



Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Σχολή Κοινωνικών, Ανθρωπιστικών Επιστημών και Τεχνών

Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής

ΠΜΣ «Ειδική Αγωγή, Εκπαίδευση και Αποκατάσταση»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**« Σύγχρονη υποστηρικτική τεχνολογία για διευκόλυνση της
κινητικότητας των ατόμων με οπτική αναπηρία»**

Λιμναίου Μαρία

Θεσσαλονίκη, 2023



Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής

ΠΜΣ «Ειδική Αγωγή, Εκπαίδευση και Αποκατάσταση»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

« Σύγχρονη υποστηρικτική τεχνολογία για διευκόλυνση της κινητικότητας των ατόμων με οπτική αναπηρία»

« Modern assistive technology to facilitate the mobility of visually impaired people »

Λιμναίου Μαρία

Εξεταστική επιτροπή:

Παπαδόπουλος Κωνσταντίνος, Καθηγητής, Επόπτης

Κουστριάβα Ελένη

Παπακωνσταντίνου Δόξα

Η συγγραφέας βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στην εργασία τρίτων, όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

.....

Λιμναίου Μαρία

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | 5 |
| ABSTRACT..... | 6 |
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ..... | 7 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 9 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ..... | 13 |
| 1.1 ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΠΗΡΙΑ..... | 13 |
| 1.2 ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΠΗΡΙΑ..... | 13 |
| 1.3 ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ..... | 14 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ..... | 15 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ..... | 16 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... | 17 |
| 4.1 ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΕΙΔΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ..... | 17 |
| 4.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΜΠΑΣΤΟΥΝΙΩΝ..... | 17 |
| 4.3 ΦΟΡΗΤΑ ΑΞΕΣΟΥΑΡ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΑΣΗΣ..... | 25 |
| 4.3.1 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ..... | 25 |
| 4.3.2 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΚΡΩΝ..... | 32 |
| 4.4 ΧΡΗΣΗ SMARTPHONE..... | 36 |
| 4.4.1 ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ SMARTPHONE..... | 37 |
| 4.5 ΡΟΜΠΟΤ..... | 43 |

| | |
|----------------------------|----|
| 4.6 ΒΟΜΒΗΤΕΣ | 47 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ | 48 |
| ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ | 63 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 64 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία ασχολείται με θέματα κινητικότητας για άτομα με τύφλωση ή προβλήματα όρασης. Η τύφλωση και τα προβλήματα όρασης είναι καταστάσεις που ταλανίζουν μεγάλο μέρος του πληθυσμού, κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες, και οι αιτίες εμφάνισής τους ποικίλουν. Τα άτομα αυτά αντιμετωπίζουν πολλά προβλήματα στην καθημερινότητά τους. Ένα από αυτά είναι η μετακίνηση. Για την υποστήριξή τους σε αυτή την διαδικασία οι ερευνητές σχεδιάζουν καθημερινά διάφορες συσκευές, συστήματα ή εφαρμογές. Όλα αυτά χαρακτηρίζονται ως υποστηρικτική τεχνολογία για άτομα με προβλήματα όρασης ή τύφλωση. Υπάρχει όμως ένα είδος υποστηρικτικής τεχνολογίας που να είναι ικανό να βοηθήσει την ασφαλή πλοήγηση των ατόμων σε κάθε περίπτωση και να ανταποκρίνεται στις επιθυμίες των ίδιων των ατόμων; Θα παρουσιαστούν αναλυτικά πολλά είδη βοηθημάτων με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Οι κατηγορίες που θα αναφερθούν είναι τα έξυπνα μαστούνια, συσκευές κεφαλής, μέσης, χεριών και ποδιών, σύγχρονες εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα, ρομπότ και βομβητές. Στο τέλος της εργασίας εξάγονται συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα αυτών και προτείνονται μελλοντικές βελτιώσεις για την ορθότερη υποστήριξη αυτής της πληθυσμιακής ομάδας.

ABSTRACT

This paper deals with mobility issues for people who are blind or visually impaired. Blindness and visual impairment are conditions that afflict a large part of the population, especially in developing countries, and the causes of their occurrence are varied. These people face many problems in their daily lives. One of these is mobility. To support them in this process, researchers design various devices, systems or applications every day. All of these are classified as assistive technology for people with visual impairments or blindness. But is there a type of assistive technology that is able to help people navigate safely in all circumstances and that meets the wishes of the people themselves? Several types of assistive devices will be presented in detail with their advantages and disadvantages. The categories that will be mentioned are smart canes, head, waist, hand and foot gadgets, modern mobile phone applications, robots and pagers. At the end of the paper conclusions are drawn on the effectiveness of these and future improvements are suggested to better support this population group.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Ειδική αγωγή, εκπαίδευση και αποκατάσταση» του Πανεπιστημίου Μακεδονίας. Εντός των δύο ετών διάρκειάς του ανοίχθηκε μπροστά μας ένας υπέροχα διαφορετικός κόσμος, αυτός των ατόμων με ειδικές ανάγκες και ικανότητες. Ένας κόσμος ιδιαίτερα γοητευτικός τον οποίο ως εκπαιδευτικοί καλούμαστε να τον γνωρίσουμε και να τον αποκωδικοποιήσουμε με απώτερο σκοπό την συνεισφορά μας στην βελτίωσή του.

Όλες οι στάσεις αυτού του ταξιδιού είχαν τα δικά τους διακριτικά χαρακτηριστικά. Όλες είχαν το δικό τους ενδιαφέρον. Όμως, όπως είναι εμφανές και από τον τίτλο της εργασίας «Σύγχρονη υποστηρικτική τεχνολογία για διευκόλυνση της κινητικότητας των ατόμων με προβλήματα όρασης ή τύφλωση», το πεδίο εκείνο που κέντρισε περισσότερο την προσοχή μου ήταν αυτό που αφορά τα άτομα με δυσκολίες στην αίσθηση της όρασης.

Σε αυτή την επιλογή καθοριστικό ρόλο διαδραμάτισε ο καθηγητής της γραφής Braille, που παρακολουθούσα παράλληλα. Όντας και ο ίδιος άτομο με προβλήματα όρασης με ενέπνευσε με τη στάση του. Πάντα χαμογελαστός, με χιούμορ, αυτοσαρκασμό, ενδιαφέροντα, ολοκληρωμένη προσωπική και επαγγελματική ζωή. Ένας άνθρωπος υποστηρικτικός, δραστήριος και καταρτισμένος.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Παπαδόπουλο, καθώς και τα λοιπά μέλη της εξεταστικής επιτροπής, Κουστριάβα Ελένη και Παπακωνσταντίνου Δόξα. Δε θα μπορούσα, φυσικά, να παραλείψω να ευχαριστήσω και όλους τους υπόλοιπους καθηγητές καθώς και τον γραμματέα του εν λόγω Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών. Πάντα σταθήκατε αρωγοί σε όλη αυτή την προσπάθεια. Πάντα ήσασταν καθοδηγητές, συνοδοιπόροι και οι θερμότεροι υποστηρικτές αυτής της

προσπάθειας. Δε μας μεταλαμπαδεύσατε μόνο τις γνώσεις σας αλλά και την αγάπη και το πάθος σας για το αντικείμενο αυτό. Σας ευχαριστούμε θερμά.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς και την οικογένειά μου, που σε όλη αυτήν την πορεία ζωής και εκπαίδευσης ήταν πάντα αγγόγυστος υποστηρικτής.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τύφλωση και τα προβλήματα όρασης είναι αρκετά συνηθισμένες καταστάσεις με τις οποίες έρχονται αντιμέτωποι χιλιάδες άνθρωποι σε όλο τον κόσμο (Grover et al., 2020). Τα μάτια είναι τα μοναδικά όργανα του ανθρώπινου σώματος που δίνουν τη δυνατότητα οπτικής διάκρισης των συνθηκών που επικρατούν στο περιβάλλον του ατόμου (Romadhon & Husein, 2020). Οι άνθρωποι, λοιπόν, που δεν έχουν απόλυτα λειτουργικό οπτικό σύστημα πρέπει να διαχειριστούν πολλές προκλήσεις καθημερινά, για να επιτύχουν μια καλή ποιότητα ζωής.

Προσπαθώντας να αντισταθμίσουν τα προβλήματα που δημιουργούνται λόγω των υφιστάμενων αισθητηριακών εμποδίων χρησιμοποιούν την ακοή ως κεντρικό κανάλι πληροφόρησης (Romadhon & Husein, 2020· Mataro et al., 2023). Ωστόσο, η αποκλειστική χρήση της αίσθησης αυτής για την πλοήγησή τους αποτελεί επισφαλές μέσο (Romadhon & Husein, 2020). Σύμφωνα με τους Alayon et al. (2020) η αίσθηση της αφής είναι εξίσου σημαντική με την ακοή για την αντιστάθμιση του οπτικού ελλείμματος στην καθημερινή ζωή.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει κορυφωθεί η χρήση της τεχνολογίας και η παραγωγή των προϊόντων αυτής. Τόσο τα άτομα του γενικού πληθυσμού όσο και τα άτομα που ανήκουν στην πολυπληθή ομάδα των ατόμων με προβλήματα όρασης έχουν ωφεληθεί από την εξέλιξη αυτή. Συγκεκριμένα, τα τελευταία εβδομήντα χρόνια διάφοροι ερευνητές έχουν κατασκευάσει υποστηρικτικό υλικό για όλες τις εκφάνσεις της ζωής των ατόμων αυτών (Lee et al., 2022).

Το ερώτημα, λοιπόν, που διερευνάται στη παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετίζεται με το βαθμό ικανοποίησης και κάλυψης των αναγκών των ατόμων που εντάσσονται στο φάσμα της δυσλειτουργικής όρασης. Μέσω της εντρύφησης σε μία ποικιλία

υποστηρικτικών βοηθημάτων θα γίνει προσπάθεια να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το βαθμό αποτελεσματικότητάς τους. Είναι αρκετή η σύγχρονη διαθέσιμη τεχνολογία για την πλήρη κάλυψη των πρακτικών αλλά και ψυχολογικών αναγκών αυτών των ατόμων;

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση οργανώνεται σε 5 κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αφορά πιο θεωρητικά θέματα. Σκοπός είναι να διευκρινιστούν κάποιες έννοιες, ώστε να μην υπάρχει σύγχυση γύρω από αυτές στην πορεία. Πιο συγκεκριμένα, ορίζεται το φαινόμενο της τύφλωσης και παρουσιάζονται επιγραμματικά οι πιθανοί λόγοι εμφάνισής της. Στην πορεία διευκρινίζεται η έννοια της κινητικότητας. Τέλος, γίνεται αναφορά στην έννοια της υποστηρικτικής τεχνολογίας, σε ποιους αυτή απευθύνεται και για ποιους είναι όντως διαθέσιμη.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σκοπός της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Με την ταχύτερη πρόοδο της τεχνολογίας σήμερα θα μπορούσε κανείς αβίαστα να υποθέσει πως οι συνθήκες ζωής όλων των ανθρώπων έχουν βελτιωθεί άρδην. Είναι, όμως, έτσι; Αξίζει να διερευνηθεί αν μία πολύ ευαίσθητη ομάδα συνανθρώπων μας έχει φτάσει το βιοτικό της επίπεδο στα προσδοκώμενα και επιθυμητά επίπεδα.

Το κεφάλαιο 3 είναι αφιερωμένο στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη συγγραφή της εργασίας. Είναι εξαιρετικής σημασίας να υπάρχει η δυνατότητα ένας ερευνητής να μπορεί να αναλύσει τον τρόπο σκέψης και δράσης του, τα κίνητρα και τα κριτήριά του. Αυτό, άλλωστε, μπορεί να είναι ένδειξη μιας πλήρους ή όχι αναζήτησης δεδομένων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται λεπτομερώς τα αποτελέσματα της έρευνας. Πρώτη συσκευή που παρουσιάζεται είναι τα έξυπνα μαστούνια. Διάφοροι ερευνητές έχουν κατασκευάσει είτε τεχνολογικά πολύ εξελιγμένα μαστούνια είτε πιο απλά κατασκευαστικά. Παρόλα αυτά, οι περισσότερες από αυτές φαίνεται να είναι αρκετά αποτελεσματικές.

Μια ξεχωριστή κατηγορία αποτελούν οι διάφορες συσκευές σώματος για άτομα με προβλήματα όρασης. Αρχικά, αναλύονται διάφορες συσκευές που τοποθετούνται στο κεφάλι του χρήστη, όπως, για παράδειγμα, καπέλα ή γυαλιά. Αυτού του είδους οι συσκευές εξορισμού παρέχουν δύο θετικά, την κοινή τους χρήση και από τον τυπικό πληθυσμό και την έλλειψη ανάγκης για απασχόληση των χεριών του ατόμου. Έχει, επομένως, σημασία να ελέγξουμε την προτίμηση ή όχι σε αυτά των ατόμων του ειδικού πληθυσμού που εξετάζεται στην προκειμένη περίπτωση.

Η επόμενη κατηγορία που θα συζητηθεί είναι οι συσκευές που τοποθετούνται στη μέση. Υπάρχουν και εδώ διάφορες κατηγορίες τέτοιων συσκευών. Ενδεικτικά, υπάρχουν αυτές που φοριούνται μέσα από τα ρούχα και άλλες που προσομοιάζουν με ποδιές. Οι δυνατότητες που παρέχουν αυτές οι συσκευές, δηλαδή η τοποθέτησή τους εντός της ένδυσης του ατόμου και η ελευθερία των χεριών, είναι υπολογίσιμες.

Στην συνέχεια, εξετάζονται οι συσκευές εκείνες που φοριούνται στα χέρια και στα πόδια. Οι συσκευές αυτές συνήθως αποτελούνται από δονητές ενσωματωμένους σε γάντια ή παπούτσια. Μέσω απτικών ανατροφοδοτήσεων, οι άνθρωποι ενημερώνονται για το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται. Οι παλάμες και τα πέλματα είναι περιοχές ευαίσθητες, ικανές να αντιληφθούν τις δονήσεις και να δώσουν τα κατάλληλα σήματα στους χρήστες.

Κατόπιν, γίνεται ενδελεχής ανάλυση των smart phones και της χρήσης αυτών. Εξετάζονται τόσο οι καινοτομίες που είναι διαθέσιμες στον τομέα των αυτό όσο και το αν είναι εφικτή η πρόσβαση του πληθυσμού σε αυτά. Αναλύονται διάφορες υπάρχουσες εφαρμογές, οι τρόποι λειτουργίας τους και η αποδοτικότητά τους.

Έπειτα, παρουσιάζεται η κατηγορία των ρομπότ. Τα ρομπότ συνήθως είναι τροχήλατα και μοιάζουν αρκετά με τους σκύλους οδηγούς. Η σωστή χρήση τους φαίνεται να

παρέχει πολλά πλεονεκτήματα μιας και μπορούν να προσφέρουν ασφαλή καθοδήγηση στους χρήστες εντός και εκτός κτιρίων.

Τελευταία κατηγορία που παρουσιάζεται είναι αυτή των βομβητές λειτουργούν βασισμένοι σε τεχνολογία υπερήχων. Με την τοποθέτησή τους σωστά σε διάφορα σημεία του σώματος ο χρήστης μπορεί να πετύχει την αποτελεσματική και γρήγορη πληροφόρησή του για στοιχεία που βρίσκονται στο περιβάλλον του.

Το πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο αυτής της εργασίας είναι η συζήτηση. Στο κομμάτι αυτό προσεγγίζονται κριτικά όλα τα στοιχεία που παρατέθηκαν στα αποτελέσματα. Γίνεται σύγκριση των συσκευών, αναλύονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα από κάθε κατηγορία και καταλήγουμε έτσι σε κάποια συμπεράσματα. Γίνεται, πλέον, αντιληπτό ποιες από αυτές είναι επαρκής και απολύτως ασφαλής για την πλοήγηση των ατόμων με προβλήματα όρασης ή τύφλωση. Επιπλέον, παρουσιάζονται εφικτές τροποποιήσεις και βελτιώσεις που είτε ζητάνε τα άτομα αυτού του πληθυσμού είτε υπόσχονται οι ερευνητές να παρέχουν μελλοντικά.

Η ενδελεχής προσέγγιση και παρουσίαση όλων των παραπάνω θεμάτων επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων για την αποτελεσματικότητα ή μη της υπάρχουσας υποστηρικτικής τεχνολογίας. Στο τέλος της ανασκόπησης προτείνονται κάποιες επωφελείς προσθήκες στα είδη υπάρχοντα συστήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

1.1 ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΠΗΡΙΑ

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (2012) υπάρχουν 285 εκατομμύρια άτομα με οπτική αναπηρία στον πλανήτη εκ των οποίων τα 39 εκατομμύρια είναι τυφλοί και τα 246 με χαμηλή όραση. Ως οπτική αναπηρία ορίζεται η κατάσταση εκείνη στην οποία ένα άτομο μπορεί να περιέλθει λόγω βλάβης του κεντρικού οπτικού συστήματος, πάθησης ή έμφυτης κατάστασης υπάρχουσας ήδη από τη γέννηση (Marcus et al., 2022). Άλλοι πιθανοί λόγοι εμφάνισης τέτοιων παθήσεων είναι τα ατυχήματα και η γήρανση (See et al., 2022).

Η όραση είναι η βασική πηγή πληροφόρησης, μνήμης, μάθησης, πλοήγησης και εν γένει αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον για τον άνθρωπο (Brouwer et al., Kuriakose et al., 2022, Romeo et al., 2022). Η απώλειά της πιθανόν να έχει ως φυσικό επακόλουθο τη δημιουργία εμποδίων τόσο σε ζητήματα καθημερινότητας και ανεξαρτησίας όσο και ένταξης στο κοινωνικό σύνολο (Kedia et al., 2019, El-Taher et al., 2023). Συνεπώς, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι το 1/3 του πληθυσμού των ατόμων με οπτική αναπηρία έχει διαγνωστεί με κατάθλιψη (Mataro et al., 2023).

1.2 ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΠΗΡΙΑ

Σε πρώτο επίπεδο, καλό θα ήταν να τεθούν οι βάσεις του θέματος με μια σύντομη αναφορά σχετικά με κάποιους χρήσιμους όρους για την κατανόηση της παρακάτω μελέτης. Αρχικά, στο επίκεντρο θα τεθεί η έννοια της «κινητικότητας», δηλαδή της μετακίνησης ενός ατόμου από μια τοποθεσία σε μία άλλη με ασφάλεια (Kuriakose et al., 2022). Ειδικότερα, η κινητικότητα αποτελεί την αποτελεσματική αλληλεπίδραση με τον περιβάλλοντα χώρο (Tachinquin et al., 2021). Η αυτονομία κίνησης θεωρείται αναπόσπαστο κομμάτι της κοινωνικής, επαγγελματικής και οικονομικής ανάπτυξης, «δυναμικό κέντρο» της

καθημερινότητας και της ευεξίας του ατόμου και καθοριστικός παράγοντας για την ποιοτική διαβίωσή του (Brouwer et al., 2008· Völke et al., 2008· Kedia et al., 2019· Tachiquin et al., 2021). Πρόκειται για μια ενέργεια της ζωής, η οποία αποτελεί πρόκληση για την εν λόγω ομάδα. Έχει, λοιπόν, μεγάλο ενδιαφέρον να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο τα άτομα με προβλήματα όρασης καταφέρνουν να ανταπεξέλθουν σε τέτοιου είδους δραστηριότητες (Brouwer et al., 2008).

1.3 ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η πρόοδος της τεχνολογίας έχει διευκολύνει αναμφισβήτητα τους ανθρώπους σε παγκόσμιο επίπεδο. Η ανάπτυξη της είναι άρρηκτα συνυφασμένη με την ανάπτυξη της ανθρώπινης ύπαρξης (Nerri et al., 2023). Στο σημείο, λοιπόν, αυτό θα πρέπει να εισαχθεί και ο όρος «υποστηρικτική τεχνολογία». Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε σε όλες εκείνες τις συσκευές και τις υπηρεσίες που έχουν εφευρεθεί, για να διευκολύνουν τους ανθρώπους που χρήζουν βοήθειας, όπως ηλικιωμένοι ή άτομα με ειδικές ανάγκες, σε διάφορες περιστάσεις της καθημερινότητάς τους (Nerri et al., 2023). Τα ευρήματα του τομέα της πληροφορικής συνδυαστικά με αυτά της επιστήμης της ιατρικής δύνανται να προσφέρουν αξιόλογες λύσεις και στην περίπτωση ατόμων με προβλήματα όρασης (Ramana et al., 2022· Li et al., 2022).

