρίσκονται στο προσκήνιο των ερευνών χρειάζονται προσαρμογές, βελτιώσεις και προσθήκες, ώστε να συμπεριληφθούν τα άτομα με ΑΟ στο σχεδιασμό των έξυπνων βιβλιοθηκών και να ληφθούν υπόψη κάποιοι παράγοντες που απουσιάζουν από όσες προσεγγίσεις μελετήθηκαν.

- α. Το σημαντικότερο εμπόδιο των συστημάτων διαχείρισης βιβλιοθηκών που αξιοποιούν τις παραπάνω τεχνολογίες είναι η διεπαφή του χρήστη. Η επικοινωνία χρήστη με τα υπόλοιπα στοιχεία του ΔτΠ γίνεται μέσω οθόνης ενός smartphone (Asemi, Ko, & Nowkarizi, 2020), (Basciftci & Bokiye, 2021), (Kim, Kim, Bae, & Park, 2021), (Londhe, Gokhale, Jadhav, & Job, 2019), (Ozeer, Sungkur, & Nagowah, 2019), (Yik, Ching, & Marilia, 2022) ή μιας κεντρικής μονάδας υπολογιστή της βιβλιοθήκης (Liu, Wang, & He, 2017) με γραπτές εντολές και ανατροφοδότηση μέσω γραπτών μηνυμάτων.
- β. Οι οδηγίες για τον εντοπισμό των βιβλίων δεν είναι τόσο λεπτομερείς, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες των επισκεπτών με ΑΟ και απαιτούν την αίσθηση της όρασης, για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά.

- γ. Απουσιάζει η πρόβλεψη για πλοήγηση στους βοηθητικούς χώρους των βιβλιοθηκών, όπως είναι η καφετέρια και οι χώροι υγιεινής. Ακόμα και για την κράτηση θέσης σε κάποιο διαθέσιμο χώρο μελέτης σε πραγματικό χρόνο, δε δίνονται οδηγίες πλοήγησης για τον εντοπισμό της ακριβούς θέσης κράτησης με αποτέλεσμα, να αποκλείονται, πάλι, τα άτομα με ΑΟ από μια υπηρεσία που θα διευκόλυne την επίσκεψή τους. Επίσης, και σε αυτήν την υπηρεσία, όπως και στα έξυπνα συστήματα διαχείρισης των βιβλίων οι διεπαφές δεν είναι κατάλληλες για άτομα με ΑΟ (Kumar, et al., 2021), (Pujari & Deosarkar, 2017), (Ozeer, Sungkur, & Nagowah, 2019), (Yik, Ching, & Marilia, 2022).

Έτσι, τα άτομα με ΑΟ συνεχίζουν να εξαρτώνται από την βοήθεια του προσωπικού ή τη συνοδεία οικείου προσώπου, τόσο για την προσπελασιμότητα του κτηρίου όσο και για την αναζήτηση και τον εντοπισμό ενός βιβλίου. Το γεγονός αυτό αποθαρρύνει τα άτομα με ΑΟ να επισκέπτονται βιβλιοθήκες, ακόμα και αν αυτές παρέχουν υπηρεσίες ανάγνωσης για άτομα που έχουν μερική ή ολική απώλεια όρασης.

5.3.2 Chatbots: Η χρήση των προσωπικών βοηθών

Οι ψηφιακοί βοηθοί που αξιοποιούνται σε κάποιες εργασίες για το σχεδιασμό έξυπνων βιβλιοθηκών και για την αυτόματη εξυπηρέτηση των επισκεπτών θα μπορούσε να συμβάλλει στην αυτόνομη επίσκεψη των ατόμων με ΑΟ σε μία βιβλιοθήκη και επομένως στη συμπερίληψή τους στο κοινό της με ισότιμο τρόπο. Ωστόσο, από τις εργασίες που μελετήθηκαν εντοπίστηκαν οι εξής αδυναμίες (Asemi, Ko, & Nowkarizi, 2020), (Bi, και συν., 2022), (Gupta, 2020), (Li J., 2022), (Shu, Wang, Jiang, & Liu, 2021):

- α. Πολλές εφαρμογές διακόπηκαν λόγω της αδυναμίας των chatbots να παρέχουν ουσιαστικές απαντήσεις και να συμμετέχουν σε έναν διαδραστικό διάλογο με το χρήστη. Οι προκαθορισμένες απαντήσεις που είναι αποθηκευμένες στις βάσεις δεδομένων, συχνά δεν αρκούν για μία πλήρη πληροφόρηση και καθοδήγηση ως προς το περιεχόμενο της αναζήτησης. Ιδιαίτερως, αποτελεί πρόβλημα για τα άτομα με ΑΟ, που οι ανάγκες τους είναι αυξημένες στο θέμα αυτό, αφού δεν έχουν τη δυνατότητα να κάνουν την αναζήτηση μέσα από προσωπική περιήγηση στους διαδρόμους της βιβλιοθήκης.
- β. Αν και η πρόταση των (Sweena, και συν., 2021) ασχολείται κυρίως με την ευελιξία στη συζήτηση, την αναγνώριση φωνής και την ακρίβεια στις οδηγίες, ωστόσο ούτε αυτή η εργασία δεν μπορεί να αξιοποιηθεί αυτούσια για τα άτομα με ΑΟ. Η ακρίβεια στις οδηγίες έχει ως ομάδα στόχο τους βλέποντες χρήστες. Για τους

χρήστες με ΑΟ οι οδηγίες αυτές δεν αρκούν για μία πλήρως ανεξάρτητη επίσκεψη και βοηθητική υπηρεσία.

- γ. Η μελέτη για τα σημερινά chatbots δείχνει, ότι απαιτούνται πιο ολοκληρωμένες βάσεις δεδομένων, καλύτερη οργάνωση της γνώσης και καταγραφή του ιστορικού συνομιλίας με τον χρήστη για τον σχεδιασμό προσωποποιημένων βοηθών (Nayagam, Vedullapalli, & et al., 2017). Ένας τέτοιος προσωπικός βοηθός θα έλυne πολλά προβλήματα αποκλεισμού των επισκεπτών μα ΑΟ.
- δ. Η αξιοποίηση του σημασιολογικού ιστού και η χρήση προσαρμοσμένων οντολογιών και ανοικτών διασυνδεδεμένων δεδομένων είναι μία παράμετρος που επίσης δεν απασχόλησε τις προσεγγίσεις που εντάχθηκαν στην παρούσα μελέτη (Michalakis, Moraitou, Aliprantis, & Caridakis, 2020). Τα chatbots που δοκιμάστηκαν επιτελούσαν μία συγκεκριμένη λειτουργία, όπως οι προσωποποιημένες συστάσεις ή οι οδηγίες πλοήγησης. Ωστόσο, η συγκεκριμένη τεχνολογία συμβάλει στην διαλειτουργικότητα εφαρμογών της ΤΝ, επιτρέποντας τη διασύνδεση και επικοινωνία περισσότερων chatbots που επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες (Kotis & Katasonov, 2013), (Ladanza, και συν., 2019) . Σε αυτήν την περίπτωση τα άτομα με ΑΟ, και όχι μόνο, θα μπορούσαν να απολαμβάνουν υπηρεσίες προσωπικού βοηθού για την είσοδο στην βιβλιοθήκη, την πλοήγηση και περιήγηση στον εσωτερικό χώρο, τον εντοπισμό βιβλίων και την κράτηση μιας θέσης ανάγνωσης μέσα από ένα ενιαίο πλαίσιο.
- ε. Τέλος, η διεπαφή χρήστη και στην περίπτωση των chatbots είναι κυρίως, οπτικοκεντρική (Li J. , 2022).

5.3.3 Robots και έξυπνες βιβλιοθήκες

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι τα έξυπνα ρομπότ σε μία βιβλιοθήκη έχουν μεγάλη επιρροή στις παραδοσιακές υπηρεσίες αναφοράς και μπορούν να παίξουν έναν καινοτόμο ρόλο τόσο στην αυτόματη διαχείριση και ανάκτηση των συλλογών, όσο και σε εξειδικευμένες ανάγκες πληροφόρησης και εξυπηρέτησης των επισκεπτών. Στις προσεγγίσεις της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης, οι κύριες εργασίες που μπορεί να καλύψει ένα έξυπνο ρομπότ είναι η διαδικασία δανεισμού, ο εντοπισμός βιβλίων, η απόσπασή τους από τα ράφια και η παράδοσή τους στον χρήστη και τέλος η πληροφόρηση για το περιεχόμενο της συλλογής μιας βιβλιοθήκης, τόσο στο φυσικό χώρο όσο και στις ηλεκτρονικές πηγές της (Angal & Gade, 2017), (Fati, Al-nabhan, & Muneer, 2019), (Li J. , 2022), (Kumar, και συν., 2021), (Pujari & Deosarkar, 2017), (Rashid, Uzzaman, Hossain, & Shuvra, 2017). Έτσι, η πίεση εργασίας του

προσωπικού της βιβλιοθήκης μειώνεται, ο χρόνος εξυπηρέτησης βελτιώνεται και επιτυγχάνεται μια εμπειρία που χαρακτηρίζεται από άνεση και ποιότητα.

Ωστόσο, τα ευφυή ρομπότ παρουσιάζουν κάποιες αδυναμίες, ώστε να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν σε πραγματικά περιβάλλοντα και να καλύψουν και τις ανάγκες των ατόμων με ΑΟ στα πλαίσια του καθολικού σχεδιασμού.

- α. Η ευφυΐα στην επικοινωνία ρομπότ-χρήστη δεν είναι επαρκής, ώστε ένα έξυπνο ρομπότ να εκτελεί πολλαπλές υπηρεσίες για διαφορετικά προφίλ χρηστών (Jie, 2018), (Li J. , 2022), (Tingting, 2018). Στην πρότασή των (Bracco, Grunwald, Navceovich, Cardehourat , & Larroca, 2020) αναφέρεται, ότι η αξιολόγηση στην απόδοση του εντοπισμού και στην εμπειρία του χρήστη πρέπει να έχει μέση ακρίβεια πάνω από 90% για να θεωρηθεί επιτυχημένη.
- β. Τα ρομπότ βιβλιοθηκών που ασχολούνται με δραστηριότητες αναζήτησης πληροφοριών και εντοπισμού βιβλίων χρειάζονται αυστηρότερες και λεπτομερέστερες οδηγίες από τους χρήστες, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από άτομα με ΑΟ (Li J. , 2022) (Sweena, και συν., 2021), (Fati, Al-nabhan, & Muneer, 2019).
- γ. Οι διεπαφές χρήστη στα ρομποτικά συστήματα λειτουργούν σπάνια με την αίσθηση της ακοής ή την αίσθηση της αφής (δονήσεις), ώστε να καλύπτουν με επάρκεια την επικοινωνία με άτομα που επισκέπτονται τη βιβλιοθήκη και έχουν κάποια οπτική αναπηρία. Για παράδειγμα, ενώ η χρήση του ρομποτικού βραχίονα των (Kumar, και συν., 2021) προσφέρει μία σημαντική υπηρεσία για άτομα με ΑΟ, αυτήν της απόσπασης του βιβλίου από το ράφι και στη συνέχεια της μεταφοράς του στο χρήστη, για την επικοινωνία χρήστη-βραχίονα, αξιοποιείται αποκλειστικά η όραση στη διεπαφή μέσω γραπτών μηνυμάτων και αναζήτησης βιβλίων από γραπτές λίστες της βιβλιοθήκης. Παρομοίως, στην εργασία των (Fati, Al-nabhan, & Muneer, 2019) η επικοινωνία χρήστη-ρομπότ γίνεται μέσω SMS με GSM τεχνολογία, κατά την οποία ο χρήστης βρίσκει το βιβλίο που τον ενδιαφέρει από έναν κεντρικό υπολογιστή, πληκτρολογεί τον κωδικό στο κινητό του και στέλνει την εντολή στο ρομπότ. Σε περίπτωση λάθους, ο χρήστης ενημερώνεται μέσω μικροελεγκτή Arduino και ξαναπληκτρολογεί τον κωδικό. Η επικοινωνία γίνεται αποκλειστικά με την όραση, αφήνοντας και πάλι έξω από τις ομάδες των χρηστών τα άτομα με ΑΟ.

Συμπερασματικά, η ποικιλομορφία των αναφερόμενων προσεγγίσεων υπογραμμίζει, ότι στις περισσότερες περιπτώσεις αυτές παραμένουν μεμονωμένες εργασίες και δεν αποτελούν αποτελεσματική και επεκτάσιμη πρόταση, λόγω της έλλειψης εφαρμογής τους σε φυσικά περιβάλλοντα ή σε πραγματικές συνθήκες επίσκεψης σε μία βιβλιοθήκη. Προφανώς, για μία πλήρη, ισότιμη και αυτόνομη πρόσβαση ατόμων με ΑΟ στο φυσικό περιβάλλον των βιβλιοθηκών, υπάρχει η ανάγκη μιας ολοκληρωμένης τεχνολογικά πρότασης, που θα αφορά στην αλληλεπίδραση με το περιεχόμενο, στις υπηρεσίες πληροφόρησης αλλά και στην λεπτομερή και ασφαλή πλοήγηση τόσο στον εσωτερικό όσο και στον εξωτερικό χώρο των βιβλιοθηκών. Ειδικότερα, από τεχνολογικής απόψεως η υιοθέτηση εργαλείων RFID αναγνωστών και αισθητήρων, η επικοινωνία με chatbots, όπως και οι υπηρεσίες που προσφέρουν τα ευφυή ρομπότ, κατά τη διάρκεια της επίσκεψης σε μία βιβλιοθήκη, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς σχετίζεται με την απόλαυση του περιεχομένου για το σύνολο των επισκεπτών και όχι αποκλειστικά για τα άτομα με ΑΟ. Μια τέτοια προοπτική εκπροσωπεί την ολιστική προσέγγιση στο σχεδιασμό (Κατσαντώνη, 2017), (Πίνο, 2015), (Πολυχρονίου, 2015) και δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για μία βιβλιοθήκη που λειτουργεί πραγματικά χωρίς αποκλεισμούς. Πράγματι, με την αυτόνομη αναζήτηση βιβλίων, την προσωποποιημένη πληροφόρηση και τον εντοπισμό της ακριβούς θέσης των βιβλίων στα ράφια οι επισκέπτες αποφεύγουν πολύωρες αναμονές και διαδικασίες που απαντώνται στις παραδοσιακές βιβλιοθήκες.

Βέβαια, όσο και αν τα παραπάνω συστήματα αποτελούν μία καινοτόμα προσέγγιση αυτόνομης επίσκεψης, δεν λύνουν το πρόβλημα της προσβασιμότητας από μόνα τους. Χρειάζεται να συνδυαστούν με ένα σύστημα αυτόματης πλοήγησης για τον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο και για τους εσωτερικούς χώρους των βιβλιοθηκών για τα άτομα με ΑΟ, αξιοποιώντας τις ΥΤ βάδισης. Επίσης, η επικοινωνία των επισκεπτών τόσο με τα συστήματα διαχείρισης και υπηρεσιών της βιβλιοθήκης όσο και με το περιεχόμενο των συλλογών οφείλει να στηρίζεται στην πολυαισθητηριακή εμπειρία. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στο σχεδιασμό των διεπαφών, ώστε να καλύπτουν και τις ανάγκες των ατόμων με ΑΟ και να αναπτυχθεί ένα κατάλληλο για όλους σύστημα διαχείρισης των βιβλίων. Τέλος, λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις αντιλήψεις και θέσεις των ίδιων των ατόμων με ΑΟ, αναφορικά με τους λόγους που τους απομακρύνουν από τις βιβλιοθήκες, οι θέσεις και οι χώροι ανάγνωσης και μελέτης πρέπει να είναι κοινοί για όλους.

Με μία τέτοια οπτική προσέγγιση, οι αναδυόμενες τεχνολογίες μπορούν να αποτελέσουν εργαλεία για τον καθολικό σχεδιασμό έξυπνων βιβλιοθηκών, προσφέροντας την ευκαιρία στα άτομα με ΑΟ να γίνονται μέτοχοι της δυναμικής κοινότητας μιας

βιβλιοθήκης, μέσα από την αυτόνομη επίσκεψη και την φυσική αλληλεπίδραση τόσο με τους παρευρισκόμενους ανθρώπους (επισκέπτες, φίλους και προσωπικό) όσο και με το υλικό περιεχόμενο της βιβλιοθήκης.

6. Προτεινόμενη προσέγγιση

Με βάση τη βιβλιογραφική έρευνα που διεξήχθη στην παρούσα εργασία, εντοπίστηκαν τα βήματα που έχουν γίνει από την επιστημονική κοινότητα για τη συμπερίληψη των ατόμων με ΑΟ σε χώρους πολιτισμού και τη βελτίωση της ποιότητας των εμπειριών τους. Συγχρόνως, αναδείχθηκαν τα κενά που συνεχίζουν να υφίστανται για την δημιουργία μίας βιβλιοθήκης χωρίς αποκλεισμούς. Η ενότητα αυτή παρουσιάζει το: «*The Throne of Books*», μία πρόταση για τον σχεδιασμό μίας έξυπνης βιβλιοθήκης, η οποία ικανοποιεί την απαίτηση για πλήρη, ανεξάρτητη και ισότιμη εμπειρία σε άτομα με ΑΟ.

Ο σχεδιασμός ακολουθεί το μοντέλο του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων (Αβούρης, Κατσάνος, Τσέλιος, & Μουστάκας, 2015), (Konstantakis, Aliprantis, Michalakis, & Caridakis, 2018). Το συγκεκριμένο μοντέλο αναφέρεται σε μία διαδικασία ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων, η οποία εστιάζει στο σύνολο της εμπειρίας χρήστη (user experience-UX) και διέπεται από τις αρχές της ευχρηστίας (Konstantakis & Caridakis, 2020). Η έννοια της ευχρηστίας δεν περιορίζεται στην ευκολία χρήσης, αλλά συμπεριλαμβάνει όλες τις παραμέτρους αντίληψης και συναισθηματικής κατάστασης κατά την αλληλεπίδραση του χρήστη με το υπολογιστικό σύστημα (Konstantakis, et al., 2017).

Για το σχεδιασμό του προτεινόμενου συστήματος επιλέχθηκε μία βιβλιοθήκη «X», που στους πρωταρχικούς της στόχους θέτει:

- την εξωστρέφεια
- την επικοινωνία με το κοινό
- την εκπαίδευση
- την τεχνολογική αναβάθμιση των υπηρεσιών της.

Η βιβλιοθήκη «X» είναι μία σύγχρονη βιβλιοθήκη με ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα και πλούσιο περιεχόμενο. Διατηρεί ψηφιοποιημένο αρχείο, διαθέτει υποστηρικτική τεχνολογία ανάγνωσης και προσβάσιμο ιστότοπο για εντυποανάπηρους αναγνώστες. Όσον αφορά στα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά, υπάρχει πρόνοια για τα άτομα με ΑΟ, τόσο στους χώρους υγιεινής όσο και στη χρήση των ανελκυστήρων.

6.1 Ιδέα

Η αρχική ιδέα της πρότασης, «The Throne of Books», είναι η δημιουργία μιας έξυπνης βιβλιοθήκης με φόντο τον Καθολικό Σχεδιασμό, δηλαδή σχεδιασμό για όλους (Τσιτούρη,

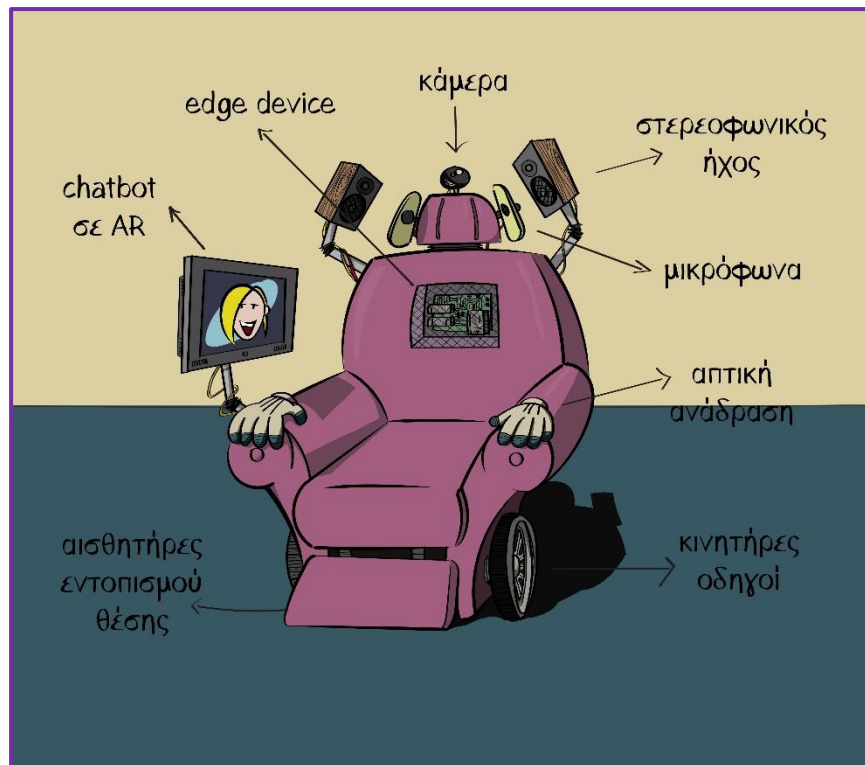
2005), (Αργυρόπουλος & Κατσαντώνη, 2020), (Κάλου , 2015), (Κατσαντώνη, 2017), (Κουλούσης & Πράνταλος, 2015). Οι τεχνολογίες του ΔτΠ και της ΤΝ αποτελούν τα εργαλεία, που μπορούν να εξελίξουν μια τέτοια ιδέα. Η έξυπνη βιβλιοθήκη που προτείνεται, αξιοποιώντας το συνδυασμό εφαρμογών των παραπάνω τεχνολογιών, διαθέτει αυτόματο σύστημα διαχείρισης βιβλίων, σύστημα προσωποποιημένων συστάσεων, ευφυή ρομπότ για τον εντοπισμό και τη μεταφορά βιβλίων, λειτουργίες επίγνωσης πλαισίου (context awareness) για κοινωνικοποίηση των αναγνωστών, και δυνατότητα κράτησης θέσης σε πραγματικό χρόνο.

