



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΡΓΟΣΤΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΑΣΚΗΣΗ,
ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ
ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΕΓΚΛΕΙΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ

ΑΝΔΡΕΑ ΛΕΒΕΝΤΑΚΗ

Μέντορας και διευθυντής:
ΣΕΡΑΦΕΙΜ ΝΑΝΑΣ,
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ-
ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗΣ ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ, 2020



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

**«ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΑΣΚΗΣΗ,
ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»**

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ
ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΕΓΚΛΕΙΣΜΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ

ΑΝΔΡΕΑ ΛΕΒΕΝΤΑΚΗ

Μέλη Συμβουλευτικής Επιτροπής:

1^ο: Σταυρούλα Γεωργοπούλου, Καθηγήτρια, Τμήμα Λογοθεραπείας, Πανεπιστήμιο Πατρών

2^ο: Ιωάννης Βασιλειάδης, Επίκουρος Καθηγητής Παθολογίας - Εντατικής Θεραπείας, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

3^ο: Νεφέλη Δημητριάδη, Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Κινηματογράφου Σχολής Καλών Τεχνών Αριστοτέλειου
Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

ΑΘΗΝΑ, 2020

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τη σύζυγό μου, που χάρη στην αμέριστη συμπαράσταση και υποστήριξή της κατάφερα να ολοκληρώσω τις μεταπτυχιακές μου σπουδές. Επίσης ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον αδερφό μου για την πολύπλευρη υποστήριξη και βοήθειά του, καθώς και στους γονείς μου.

Ευχαριστώ θερμά τον μέντορα καθηγητή μου κ. Σεραφείμ Νανά για την πολύτιμη βοήθειά του και καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών, καθώς και την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα. Γεωργοπούλου και όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού.

Επίσης οφείλω ευχαριστίες και στην εργοθεραπεύτρια κα.Δήμητρα Τζούμη για τη βοήθειά της και για τις συνεδρίες που πραγματοποιήθηκαν στο νοσοκομείο, για την εφαρμογή του συστήματος που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών.

Τέλος, τις μεγαλύτερες ευχαριστίες τις οφείλω στο Θεό που με αξίωσε να ολοκληρώσω τις μεταπτυχιακές σπουδές μου και στέκεται πάντα δίπλα μου αρωγός σε κάθε βήμα μου.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα

«Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Κλινική Εργοσπιρομετρία, Άσκηση, Προηγμένη Τεχνολογία και Αποκατάσταση» της Ιατρικής Σχολής του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας και προσωπικά δεδομένα τρίτων με βάση την κείμενη νομοθεσία. Δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, αναπαραγωγής και αναδημοσίευσης. Τέλος, οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές πληρώντας όλους τους κανόνες της επιστημονικής συγγραφής, ηθικής και δεοντολογίας».

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	1
Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα	2
Περιεχόμενα	3
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	4
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	4
Περίληψη	5
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	7
1. Σύνδρομο Εγκλεισμού (Locked-In Syndrome) :	7
1.1 Ενδείξεις και συμπτώματα	8
1.2 Αιτίες	9
1.3 Διάγνωση	9
2. Επαυξητική και Εναλλακτική Επικοινωνία	9
2.1 Μορφές συστημάτων επικοινωνίας	12
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	17
1. Σύστημα εφαρμογής στα πλαίσια του μεταπτυχιακού:	17
1.1 Αρχή λειτουργίας	17
1.2 Ασύρματη σύνδεση Bluetooth	21
1.3 Υπέρυθρη ακτινοβολία	22
2. Υπόθεση και Σκοπός της μελέτης	25
3. Μεθοδολογία	25
4. Δεοντολογικά και ηθικά θέματα	30
5. Αποτελέσματα	30
6. Συζήτηση	33
6.1 Περιορισμοί	34
6.2 Μελλοντικές Εργασίες - προοπτική	35
7. Συμπεράσματα	35
Abstract	37
Βιβλιογραφία	39
Παράρτημα	41
1. Διαδικασία κατασκευής και συνδεσμολογίας BlinkEye	41