Ο πληθυσμός των ατόμων με οπτική αναπηρία είναι εξαιρετικά ετερογενής (Mataro et al., 2023). Για την κάλυψη των αναγκών του η υπάρχουσα υποστηρικτική τεχνολογία μπορεί να διαιρεθεί σε υποκατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν βοηθήματα για ενίσχυση, υποκατάσταση ή αντικατάσταση της αίσθησης της όρασης (Shinde et al., 2019). Κάποιες από τις παραδοσιακά χρησιμοποιούμενες συσκευές είναι οι μεγεθυντικοί φακοί και τα λευκά μαστούνι (See et al., 2022). Στις πιο σύγχρονες εντάσσονται τα έξυπνα γυαλιά, παπούτσια, ζώνες, μαστούνια καθώς και τα smart phones.

Η ζήτηση σε υποστηρικτικό υλικό παγκοσμίως είναι τεράστια. Η αντίφαση έγκειται στο γεγονός ότι, ενώ 1.000.000 άνθρωποι έχουν ανάγκη από τεχνολογικά βοηθήματα υποστήριξης, μόνο το 1/10 έχει πρόσβαση σε αυτά (Abraham et al., 2021). Αυτό οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα στην άνιση κατανομή του πληθυσμού αυτού ανά τον κόσμο. Ειδικότερα, το 90% των ατόμων με οπτική αναπηρία ζει σε αναπτυσσόμενες χώρες, πράγμα που σημαίνει ότι δεν υπάρχει είτε πρακτική είτε οικονομική πρόσβαση σε τεχνολογίες αιχμής υψηλού κόστους (Mataro et al., 2023).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να παρουσιάσει τα καινοτόμα τεχνολογικά επιτευγμάτων τελευταίων δέκα ετών για τη στήριξη των ατόμων με οπτική αναπηρία. Η συγκεκριμένη πληθυσμιακή ομάδα επιλέχθηκε λόγω του διόλου ευκαταφρόνητου αριθμού της οικουμενικά. Η ζωτικότητα της αίσθησης της όρασης είναι μία ακόμη αξιοσημείωτη παράμετρος για τη στροφή του ενδιαφέροντος σε αυτό το θέμα.

Μέσα από την περιγραφή και αξιολόγηση των τεχνολογικών επιτευγμάτων που έχουν εφευρεθεί για άτομα με οπτική αναπηρία τα τελευταία χρόνια θα γίνουν φανερές τόσο οι δυνατότητες όσο και οι αδυναμίες των υφιστάμενων συστημάτων. Η υποβοήθηση των ατόμων αυτών με όλους τους πιθανούς τρόπους θα συμβάλλει θετικά στην ψυχολογία τους, στην παραγωγικότητά τους και θα ενισχύσει την ανεξαρτησία τους (Abraham et al., 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η βιβλιογραφική αυτή ανασκόπηση, όπως ειπώθηκε, αφορά τις υπάρχουσες υποστηρικτικές τεχνολογίες για άτομα με οπτική αναπηρία. Η αναζήτηση πηγών περιελάμβανε άρθρα δημοσιευμένα σε έγκριτα περιοδικά, πρακτικά συνεδρίων ή βιβλία. Διεξήχθη σε διάφορες μηχανές αναζήτησης, όπως το Google Scholar, Academia, Research Gate και Pub Med καθώς και σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά.

Η αναζήτηση έγινε με συγκεκριμένες λέξεις κλειδιά. Αυτές ήταν οι εξής: assistive technology, visual impairment, blinds, wearable devices, smart canes, mobility, independence, way finding, orientation, transfer, travel, movement, robotic. Χρησιμοποιήθηκαν τελεστές αποκλεισμού ή συνδυασμού όπως το or, not ή and. Ζητήθηκε συγκεκριμένο εύρος χρονολογίων μεταξύ του 2013 και του 2023. Η επιλογή αυτή αποσκοπεί στην παρουσίαση των όσο το δυνατόν πιο πρόσφατων υφιστάμενων τεχνολογιών. Επίσης, προτιμήθηκαν άρθρα γλώσσα των οποίων ήταν η αγγλική.

Αρχικά, συλλέχθηκαν 148 άρθρα. Κάποια από αυτά απορρίφθηκαν λόγω της γλώσσας τους. Προτιμήθηκε η αγγλοσαξονική βιβλιογραφία. Κάποια άλλα δεν ανταποκρίνονταν ακριβώς στο θέμα της συγκεκριμένης εργασίας. Τέλος, απορρίφθηκαν άρθρα τα οποία δεν παρουσίαζαν αναλυτικά την προτεινόμενη συσκευή και τα αποτελέσματα αυτής.

Εν κατακλείδι, η βιβλιογραφία της εν λόγω ανασκόπησης αποτελείται από 73 δημοσιεύσεις από όλο τον κόσμο. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να αναλυθεί πολλών διαφορετικών τύπων τεχνολογία αλλά, ταυτόχρονα, μπορεί να γίνει αντιληπτό και το περιβάλλον χρήσης της. Ενδεικτικά, κάποιιοι τύποι χρησιμοποιούνται περισσότερο σε αναπτυγμένες χώρες, κάποιιοι άλλοι σε αναπτυσσόμενες, ενώ η χρήση ορισμένων είναι ευρέως διαδεδομένη και προσιτή ασχέτως της οικονομικής κατάστασης μιας χώρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΕΙΔΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

4.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΜΠΑΣΤΟΥΝΙΩΝ

Ανέκαθεν οι σκύλοι οδηγοί και τα λευκά μπαστούνια ήταν πρώτα στις προτιμήσεις των ατόμων με οπτικά προβλήματα (Tachiquin et al., 2021). Οι σκύλοι οδηγοί είναι εκπαιδευμένοι σκύλοι που βοηθούν τα άτομα να αποφύγουν εμπόδια στην πορεία τους (Walkawi et al., 2023· Alayon et al., 2020). Είναι αξιόπιστοι και δημιουργείται συνήθως ιδιαίτερη σχέση μεταξύ του ζώου και του ιδιοκτήτη του (Tachiquin et al., 2021). Ωστόσο, η εκπαίδευσή τους διαρκεί αρκετούς μήνες και είναι κοστοβόρα, πράγμα αποτρεπτικό για την επιλογή τους από ένα άτομο με προβλήματα όρασης (Chang et al., 2021· Asharrafuzaman, 2021). Συνάγεται, επομένως, το συμπέρασμα ότι το λευκό μπαστούνι ή αλλιώς η μπαστούνι αποτελεί την πλέον επικρατέστερη επιλογή (Marcus et al., 2022). Το λευκό μπαστούνι επί της ουσίας αναζητά εμπόδια σε μικρή απόσταση από τον χρήστη μέσω της “ ανάδρασης δύναμης αφής” (Walkawi et al., 2023· Tachiquin et al., 2021 Alayon et al., 2020). Είναι χρηστικό και οικονομικό (Tachiquin et al., 2021).

Η πλειοψηφία των άρθρων που συγκεντρώθηκαν από την πρόσφατη βιβλιογραφία αφορούσαν λευκά μπαστούνια. Παρόλη την κοινή βάση το καθένα είχε τα δικά του ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και δυνατότητες. Οι Ravankumar et al. (2023) σχεδίασαν ένα μπαστούνι το οποίο στηρίζεται στην τεχνολογία IoT (Internet of Things), που δίνει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης μεταξύ περιβάλλοντος και συσκευών. Στοιχεία εισόδου του συγκεκριμένου μπαστουιού αποτελούν οι αισθητήρες υπερήχων και οι αισθητήρες νερού. Πιο συγκεκριμένα, οι αισθητήρες υπερήχων μετατρέπουν ηλεκτρικά σήματα σε υπερήχους και το

αντίστροφο. Οι αισθητήρες ανίχνευσης νερού, όταν εντοπίσουν το υγρό στοιχείο βραχυκυκλώνουν το σύστημα και μεταφέρουν το σχετικό μήνυμα στον χρήστη. Τα στοιχεία εξόδου είναι ένας βομβητής, δηλαδή ένα ηχείο, και ένας δονητής, δηλαδή μία συσκευή απτικής ανατροφοδότησης. Επιπλέον, στο συγκεκριμένο μαστούνι υπάρχει κουμπί πανικού, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί σε κάποια έκτακτη ανάγκη να ειδοποιεί κάποιον φροντιστή του ή την αστυνομία. Όλα τα παραπάνω ελέγχονται από έναν μικροελεγκτή. Οι πληροφορίες του περιβάλλοντος μεταφέρονται στο άτομο με τύφλωση σχεδόν σε πραγματικό χρόνο.

Οι Marcus et al. (2022) παρουσίασαν ένα ηλεκτρικό μαστούνι μπαμπού. Ένας μικροελεγκτής Arduino ελέγχει τους δύο αισθητήρες υπερήχων που είναι τοποθετημένοι ο ένας στην κορυφή και ο άλλος στο κάτω άκρο του μαστουνιού, τον αισθητήρα ανίχνευσης νερού, έναν βομβητή, έναν δονητή και μία δίοδο φωτός LED. Ανάλογα με την απόσταση του εμποδίου ενεργοποιείται διαφορετικός συνδυασμός στοιχείων εξόδου. Το μήκος του μαστουνιού είναι ένα μέτρο. Στο μαστούνι αυτό υπάρχει πρόβλεψη, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να καθορίσει την ένταση του βομβητή σε περίπτωση που πρέπει να παραστεί σε μέρη που δεν επιτρέπεται η διατάραξη της ησυχίας.

Οι Asharrafuzaman et al. (2021) και οι Biswas et al. (2022) κατασκεύασαν ένα μαστούνι με σχετικά κοινά χαρακτηριστικά. Ένας εγκέφαλος Arduino UNO ελέγχει τρεις αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι έτσι στο μαστούνι, ώστε καλύπτοντας γωνία 30° καθένας, να έχουν τη δυνατότητα να πληροφορούν το χρήστη στο βέλτιστο βαθμό για το περιβάλλον που βρίσκεται έως και 40 εκατοστά από αυτόν. Οι αισθητήρες αυτοί ανιχνεύουν αντικείμενα, σκαλοπάτια και νερό. Ο αισθητήρας νερού είναι τοποθετημένος στο κάτω μέρος της συσκευής και κατά την επαφή του μαστουνιού με το νερό σταματά τη λειτουργία του συστήματος και ενεργοποιεί τον βομβητή. Η συγκεκριμένη συσκευή κάνει χρήση GPS. Το GPS, το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης, παρέχει πληροφορίες για το σημείο που βρίσκεται ο χρήστης και μπορεί να βοηθήσει για την πλοήγηση του στον χώρο (Tachiquin et

al. ,2021). Επίσης, το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα GSM, η οποία επιτρέπει στο μαστούνι να έχει τις ίδιες λειτουργίες με ένα κινητό τηλέφωνο. Για παράδειγμα , το άτομο με πρόβλημα όρασης μπορεί να ενημερώσει τον κηδεμόνα του για την ακριβή τοποθεσία μέσω μηνύματος. Για την παροχή ρεύματος στην συσκευή χρησιμοποιείται μπαταρία.

Οι Dharan et. al.(2021) σχεδίασαν ένα μαστούνι με αρκετά διαφορετικά χαρακτηριστικά από αυτά που περιγράφηκαν παραπάνω. Η κατασκευή τους περιλαμβάνει αισθητήρα 180° ,GPS και GSM με επιλεγμένους αριθμούς επαφών. Επιπλέον, υπάρχει υδροαισθητήρας αλλά και αισθητήρας πυρός για προστασία από όλους τους πιθανούς κινδύνους του περιβάλλοντος. Για την ορθή χρήση του μαστουινιού χρησιμοποιείται ένα πρόσθετο στήριγμα κεφαλής στο οποίο εδρεύει ένας μικροελεγκτής RaspberryPi, ένα μικρόφωνο και ένα ακουστικό. Επομένως, η ανατροφοδότηση παρέχεται στον χρήστη μέσω φωνητικών εντολών. Ένα ακόμα ρηξικέλευθο χαρακτηριστικό του μαστουινιού αυτού είναι ότι υπάρχουν τοποθετημένες φωτεινές ενδείξεις πλευρικά με σκοπό την προειδοποίηση των διερχόμενων οχημάτων για την παρουσία ατόμου με προβλήματα όρασης στον χώρο. Για την λειτουργία του συστήματος απαιτείται η χρήση διαδικτύου.

Οι Kramomthong et. al. (2021) προτείνουν ένα μαστούνι με σύστημα ανίχνευσης εμποδίων σε απόσταση ενός μέτρου. Χρησιμοποιείται μικροεπεξεργαστής kitESP32mini και υπάρχει σύνδεση μέσω Bluetooth. Ο χρήστης ειδοποιείται για τα εμπόδια που υπάρχουν στο περιβάλλον του από έναν βομβητή και έναν δονητή. Κατά συνέπεια, υπάρχει και ακουστική και απτική ανάδραση. Η καινοτομία του συγκεκριμένου μαστουινιού είναι ότι περιέχει κουμπιά προκαθορισμένων εντολών με γραφή Braille. Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν 4 τέτοια κουμπιά στην λαβή του μαστουινιού. Στα τρία από αυτά ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει προορισμούς της επιλογής του, ενώ το τέταρτο είναι κουμπί έκτακτης ανάγκης, το οποίο ειδοποιεί τους οικείους του ατόμου με προβλήματα όρασης εντός 2 δευτερολέπτων .

Οι Grover et. al. (2020) σχεδίασαν ένα μαστούνι με αισθητήρες υπερήχων. Οι αισθητήρες αυτοί είναι τοποθετημένοι οι δυο πλευρικά του μαστουνιού και ο τρίτος κεντρικά. Τα συστήματα GPS,GSM και Bluetooth είναι συνδεδεμένα με μία κεντρική πλακέτα Arduino UNO. Επιπλέον από το σύστημα παρέχεται δυνατότητα ανίχνευσης υγρασίας και ενημέρωση των κηδεμόνων μέσα από ένα κουμπί πανικού. Οι εντολές δίνονται στον χρήστη μέσω μικρόφωνα με φωνητική ανατροφοδότηση. Οι πρωτοποριακές δυνατότητες που προσφέρει το σύστημα του μαστουνιού αυτού είναι πως, αν ο χρήστης έχει εγκατεστημένη συγκεκριμένη εφαρμογή που υποστηρίζεται από κινητά android, με την πίεση του κουμπιού πανικού ξεκινά αυτόματα η εγγραφή βίντεο το οποίο αποστέλλεται στην αστυνομία. Η δεύτερη πρωτοτυπία του συστήματος έγκειται στο γεγονός ότι είναι φορητό και αποσπώμενο. Με άλλα λόγια, ο χρήστης μπορεί να το τοποθετήσει σε οποιοδήποτε μαστούνι της επιλογής του.

Οι Sinde et. al. (2019) δημιούργησαν ένα μαστούνι που χρησιμοποιεί τόσο υπερήχους όσο και υπέρυθρες, οι οποίες βασίζονται στο φως. Οι δυο αυτοί τύποι ανιχνευτών είναι ικανοί να εντοπίσουν εμπόδια σε απόστασή από 10 εκατοστά έως 3 μέτρα. Υπάρχουν τρεις τέτοιοι αισθητήρες τοποθετημένοι σε ίσες αποστάσεις κατά μήκος του μαστουνιού με σκοπό την ανίχνευσή εμποδίων στο ύψος του γονάτου πάνω και κάτω από αυτό αντίστοιχα. Ο χρήστης ενημερώνεται για την ύπαρξη υγρής επιφάνειας μέσω ηχητικού μηνύματος. Υπάρχει ενσωματωμένο GPS και GSM μέσω του οποίου το άτομο με προβλήματα όρασης μπορεί αυτοβούλως να κοινοποιήσει την τοποθεσία του στον κηδεμόνα του αλλά και ο κηδεμόνας μέσω κλήσης να ενημερωθεί για την ακριβή τοποθεσία του ατόμου αυτού.

Οι Gend et al (2021) πρότειναν μία απλή μέθοδο ανίχνευσης των εμποδίων και της διαδρομής χρησιμοποιώντας έναν αισθητήρα υπερήχων που μπορεί να ανιχνεύσει μια τρύπα ή μια σκάλα με μέγιστη εμβέλεια περίπου 2 μέτρα. Η συσκευή είναι ένα μαστούνι υπερήχων που μπορεί να βοηθήσει τους τυφλούς και τα άτομα με προβλήματα όρασης να

πλοηγηθούν και να εντοπίσουν ένα εμπόδιο που θα κάνει τις δραστηριότητες της ζωής ευκολότερες. Ο χρήστης χρειάζεται απλώς να χρησιμοποιήσει το κανονικό μπαστούνι τυφλών, δίνοντας όμως τη δυνατότητα να εντοπίσουν μια τρύπα ή μια σκάλα πιο γρήγορα και εύκολα.

Στα πλεονεκτήματα της συσκευής περιλαμβάνονται η δυνατότητα στους χρήστες να κινούνται με την ίδια ευκολία και αυτοπεποίθηση όπως και τα άτομα με όραση, την αποφυγή των εμποδίων με βάση τον αισθητήρα υπερήχων, τη διευκόλυνση της ευκολότερης επικοινωνίας σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και τον αυτόματο εντοπισμό. Ο βομβητής ηχεί μία φορά για εμπόδια στην αριστερή πλευρά, δύο φορές για τα μπροστινά εμπόδια και τρεις φορές για τα δεξιά εμπόδια. Ο βομβητής συνδέεται παράλληλα με το δονητή που παρέχει αίσθηση κραδασμών, ενώ ο αισθητήρας φωτός δίνει μια ανατροφοδότηση για το περιβάλλον, ενημερώνοντας τον χρήστη εάν είναι μέρα ή νύχτα ή εάν ένα συγκεκριμένο μέρος είναι σκοτεινό ή φωτεινό. Ο αισθητήρας υγρασίας χρησιμοποιείται για την ανίχνευση κοιλοτήτων νερού ή λακούβων, εάν υπάρχουν. Όλα αυτά τα σήματα αποστέλλονται στη συνέχεια στον μικροελεγκτή ο οποίος με τη σειρά του στέλνει σήμα στον βομβητή (Gend et al., 2021).

Οι Dey et al (2018) πρότειναν το σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός μπαστουινού βάδισης με βάση αισθητήρα υπερήχων για άτομα με προβλήματα όρασης. Η μονάδα αισθητήρα, HC-SR04 χρησιμοποιείται για την ανίχνευση εμποδίων στη διαδρομή του χρήστη και ένας βομβητής χρησιμοποιείται προκειμένου να στέλνει σήματα στο χρήστη. Το προτεινόμενο σύστημα υλοποιείται με χρήση τον μικροελεγκτή PIC 16F877A, επιτρέποντας τη χρήση του μπαστουινού για ασφαλή πλοήγηση, καθώς μπορεί να ανιχνεύσει εμπόδια σε απόσταση 5 έως 35 cm.

Στόχος ήταν ο σχεδιασμός ενός μαστουνιού που θα ανιχνεύει την παρουσία εμποδίων στο μονοπάτι ενός τυφλού ατόμου ή ενός ατόμου με προβλήματα όρασης. Επιπλέον, βασικό έρεισμα του σχεδιασμού του ήταν να γίνει το σύστημα λιγότερο ευαίσθητο στον περιβαλλοντικό θόρυβο, με αρκετά φθηνή τεχνολογία και μικρό μέγεθος. Ο σχεδιασμός του περιλαμβάνει τα εξής:

- Τρεις αισθητήρες υπερήχων είναι ενσωματωμένοι για την ανίχνευση αντικείμενων δεξιά, αριστερά και μπροστά από τον χρήστη.
- Ο μικροελεγκτής PIC πρέπει να προγραμματιστεί προκειμένου να υπολογιστεί η απόσταση οποιουδήποτε αντικειμένου από τον αισθητήρα.
- Ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή γίνεται στη γλώσσα προγραμματισμού (C Language).
- Όταν εντοπιστεί ένα εμπόδιο, ηχεί ένας βομβητής.

Κατά την ανίχνευση εμποδίου στο μονοπάτι του ενδιαφερόμενου ατόμου, το έξυπνο μαστούνι ηχεί ένα βομβητή για να τον ειδοποιήσει. Διαφορετικά εμπόδια έχουν τοποθετηθεί σε διαφορετικές αποστάσεις από το μαστούνι και την τάση εξόδου που λαμβάνεται στους ακροδέκτες ECHO των αισθητήρων. Μπορεί να παρατηρηθεί ότι με την αύξηση της απόστασης των εμποδίων από τον χρήστη έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της τάσης εξόδου. Από 5-35 cm μπορεί να επιλεγεί ως γραμμικό εύρος εργασίας του προτεινόμενου ραβδιού τυφλού (Dey et al., 2018).