6.1.1 Τεχνολογία

Το σύστημα «The Throne of Books» είναι, ουσιαστικά, ένα έξυπνο κάθισμα, το οποίο λειτουργεί ως προσωπικός ξεναγός για άτομα με ΑΟ αλλά και για κάθε επισκέπτη που θέλει μία εμπλουτισμένη και προσωπική εμπειρία, κατά τη διάρκεια παραμονής του στο φυσικό χώρο της βιβλιοθήκης Χ. Το έξυπνο κάθισμα λειτουργεί ως η διεπαφή για την αλληλεπίδραση του επισκέπτη με το έξυπνο περιβάλλον της βιβλιοθήκης Χ και έχει τα εξής αρχιτεκτονικά στοιχεία ([σχέδιο 1](#)):

- I. Μικροεπεξεργαστή Arduino ή Raspberry Pi ως Edge Device.
- II. Κάμερα web και αισθητήρες εντοπισμού θέσης για αυτόματη πλοήγηση.
- III. Κινητήρες οδηγούς για τη μετακίνηση.
- IV. Μπαταρία για τροφοδοσία Ενέργειας.
- V. Στερεοφωνικό σύστημα με μικρόφωνο και ακουστικά οστικής αγωγιμότητας, ώστε ο χρήστης να μην αποκόπτεται από το περιβάλλον.
- VI. Σύστημα δόνησης στα δύο χέρια του καθίσματος για απτικές ειδοποιήσεις.
- VII. Μία οθόνη στο ένα χέρι του καθίσματος για λειτουργίες επαυξημένης πραγματικότητας και δυνατότητα γραπτής επικοινωνίας.

Η κάμερα με τους αισθητήρες και το μικρόφωνο αποτελούν τις εισόδους του συστήματος, ενώ τα ακουστικά, το σύστημα δόνησης και η οθόνη τις εξόδους. Όλα τα αρχιτεκτονικά στοιχεία είναι συνδεδεμένα με την Edge Device, που αποτελεί και τον εγκέφαλο λειτουργίας του έξυπνου καθίσματος.



Σχέδιο 1: *The Throne of Books* (Εικονογράφηση: Αλέξανδρος Τούρτας)

Για να επιτευχθεί η φυσική αλληλεπίδραση των οντοτήτων της έξυπνης βιβλιοθήκης και η δημιουργία ενός ενιαίου πλαισίου εξυπηρέτησης των επισκεπτών, στον σχεδιασμό αξιοποιείται η συνεργατική προσέγγιση πολλαπλών συστημάτων συνομιλίας TN, δηλαδή συνεργατικά chatbots ή multi-chatbots (Varitimiadis, Kotis, Pittou, & Konstantakis, 2021). Κάθε chatbot έχει το δικό του στόχο, το δικό του εύρος στο χώρο και έναν συγκεκριμένο τομέα συνομιλίας με τον χρήστη. Συγχρόνως, τα ευφυή chatbots έχουν την ικανότητα να συνεργάζονται μεταξύ τους, ώστε να εκτελούν σύνθετες εργασίες κατανόησης και παράδοσης της πληροφορίας στους επισκέπτες της βιβλιοθήκης.

Το multi-chatbot σύστημα, που διαθέτει το έξυπνο κάθισμα, έχει τα εξής δομικά στοιχεία:

- I. Μία υπηρεσία chatbot, που παρέχει πρόσβαση στα συνεργατικά chatbots.
- II. Τεχνολογία [NLP](#) για τη μετατροπή της φυσικής γλώσσας του χρήστη κατά την είσοδο στο σύστημα στην επίσημη γλώσσα του συστήματος για επεξεργασία .
- III. Τεχνολογία [NLG](#) για τη δημιουργία απαντήσεων που μιμούνται την ανθρώπινη ομιλία. Με τα στοιχεία NLP και NLG στην αρχιτεκτονική των chatbots επιτυγχάνεται καλύτερη αναγνώριση και βαθιά κατανόηση της φυσικής γλώσσας

του χρήστη , ώστε να υπάρξει ευελιξία στη συνομιλία χρήστη-βοηθού, δίνοντας στο διάλογο ανθρωπομορφικό χαρακτήρα (Konstantakis, Aliprantis, & Caridakis, 2018), (Γεωργούλη, 2015).

- IV. Γράφοι Γνώσης για την αναπαράσταση, τη διασύνδεση και τελικά την αναζήτηση της γνώσης από τα chatbots στο κατάλληλο πλέγμα των γραφημάτων.
- V. Έναν μηχανισμό αποθήκευσης και ευρετηρίου της γνώσης, ώστε να επιλέγεται το σωστό chatbot για τη συγκεκριμένη ανάγκη κάθε επισκέπτη.
- VI. Η επικοινωνία μεταξύ multi-chatbots και βάσης δεδομένων με την αποθηκευμένη γνώση επιτυγχάνεται μέσω του δικτύου Wi-Fi της βιβλιοθήκης. Η βάση δεδομένων αποθηκεύεται στο cloud, ώστε να επιτευχθεί η διαλειτουργικότητα του συστήματος της Βιβλιοθήκης X με άλλους πόρους (Gurta, 2020), (Kotis & Katasonov, 2013), (Ladanza, και συν., 2019).

Στο «The Throne of Books» συνεργάζονται τα εξής chatbots:

- Chatbot-Info: Παρέχει γενικές πληροφορίες για τη βιβλιοθήκη και καθοδηγεί τον επισκέπτη στο κατάλληλο Chatbot, ανάλογα με το αίτημά του.
- Chatbot-Driver: Επικοινωνεί με τον επισκέπτη για το σημείο προορισμού, στο οποίο θέλει να φτάσει (πχ. σημείο παραλαβής βιβλίων, θέση ανάγνωσης, καφέ, χώροι υγιεινής, εξωτερικοί χώροι ανάπαυλας κ.λπ.).
- Chatbot- Consulter: Είναι υπεύθυνο για τις προσωποποιημένες συστάσεις και την επιλογή βιβλίων.
- Chatbot-Librarian: Είναι υπεύθυνο για ενημερώσεις, όπως τις κρατήσεις θέσεων ή την ειδοποίηση για την παρουσία κάποιου γνώριμου προσώπου στο χώρο της βιβλιοθήκης, σε πραγματικό χρόνο.

Για να επιτευχθεί η διαλειτουργικότητα στο έξυπνο περιβάλλον της βιβλιοθήκης «X», η υπηρεσία πληροφόρησης πρέπει να διατίθεται στον επισκέπτη μέσω ποικίλων και διαφορετικών καναλιών επικοινωνίας (επίσημος ιστότοπος της βιβλιοθήκης, μέσα κοινωνικής δικτύωσης) και διαφορετικών συσκευών (επιτραπέζιος υπολογιστής, έξυπνες φορητές συσκευές).

Τέλος, συνδυάζοντας τις τεχνολογίες του ΔτΠ και της ΤΝ προτείνεται ο σχεδιασμός ενός ευφυούς ρομπότ, το οποίο εντοπίζει και μεταφέρει τα βιβλία στο χρήστη. Το ρομπότ που προτείνεται για την έξυπνη βιβλιοθήκη «X» είναι αυτοπλοηγούμενο και πηγαίνει στο

απαιτούμενο ράφι βιβλίων, όπως θα έκανε κάθε άνθρωπος, χωρίς να χρειάζεται να ακολουθήσει καμία γραμμή ή σταθερή διαδρομή (Rashid, Uzzaman, Hossain, & Shuvra, 2017). Πρόκειται για ένα τροχήλατο ρομποτικό σύστημα με ενσωματωμένο βραχίονα, που αποτελείται από τα εξής αρχιτεκτονικά στοιχεία:

- I. Αισθητήρες υπερήχων για τη μεταφορά δεδομένων από το περιβάλλον.
- II. Αισθητήρες-Εισόδους δεδομένων για τον εντοπισμό των βιβλίων.
- III. Έναν μικροεπεξεργαστή (Arduino ή Raspberry Pi), που αποτελεί τον εγκέφαλο του συστήματος.
- IV. Ενεργοποιητές ή σύστημα δράσης που αποτελείται από:
 - ο Τρεις κινητήρες κίνησης: Δύο μπροστά με ευελιξία για στροφή και έναν πίσω για υποστήριξη του φορτίου.
 - ο Μπαταρία για τροφοδοσία ενέργειας.
 - ο Έναν σερβοκινητήρα με ενσωματωμένο δείκτη Laser για την κατάδειξη του βιβλίου.
 - ο Βραχίονα για την απόσπαση του βιβλίου από το ράφι.
- V. Σύνδεση Wi-Fi.

Το ρομπότ εντοπίζει το βιβλίο, αφού του δοθεί μία εισαγωγή. Η είσοδος στην περίπτωση της βιβλιοθήκης «X» προέρχεται από το Chatbot-Consulter, που ανασύρει τα μεταδεδομένα του κάθε βιβλίου από τη βάση δεδομένων της βιβλιοθήκης. Οι παράμετροι εισόδου που χρειάζεται το ρομπότ, για να πλοηγηθεί αυτόνομα και να αποσπάσει το βιβλίο από το ράφι είναι η τιμή του διαδρόμου, η τιμή του ραφιού, η τιμή συγκεκριμένης γραμμής και στήλης του βιβλίου και ένας δείκτης Laser για την κατάδειξη του απαιτούμενου βιβλίου. Όπως συμβαίνει και στην περίπτωση του ανθρώπου, το ρομπότ για να ξεκινήσει να λειτουργεί πρέπει να κατανοήσει τη δική του τρέχουσα θέση σε σχέση με το περιβάλλον του (Zafari, Gkelias, & Leung, 2019), (Lin, Cheng, Wang, & Yang, 2018), (Michalakis & Caridakis, 2020). Ο εντοπισμός ακριβούς θέσης επιτυγχάνεται μέσα από ένα σύστημα αισθητήρων, που παρέχουν στο ρομπότ δεδομένα από το περιβάλλον. Το κάθε ρομπότ έχει μία καθορισμένη αρχική θέση και αρχίζει να κινείται από αυτήν, αφού εντοπίσει οποιαδήποτε εντολή εισαγωγής. Έτσι, τα ρομπότ μπορούν να λάβουν εισαγωγές, μόνο όταν βρίσκονται στην καθορισμένη θέση αφετηρίας. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το Chatbot-Consulter του κάθε αναγνώστη μπορεί να εντοπίσει τα αυτοκινούμενα ρομπότ μόνο, όταν βρίσκονται στη θέση εκκίνησης, αποφεύγοντας με αυτό το σύστημα προβλήματα διαχείρισης που μπορούν να

δημιουργηθούν από διπλές εισαγωγές. Αφού το ρομπότ επιλέξει τη διαδρομή του και φτάσει στο σημείο με τις συντεταγμένες που έχει λάβει, ο δείκτης laser τού καταδεικνύει ποιο συγκεκριμένο βιβλίο θα αποσπάσει από το ράφι. Η τελευταία εργασία του ρομπότ είναι να μεταφέρει και να παραδώσει το βιβλίο στο σημείο που του έχει υποδείξει το Chatbot, δηλαδή στο χρήστη.

6.1.2 Λειτουργία

Η ένταξη του επισκέπτη, ως οντότητας, στον έξυπνο χώρο της βιβλιοθήκης «X» ξεκινά από τη στιγμή που θα κάνει εγγραφή στην βιβλιοθήκη και θα παραμετροποιήσει τα χαρακτηριστικά του δημιουργώντας ένα προφίλ με μοναδικό ID. Η έναρξη της επίσκεψης ξεκινά, όταν ο χρήστης κάνει κράτηση ενός έξυπνου καθίσματος (Smart Chair), σε πραγματικό χρόνο, από το σπίτι ή από το κινητό του κατά τη διάρκεια της διαδρομής του προς τη βιβλιοθήκη (Yik, Ching, & Marilia, 2022). Το προφίλ του κάθε αναγνώστη αποθηκεύεται σε μία βάση δεδομένων, με τα χαρακτηριστικά που εκείνος έχει επιλέξει να εισάγει, δημιουργώντας ένα ιστορικό αναγκών, επισκέψεων και προτιμήσεων. Με τη βοήθεια αλγορίθμων μηχανικής μάθησης στέλνεται ειδοποίηση διαθέσιμου έξυπνου καθίσματος, κατά προτεραιότητα, όταν οι αλγόριθμοι βρουν κάποιο στοιχείο στη βάση δεδομένων που αντιστοιχεί σε μόνιμη ή προσωρινή αναπηρία, απαλλάσσοντας τους επισκέπτες με ΑΟ από αναμονή ή απογοήτευση κατά την άφιξή τους (Jayawardena, και συν., 2021).

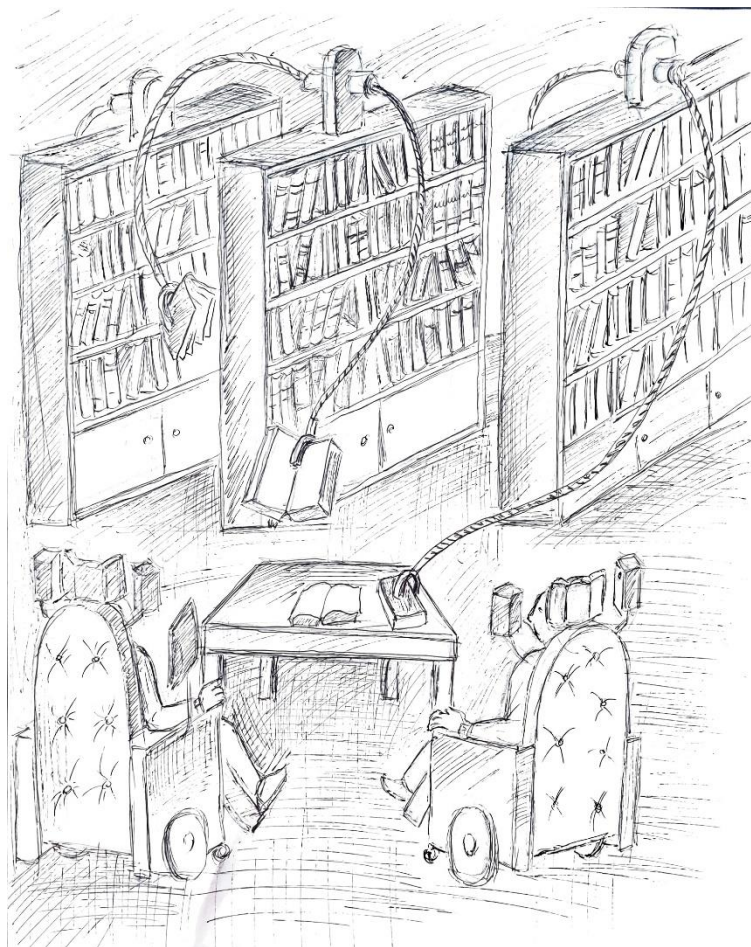
Το έξυπνο κάθισμα αποκτά τα χαρακτηριστικά του χρήστη, παίρνοντας το προσωπικό του ID, για το χρονικό διάστημα της επίσκεψης που έχει δηλώσει ο επισκέπτης, κατά τη διαδικασία κράτησης θέσης προσωπικού ξεναγού. Έτσι, επικοινωνεί με τις οντότητες της βιβλιοθήκης ως επισκέπτης και λειτουργεί σύμφωνα με τις προσωπικές ανάγκες του επιβάτη. Με αυτόν τον τρόπο η έξυπνη βιβλιοθήκη «X» παρέχει στον κάθε αναγνώστη έναν τρόπο επίσκεψης που καλύπτει τις ανάγκες του.

Ως έναρξη της επίσκεψης θεωρείται η ανάβαση του επισκέπτη στο έξυπνο κάθισμα. Μέσω της διεπαφής-κάθισμα ο χρήστης επικοινωνεί με το multi-chatbots σύστημα και απολαμβάνει μια πλήρη και άνετη εμπειρία. Συνδιαλεγόμενος με το Chatbot-Driver, ο χρήστης δηλώνει το σημείο προορισμού και το αυτοκινούμενο έξυπνο κάθισμα πηγαίνει τον επισκέπτη στο σημείο που επιθυμεί (πρόσβαση στο φυσικό χώρο). Στην είσοδο του εσωτερικού χώρου της βιβλιοθήκης το Chatbot-Info είναι υπεύθυνο να δώσει στον επισκέπτη απαραίτητες πληροφορίες για το χώρο, για τον τρόπο χρήσης και για τους κανόνες λειτουργίας της έξυπνης βιβλιοθήκης «X» (πρόσβαση στις υπηρεσίες). Με την καθοδήγηση του Chatbot-Info ο χρήστης περνά στο σύστημα αυτόματης διαχείρισης βιβλίων και

αυτόματων υπηρεσιών επιλέγοντας το κατάλληλο Chatbot. Το Chatbot-Consulter βοηθά τον επισκέπτη να επιλέξει το κατάλληλο βιβλίο ή βιβλία. Αξιοποιώντας το ιστορικό του αναγνώστη από τη βάση δεδομένων και το διάλογο μεταξύ χρήστη-συστήματος, η βιβλιοθήκη «X» προσφέρει υπηρεσίες συμβουλευτικής και προσωποποιημένες συστάσεις (Bi, και συν., 2022), (Li J. , 2022), (Shu, Wang, Jiang, & Liu, 2021). Στη συνέχεια το ρομπότ μεταφορέας λαμβάνει μία εισαγωγή από το Chatbot-Consulter και αναλαμβάνει να βρει το απαιτούμενο βιβλίο και να το παραδώσει στο χρήστη (πρόσβαση στο περιεχόμενο και στις υπηρεσίες). Για γρηγορότερη εξυπηρέτηση και πιο οργανωμένη διαχείριση, η βιβλιοθήκη «X» είναι χωρισμένη σε θεματικές ενότητες και το Chatbot-Consulter επικοινωνεί με το αντίστοιχο ρομπότ μεταφορέα (Li J. , 2022), (Rashid, Uzzaman, Hossain, & Shunra, 2017). Καθώς στόχος της βιβλιοθήκης είναι η ισότιμη και αυτόνομη εξυπηρέτηση των ατόμων με ΑΟ, μόλις το βιβλίο φτάσει στο σημείο παράδοσης, ο αναγνώστης ειδοποιείται με δύο τρόπους: α) μέσα από ακουστικά κανάλια επικοινωνίας (ειδοποίηση από τον προσωπικό βοηθό) και β) μέσα από απτικά κανάλια επικοινωνίας (δόνηση στο χέρι της καρέκλας και δόνηση του βιβλίου πάνω στο χώρο εναπόθεσης). Στο σημείο αυτό θεωρείται σημαντικό να αναφερθεί, ότι για την πληρέστερη αντίληψη του χώρου και την καλύτερη επικοινωνία ενός ατόμου με ΑΟ με το περιβάλλον του χρησιμοποιούνται δύο κανάλια επικοινωνίας, τόσο ακουστικά όσο και απτικά. Όταν το σημείο ή το αντικείμενο ενδιαφέροντος βρίσκεται δεξιά ή αριστερά από το χρήστη, η οδηγία ακούγεται από το δεξί ή αριστερό ακουστικό αντίστοιχα. Όταν το θέμα βρίσκεται μπροστά από το χρήστη, τα μηνύματα μεταδίδονται και από τα δύο κανάλια (Mocanu, Taru, & Zaharia, 2018). Ομοίως, η δόνηση ενεργοποιείται μόνο στο δεξί ή αριστερό χέρι του καθίσματος, ανάλογα με την πλευρά εντοπισμού του θέματος ή και στα δύο συγχρόνως, όταν το θέμα ενδιαφέροντος βρίσκεται μπροστά στο χρήστη.

Αφού ο χρήστης παραλάβει το βιβλίο, συνομιλώντας με το κατάλληλο Chatbot, μπορεί να αξιοποιήσει αυτόματες υπηρεσίες της βιβλιοθήκης, προκειμένου να συνεχίσει ή να ολοκληρώσει την επίσκεψή του. Τέτοιες υπηρεσίες είναι το αυτόματο σύστημα δανεισμού των βιβλίων ή η μετάβαση σε οποιονδήποτε χώρο της βιβλιοθήκης για ανάπαυση, ανάγνωση ή αλληλεπίδραση με άλλους αναγνώστες. Η παρουσίαση της λειτουργίας του «Throne of Books» θα κλείσει με την περιγραφή δύο ακόμα υπηρεσιών: την υπηρεσία κράτησης θέσης ανάγνωσης (Yik, Ching, & Marilia , 2022) και την υπηρεσία αλληλεπίδρασης των παρευρισκόμενων προσώπων και κοινωνικοποίησης (Mocanu, Taru, & Zaharia, 2018). Όσον αφορά στην κράτηση θέσης για ανάγνωση ή μελέτη η διαδικασία είναι παρόμοια με αυτήν της κράτησης θέσης για προσωπικό ξεναγό (smart chair). Στην περίπτωση, όμως του αναγνώστηριού, προστίθεται μία ακόμα παράμετρος: η καταλληλότητα της προτεινόμενης

θέσης. Με βάση το προσωπικό προφίλ επισκέψεων των αναγνωστών, ο χρήστης ειδοποιείται από το Chatbot-Librarian για τη θέση την οποία χρησιμοποιεί συχνά ή αν δεν είναι διαθέσιμη για κάποια που έχει παρόμοια χαρακτηριστικά, όπως επίπεδα θορύβου, ένταση φωτός, αντιθέσεις χρωμάτων ή κάποιον ειδικό εξοπλισμό. Το Chatbot-Librarian είναι υπεύθυνο, επίσης, και για τη λειτουργία της επίγνωσης πλαισίου, που συμβάλλει στην κοινωνικοποίηση των αναγνωστών και ιδιαίτερα των ατόμων με ΑΟ, που δεν μπορούν να διακρίνουν, να αναγνωρίσουν ή να δουν τους υπόλοιπους επισκέπτες. Έτσι, μέσω του έξυπνου καθίσματος οι επισκέπτες με ΑΟ, και όχι μόνο, μπορούν να ενημερώνονται για την παρουσία οικείων τους προσώπων ή προσώπων με κοινά αναγνωστικά ενδιαφέροντα στο χώρο της βιβλιοθήκης, εφόσον τα άτομα αυτά έχουν δηλώσει συμμετοχή στη συγκεκριμένη υπηρεσία κατά την διαμόρφωση και παραμετροποίηση του προφίλ τους.