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1 : Κύριες δομές του εγκεφάλου	7
Εικόνα 2 : Μη υποβοηθούμενο σύστημα με χρήση χειρονομιών	12
Εικόνα 3 : Χαμηλής τεχνολογίας υποβοηθούμενο σύστημα ΕΕΕ - Πίνακας επικοινωνίας	13
Εικόνα 4 : Υψηλής τεχνολογίας υποβοηθούμενο σύστημα ΕΕΕ - Συσκευή σύνθεσης ομιλίας.....	13
Εικόνα 5 : Σύστημα Επικοινωνίας με Ανταλλαγή Εικόνων (PECS)	16
Εικόνα 6 : Σύστημα επικοινωνίας LAMP	16
Εικόνα 7 : BlinkEye	18
Εικόνα 8 : Αισθητήρας υπέρυθρων.....	18
Εικόνα 9 : Διάγραμμα τάσης εξόδου	19
Εικόνα 10 : Πλακέτες Μικροελεκτών	19
Εικόνα 11 : Φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.....	23
Εικόνα 12 : Αντανάκλαση ακτινοβολίας σε περίπτωση απουσίας και παρουσίας εμποδίου.	23
Εικόνα 13 : Άπω υπέρυθρη ακτινοβολία	24
Εικόνα 14 : Σύστημα με αισθητήρα υπερήχων	26
Εικόνα 15 : Σύστημα με αισθητήρα υπέρυθρων	27
Εικόνα 16 : Λογισμικό εναλλακτικής επικοινωνίας «GRID»	29
Εικόνα 17 : Αρχικό μενού λογισμικού Talk&Play	30
Εικόνα 18 : Υποκατηγορίες της επιλογής «ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ».....	31
Εικόνα 19 : Σειρά συμβόλων στην κατηγορία «Βρες το όμοιο».....	31
Εικόνα 20 : Σειρά εικόνων με πλοίο στην κατηγορία Ερέθισμα-Αντίδραση.....	32
Εικόνα 21 : Σειρά εικόνων με αυτοκίνητο στην κατηγορία Ερέθισμα-Αντίδραση.....	32
Εικόνα 22 : Σειρά εικόνων με μπαλόνι στην κατηγορία Ερέθισμα-Αντίδραση.....	32

Συνομογραφίες & Ακρωνύμια

ΣΕ	Σύνδρομο Εγκλεισμού
ΕΕΕ	Εναλλακτική και Επαυξητική Επικοινωνία

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην εφαρμογή ενός συστήματος εναλλακτικής επικοινωνίας σε ασθενείς με σύνδρομο εγκλεισμού (locked-in) για την αποκατάσταση της επικοινωνίας τους με το περιβάλλον.

Το Σύνδρομο Εγκλεισμού (ΣΕ) είναι μια νευρολογική διαταραχή στην οποία υπάρχει πλήρης παράλυση όλων των ελεγχόμενων μυών εκτός από εκείνων που ελέγχουν τις κινήσεις των ματιών. Τα άτομα με το σύνδρομο αυτό έχουν συνείδηση και πλήρη αντίληψη του περιβάλλοντος αλλά δεν έχουν την ικανότητα να παράγουν κινήσεις (εκτός από την κίνηση των ματιών) ή να μιλούν. Η γνωστική λειτουργία είναι συνήθως ανεπηρέαστη. Η επικοινωνία είναι δυνατή μέσω κινήσεων των ματιών ή ανοίγματος-κλεισίματος των βλεφάρων. Προκαλείται από βλάβη στο εγκεφαλικό στέλεχος, το οποίο αποτελεί μία δομή του εγκεφάλου που τον συνδέει με τον νωτιαίο μυελό και ελέγχει ζωτικές λειτουργίες, όπως οι καρδιοαναπνευστικές. Επιπλέον ευθύνεται και για λειτουργίες όπως η θερμοκρασία του σώματος, οι κύκλοι αφύπνισης και ύπνου και η κατάποση. Τα άτομα με ΣΕ αναγνωρίζουν το περιβάλλον τους και διατηρούν τις αισθήσεις της ακοής και της όρασης.