Οι Tirupal et al (2021) σχεδίασαν ένα μαστούνι για τυφλούς και ανθρώπους με προβλήματα όρασης προκειμένου να τους παραχθεί ένα σαφές μονοπάτι διαδρομής. Το σύστημα αποτελείται από σταθεροποιημένο αισθητήρα υπερήχων στο μαστούνι του χρήστη. Ενώ ο χρήστης μετακινείται προς τα εμπρός στην κατεύθυνσή του, ο αισθητήρας

υπερήχων Arduino mega, ο οποίος είναι στερεωμένος στο μπαστούνι, προσπαθεί να εντοπίσει πιθανά εμπόδια στην διαδρομή. Η κεφαλή του αισθητήρα εκπέμπει ένα υπερηχητικό κύμα και δέχεται το κύμα που ανακλάται από τον στόχο. Ο βομβητής είναι ένα μικρό αλλά παραγωγικό τμήμα για να προσθέσει ηχητικά στιγμιότυπα στο εγχείρημα. Εάν ο αισθητήρας αναγνωρίσει το εμπόδιο, η έξοδος του δέκτη ενεργοποιείται και αυτή η αλλαγή θα αναγνωριστεί από τον μικροελεγκτή, αφού η έξοδος του δέκτη δίνεται ως είσοδος στον μικροελεγκτή. Αυτό το μπαστούνι αναγνωρίζει το αντικείμενο πριν από το άτομο και προσφέρει μια αντίδραση στον χρήστη είτε με δόνηση είτε με βομβητή.

Οι Romadhon & Husein (2020) κατασκεύασαν ένα μπαστούνι με βάση μια κεντρική πλακέτα Arduino. Σε αυτό υπάρχουν τρεις αισθητήρες υπερήχων, που αναγνωρίζουν εμπόδια μέχρι και δύο μέτρα, υδροαισθητήρας, βομβητής και κουμπί έκτακτης ανάγκης. Το πρόσθετο χαρακτηριστικό που υπάρχει στο εν λόγω μπαστούνι είναι ο αισθητήρας καρδιακού παλμού. Μέσω της λειτουργίας αυτής μπορούν οι συγγενείς του ατόμου με προβλήματα όρασης να αντιληφθούν την σωματική κατάσταση του χρήστη. Ενδεικτικά, η ταραχή ενός ατόμου αποτυπώνεται με αύξηση των καρδιακών παλμών του. Μάλιστα, το μπαστούνι αυτό κυκλοφορεί σε δύο διαφορετικές εκδοχές, μία ως κλασικό μακρύ μπαστούνι και μία ως πτυσσόμενο για διευκόλυνση στη μεταφορά του.

Ο Ali (2023) έφτιαξε ένα έξυπνο ραβδί που στηρίζεται στην τεχνολογία Internet of Things (IoT). Υπάρχουν δύο αισθητήρες υπερήχων και υπερθύρων στο επάνω και στο κάτω μέρος του μπαστουניού και η μέγιστη απόσταση εντοπισμού εμποδίου είναι το ένα μέτρο. Οι οδηγίες προς το χρήστη δίνονται από έναν Raspberry Pi και μεταφέρονται μέσω ακουστικού. Η πλοήγηση βασίζεται σε GPS και στη χρήση ενσωματωμένης κάμερα.

Οι Yunan et al. (2021) κατασκεύασαν ένα μπαστούνι με ιδιαίτερη λειτουργία για τον εντοπισμό ατόμων με προβλήματα όρασης σε εσωτερικούς χώρους. Συγκεκριμένα, το έξυπνο αυτό μπαστούνι βασίζεται σε αισθητήρες υπερήχων εμβέλειας 2 εκατοστών έως 4 μέτρων συνδυαστικά με GPS. Οι πληροφορίες για το περιβάλλον παρέχονται στο χρήστη μέσω μηνυμάτων ομιλίας αλλά και απτικά. Η ιδιαιτερότητα αυτού το μπαστουιού που το καθιστά κατάλληλο και για εσωτερικούς χώρους είναι ότι ο κηδεμόνας μέσω της σύνδεσης σε προκαθορισμένη εφαρμογή μπορεί να συνδεθεί με την κάμερα του χρήστη του μπαστουιού και να έρθει άμεσα σε οπτική επαφή με το περιβάλλον του. Με αυτόν τον τρόπο , για παράδειγμα, διευκολύνεται η εύρεση του ατόμου εντός κτιρίου με πολλούς ορόφους. Η σύνδεση της κάμερας αυτής με το έξυπνο μπαστούνι επιτυγχάνεται ασύρματα με την χρήση διαδικτύου.

4.3 ΦΟΡΗΤΑ ΑΞΕΣΟΥΑΡ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΑΣΗΣ

4.3.1 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

Οι Mahalakshmi & Sarala (2022) κατασκεύασαν ένα καπέλο με πυρήνα Arduino Uno. Αποτελείται από τρεις αισθητήρες υπερήχων, δονητές, βομβητές και μία μπαταρία. Τα στοιχεία αυτά συνδέονται σε κύκλωμα και δημιουργούν ψευδοόραση 360 μοιρών ενημερώνοντας έτσι το άτομο με οπτική αναπηρία μέχρι και 10 εκατοστά πριν την επαφή με το εμπόδιο.

Οι Jaiswal et al. (2020) σχεδίασαν ένα καινοτόμο κράνος με επεξεργαστή Arduino Uno. Υπάρχει η δυνατότητα εντοπισμού εμποδίων σε απόσταση μεταξύ 2 και 450 εκατοστών και σε εύρος 360 μοιρών από αισθητήρες υπερήχων. Η ανατροφοδότηση δίνεται στο χρήστη ηχητικά. Η καινοτομία του συστήματος έγκειται σε δύο σημεία. Πρώτον, υπάρχει ενσωματωμένο επιταχυνσιόμετρο. Οι κατασκευαστές έχουν επιλέξει το κεφάλι ως τοποθεσία βάσης της συσκευής, λόγω του βάρους του που το καθιστά ως το μέρος του σώματος με την πιο γρήγορη πρόσκρουση σε περίπτωση πτώσης. Σε περίπτωση μικρού τραυματισμού ο χρήστης πρέπει να πατήσει το κουμπί επανεκκίνησης. Αν ο τραυματισμός είναι σοβαρός και δεν πατηθεί το συγκεκριμένο κουμπί από τον χρήστη, μέσω GSM ειδοποιείται η ομάδα διάσωσης και οι οικείοι του ατόμου. Να σημειωθεί ότι το κράνος έχει επένδυση, ώστε να προφυλάσσεται όσο το δυνατόν περισσότερο το άτομο σε περίπτωση πτώσης. Το δεύτερο ιδιαίτερο και πολύ χρήσιμο χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ότι μέσω εφαρμογής μπορεί να συνδεθεί με το σύστημα ασφαλείας κάθε σπιτιού. Έτσι, αν ο χρήστης έρθει αντιμέτωπος με

κάποια δυσμενή κατάσταση εντός εσωτερικού χώρου και χρειαστεί παρέμβαση από ομάδα διάσωσης, με εντολή του μπορεί να διευκολύνει την πρόσβαση της ομάδας κερδίζοντας πολύτιμο χρόνο.

Οι Zhang et. al. (2022) σχεδίασαν έξυπνα γυαλιά που βοηθούν στην διευκόλυνση της αστικής μετακίνησης ανθρώπων με προβλήματα όρασης. Τα γυαλιά αυτά αποτελούνται από μία διόφθαλμη κάμερα η οποία καταγράφει την εικόνα μπροστά από τον χρήστη . Μέσω αυτής της κάμερας και των ανιχνευτών θερμών στόχων παρέχεται απτική και ακουστική ενημέρωση στον χρήστη. Επειδή το αστικό περιβάλλον με το ιδιαίτερο του δίκτυο είναι αρκετά απαιτητικό για τους ανθρώπους με προβλήματα όρασης σχεδιάστηκε ένας αλγόριθμος για να καλύψει τις ανάγκες μετακινήσεις τους. Ο αλγόριθμος λαμβάνει δεδομένα και πληροφορίες τα οποία επεξεργάζεται και αναλύει , με την εισαγωγή των στοιχείων αυτών δημιουργεί πρότυπα εικόνων τα οποία μπορεί να γενικεύσει και να αναγνωρίσει μέσα στο περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα με τα έξυπνα γυαλιά ο χρήστης είναι σε θέση να διακρίνει τις διαφορές ανάμεσα στο πράσινο και το κόκκινο χρώμα των φαναριών καθώς και το κόκκινο χρώμα των διερχόμενων οχημάτων από αυτό των φαναριών με το μέγεθος τους.

Οι Xia et. al. (2022) δημιούργησαν ένα έξυπνο σύστημα οδηγού τυφλών (IBGS). Πρόκειται για κλιπ γυαλιών μεγάλης ανθεκτικότητας που στερεώνονται στα γυαλιά ηλίου των ατόμων με προβλήματα όρασης. Για την ανίχνευση αντικειμένων στο περιβάλλον του χρήστη σε εύρος 1,5 με 2 μετρά χρησιμοποιείται ακτίνα laser και ο αλγόριθμος YOLO. Για την λειτουργία του συστήματος χρησιμοποιεί cloud , GPS και ασύρματη σύνδεση στο διαδίκτυο. Τέλος, η ανάδραση με τον χρήστη πραγματοποιείται από το δίπολο μικρόφωνο - ηχείο.

Oi Yu et. al. (2022) κατασκεύασαν έξυπνα γυαλιά που βασίζονται σε αισθητήρες και ραντάρ. Το σύστημα χρησιμοποιεί πλατφόρμα αποθήκευσης δεδομένων τύπου cloud μέσω ασύρματου δικτύου για την αναγνώριση σημάτων κυκλοφορίας. Με την βοήθεια αλγόριθμων οι βάσεις αυτές μονίμως ανανεώνονται, έτσι ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα στην κυκλοφορία του χρήστη. Μέσω μια κάμερας ευρείας γωνίας γίνεται ανάλυση του οπτικού πεδίου του χρήστη. Μάλιστα, δεν γίνεται απλή καταγραφή σκηνής, δηλαδή απλή ενημέρωση για την ύπαρξη διασταύρωσης ή φαναριών, αλλά υπάρχει και η δυνατότητα ταυτόχρονου υπολογισμού της ταχύτητας των κινούμενων οχημάτων. Συνεπώς, μπορεί να υπολογιστεί η απόσταση χρήστη - οχήματος μελλοντικά με απώτερο σκοπό την αποφυγή σύγκρουσης τους. Οι σχετικές ανατροφοδοτήσεις δίνονται στον χρήστη με φωνητικά μηνύματα. Τέλος, υπάρχει δυνατότητα αφενός το σύστημα να επιλέξει την βέλτιστη και ασφαλέστερη διαδρομή για τον προορισμό επιλογής του χρήστη και αφετέρου να κοινοποιήσει το στίγμα της παρουσίας του χρήστη στον κηδεμόνα του σε πραγματικό χρόνο.

Oι Rajendran et al. (2020) κατασκεύασαν υποστηρικτικά γυαλιά με βάση έναν επεξεργαστή Raspberry Pi. Η καταγραφή των αντικειμένων γίνεται με καρέ βίντεο της πορείας μετακίνησης του χρήστη μέσω αισθητήρων υπερήχων. Τα δεδομένα αναλύονται από αλγόριθμο YOLO. Η σκηνή επεξεργασίας χωρίζεται σε τρία μέρη: αριστερό, κεντρικό και δεξί. Στη συνέχεια, δίνεται λεκτική ανατροφοδότηση στο χρήστη με τον προσδιορισμό της θέσης του εμποδίου, έτσι ώστε να αποφασίσει ορθά σχετικά με την κατεύθυνση της διαδρομής του. Συμπληρωματικά, παρέχεται και απτική ανατροφοδότηση. Η καινοτομία του συστήματος αναφοράς είναι πως παρέχεται προαιρετικά στο άτομο με προβλήματα όρασης η δυνατότητα να αιτηθεί παύση της δόνησης, αν κρίνει πως οι συνθήκες το απαιτούν.

Οι Kumar & Jain (2021) επινόησαν μια συσκευή που προσομοιάζει με μάσκα. Κεντρικός πυρήνας ελέγχου της είναι ένας Raspberry Pi. Για την ανίχνευση των διαφόρων αντικειμένων χρησιμοποιείται αισθητήρας υπερήχων , κάμερα και ο αλγόριθμος YOLO . Ο αλγόριθμος αυτός επεξεργάζεται δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από την κάμερα βοηθώντας στην ταυτόχρονη αναγνώριση εμποδίων σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Οι καταγεγραμμένες από το σύστημα πληροφορίες μεταδίδονται στον χρήστη μέσω ακουστικού . Για την ορθή λειτουργία του συστήματος χρησιμοποιούνται wi-fi, bluetooth και μπαταρία.

ΟAli (2023) παρουσίασε μια έξυπνη ζώνη με κεντρικό πυρήνα Raspberry Pi. Λειτουργεί με αισθητήρες υπέρυθρων και καλύπτει την περιοχή τόσο της κοιλιάς όσο και των ποδιών. Η πλοήγηση με βάση την έξυπνη ζώνη συντελείται μέσω GPS και κάμερας καταγραφής. Τα δεδομένα και οι εντολές μεταφέρονται στον χρήστη μέσω ακουστικού ,όταν αυτός βρεθεί σε απόσταση ενός μέτρου από κάποιο εμπόδιο.

Οι Bala et. al. (2023) έχουν σχεδιάσει μια ποδιά ανίχνευσης εμποδίων που συνδυάζει δύο επεξεργαστές, έναν Raspberry Pi και έναν ArduinoMega . Το προϊόν έχει βάρος ένα κιλό και 300 γραμμάρια και η λειτουργία του στηρίζεται σε 10 αισθητήρες και δονητές. Οι αισθητήρες αυτοί αναγνωρίζουν τριών ειδών αποστάσεις ,δηλαδή μικρές, μεσαίες και μεγάλες και οι δονητές πάλλονται αντίστοιχα. Για να ξεκινήσει η χρήση της συσκευής, πρέπει να καταχωρηθεί ένας προκαθορισμένος κωδικός . Αφού συμβεί αυτό, η κάμερα θα είναι σε θέση να λαμβάνει εικόνες του περιβάλλοντος χώρου οι οποίες θα σταλούν στο cloud για ταυτοποίηση . Η καινοτομία του συγκεκριμένου συστήματος είναι ότι δίνει τη δυνατότητα αναγνώρισης όχι μόνο επιφανειών με κλίση προς τα κάτω , όπως είναι οι λακκούβες, αλλά και αντικειμένων με κοίλη επιφάνεια στο κάτω μέρος τους, όπως είναι , για παράδειγμα , ένα τραπέζι. Το GPS χρησιμοποιείται από το σύστημα μόνο για την ενημέρωση των κηδεμόνων του ατόμου με προβλήματα όρασης για την τοποθεσία του.

Ακόμη μία προσπάθεια χρήσης των Smartphone αποτέλεσε η χρήση του κινητού Android σε ζώνες στήθους, μία συχνά διαθέσιμη συσκευή στην αγορά με οικονομικό κόστος. Η εφαρμογή οπτικοποιεί το περιβάλλον με φορητές κάμερες και κατευθύνει τα άτομα με προβλήματα όρασης απευθείας στο περιβάλλον και ένα καινοτόμο έργο σε παγκόσμιο επίπεδο. Το σχεδιασμένο σύστημα χρησιμοποιεί κυρίως το πρόγραμμα YOLO3 για τον εντοπισμό της απόστασης μεταξύ των αντικειμένων και της κάμερας. Επιπλέον, καθορίζει την κατεύθυνση του αντικειμένου. Τέλος, το σύστημα παρέχει φωνητική εντολή για να ενημερώσει τα άτομα με προβλήματα όρασης να περιηγηθούν στο περιβάλλον (Meenakshi et al., 2022).

Το σύστημα είναι στερεωμένο στον ιμάντα στήθους με ζώνη σώματος στήριξης και εστιάζει στο περιβάλλον. Σε αυτό το σύστημα, πέντε στοιχεία συντονίζονται μεταξύ τους: 1) το Στοιχείο ανιχνευτή αντικειμένων, 2) το εξάρτημα Υπολογιστικής Απόστασης, 3) ο Υπολογισμός Κατεύθυνσης, 4) το Στοιχείο λήψης αποφάσεων και (5) το Στοιχείο φωνητικής εντολής. Η σταθερή συσκευή στο Smartphone καταγράφει ζωντανές εικόνες σε αυτό το σύστημα και προσφέρεται στο στοιχείο αναγνώρισης αντικειμένων. Μετά την αναγνώριση του αντικειμένου, η συνιστώσα υπολογισμού απόστασης δίνεται αφού έχει τοποθετηθεί η απόσταση. Πρώτα, πηγαίνει στο στοιχείο υπολογισμού κατεύθυνσης και μετά πηγαίνει στο στοιχείο λήψης αποφάσεων. Μόλις ληφθεί η απόφαση, προωθείται στο στοιχείο φωνητικής εντολής. Μόλις ληφθεί η απόφαση, μεταδίδεται στο στοιχείο φωνητικής εντολής (Meenakshi et al., 2022).

Οι Sen et al. (2023) πρότειναν ένα σύστημα που μπορεί να ανιχνεύσει εμπόδια και λακκούβες στη διαδρομή του ατόμου με προβλήματα όρασης. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί βομβητές και υπερήχους. Είναι προσαρμόσιμο σε ρούχα και υποδήματα, έτσι ώστε να μη γίνεται αντιληπτό. Έχει τέσσερις βομβητές συνολικά σε διάφορα μέρη του σώματος, όπως το στήθος ή τα γόνατα. Ο κάθε υπέρηχος δημιουργεί ακτίνα εμβέλειας 30° έτσι, ώστε να είναι πιο αποτελεσματικός ο εντοπισμός εμποδίων. Οι βομβητές ενεργοποιούνται, όταν η απόσταση από το εμπόδιο κυμαίνεται μεταξύ 0,03 εκατοστά και τρία μέτρα. Υπάρχει απτική ανατροφοδότηση για το αν είναι ασφαλής η εμπρόσθια κίνηση του χρήστη.

Οι Romeo et al. (2022) παρουσίασαν ένα πρόγραμμα με σκοπό να επιτελεστούν ταυτόχρονα δύο λειτουργίες, τόσο η μετακίνηση όσο και η εύρεση δρόμου. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται δύο διαφορετικά συστήματα. Το πρώτο είναι ένα είδος απτικού tablet με επεξεργαστή Arduino Nano. Με το συγκεκριμένο tablet ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον προορισμό της επιλογής του και η διαδρομή να του παρουσιαστεί με ποικίλες υφές και ανάγλυφα. Με τη χρήση ενός κινητού ραβδιού (joystick) έχει την ικανότητα να περιηγηθεί εικονικά στο χώρο και να επιλέξει τη διαδρομή που του ταιριάζει περισσότερο. Σε αυτό το πρώτο στάδιο το άτομο με προβλήματα όρασης έχει το χρόνο να περιηγηθεί στην περιοχή της επιλογής του και να απομνημονεύσει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που αυτή έχει. Με άλλα λόγια, πρόκειται για ένα είδος προετοιμασίας πριν την εκτέλεση της φυσικής διαδρομής. Το σύστημα που χρησιμοποιείται σε δεύτερο επίπεδο είναι το TactiBelt, δηλαδή μία φορητή ζώνη με ενσωματωμένους αισθητήρες και κάμερα που ελέγχονται από μικροελεγκτή Arduino. Η ζώνη αυτή είναι φτιαγμένη από ελαστικό ύφασμα και περιέχει 46 κραδασμοί που παράγονται από τους δονητές. Η συσκευή αυτή μπορεί να φορεθεί κάτω από κάποιο ένδυμα, έτσι ώστε να μη γίνεται αντιληπτή από τους συμπολίτες του ατόμου.

Οι Jubril & Samuel (2021) κατασκεύασαν ένα βοήθημα που φοριέται στη μέση με κεντρική πλακέτα RaspberryPi 3. Στη συσκευή λειτουργούν συνδυαστικά τρεις μονάδες ανίχνευσης, κάμερα, αισθητήρες υπερήχων και λέιζερ. Το λέιζερ δημιουργεί μία κόκκινη λωρίδα, η οποία, όταν βρίσκεται στην πορεία της εμπόδιο, παραμορφώνεται. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να γίνει αντιληπτό, αν το επικείμενο εμπόδιο έχει ύψος ή αν πρόκειται για λακκούβα. Η όλη διαδικασία καταγράφεται από την κάμερα. Ωστόσο, αν το φως στο περιβάλλον του χρήστη είναι έντονο, εναλλακτικά χρησιμοποιείται ο αισθητήρας. Η συσκευή παρέχει μέσω ακουστικού ηχητικά μοτίβα που ειδοποιούν το χρήστη για την απόσταση που μεσολαβεί μέχρι να φτάσει στο αντικείμενο. Η μέγιστη απόσταση του εμποδίου, για να ενεργοποιηθεί η ανατροφοδότηση, είναι το ένα μέτρο.