Σχέδιο 2: Η έξυπνη βιβλιοθήκη "X"

Η οικειότητα της αλληλεπίδρασης επισκέπτη-chatbot ενισχύεται με αισθητήρια εργαλεία δημιουργώντας μία πολυαισθητηριακή εμπειρία στο χρήστη. Η οικεία και φιλική ατμόσφαιρα που δημιουργείται μέσω διεπαφής (έξυπνο κάθισμα) επιτυγχάνεται δίνοντας στα Chatbots οπτικά, ακουστικά και οσφρητικά χαρακτηριστικά που τα κάνουν μοναδικά για

τον επισκέπτη. Ιδιαίτερα η αίσθηση της όσφρησης, αν και αρκετά υποτιμημένη στους χώρους πολιτισμού, είναι μία αίσθηση που δημιουργεί αναμνήσεις και συναισθηματικές συνδέσεις. Συνδυάζοντας τα Chatbots με την εκτεταμένη πραγματικότητα, το κάθε chatbot από αυτά που περιγράφηκαν έχει συγκεκριμένη μορφή και εμφανίζεται με επαυξημένη πραγματικότητα στην οθόνη του έξυπνου καθίσματος, μόλις ξεκινήσει τη συνομιλία του με το χρήστη. Συγχρόνως, κάθε chatbot συνοδεύεται από ένα μοναδικό άρωμα αποκτώντας με αυτόν τον τρόπο ακόμα πιο προσωπικό χαρακτήρα. Ο επισκέπτης μπορεί να απενεργοποιήσει αυτήν τη λειτουργία από έναν διακόπτη στο χέρι του καθίσματος. Τέλος, το κάθε chatbot έχει διαφορετική φωνή, η οποία ηχογραφείται από ανθρώπους, ώστε να προσδίδει στα chatbots ανθρώπινα χαρακτηριστικά.

6.1.3 Υποθετικό Σενάριο

Για την καλύτερη κατανόηση της προτεινόμενης προσέγγισης η λειτουργία του «The Throne of Books» παρουσιάζεται σε ένα υποθετικό σενάριο με τίτλο: «*Εγγεγραμμένος αναγνώστης επισκέπτεται την έξυπνη βιβλιοθήκη Χ*». Η Ελένη που έχει μόλις τα 3/20 της οπτικής της οξύτητας από μία χρόνια ασθένεια έχει κλείσει θέση για έξυπνο κάθισμα και βρίσκεται καθοδόν για τη βιβλιοθήκη, όταν λαμβάνει ειδοποίηση στο κινητό της: «Γεια σου Ελένη, ο προσωπικός σου ξεναγός θα σε περιμένει στην είσοδο της βιβλιοθήκης «Χ» (δίνει στοιχεία ακριβούς θέσης για την πλοήγηση ως την είσοδο), για να σου προσφέρει μία απολαυστική, προσωποποιημένη εμπειρία. Ενεργοποίησε το προσωπικό σου ID, για να σε αναγνωρίσει και να σε καλωσορίσει κατά την άφιξή σου».

Μόλις η Ελένη φτάσει στην είσοδο, το Chatbot-Driver την καλωσορίζει:

- Ch.D.: «Καλώς Ήρθες Ελένη! Για σήμερα θα είμαι ο προσωπικός σοφέρ σου. Ονομάζομαι Διονύσης. Πού θα ήθελες να πάμε;».
- Ελένη : Καλημέρα, Διονύση! Θα ήθελα να πάω στη βιβλιοθήκη να ψάξω για ένα βιβλίο.
- Ch.D.: Πολύ ωραία, ξεκινάμε την ξενάγηση.

Στην είσοδο της βιβλιοθήκης το Ch.D. συνεργάζεται με το Chatbot-Info, για να συνεχίσει την ξενάγηση. Αφού το Ch.I. (Στέφανος) δώσει τις απαραίτητες γενικές πληροφορίες, συζητά με την Ελένη για το σκοπό της επίσκεψής της:

- Ch.I. (Στέφανος): Ποιος είναι ο σημερινός σκοπός της επίσκεψής σου στη βιβλιοθήκη μας, Ελένη;

- Ελένη : Ετοιμάζω μία εργασία και θέλω να βρω βιβλία για εφαρμογές στη ρομποτική.
- Ch.I. (Στέφανος): Πολύ ενδιαφέρον! Θα σε συνδέσω με τη συνάδελφό μου Σωτηρία, που είναι εξειδικευμένη στον τεχνολογικό τομέα της βιβλιοθήκης. Όποτε θέλεις μπορείς να επιστρέψεις για γενικές πληροφορίες που αφορούν στη βιβλιοθήκη μας. Θα είναι χαρά μου να σε εξυπηρετήσω!

Στη συνέχεια αναπτύσσεται ένας φυσικός διάλογος μεταξύ Ελένης και Chatbot-Consulter (Σωτηρία). Από τη διαλεκτική διαδικασία, η «Σωτηρία» αξιοποιεί τη βάση δεδομένων της βιβλιοθήκης και αντλεί πληροφορίες, τόσο για το προφίλ και το ιστορικό της Ελένης όσο και για τις επιλογές που έχει διαθέσιμες από το υλικό της βιβλιοθήκης. Όταν καταλήξουν στο επιθυμητό βιβλίο, η «Σωτηρία» επικοινωνεί με το ρομπότ μεταφορέα στέλνοντάς του τα μεταδεδομένα του βιβλίου.

- Σωτηρία: «Παρακαλώ, να φέρετε το βιβλίο με τα Χ χαρακτηριστικά (όπου Χ είναι οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στην υποενότητα 6.1) στη θέση Ψ (όπου Ψ είναι το σημείο παράδοσης)».

Το ρομπότ-μεταφορέας αναλαμβάνει δράση και σε λίγα λεπτά το δεξί χέρι της καρέκλας αρχίζει να δονείται, ενώ η Ελένη ακούει από τα ακουστικά της έξυπνης καρέκλας την ειδοποίηση: «Ελένη, το βιβλίο που ζήτησες βρίσκεται μπροστά και δεξιά σου επάνω στο τραπέζι. Θα ήθελες να σε εξυπηρετήσω σε κάτι άλλο;». Αν η Ελένη επιθυμεί και άλλο βιβλίο για τη μελέτη της, επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία. Διαφορετικά δηλώνει την επόμενη επιθυμία της:

- Ελένη: «Όχι, ευχαριστώ! Πού μπορώ να διαβάσω αυτό το βιβλίο;».
- Ch.C. (Σωτηρία): Για αυτές τις πληροφορίες θα λάβεις απάντηση από τον συνάδελφό μου Στέφανο (Chatbot-Info).

Η Ελένη επανέρχεται σε συνομιλία με το «Στέφανο», ο οποίος με τη σειρά του την κατευθύνει στο Chatbot-Librarian (Ευθυμία), για να βρει μία κατάλληλη θέση για μελέτη. Η «Ευθυμία» βάσει προσωπικών χαρακτηριστικών της Ελένης, που ανασύρει από τη βάση δεδομένων προτείνει στην Ελένη μία θέση, χωρίς σκιάσεις, με καθαρά και ευδιάκριτα χρώματα, χαμηλά επίπεδα θορύβου και τεχνολογικό εξοπλισμό για εντυποανάπηρους αναγνώστες. Επειδή η Ελένη παρουσιάζει κοινωνική δραστηριότητα στο προφίλ της, δεν της προτείνεται χώρος με κανόνες απόλυτης σιωπής, όπως ίσως θα γινόταν σε μία παραδοσιακή βιβλιοθήκη, δεδομένου ότι ο ήχος παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην εμπειρία ενός εντυποανάπηρου αναγνώστη. Κατά τη διάρκεια της μελέτης της η Ελένη λαμβάνει ακουστική

ειδοποίηση από την «Ευθυμία» (Ch.L.) και απτική, δόνηση και στα δύο χέρια του καθίσματος για την παρουσία ενός αναγνώστη με τα ίδια αναγνωστικά ενδιαφέροντα. «Ελένη, ακριβώς στο απέναντι γραφείο βρίσκεται η Μαρία που μελετά ένα βιβλίο με το ίδιο αντικείμενο. Θα ήθελες να την συναντήσεις;». Στο σημείο αυτό, υπενθυμίζεται ότι η Μαρία έχει δηλώσει στην παραμετροποίηση του προφίλ της συμμετοχή στην υπηρεσία κοινωνικοποίησης, που προσφέρει η έξυπνη βιβλιοθήκη «X».

Οι επιλογές της Ελένης, ως τυχαίας αναγνώστριας είναι πολλές και διαφορετικές. Επιλέχθηκε η πιο χαρακτηριστική, προκειμένου να περιγραφεί και να εξηγηθεί η προτεινόμενη προσέγγιση και να γίνουν κατανοητά τα οφέλη της. Γίνεται εύκολα φανερό, ότι η παραπάνω διαδικασία δεν αφορά αποκλειστικά άτομα με ΑΟ, όπως είναι η Ελένη του παραδείγματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κάθε επισκέπτη και να βελτιώσει την εμπειρία του τόσο σε θέμα χρόνου όσο και σε θέματα άνεσης και ποιότητας μίας επίσκεψης στο φυσικό χώρο μιας βιβλιοθήκης. Τα ρομποτικά συστήματα, το ΔτΠ και η εκτεταμένη πραγματικότητα (XR) είναι τεχνολογίες που αρχίζουν να εντάσσονται στον τρόπο ζωής και εξυπηρέτησης των ανθρώπων στις σύγχρονες κοινωνίες. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο (Li J., 2022) «η τάση εκλαΐκευσης των αναδυόμενων τεχνολογιών για την βελτιστοποίηση της εμπειρίας των επισκεπτών σε μία βιβλιοθήκη έχει προκύψει αθόρυβα».

6.2 Στόχοι & Προσδοκώμενα Οφέλη

Στόχος του «*The Throne of Books*» είναι να περάσει από την ψηφιακή αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής μέσω φορητών συσκευών, στη φυσική αλληλεπίδραση ανθρώπων και πραγμάτων υπηρετώντας ένα ανθρωποκεντρικό μοντέλο με βασική προτεραιότητα την άνεση του αναγνώστη και την ενσωμάτωση ατόμων με ΑΟ στην κοινότητα των βιβλιοθηκών μέσα από ένα δυναμικό μοντέλο (Konstantakis, Aliprantis, & Caridakis, 2018). Μέσα από το μοντέλο αυτό, η βιβλιοθήκη «X» επιδιώκει να δημιουργήσει τακτικούς επισκέπτες που θα επανέρχονται στο χώρο της βιβλιοθήκης πολλές φορές με διαφορετικό περιεχόμενο επίσκεψης, διαφορετικό σκοπό και με νέες προτάσεις από την πλευρά της βιβλιοθήκης (McCowan, Martinez, & Marcilla, 2018). Το ζήτημα αυτό σχετίζεται με την απόλαυση του περιεχομένου πολλών επισκεπτών ταυτόχρονα και όχι αποκλειστικά ατόμων με ΑΟ.

Η προσέγγιση που προτείνεται δομείται σε τρεις άξονες: α) πρόσβαση στο φυσικό χώρο, β) πρόσβαση στο περιεχόμενο και γ) πρόσβαση στις υπηρεσίες της βιβλιοθήκης, με τρόπο που δε θα τονίζει την αναπηρία σαν μοναδικό χαρακτηριστικό του επισκέπτη, αλλά θα προσφέρει άνεση και αυτονομία (Sylaiou & Fidas, 2022), (Rappolt-Schlichtmann & Daley, 2013).

Τα οφέλη από το συγκεκριμένο σχεδιασμό συνοψίζονται στα εξής:

- 1) Με την τεχνολογία που αφορά στην προσέγγιση των multi-chatbots, ο επισκέπτης μπορεί να συνομιλήσει με διάφορες οντότητες της βιβλιοθήκης, και να ολοκληρώσει με άνεση, αμεσότητα, και αυτονομία μία σειρά από ενέργειες:
 - Να ολοκληρώσει τη διαδικασία δανεισμού και επιστροφής βιβλίων.
 - Να πλοηγηθεί στους χώρους της βιβλιοθήκης.
 - Να δεχτεί προτάσεις βάσει δικών του αναζητήσεων.
 - Να κλείσει θέση σε πραγματικό χρόνο σε οποιοδήποτε χώρο της βιβλιοθήκης επιθυμεί (parking, καφέ, αναγνωστήρια κ.λπ.).
 - Να εντοπίσει άλλους χρήστες με κοινά ενδιαφέροντα και να επικοινωνήσει, να συνδιαλλαγεί ή να συνεργαστεί μαζί τους.
- 2) Τα ρομπότ-μεταφορείς χρησιμοποιούνται, για να εκτελέσουν μία διαδικασία που στις παραδοσιακές βιβλιοθήκες προκαλεί, συχνά, προβλήματα (Rashid, Uzzaman, Hossain, & Shunra, 2017). Το αυτόματο ρομποτικό σύστημα που προτείνεται υπερτερεί έναντι του παραδοσιακού συστήματος διαχείρισης βιβλίων ως προς την ποιότητα, την ακρίβεια, τη συνέπεια, και την επαναληψιμότητα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι βιβλιοθηκονόμοι υποχρεούνται ή προτιμούν να δίνουν οι ίδιοι τα βιβλία στους αναγνώστες, γεγονός που προκαλεί καθυστερήσεις και ταλαιπωρία, τόσο για τους αναγνώστες όσο και για το ίδιο το προσωπικό, ιδιαίτερα αν ο χώρος της βιβλιοθήκης είναι μεγάλος και δεν υπάρχει επαρκές προσωπικό. Σύμφωνα με άλλους κανονισμούς, οι αναγνώστες βρίσκουν μόνοι τους βιβλία στα ράφια, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται το σύστημα διαχείρισης και να δυσκολεύονται οι άπειροι επισκέπτες, αποθαρρύνοντας την απόφαση για μία νέα επίσκεψη. Το ρομποτικό σύστημα που προτείνεται, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε σύστημα διαχείρισης βιβλιοθήκης, για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα.
- 3) Το «The Throne of Books» είναι ένα σύστημα έξυπνης βιβλιοθήκης σχεδιασμένο για όλους τους χρήστες και όχι αποκλειστικά για τα άτομα με ΑΟ. Το έξυπνο κάθισμα προσφέρει σε όλους τους επισκέπτες μία άνετη εμπειρία. Η προτεινόμενη διεπαφή πετυχαίνει τη φυσική αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής και προσφέρει ελευθερία στο χρήστη, χωρίς την απαίτηση για κάποιο φορητό ή φορετό εξοπλισμό επάνω στο σώμα του. Αυτό αποτελεί μία από τις βασικές

απαιτήσεις των χρηστών και ιδιαίτερα των χρηστών με ΑΟ, οι οποίοι ενοχλούνται από τις ογκώδεις και αδιάκριτες διεπαφές που τραβούν την προσοχή των άλλων (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020), (Iakovidis, Diamantis, Dimas, Ntakolia, & Spyrou, 2019), (Poria, Reichel, & Brandt, 2009).

- 4) Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του κτηρίου ακολουθεί τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού δημιουργώντας χώρους ενιαίους για όλους τους χρήστες (Πίνο, 2015), (Καλεσοπούλου, 2015), (Αργυρόπουλος & Κατσαντώνη, 2020), (Lisney, Bowen, Hearn, & Zedda, 2013), (Rappolt-Schlichtmann & Daley, 2013). Οι θέσεις ανάγνωσης που είναι κατάλληλες για άτομα με ΑΟ δεν βρίσκονται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο για άτομα με αναπηρία. Κάτι τέτοιο θα απαντούσε στο πρόβλημα της προσβασιμότητας, αλλά όχι της συμπερίληψης, που αποτελεί πρωταρχικό στόχο της παρούσας εργασίας και βασική έννοια στο νέο ορισμό του Διεθνούς Συμβουλίου Μουσείων (ICOM: Νέος Ορισμός Του Μουσείου, 2022). Σε ειδικούς χώρους με περιορισμένες επιλογές, τα άτομα με ΑΟ εξακολουθούν να αισθάνονται απόρριψη, αποκλεισμό και τελικά απογοήτευση.
- 5) Με το «The Throne of Books» τα άτομα με ΑΟ έχουν τον πλήρη έλεγχο της επίσκεψης, μία, επίσης, βασική απαίτησή τους. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Asakawa, Guerreiro, Ahmetovic, Kitani, & Asakawa, 2018), (Argyropoulos & Kanari, 2015), (Caraiman, και συν., 2017), (Conradie, Goedelaan, Mioch, & Saldien, 2014), (Suresh, Arora, Laha, Gaba, & Bhambri, 2017), (Antonίου, και συν., 2019), (Anagnostakis, και συν., 2016), ο έλεγχος των επισκέψεων, η δυνατότητα επιλογών και η προσαρμογή της επίσκεψης στις δικές τους ανάγκες και ενδιαφέροντα αποτελεί ισχυρό κίνητρο για τα άτομα με ΑΟ, ώστε να επισκέπτονται συχνότερα μία βιβλιοθήκη μόνοι ή με παρέα.

Συμπερασματικά, η κεντρική ιδέα της προσέγγισης που προτείνεται είναι ένα άτομο με ΑΟ να βιώνει την αυτονομία και την πλήρη και άνετη εμπειρία, ώστε να απολαμβάνει την επίσκεψη σε βιβλιοθήκες και χώρους πολιτισμού με τους οικείους και φίλους, ως παρέα και όχι ως συνοδούς.

7. Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα

Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκαν πενήντα μία (51) ερευνητικές εργασίες που έχουν δημοσιευθεί από το 2017, πέντε (5) ποιοτικές έρευνες με συμμετέχοντες άτομα με ΑΟ από το 2014 (Argyropoulos & Kanari, 2015), (Asakawa, Guerreiro, Ahmetovic, Kitani, & Asakawa, 2018), (Conradie, Goedelaan, Mioch, & Saldien, 2014), (Suresh, Arora, Laha, Gaba, & Bhambri, 2017), (Theodorou & Meliones, 2020) και οι ιστοσελίδες για την προσβασιμότητα από τους ιστότοπους διεθνούς φήμης βιβλιοθηκών (San Francisco Public Library-Accessibility, 2022), (Cambridge University, 2022), (Library of Congress, 2022), (University of Alberta Library, 2022), (Disability Services at Northwestern, 2022) με στόχο την ανασκόπηση του πεδίου έρευνας σχετικά με τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- α. Να εντοπιστούν οι διευκολύνσεις και τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν τα άτομα με ΑΟ σε χώρους πολιτισμού και συγκεκριμένα σε βιβλιοθήκες.
- β. Να εξεταστεί ποια είναι η θέση των αναδυόμενων τεχνολογιών σε ζητήματα προσβασιμότητας και συμπερίληψης ατόμων με ΑΟ στο φυσικό χώρο των βιβλιοθηκών.
- γ. Να ερευνηθεί η σχέση που υπάρχει μεταξύ της δημιουργίας έξυπνων βιβλιοθηκών και Καθολικού Σχεδιασμού, για την ενσωμάτωση των ατόμων με ΑΟ στο κοινό των βιβλιοθηκών.

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από την έρευνα είναι, ότι τα τεχνολογικά εργαλεία και τα μεθοδολογικά πλαίσια είναι πολυποίκιλα και επιτρέπουν συνδυασμένες τεχνολογικά προσπάθειες, ώστε να βρεθούν απαντήσεις και λύσεις στην δημιουργία έξυπνων βιβλιοθηκών, που θα είναι πλήρως προσβάσιμες σε άτομα με ΑΟ. Ωστόσο, οι εργασίες που μελετήθηκαν στην Ενότητα 4 αποτελούν μεμονωμένες προτάσεις, που δεν απαντούν συνολικά στα παραπάνω ερωτήματα. Αυτό υποδηλώνει ότι απαιτείται μία ολιστική προσέγγιση, η οποία θα λαμβάνει υπόψη τις αποκτηθείσες γνώσεις από διάφορους επιστημονικούς τομείς έρευνας και θα συνθέτει μία δυναμική και ολοκληρωμένη πρόταση.

Ένα, επίσης, σημαντικό συμπέρασμα είναι η πεποίθηση της επιστημονικής κοινότητας, ότι η βελτίωση της εμπειρίας των ατόμων με ΑΟ σε έναν χώρο πολιτισμού δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται, μόνο, ως μια προσπάθεια για την αντιστάθμιση μιας οριοθετημένης αισθητηριακής ικανότητας, αλλά να εμπλουτίζει την εμπειρία στη βιβλιοθήκη για κάθε επισκέπτη ανεξάρτητα από τις ικανότητες θέασης. Η συμμετοχή και των υπόλοιπων αισθήσεων εκτός από την όραση, που εκπροσωπεί η προσέγγιση της πολυαισθητηριακής

εμπειρίας σε έναν χώρο πολιτισμού, αποτελεί ζητούμενο στο σύγχρονο σχεδιασμό, προκειμένου να μετατρέψει το φυσικό χώρο μιας βιβλιοθήκης σε «βιούμενο τόπο», όπου ο κάθε επισκέπτης θα βιώνει τη δική του προσωπική εμπειρία (Χουρμουζιάδη, 2015), (Pallasmaa, 2014), (McLean, 2017), (Merleau-Ponty, 1991). Οι προτεινόμενες προσεγγίσεις για την προσβασιμότητα δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται προσθετικά, για να αντισταθμίζουν μια οπτική αναπηρία, αλλά να προσθέσουν αξία στην εμπειρία του κάθε επισκέπτη (Lisney, Bowen, Hearn, & Zedda, 2013), (Rappolt-Schlichtmann & Daley, 2013). Βασισμένη στην τάση του Καθολικού Σχεδιασμού και της πολυαισθητηριακής αντίληψης ενός πολιτιστικού περιβάλλοντος, η πρόσφατη έρευνα, όλο και περισσότερο, επικεντρώνεται στις ανάγκες των ατόμων με κάποια έλλειψη στην ικανότητα της όρασης, τα οποία με τη σειρά τους ενημερώνουν πρακτικές για το ευρύ κοινό (Sylaiou & Fidas, 2022), (Shu, Wang, Jiang, & Liu, 2021).

Στο παραπάνω πλαίσιο, η παρούσα εργασία, λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των επισκεπτών με ΑΟ, προτείνει το σχεδιασμό μιας έξυπνης βιβλιοθήκης με επίκεντρο το χρήστη (User Centered Design), (Konstantakis, και συν., 2017), (Konstantakis & Caridakis, 2020), (Shu, Wang, Jiang, & Liu, 2021). Το «The Throne of Books», όπως ονομάζεται το προτεινόμενο μοντέλο, αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα αυτόνομης επίσκεψης σε μία έξυπνη βιβλιοθήκη, συνδυάζοντας τη γνώση που προκύπτει από διάφορες μεθοδολογικές προσεγγίσεις, αλλά προτείνοντας μια νέα καινοτόμα ιδέα που απαντά συνολικά στα ερευνητικά ερωτήματα που θέτει η παρούσα εργασία. Αυτή, ακριβώς, η καινοτομία αποτελεί την προσφορά της και την προστιθέμενη αξία στην επιστήμη και στην έρευνα. Για τη δημιουργία μιας πλήρως εμπλουτισμένης εμπειρίας θεωρείται απαραίτητο στα πλαίσια μιας μελλοντικής εργασίας, το σύστημα αυτό να συνδυαστεί με πολυαισθητηριακές εμπειρίες ανάγνωσης, ώστε ο γεωμετρικός χώρος μιας βιβλιοθήκης, να μετατραπεί σε έναν τόπο βιωμένης εμπειρίας για κάθε επισκέπτη.