Ο σκοπός της μελέτης είναι η αξιόπιστη επικοινωνία των ασθενών με το περιβάλλον τους μέσω του εκούσιου ανοίγματος και κλεισίματος των ματιών τους και μέσω της χρήσης κατάλληλων λογισμικών στον υπολογιστή. Το εναλλακτικό σύστημα επικοινωνίας αναπτύχθηκε εξ ολοκλήρου στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών και καταγράφει το εκούσιο άνοιγμα-κλείσιμο του ματιού και στη συνέχεια στέλνει μία εντολή πληκτρολογίου ή ποντικιού στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η αρχή λειτουργίας του στηρίζεται σε έναν αισθητήρα υπέρυθρης ακτινοβολίας που καταγράφει το ποσό του υπέρυθρου φωτός που αντανακλάται πίσω σε αυτόν. Οι ανοιχτόχρωμες επιφάνειες, όπως για παράδειγμα το χρώμα δέρματος αντανακλούν περισσότερο φως σε σύγκριση με τις πιο σκουρόχρωμες, όπως βλεφαρίδες και φρύδι, με αποτέλεσμα η τάση εξόδου που καταγράφει ο αισθητήρας σε μια ανοιχτόχρωμη επιφάνεια να είναι πολύ μικρότερη από ότι

σε μια σκουρόχρωμη. Ανιχνεύοντας αυτή την απότομη αλλαγή στην τάση αναγνωρίζει η συσκευή τη στιγμή που ο ασθενής ανοιγόκλεισε τα μάτια του. Στη συνέχεια μέσω μίας πλακέτας μικροελεγκτή και ενός ασύρματου πρωτοκόλλου Bluetooth, δίνεται η δυνατότητα στο σύστημα να επικοινωνήσει με τον υπολογιστή και να μιμηθεί τη λειτουργία ενός ποντικιού, πληκτρολογίου ή διακόπτη και να στείλει τις αντίστοιχες εντολές.

Το σύστημα συνδέεται με ειδικά λογισμικά (software) που χρησιμοποιούν αυτόματη σάρωση και με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στον ασθενή να γράφει και να μιλήσει μέσω του υπολογιστή καθώς επίσης και η δυνατότητα πλήρους ελέγχου του.

Μεγάλη έμφαση δόθηκε στην πλήρη παραμετροποίηση του συστήματος καθώς οι ανάγκες για εξατομίκευση είναι επιβεβλημένες. Έτσι ο ασθενής ανάλογα με τις δυνατότητες που έχει, μπορεί να χρησιμοποιήσει δύο αισθητήρες (ένα για κάθε μάτι) και να στέλνει διαφορετικές εντολές ανάλογα με το μάτι που ανοιγοκλείνει, έναν αισθητήρα στο αριστερό ή δεξί μάτι καθώς επίσης και να στέλνει εντολές ποντικιού, πληκτρολογίου ή διακόπτη ανάλογα με τις εφαρμογές και τα προγράμματα που χρησιμοποιεί.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη μελέτη δείχνουν ότι οι υποστηρικτικές αυτές τεχνολογίες είναι σε θέση να βοηθήσουν τους χρήστες τους. Στην περίπτωση εφαρμογής που παρουσιάζεται παρακάτω, ο ασθενής κατάφερε να το χρησιμοποιήσει με τη βοήθεια εργοθεραπευτή και να ακολουθήσει τα προγράμματα αποκατάστασής της επικοινωνίας του.