Οι Swamy et.al. (2020) κατασκεύασαν μια έξυπνη ζώνη με κεντρικό επεξεργαστή έναν RaspberryPi. Η ανίχνευση αντικειμένων βασίζεται σε 4 αισθητήρες υπερήχων οι οποίοι εντοπίζουν τα αντικείμενα που βρίσκονται στο πεδίο του χρήστη από 0,02 εκατοστά έως 3,5 μέτρα. Οι διαφορές επισημάνσεως φτάνουν στον χρήστη με διττό τρόπο, είτε μέσω ακουστικών Bluetooth είτε μέσω των παραγόμενων κραδασμών. Από κάμερα που υπάρχει στο σύστημα εξάγονται πληροφορίες όχι μόνο για την απόσταση του αντικειμένου από τον χρήστη αλλά και για το είδος του. Η τροφοδοσία του συστήματος πραγματοποιείται από την χρήση επαναφορτιζόμενης μπαταρίας. Τέλος, ένα θετικό στοιχείο της έξυπνης αυτής ζώνης είναι το γεγονός ότι είναι αδιάβροχη.

4.3.2 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΚΡΩΝ

Οι Bhattacharya & Asari (2021) δημιούργησαν ένα γάντι με εξειδίκευση στην πλοήγηση πεζών. Το γάντι είναι μάλλινο με κεντρική πλακέτα ελέγχου RaspberryPi. Για να μπορέσει να τεθεί σε λειτουργία το παρόν σύστημα, χρειάζεται η ασύρματη σύνδεσή του μέσω Bluetooth με ένα λογισμικό android. Το κινητό με λογισμικό android θα πρέπει να τοποθετηθεί σε κατάλληλη εμπρόσθια θέση στο ύψος του θώρακα του ατόμου με προβλήματα όρασης. Λόγο της ζωντανής καταγραφής βίντεο από την κινητή συσκευή ο χρήστης μπορεί να λάβει πληροφορίες για διερχόμενα άτομα, οδικές σημάνσεις καθώς και να αποφύγει επερχόμενες συγκρούσεις. Τα προειδοποιητικά μηνύματα φτάνουν στον χρήστη σε μορφή απτικών σημάτων, δηλαδή δονήσεις. Οι βομβητές είναι τοποθετημένοι ξεχωριστά σε κάθε δάχτυλο του γαντιού. Κάθε σήμανση έχει την δική της κωδικοποίηση, για παράδειγμα η δόνηση στο δάχτυλο του δείκτη υποδηλώνει την ύπαρξη της πινακίδας stop της οδικής κυκλοφορίας. Όπως είναι φυσικό, υπάρχει πιθανότητα ταυτόχρονης δόνησης σε δύο δάχτυλα. Σε αυτή την περίπτωση δίνεται προτεραιότητα στο αντικείμενο του οποίου η απόσταση από τον χρήστη είναι η μικρότερη. Το σύστημα του έξυπνου γαντιού δεν προϋποθέτει χρήση διαδικτύου για την λειτουργία του.

Οι Marzec & Kos (2019) χρησιμοποιούν ένα σύστημα πλοήγησης με δονήσεις στα χέρια. Το άτομο με προβλήματα όρασης μπορεί να επιλέξει τον προορισμό της αρεσκείας του και από ένα σύστημα GNS να του προταθεί η κατάλληλη διαδρομή. Το σύστημα βασίζεται εξ ολοκλήρου σε αισθητήρες υπέρυθρων. Οι υπέρυθρες λειτουργούν έχοντας ως γνώμονα την θερμοκρασία. Κάθε σώμα του οποίου η θερμοκρασία διαφέρει από το μηδέν εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία. Οι αισθητήρες υπέρυθρων, λοιπόν, ανάλογα με το ποσό της ακτινοβολίας που δέχονται μπορούν να υπολογίσουν την απόσταση ενός εμποδίου

από τον χρήστη. Ως επιπρόσθετο στοιχείο στο συγκεκριμένο σύστημα θα μπορούσε να προστεθεί η θερμογραφική κάμερα.

Μια οικονομικά προσιτή βοηθητική συσκευή σόναρ αναπτύχθηκε από τους Kamaludin et al (2015) για να διευκολύνει τα άτομα με προβλήματα όρασης να περπατούν μέσα ή έξω από τα σπίτια τους. Η συσκευή χρησιμοποιεί μια τεχνολογία σόναρ όπου κάθε αισθητήρας υπερήχων αποτελείται από έναν πομπό και έναν δέκτη. Ο πομπός θα μεταδώσει ένα σήμα σε ένα εμπόδιο μπροστά του και όταν το σήμα φτάσει σε ένα εμπόδιο, το σήμα ανακλάται πίσω. Το ανακλώμενο σήμα λαμβάνεται στη συνέχεια από τον δέκτη. Στη συνέχεια, το σύστημα του Arduino Pro Mini θα αξιολογήσει την ηχώ για να εντοπίσει την παρουσία των εμποδίων. Αυτός ο αισθητήρας υπερήχων μπορεί να ανιχνεύσει εμπόδια έως και 4 μέτρα. Πραγματοποιήθηκαν πρακτικές δοκιμές για να εντοπιστούν οι ανάγκες των ατόμων με προβλήματα όρασης και να τους δοθεί η ευκαιρία να χρησιμοποιήσουν τη συσκευή. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το 90% των χρηστών ήταν ικανοποιημένοι με τις δυνατότητες της συσκευής και ήταν επίσης σίγουροι για τη χρήση της συσκευής για τον εντοπισμό διαφορετικών τύπων εμποδίων.

Οι Alayon et al. (2020) κατασκεύασαν μια φορητή συσκευή καρπού. Τα αντικείμενα του περιβάλλοντος εντοπίζονται έναν αισθητήρα Kinect, τον οποίο ο χρήστης τοποθετεί στο ύψος της μέσης. Αυτός ο αισθητήρας στέλνει τα σήματά του στον κεντρικό επεξεργαστή του συστήματος τύπου Arduino, που βρίσκεται τοποθετημένος σε ένα σακίδιο πλάτης. Το σύστημα ενημερώνει το χρήστη με απτικές δονήσεις τόσο για την κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθήσει όσο και για τη γωνία κλίσης αυτής. Η λειτουργία του φορητού συστήματος καρπού βασίζεται σε μια μπαταρία.

Οι Barontini et al. (2020) κατασκεύασαν έναν ρυθμιζόμενο ως προς το μέγεθος ιμάντα μπράτσου που λειτουργεί με κινητήρες ρεύματος. Η συσκευή αυτή είναι εμπνευσμένη

από τον τρόπο καθοδήγησης των συνοδών προς τα άτομα με προβλήματα όρασης. Πιο συγκεκριμένα, οι βλέποντες, για να κατευθύνουν σωστά τα άτομα, τα αγγίζουν στο σημείο λίγο πάνω από τον αγκώνα. Η εν λόγω συσκευή, λοιπόν, αποτελείται από τον ιμάντα, μία κάμερα, η οποία είναι τοποθετημένη στο ύψος του στήθους και, τέλος, μία μονάδα επεξεργασίας, στην προκειμένη περίπτωση ένας μικρός υπολογιστής, την οποία ο χρήστης φέρει στην πλάτη του. Οι εντολές για συνέχιση της πορείας ή τη στροφή κατεύθυνσης δίνονται με παθητική απτική ανάδραση. Η συσκευή τροφοδοτείται από μπαταρία.

Οι Nandalal et. al. (2021) δημιούργησαν ένα έξυπνο παπούτσι βασισμένο σε αισθητήρες υπερήχων και κεντρική πλακέτα Arduino. Μαζί με μια εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα με λογισμικό android μπορεί να πληροφορήσει τον χρήστη μέσω δονητών και βομβητών σχετικά με τη απόσταση που τον χωρίζει από ένα αντικείμενο. Ο ρυθμός των παραγόμενων κραδασμών και ήχων ποικίλει ανάλογα με αυτή την απόσταση. Στο σύστημα υπάρχει ενσωματωμένη μονάδα GSM η οποία αποστέλλει ειδικό μήνυμα στον κηδεμόνα του ατόμου με προβλήματα όρασης μόνο αν αυτό πατήσει το κουμπί πανικού. Το σύστημα του έξυπνου παπουτσιού πέρα από όλα τα άλλα μπορεί να παράσχει πληροφορίες για τις καιρικές συνθήκες. Το κύκλωμα τροφοδοτείται από μια αποσπώμενη μπαταρία και, όταν έρθει σε επαφή με νερό, βραχυκυκλώνει.

Οι Tachiquin (et al. 2021) πρότειναν την χρήση μιας συσκευής Smartphone με λογισμικό Android συνδυαστικά με μια απτική συσκευή αποτελούμενη από δονητές. Η συσκευή αυτή είναι σχεδιασμένη για να τοποθετείται στο εσωτερικό του παπουτσιού. Μέσω του Smartphone ο χρήστης μπορεί να επιλέξει έναν από τους αποθηκευμένους ή έναν καινούριο προορισμό. Μετά την σύνδεση στο διαδίκτυο το GPS μπορεί να επιλέξει την βέλτιστη διαδρομή. Οι παρεχόμενες πληροφορίες μεταφέρονται στο χρήστη μέσω ενός μικροελεγκτή που φοράει στον αστράγαλο του. Ο μικροελεγκτής αυτός είναι που δημιουργεί την απτική ανάδραση στον χρήστη. Το άτομο με προβλήματα όρασης πρέπει να είναι σε

θέση να αποκωδικοποιήσει σωστά τους κραδασμούς . Κάποιες δονήσεις είναι κνημιαίες, κάποιες πελματιαίες και κάποιες πλευρικές. Οι συγκεκριμένες περιοχές του ποδιού είναι πολύ ευαίσθητες στα διάφορα ερεθίσματα. Επιπρόσθετα , οι αφρώδεις σόλες λόγω του υλικού τους δεν επιτρέπουν την εξάπλωση των δονήσεων στο υπόλοιπο τμήμα της σόλας, πράγμα το οποίο θα δημιουργούσε σύγχυση στον χρήστη. Ο σχεδιαστής της συσκευής συστήνει τη χρήση της στο δεξί πόδι. Ο χρήστης ενημερώνεται για την πορεία που πρέπει να ακολουθήσει περίπου 8 μέτρα πριν προσεγγίσει κάποιο εμπόδιο, έτσι ώστε να έχει όλο τον προαπαιτούμενο χρόνο να σκεφτεί τις κινήσεις του. Το σύστημα λειτουργεί με μπαταρία της οποίας η συνεχόμενη διάρκεια χρήσης μπορεί να φτάσει τις 6 ώρες. Επίσης, η συσκευή παρέχει τη δυνατότητα να ελεγχθεί και από τους φροντιστές του χρήστη. Τέλος, δεν είναι διακριτή από άλλα άτομα μιας και όλες οι μονάδες της μπορούν να καλυφτούν από τον ρουχισμό του ατόμου με προβλήματα όρασης.

Οι Chehade et al. (2020) κατασκεύασαν ένα φορητό σύστημα που μπορεί να προσαρμοστεί σε κάθε παπούτσι. Το σύστημα βασίζεται σε επεξεργαστή Arduino Mega, ο οποίος επεξεργάζεται πληροφορίες που του παρέχονται μέσω αισθητήρων υπερήχων. Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες έχουν τη δυνατότητα ανίχνευσης εμποδίων σε απόσταση μέχρι 300 εκατοστά. Μόλις κάποιο αντικείμενο εντοπιστεί στην πορεία του ατόμου υπάρχει σχετική ανατροφοδότηση. Η παρεχόμενη ανατροφοδότηση είναι διττή, απτική αλλά και φωνητική, την οποία το άτομο λαμβάνει μέσω ακουστικού. Η απτική ανατροφοδότηση έχει εντονότερο παλμό όσο το άτομο πλησιάζει στο εμπόδιο. Υπάρχει, επίσης αισθητήρας ανίχνευσης νερού. Για την ελαχιστοποίηση πιθανότητας εξαγωγής λανθασμένων πληροφοριών λόγω νερού, τοποθετούνται στον πάτο του παπουτσιού έξι διαφορετικές ακίδες. Στο σύστημα υπάρχει, επιπλέον, ενσωματωμένο GPS. Οι διάφορες επιμέρους λειτουργίες του συστήματος συνδέονται μέσω Bluetooth. Τα ρηξικέλυθα χαρακτηριστικά του εν λόγω συστήματος πλοήγησης ατόμων με τύφλωση ή προβλήματα όρασης είναι δύο.

Από τη μία, υπάρχει διπλή μπαταρία. Όταν το ποσοστό της διαθέσιμης μπαταρίας φτάσει κάτω από το 20% ο χρήστης αφενός ειδοποιείται με μήνυμα και αφετέρου, όταν αυτή εξαντληθεί εντελώς, υπάρχει η δυνατότητα εναλλαγής της με την άλλη υπάρχουσα μπαταρία του συστήματος. Η δεύτερη καινοτομία του συστήματος είναι πως διαθέτει γυροσκόπιο, το οποίο τοποθετείται στη μέση του χρήστη. Σε περίπτωση που υπάρξουν παράξενα δεδομένα στο σύστημα αυτόματα ενημερώνεται ο κηδεμόνας του χρήστη όχι μόνο για την ακριβή του τοποθεσία αλλά και για τον καρδιακό του παλμό. Τέλος, αν για οποιονδήποτε λόγο η λειτουργία της συσκευής σταματήσει, το άτομο ενημερώνεται αμέσως με φωνητικό μήνυμα.

4.4 ΧΡΗΣΗ SMARTPHONE

Τα smart phones είναι μία από τις πιο σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις του 21^{ου} αιώνα (Senjam, 2021). Αποτελούν βασική υποστηρικτική τεχνολογία τόσο για τους βλέποντες όσο και για τα άτομα με προβλήματα όρασης (Beniwal & Senjam, 2023). Θεωρούνται πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής μιας και πολλές λειτουργίες, όπως, για παράδειγμα, οι τηλεφωνικές κλήσεις ή οι πληρωμές, επιτελούνται με τη βοήθειά τους (Patil et al., 2022). Μαζική, επίσης, είναι η χρήση τους με σκοπό την απόκτηση πρόσβασης στα Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης (Abraham et al., 2021). Υπάρχουν ενσωματωμένες σε αυτά πολλές προσβάσιμες εφαρμογές με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως ανάγνωση οθόνης ή απτική αλληλεπίδραση (Senjam, 2021· Beniwal & Senjam, 2023). Τα παραδοσιακά μέσα υποβοήθησης πλέον θεωρούνται παρωχημένα και ολοένα αυξάνεται η παραγωγή τέτοιων σύγχρονων εφαρμογών (Senjam, 2021· Tan et al., 2023). Μάλιστα, οι ειδικοί επαγγελματίες όρασης συνεργάζονται με τους τεχνολογικά ειδήμονες για την παραγωγή όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερων προϊόντων για την κάλυψη των αναγκών

των χρηστών (Beniwal & Senjam, 2023). Οι περισσότερες από αυτές τις εφαρμογές είναι διαθέσιμες χωρίς την απαίτηση καταβολής κάποιου χρηματικού ποσού (Senjam, 2021). Πέρα από όλα τα άλλα, η χρήση τους έχει αποδειχθεί ωφέλιμη και για την πλοήγηση ατόμων με προβλήματα όρασης, λόγω του ότι δύνανται αφενός να εντοπίσουν και αφετέρου να αναγνωρίσουν διάφορα είδη εμποδίων (Senjam, 2021).

4.4.1 ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ SMARTPHONE

Μία από τις υπάρχουσες εφαρμογές μας παρουσιάζεται από τους Yee et al. (2021). Η εφαρμογή αυτή ονομάζεται IntelligenceEye και είναι διαθέσιμη για λογισμικό Android. Με την έναρξη χρήσης της εφαρμογής υπάρχει μήνυμα καλωσορίσματος για το χρήστη και μετάβαση σε μία αρχική οθόνη. Μέσω φωνητικών οδηγιών το άτομο με προβλήματα όρασης καλείται να κυλήσει μία μπάρα που εμφανίζεται στην οθόνη είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω ανάλογα με τη λειτουργία που επιθυμεί να επιτελέσει. Η συγκεκριμένη εφαρμογή είναι σε θέση, πρώτον, να ανιχνεύει την ύπαρξη και τα ποσοστά φωτός στο περιβάλλον και, δεύτερον, να εντοπίζει την ύπαρξη αντικειμένων. Ανάλογα με την απόσταση των αντικειμένων και τα επίπεδα του φωτός παράγονται δονήσεις διαφορετικής έντασης. Μάλιστα, υπάρχει η δυνατότητα αναγνώρισης ογδόντα διαφορετικών ειδών αντικειμένων από μία βάση δεδομένων που είναι ενσωματωμένη στην εφαρμογή. Συνεπώς, τα δεδομένα μεταφέρονται στην εφαρμογή μέσω της κάμερας του Smartphone, γίνεται επεξεργασία αυτών και ο χρήστης ενημερώνεται για το χαρακτηριστικά του περιβάλλοντα χώρου με φωνητική ανατροφοδότηση.

Οι Tanveer & Hashem (2016) παρουσίασαν ένα ενσωματωμένο σύστημα παρακολούθησης κατά την οποία το άτομο με προβλήματα όρασης πλοηγείται μέσω μίας

διασυνδεδεμένης εφαρμογή Android (Eyemate for Blind Android). Το άτομο καθοδηγείται μέσω φωνητικών εντολών που παράγονται από την εφαρμογή ανάλογα με τη θέση του εμποδίου. Χρησιμοποιώντας φωνητικές εντολές, το άτομο μπορεί να πραγματοποιήσει φωνητική κλήση σε έναν προκαθορισμένο αριθμό χωρίς να αγγίξει το τηλέφωνο, απλώς πατώντας το κουμπί του ακουστικού. Η βοηθητική εφαρμογή λαμβάνει το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος χρησιμοποιώντας το GPS και στη συνέχεια τα στέλνει σε έναν διακομιστή. Η κίνηση του ατόμου παρακολουθείται μέσω άλλης εφαρμογής Android που επισημαίνει την τρέχουσα θέση στο Googlemap. Οι ερευνητές στο πείραμά τους έλαβαν δεδομένα από επιφάνειες όπως σκυρόδεμα και πλακάκια δαπέδου και διαπίστωσαν ένα μικρό ποσοστό σφάλματος, της τάξεως του 5%.

Το προτεινόμενο σύστημα διαθέτει Hardware, Android, GPS και σύστημα βασισμένο στο διαδίκτυο ικανό να βοηθά τα άτομα με προβλήματα όρασης χωρίς τη βοήθεια άλλου ατόμου. Η αξιολόγηση της εφαρμογής έδειξε ότι αποτελεί ένα σύστημα πλοήγησης και παρακολούθησης με ευέλικτη αρχιτεκτονική που μπορεί να υιοθετηθεί στην κινητικότητα των ατόμων με πρόβλημα όρασης. Η εφαρμογή Eyemate for Blind android είναι πολύ χρήσιμη καθώς ο χρήστης μπορεί να ζητήσει βοήθεια έκτακτης ανάγκης μέσω φωνητικής κλήσης και παρέχει παρακολούθηση της τρέχουσας θέσης του ατόμου με σύστημα που εμπλέκεται μέσω της εφαρμογής BlindTracker (Tanveer & Hashem, 2016).

Η Smartphone εφαρμογή Be My Eyes είναι μια καθολική λύση φωνητικού ελέγχου για μη οπτική πρόσβαση στο λειτουργικό σύστημα Android. Είναι μια εφαρμογή που επιτρέπει σε ένα άτομο με προβλήματα όρασης να μετακινείται σε ένα άγνωστο περιβάλλον με τη βοήθεια ενός ατόμου που βλέπει. Η εφαρμογή λειτουργεί τόσο σε εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους χρησιμοποιώντας μια ζωντανή σύνδεση βίντεο. Χρησιμοποιεί GPS για να εντοπίσει την τοποθεσία του χρήστη και οι χρήστες με προβλήματα όρασης μπορούν να ζητήσουν βοήθεια από ένα άτομο με όραση κατά τη διάρκεια της πλοήγησης και στη

συνέχεια οι χρήστες με όραση να κληθούν για βοήθεια. Μόλις ο πρώτος εθελοντής χωρίς πρόβλημα όρασης αποδεχτεί το αίτημα για βοήθεια, δημιουργείται μια ζωντανή σύνδεση ήχου-βίντεο μεταξύ τους. Ο συνδεδεμένος χρήστης με όραση μπορεί να βοηθήσει το άτομο με πρόβλημα όρασης όταν αυτός δείχνει το περιβάλλον με το Smartphone του χρησιμοποιώντας την πίσω κάμερα. Οι αισθητήρες κάμερας και μικροφώνου χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ ατόμων με προβλήματα όρασης και του εθελοντή (Kaur et al., 2017).