Φυσικά, η πρόταση αυτή αποτελεί το πρώτο στάδιο στο σχεδιασμό διαδραστικών συστημάτων με επίκεντρο το χρήστη (Αβούρης, Κατσάνος, Τσέλιος, & Μουστάκας, 2015). Για να είναι υλοποιήσιμη ως πρόταση ακολουθεί η σύνταξη των προδιαγραφών λειτουργικών απαιτήσεων και η ανάλυση απαιτήσεων χρηστών, ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, η ανάπτυξη πρωτοτύπων και τέλος η αξιολόγηση του μοντέλου και η μέτρηση της ευχρηστίας (Konstantakis, Aliprantis, Michalakis, & Caridakis, 2018), (Theodorou, Tsiligkos, Meliones, & Filios, 2022). Ιδιαίτερη αναφορά ως προς στους δείκτες αξιολόγησης σε κάθε φάση σχεδιασμού, θεωρείται ότι πρέπει να γίνει σε αυτούς που σχετίζονται με ζητήματα

ασφάλειας τόσο των συλλογών της βιβλιοθήκης, όσο και της προστασίας των δεδομένων των εγγεγραμμένων χρηστών (Καλλονιάτης, 2022).

Η συγκεκριμένη πρόταση έχει ένα επιπλέον επίπεδο πολυπλοκότητας, καθώς απαιτεί τη συγκρότηση διαεπιστημονικής ομάδας και τη συνέργεια με ερευνητικούς οργανισμούς και ιδρύματα, καθώς και φορείς που σχετίζονται με άτομα με ΑΟ για την ανταλλαγή καλών πρακτικών και φυσικά τη συμμετοχή των ίδιων των ατόμων με ΑΟ σε όλες τις φάσεις του σχεδιασμού. Η προσπάθεια για τον εμπλουτισμό της εμπειρίας σε έναν χώρο πολιτισμού και συγκεκριμένα σε μία βιβλιοθήκη οφείλει να διασταυρώνει ερευνητικούς τομείς που συνδέονται τόσο με τις Ανθρωπιστικές Επιστήμες όσο και με τις Επιστήμες της Πληροφορικής και της Τεχνολογίας. Οι αναδυόμενες τεχνολογίες αν και έχουν πρωτεύοντα ρόλο σε μία τέτοια αναζήτηση δεν αποτελούν αυτοσκοπό. Οι πολύπλευρες εφαρμογές τους πρέπει να ενσωματωθούν σε πληροφοριακά συστήματα, έπειτα από την σε βάθος κατανόηση των αναγκών της ομάδας στόχου και των σκοπών της εκάστοτε βιβλιοθήκης. Στόχος των έξυπνων βιβλιοθηκών, και κατ' επέκταση των έξυπνων χώρων πολιτισμού, δεν είναι να δομηθούν νέα κατασκευαστικά περιβάλλοντα προκειμένου να αυξηθεί αριθμητικά το κοινό τους. Ο πυρήνας του σχεδιασμού πρέπει να είναι η ιδέα, ότι αν κάποιος επιθυμεί να επισκεφθεί μία βιβλιοθήκη, ανεξάρτητα από τις αισθητηριακές του ικανότητες, θα έχει δυνατότητες επιλογών, ώστε να διαχειριστεί την επίσκεψη με τον δικό του βιωμένο τρόπο και να βγει από αυτήν ανανεωμένος. Και στο σημείο αυτό είναι που οι αναδυόμενες τεχνολογίες αποτελούν ένα ουσιώδες εργαλείο, που μας επιτρέπει να οραματιζόμαστε τη διεύρυνση των επιλογών και προσωπικών διαδρομών μιας επίσκεψης και την υπέρβαση των κατασκευαστικών περιορισμών του φυσικού χώρου μιας βιβλιοθήκης.

8. Βιβλιογραφία

- Jie, H. (2018). Research on application of artificial intelligence technology in public library information retrieval. *Electronic testing*, 17, σσ. 69-70.
- Tactual museum*. (2022, 11 26). Ανάκτηση από Μουσείο Αφής- Φάρος Τυφλών Ελλάδας: <http://www.tactualmuseum.gr/html/muse.htm>
- Διεθνής Οργανισμός Αναπήρων*. (1981). Ανάκτηση από <https://disabledpeoplesinternational.org/>
- (2022, 12 01). Ανάκτηση από arduino.cc: <https://www.arduino.cc/pro/use-cases>
- (2022, 12 01). Ανάκτηση από electronic.lab: <https://www.electronics-lab.com/arduino-pro-launches-distiamo-to-support-safe-workplace-social-distancing-and-contact-tracing/>
- AfterShokz: Ακουστικά Bone Conduction*. (2022). Ανάκτηση από shokz: <https://shokz.com/>
- Ahmad, N., Boon, N., & Goh, P. (2018). Multi-Sensor Obstacle Detection System Via Model-Based State-Feedback Control in Smart Cane Design for the Visually Challenged. *IEEE Access*, 6, σσ. 64182–64192. Ανάκτηση από <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8513825>
- Ainscow, M., & Booth, T. (2002). *The index for inclusion* (2nd εκδ.). Bristol: ICIE.
- Ainscow, M., Dyson, A., & Weiner, S. (2013). *From exclusion to inclusion: ways of responding in schools to students with special education needs*. Manchester: University of Manchester.
- Albayrak, N., Ozdemir, A., & Zeydan, E. (2018). An Overview of Artificial intelligence based chatbots and an example chatbot application. *26th signal processing and application conference*.
- Alletto, S., Cucchiara, R., Del Fiore, G., Mainetti, L., Mighali, V., Patrono, L., & Serra, G. (2015). An indoor location-aware system for an IoT-based smart museum. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(2), σσ. 244-253.
- Almansor, E., & Hussain, F. (2020). *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 993, σσ. 534–543.
- American Library Association, ALA*. (2023). Ανάκτηση από <https://www.ala.org/>
- Anagnostakis, G., Antoniou, M., Kardamitsi, E., Sachinidis, T., Koutsabasis, P., Stavrakis, M., . . . Zisis, D. (2016). Accessible Museum Collections for the Visually Impaired: Combining Tactile Exploration, Audio Descriptions and Mobile Gestures. *18th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct*. Computer Science. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2957265.2963118>
- Angal, Y., & Gade, A. (2017). Development of library management robotic system. *2017 International Conference on Data Management, Analytics and Innovation (ICDMAI)*. IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/ICDMAI.2017.8073520>

- Angelis, S., & Kotis, K. (2020). Generating and Exploiting Semantically Enriched, Integrated, Linked and Open Museum Data. *Communications in Computer and Information Science*, 1355, σσ. 367-379.
- Angelis, S., Kotis, K., & Spiliotopoulos, D. (2021). Semantic Trajectory Analytics and Recommender Systems in Cultural Spaces. *Big Data and Cognitive Computing*, 5(4), σ. 80. doi:<https://doi.org/10.3390/bdcc5040080>
- Anisha, M., Kirthika, S., Harline, D., Thenmozhi, P., Elliot, C., Benisha, M., & Pragathi, T. (2021). Low-Cost Smart Shoe for Visually Impaired. *e Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV 2021)*. IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/ICICV50876.2021.9388432>
- Anshar, M., Sadjad, R., Hanan, M., Prayudha, R., & Abry, M. (2020). Design and Implementation Monitoring and Booking Systems for Smart Parking at Engineering Faculty Campus. *The 3rd EPI International Conference on Science and Engineering 2019 (EICSE2019)*. IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/875/1/012036
- Antoniou, A., Katifori, A., Roussou, M., Vayanou, M., Karvounis, M., Kyriakidi, M., & Pugol-Tost, L. (2019). Capturing the Visitor Profile for a Personalized Mobile Museum Experience: an Indirect Approach. *Proceedings of the 24th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalisation*. Ανάκτηση 10 2022, 11, από http://ceur-ws.org/Vol-1618/HAAPIE_paper1.pdf
- Argyropoulos, V., & Kanari, C. (2015). Re-imagining the museum through “touch”: Reflections of individuals with visual disability on their experience of museum-visiting in Greece. *Alter*, 9(2), σσ. 130-143. doi:<https://doi.org/10.1016/j.alter.2014.12.005>
- Argyropoulos, V., Nikolarazi, M., Chamonikolaou, S., & Kanari, C. (2016). Museums and people with visual disability: an exploration and implementation through an Erasmus+ project. *Proceedings of EDULEARN16 Conference*, (σσ. 4509-4516). Barcelona, Spain.
- Arsovski, S., Cheok, A., Idris, M., & Raffur, B. (2017). Analysis of the chatbot open source languages aiml and chatscript: A review. *9th DQM International Conference on life cycle engineering and management*. ResearchGate. Ανάκτηση από https://www.researchgate.net/profile/Sasa-Arsovski/publication/323279398_ANALYSIS_OF_THE_CHATBOT_OPEN_SOURCE_LANGUAGES_AIML_AND_CHATSCRIPT_A_Review/links/5a8bd203aca272017e63f2c7/ANALYSIS-OF-THE-CHATBOT-OPEN-SOURCE-LANGUAGES-AIML-AND-CHATSCRIPT-A-Review.p
- Asakawa, S., Guerreiro, J., Ahmetovic, D., Kitani, K., & Asakawa, C. (2018). The Present and Future of Museum Accessibility for People. *20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (σσ. 382–384). Galway, Ireland: ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/3234695.3240997>
- Asemi, A., Ko, A., & Nowkarizi, M. (2020). Intelligent libraries: a review on expert systems, artificial intelligence, and robot. *Library Hi Tech*, 39(2), σσ. 412-434.
- Ashton, K. (2009). The "Internet of Things" Thing. *RFID Journal*, 22, σσ. 97-114.

- Ashulekha, G., Minakshi, M., Rajiv, K., Sanjay, G., Devendra, S., Shagun, T., & Nabila, A. (2022). AI and smart cities: A bibliometric analysis. *International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COM-IT-CON)* (σσ. 540-544). IEEE. doi: 10.1109/COM-IT-CON54601.2022.9850656
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), σσ. 2787-2805.
- Ayad, G. (2018, 12). Internet of Things IoT Technologies to Disabilities Persons. *IEEEExplore*(2).
- AyadGhany, I. (2018). IoT Technologies for Disabilities Persons. *2nd International Conference for Engineering, Technology and Sciences of AI-Kitab (ICETS)*. IEEE. doi:DOI: 10.1109/ICETS.2018.8724608
- Azhar, O., Sungkur, Y., & Soulakshmee, N. (2020). Turning a Traditional Library into a Smart Library. *2019 International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE)*. IEEE. doi:https://doi.org/10.1109/ICCIKE47802.2019.9004242
- Azizi, S., Nair, G., Rabiee, R., & Olofsson, T. (2020). Application of Internet of Things in academic buildings for space use efficiency using occupancy and booking data. *Building and Environment*, 186. doi:https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107355
- Bai, J., Lian, S., Liu, Z., Wang, K., & Liu, D. (2017). Smart guiding glasses for visually impaired people in indoor environment. *IEEE Trans. Consum. Electron.*, 63(3), σσ. 258–266. Ανάκτηση από https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8103374?casa_token=XF-RafbpeXEAAAAA:D8sIsLvBPFsXtj42V-U2JtCRxx352hcPkmA6rA0tRqEGIZzo07BqLaj1d7bi8-JUI0tTmnzCHII
- Banzi, M., & Shilon, M. (2022). *Getting start with Arduino* (4th εκδ.). Santa Rosa, USA: Dale Dougherty. Ανάκτηση από https://books.google.gr/books?id=qChfEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=el&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Baron, N. (2015). Words onscreen: The fate of reading in a digital world. *Oxford University Press*.
- Barsha, F., Tasneem, Z., Mojib, S., Afrin, M., Jahan, M., Tasnim, M., & Habiba, U. (2019). An IoT based Automated Door Accessing System for Visually Impaired People. *2019 IEEE International WIE Conference on Electrical and Computer Engineering*. Bangalore, India: IEEE. doi:https://doi.org/10.1109/WIECON-ECE48653.2019.9019945
- Basciftci, F., & Bokiye, L. (2021). IoT Based Library Management Automation System Using RFID. *21 st International Symposium on Computational Intelligence and Informatics*. Budapest, Hungary: IEEE. doi:https://doi.org/10.1109/CINTI53070.2021.9668584
- Bauer, Z., Dominguez, A., Cruz, E., Gomez-Donoso, F., Orts-Escolano, S., & Cazorla, M. (2020). Enhancing Perception for the Visually Impaired with Deep Learning Techniques and Low-cost Wearable Sensors. (ELSEVIER, Επιμ.) *Pattern Recognition Letters*, 137, σσ. 27-36. doi:https://doi.org/10.1016/j.patrec.2019.03.008

- Bayani, M., & Vilchez, E. (2017). Predictable Influence of IoT (Internet of Things) in the Higher Education. *International Journal of Information and Education Technology (IJJET)*. doi:doi:10.18178/ijiet.2017.7.12.995
- Berners-Lee, T. (1998). *Web Architecture from 50.000 feet*. Ανάκτηση 10 9, 2022, από <https://www.w3.org/DesignIssues/Architecture.html>
- Berners-Lee, T., & Fischetti, M. (1999). *Weaving the Web*. San Francisco: Harper.
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). Semantic Web. *Scientific American*, 284(5), σσ. 35-43.
- Beverley, C., Barber, R., & Bath, P. (2007). Can two established information models explain the information behaviour of visually impaired people seeking health and social care information. *Journal of Documentation*, 63(1), σσ. 9-32.
- Bhongade, P., Girhay, S., Sheikh, A., Ghata, R., Ambadkar, S., & Dusane, C. (2022). Internet of Things - Enabled Smart Shoes for Blind People. *Delhi Section Conference (DELCON)*. Delhi, India: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/DELCON54057.2022.9753526>
- Bhongade, P., Girhay, S., Sheikh, A., Ghata, R., Ambadkar, S., & Dusane, C. (2022). Internet of Things - Enabled Smart Shoes for Blind People. *2022 IEEE Delhi Section Conference (DELCON)*. Delhi: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/DELCON54057.2022.9753526>
- Bi, S., Wang, C., Zhang, J., Huang, W., Wu, B., Gong, Y., & Ni, W. (2022). A Survey on Artificial Intelligence Aided Internet-of-Things Technologies in Emerging Smart Libraries. *Sensors*, 22(8). doi:<https://doi.org/10.3390/s22082991>
- Boon, M., & Moors, E. (2008). Exploring emerging technologies using metaphors: A study of orphan drugs and pharmacogenomics. *Social Science & Medicine*, 66(9), σσ. 1915-1927.
- Bozic, J., Tazl, O., & Wotawa, F. (2019). Chatbot testing using AI planning. *IEEE International Conference on Artificial Intelligence Testing, AITest 2019* (σσ. 37 - 44). IEEE.
- Bracco, A., Grunwald, F., Navceovich, A., Capdehourat, G., & Larroca, F. (2020). Museum Accessibility Through Wi-Fi Indoor Positioning. Ανάκτηση από <https://www.semanticscholar.org/reader/3c457273b180f884376cca7063657f1a3719d09d>
- Buchberger, M. (2004). *Biomechanical Modelling of the Human Eye*. Universitat Linz, Linz.
- Bughin, J., Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., & Marrs, A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business and the global economy*. Washington: McKinsey Global Institute. Ανάκτηση 10 9, 2022, από https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/disruptive%20technologies/mgi_disruptive_technologies_full_report_may2013.pdf
- Βιβλιοθήκη Πανεπιστημίου Πειραιώς. (2022, 10 27). Ανάκτηση από <https://lib.unipi.gr/iguana/www.main.cls?url=research-strategy>

- Cambridge University . (2022, 12 23). Ανάκτηση από
<https://www.flickr.com/photos/cambridgeuniversity/galleries/72157719514322462/>
- Candlin, F. (2003). Blindness, art and exclusion in museums and galleries. *International Journal of Art and Design Education*, 22 (1), σσ. 100-110.
- Cao, G., Liang, M., & Li, X. (2018). *How to make the library smart? The conceptualization of the smart library*. The Electronic Library.
- Caraiman, S., Morar, A., Owczarek, M., Burlacu, A., Rzeszotarski, D., Botezatu, N., & Moldoveanu, A. (2017). Computer vision for the visually impaired: The sound of vision system. *International Conference on Computer Vision Workshop (ICCVW)* (σσ. 1480–1489). Washington: IEEE.
- Cardillo , E., & et al. (2018). An electromagnetic sensor prototype to assist visually impaired and blind people in autonomous walking. *IEEE Sensors J.*, 18(6), σσ. 2568-2576.
 Ανάκτηση από
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8598842/references#references>
- Cardillo, E., & Caddemi, A. (2019). Insight on Electronic Travel Aids for Visually Impaired People: A Review on the Electromagnetic Technology. *Electronics*, 8(11).
 doi:<https://doi.org/10.3390/electronics8111281>
- CELA, Centre for Equitable Library Access. (2022, 12 23). Ανάκτηση από CELA:
<https://celalibrary.ca/public-libraries>
- Chan, Y., Zhou, X., & Huang, T. (2001). One class SVM for learning in image retrieval. *f IEEE International Conference on Image Processing*. IEEE.
 doi:<https://doi.org/10.1109/ICIP.2001.958946>
- Chandimal, J., Shyam, R., Kekirideniya, K., Wijayawardhana, G., Wijayawardhana, D., & Lakranda, S. (2021). Artificial Intelligence Based Smart Library Management System. *6th IEEE International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering*. IEEE. doi:10.1109/ICRAIE52900.2021.9703998
- Chava, T., Srinivas, A., Sai, A., & Rachapudi, V. (2021). IoT based Smart Shoe for the Blind. *Sixth International Conference on Inventive Computation Technologies [ICICT 2021]*. Coimbatore, INDIA: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/ICICT50816.2021.9358759>
- Chen, D., & Downing, E. (2006). *Tactile Strategies for Children who have Visual Impairments and Multiple Disabilities: Promoting Communication and Learning Skills*. New York: AFB.
- Chen, X., Li, H., Zhou, C., Liu, X., Wu, D., & Dudek, G. (2022). Robust WiFi-based Indoor Localization via Unsupervised Domain Adaptation. *IEEE Internet Things Journal*.
 doi:<https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3163391>
- Chen, Z., Liu, X., Kojima, M., Huang, Q., & Arai, T. (2021). A Wearable Navigation Device for Visually Impaired People Based on the Real-Time Semantic Visual SLAM System. *Sensors*, 21(1536). doi:<https://doi.org/10.3390/s21041536>

- Chia, E., Wang, J., Rochtchina, E., Smith, W., Cumming, R., & Mitchell, P. (2004). Impact of bilateral visual impairment on health-related quality of life: the Blue Mountains Eye Study. *Investigative ophthalmology & visual science*, 45(1), σσ. 71-76.
- Chianese, A., Piccialli, F., & Valente, I. (2015, 11). Smart environments and Cultural Heritage: a novel approach to create intelligent cultural spaces. *Journal of Location Based Services*, 9(3), σσ. 209-234. doi: DOI: 10.1080/17489725.2015.1099752
- Chianese, A., & Piccialli, F. (2014). Designing a smart museum: When cultural heritage joins IoT. *8th Int'l Conf. on Next Generation Mobile Apps, Services and Technologies* (σσ. 300-306). IEEE. doi:doi:10.1109/NGMAST.2014.21
- Chianese, A., & Piccialli, F. (2017). Improving User Experience of Cultural Environment Through IoT: The Beauty or the Truth Case Study. *Springer International Publishing Switzerland*. doi:DOI 10.1007/978-3-319-19830-9_2
- Ching, T., Abidin, Z., & Yik, B. (2022). Autonomous Library System. *2022 IEEE International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics (ICDCECE)*. IEEE.
- Choudry, J., Sharma, S., & Kumar, P. (2018). A Platform for Human Chatbot Interaction using Python. *IEEE*.
- Christensen, C. (2005). *The Innovator's Dilemma*. New York: Collins.
- Cirani, S., Ferrari, G., Picone, M., & Veltri, L. (2019). *Internet of Things: Architectures, Protocols and Standards* (1st ed εκδ.). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- COM. (2007). *ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ: Ανακοίνωση σχετικά με την ευρωπαϊκή ατζέντα για τον πολιτισμό σε έναν κόσμο παγκοσμιοποίησης*. Βρυξέλλες: Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. Ανάκτηση 10 10, 2022, από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0242>
- Conradie, P., Goedelaan, G., Mioch, T., & Saldien, J. (2014). Blind user requirements to support tactile mobility. *Tactile/Haptic User Interfaces for Tabletops and Tablets*, (σσ. 48–53). Dresden, Germany. Ανάκτηση 12 29, 2022, από https://www.researchgate.net/profile/Gerhard-Weber-4/publication/282674989_TactileHaptic_User_Interfaces_for_Tabletops_and_Tablets/links/5965c1b10f7e9b2a367cfe64/Tactile-Haptic-User-Interfaces-for-Tabletops-and-Tablets.pdf#page=52
- Cooper, C. (2019). You Can Handle It: 3D Printing for Museums. *Advances in Archaeological Practice*, 7(4), σσ. 443-447.
- Corn , A., DePriest, L., & Erin, J. (2000). Visual Efficiency. Στο M. Holdrook, & A. Koenig (Επιμ.), *Foundations of Education: Instructional Strategies for Teaching Children and Youths with Visual* (σσ. 464-491). New York: AFB PRESS.
- Cox, A., Pinfield, S., & Rutter, S. (2018). The intelligent library: Thought leaders' views on the likely impact of artificial intelligence on academic libraries. *Library Hi Tech*(1).
- Cristea, V., Dobre, C., & Pop, F. (2013). Context-aware environments for the internet of things. *In Internet of Things and inter-cooperative computational technologies for collective intelligence*, σσ. 25-49.