Λέξεις κλειδιά

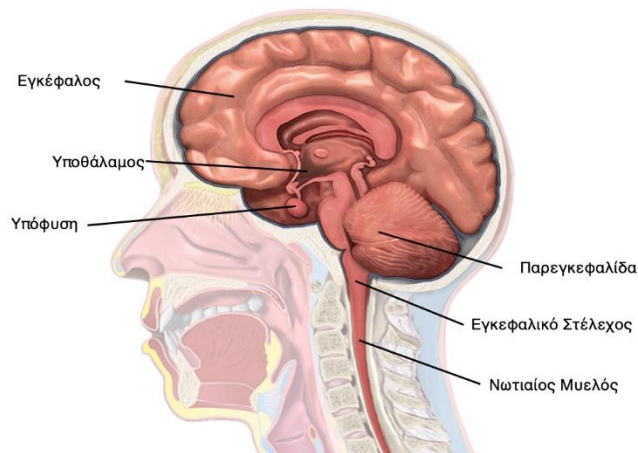
Σύνδρομο εγκλεισμού, εναλλακτική επικοινωνία, υπέρυθρη ακτινοβολία

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Σύνδρομο Εγκλεισμού (Locked-In Syndrome) :

Το σύνδρομο εγκλεισμού (ΣΕ) εισήχθη για πρώτη φορά από τους Plum and Posner . Αναφέρεται ως ένας συνδυασμός τετραπληγίας, που προκαλείται από τη διακοπή των οδών κορτικοσπονδυλίων και κορτικοβόλων (corticospinal and corticobulbar pathways) του εγκεφαλικού στελέχους αντίστοιχα [1].

Το εγκεφαλικό στέλεχος αποτελεί μία δομή του εγκεφάλου (Εικόνα 1), είναι η γέφυρα που συνδέει τον εγκέφαλο με τον νωτιαίο μυελό, και ελέγχει ζωτικές λειτουργίες, όπως καρδιοαναπνευστικές και αιμοδυναμικές. Επιπλέον ευθύνεται και για λειτουργίες όπως η θερμοκρασία του σώματος, οι κύκλοι αφύπνισης και ύπνου, η πέψη, ο βήχας και η κατάποση.



Εικόνα 1 : Κύριες δομές του εγκεφάλου

Το εγκεφαλικό στέλεχος αποτελείται από α) τον μέσο εγκέφαλο β) τη γέφυρα και γ) τον προμήκη μυελό. Η ανεπανόρθωτη καταστροφή του εγκεφαλικού στελέχους συνεπάγεται την απώλεια της ικανότητας για αυτόνομη αναπνοή και την αποδιοργάνωση των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, με συνέπεια την απώλεια της δυνατότητας των διανοητικών και συναισθηματικών λειτουργιών.

Οι ασθενείς με ΣΕ έχουν ετοιμότητα και αναγνωρίζουν το περιβάλλον τους [2], αλλά δεν μπορούν να κινηθούν ή να επικοινωνήσουν προφορικά λόγω πλήρους παράλυσης σχεδόν όλων των μυών που ελέγχονται από το άτομο, εκτός από τις κινήσεις των ματιών και το εκούσιο άνοιγμα και κλείσιμό τους. Το ΣΕ εμφανίζεται μετά από τη διακοπή των κινητικών οδών στο κοιλιακό στέλεχος του εγκεφάλου και τουλάχιστον το 60% των περιπτώσεων προκαλούνται από εγκεφαλικό επεισόδιο.

Τα άτομα συναισθάνονται, διατηρούν τις γνωστικές ικανότητες και μπορούν να επικοινωνήσουν με τα μάτια. Τα αποτελέσματα της εγκεφαλογραφίας είναι φυσιολογικά στο σύνδρομο αυτό. Το σύνδρομο πλήρους εγκλεισμού (total locked-in syndrome), είναι μια εκδοχή του ΣΕ, όπου όμως και τα μάτια είναι παράλυτα. Η έγκαιρη και εντατική αποκατάσταση αναφέρεται ότι βελτιώνει τη λειτουργική έκβαση και μειώνει τη θνησιμότητα μετά το ΣΕ.