Η Smartphone εφαρμογή BlindSpace των Sathiyamoorthy et al (2023) διαθέτει λειτουργίες όπως η Αναγνώριση αντικειμένου και το πρόγραμμα ανάγνωσης βιβλίων. Το BlindSpace στοχεύει να κάνει τις οπτικές πληροφορίες προσβάσιμες σε άτομα με προβλήματα όρασης. Οι λεζάντες εικόνας χρησιμοποιούν το Inception V3 για ανάλυση εικόνας, χρησιμοποιείται το σύνολο δεδομένων Flickr 8k και τέλος, η έξοδος προκύπτει σε ένα λεξιλόγιο μέσω μετασχηματιστών. Η εφαρμογή είναι ενσωματωμένη σε React native, γεγονός που την κάνει να υποστηρίζει τόσο IOS όσο και πλατφόρμα Android. Η κύρια λειτουργία του BlindSpace είναι να εξηγήσει τη σκηνή του περιβάλλοντος που αποτυπώνεται μέσω της εφαρμογής χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Image Captioning. Κάνει επίσης ανίχνευση αντικειμένων για ένα ευρύ φάσμα κλάσεων χρησιμοποιώντας το Yolov8. Προσφέροντας λεζάντες εικόνων και ανίχνευση αντικειμένων, η εφαρμογή μετατρέπει το οπτικό περιεχόμενο σε προφορικές περιγραφές, επιτρέποντας στους χρήστες να αποκτήσουν πληροφορίες για το περιβάλλον τους και τα αντικείμενα μέσα σε αυτό.

Οι Rodriguez-Sanchez et al (2014), σχεδίασαν μία ολοκληρωμένη λύση για τη διαχείριση των βασικών λειτουργιών ενός smartphone και την καθοδήγηση των χρηστών με προβλήματα όρασης, χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή εντοπισμού δρόμου. Με αυτόν τον τρόπο, ένας χρήστης θα μπορούσε να πάει στη δουλειά του με αυτονομία, χρησιμοποιώντας μια προσαρμόσιμη εφαρμογή εντοπισμού δρόμου στο smartphone του (τόσο για συσκευές iOS όσο και για Android). Η εφαρμογή εντοπισμού δρόμου συνδυάζει κείμενο, χάρτη, ακουστική και απτική ανατροφοδότηση για την παροχή πληροφοριών. Αυτή η εφαρμογή αναζητά συνεχώς το πλησιέστερο σημείο εντός της διαδρομής και παρέχει την ανατροφοδότηση πλοήγησης. Διαδρομές και πληροφορίες που παρέχονται για σημεία ενδιαφέροντος μπορούν να προσαρμοστούν και να εξατομικευθούν αποφεύγοντας εμπόδια ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη και την παροχή πληροφοριών σχετικά με φυσικές χρήσιμες αναφορές. Μπορούν επίσης να παρέχονται πληροφορίες από την εφαρμογή Google Maps. Οι στατικές πληροφορίες αποθηκεύονται και επομένως, δεν απαιτείται μόνιμη σύνδεση στο διαδίκτυο. Το Blind-Launcher και η εφαρμογή wayfinding λειτουργούν σε περιβάλλον θορυβώδους για να βοηθήσουν τους χρήστες και όταν παρέχεται απτική ανάδραση, η εφαρμογή δονείται όταν ο χρήστης περπατά προς την κατάλληλη κατεύθυνση. Επιπλέον, εάν ο χρήστης βρίσκεται κοντά στον προορισμό, το smartphone δονείται γρήγορα. Η διαδικασία καθοδήγησης εκτελείται από το συνδυασμό του DGPS, της πυξίδας και των πληροφοριών διαδρομής. Η ακρίβειά του είναι περίπου 1-3 μέτρα. Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα της αξιολόγησης της εφαρμογής δείχνουν ότι οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά την εφαρμογή εύρεσης δρόμου χωρίς βοήθεια.

Οι Zaib et al (2019) προσέγγισαν το ζήτημα της πλοήγησης των ατόμων με προβλήματα όρασης σε εσωτερικά περιβάλλοντα με μία εφαρμογή smartphone, κάνοντας χρήση τεχνολογιών επεξεργασίας και αισθητηρίων των smartphone αντί να βασίζονται σε εξωτερικές τεχνολογίες. Το σύστημα αποτελείται από τρία κύρια στοιχεία: α) Προφίλ

χρήστη, β) Εντοπισμός και γ) Σχεδιασμός διαδρομής. Όλα τα στοιχεία συνδυάζονται για να εντοπίσουν τους χρήστες στο κτίριο, να βρουν την ακριβή διαδρομή πλοήγησης και να τους καθοδηγήσουν από την τρέχουσα θέση στον προορισμό τους. Κατά την είσοδο στο κτίριο, η τρέχουσα θέση του χρήστη υπολογίζεται μέσω της τεχνολογίας Wi-Fi που έχει ήδη αναπτυχθεί στο κτίριο με τη χρήση τεχνικής δακτυλικής εκτύπωσης, όπου τα κινητά τερματικά καθορίζουν τη θέση του με τα σήματα που λαμβάνει ο δείκτης ισχύος λήψεων σήματος (RSSI). Για την εύρεση της ακριβούς διαδρομής από την τρέχουσα θέση στον προορισμό χρησιμοποιούνται αισθητήρες smartphone, ωστόσο ο ρυθμός χρήστη είναι ένα μεγάλο πρόβλημα στη χρήση αισθητήρων. Για να μετριαστεί αυτό το πρόβλημα δημιουργείται προφίλ χρήστη κατά την είσοδο στο κτίριο. Ο Σχεδιασμός Διαδρομών έπεται και ο σχεδιασμός διαδρομής απαιτεί την εισαγωγή πληροφοριών του μοντέλου κτιρίου και τη δημιουργία προφίλ χρήστη κατά την πρώτη είσοδό του στο κτίριο. Κατά την είσοδο, ο χρήστης θα εισάγει τον προορισμό του στο σύστημα και το σύστημα θα εντοπίσει το άτομο μέσω Wi-Fi και θα βρει μια διαδρομή από την τρέχουσα θέση στον προορισμό. Καθώς ο χρήστης πλοηγείται, το σύστημα θα ενημερώνει αυτόματα τον προσανατολισμό του χρήστη και θα υπολογίσει εκ νέου μια διαδρομή, εάν ένας χρήστης τη χάσει.

Οι Patil et al. (2022) έχουν σχεδιάσει μία εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα που χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη. Με τη βοήθεια της κάμερας μπορούν να γίνουν αντιληπτά τα αντικείμενα που υπάρχουν στο περιβάλλον. Με τη χρήση του αλγόριθμου YOLO μπορεί, επιπλέον, να γίνει αναγνώριση του είδους τους. Ο χρήστης δίνει την εντολή, για να ξεκινήσει η εφαρμογή, και έχει τη δυνατότητα να προκαθορίσει τη γλώσσα φωνητικής ανατροφοδότησης που επιθυμεί. Η εφαρμογή λειτουργεί υποβοηθητικά για το άτομο σε διάφορα πεδία. Ενδεικτικά, ο χρήστης μπορεί να διακρίνει τα νομίσματα κατά τη διάρκεια των συναλλαγών του και να πλοηγηθεί στο χώρο με ασφάλεια.

Οι Mataro et al. (2023) δημιούργησαν μία εφαρμογή Tarsius. Η εν λόγω εφαρμογή χρησιμοποιεί Bluetooth και το σύστημα πλοήγησης NS, στο οποίο υπάρχουν iBeacon. Το Tarsius δημιουργεί μια απτική οθόνη με τα βασικά κουμπιά της να βρίσκονται στις άκρες και στο κέντρο της οθόνης. Κατά την έναρξη της εφαρμογής ο χρήστης μπορεί να διαμορφώσει τις παρεχόμενες ρυθμίσεις, όπως ο ίδιος προτιμά, και εισάγει κάποια προσωπικά δεδομένα. Επιλέγει από τα βασικά κουμπιά τον επιθυμητό προορισμό και μέσω απτικών και φωνητικών ανατροφοδοτήσεων καθοδηγείται. Το NS δίνει επιπρόσθετες πληροφορίες στο χρήστη αναφορικά με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, δηλαδή πού βρίσκεται η στάση του λεωφορείου, ποιο λεωφορείο έρχεται και προς ποια κατεύθυνση προσανατολίζεται. Σε περίπτωση που ο χρήστης νιώθει ότι βρίσκεται σε κίνδυνο μπορεί να καλέσει το Κέντρο Έκτακτης Ανάγκης. Τότε, η κάμερα του κινητού ενεργοποιείται αμέσως έτσι, ώστε ο επαγγελματίας να μπορέσει σε πραγματικό χρόνο να βοηθήσει το χρήστη. Τέλος, το Tarsius επιτρέπει στο χρήστη να κάνει λήψη σε όποια εικόνα του περιβάλλοντός του επιθυμεί για ετεροχρονισμένη ανάλυση.

Οι See et al. (2022) χρησιμοποίησαν ένα κινητό Android με λειτουργία κάμερας βάθους. Για να ξεκινήσει η πλοήγηση του χρήστη, είναι απαραίτητες κάποιες συγκεκριμένες φωνητικές εντολές. Το κινητό πρέπει να είναι κατάλληλα στηριγμένο στο ύψος του στήθους του ατόμου με προβλήματα όρασης με τη κάμερα στραμμένη προς την αντίθετη κατεύθυνση. Η ανατροφοδότηση παρέχεται τόσο από βομβητές όσο και από δονητές, όταν ο χρήστης βρίσκεται και σε εσωτερικό αλλά και σε εξωτερικό χώρο. Η κάμερα βάθους κάνει αναλυτική επεξεργασία των εικόνων που εισάγονται, ώστε να προσδιοριστεί με ακρίβεια η θέση του εμποδίου. Για παράδειγμα, η οδηγία που θα δοθεί στο χρήστη θα του διευκρινίζει όχι μόνο την απόσταση αλλά και το ύψος του εμποδίου, δηλαδή αν αυτό βρίσκεται κοντά στο κεφάλι, στο θώρακα, στα πόδια του ή αν ακόμα εκτείνεται κατά μήκος όλου του σώματός του, όταν πρόκειται για ένα μεγάλο αντικείμενο. Υπάρχει η δυνατότητα

για ακριβή προσδιορισμό ενενήντα διαφορετικών κατηγοριών πραγμάτων, όπως τσάντες, σηματοδότες ή γυαλιά. Η εφαρμογή μπορεί να υπολογίσει εμπόδια στο περιβάλλον του χρήστη εντός των αποστάσεων από μηδέν έως οκτώ μέτρα. Η μόνο προϋπόθεση που απαιτείται για τη λειτουργία του συστήματος είναι η άδεια για την πρόσβαση στην κάμερα. Σύνδεση στο διαδίκτυο δεν απαιτείται.

4.5 ΡΟΜΠΟΤ

Οι Albogamy et al. (2021) κατασκεύασαν ένα ρομπότ SRAVIP. Στο ρομπότ υπάρχει επεξεργαστής Raspberry Pi, ένας αισθητήρας laser, μία κάμερα και ένα σύστημα αναγνώρισης φωνής. Στο ρομπότ αυτό μπορεί να αποθηκευτεί η χαρτογράφηση του εσωτερικού διαφόρων κτιρίων. Οι τυφλοί που χρησιμοποιούν το κτίριο μπορούν να εγγραφούν στον κατάλογο των χρηστών του ρομπότ. Προαπαιτούμενο, για να ξεκινήσει το ρομπότ τη λειτουργία του, είναι να δείξει το άτομο την ταυτότητά του ή να αναφέρει προφορικά τον αριθμό αυτής. Αφού το σύστημα του ρομπότ το αναγνωρίσει, διαλέγει τη βέλτιστη διαδρομή για τον προορισμό επιλογής του χρήστη. Το ρομπότ καθοδηγεί το χρήστη αποφεύγοντας τόσο τα ακίνητα όσο και τα κινητά εμπόδια που μπορεί να παρουσιαστούν καθ' όλη τη διάρκεια της διαδρομής. Μόλις το ρομπότ ολοκληρώσει τη ζητούμενη διαδρομή, επιστρέφει στη βάση του, για να εξυπηρετήσει τον επόμενο άνθρωπο που θα βρίσκεται σε ανάγκη.

Η Neubauer (2021) παρουσίασε στο άρθρο της το Boston Dynamics robot Spot στην εφαρμογή του ως πρωτότυπο για ένα βοήθημα πλοήγησης των ατόμων με προβλήματα όρασης. Με τους αισθητήρες του, το ρομπότ Spot έχει αναπτυχθεί για να συνοδεύει με ασφάλεια τον χειριστή στον επιθυμητό προορισμό. Το τετράποδο κινητό ρομπότ με δυνατότητα ελιγμών, είναι σε θέση να κινείται αυτόνομα σε οποιοδήποτε έδαφος στο οποίο ένα κανονικό ρομπότ δεν μπορεί πλέον να λειτουργήσει, ακόμη και εκτός δρόμου. Επιπλέον,

αρκετοί άλλοι αισθητήρες και λειτουργίες μπορούν να ενσωματωθούν στο σύστημα και να ελέγχονται μέσω του ρομπότ. Με το Spot, οι εργασίες μπορούν να εκτελούνται με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα, ενώ είναι εξοπλισμένο με διάφορες κάμερες και να βλέπει συνεχώς από όλες τις γωνίες τι συμβαίνει γύρω του. Το Spot έχει χρησιμοποιηθεί μέχρι στιγμής για πολλές διαφορετικές εφαρμογές βοηθώντας τους ανθρώπους να μην εκτεθούν σε κίνδυνο.

Το ρομπότ που σχεδίασαν οι Udura et al (2023) είναι ένα σύστημα με δυνατότητα φωνής, το οποίο είναι κατασκευασμένο χρησιμοποιώντας έναν μικροελεγκτή Raspberry Pi 3B+, έναν αισθητήρα υπερήχων (HC-SR04), τη μονάδα φωνής (APR33A3) και ένα ηχείο Bluetooth που καθοδηγεί άτομα με προβλήματα όρασης στις καθημερινές τους εργασίες. Η συσκευή ενσωματώνει το σύνολο δεδομένων COCO και το μοντέλο TensorFlow Lite για αναγνώριση αντικειμένων. Ο αισθητήρας υπερήχων HC-SR04 ανιχνεύει την απόσταση μεταξύ του χρήστη και τυχόν εμποδίων που υπάρχουν στο περιβάλλον. Εάν εντοπιστεί ένα εμπόδιο σε εμβέλεια 30 εκατοστών, ο μικροελεγκτής Raspberry Pi 3B+ ενεργοποιεί έναν ήχο βομβητή για να ειδοποιήσει τον χρήστη για το εμπόδιο. Εν τω μεταξύ, η κάμερα καταγράφει μια εικόνα της γύρω περιοχής και τη μεταδίδει στον μικροελεγκτή Raspberry Pi 3B+. Ο μικροελεγκτής προσφέρει φωνητική ανατροφοδότηση μέσω της μονάδας φωνής APR33A3 για να ειδοποιεί τον χρήστη. Η ανάδραση της συσκευής σε πραγματικό χρόνο μέσω του ήχου βομβητή και της φωνητικής ανατροφοδότησης μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τα άτομα με προβλήματα όρασης στην ασφαλή πλοήγηση στο περιβάλλον τους.

Το ρομπότ που προτείνουν οι Sunitha et al (2021) λειτουργεί ως προσωπικός βοηθός για άτομα με προβλήματα όρασης στην αποφυγή εμποδίων, στην αναγνώριση του ατόμου (γνωστού ή αγνώστου) με το οποίο αλληλεπιδρούν και στην πλοήγηση. Το ρομπότ έχει μια ιδιαίτερη δυνατότητα στον αληθινό εντοπισμό της θέσης του χρήστη χρησιμοποιώντας GPS. Το νέο χαρακτηριστικό αυτού του ρομπότ είναι να αναγνωρίζει άτομα με τα οποία αλληλεπιδρά ο χρήστης. Η ανίχνευση και η αναγνώριση προσώπου σε πραγματικό χρόνο

ήταν μια πρόκληση και επιτεύχθηκε με ακριβή επεξεργασία εικόνας χρησιμοποιώντας *viola jones* και αλγόριθμους SURF.. Το ρομπότ παρέχει τη δυνατότητα της αποφυγής εμποδίων, έχοντας έως και 10 αισθητήρες υπερήχων που είναι τοποθετημένοι σε συγκεκριμένα σημεία για την κάλυψη μεγάλου εύρους γωνίας. Αυτοί οι αισθητήρες λειτουργούν παράλληλα και στέλνουν δεδομένα στον χρήστη, καθοδηγώντας τον χρήστη στη σωστή διαδρομή.

Ο Agrawal (2023) παρουσίασε ένα ρομποτικό μαστούνι που μπορεί να βοηθήσει στην πλοήγηση σε άγνωστους δημόσιους χώρους, καθοδηγώντας τον χρήστη και στον εντοπισμό και ανάκτηση των προϊόντων που επιθυμεί να αγοράσει ο χρήστης. Το ρομποτικό μαστούνι αποτελείται από RealSense κάμερες και κινητήρες δόνησης τοποθετημένους στο μαστούνι, με φορητό υπολογιστή πλάτης για την εκτέλεση αλγορίθμων αντίληψης και πλοήγησης και καθοδήγησης του χρήστη. Το σύστημα χαρτογραφεί το περιβάλλον και προσδιορίζει άτομα και πράγματα στο περιβάλλον χρησιμοποιώντας το ενσωματωμένο αντικείμενο εντοπισμού και συσχέτισης δεδομένων SLAM. Στόχος είναι η επιλογή και ο σχεδιασμός της διαδρομής και η ακουστική ανάδραση χρησιμοποιείται για την παροχή μιας επισκόπησης του σχεδίου, με δονούμενη ανατροφοδότηση για την παροχή διαδικτυακής καθοδήγησης πλοήγησης.

Οι Chen et al. (2023) σχεδίασαν ένα τετράποδο ρομπότ που προσομοιάζει με σκύλο. Το ρομπότ βασίζεται σε επεξεργαστή Arduino Mega και έχει αισθητήρες, μία κάμερα στραμμένη προς τον χρήστη και ένα ελαστικό σκοινί έλξης. Είναι απαραίτητη η ευκαμψία του σκοινιού, εστί ώστε η δύναμη που ασκείται στο άτομο να μη δημιουργεί προβλήματα στην ομαλή μετακίνηση. Με άλλα λόγια η ταχύτητα βήματος του ανθρώπου είναι ανάλογη με το μέγεθος της δύναμης που του ασκείται. Η μέγιστη ταχύτητα βάδισης του ρομπότ φτάνει τα 0,8 μέτρα ανά δευτερόλεπτο.

Οι Wu et. al. (2022) επινόησαν ένα έξυπνο τρόλεϊ (Smart Guide Trolley Mango). Το παρόν τρόλεϊ επιτελεί 2 λειτουργίες. Αρχικά ένας αισθητήρας υπερύθρων που βρίσκεται στο πίσω μέρος της συσκευής και μόλις αντιληφθεί ανθρώπινη παρουσία ενεργοποιεί το σύστημα. Αφού ολοκληρωθεί το πρώτο αυτό βήμα η κάμερα που βρίσκεται στο πίσω μέρος του τρόλεϊ είναι σε θέση να βοηθήσει τον χρήστη όχι μόνο να αποφύγει ,μέσω φωνητικών μηνυμάτων , τα εμπόδια, αλλά και να ενημερωθεί και για την φύση αυτών μέσω των δεδομένων που έχουν καταχωρηθεί στο cloud. Επιπλέον , το τρόλεϊ , μέσω του εξελεγμένου του συστήματος, έχει την δυνατότητα να ενημερώνει το άτομο με προβλήματα όρασης για τις καιρικές συνθήκες, δηλαδή την υγρασία και την θερμοκρασία. Η δεύτερη λειτουργία που είναι εφικτό να εφαρμοστεί από την συσκευή είναι η απομακρυσμένη παρακολούθηση μέσω τηλεχειριστηρίου. Αναλυτικότερα αν ο κηδεμόνας του χρήστη το επιθυμεί μπορεί να συνδεθεί σε έναν ιστότοπο και να ελέγξει την τοποθεσία του χρήστη ή ακόμα και να τον καθοδηγήσει μέσα από την κάμερα και το σύστημα GPS που διαθέτει η συσκευή. Ο έλεγχος όλων αυτών των λειτουργιών πραγματώνεται από έναν επεξεργαστή Raspberry PI.

Οι Kayukawa et al. (2022) σχεδίασαν ένα σύστημα χρησιμοποιώντας μία ήδη υπάρχουσα βαλίτσα. Το ρομπότ-βαλίτσα είναι ικανό να πλοηγεί τα άτομα εντός μεγάλων κτιρίων κάνοντας χρήση Wi-Fi ή Bluetooth για ακριβή εντοπισμό. Στο σύστημα υπάρχει κάμερα που καταγράφει σε βίντεο το χώρο και η επεξεργασία γίνεται μέσω του αλγορίθμου YOLO. Έχει την ικανότητα να αποφεύγει τόσο τα εμπόδια όσο και τα υπόλοιπα άτομα που πιθανόν να υπάρχουν στο χώρο. Τα άτομα με προβλήματα όρασης κρατάνε την λαβή της βαλίτσας, ώστε να μπορούν να ακολουθούν την πορεία της για την οποία παρέχεται και απτική και ακουστική ανατροφοδότηση. Το σύστημα, φυσικά, λαμβάνει υπόψη του την ταχύτητα βαδίσματος του χρήστη.