- Daou, R., Chehade, J., & Haydar, G. (2022). Design and Implementation of Smart Shoes for Blind and Visually Impaired People for More Secure Movements. *2020 32nd International Conference on Microelectronics (ICM)*. IEEE.
doi:<https://doi.org/10.1109/ICM50269.2020.9331779>
- Dark, A., Santos, P., Medola, F., Cinelli, M., Rafael, A., Ramirez, G., & Sandnes, E. (2021). Are electronic white canes better than traditional canes? A comparative study with blind and blindfolded participants. *Universal Access in the Information Society*, 20, σσ. 93-103. Ανάκτηση από <https://link.springer.com/journal/10209>
- Darney, P., Muthu, A., Krishnan, R., & Narayanan, K. (2022). IoT based Smart Shoes for Blind people. *Third International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC 2022)*. Coimbatore: IEEE.
doi:<https://doi.org/10.1109/ICESC54411.2022.9885322>
- Das, A., & Debnath, B. (2018). *3D Printing: What It Has To Offer To The Society*.
- De Coster, K., & Loots, G. (2004). Somewhere in between touch and vision: In search of a meaningful art education for blind individuals. *Journal of Art and Design Education*, 23 (3), σσ. 326-334.
- Diederich, S., Brendel, A., & Kolbe, L. (2020). Designing Anthropomorphic Enterprise Conversational Agents. *Bus Inf Syst Eng*, 62(3), σσ. :193–209.
doi:<https://doi.org/10.1007/s12599-020-00639-y>
- Dimas, G., Diamantis, D., Kalozoumis, P., & Iakovidis, D. (2020). Uncertainty-Aware Visual Perception System for Outdoor Navigation of the Visually Challenged. *Sensors*, 20(8).
doi:<https://doi.org/10.3390/s20082385>
- Disability*. (2022, 10 8). Ανάκτηση από World Health Organization:
https://www.who.int/health-topics/disability#tab=tab_1
- Disability Services at Northwestern*. (2022, 12 21). Ανάκτηση από Northwestern Libraries:
<https://www.library.northwestern.edu/visit/visitor-privileges/disability-services.html>
- Disabled Library users*. (2022, 12 23). Ανάκτηση από Cambridge University Library:
<https://www.lib.cam.ac.uk/using-library/disabled-library-users/getting-support-using-libraries>
- Dodd, J., & Sandell, R. (2001). *Including museums: Perspectives on museums, galleries and social inclusion*. Leicester: Research Centre for Museums and Galleries, Department of Museum Studies, University of Leicester. .
- Donovan, J. (2019). Keep the books on the shelves: Library space as intrinsic facilitator. *The Journal of Academic Librarianship*.
- Dossis, M., Kazanidis, I., Valsamidis, S., Kokkonis, G., & Kontogiannis, S. (2018). Proposed open source framework for interactive IoT smart museums. *Proceedings of the 22nd Pan-Hellenic Conference on Informatics*, (σσ. 294–299).
- Dulaney, C. (2011). Library in the clouds: Cloud computing and its impact on library services. *Law Reviews & Other Academic Journals*, 37(1).

- Durham, D. o. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (2.3 εκδ.). Durham, UK: University of Durham.
- Eimer, M. (2004). Multisensory integration: How visual experience shapes spatial perception. *Current Biology*(14), σσ. 115-117.
- Eleftheriou, O., Dimara, A., Kotis, K., & Anagnostopoulos, C. (2022). Saving Energy with Comfort: A Semantic Digital Twin approach for Smart Buildings. *Third International Workshop On Semantic Digital Twins (SeDiT 2022), co-located with the 19th European Semantic Web Conference (ESWC 2022)*. Hersonissos, Greece.
- Elmannai, W., & Elleithy, K. (2017). Sensor-based assistive devices for visually-impaired people: Current status, challenges, and future directions. *Sensors*, 17(3). doi:<https://doi.org/10.3390/s17030565>
- ElSayed, G., ElMeligy, A., & Refaat, D. (2019). Community center as a Cultural Hub, for cultural heritage. *Proceedings of Science and Technology*, σσ. 144 -152.
- Engineer Master. (2022). *Top Technology Trends in IoT for 2022*. Ανάκτηση 11 16, 2022, από Engineer Master: https://blog.engineermaster.co/top-technology-trends-in-iot-for-2022-engineer-master/#2_Machine_Learning_and_Artificial_Intelligence
- Ernst, M., & Helbig, H. (2007). Optimal integration of shape information from vision and touch. *Springer*, 179, σσ. 595-605.
- Falk, J. (2016). *Identity and the museum visitor experience*. Routledge.
- Falk, J., & Dierking, L. (2016). *The museum experience revisited*. Routledge.
- Fati, S., Al-nabhan, S., & Muneer, A. (2019). Automated Library System Using SMS Based Pick and Place Robot. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 8(6). doi:<http://dx.doi.org/10.12785/ijcnds/080601>
- Fink, A. (2005). *Conducting Research Literature Reviews. From the Internet to Paper*. Sage Publication.
- Finkenzeller, K. (2010). *RFID handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification, and near-field communication*.
- Fortino, G., Guerreri, A., Russo, W., & Savaglio, C. (2014). Middlewares for smart objects and smart environments: Overview and comparison. *In Internet of Things Based on Smart Objects*, σσ. 1-27.
- Freedom Scientific: Low Vision Solutions*. (2023, 01 02). Ανάκτηση από [freedomscientific: https://www.freedomscientific.com/products/lowvision/](https://www.freedomscientific.com/products/lowvision/)
- Fusco, G., Cheraghi, S., Neat, L., & Coughlan, J. (2020). An Indoor Navigation App Using Computer Vision and Sign Recognition. *17th International Conference, ICCHP* (σσ. 485-494). Lecco, Italy: Springer. Ανάκτηση από https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-58796-3_56#Abs1
- Gade, A., & Angal, Y. (2017). Development of Library Management Robotic System. *2017 International Conference on Data Management, Analytics and Innovation (ICDMAI)*. Pune, India: IEEE.

- Garoufallou, E., & Gaitanou, P. (2021). Big Data: Opportunities and Challenges in Libraries, a Systematic Literature Review. *C&RL*, 82(3). Ανάκτηση από <https://crl.acrl.org/index.php/crl/article/view/24918/32769>
- Ginley, B. (2013). Museums: A Whole New World for Visually Impaired People. *Disability Studies Quarterly*, 33(3).
- Gleason, C., Ahmetovic, D., Toxtli, C., Savage, S., Bigham, J., & Asakawa, C. (2017). LuzDeploy: A Collective Action System for Installing Navigation Infrastructure for Blind People. *14th International Web for All Conference* (σσ. 1-2). ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/3058555.3058585>
- Grant, M., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Inf. Libraries J.*, 26(2), σσ. 91-108. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Grassi, R. (2018). Building inclusive communities: teens with disabilities in libraries. *Reference Services Review*, 46(9), σσ. 364-378. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/RSR-03-2018-0031>
- Grayson, M., Massiceti, D., Thieme, A., Cutrell, E., Marques, R., & Morrison, C. (2020). A Dynamic AI System for Extending the Capabilities of Blind People. *CHI 2020*. Honolulu, HI, USA: ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/3334480.3383142>
- Groff, G., & Gardner, L. (1989). *What museum guides need to know: Access for blind and visually impaired visitors*. New York: American Foundation for the Blind.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), σσ. 1645–1660.
- Guillemin, P., Friess, P., & et al. (2009). Internet of things strategic research roadmap. *The Cluster of European Research Projects, Tech Rep*.
- Gul, S., & Bano, S. (2019). Smart libraries: an emerging and innovative technological habitat of 21st century. *The Electronic Library*, 37(5).
- Guliciuc, V., Montano, C., Dreve, R., & Miron, V. (2017). *Libraries with minds and souls (complexity vs artificial intelligence vs library science?)*. Poland: IFLA.
- Gupta, A. (2020). Internet of Things Based Book Tracking System for Smart Library. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing (IJCSMC)*, 9(7), σσ. 12 – 18.
- Gupta, A. (2021). IoT-Based Library system for the Developing framework of Implementation. *International Journal of All Research Education and Scientific Methods (IJARESM)*, 9(3). Ανάκτηση από <http://www.ijaresm.com/iot-based-library-system-for-the-developing-framework-of-implementation>
- Gupta, A., Memoria, M., Kumar, R., Ansari, N., Tyagi, S., & Singh, D. (2022). Artificial intelligence and smart cities: A bibliometric analysis. *2022 International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COM-IT-CON)*. IEEE.
- Haan, J. (2006). *How emergence arises*. Ecol. Complex.

- Hajmoosaei, A., & Skoric, P. (2016). Museum Ontology- Based Metedata. *IEEE 10th International Conference on Semantic Computing*.
- Halfon, N., Houtrow, A., Larson, K., & Newacheck, P. (2012). The changing Landscape of Disability in Childhood. *The future of the children*, 22(1), σσ. 13-42.
- Handa, K., Dairoku, H., & Toriyama, Y. (2010). Investigation of priority needs in terms of museum service accessibility for visually impaired visitors. *British journal of visual impairment*, 28(3), σσ. 221–234.
- Haristiani, N. (2019). Artificial Intelligence (AI) Chatbot as Language Learning Medium: An inquiry. *Journal of Physics: Conference Series*, 138(1).
- Harrison, C., & Donnelly, I. (2011). *A theory of smart cities*. UK: IBM Corporation, USA and IBM UK Limited.
- Hashemi, S., & Kamps, J. (2017). Where To Go Next?: Exploiting Behavioral User Models in Smart Environments., (σσ. 50-58).
- Hashemi, S., & Kamps, J. (2018). *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 24(3), σσ. 228-261.
- Haykin, S. (2010). *Νευρωνικά Δίκτυα και Μηχανική Μάθηση* (3η εκδ.). Παπασωτηρίου.
- heal-link. (2022). Ανάκτηση από HEAL_LINK: <https://www.heal-link.gr>
- Heidegger, M. (2008). *Κτίζειν, κατοικείν, σκέπτεσθαι*. Αθήνα: Πλέθρον.
- Heuten, W., Wichmann, D., & Boll, S. (2006). Interactive 3D sonification for the exploration of city maps. *Proceedings of the 4th Nordic Conference on Human- Computer Interaction (HCI)* , (σσ. 154-164).
- Hong, W., Xiaoshu , Y., & Juxia, L. (2019). Artificial intelligence: Reshaping The library's application architecture and service model. *Modern intelligence*, 39(09), σσ. 101-108.
- Hornby, A. (2004). *Oxford Advanced Learners English-Chinese Dictionary* (6th ed. εκδ.). Hong Kong: Oxford University Press.
- Hotting, K., & Roder, B. (2009). Auditory and auditory-tactile processing in congenitally blind humans. *Hearing Research*, 258, σσ. 165-174.
- Hu, W., Wang, K., Yang, K., Cheng, R., Ye, Y., Sun, L., & Xu, Z. (2020). A Comparative Study in Real-Time Scene Sonification for Visually Impaired People. *Sensors*, 20(11). doi:<http://dx.doi.org/10.3390/s20113222>
- Huebner, K. M. (2000). Visual Impairment In M. C. Holbrook & A. J. (I), 55-76.
- Iakovidis, D., Diamantis, D., Dimas, G., Ntakolia, C., & Spyrou, E. (2019). Digital Enhancement of Cultural Experience and Accessibility for the Visually Impaired. Στο *Technological Trends in Improved Mobility of the Visually Impaired* (σσ. 237-271). SpringerLink. Ανάκτηση από https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-16450-8_10#citeas

- ICOM. (χ.χ.). Ανάκτηση από ICOM Ελληνικό Τμήμα : <https://icom-greece.mini.icom.museum/>
- ICOM: *Νέος Ορισμός Του Μουσείου*. (2022). Ανάκτηση από <https://icom-greece.mini.icom.museum>
- IFLA. (2005). *Βιβλιοθήκες για Τυφλούς στην Εποχή της Πληροφορίας-Κατευθυντήριες Οδηγίες για Ανάπτυξη*. Πληροφορίας-Κατευθυντήριες Οδηγίες για Ανάπτυξη. Διεθνής Ομοσπονδία Ενώσεων και Ινστιτούτων Βιβλιοθηκών (IFLA). Ανάκτηση 10 14, 2022, από <http://www.ifla.org/VII/s31/pub/Profrep86.pdf>
- IFLA. (2022). *Resources*. Ανάκτηση από www.ifla.org: https://www.ifla.org/resources/?_sfm_unitid=105108&_sfm_resource_type=All
- Indergaard, L. (2012). *Smart ideas and common strategies for a new library concept*. Bergen, Norway: Bergen Public Library.
- Internet of Things (IoT)*. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://www.etsi.org/technologies/internet-of-things>
- IoT-Simple Explanations*. (2022, 10 6). Ανάκτηση από [iotforall](http://www.iotforall.com): <https://www.iotforall.com/what-is-internet-of-things>
- ip.gr*. (2022, 12 13). Ανάκτηση από [ip.gr](http://www.ip.gr): https://www.ip.gr/el/dictionary/240-RDF___Resource_Definition_Framework
- Islam, M., Sadi, M., Zamli, K., & Ahmed, M. (2019). Developing Walking Assistants for Visually Impaired People: A Review. *IEEE Sensors Journal*, 19(8), σσ. 2814 - 2828. doi:<https://doi.org/10.1109/JSEN.2018.2890423>
- ISO 9999:2011. (2011). Ανάκτηση από [iso.org](http://www.iso.org): http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=50982
- Ivanov, R. (2017). An approach for developing indoor navigation systems for visually impaired people using Building Information Modeling. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(4), σσ. 449-467. doi: 10.3233/AIS-170441
- Jayawardena, C., Reyal, S., D.G.I.U, R., Wijayawardhana, G., Rupasinghe, D., Kelirideniya, K., & Lakranda, S. (2021). Artificial Intelligence Based Smart Library Management System. *6th IEEE International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering*. IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/ICRAIE52900.2021.9703998>
- Jeon, K., She, J., Soonsawad, P., & Ng, P. (2018). BLE Beacons for Internet of Things Applications: Survey, Challenges, and Opportunities. *IEEE Internet Things Journal*, 5, σσ. 811-828.
- Jhugroo, S., Nagowah, S., & Kataully, S. (2021). Progress in Advanced Computing and Intelligent Engineering. *Advances in Intelligent Systems and Computing*(1299), σσ. 707-718.
- Johannsen, C. G. (2017). *Staff-Less Libraries: Innovative Staff Design* (1st εκδ.). Cambridge: United States.
- Jørgensen, M. (2007). Evaluation of guidelines for performing systematic literature.

- Joshi, R., Yadav, S., Dutta, M. K., & Travieso-Gonzalez, C. (2020). Efficient Multi-Object Detection and Smart Navigation Using Artificial Intelligence for Visually Impaired People. *entropy*, 22(941). doi:http://dx.doi.org/10.3390/e22090941
- Kaplan, D. (2000). The Definition of Disability: Perspective of the Disability Community. *Journal of Health Care Law and Policy*, 3(2), σσ. 352-364.
- Karanikas, N., Khan, S., Baker, P., & Pilbeam, C. (2022). Designing safety interventions for specific contexts: Results from a literature review. *Safety Science*(156). doi:https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105906
- Karna, N., Pratama, D., & Ramzani, M. (2019). Self Service System for Library Automation: Case Study at Telkom University Open Library. *2019 International Conference on Information and Communications Technology*. IEEE.
- Kayukawa, S., Higuchi, K., Guerreiro, J., Morishima, S., Sato, Y., Kitani, K., & Asakawa, C. (2019). BBeep: A Sonic Collision Avoidance System for Blind Travellers and Nearby Pedestrians. *CHI 2019*. 52, σσ. 1-12. Glasgow, Scotland, UK: ACM. doi:https://doi.org/10.1145/3290605.3300282
- Kim, B. (2019). AI-Powered Robots for Libraries: Exploratory Questions. *Information Technology Satellite Meeting*. Athens: IFLA WLIC. Ανάκτηση από <https://library.ifla.org/id/eprint/2700/1/s08-2019-kim-en.pdf>
- Kim, J., Lee, J., & Lee, K. (2021). A Study on the Issues Related to Building a Library Information System Based on Deep Learning. *21st ACIS International Winter Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD-Winter)*, (σσ. 287–289). Ho Chi Minh City, Vietnam.
- Kim, Y., Kim, S., Bae, K., & Park, M. (2021). Technology-driven Service Innovation in University Libraries. *21st ACIS International Winter Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD-Winter)*. IEEE. doi:10.1109/SNPDWinter52325.2021.00048
- Kitchenham, B. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical report*(1).
- Konstantakis, M., & Caridakis, G. (2020). Adding Culture to UX: UX Research Methodologies and Applications in Cultural Heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 13(01), σσ. 1-17.
- Konstantakis, M., Aliprantis, J., & Caridakis, G. (2018). Visualizing the internet of things: Naturalizing human-computer interaction by incorporating ar features. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 07(03), σσ. 64–72.
- Konstantakis, M., Aliprantis, J., Michalakis, K., & Caridakis, G. (2018). Recommending user experiences based on extracted cultural personas for mobile applications-REPEAT methodology. *mobileCH@ Mobile HCI*.
- Konstantakis, M., Michalakis, K., Aliprantis, J., Kalatha, E., Moraitou, E., & Caridakis, G. (2017). Formalising and evaluating cultural user experience . *In 2017 12th*

International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation and Personalization (SMAP). (σσ. 90-94). IEEE.

- Korzum, D., Marchenkov, S., Vdovenko, A., & Petrina, O. (2016). A Semantic Approach to Designing Information Services for Smart Museums. *International Journal of Embedded and Real-Time Communication Systems*, 7(2). doi:DOI: 10.4018/IJERTCS.2016070102
- Kotis, K., & Katasonov, A. (2013). Semantic Interoperability on the Internet of Things: The semantic smart gateway framework. *International Journal of Distributed Systems and Technologies (IJ DST)*, 4, σσ. 47-69.
- Koustriava, E., Koutsoklenis, A., Papadopoulos, D., & Papakonstantinou, D. (2009). Students with visual Impairments in Higher Education Institutes. *7th ICEVI European Conference: Living in a Changing Europe*. Dublin, Ireland.
- KR-VISION, *Τεχνολογία* . (2018). Ανάκτηση 2022, από KR-VISION: <http://krvision.cn/offical/page/technology.html>
- Kumar, K., Thilagaraj, M., Arulkumar , P., Balraj , S., Pradeepa , G., Srinidhi , S., & Vivitha , V. (2021). Library Management System Using Arduino. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 25(4), σσ. 4425–4432.
- Ladanza, E., Maietti, F., Ziri, A., Giulio, R., Medici, .., Ferrari , F., . . . Turillazzi, B. (2019, 2 1). SEMANTIC WEB TECHNOLOGIES MEET BIM FOR ACCESSING AND. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*. Ανάκτηση 10 11, 2022, από <https://pdfs.semanticscholar.org/6246/bf975192de6683ef270208ef680fceb09d38.pdf>
- Lan, F., Zhai, G., & Lin, W. (2015). Lightweight Smart Glass System with Audio Aid for Visually Impaired People. *IEEE Xplore*.
- Lee, W., & Ghng, C. (2022). *Introduction to IoT Using the Raspberry Pi*. Ανάκτηση από CODE Magazine: <https://www.codemag.com/article/1607071/Introduction-to-IoT-Using-the-Raspberry-Pi>
- Levesque, H. (2017). *Common Sense, the Turing Test, and the Quest for Real AI*. MIT Press Ltd.
- Li, H., & Dong, F. (2016). “Research on the implementation strategy of the smart library services. *Library*, 260(5), σσ. 80-84.
- Li, J. (2022). The Innovation of Library Service by Artificial Intelligence Robot. *3rd International Conference on Artificial Intelligence, Robotics and Control*. IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/AIRC56195.2022.9836444>
- Liang, X., & Chen, Y. (2018). *Libraries in Internet of Things (IoT) era*. Library Hi Tech. *Library of Congress*. (2022, 12 23). Ανάκτηση από log.gov: <https://www.loc.gov/search/?in=&q=Accessibility&new=true&st=>
- Lin, B.-S., Lee, C.-C., & Chiang, P.-Y. (2017). Simple Smartphone-Based Guiding System for Visually Impaired People. *Sensors*, 17. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/s17061371>

- Lin, S., Cheng, R., Wang, K., & Yang, K. (2018). Visual Localizer: Outdoor Localization Based on ConvNet Descriptor and Global Optimization for Visually Impaired Pedestrians. *sensors*, *18*(8). doi:<https://doi.org/10.3390/s18082476>
- Lin, W., Chang, S., Li, P., Chiu, T., & Lou, S. (2019). Exploration of usage behavioral model construction for university library electronic resources from Deep Learning Multilayer perceptron. In *Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics—Taiwan (ICCE-TW)* (σσ. 1–2). Yilan, Taiwan: IEEE.
- Lin, Y., Wang, K., Yi, W., & Lian, S. (2019). Deep Learning based Wearable Assistive System for Visually Impaired People. *IEEE/CVF (ICCVW)*. Seoul, Korea (South): IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/ICCVW.2019.00312>
- Lisney, E., Bowen, J., Hearn, K., & Zedda, M. (2013). Museums and Technology: Being Inclusive Helps Accessibility for All. *CURATOR THE MUSEUM JOURNAL*, *56*(3), σσ. 353-361. doi:<https://doi.org/10.1111/cura.12034>
- Liu, J., Zhu, F., Wang, Y., Wang, X., Pan, Q., & Chen, L. (2017). RF-Scanner: Shelf Scanning with Robot-assisted RFID Systems. *IEEE Conference on Computer Communications*. Ατλάντα, GA, ΗΠΑ: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/INFOCOM.2017.8056985>
- Liu, T., Wang, E., & He, H. (2017). Intelligent book positioning system for library based on RFID. *12th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*. doi:<https://doi.org/10.1109/ICIEA.2017.8282935>
- Londhe, A., Gokhale, H., Jadhav, S., & Job, V. (2019). Automation of Library Management System Using RFID. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)*, *8*(3), σσ. 178-184. Ανάκτηση από <https://www.semanticscholar.org/paper/Automation-of-Library-Management-System-Using-RFID-Londhe-Gokhale/1636c04241ea185cebcea58b4f5883dbbaf9641>
- Long, N., Wang, K., Cheng, R., Hu, W., & Yang, K. (2019). Unifying obstacle detection recognition and fusion based on millimeter wave radar and RGB-depth sensors for the visually impaired. *Rev. Sci. Instrum*, *90*(4), σ. 44102. doi:<https://doi.org/10.1063/1.5093279>
- Mace, R. (1997). *What is universal design*. NC State University: The Center for Universal Design.
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, *3*(5), σ. 164.
- Magnusson, C., Hedvall, P., & Caltenco, H. (2018). Co-designing together with persons with visual impairments. In *Mobility of visually impaired people*. Στο *Mobility of visually impaired people* (σσ. 411–434). Switzerland: Springer. Ανάκτηση από https://scholar.google.com/scholar_lookup?&title=Co-designing%20together%20with%20persons%20with%20visual%20impairments&pages=411-434&publication_year=2018&author=Magnusson%2CC&author=Hedvall%2CP-O&author=Caltenco%2CH

- Maheswaran, U., Deepadharshini, B., Hemamalini, K., & Arthi, S. (2020). Implementation of Real-time Chat-Bot Hardware Detection for Visually Challenged People. *International Journal of Progressive Research in Science and Engineering*, 1(6), σσ. 39-43.
- Mahida, P., Shahrestani, S., & Cheung, H. (2020). Deep Learning-Based Positioning of Visually Impaired People in Indoor Environments. *sensors*, 20(21), σσ. 6238-6255. doi:<https://doi.org/10.3390/s20216238>
- Maietti, F., Giulio, R., Piaia, E., Medici, M., & Ferrari, F. (2018). Enhancing Heritage fruition through 3D semantic modelling and digital tools: the INCEPTION project. *Florence Heri-Tech-The Future of Heritage Science and Technologies*. 364. Florence: IOPscience. Ανάκτηση 10 11, 2022, από <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/364/1/011001>
- Malek, S., Melgani, F., Mekhalfi, M., & Bazi, Y. (2017). Real-Time Indoor Scene Description for the Visually Impaired Using Autoencoder Fusion Strategies with Visible Cameras. *Sensors*, 17(11). doi:10.3390/s17112641
- Mathew, J., Boutron, I., Bossuyt, P., McKenzie, E., Hoffmann, T., Mulrow, C., & et. al. (2021). Η δήλωση PRISMA 2020: μια ενημερωμένη οδηγία για την αναφορά συστηματικών ανασκοπήσεων. *BMJ*, 372(71). doi:<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Mathew, J., Moher, D., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffman, T., Mulrow, C., & et. al. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(160). doi:<https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- McClelland, C. (2021). *An Introduction to the Internet of Things*. LEVEREGE. Ανάκτηση 10 9, 2022, από <https://www.leverage.com/ebooks/iot-intro-ebook>
- McCowan, S., Martinez, H., & Marcilla, M. (2018). AnyAbility: creating a library service model for adults with disabilities. *Reference Services Review*, 46(3), σσ. 360-363. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/RSR-03-2018-0034>
- McKenzie, M., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffman, T., Mulrow, C., & et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. doi: 10.1136/bmj.n71
- McLean, K. (2017). Smellmap: Amsterdam—Olfactory Art and Smell Visualization. *Leonardo*, 50(1), σσ. 92–93. doi:https://doi.org/10.1162/LEON_a_01225
- McLinden, M., & McCall, S. (2002). *Learning Through Touch: Supporting children with visual impairment and additional difficulties*. Great Britain: David Fulton.
- Mell, P., & Grance, T. (2019). The NIST Definition of Cloud Computing. *Lect. Notes Electr. Eng.*(514), σσ. 675--685.
- Merleau-Ponty, M. (1977). *Προοίμιο στη "Φαινομενολογία της αντίληψης"*. Αθήνα: Έρασμος.
- Merleau-Ponty, M. (1991). *Η αμφιβολία του Σεζάν. Το μάτι και το πνευμα*. Αθήνα: Νεφέλη.
- Michalakis, K., & Caridakis, G. (2020). Context Awareness in Cultural Heritage Applications: A Survey. *ACM J. Comput. Cult. Herit*.

- Michalakis, K., Moraitou, E., Aliprantis, j., & Caridakis, G. (2020). Semantic Representation and Internet of Things in Cultural Heritage Preventive Conservation. *International Conference on Cultural Informatics, Communication & Media Studies*, 1.
- Mighati, V., Del Fiore, G., Patrono, L., Mainetti, L., Alletto, S., Serra, G., & Cucchiara, R. (2015). Innovative IoT-aware services for a smart museum. *Proceedings of the 24th international conference on world wide web*, (σσ. 547-550).
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *Transactions Information and Systems*. 77(12), σσ. 1321-1329.
- Millar, S. (1997). *Reading by touch*. London: Routledge.
- Mineiro, C. (2010). Access to museums for people with disabilities - a Portuguese experience. *Μουσείο*, 7, σσ. 36-41.
- Minerva, R., Biru, A., & Rotondi, D. (2015). *Towards a definition for the Internet of Things (IoT)*. IEEE. Ανάκτηση 10 9, 2022, από https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf
- Mitchell, T. (1997). *Machine Learning*. McGraw-Hill.
- Mittal, A. (2017). Emerging Technologies and their Impact on the Libraries. *Indian Journal of Science and Technology*, σσ. 1-4.
- MLA. (2004). *Access for all. Toolkit. Enabling inclusion for museums, libraries and Toolkit. Enabling inclusion for museums, libraries and archives*. UK: MLA (Museums Libraries Archives) . Ανάκτηση 10 12, 2022, από https://www.ne-mo.org/fileadmin/Dateien/public/topics/Disability_and_museums/disability_checklist_pdf_6540.pdf
- Mocanu, B., Tapu, R., & Zaharia, T. (2018). DEEP-SEE FACE: A Mobile Face Recognition System Dedicated to Visually Impaired People. *IEEE Access*, 6, σσ. 51975–51985. Ανάκτηση από <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8466782>
- Mohamed, K. S. (2019). *The Era of Internet of Things: Towards a Smart World* (1st ed εκδ.). Cham: Springer Nature Switzerland AG.
- Mohammadi, M., & Yegane, M. (2021). How can We Equip Academic Libraries with IOT Technologies: Practical Guidelines. *International Journal of Digital Content Management*, 2(2).
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D., & Group, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Plos Med.*, 6(7). doi:<https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Montgomery, S. (2014). Library Space Assessment: User Learning Behaviors in the Library. *Journal of Academic Librarianship*, 40(1), σσ. 70-75. Ανάκτηση από http://scholarship.rollins.edu/as_facpub?utm_source=scholarship.rollins.edu%2Fas_facpub%2F111&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Morrison, N. (2003). Neighbourhoods and Social Cohesion: Experiences from Europe. *International Planning Studies*, σσ. 115 - 138.

- Morvan, L., Hintermann, F., & Ovanessoff, A. (2020). Preparing for the risky world of Extended Reality. *MIT Sloan Management Review*, 61(2), σσ. 1-4.
- Nag, A., & Nikam, K. (2016). Internet Of Things Applications In Academic Libraries. *International Journal of Information Technology and Library Science*, 5(1), σσ. 1-7. Ανάκτηση από <http://www.ripublication.com/>
- Nagowah, S., Gobin-Rahimbux, B., & BEN STA, H. (2021). An Ontology for an IoT-enabled Smart Library in a University Campus. *23rd Int Conf on High Performance Computing & Communications* (σσ. 1952-1957). IEEE. doi: 10.1109/HPCC-DSS-SMARTCITY-DEPENDSYS53884.2021.00292
- Nandalal, Anand Kumar, V., Manikandan, T., Sindhupriya, K., Sujitha, R., & Suvathy, G. (2020). Raspberry Pi based Smart Library for Visually Challenged Citizens. *Proceedings of the Fourth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)* (σσ. 449-453). IEEE Xplore.
- Nayagam, V., Vedullapalli, S., & et al. (2017). Radio frequency identification technology for advanced library management. *3rd International Conference on Science Technology Engineering & Management* . <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/8253406/proceeding>.
- Neugebauer, A., Rifai, K., Getzlaff, M., & Wahl, S. (2020). Navigation aid for blind persons by visual-to auditory sensory substitution: A pilot study. *PLoS ONE*, 15(8). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237344>
- Niharika, V., Sachin, A., Sourabh, D., & Anuradha, R. (2021). Smart Band Communication for Visually And Auditory Impaired People. *IEEE International Conference on Mobile Networks and Wireless Communications (ICMNWC)*. IEEE. doi: 10.1109/ICMNWC52512.2021.9688429
- Nisha, P., Karande, P., Desai, J., & Pereira, S. (2017). Internet of Things for library Management System. *International Journal of Engineering Science & Computing (IJESC)*, 7(4), σσ. 10021-10024.
- NNELS, *National Network for Equitable Library Service*. (2022, 12 23). Ανάκτηση από NNELS: <https://nnels.ca/>
- Nosseir, A. (2022). Smart Wearable Shoes Using Multimodal Data for Visually Impaired. *7th International Congress on Information and Communication Technology* (σσ. 1–18). SpringerLink. Ανάκτηση από https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-1607-6_1
- Oh, Y., Kao, W., & Min, B. (2017). Indoor Navigation Aid System Using No Positioning Technique for Visually Impaired People. *19th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI 2017)* (σσ. 390–397). Vancouver, BC, Canada: SpringerLink. Ανάκτηση 2022, από https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-58753-0_56
- Oliver , M. (2009). *Αναπηρία και Πολιτική*. (Γ. Καραγιάννη, Επιμ.) Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.
- oracle.com. (χ.χ.). *What Is the Internet of Things (IoT)?* Ανάκτηση από ORACLE: <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot!>

- OWH. (2022). *Organization World Health: Blindness and vision impairment*. Ανάκτηση από [www.who.int: https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment)
- Ozeer, A., Sungkur, Y., & Nagowah, S. (2019). Turning a Traditional Library into a Smart Library. *International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE)* (σσ. 352-358). Dubai: IEEE.
doi:<https://doi.org/10.1109/ICCIKE47802.2019.9004242>
- Pallasmaa, J. (2014). "Museum as an Embodied Experience". Στο N. Levent, & A. Pascual-Leone (Επιμ.), *The Multisensory Museum. Cross-Disciplinary Perspectives on Touch, Sound, Smell, Memory and Space* (σσ. 239-250). Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield.
- Pascolini, D., & Mariotti, S. (2022). Global estimates of visual impairment: 2010. *BMJ Journals*, 96(5). doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bjophthalmol-2011-300539>
- Patel, A., Debnath, N., & Bhushan, B. (2022). *Semantic Web Technologies: Research and Applications* (1 εκδ.). doi:<https://doi.org/10.1201/9781003309420>
- Patil, N., Karande, P., Pereira, S., & Student, U. (2017). Internet of Things for Library Management System. *International Journal Engineering Science Computing* .
- Perret, E. (2014). *Radio frequency identification and sensors: from RFID to chipless RFID*. Wiley-ISTE.
- Pham, H., Giordano, A., Miller, L., Gianniti, J., & Mena, M. (2018). A Ubiquitous Approach for Automated Library Book Location Management. *International Conference on Computing and Big Data* (σσ. 78-82). ACM.
doi:<https://doi.org/10.1145/3277104.3277115>
- Phutcharoen, K., Chamchoy, K., & Supanakoon, P. (2020). Accuracy Study of Indoor Positioning with Bluetooth Low Energy Beacons. *2020 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)*, (σσ. 24–27). Pattaya.
- Piccialli, F. (2016). *The Internet of Things supporting the Cultural Heritage domain: analysis, design and implementation of a smart framework enhancing the smartness of cultural spaces*. PH. THESIS , Università degli Studi di Napoli Federico II.
- Piccialli, F., & Chianese, A. (2017). The internet of things supporting context-aware computing: a cultural heritage case study. *Mobile Networks and Applications*, 22(2), σσ. 332-343.
- Piccialli, F., & Chianese, A. (2017). TolkArt: an IoT platform to create intelligent art exhibition of talking objects. *International Journal of Internet Technology and Secured Transactions*, 7(1), σσ. 3-20.
- Piccialli, F., Chianese, A., & Jung, J. (2017). Cultural Heritage on Internet of Things (IoT) systems: Trends and challenges. *Wiley Online Library*, 29(11).
doi:<https://doi.org/10.1002/cpe.4155>

- Piccialli, F., Chianese, A., & Jung, J. (2017). Cultural Heritage on Internet of Things (IoT) systems: Trends and challenges. *Concurrency Computation: Practice and Experience*, 29(11), σσ. 1-2. doi:<https://doi.org/10.1002/cpe.4155>
- Poggi, M., & Mattocchia, S. (2016). A wearable mobility aid for the visually impaired based on embedded 3D vision and deep learning. *2016 IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC)* (σσ. 208–213). Messina, Italy: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/ISCC.2016.7543741>
- Poria, Y., Reichel, A., & Brandt, Y. (2009). People with disabilities visit art museums: an exploratory study. *Journal of Heritage Tourism*, 4(2), σσ. 117–129.
- Postma, A., Zuidhoek, S., Noordzij, M., & Kappers, A. (2007). Differences between early-blind, late-blind and blind-folded- sighted people in haptic spatial- configuration learning and resulting memory traces. *Perception*, 36, σσ. 1253-1265.
- Power, J. (2018). EBSCO information services usability study on accessibility. *Reference Services Review*, 46(3), σσ. 449-459.
- Pratik, K., & Mamta, P. (2020). Real-time Location Tracker for Critical Health Patient using Arduino, GPS Neo6m and GSM Sim800L in Health Care. *Proceedings of the International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS 2020)* (σσ. 242-249). IEEE Xplore.
- PRISMA. (2021). Ανάκτηση από [prisma-statement.org](https://www.prisma-statement.org/): <https://www.prisma-statement.org/>
- Pujari, T., & Deosarkar, S. (2017). Design of Intelligent and Robotic Library System. *2nd IEEE International Conference On Recent Trends in Electronics Information & Communication Technology (RTEICT)*. IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/RTEICT.2017.8256928>
- Ramesh, K., Nagananda, S., Ramasangu, H., & Deshpande, R. (2018). Real-time localization and navigation in an indoor environment using monocular camera for visually impaired. *Fifth International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)* (σσ. 122–128). Singapore: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/IEA.2018.8387082>
- Rana, U., & Gohil, H. (2021). Internet Of Things Applications In Academic Libraries. *Nat. Volatiles & Essent. Oils*, 8(4), σσ. 14455-14463.
- Rappolt-Schlichtmann, G., & Daley, S. (2013). Providing Access to Engagement in Learning: The Potential of Universal Design for Learning in Museum Design. *Curator: The Museum Journal*, 56(3), σσ. 307-321. doi:<https://doi.org/10.1111/cura.12030>
- Rashid, R., Uzzaman, N., Hossain, S., & Shuvra, N. (2017). Development of a Self-Navigating Algorithm for Library Book Finder Robot. *3rd International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT)*. IEEE. Ανάκτηση από <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8275140>
- Real, S., & Araujo, A. (2019). Navigation systems for the blind and visually impaired: Past work, challenges, and open problems. *Sensors*, 19(3404).
- Rector, K., Salmon, K., Thornton, D., Joshi, N., & Morris, M. (2017). Eyes-Free Art: Exploring Proxemic Audio Interfaces For Blind and Low Vision Art Engagement. *ACM Interact.*

- Mobile Wearable Ubiquitous Technol.*, 1, σ. 21.
doi:<http://dx.doi.org/10.1145/3130958>
- Reeves, S. (2020). Eight Helpful Everyday Examples of Artificial Intelligence. *Technology*.
Ανάκτηση 10 14, 2022, από <https://www.iotforall.com/8-helpful-everyday-examples-of-artificial-intelligence>
- Research Centre for Museums and Galleries (RCMG)*. (2022, 12 20). Ανάκτηση από
UNIVERSITY OF LEICESTER: <https://le.ac.uk/rcmg/research-archive/through-visitors-eyes>
- Rizzo, J. (2002). Finding your place in the information age library. *New Library World*, 103,
σσ. 457-466.
- Robson, C. (2010). Έλεγχοι και κλίμακες. Στο C. Robson, K. Μιχαλοπούλου, & Φ. Καλύβα
(Επιμ.), *Η Έρευνα του Πραγματικού Κόσμου* (Β. Νταλάκου, & Κ. Βασιλικού, Μεταφρ.,
2η εκδ., Τόμ. 123, σσ. 347-365). Αθήνα: GUTENBERG.
- Roussou, M., Perry, S., Katifori, A., Vassos, S., Tzouganatou, A., & McKinney, S. (2019).
Transformation through Provocation? *CHI Conference on Human Factors in
Computing Systems* (σσ. 1-13). Glasgow, UK: ACM.
doi:<https://doi.org/10.1145/3290605.3300857>
- Salihin, M. (2019). Bots in libraries: They're coming for your jobs (or is it?). *ALIA Information
Online*, σσ. 1-6. Ανάκτηση από https://ink.library.smu.edu.sg/library_research/138/
- San Francisco Public Library-Accessibility*. (2022, 12 01). Ανάκτηση από San Francisco Public
Library: <https://sfpl.org/locations/main-library/talking-books-and-braille-center>
- Sandell, R. (2003). Social inclusion, the museum and the dynamics of sectoral change.
Museum and Society, 1(1), σσ. 45-62.
- Santos, A., Suzuki, A., Medola, F., & Vaezipour, A. (2021). A Systematic Review of Wearable
Devices for Orientation and Mobility of Adults With Visual Impairment and
Blindness. *IEEE Access*(6), σσ. 162306 - 162324.
doi:<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3132887>
- Sato, D., Oh, U., & Naito, K. (2017). NavCog3: An Evaluation of a Smartphone-Based Blind
Indoor Navigation Assistant with Semantic Features in a Indoor Navigation Assistant
with Semantic Features in a. *ASSETS'17*. Baltimore, MD, USA: ACM.
doi:<https://doi.org/10.1145/3132525.3132535>
- Scholl, G. (1986, 1986). What does it mean to be blind? Definitions, terminology and
prevalence. Στο G. Scholl (Επιμ.), *Foundations of education for blind and visually
handicapped children and youth* (σσ. 23-33). New York: AFB.
- Scopus*. (2022, 10 28). Ανάκτηση από Scopus:
<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=advanced>
- Scott, I., Smiddy, W., Schiffman, J., Freur, W., & Pappas, C. (1999). Quality of life of low-
vision patients and the impact of low-vision services. *American Journal of
Ophthalmology*, 128(1), σσ. 54-62.

- Semantic Web*. (χ.χ.). Ανάκτηση 10 9, 2022, από w3.org:
<https://www.w3.org/standards/semanticweb/>
- Sethi, P., & Sarangi, S. (2017). Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2017.
- Shah, N., & Ghazali, M. (2018). A systematic review on digital technology for enhancing user experience in museums. *International Conference on User Science and Engineering* (σσ. 35–46). Singapore: Springer. Ανάκτηση από
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-1628-9_4
- Short, D. (2015). Use of 3D Printing by Museums: Educational Exhibits, Artifact Education and Artifact Restoration. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 2, σσ. 209-215.
- Shu, Z., Wang, M., Jiang, Y., & Liu, J. (2021). Exploration of Knowledge Service Path of University Smart Library Based on Internet. *3rd International Conference on Internet Technology and Educational Informization (ITED)*. IEEE.
 doi:10.1109/ITEI55021.2021.00014
- Siguo, B., Cong, W., Jilong, Z., Wutao, H., Bochun, W., Yi, G., & Wei, N. (2022). A Survey on Artificial Intelligence Aided Internet-of-Things Technologies in Emerging Smart Libraries. *Sensors*, 22(8). doi:<https://doi.org/10.3390/s22082991>
- Simpson, R., & LoPresti, E. &. (2008). How many people would benefit from a smart wheelchair? *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 45(1), σσ. 9-20.
- Slade, P., Tambe, A., & Kochenderfer, M. (2021). Multimodal sensing and intuitive steering assistance improve navigation and mobility for people with impaired vision. *Science Robotics*, 6(59). Ανάκτηση 10 21, 2022, από
<https://doi.org/10.1126/scirobotics.abg6594>
- Smithsonian Guidelines for Accessible Exhibition* . (2016, 11 26). Ανάκτηση από Smithsonian:
<https://www.si.edu/Accessibility/SGAED>
- Smutny, P., & Schreiberova, P. (2020). Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. *Computers and Education*, 151.
- Son, P., Krishnagiri, D., Jeganathan, V., & Weiland, J. (2020). Crosswalk Guidance System for the Blind. *42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)*. IEEE.
 doi:<https://doi.org/10.1109/EMBC44109.2020.9176623>
- Sornalatha, K., & Kavitha, V. (2017). IoT based smart museum using Bluetooth Low Energy. *2017 third international conference on advances in electrical, electronics, information communication and bio-informatics (AEEICB)* (σσ. 520–523). IEEE.
- Sound of Vision*. (2022, 11 28). (Ερευνητικό έργο που χρηματοδοτείται στο πλαίσιο: H2020-EU.3.1-Υγεία, Δημογραφική Αλλαγή και Ευημερία) Ανάκτηση από soundofvision:
<https://soundofvision.net/>
- Srivastava, S., & Singh, R. (2020). Voice controlled robot car using Arduino. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 07(05).
- Stoffle, C. J. (1983). *Enhancing the role of Library*.