4.6 BOMBΗΤΕΣ

Οι Abreu et al. (2020) σχεδίασαν έναν βομβητή e-Bat. Το e- Bat διαθέτει δύο αισθητήρες υπερήχων και συνδέεται με ένα κινητό με τη βοήθεια Bluetooth. Ο ένας τοποθετείται χαμηλά σε γωνία 40° και ο άλλος 40 εκατοστά από το κεφάλι του χρήστη. Με αυτό τον τρόπο υπάρχει η δυνατότητα εντοπισμού τόσο των χαμηλών όσο και των ψηλότερων εμποδίων με τα οποία μπορεί να συγκρουστεί το άτομο. Άρα μπορούν να ανιχνευθούν όλα τα εμπόδια από 0,5 έως 2 μέτρα ύψος και σε απόσταση μέχρι και τέσσερα μέτρα. Οι ενημερώσεις φτάνουν στον χρήστη με τη μορφή απτικής ανατροφοδότησης. Αν υπάρχουν εμπόδια στην εμβέλεια και των δύο βομβητών, τότε οι δονήσεις που παράγονται είναι πιο έντονες. Τέλος, ο χρήστης έχει την επιλογή να ρυθμίσει κάποια χαρακτηριστικά του συστήματος, όπως την παύση λειτουργίας του κατά την εισερχόμενη κλήση.

Οι Al-Smadi et al (2023) πρότειναν την ανάπτυξη ενός προϊόντος που είναι εύκολο στη χρήση από τυφλούς και άτομα με προβλήματα όρασης για να ανιχνεύει τυχόν εμπόδια με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα. Το σύστημα επιτρέπει στον χρήστη να πλοηγείται με λογική ταχύτητα και σιγουριά ανιχνεύοντας τα κοντινά εμπόδια. Το προτεινόμενο σύστημα υλοποιεί μια συσκευή ενσωματωμένη σε προηγμένη τεχνολογία που θα δώσει στον χρήστη την απαραίτητη αυτοπεποίθηση για να εκτελέσει την πλοήγησή του μόνος του και όχι να εξαρτάται από άλλους. Το σύστημα χρησιμοποιεί αισθητήρες υπερήχων και raspberry pi για να ανιχνεύσει οποιοδήποτε εμπόδιο γύρω από τον χρήστη. Το σύστημα ενημερώνει τον χρήστη σε περίπτωση ύπαρξης εμποδίου μέσω βομβητή ή δονητή και ο αισθητήρας υπερήχων χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του πραγματικού χρόνου ενώ το άτομο περπατά, δίνοντας ανάδραση ως ήχος ή δόνηση ως ένδειξη ανίχνευσης εμποδίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Μετά από αυτήν την εκτενή ανασκόπηση συνάγονται σε πρώτο επίπεδο κάποια γενικά συμπεράσματα για κάθε κατηγορία υποστηρικτικής τεχνολογίας που εξετάστηκε. Αρχικά, το έξυπνο μαστούνι φαίνεται να είναι μία αρκετά προσιτή επιλογή από πολλές απόψεις. Αναλυτικότερα, από τα περισσότερα άτομα με προβλήματα όρασης χαρακτηρίζεται ως μία οικονομική επιλογή με αρκετά καλή απόδοση κατά τη χρήση (Asharrafuzaman et al., 2021·Dharan et al., 2021). Η ακρίβειά της αγγίζει το 80%-90% (Jubril & Samuel, 2021· Marcus et al., 2022).

Στα θετικά των έξυπνων μαστουνιών συγκαταλέγεται και το μικρό τους βάρος (Dharan et al., 2021· Marcus et al., 2022· Pavankumar et al., 2023). Οι ελαφριές συσκευές είναι φιλικές προς το χρήστη, γιατί δε του προσθέτουν επιπλέον βάρος, το οποίο μετά από ένα χρονικό διάστημα μπορεί να αποβεί κουραστικό.

Άλλο ένα θετικό χαρακτηριστικό των έξυπνων μαστουνιών είναι η δυνατότητα αναδίπλωσης για την ευκολία κατά τη μεταφορά. Η φορητότητα είναι πλέον απαραίτητο στοιχείο κάθε διαθέσιμης στην αγορά συσκευής.

Αναφορικά με τα αρνητικά στοιχεία του έξυπνου μαστουνιού θα πρέπει να επισημανθεί ο ελλιπής εντοπισμός εμποδίων από το επίπεδο του στήθους και άνω, που αναμφισβήτητα δημιουργεί πολλά προβλήματα και φυσικά άγχος στους χρήστες (Grover et al., 2020· Pavankumar et al., 2023). Πιθανότατα ο χρήστης να αναγκάζεται σε ορισμένες περιπτώσεις να χρησιμοποιεί το άλλο του χέρι, για να εντοπίσει επικείμενα εμπόδια στο ύψος του κεφαλιού. Το γεγονός αυτό μειώνει την άνεση κατά τη διάρκεια του ταξιδιού και αυξάνει την πιθανότητα τραυματισμού.

Ένα ακόμη σημαντικό μειονέκτημα των μαστουνιών είναι το γεγονός πως απαιτείται η μεταφορά τους με το ένα χέρι του χρήστη, πράγμα το οποίο, όταν συμβαίνει για

αρκετή ώρα, αποβαίνει κουραστικό και, επομένως, δυσλειτουργικό (Bala et al., 2023). Επιπλέον, η χρήση τους απαιτεί αργές κινήσεις για τον εντοπισμό του εμποδίου, πράγμα που αυξάνει τον προσδοκώμενο χρόνο διαδρομής (Ali, 2023). Ο χρήστης είναι σε θέση να αντιληφθεί την ύπαρξη αντικειμένων που βρίσκονται αποκλειστικά μπροστά του και, μάλιστα, ενίοτε να έλθει ακούσια σε επαφή με αυτά (Jubril & Samuel, 2021· Ali, 2023).

Οι ερευνητές διαπίστωσαν πως για την αποτελεσματικότερη χρήση του μαστουινού καλό θα ήταν να προϋπάρξει κάποια σχετική εκπαίδευση (Grover et al., 2020· Marcus et al., 2022). Υπάρχουν εξειδικευμένοι επαγγελματίες προσανατολισμού και κινητικότητας που διδάσκουν στα άτομα με προβλήματα όρασης ή τύφλωση την ορθή χρήση τεχνολογιών πλοήγησης (Deverell et al., 2020). Η εξοικείωση με μία τέτοια συσκευή μπορεί να παρέχει όχι μόνο σιγουριά αλλά και μείωση του απαιτούμενου χρόνου ταξιδιού.

Τέλος, οι αξιολογήσεις του έξυπνου μαστουινού είναι μέτριες σχετικά με τον εντοπισμό νερού, μιας και η ευαισθησία που παρουσιάζει την καθιστά ανίκανη να συνεχίσει κανονικά τη λειτουργία της. Το σύστημα βραχυκυκλώνεται και σταματά αυτόματα η λειτουργία του. (Asharrafuzaman et al., 2021).

Ένας εναλλακτικός τρόπος πλοήγησης για τα άτομα με προβλήματα όρασης, όπως ήδη έχει αναφερθεί, είναι οι συσκευές που μπορούν να φορεθούν σε ποικίλα σημεία του σώματος. Αρχικά, έγινε ανάλυση των συσκευές κεφαλής. Οι συγκεκριμένες συσκευές έχουν χαμηλό κόστος και είναι άνετες στη μεταφορά μιας και δε δεσμεύουν κανένα από τα δύο χέρια του χρήστη (Mahalakshmi et al., 2022· Xia et al., 2022). Επιπλέον, παρουσιάζονται ως ανθεκτικές, πράγμα το οποίο αυξάνει τη διάρκεια ζωής τους (Mahalakshmi et al., 2022).

Ωστόσο, τα ποσοστά επιτυχίας που παρατίθενται από τους ερευνητές διαφέρουν σημαντικά. Ενδεικτικά, για τα έξυπνα γυαλιά των Xia et al. (2022) υποστηρίζεται πως η αποτελεσματικότητά τους αγγίζει σχεδόν το απόλυτο, δηλαδή φτάνει τα 97%-99%. Οι

Kumar & Jain, όμως, για την έξυπνη μάσκα αναφέρουν ποσοστό επίτευξης στόχου περίπου 80%. Εναλλακτικά, λοιπόν, προτείνεται από τους ίδιους η συνδυαστική χρήση έξυπνου μαστουνιού για την αύξηση της επιτυχίας κατά 15%. Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι κάποιες από της συσκευές κεφαλής χρήζουν συμπληρώματος, για να πλοηγήσουν το χρήστη με απόλυτη ασφάλεια.

Στη συνέχεια των αποτελεσμάτων, παρατέθηκαν τα χαρακτηριστικά των συσκευών μέσης. Οι συσκευές αυτές κρίθηκαν αρκετά θετικά από τους χρήστες. Έχουν μικρό μέγεθος και βάρος και χαρακτηρίστηκαν ως πολύ αποτελεσματικές στον εντοπισμό εμποδίων που βρίσκονται όχι μόνο μπροστά αλλά και ολόγυρα του χρήστη (Ali, 2023· Bala et al., 2023). Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται έχουν συνήθως χαμηλό κόστος και ταυτόχρονα μεγάλη ακρίβεια και ταχύτητα ανάδρασης κατά τον εντοπισμό εμποδίων (Bala et al., 2023). Οι Bala et al. (2023), μάλιστα, επισημαίνουν πως η φορητή ποδιά που προτείνουν έχει 200% μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και ταχύτητα εύρεσης εμποδίων από οποιαδήποτε άλλη βοηθητική συσκευή. Οι Jubril & Samuel (2021) υποστηρίζουν πως η ζώνη που κατασκεύασαν έχει ποσοστό επιτυχίας 96% χωρίς, μάλιστα , καμία πιθανότητα ακούσιας σωματικής επαφής του ατόμου με προβλήματα όρασης με κάποιο αντικείμενο του περιβάλλοντος χώρου. Αξίζει να ειπωθεί, επίσης, πως οι περισσότεροι ερευνητές υποστήριξαν πως οι οδηγίες που δίνονται από την έξυπνη ζώνη είναι τόσο κατανοητές, όπως και η χρήση της εν γένει, ώστε δεν απαιτείται κανενός είδους προαιρετική εκπαίδευση (Jubril & Samuel, 2021· Bala et al., 2023). Οι Romeo et al. (2022) ανέφεραν πως είναι εφικτή η παράλληλη χρήση έξυπνου μαστουνιού. Από όλα τα παραπάνω συνάγεται εύκολα το συμπέρασμα ότι πρόκειται για συσκευές με υψηλής λειτουργικότητας χαρακτηριστικά (Bala et al., 2023).

Το αρνητικό των συσκευών μέσης είναι πως η κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται είναι πάρα πολύ μεγάλη (Bala et al., 2023). Οι τόσο ενεργοβόρες συσκευές μπορεί να μην

είναι κατάλληλες να υποστηρίξουν το χρήστη για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η μπαταρία τους χρειάζεται φόρτιση ανά τακτά χρονικά διαστήματα, γεγονός το οποίο μπορεί να αποτελέσει αγχωτικό παράγοντα για τον χρήστη.

Τα έξυπνα γάντια με τους αισθητήρες υπερύθρων φαίνεται να είναι μία ακόμα προσιτή επιλογή. Είναι μία λύση οικονομική και εύκολα προσβάσιμη (Bhattacharya & Asari, 2021). Φοριέται στα χέρια, πράγμα εξαιρετικά χρηστικό, μιας και δεν απασχολεί ουσιαστικά κανένα σημείο του σώματος του χρήστη. Η ανατροφοδότηση που δίνεται είναι αποτελεσματική μιας και αφενός χαρακτηρίστηκε από τους χρήστες γρήγορη και αφετέρου δίνεται αμιγώς απτικά, μέσω δονήσεων, πράγμα που δεν αποσπά τη συγκέντρωση του χρήστη από τη λήψη ακουστικών μηνυμάτων που του παρέχονται από το περιβάλλον (Bhattacharya & Asari, 2021).

Σύμφωνα με τους Alayon et al. (2020) ακόμα πιο χρηστική συσκευή από το γάντι είναι η φορητή συσκευή καρπού. Παρά την ιδιαίτερη ευαισθησία που παρουσιάζουν τα άκρα των δακτύλων, πράγμα εξαιρετικά επωφελές στην προκειμένη περίπτωση, η τοποθέτηση αισθητήρων επάνω στο γάντι δεν αποκλείεται να λειτουργήσει ως τροχοπέδη για την ευκινησία του χρήστη.

Όσον αφορά την υπόδηση, το έξυπνο παπούτσι κρίθηκε φιλικό προς τον χρήστη (Nandala et al., 2021). Το δείγμα των ανθρώπων που το χρησιμοποίησαν το έκριναν ως πρακτικό, λειτουργικό και οικονομικό (Nandalal et al., 2021· Tachiquin et al., 2021). Ωστόσο, προτάθηκαν κάποιες βελτιώσεις αναφορικά με την παρεχόμενη ανατροφοδότηση. Συγκεκριμένα, υπογραμμίστηκε η ανάγκη ύπαρξης ανατροφοδότησης, όταν η πορεία τους είναι ευθεία και χωρίς εμπόδια, έτσι ώστε να γίνεται αντιληπτό ότι η συσκευή λειτουργεί κανονικά και δεν υπάρχει κάποιος επικείμενος κίνδυνος (Tachiquin et al., 2021).

Επιπρόσθετα, οι ίδιοι οι ερευνητές τόνισαν την ανάγκη προσθήκης GPS μελλοντικά στη συσκευή για παροχή καλύτερων αποτελεσμάτων (Nandalal et al., 2021).

Επόμενη συσκευή που εξετάστηκε είναι τα έξυπνα τηλέφωνα. Τα smart phones είναι μία ελαφριά φορητή συσκευή που έχει ενσωματωμένες δωρεάν εφαρμογές που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των ατόμων με προβλήματα όρασης (Abraham et al., 2021· See at al., 2022). Είναι, επίσης, μία επιλογή που δεν στιγματίζει κοινωνικά το χρήστη, αφού πλέον η πλειοψηφία του πληθυσμού χρησιμοποιεί τις συγκεκριμένες συσκευές (Senjam, 2021· Beniwal & Senjam, 2023· Walkawi et al., 2023). Ένα ακόμη θετικό των κινητών τηλεφώνων είναι πως τα άτομα που διαμένουν σε αναπτυγμένες χώρες τα έχουν προμηθευτεί για γενικότερη χρήση στην καθημερινότητά τους, πράγμα που σημαίνει ότι δε χρειάζεται να αγοράσουν κάποια επιπλέον συσκευή για την πλοήγησή τους (Walkawi et al., 2023).

Παρά τις σχετικά χαμηλές τιμές των έξυπνων τηλεφώνων, όμως, οι κάτοικοι των αναπτυσσόμενων χωρών μπορεί να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην απόκτησή τους (Abraham et al., 2021). Σύμφωνα με τους El-Taher et al. (2023) το 40% των ανθρώπων με προβλήματα όρασης ή τύφλωση δε χρησιμοποιεί την τεχνολογία είτε λόγω έλλειψης οικονομικής δυνατότητας είτε λόγω τεχνολογικού αναλαβητισμού.

Επιπλέον, παρατηρείται πως οι άνθρωποι μεγαλύτερων ηλικιών δεν ήταν καθόλου εξοικειωμένοι με τη χρήση Smartphone και έχρηζαν καθοδήγησης είτε από τους οικείους τους είτε από κάποιον φροντιστή σχετικά με το εν λόγω θέμα (Abraham et al., 2021). Οι Bala et al. (2023) υπογραμμίζουν πως τα άτομα με ηλικία μεγαλύτερη των 50 ετών δεν χειρίζονται με άνεση τα τεχνολογικά επιτεύγματα.

Εκτός από το πρόβλημα προσβασιμότητας που υπάρχει σε κάποιες χώρες, μειονέκτημα των έξυπνων τηλεφώνων αποτελεί και το γεγονός ότι τις περισσότερες φορές

για τη χρήση τους απαιτείται η απασχόληση του ενός χεριού (Walkawi et al., 2023). Αυτό, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, καθιστά εν δυνάμει επισφαλή την μετακίνηση του ατόμου με προβλήματα όρασης.

Κάτι ακόμη που πρέπει να επισημανθεί είναι το γεγονός πως τα έξυπνα τηλέφωνα έχουν τη δυνατότητα εντοπίζουν και να αναγνωρίζουν εμπόδια μόνο εντός σχετικά μικρών αποστάσεων και οι εφαρμογές τους χρειάζονται υπολογίσιμο χρόνο για την επεξεργασία των δεδομένων (Walkawi et al., 2023). Τα χαρακτηριστικά αυτά πιθανότατα να δημιουργήσουν κωλύματα τόσο αναφορικά με την ασφάλεια κατά την πλοήγηση όσο και με την ταχύτητα αυτής (Walkawi et al., 2023).

Τέλος, αρκετοί χρήστες θεώρησαν πως η ακουστική ανατροφοδότηση που παρέχεται από τη συσκευή είναι δυσλειτουργική (Walkawi et al., 2023). Σύμφωνα με τους Tan et al. (2023) τα smart phones δεν έχουν φτάσει ακόμα τις υπηρεσίες τους στο επιθυμητό και εφικτό επίπεδο που θα μπορούσαν.

Στη συνέχεια, έγινε αναφορά στη χρήση της τεχνολογίας ρομπότ. Η λύση αυτή φαίνεται να ικανοποιεί τους χρήστες μιας και τα ποσοστά επιτυχίας της είναι υψηλά. Τα ρομπότ έχουν το πλεονέκτημα πως αντικαθιστούν την παρουσία ενός συνοδού χωρίς όμως το άτομο με προβλήματα όρασης να νιώθει πως επιβαρύνει κάποιον ή ότι περιορίζεται η ανεξαρτησία του. Επιπλέον, όταν γίνεται χρήση του ρομπότ σε εσωτερικούς χώρους, μπορεί να εξυπηρετήσει πολλά διαφορετικά άτομα (Albogammy et al., 2021) . Απαραίτητη προϋπόθεση για όλα αυτά, βέβαια, είναι η παροχή από κάποιον φορέα ή η δυνατότητα αγοράς ενός τέτοιου ρομπότ.

Τελευταία υποστηρικτική τεχνολογία που εξετάστηκε παραπάνω είναι οι βομβητές. Στα θετικά τους συγκαταλέγεται το ότι είναι εύχρηστοι και οικονομικοί (Abreu et al., 2020). Η απόδοση τους σύμφωνα με τους Sen et al. (2018) είναι εξαιρετική και κατά τους Abreu et

al. (2020) αγγίζει το 89%. Οι βομβητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια συνδυαστικά είτε με σκύλους οδηγούς είτε με κάποιο μπαστούνι (Abreu et al., 2020).

Όσον αφορά τα αρνητικά της τεχνολογίας αυτής πρέπει να αναφερθεί η αύξηση του χρόνου πλοήγησης που έχει παρατηρηθεί (Abreu et al., 2020). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο χρόνο που χρειάζεται ο χρήστης, για να επεξεργαστεί την ανατροφοδότηση, και ίσως βελτιωθεί με την εξοικείωσή του με τη χρήση των βομβητών (Abreu et al., 2020). Κάποια άλλα μειονεκτήματα που θα ήταν καλό να επισημανθούν είναι η επιρροή της θερμοκρασίας στη λειτουργία αυτών των συσκευών καθώς και η αδυναμία ανίχνευσης αντικειμένων πολύ μικρού πάχους (Sen et al., 2018).

Μετά από αυτό το πρώτο επίπεδο αξιολόγησης της εκάστοτε κατηγορίας υποστηρικτικής τεχνολογίας για άτομα με προβλήματα όρασης μπορούν να εξαχθούν τα τελικά και πολύ χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με τις δυσκολίες και τις προτιμήσεις των ατόμων αυτών αφενός και αφετέρου με τις ενδεχόμενες δυνατές βελτιώσεις από την πλευρά των κατασκευαστών.

Αρχικά, μία από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα άτομα με προβλήματα όρασης ή τύφλωση στο σύγχρονο περιβάλλον είναι η αυτόνομη πλοήγηση σε άγνωστους χώρους (Romeo et al., 2022, El- Taher et al., 2023, Walkawi et al., 2023). Σε ανοίξεις περιοχές στις οποίες πλοηγούνται μόνα τους τα άτομα αισθάνονται άγχος, φόβο και ανασφάλεια, αισθήματα που πιθανόν προκύπτουν λόγω παλαιότερων άσχημων εμπειριών, όπως κάποια πτώση (Tachiquin et al., 2021· Walkawi et al., 2023). Μάλιστα, αναφέρεται πως το 60% των ατόμων με οπτικά προβλήματα έχει τραυματιστεί μία τουλάχιστον φορά στη ζωή του (El- Taher et al., 2023).

Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της ομάδας ανθρώπων συνήθως ζητάει βοήθεια από κάποιον βλέποντα γεγονός που μειώνει την ανεξαρτησία του ατόμου (El- Taher et al., 2023· Walkawi et al., 2023).

Επομένως, γίνεται αντιληπτό πως ένα μέρος της ανεξαρτησία στους συχνά θυσιάζεται στο βωμό της ασφαλούς μετακίνησης. Μία δεύτερη τεχνική που χρησιμοποιείται για την ασφαλή μετακίνηση σε άγνωστα περιβάλλοντα είναι η συλλογή πληροφοριών για την περιοχή πριν την έναρξη του ταξιδιού, έτσι ώστε από την μια πλευρά να υπάρχει εξοικείωση που αυξάνει την αυτοπεποίθηση και από την άλλη να γίνει επιλογή της καταλληλότερης υπάρχουσας διαδρομής. (El- Taher et al., 2023· Walkawi et al., 2023). Σύμφωνα με τους Papadopoulos et al. (2017) , παρατηρήθηκε, μάλιστα, ότι οι απτικές και ακουστικές πληροφορίες που μπορεί να λάβει ένα άτομο με τύφλωση από τον ειδικά σχεδιασμένο χάρτη αποδεικνύονται πιο κατατοπιστικές για αυτό από ότι τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος που θα συλλέξει αν κάνει μόνο του πρώτη φορά τη συγκεκριμένη διαδρομή.

Τα άγνωστα μέρη παρόλα αυτά παραμένουν μια σημαντική πρόκληση (El- Taher et al., 2023· Walkawi et al., 2023). Για όλους τους προαναφερθέντες λόγους είναι προτιμητέες οικείες διαδρομές πράγμα που συνεπάγεται και την ταυτόχρονη αύξηση της ανεξαρτησίας (El- Taher et al., 2023). Η επαναλαμβανόμενη χρήση μιας διαδρομής, δηλαδή, συμβάλλει θετικά στην αύξηση της αυτοπεποίθησης (Papadopoulos et al., 2017) Καθίσταται, πάντως, σαφές πως η απόκτηση πλήρους συνειδητοποίησης ενός χώρου, είτε οικείου είτε ανοίκειου, είναι πάρα πολύ δύσκολη για τα άτομα αυτά (Romeo et al., 2022).

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα άτομα με προβλήματα όρασης σε εξωτερικούς εν γένει χώρους ποικίλουν. Η πλοήγηση τους σε μέρη με συνωστισμό εξ ορισμού καθίσταται δύσκολη (El- Taher et al., 2023). Μία άλλη υπολογίσιμη παράμετρος είναι η διέλευση ποδηλάτων τα οποία δεν κινούνται εντός των προβλεπόμενων ορίων των

ποδηλατόδρομων (El- Taher et al., 2023). Έτσι, λοιπόν, αυξάνεται ο κίνδυνος σύγκρουσης με κινούμενα αντικείμενα (El- Taher et al., 2023).

Ένα ακόμη θέμα που πρέπει να αντιμετωπιστεί για την ασφάλεια των ατόμων με προβλήματα όρασης είναι η έγκαιρη ενημέρωση των διάφορων εφαρμογών που χρησιμοποιούνται κατά την πλοήγηση για τις διάφορες προσωρινές αλλαγές που μπορεί να συναντήσει κανείς στο οδικό δίκτυο. Ενδεικτικά, καλό είναι να υπάρχει ενημέρωση για έργα ή κλειστές οδούς (El- Taher et al., 2023).

Η διέλευση δρόμου είναι ένα εξίσου δύσκολο εγχείρημα. Οι κυβερνήσεις οφείλουν να μεριμνούν για την τοποθέτηση ηχητικών φαναριών με σκοπό τη διευκόλυνση των ατόμων με προβλήματα όρασης (El- Taher et al., 2023). Το πεζοδρόμιο αναμφισβήτητα είναι το ασφαλέστερο μέρος για κίνηση και μάλιστα η ύπαρξη απτικού οδοστρώματος, για παράδειγμα με ριγέ υφές, κρίνεται ιδιαίτερα επωφελής (El- Taher et al., 2023).

Καταλήγοντας, οι ενέργειες των βλεπόντων σε ορισμένες περιστάσεις μπορεί να είναι εκείνες που δυσχεραίνουν ακόμα περισσότερο τη ζωή των ατόμων με προβλήματα όρασης (Abraham et al., 2021). Οι βλέποντες κάποιες φορές λόγω έλλειψης γνώσης και κάποιες άλλες λόγω έλλειψης ενδιαφέροντος και ενσυναίσθησης αδυνατούν να διευκολύνουν την καθημερινή μετακίνηση του συγκεκριμένο πληθυσμού.

Προκλήσεις υπάρχουν σίγουρα και εντός εσωτερικών χώρων. Θα μπορούσαν, ενδεικτικά, να αναφερθούν ο εντοπισμός σκάλας ή σκαλοπατιών (Zhang et al., 2022). Επιπρόσθετα, μέσα σε ογκώδη κτίρια συχνό φαινόμενο είναι να μη λειτουργούν οι υπηρεσίες GPS λόγω έλλειψης σήματος , πράγμα προβληματικό για τον ορθό προσανατολισμό των χρηστών(Tachiquin et al., 2021).

Τα άτομα με προβλήματα όρασης φαίνεται να προτιμούν κάποιες υποστηρικτικές τεχνολογίες έναντι άλλων λόγων συγκεκριμένων χαρακτηριστικών τους. Ειδικότερα, προτιμούν τις συσκευές εκείνες που δεν κεντρίζουν την προσοχή των συμπολιτών τους. Η διακριτική εμφάνιση ή η χρήση μιας συσκευής και από τον τυπικό πληθυσμό αποτελεί κριτήριο επιλογής της (Dos Santos et al., 2020). Γενικότερα, η αποφυγή του κοινωνικού στιγματισμού είναι ένα στοιχείο εξέχουσας σημασίας για τα άτομα αυτά (Dos Santos et al., 2020· Mataro et al., 2023).

Άλλος βασικός παράγοντας για την επιλογή ή την απόρριψη μιας υποστηρικτικής τεχνολογίας είναι η αποθήκευση ή μη προσωπικών δεδομένων. Όπως έχει γίνει αντιληπτό από όλες τις επιλογές των ατόμων αυτών, πασχίζουν για την ανεξαρτησία τους. Επομένως, είναι απόλυτα φυσιολογικό να μην επιθυμούν την αποθήκευση, για παράδειγμα τοποθεσιών που επισκέφθηκαν, δεδομένων, δηλαδή, που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθησή τους (Kuriakose et al., 2022).

Σημαντικός παράγοντας επιλογής μίας υποστηρικτικής τεχνολογίας που να μπορεί να παρέχει σωστή και γρήγορη πλοήγηση στον χώρο αποτελεί και η ορθή ανατροφοδότηση. Δύο είναι τα προβλήματα που εντοπίζονται στον συγκεκριμένο τομέα. Αρχικά, μπορεί οι πληροφορίες που παρέχονται στο χρήστη από την εκάστοτε υποστηρικτική τεχνολογία να είναι υπερβολικά πολλές και μη διαχειρίσιμες ως προς τον όγκο τους, ελλιπής ή ακατάλληλες (Kuriakose et al., 2022). Σε όλες τις περιπτώσεις δημιουργείται σύγχυση στο χρήστη. Οι Papadopoulos et al. (2016) συστήνουν στους κατασκευαστές υποστηρικτικής τεχνολογίας να δίνουν προτεραιότητα όχι μόνο στις καίριες πληροφορίες αλλά και σε αυτές που ένα άτομο θα συναντήσει πιο συχνά.

Επιπλέον, μπορεί ο χρόνος ανάδρασης να μην έχει την απαιτούμενη ταχύτητα με αποτέλεσμα όχι μόνο την καθυστέρηση ολοκλήρωσης της διαδρομής αλλά και την αύξηση

της πιθανότητας κάποιου τραυματισμού (Kuriakose et al., 2022). Τόσο η αποκωδικοποίηση μιας εικόνας μέσω μια υποστηρικτικής τεχνολογίας, όσο και η μετάδοση πληροφοριών και λήψη απόφασης από το χρήστη είναι χρονοβόρες διαδικασίες (Tachinquin et al., 2021). Η έγκαιρη πληροφόρηση και λήψη μιας εύστοχης απόφασης στην προκειμένη περίπτωση είναι ζωτικής σημασίας. Επομένως, οι δυνατότητες κάθε προτεινόμενης συσκευής εξετάζονται εξονυχιστικά από το χρήστη πριν την τελική επιλογή του.

Τέλος το είδος της ανατροφοδότησης είναι εξίσου σημαντικό. Η πλειοψηφία των ανθρώπων με προβλήματα όρασης ή τύφλωση χρησιμοποιεί την ακοή ή την όσφρηση, για να αφουγκραστεί τις συνθήκες του περιβάλλοντος και να μπορέσει να συλλέξει όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για αυτό (Kuriakose et al., 2022). Καταλληλότερο είδος ανατροφοδότησης κρίθηκε η δόνηση. Οι φωνητικές ενδείξεις κρίνονται ως επισφαλές μέσο πλοήγησης από τους περισσότερους ερευνητές, αφενός, γιατί σε θορυβώδη περιβάλλοντα δε θα είναι σε θέση να επιτελέσουν το σκοπό τους, και αφετέρου, γιατί μπορεί η ηχητική ανατροφοδότηση να λειτουργήσει αντιστρόφως ανάλογα, δηλαδή να αποσπάσει την προσοχή του χρήστη και να τον θέσει σε κίνδυνο (Tachiquin et al., 2021· Bala et al., 2023). Σύμφωνα με τους Bhattacharya & Asari (2021) η ηχητική πληροφόρηση του χρήστη στις περισσότερες περιπτώσεις τον εμποδίζει και ελάχιστες φορές τον ωφελεί. Η διάκριση πολλών ηχητικών ενδείξεων που ακούγονται ταυτόχρονα καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη (Romeo et al., 2022). Παρά τους προβληματισμούς που εγείρονται σχετικά με τη χρήση ακουστικής ανάδρασης, σύμφωνα με τους Papadopoulos et al. (2018) αυτή αποτελεί σημαντική ανατροφοδότηση για την υποστήριξη των ατόμων με τύφλωση, καθώς η ακοή συμβάλλει στη μνήμη. Πιο αποτελεσματική, ωστόσο, έχει αποδειχθεί η χρήση της πριν την έναρξη μιας διαδρομής, αφού στο φυσικό περιβάλλον ελλοχεύουν οι λοιποί κίνδυνοι που προαναφέρθηκαν (Papadopoulos et al., 2017).

Κατά τη χρήση μιας υποστηρικτικής τεχνολογίας βασικό είναι, επίσης, να μην απαιτείται η συμβολή των χεριών. Η απασχόληση έστω και του ενός χεριού δυσκολεύει τον χρήστη και μετά από κάποια ώρα χρήσης η μεταφορά της συσκευής καθίσταται κοπιαστική (Tachiquin et al., 2021).

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι κατά τον σχεδιασμό των υποστηρικτικών τεχνολογιών θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη διάφορες παράμετροι. Πρώτον, οι κατασκευαστές οφείλουν να προσαρμόζουν τον σχεδιασμό των παραγόμενων προϊόντων με τις απαιτήσεις των χρηστών (El-Taher et al., 2023). Λόγω των ετερόκλιτων χαρακτηριστικών της ομάδας αυτής είναι αναγκαίο να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην μελέτη και κατανόηση των απαιτήσεων αυτών (Walkawi et al., 2023).

Με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών που αναφέρθηκαν παραπάνω και με σκοπό την άρση των περιορισμών καλό θα ήταν να υπάρξουν κάποιες τροποποιήσεις στο σχεδιασμό υποστηρικτικών συσκευών. Πιο αναλυτικά, προτιμητέο θα ήταν η ανατροφοδότηση να δίνεται στους χρήστες με παραπάνω από έναν τρόπους, έτσι ώστε να υπάρχει προσαρμοστικότητα τόσο στις προτιμήσεις του χρήστη όσο και στις εκάστοτε περιστάσεις (Kuriakose et al., 2022). Όταν μία συσκευή παρέχει πολλές λειτουργίες , οι χρήστες νιώθουν μεγαλύτερη βεβαιότητα για την αποδοτικότητά της (Bala et al., 2023).

Στις περιπτώσεις, μάλιστα, που η ανατροφοδότηση θα γίνεται λεκτικά, τα άτομα με προβλήματα όρασης αιτήθηκαν να υπάρξει αντικατάσταση της φωνής ρομπότ από ανθρώπινη ομιλία (Ali, 2023). Είναι σημαντικό για τα άτομα αυτά να αισθάνονται όλες τις παρεχόμενες λειτουργίες σαν φυσικές χωρίς ωστόσο να υπάρχει η υπόνοια ότι επιβαρύνουν κάποιων συνάνθρώπό τους.

Βαρύτητα, επίσης, πρέπει να δοθεί και στην κατάλληλη ποσότητα των μηνυμάτων (Miyake et al., 2020). Ο μεγάλος όγκος είτε λεκτικών είτε απτικών ανατροφοδοτήσεων

πιθανότητα θα προκαλέσει σύγχυση στο χρήστη. Τα ενδεχόμενα αποτελέσματα αυτής της δυσχερούς κατάστασης είναι η λήψη λανθασμένης απόφασης ή η αργοπορία στη λήψη μιας απόφασης. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, και τα δύο αυτά ενδεχόμενα ελλοχεύουν κινδύνους για το άτομο με προβλήματα όρασης.

Έπειτα, ευεργετικό θα ήταν να μπορεί ο χρήστης να επιλέγει μέσω συγκεκριμένων ρυθμίσεων την αποθήκευση ή όχι προσωπικών του δεδομένων (Kuriakose et al., 2022). Είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά την έναρξη χρήσης μίας συσκευής ή εφαρμογής να υπάρχει ενημέρωση για τα δεδομένα που καταγράφονται κατά τη λειτουργία της. Παράλληλα, πρέπει να ήταν να δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει τα στοιχεία εκείνα για τα οποία συναινεί να αποθηκευτούν. Το κομμάτι αυτό αποτελεί τμήμα της αυτοδιάθεσης κάθε ατόμου, τμήμα των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, και δεν πρέπει επουδενί να παραβιάζεται.

Οι ψυχοκοινωνικοί παράγοντες πρέπει, επίσης, να προσμετρώνται εξίσου με τη λειτουργικότητα της συσκευής μιας και αποτελούν αιτία εγκατάλειψης ή συνέχισης χρήσης της (Dos Santos et al., 2020). Ο κοινωνικός στιγματισμός και η περιθωριοποίηση είναι ευαίσθητα σημεία της ζωής κάθε ανθρώπου. Για το λόγο αυτό φαίνεται να υπάρχει ιδιαίτερη προτίμηση σε φορητές συσκευές , όπως τα smart phones, τα γυαλιά ή συσκευές που μπορεί να καλυφθούν από την ένδυση του χρήστη, έτσι ώστε να αποφεύγεται η παρατήρηση από άλλα άτομα του κοινωνικού περιβάλλοντος.

Μία ακόμη λειτουργία που έχει περιθώρια βελτίωσης είναι αυτή της αναγνώρισης των εμποδίων. Η γνωστοποίηση του ονόματος ή του είδους του εμποδίου από όλες τις υπάρχουσες υποστηρικτικές συσκευές θα έκανε το χρήστη ασφαλώς να αισθάνεται μεγαλύτερη άνεση (See et al., 2022· Walkawi et al., 2023).

Δεδομένη θεωρείται πλέον η ανάγκη για φορητότητα, πρακτικότητα, απουσία πολυπλοκότητας και χαμηλό κόστος (Kuriakose et al., 2022· El-Taher et al., 2023). Αυτά τα

τέσσερα χαρακτηριστικά θεωρούνται στις μέρες μας προαπαιτούμενα για την υιοθέτηση χρήσης μιας συσκευής.

Είναι εμφανές ότι παρά τα τεχνολογικά άλματα που πραγματοποιούνται στις μέρες μας δεν έχουμε φτάσει ακόμα στο επιθυμητό σημείο. Δεν υπάρχει, δηλαδή, σήμερα μία συσκευή που να μπορεί καλύψει όλες απαιτούμενες λειτουργίες για την ασφαλή μετακίνηση των ατόμων με προβλήματα όρασης (Senjam, 2021). Ο συνδυασμός πολλών συσκευών και η απαραίτητη γνώση διαφόρων τεχνολογιών ταλαιπωρεί ιδιαίτερα τα άτομα του συγκεκριμένου πληθυσμού.

Πολλές υπάρχουσες τεχνολογίες φαίνεται να λειτουργούν αποτελεσματικά σε ένα θεωρητικό πλαίσιο, αλλά αυτό διαψεύδεται κατά τη χρήσης τους στις πολύ απαιτητικές συνθήκες καθημερινής διαβίωσης (Kuriakose et al., 2022). Κάποιες άλλες καλύπτουν τον εντοπισμό μόνο συγκεκριμένου τύπου εμποδίων (El-Taher et al., 2023). Τα περιθώρια βελτίωσης, όπως φαίνεται και από τις παραπάνω προτάσεις για μελλοντική κατασκευή συσκευών, είναι πολλά (Miyake et al., 2020).

Ανακεφαλαιώνοντας, σύμφωνα με τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας τα άτομα με προβλήματα όρασης είναι μία εξαιρετικά ευάλωτη ομάδα του πληθυσμού (Zhang et al., 2022) . Είναι μία από τις τρεις μεγαλύτερες κατηγορίες ειδικών αναγκών παγκοσμίως και οι απαιτήσεις για την καθημερινή τους διαβίωση καθημερινά είναι τεράστιες (Zhang et al., 2022). Για την αρωγή τους έχουν εφευρεθεί βοηθητικές συσκευές τεχνολογίας που εξελίσσονται και αυξάνονται αριθμητικά επί μονίμου βάσεως (See et al., 2022).

Ο σχεδιασμός υποστηρικτικών τεχνολογιών είναι ένας τομέας που απαραίτητο είναι να συνδυάζει ιατρικές με ανθρωπιστικές συνθήκες (Kuriakose et al., 2022). Η ανάπτυξή τους προσφέρει νέες ευκαιρίες και βοήθεια στην αντιμετώπιση των προκλήσεων (Senjam,

2021). Η Κίνα είναι η χώρα με τη μεγαλύτερη ζήτηση και κατασκευή υποστηρικτικών συσκευών παγκοσμίως (Yunan et al., 2021).

Πολλές φορές τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα άτομα με προβλήματα όρασης δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτά από τους βλέποντες συνανθρώπους τους (Patil et al., 2022). Η ευαισθητοποίηση του κοινού είναι ένας παράγοντας που σαφέστατα θα μπορούσε να διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την πλοήγηση των ατόμων αυτών για την ολοκλήρωση καθημερινών δραστηριοτήτων (El-TaHER et al., 2023).

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθούν οι περιορισμοί της έρευνας. Δε μελετήθηκε βιβλιογραφία πέραν της αγγλοσαξονικής και χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις βάσεις δεδομένων (Google Scholar, Academia, Research Gate και Pub Med) και κάποια επιστημονικά περιοδικά. Επιπλέον, το χρονολογικό εύρος της μία δεκαετίας (2013-2023) που επιλέχθηκε μπορεί να δημιουργήσει τους δικούς του περιορισμούς. Γίνεται, επομένως, αντιληπτό ότι ο ίδιος ο ερευνητικός σχεδιασμός, όπως είναι αναμενόμενο, εστιάζει σε συγκεκριμένα τμήματα της έρευνας. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να μελετήσουν και άλλες βάσεις δεδομένων, αλλόγλωσσα άρθρα καθώς και άλλα χρονολογικά διαστήματα για την εκπόρευση συμπληρωματικών συμπερασμάτων.

ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Σε πρακτικό επίπεδο τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας μπορούν να φανούν χρήσιμα σε ερευνητές. Μέσω των υπάρχουσών εφαρμογών διαφαίνονται οι προτιμήσεις των ατόμων με οπτική αναπηρία αλλά και οι αντιξοότητες με τις οποίες αυτά έρχονται καθημερινά αντιμέτωπα. Έπειτα, λοιπόν, από τη αναλυτική παρουσίαση των ιδιοτήτων των υφιστάμενων προϊόντων υποστηρικτικής τεχνολογίας, οι κατασκευαστές μεμονωμένα ή γενικότερα οι εταιρείες που ασχολούνται με παραγωγή υποστηρικτικής τεχνολογίας για άτομα με προβλήματα όρασης μπορούν να αντλήσουν σημαντικές πληροφορίες για τον ορθό σχεδιασμό και τη δημιουργία μίας συσκευής που να είναι ικανή να καλύψει όλες τις προαναφερθείσες ανάγκες. Άλλωστε, από τις έως τώρα αναφορές γίνεται αντιληπτό ότι τα προϊόντα που υπάρχουν αυτή τη στιγμή στην αγορά καλύπτουν εν μέρει της ανάγκες του συγκεκριμένου πληθυσμού αλλά με τις κατάλληλες προσθήκες και τροποποιήσεις η καθημερινότητα των ατόμων αυτών όσον αφορά τον τομέα της μετακίνησης και του αισθήματος της αυτοπεποίθησης και της ασφάλειας μπορεί να βελτιωθεί αισθητά.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abraham, C. H., Boadi-Kusi, B., Morny, E. K. A., & Agyekum, P. (2022). Smartphone usage among people living with severe visual impairment and blindness. *Assistive Technology*, 34(5), 611-618. <https://doi.org/10.1080/10400435.2021.1907485>
- Abreu, D., Codina, B., Toledo, J., & Suárez, A. (2022). Validation of an eBAT as a mobility aid for blind people. *Assistive Technology*, 34(2), 195-203. <https://doi.org/10.1080/10400435.2020.1743380>
- Agrawal, S. (2023). Assistive Robotics for Empowering Humans with Visual Impairments to Independently Perform Day-to-day Tasks. AAMAS '23: Proceedings of the 2023 International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, May 2023, 3023-3025.
- Al-Smadi, P., Al-Qaryouti, T., Rehan, A., Assi, H., & Alsharea, A. (2023). A Navigation Tool for Visually Impaired and Blind People. *The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics*, 22, 119-126. <https://doi.org/10.55549/epstem.1338545>.
- Alayon, J. R., Corciega, V. G. D., Genebago, N. M. L., Hernandez, A. B. A., Labitoria, C. R. C., & Tolentino, R. E. (2020, June). Design of Wearable Wrist Haptic Device for Blind Navigation using Microsoft Kinect for xbox 360. In 2020 4th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)(48184) (pp. 1005-1010). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICOEI48184.2020.9143005>
- Albogamy, F., Alotaibi, T., Alhawdan, G., & Mohammed, F. (2021). SRAVIP: Smart Robot Assistant for Visually Impaired Persons. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(7).

- Ali, Z. A. (2023). Design and evaluation of two obstacle detection devices for visually impaired people. *Journal of Engineering Research*, 100132.
<https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.100132>
- Ashrafuzzaman, M., Saha, S., Uddin, N., Saha, P. K., Hossen, S., & Nur, K. (2021, August). Design and development of a low-cost smart stick for visually impaired people. In *2021 International Conference on Science & Contemporary Technologies (ICSCT)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSCT53883.2021.9642500>
- Bala, M. M., Vasundhara, D. N., Haritha, A., & Moorthy, C. V. (2023). Design, development and performance analysis of cognitive assisting aid with multi sensor fused navigation for visually impaired people. *Journal of Big Data*, 10(1), 21.
<https://doi.org/10.1186/s40537-023-00689-5>
- Barontini, F., Catalano, M. G., Pallottino, L., Leporini, B., & Bianchi, M. (2020). Integrating wearable haptics and obstacle avoidance for the visually impaired in indoor navigation: A user-centered approach. *IEEE transactions on haptics*, 14(1), 109-122.<https://doi.org/10.1109/TOH.2020.2996748>
- Beniwal, A., & Senjam, S. S. (2023). Smartphone—a third eye of people with blindness. *BOHR International Journal of Current Research in Optometry and Ophthalmology*, 2(1), 33-34. <https://doi.org/10.54646/bijcroo.2023.30>
- Bhattacharya, A., & Asari, V. K. (2021, October). Wearable walking aid system to assist visually impaired persons to navigate sidewalks. In *2021 IEEE Applied Imagery Pattern Recognition Workshop (AIPR)* (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/AIPR52630.2021.9762132>

- Biswas, M., Chaki, S., Ahammed, F., Anis, A., Ferdous, J., Siddika, A. M., ... & Gaur, L. (2022, February). Prototype development of an assistive smart-stick for the visually challenged persons. In *2022 2nd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)* (Vol. 2, pp. 477-482). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICIPTM54933.2022.9754183>
- Brouwer, D. M., Sadlo, G., Winding, K., & Hanneman, M. I. (2008). Limitations in mobility: experiences of visually impaired older people. *British Journal of Occupational Therapy*, 71(10), 414-421. <https://doi.org/10.1177/030802260807101003>
- Chang, W. J., Chen, L. B., Sie, C. Y., & Yang, C. H. (2020). An artificial intelligence edge computing-based assistive system for visually impaired pedestrian safety at zebra crossings. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 67(1), 3-11 . <https://doi.org/10.1109/TCE.2020.3037065>
- Chehade, J., Abou Haydar, G., Hayek, A., Boercsoek, J., & Olmedo, J. J. S. (2020, December). Design and implementation of smart shoes for blind and visually impaired people for more secure movements. In *2020 32nd International Conference on Microelectronics (ICM)* (pp. 1-6). IEEE. [10.1109/ICM50269.2020.9331779](https://doi.org/10.1109/ICM50269.2020.9331779)
- Chen, Y., Xu, Z., Jian, Z., Tang, G., Yang, L., Xiao, A., ... & Liang, B. (2023, May). Quadruped guidance robot for the visually impaired: A comfort-based approach. In *2023 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* (pp. 12078-12084). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRA48891.2023.10160854>
- Dey, N., Ankita, P., Ghosh, P., Mukherjee, C., De, R., & Dey, S. (2018). Ultrasonic Sensor Based Smart Blind Stick. *Proceeding of 2018 IEEE International Conference on*

Current Trends toward Converging Technologies, Coimbatore, India, 1-4.

<https://doi.org/10.1109/ICCTCT.2018.8551067>

Dharan, D., Kumar, S., & Getsy, D. M. (2021, July). Visually impaired smart assistance. In *2021 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)* (pp. 1-3). IEEE. . <https://doi.org/10.1109/ICSCAN53069.2021.9526495>

El-Taher, F. E. Z., Miralles-Pechuán, L., Courtney, J., Millar, K., Smith, C., & McKeever, S. (2023). A Survey on Outdoor Navigation Applications for People With Visual Impairments. *IEEE Access*, *11*, 14647-14666. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3244073>

Gend, M., Pathan, S., Shedge, C., & Potdar, D. P. (2021). Smart Ultrasonic Walking Stick for Visually Impaired People. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT)*, *6*(1), 680-687. 10.48175/IJARSCT-1460680

Grover, S., Hassan, A., Yashaswi, K., & Shinde, N. K. (2020). Smart blind stick. *SSRG International Journal of Electronics and Communication Engineering*, *7*(5), 19-23.

Jaiswal, V., Singh, N., Mishra, S., & Singh, G. Blind Person Smart Helmet. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.44716>

Jubril, A. M., & Samuel, S. J. (2021). A multisensor electronic traveling aid for the visually impaired. *Technology and Disability*, *33*(2), 99-107. <https://doi.org/10.3233/TAD-200280>

Kaur, P., Ganore, M., Doiphode, R., Garud, A., & Ghuge, T. (2017). Be My Eyes: Android App for visually impaired people. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12307.48164>

- Kayukawa, S., Sato, D., Murata, M., Ishihara, T., Kosugi, A., Takagi, H., ... & Asakawa, C. (2022, August). How Users, Facility Managers, and Bystanders Perceive and Accept a Navigation Robot for Visually Impaired People in Public Buildings. In 2022 31st IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) (pp. 546-553). IEEE. [https://doi.org/ 10.1109/RO-MAN53752.2022.9900717](https://doi.org/10.1109/RO-MAN53752.2022.9900717)
- Kamaludina, H. M., Mahmooda, H. N., Ahmada, H.A., Omara, C., & Yusofb, A. M. (2015) Sonar Assistive Device for Visually Impaired People. *Jurnal Teknologi Sciences & Engineering*, 73(6), 37-41. <https://doi.org/10.11113/jt.v73.4404>
- Kedia, R., Sobti, A., Rungta, M., Chandoliya, S., Soni, A., Meena, A. K., ... & Arora, C. (2019, January). MAVI: Mobility assistant for visually impaired with optional use of local and cloud resources. In *2019 32nd International Conference on VLSI Design and 2019 18th International Conference on Embedded Systems (VLSID)* (pp. 227-232). IEEE. . [https://doi.org/ 10.1109/VLSID.2019.00058](https://doi.org/10.1109/VLSID.2019.00058)
- Kramomthong, P., Pintavirooj, C., & Paing, M. P. (2021, November). Smart cane for assisting visually impaired people and the blind. In *2021 13th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/BMEiCON53485.2021.9745212>
- Kumar, N., & Jain, A. (2021, December). Smart navigation detection using deep-learning for visually impaired person. In *2021 IEEE 2nd International Conference On Electrical Power and Energy Systems (ICEPES)* (pp. 1-5). IEEE. . <https://doi.org/10.1109/ICEPES52894.2021.9699479>

- Kuriakose, B., Shrestha, R., & Sandnes, F. E. (2022). Tools and technologies for blind and visually impaired navigation support: a review. *IETE Technical Review*, 39(1), 3-18. <https://doi.org/10.1080/02564602.2020.1819893>
- Mahalakshmi, Y. S., & Sarala, D. (2022). Arduino and UV Sensors Embedded Assistive Hat for Visually Impaired. *Journal For Basic Science*, 22(12)
- Malkawi, A., Kamaruddin, A., Halin, A. A., & Admodisastro, N. (2023). Listening to the Voice of People with Vision Impairment. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(4).
- Markus, E. D., Kulor, F., Apprey, M. W., & Agbevanu, K. T. (2022). Low-cost electronic bamboo walking stick: an innovative assistive mobility aid for the blind. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 20(4), 883-891. <http://doi.org/10.12928/telkomnika.v20i4.23758>
- Marzec, P., & Kos, A. (2019, June). Low energy precise navigation system for the blind with infrared sensors. In *2019 MIXDES-26th International Conference "Mixed Design of Integrated Circuits and Systems"* (pp. 394-397). IEEE. <https://doi.org/10.23919/MIXDES.2019.8787093>
- Mataró, T. V., Masulli, F., Rovetta, S., Cabri, A., Traverso, C., Capris, E., & Torretta, S. (2017, September). An assistive mobile system supporting blind and visual impaired people when are outdoor. In *2017 IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RTSI.2017.8065886>

- Meenakshi, R., Ponnusamy, R., Alghamdi, S., Khalaf, O., & Alotaibi, Y. (2022). Development of Mobile App to Support the Mobility of Visually Impaired People. *Computers, Materials & Continua*, 73, 3473-3495. <http://dx.doi.org/10.32604/cmc.2022.028540>
- Miyake, A., Hirao, M., Goto, M., Takayama, C., Watanabe, M., & Minami, H. (2020, October). A navigation method for visually impaired people: Easy to imagine the structure of the stairs. In *Proceedings of the 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (pp. 1-4). <https://doi.org/10.1145/3373625.3418002>
- Nandalal, V., Kumar, V. A., Sujitha, A., Sumitha, G., & Sureka, A. S. (2021, October). Intelligent multi-utility shoe for visually impaired persons. In *2021 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)* (pp. 1102-1108). IEEE. . <https://doi.org/10.1109/ICOSEC51865.2021.9591728>
- Nerri, I. A., Purbaningrum, E., Wijastuti, A., Andajani, S. J., & Siddik, M. A. B. (2023). Literature Review: Orientation and Mobility Assistive Technology for Students with Visual Impairment. *Journal of ICSAR*, 7(1), 37-43. <http://dx.doi.org/10.17977/um005v7i12023p37>
- Nguyen, H.Q., Duong, A.H.L., Vu, M.D., Dinh, T.Q., Ngo, H.T. (2022). Smart Blind Stick for Visually Impaired People. In: Van Toi, V., Nguyen, TH., Long, V.B., Huong, H.T.T. (eds) *8th International Conference on the Development of Biomedical Engineering in Vietnam. BME 2020. IFMBE Proceedings*, vol 85. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75506-5_12
- Neubauer, V. (2021). A prototype for robot assisted navigation for blind and visually impaired people. *Proceedings of the 1st MCI Medical Technologies Master's Conference*

- Papadopoulos, K., Barouti, M., & Koustriava, E. (2018). Differences in spatial knowledge of individuals with blindness when using audiotactile maps, using tactile maps, and walking. *Exceptional Children*, 84(3), 330-343. <https://doi.org/10.1177/0014402918764300>
- Papadopoulos, K., Koustriava, E., & Barouti, M. (2017). Cognitive maps of individuals with blindness for familiar and unfamiliar spaces: Construction through audio-tactile maps and walked experience. *Computers in Human Behavior*, 75, 376-384. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.04.057>
- Papadopoulos, K., Koustriava, E., & Koukourikos, P. (2018). Orientation and mobility aids for individuals with blindness: Verbal description vs. audio-tactile map. *Assistive Technology*, 30(4), 191-200. <https://doi.org/10.1080/10400435.2017.1307879>
- Papadopoulos, K., Charitakis, K., Kartasidou, L., Kouroupetroglou, G., Sakalli Gumus, S., Stylianidis, E., ... & Lithoxopoulos, N. (2016). User requirements regarding information included in audio-tactile maps for individuals with blindness. In *Computers Helping People with Special Needs: 15th International Conference, ICCHP 2016, Linz, Austria, July 13-15, 2016, Proceedings, Part II 15* (pp. 168-175). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41267-2_23
- Patil, R., Modi, R., Parandekar, A., & Deone, J. B. (2022). Designing Mobile Application for visually impaired and blind persons. *Available at SSRN 4108763*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4108763>
- Pavankumar, G., Jyothika, U., Neeha, S. K., Srujanumarreddy, V., Tejarohith, Y. V., & Naveenkumar, S. SMART BLIND STICK BASED ON WIRLESS SENSOR NETWORK AND INTERNET OF THINGS.

- Rajendran, P. S., Krishnan, P., & Aravindhar, D. J. (2020, November). Design and Implementation of Voice Assisted Smart Glasses for Visually Impaired People Using Google Vision API. In 2020 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA) (pp. 1221-1224). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICECA49313.2020.9297553>
- Ramana, V., Pavan, S. G., & Yaricherla, P. (2022). An Empirical Study on Development and Marketing of Object Detection for Blind People Using Artificial Intelligence. *Academy of Marketing Studies Journal*, 26(4).
- Rodriguez-Sanchez, M.C. & Moreno-Alvarez, M. & Martín, Estefanía & Borromeo, S. & Hernández Tamames, Juan Antonio. (2014). Accessible smartphones for blind users: A case study for a wayfinding system. *Expert Systems with Applications*, 1, 7210-7222. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.05.031>
- Romadhon, A. S., & Husein, A. K. (2020, July). Smart stick for the blind using Arduino. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1569, No. 3, p. 032088). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/3/032088>
- Romeo, K., Pissaloux, E., Gay, S. L., Truong, N. T., & Djoussouf, L. (2022). The MAPS: Toward a novel mobility assistance system for visually impaired people. *Sensors*, 22(9), 3316. <https://doi.org/10.3390/s22093316>
- Sathiyamoorthy, K, Marissa, M., & Madhura, R. (2023). *Application for visually impaired blindness*. Conference: Application for visually impaired people, India, Chengalpattu

- See, A. R., Sasing, B. G., & Advincula, W. D. (2022). A smartphone-based mobility assistant using depth imaging for visually impaired and blind. *Applied Sciences*, 12(6), 2802. <https://doi.org/10.3390/app12062802>
- Sen, A., Sen, K., & Das, J. (2018, October). Ultrasonic blind stick for completely blind people to avoid any kind of obstacles. In *2018 IEEE SENSORS* (pp. 1-4). IEEE. . <https://doi.org/10.1109/ICSENS.2018.8589680>
- Senjam, S. S. (2021). Smartphones as assistive technology for visual impairment. *Eye*, 35(8), 2078-2080. <https://doi.org/10.1038/s41433-021-01499-w>
- Shinde, S. H., Munot, M. V., Kumar, P., & Boob, S. (2019). Intelligent companion for blind: smart stick. *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng*, 8, 2278-3075.
- Sunitha, K. A., Giri Sai Suraj, G. S., Atchyut Sriram, G., & Savitha Sai, N. (2021). Assistive Robot For Visually Impaired People, *Journal of Physics: Conference Series*, 2089, 012056. [10.1088/1742-6596/2089/1/012056](https://doi.org/10.1088/1742-6596/2089/1/012056)
- Swamy, S., Roy, A., Chethana, S. R., & Jyotirmay, D. (2020). Design and Development of Smart Belt for Blind.
- Tachiquin, R., Velázquez, R., Del-Valle-Soto, C., Gutiérrez, C. A., Carrasco, M., De Fazio, R., ... & Vidal-Verdú, F. (2021). Wearable urban mobility assistive device for visually impaired pedestrians using a smartphone and a tactile-foot interface. *Sensors*, 21(16), 5274. <https://doi.org/10.3390/s21165274>
- Tan, H. L., Aplin, T., Gullo, H., & McAuliffe, T. (2023). Training and learning support to use smartphones and apps for people with vision impairment (PVI): A multi-site qualitative study on trainers' perspectives from Australia, Canada, and Singapore.

British Journal of Visual Impairment, 02646196231183891.

<https://doi.org/10.1177/02646196231183891>

Tanveer, M. S. R., & Hashem, M. M. A. (2016). Android Assistant EyeMate for Blind and Blind Tracker. Conference: IEEE 2015 18th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT 2015), pp.266-271, Dhaka, Bangladesh, December 21-23, (2015). Dhaka, Bangladesh, 266-271.

<https://doi.org/10.48550/arXiv.1609.01409>

Tirupal, T., Venkata Murali, B., Sandeep, M., Sunil Kumar, K., & Uday Kumar, C. (2021). Smart Blind Stick Using Ultrasonic Sensor. Journal of Remote Sensing GIS & Technology, 7(2), 34-42.

Udupa, S., Sneha, J. S., Tulasi, D. J., & Yashwanth, N. (2023). ROBOT ASSISTANCE FOR THE VISUALLY IMPAIRED. International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT), 11(6), 90-95.

Völkel, T., Kühn, R., & Weber, G. (2008). Mobility impaired pedestrians are not cars: Requirements for the annotation of geographical data. In *Computers Helping People with Special Needs: 11th International Conference, ICCHP 2008, Linz, Austria, July 9-11, 2008. Proceedings 11* (pp. 1085-1092). Springer Berlin

Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-70540-6_163

World Health Organization. (2012). Global data on visual impairments 2010. 2012. Google Scholar

Wu, J., Yang, P., Chai, Y., Zhang, K., Liang, S., Mo, J., & Liu, C. (2022, February). Smart Guide Trolley Mango: Smart Blind Guide Device Based on Raspberry Pi. In *2022 IEEE International Conference on Electrical Engineering, Big Data and Algorithms*

(EEBDA) (pp. 936-941). IEEE. . <https://doi.org/>

[10.1109/EEBDA53927.2022.9744906](https://doi.org/10.1109/EEBDA53927.2022.9744906)

Xia, K., Li, X., Liu, H., Zhou, M., & Zhu, K. (2022). IbgS: A wearable smart system to assist visually challenged. *IEEE Access*, *10*, 77810-77825. . <https://doi.org/>

[10.1109/ACCESS.2022.3193097](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3193097)

Yee, L. R., Kamaludin, H., Safar, N. Z. M., Wahid, N., Abdullah, N., & Meidelfi, D. (2021). Intelligence Eye for Blinds and Visually Impaired by Using Region-Based Convolutional Neural Network (R-CNN). *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, *5*(4), 409-414. DOI: <http://dx.doi.org/10.30630/joiv.5.4.735>

Yu, Y., Shujie, L., Hongguang, B., Tingting, S., Xueyan, S., & Xuemeng, C. (2022, October). Research on the software and algorithm part of road condition analysis based on helper intelligent sunglasses. In *2022 IEEE 6th Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC)* (pp. 976-982). IEEE. .

[https://doi.org/ 10.1109/IAEAC54830.2022.9929879](https://doi.org/10.1109/IAEAC54830.2022.9929879)

Yunan, R., Junzhe, H., Yixuan, W., Haohan, Z., Zhiyu, L., & Jin, H. (2021, May). The design of an improved intelligent guide stick for the blind. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1939, No. 1, p. 012069). IOP Publishing. . <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1939/1/012069>

Zaib, S., Khusro, S., Ali, S., & Alam, F. (2019). Smartphone Based Indoor Navigation for Blind Persons using User Profile and Simplified Building Information Model. *International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE)*.

<https://doi.org/10.1109/icecce47252.2019.8940799>

Zhang, J., Yang, K., Constantinescu, A., Peng, K., Müller, K., & Stiefelhagen, R. (2021).
Trans4Trans: Efficient transformer for transparent object segmentation to help visually
impaired people navigate in the real world. In *Proceedings of the IEEE/CVF
International Conference on Computer Vision* (pp. 1760-1770).