- Story, M., Mueller, J., & Mace, R. (1998). *The universal design file: Designing for people of all ages and abilities*. NC State University.
- Stratigea, A., Papadopoulou, C., & Panagiotopoulou, M. (2015, 6 10). Tools and technologies for planning the development of smart cities. *Journal of Urban Technology*, σσ. 43-62. doi:DOI:10.1080/10630732.2015. 1018725
- Sullivan, M. (2017). *Midnight at the bright ideas bookstore*. New York: Simon & Schuster.
- Sungkur, Y., Ozeer, A., & Nagowah, S. (2021). From Electronic to Smart Library Systems: Concept, Classification of Services, Scheme of Work and Model. *Humanities & Social Sciences*, 14(3), σσ. 426–443.
- Suresh, A., Arora, C., Laha, D., Gaba, D., & Bhambri, S. (2017). Intelligent smart glass for visually impaired using deep learning machine vision techniques and robot operating system (ROS). *International Conference on Robot Intelligence Technology and Applications* (σσ. 99–112). Switzerland: Springer. Ανάκτηση από https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-78452-6_10
- Sweena, K., Lisa Margreat, R., Shiny priscilla, C., Sancy Swetha, P., John, P., & Thusnavis Bella, M. (2021). Chatbot - Attendance and Location Guidance system (ALGs). *3rd International Conference on Signal Processing and Communication (ICPSC)* (σσ. 718-722). IEEE. doi:10.1109/ICSPC51351.2021.9451793
- Sylaiou, S., & Fidas, C. (2022). Supporting People with Visual Impairments in Cultural Heritage: Survey and Future Research Directions. *International Journal of Human-Computer Interaction*. doi:10.1080/10447318.2022.2098930
- Tanuja, K., Tanushree, M., DL, V.K., Vindhya, R., & Gopinath, R. (2018). RFID-based Smart Library Management System. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 9(3), σ. 189.
- Tarique, M., & Priya Rani, V. (2017). Implementation of RFID in library management system based on Internet of Things (IOT). *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and*, 2(3), σσ. 315-321.
- Tella, A., & Ajani, Y. (2022). Robots and public libraries. *LIBRARY HI TECH NEW*, σσ. 15-18. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/LHTN-05-2022-0072>
- Theodorou, P., & Meliones, A. (2020). Towards a Training Framework for Improved Assistive Mobile App Acceptance and Use Rates by Blind and Visually Impaired People. *Education Science*, 10(3). doi:<https://doi.org/10.3390/educsci10030058>
- Theodorou, P., & Meliones, A. (2022). Gaining insight for the design, development, deployment and distribution of assistive navigation systems for blind and visually impaired people through a detailed user requirements elicitation. *Universal Access in the Information Society*. doi:10.1007/s10209-022-00885-9
- Theodorou, P., Tsiligkos, K., Meliones, A., & Filios, C. (2022). An Extended Usability and UX Evaluation of a Mobile Application for the Navigation of Individuals with Blindness and Visual Impairments Outdoors—An Evaluation Framework Based on Training. *Sensors*, 22(12). doi:<https://doi.org/10.3390/s22124538>

- Tingting, W. (2018). Application and improvement of IM intelligent robot in library real-time Reference Service. *Journal of Jin Tu*(01), σσ. 9-12.
- Tsitsipa, V., Achillias, G., & Parthenios, P. (2018). Using big data to design user-centric museums. From visitors loyal to museums to museums loyal to users. *eCAADe 2018 - Computing for a better tomorrow*, 36. Ανάκτηση 8 28, 2022, από https://www.researchgate.net/publication/334330564_Using_big_data_to_design_user-centric_museums_From_visitors_loyal_to_museums_to_museums_loyal_to_users
- Tuttle, D., & Tuttle, N. (2004). *Self-esteem and adjusting with blindness*. Illinois: Gharles Thomas Publishers.
- UNESCO. (1994). *Διακήρυξη της Σαλαμάνκα και πλαίσιο δράσης για την Ειδική Αγωγή. Παγκόσμια διάσκεψη για την Ειδική Αγωγή*. Αθήνα: Έκδοση της Ελληνικής Επιτροπής για την UNESCO.
- UNESCO. (2001). *The Open File on Inclusive Education*. Paris: UNESCO.
- UNESCO, Γ. (n.d.). *Library-Definition*. UNESCO:Institute of Statistics.
- United Nations. (2017). Visual Impaired. Στο *Assistive Technology Devices* (σσ. 5-20). UN Accessibility Centre. Ανάκτηση 01 02, 2023, από https://www.un.org/development/desa/disabilities/wp-content/uploads/sites/15/2019/03/Assistive-Technology-Devices-2017_Eng.pdf
- University of Alberta Library*. (2022, 12 23). Ανάκτηση από [library.ualberta.ca](https://www.library.ualberta.ca/services/accessibility-services): <https://www.library.ualberta.ca/services/accessibility-services>
- UNIVERSITY OF LEICESTER* . (2022, 12 20). Ανάκτηση από *UNIVERSITY OF LEICESTER*: <https://le.ac.uk/rcmg/research-archive/building-inclusive-museums>
- UNT Dallas. (χ.χ.). *Literature Review*. Ανάκτηση από [untDallas.edu](https://www.untDallas.edu): <https://www.untDallas.edu/learning/writing/academic-writing/literature-reviews.php>
- Vaidya, O., Snehal Kulthe, S., Khaire, A., & Kela, N. (2017). Design & Implementation of RFID based book tracking system in library. *International Journal of Electrical and Electronics Engineers (IJEET)*, 9(1).
- Valvo, A., Croce, D., Garlisi, D., Giuliano, F., Giarré, L., & Tinnirello, I. (2021). A Navigation and Augmented Reality System for Visually Impaired People. *Sensors*, 21(3061). doi:<https://doi.org/10.3390/s21093061>
- Valvo, A., Garlisi, D., Giarré, L., Croce, D., Giuliano, F., & Tinnirello, I. (2020). A Cultural Heritage Experience for Visually Impaired People. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 949. Florence: IOPscience. doi:10.1088/1757-899X/949/1/012034
- Van Lam, P., Fujimoto, Y., & Van Phi, L. (2019). A Robotic Cane for Balance Maintenance Assistance. *IEEE Trans. Ind. Inform.*, 22(6), σσ. 3998–4009. Ανάκτηση από https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6818393?casa_token=hk8TVr3zkzMAAAAA:kiYBF5oJ-D80BsKgNcRa7ChRDxs5oDxNGEzA7TCBHxHsaKAzMROsrrayZnzN5yx94RbVspWfotA

- Vanitha, C., Sridhar, K., & Dhivakar, R. (2021). Automation of Noise Detection Using Internet of Things. *Proceedings of the Sixth International Conference on Inventive Computation Technologies [ICICT 2021]* (σσ. 184-189). IEEE. doi: 10.1109/ICICT50816.2021.9358628
- Varitimiadis, S., Kotis, K., Pittou, D., & Konstantakis, G. (2021). Graph-Based Conversational AI: Towards a Distributed and Collaborative Multi-Chatbot Approach for Museums. *Applied Sciences*, 11(19). doi:https://www.mdpi.com/2076-3417/11/19/9160#
- Varol, O., Clayton, E., & et. al. (2017). *IEEE*.
- Vassilakis, C., Spiliotopoulos, D., Margaritis, D., Kotis, K., Kasapakis, V., Anagnostopoulos, C.-N., . . . Pokric, B. (2020). A semantic framework for modelling and managing reusable and optimized cultural experiences, towards a shared MR cultural experiences, towards a shared MR cultural. *BDCC*, 4(2). doi:https://doi.org/10.3390/bdcc4020006
- Vlachos, E., Hansen, A., & Holck, J. (2020). A Robot in the Library. *Culture and Computing*, 12215, σσ. 312–322. Ανάκτηση από https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-50267-6_24
- Walters, D. (2009). Approaches in museums towards disability in the United Kingdom and the United States. *Museum Management and Curatoship*, 24(1), σσ. 29-46.
- Weerd, V., Boer, V., & Daniele, L. (2021). Validating SAREF in a Smart Home. *Springer*. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-71903-6_4
- Weisen, M. (2008). How accessible are museums today? Στο H. Chatterjee (Επιμ.), *Touch in museums. Policy and practice in object handling* (σσ. 243-252). Oxford-New York: BERG. Ανάκτηση από <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003135616-24/accessible-museums-today-marcus-weisen>
- Wenhu, P. (2019). Reconstruction and innovation of library service mode driven by artificial intelligence. *Journal of Library Science*, 41(07), σσ. 22-26.
- Wilders, C. (2017). Predicting the Role of Library Bookshelves in 2025. *The Journal of Academic Librarianship*, σσ. 384 -391.
- World Health Organization. (2021). *Blindness and Vision Impairment: Fact Sheet N°282*.
- WSN in IoT. (2022). Ανάκτηση από psiborg: <https://psiborg.in/wireless-sensor-network-in-iot/>
- Yang, K., Wang, K., Bergasa, L., Romera, E., Hu, W., Sun, D., . . . López, E. (2018). Unifying Terrain Awareness for the Visually Impaired through Real-Time Semantic Segmentation. 18(5). doi:https://doi.org/10.3390%2Fs18051506
- Yang, Z., Duarte, M., & Ganz, A. (2018). A novel crowd-resilient visual localization algorithm via robust PCA background extraction. *2018 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (σσ. 1922–1926). Calgary, AB, Canada: IEEE. doi:https://doi.org/10.1109/ICASSP.2018.8461286

- Yank, G., & Saniie, J. (2020). Sight-to-Sound Human-Machine Interface for Guiding and Navigating Visually Impaired People. *Digital Object Identifier*, 8. Ανάκτηση από <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9216032>
- Yik, B., Ching, T., & Marilia, Z. (2022). Autonomous Library System. *International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics (ICDCECE)*. IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/ICDCECE53908.2022.9792872>
- Youn, K., Kyung Mi, B., Seo Young, K., & Min Seo, P. (2021). Technology-driven Service Innovation in University Libraries. *21st ACIS International Winter Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and* (σσ. 187- 192). IEEE. doi:10.1109/SNPDWinter52325.2021.00048
- Yu, K., Gong, R., Sun, L., & Jiang, C. (2019). The Application of Artificial Intelligence in Smart Library. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 100.
- Yu, X., Yang, G., Jones, S., & Saniie, J. (2018). AR Marker Aided Obstacle Localization System for Assisting Visually Impaired. *IEEE International Conference on Electro/Information Technology (EIT)*. Rochester, MI: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/EIT.2018.8500166>
- Yuvaraj, & Mayank. (2013). *Cloud computing applications in Indian central university libraries: a study of librarians use. Library philosophy and practice*.
- Zachila, K., Kotis, K., Dimara, A., Ladikou, S., & Anagnostopoulos, C. (2021). Semantic Modeling of Trustworthy IoT Entities in Energy-Efficient Cultural Spaces. *Springer*, σσ. 364-376.
- Zachila, K., Kotis, K., Papanikolaou, E., Ladikou, S., & Spiliotopoulos, D. (2021, 11 3). Facilitating Semantic Interoperability of Trustworthy IoT Entities in Cultural Spaces: The Smart Museum Ontology. *Journal- IoT*, 2(4), σσ. 741-760. doi:<https://doi.org/10.3390/iot2040037>
- Zafari, F., Gkelias, A., & Leung, K. (2019). A Survey of Indoor Localization Systems and Technologies. *IEEE Commun. Surv. Tutor.*, 21(3), σσ. 2568–2599. doi:<https://doi.org/10.1109/COMST.2019.2911558>
- Zhiyong, Y., Xingshe, Z., Zhiwen, Y., Park, J., & Ma, J. (2008, 5 16). iMuseum: A scalable context-aware intelligent museum system. *Computer Communications*, 31, σσ. 4376-4382. Ανάκτηση 8 28, 2022, από https://www.researchgate.net/publication/222671233_iMuseum_A_scalable_context-aware_intelligent_museum_system
- Zongying, S., Yiqun, J., Maohan, W., & Jia, L. (2021). Exploration of Knowledge Service Path of University Smart Library Based on Internet. *3rd International Conference on Internet Technology and Educational Informization (ITED)* (σσ. 22-25). IEEE. doi: 10.1109/ITEI55021.2021.00014
- Zoniou-Sideri, A., & Vlachou, A. (2006). Greek teacher's belief systems about disability and inclusive education. *International Journal of Inclusive Education*, 10(5), σσ. 379-394.
- Zumstein, D., & Hundertmark, S. (2018). Chatbots: An interactive technology for personalized communication and transaction. *Int. J. WWW/Internet*, 15(01), σσ. 96–109. Ανάκτηση από <https://www.researchgate.net/profile/Darius->

Zumstein/publication/322855718_Chatbots_-_An_Interactive_Technology_for_Personalized_Communication_Transactions_and_Services/links/5a72ecde458515512076b406/Chatbots-An-Interactive-Technology-for-Personalized-Com

- Αβούρης, Ν., Κατσάνος, Χ., Τσέλιος, Ν., & Μουστάκας, Κ. (2015). *Εισαγωγή στην Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή: Σχεδιάζοντας Διαδραστικές Τεχνολογίες*. ΣΕΑΒ, ΚΑΛΛΙΠΟΣ. Ανάκτηση από <https://www.ebooks4greeks.gr/eisagwgh-sthn-allhlepidrash-anthrwpu-ytologisth-sxediazontas-diadrastikes-texnologies>
- Αβραάμ, Β. (2015). Γνωριμία με την Τυφλότητα. Στο *ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ* (σσ. 311-320). ΒΟΛΟΣ: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας .
- Αγγελίδης, Π. (2011). *Παιδαγωγικές της Συμπερίληψης*. Αθήνα: Διάδραση.
- Αμπατζόγλου, Γ. (2023, 01 12). *Εισαγωγή στη Ρομποτική*. Ανάκτηση από http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/robotiki_G_2018_final/_.html
- Αργυρόπουλος, Β. (2010). Το ζήτημα της πρόσβασης των ατόμων με αναπηρία στο μουσειακό χώρο. (Ε. Νάκου, & Μ. Βέμη, Επιμ.) *Μουσεία και εκπαίδευση*.
- Αργυρόπουλος, Β. (2015). Αναπηρία όρασης και θέματα προσβασιμότητας στα πολιτιστικά αγαθά και τα μουσεία. Στο Β. Αργυρόπουλος, Σ. Χαμονικολάου, & Χ. Κανάρη (Επιμ.), *ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ/ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ* (σσ. 28-44). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Αργυρόπουλος, Β., & Κατσαντώνη, Σ. (2020, 2 21). Μουσεία, καθολικός σχεδιασμός και άτομα με αναπηρία όρασης: Μία ολιστική προσέγγιση. *e-journals*. Ανάκτηση 10 11, 2022, από <https://ejournals.lib.uoc.gr>
- Αχλαδιανάκης, Α., & Παππά, Ε. (2019). *Τα chatbots και οι δυνατότητες που παρέχουν στο μάρκετινγκ. Υλοποίηση και ενσωμάτωση ενδεικτικού chatbot σε ένα σύστημα διαχείρισης περιεχομένου (CMS)*. Κρήτη: Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα, Κρήτη.
- Βλαχάβας, Ι. (2013). *Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πληροφορικής, Θεσσαλονίκη. Ανάκτηση 10 9, 2022, από <https://opencourses.auth.gr/modules/units/?course=OCRS118&id=1389>
- Βλαχάβας, Ι., Κεφαλάς, Π., Βασιλειάδης, Ν., Κόκκορας, Φ., & Σακελλαρίου, Η. (2006). *Τεχνητή Νοημοσύνη* (3 εκδ.). Θεσσαλονίκη: Β. Γκιούρδας.
- Γερμανός, Δ. (2015). Ανθρωποκεντρική προσέγγιση του χώρου. Στο *ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ/ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ* (σσ. 292-299). ΒΟΛΟΣ: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας .
- Γεωργούλη, Κ. (2015). Επεξεργασία και κατανόηση φυσικής γλώσσας. Στο *Τεχνητή Νοημοσύνη: Μια εισαγωγική προσέγγιση*. Αθήνα: ΣΕΑΒ.
- Γεωργούλη, Κ. (2015). Μηχανική Μάθηση. Στο *Τεχνητή Νοημοσύνη: Μια Εισαγωγική Προσέγγιση*. Αθήνα: ΣΕΑΒ.
- Γεωργούλη, Κ. (2015). Τεχνητή Νοημοσύνη. Στο *Τεχνητή Νοημοσύνη: Μια εισαγωγική προσέγγιση*. Αθήνα: ΣΕΑΒ.

- Δεσπέρης, Κ. (2019). *Πώς να ξεκινήσετε με το Raspberry Pi*. Ανάκτηση από PCMag Greece: <https://gr.pcmag.com/product-guides/31627/pos-na-xekinesete-me-to-raspberry-pi>
- Διεθνές Συμβούλιο Μουσείων (ICOM). (2009). *Κώδικας Δεοντολογίας του ICOM για τα Μουσεία*. (Σ. Λάππας, Μεταφρ.) ΑΘΗΝΑ: ICOM - Ελληνικό Τμήμα. Ανάκτηση από <https://icom-greece.mini.icom.museum/%ce%b5%ce%ba%ce%b4%ce%bf%cf%83%ce%b5%ce%b9%cf%83/e-books/>
- Ε.Σ.Α.με.Α. . (2013). *Προσβασιμότητα και Αναπηρία*. Αθήνα: Ε.Σ.Α.με.Α., Εθνική Συνομοσπονδία Ατόμων με Αναπηρία. Ανάκτηση από <https://www.esamea.gr/legal-framework/symbasn-oh>
- ΕΕ, Ε. Κ. (2019). *Π' ΑΡΙΘ. 2019/882 της 17/04/2019 «Σχετικά με τις απαιτήσεις προσβασιμότητας προϊόντων και υπηρεσιών» (L 151/70)*. Ανάκτηση από amea.gov.gr: <https://amea.gov.gr/legislation/22/63>
- ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ & ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΕΕ. (2017, 9 20). ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2017/1564 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ. *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, 242(6). Ανάκτηση 10 14, 2022, από http://www.hcmc.gr/aweb/files/Resolution%20Unit/European%20Legislation/Directives/2017_2399.pdf
- Ζάχος, Ε., Παγουρτζής, Α., & Σούλιου, Θ. (2015). *Θεμελίωση Επιστήμης Υπολογιστών*. Κάλλιπος, Άνοιχτες Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. Ανάκτηση από <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/5466>
- Ζάχος, Ε., Παγουρτζής, Α., & Σούλιου, Θ. (2015). *Τεχνητή Νοημοσύνη*. ΚΑΛΛΙΠΟΣ. Ανάκτηση 10 9, 2022, από https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5466/1/Kallipos_Zachos-Ch15.pdf
- Ζώνιου-Σιδέρη, Α. (2000). *Ένταξη: Ουτοπία ή Πραγματικότητα*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ζώνιου-Σιδέρη, Α. (2011). *Οι ανάπηροι και η εκπαίδευσή τους*. Αθήνα : Πεδίο.
- IEEE. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
- Ινστιτούτο Πολιτισμού, Δημοκρατίας και Εκπαίδευσης. (2020). Πάτρα: Ινστιτούτο Πολιτισμού, Δημοκρατίας και Εκπαίδευσης.
- Καλεσοπούλου, Δ. (2015). Καθολική πρόσβαση ατόμων με ΑνΕΕΑ σε μουσεία & από το «ανάπηρο» μουσείο στο μουσείο για όλους. Στο Β. Αργυρόπουλος, Σ. Χαμονικολάου, & Χ. Κανάρη (Επιμ.), *Πολιτισμός/Ειδική Αγωγή* (σσ. 192-204). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Καλλονιάτης, Χ. (2022). Γενικός Κανονισμός Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων και Πολιτισμικοί Οργανισμοί. Στο *Πολιτισμική Τεχνολογία και Επικοινωνία: 41 Όροι και Ορισμοί* (σσ. 21-23). ΤΠΤΕ: Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Καλλονιάτης, Χ. (2022). Τρισδιάστατη Εκτύπωση. Στο *Πολιτισμική Τεχνολογία και Επικοινωνία: 41 Ορισμοί* (σσ. 138-141). ΤΠΤΕ: Πανεπιστήμιο Αιγαίου .
- Καλογιαννάκης, Δ. (. (2017). *ΓΑΒbot*. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

- Κάλου , Α. (2015). Το σύγχρονο μουσείο: Ένα μουσείο ανοικτό προς όλους. Στο Β. Αργυρόπουλος, Σ. Χαμονικολάου, & Χ. Κανάρη (Επιμ.), *Πολιτισμός/ Ειδική Αγωγή* (σσ. 204-212). Βόλος: πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Κανάρη, Χ. (2015). Απτικά διαγράμματα: Χρήση και αξιοποίηση στο χώρο των μουσείων. Στο *ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ/ ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ* (σσ. 343-355). ΒΟΛΟΣ: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Κασαπάκης, Β., & Αναγνωστόπουλος, Χ.-Ν. (2022). Μικτή και Εικονική Πραγματικότητα. Στο *Πολιτισμική Τεχνολογία και Επικοινωνία* (σσ. 76-79). ΤΠΤΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Κατσαντώνη, Σ. (2017). *Η Σημαντικότητα του Καθολικού Σχεδιασμού στην Πρόσβαση των Ατόμων με Σοβαρά Προβλήματα Όρασης: Η Περίπτωση των Μουσείων*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Κέντρο Πληροφόρησης ΑΠΘ. (2016). APA American Psychological Association Citation Style 6th ed. Σύνομος οδηγός σύνταξης παραπομπών & βιβλιογραφίας. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: Υπηρεσία Εκπαίδευσης Χρηστών.
- Κομνηνός, Ν. (2006). Έξυπνες πόλεις: Συστήματα καινοτομίας και τεχνολογίες πληροφορίας στην ανάπτυξη των πόλεων. *Αρχιτέκτονες(60)*, σσ. 72-75.
- Κουλούσης, Β., & Πράνταλος, Γ. (2015). Η πρόσβαση των ατόμων με αναπηρίες ή/και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες στο φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον των μουσείων και των αρχαιολογικών χώρων. Στο Β. Αργυρόπουλος, Σ. Χαμονικολάου, & Χ. Κανάρη (Επιμ.), *Πολιτισμός/ Ειδική Αγωγή* (σσ. 372-384). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Κουτάντος, Δ. (2005). *Η Εκπαίδευση Παιδιών και Νέων με Μειωμένη Όραση*. ΑΘΗΝΑ: : Ελληνικά Γράμματα.
- Λεξικό για το Internet. (2022). Ανάκτηση από ip.gr: <https://www.ip.gr/el/dictionary/226-Ethernet>
- Μακρής, Α., & Μάρκου, Π. (2015). Οι νέες τεχνολογίες στην ειδική αγωγή. *Scientific Journal Articles*.
- Μαρσιώνη, Κ. (2019). *Messaging και chatbots*. Πειραιάς: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Πειραιάς.
- Μέσσιου, Κ. (2007). Παράγοντες που συμβάλλουν θετικά στην εφαρμογή πρακτικών συμπερίληψης: Μελέτες περίπτωσης σε τάξεις δημοτικού σχολείου στην Αγγλία. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση(43)*, σσ. 141-160.
- Μηλιώνης, Α., & Σαμψών, Δ. (2018). Blind MuseumTourer: A System for Self Guided Tours in Museums and Blind Indoor Navigation. *technologies*, 6(1). doi:<https://doi.org/10.3390/technologies6010004>
- Μπισκέτζης, Ν. (2009). *Ανάπτυξη μοντέλου στην περιοχή της μεσοπικής οράσεως*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Αθήνα .
- Μπούνια, Α., & Καταπότη, Δ. (Επιμ.). (2021). *Αναδυόμενες τεχνολογίες και πολιτισμική κληρονομιά* (1η εκδ.). ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ.

- Μπούνια, Α., & Νικονάνου, Ν. (2008). *Η τεχνολογία στην υπηρεσία της πολιτιστικής κληρονομιάς*. (Μ. Οικονόμου, Επιμ.) Αθήνα: Καλειδοσκόπιο.
- Ν.2817/2000. (ΦΕΚ 78/Α'/14.05.2000). *Εκπαίδευση των Ατόμων με Ειδικές Εκπαιδευτικές Ανάγκες και Άλλες Διατάξεις*.
- Ν.3699/2008. (ΦΕΚ Α'/2.10.08). *Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση για τη διασφάλιση ίσων ευκαιριών σε άτομα με αναπηρία και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες*.
- Νάσκου-Περράκη, Π. (2015). *Η Προσβασιμότητα: ένα νέο δικαίωμα στο διεθνές νομικό πλαίσιο προστασίας των Ατόμων με Αναπηρία*. Ανάκτηση 10 14, 2022, από naskouperraki.gr: https://naskouperraki.gr/%ce%b7-%cf%80%cf%81%ce%bf%cf%83%ce%b2%ce%b1%cf%83%ce%b9%ce%bc%cf%8c%cf%84%ce%b7%cf%84%ce%b1-%ce%ad%ce%bd%ce%b1-%ce%bd%ce%ad%ce%bf-%ce%b4%ce%b9%ce%ba%ce%b1%ce%af%cf%89%ce%bc%ce%b1-%cf%83%cf%84%ce%bf/#_ftn1
- ΟΗΕ. (2006). Σύμβαση του Ο.Η.Ε. για τα Δικαιώματα των Ατόμων με Αναπηρία και Προαιρετικό Πρωτόκολλο. *Γενική Συνέλευση ΟΗΕ*. Νέα Υόρκη. Ανάκτηση 10 14, 2022, από <http://www.un.org/disabilities/default.asp?navid=12&pid=150>
- ΟΗΕ και Άτομα με Αναπηρίες*. (2022, 10 14). Ανάκτηση από <http://www.un.org/disabilities/>
- Π.Ο.Υ. (2010). *Global Data on Visual Impairments*. Ανάκτηση από Google Scholar: <https://scholar.google.com/scholar?q=Global+Data+on+Visual+Impairments+%28World+Health+Organization%2C+2010%29>.
- Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας*. (2023). Ανάκτηση από Περιφερειακό Κέντρο Πληροφόρησης του ΟΗΕ (un.ric.org): <https://unric.org/el/>
- Παναγιώτου, Ν. (2020). *Συμπεριληπτική Εκπαίδευση: Ένα εγχειρίδιο συνοπτικής παρουσίασης του όρου*. Ανάκτηση 10 14, 2022, από <https://en.calameo.com/read/006362649396fd33782c9>
- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. (2015). *ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ/ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ: Η πρόσβαση ατόμων με αναπηρίες ή/και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες στο φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον των μουσείων και των αρχαιολογικών χώρων*. (Β. Αργυρόπουλος, Σ. Χαμονικολάου, & Χ. Κανάρη, Επιμ.) Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Παπαδόπουλος, Κ. (2007). *Εκπαίδευση Ατόμων με προβλήματα όρασης*. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- Πίνο, Α. (2015). Υποστηρικτικές Τεχνολογίες Πληροφορικής για Άτομα με Αναπηρία. Στο Β. Αργυρόπουλος, Σ. Χαμονικολάου, & Χ. Κανάρη (Επιμ.), *Πολιτισμός/ Ειδική Αγωγή* (σσ. 142-169). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Πολυχρονίου, Ι. (1997). Αυτόνομη Διακίνηση Ατόμων με Ειδικές Ανάγκες στα Μουσεία. Στο Μ. Βελιώτη, Μ. Βελιώτη- Γεωργοπούλου, & Ε. Τσαντουσάκη (Επιμ.), *Μουσεία και Άτομα με Ειδικές Ανάγκες: Εμπειρίες και Προοπτικές* (σσ. 43-50). Αθήνα: Gutenberg.
- Πολυχρονίου, Ι. (2004). Σχεδιασμός προσβάσιμων δημόσιων και πολιτιστικών κτιρίων. Στο Α. Τσιτούρη (Επιμ.). (σσ. 80-85). Αθήνα: Υπουργείο Πολιτισμού.

- Πολυχρονίου, Ι. (2015). Καθολική πρόσβαση των Ατόμων με Αναπηρία και Ειδικές Εκπαιδευτικές Ανάγκες σε μουσεία & αρχαιολογικούς χώρους. Στο Β. Αργυρόπουλος, Σ. Χαμονικολάου, & Χ. Κανάρη (Επιμ.), *Πολιτισμός/ Ειδική Αγωγή* (σσ. 180-191). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Πολυχρονοπούλου, Σ. (2012). *Παιδιά και έφηβοι με ειδικές ανάγκες και δυνατότητες* (1η εκδ.). Αθήνα: Πεδίο.
- Σταματέλου, Α., & Χαραλαμπίδου, Ζ. (2007). ACCU-Access to Cultural Heritage: Policies of Presentation and Use: μια ευρωπαϊκή πρωτοβουλία για τη βελτίωση της πρόσβασης σε χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς. *Μουσείο*, 5, σσ. 31-33.
- Στρογγυλός, Β. (2015). Ένταξη των Ατόμων με Αναπηρία ή/και Ειδικές Εκπαιδευτικές Ανάγκες. Στο *ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ/ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ* (σσ. 13-28). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Τζιβινίκου, Σ. (2015). Μαθησιακές Δυσκολίες και Θέματα Προσβασιμότητας στα Πολιτιστικά Αγαθά και τα Μουσεία. Στο *ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ* (σ. 111). ΒΟΛΟΣ: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Τζιούφα, Π. (2019). *Internet of Things- RFID και προσωπικά δεδομένα: Θέματα ασφάλειας και απορρήτου στο Διαδίκτυο Πραγμάτων*. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας & Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο.
- Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας. (2022). *Πολιτισμική Τεχνολογία και Επικοινωνία: 41 Όροι και Ορισμοί*. ΤΠΤΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Τσαούσης, Μ. (2015). Κινητικότητα και Προσανατολισμός για Άτομα με Προβλήματα Όρασης. Στο Β. Αργυρόπουλος, Σ. Χαμονικολάου, & Χ. Κανάρη (Επιμ.), *Πολιτισμός/ Ειδική Αγωγή* (σσ. 336-342). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Τσιτούρη, Α. (2005). Καθολική πρόσβαση των ατόμων με αναπηρία σε χώρους πολιτισμού: πραγματικότητα ή ουτοπία;. *Τετράδια Μουσειολογίας*, 2, σσ. 37-42.
- Τσώνος, Δ. (2015). Ηλεκτρονική Προσβασιμότητα για Άτομα με Αναπηρία. Στο *ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ/ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ* (σσ. 170-178). ΒΟΛΟΣ: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Υπουργείο Πολιτισμού. (2004). *Εθνικό σχέδιο δράσης ΥΠΠΟ για το ευρωπαϊκό έτος ΑμεΑ. Εκπαιδευτικές δράσεις*. Αθήνα: Υπουργείο Πολιτισμού.
- Υπουργείο Πολιτισμού. (2007). *Τετράδια Πολιτισμού Τεύχος 1ο*. Αθήνα: Υπουργείο Πολιτισμού.
- Χάλαζα, Β. (2021). *Ιστορία της αναπηρίας και του αναπηρικού κινήματος στην Ελλάδα (1908-1996): ο αιώνας των τυφλών: ιδέες, πολιτική και διεκδικήσεις για την τυφλότητα στον ελληνικό 20ο αιώνα*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης.
doi:<http://dx.doi.org/10.12681/eadd/49843>
- Χαμονικολάου, Σ. (2015). Απτικά Διαγράμματα: Απτική διερεύνηση και Αρχές σχεδιασμού. Στο *ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ/ ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ* (σσ. 355-369). ΒΟΛΟΣ: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Χασιακός, Α. (2019). *Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks (ANN))*. Παρουσίαση μαθήματος, Πανεπιστήμιο Πατρών. Ανάκτηση 2023, από

<https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/CIV1756/8-Artificial%20Neural%20Networks%20%28ANN%29.pdf>

- Χατζηνικολάου, Τ. (2004). Καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης και προτάσεις για μια πολιτική διερεύνησης συμμετοχής των ΑμεΑ στον πολιτισμό και τον αθλητισμό. *Πρόσβαση ατόμων με αναπηρίες σε χώρους πολιτισμού και αθλητισμού* (σσ. 249-251). Θεσσαλονίκη: Υπουργείο Πολιτισμού.
- Χουρμουζιάδη, Ν. (2015). Η παιδαγωγική του μουσειακού χώρου. Στο Ν. Νικονάνου (Επιμ.), *Μουσειακή μάθηση και εμπειρία στον 21ο αιώνα* (σσ. 173-198). Αθήνα: ΣΕΑΒ. Ανάκτηση από <http://www.kallipos.gr/>
- Χουρμουζιάδη, Ν. (2022). Πολυμεσικότητα και Πολυαισθητηριακότητα σε Εκθεσιακό Περιβάλλον. Στο *Πολιτισμική Τεχνολογία και Επικοινωνία: 41 Ορισμοί* (σσ. 111-113). ΤΠΤΕ: Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Παράρτημα

Συσκευές Υποστηρικτικής Τεχνολογίας για Άτομα με Αναπηρία Όρασης



Εικόνα 26: Έξυπνο ρολόι με οθόνη Braille (Islam, Sadi, Zamli, & Ahmed, 2019)



Fig. 3: Intel Edison .

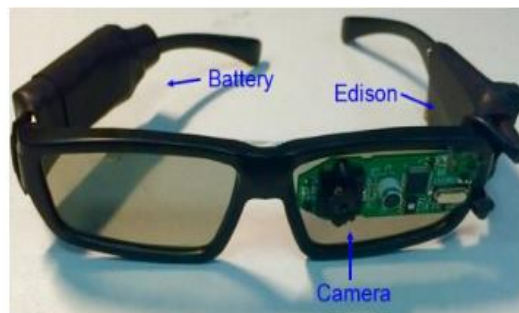
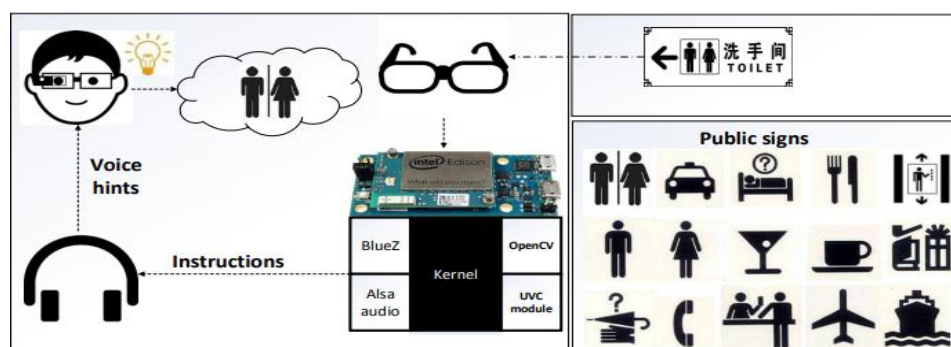
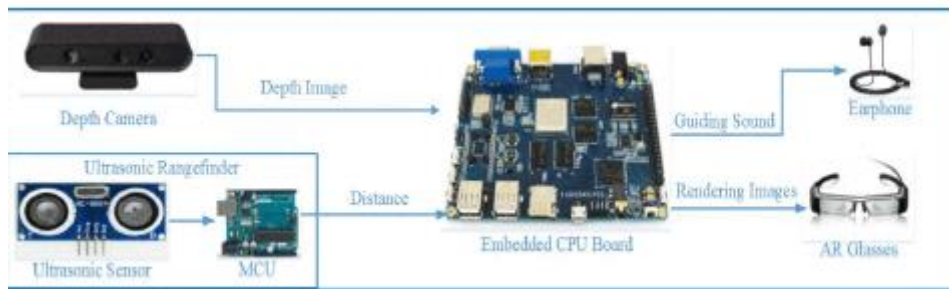


Fig. 4: Smart Glass .

Εικόνα 27: Έξυπνα γυαλιά (Lan, Zhai, & Lin, 2015)



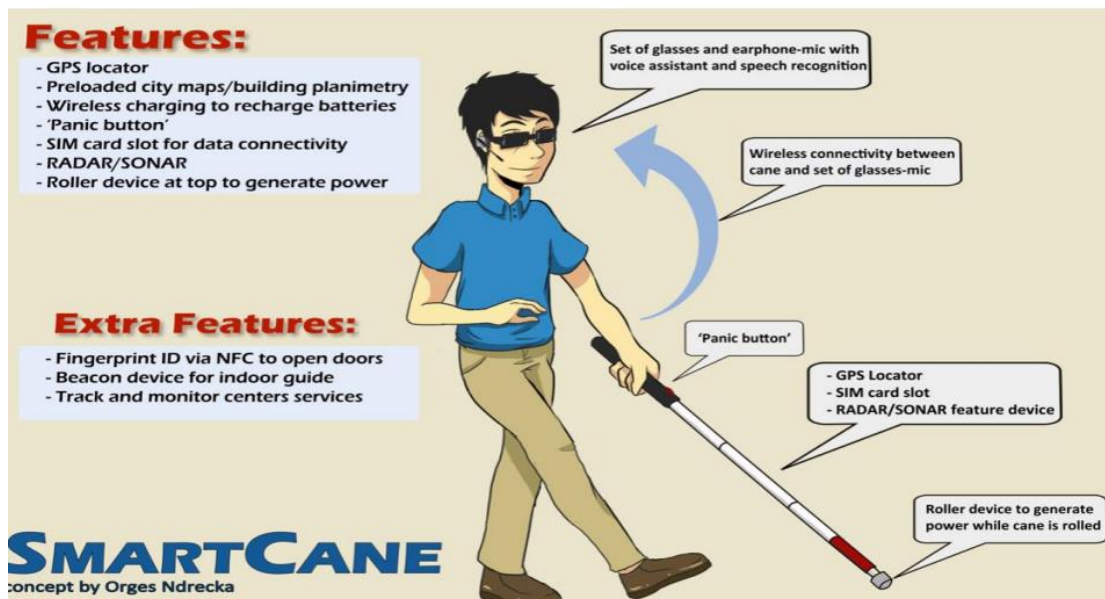
Εικόνα 28: Λειτουργία έξυπνων γυαλιών (Lan, Zhai, & Lin, 2015)



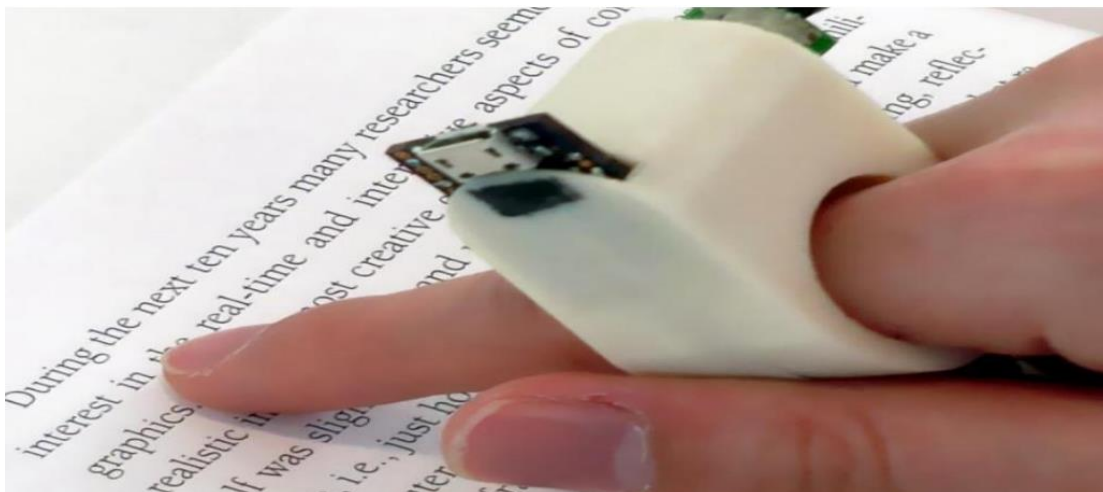
Εικόνα 29: Αρχιτεκτονική έξυπνων γυαλιών με επαυξημένη πραγματικότητα (Bai, Lian, Liu, Wang, & Liu, 2017)



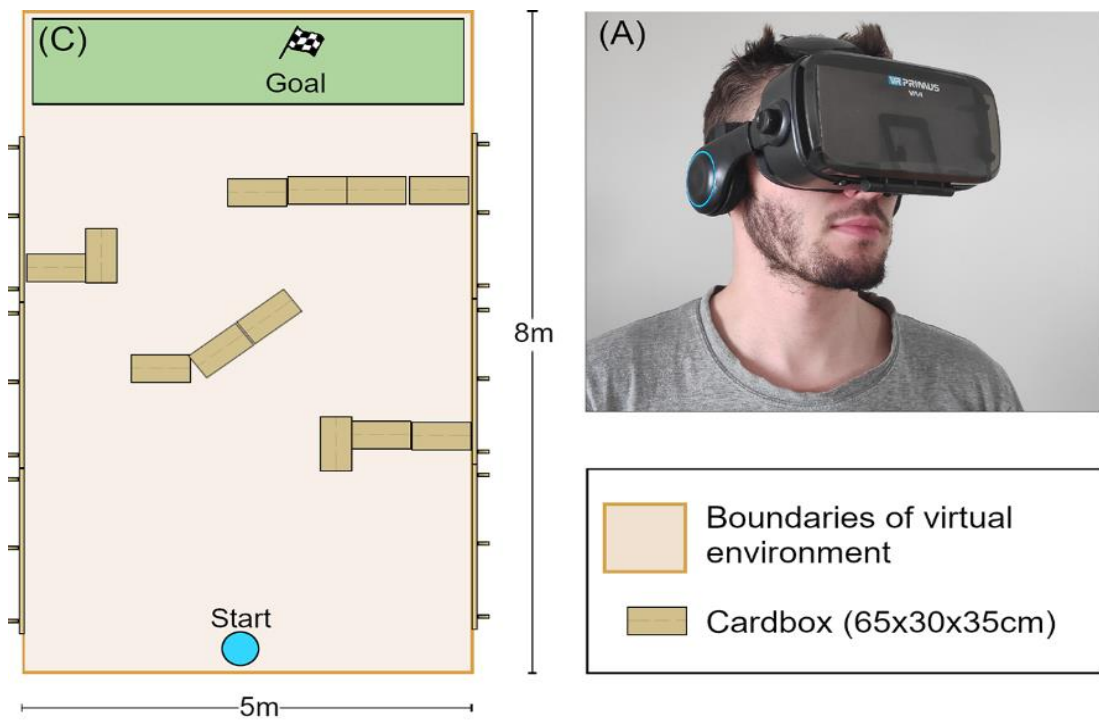
Εικόνα 30: Έξυπνα παπούτσια (Bhongade P. , και συν., 2022)



Εικόνα 33: Έξυπνο μαστούνι (Islam, Sadi, Zamli, & Ahmed, 2019)



Εικόνα 32: Μετατροπή κειμένου σε ήχο- Finger Reader (Islam, Sadi, Zamli, & Ahmed, 2019)



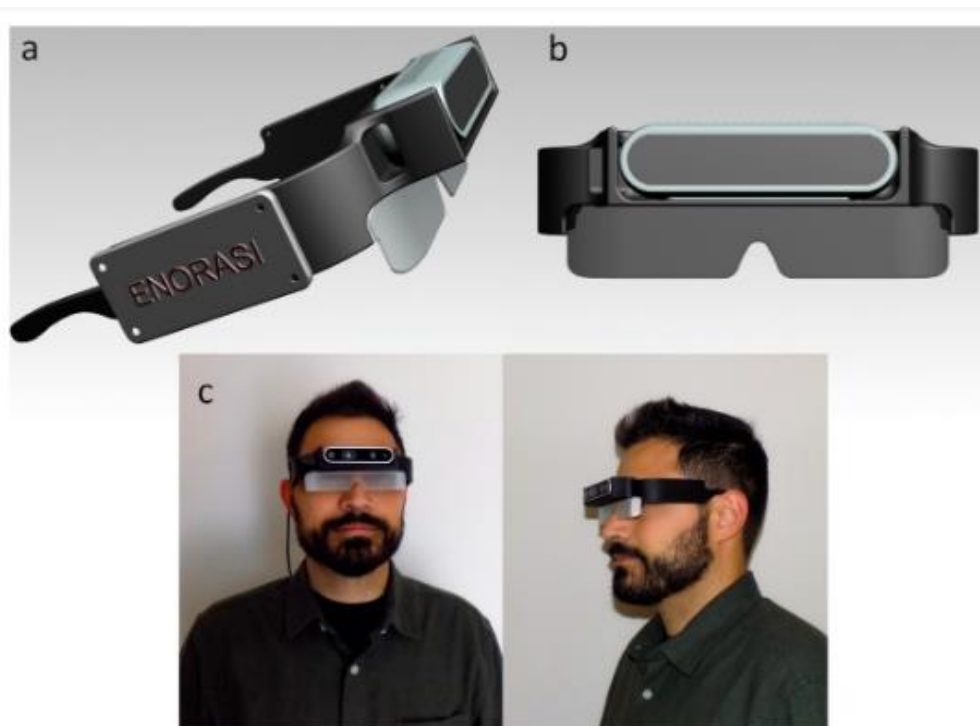
Εικόνα 34: Easy-Access-Sound-View (EASV), (Neugebauer, Rifai, Getzlaff, & Wahl, 2020)



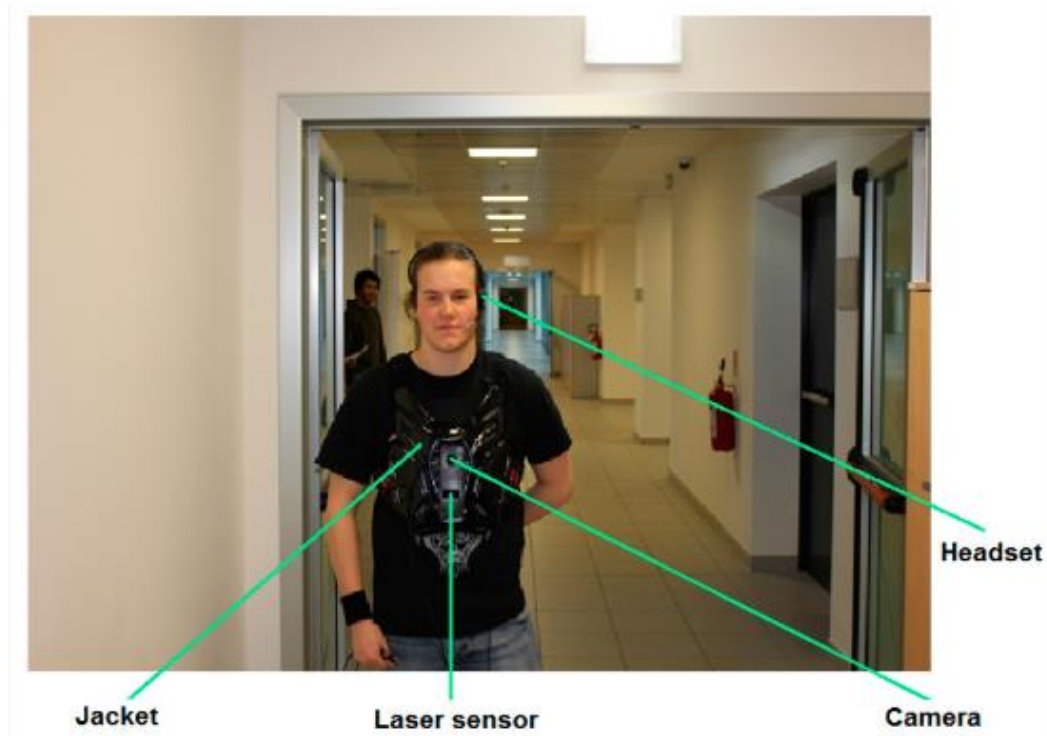
Εικόνα 35: (Lin, Lee, & Chiang, 2017)



Εικόνα 36: NavGog3, (Sato, Oh, & Naito, 2017)



Εικόνα 37: Τρισδιάστατη αναπαράσταση έξυπνων γυαλιών, (Dimas, Diamantis, Kalozoumis, & Iakovidis, 2020)



Εικόνα 38: Εξαρτήματα Πρωτοτύπου, (Malek, Meigani, Mekhalfi, & Bazi, 2017)