1.1 Ενδείξεις και συμπτώματα

Το ΣΕ προκύπτει συνήθως από τετραπληγία και την αδυναμία ομιλίας από άτομα που κατά τα άλλα έχουν σε πολύ καλό βαθμό τις γνωστικές τους ικανότητες. Τα άτομα με ΣΕ μπορεί να είναι σε θέση να επικοινωνούν με άλλους μέσω κωδικοποιημένων μηνυμάτων ανοιγοκλείνοντας ή κινώντας τα μάτια τους, τα οποία συχνά δεν επηρεάζονται από την παράλυση [3].

Οι ασθενείς με ΣΕ έχουν συνείδηση και επίγνωση και διατηρούν τη γνωστική λειτουργία τους. Μερικές φορές μπορούν να διατηρήσουν την ιδιοδεκτικότητα και την αίσθηση σε όλο το σώμα τους. Μερικοί ασθενείς μπορεί να έχουν την ικανότητα να κινούν ορισμένους μύες του προσώπου και πιο συχνά μερικούς ή όλους τους εξωφθάλμιους μύες. Άτομα με το σύνδρομο αυτό δεν έχουν συντονισμό μεταξύ αναπνοής και φωνής. Αυτό τους εμποδίζει να παράγουν εθελοντικούς ήχους, αν και οι φωνητικές τους χορδές μπορεί να μην είναι παράλυτες.

1.2 Αιτίες

Το σύνδρομο εγκλεισμού προκαλείται από βλάβες σε δομές του εγκεφάλου και κυρίως σε περιοχές του εγκεφαλικού στελέχους και του κάτω εγκεφάλου. Μερικές από τις πιθανές αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν το σύνδρομο εγκλεισμού είναι το εγκεφαλικό επεισόδιο, ο τραυματισμός του εγκεφάλου και ασθένειες του κυκλοφορικού συστήματος.

1.3 Διάγνωση

Η διάγνωση του ΣΕ γενικά μπορεί να είναι δύσκολο να επιτευχθεί. Σε μια έρευνα του 2002 για 44 άτομα με ΣΕ, χρειάστηκαν σχεδόν 3 μήνες για να αναγνωριστεί και διαγνωστεί η κατάσταση μετά την έναρξή της. Το ΣΕ μπορεί να μιμείται την απώλεια συνείδησης σε ασθενείς ή σε περίπτωση απώλειας του αναπνευστικού ελέγχου μπορεί ακόμη και να μοιάζει και με θάνατο. Οι άνθρωποι δεν μπορούν επίσης να ενεργοποιήσουν τις τυπικές κινητικές ανταποκρίσεις, όπως η απόσυρση από τον πόνο. Ως αποτέλεσμα, ο έλεγχος συχνά απαιτεί την υποβολή αιτημάτων του ασθενούς όπως το άνοιγμα-κλείσιμο των ματιών ή η κίνησή τους.

Η απεικόνιση του εγκεφάλου μπορεί να παρέχει πρόσθετους δείκτες του συνδρόμου εγκλεισμού, καθώς παρέχει ενδείξεις για το εάν έχει χαθεί ή όχι η λειτουργία του εγκεφάλου του. Επιπλέον ένα ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) μπορεί να επιτρέψει την παρατήρηση των μοτίβων -ακολουθιών (pattern) ύπνου-αφύπνισης που υποδεικνύουν ότι ο ασθενής δεν είναι αναισθητός αλλά απλώς δεν μπορεί να κινηθεί.

2. Επαυξητική και Εναλλακτική Επικοινωνία

Η Επαυξητική και εναλλακτική επικοινωνία (ΕΕΕ) αφορά και χρησιμοποιείται από άτομα με διαταραχές λόγου όπως προβλήματα στην παραγωγή ή κατανόηση της προφορικής ή της γραπτής γλώσσας και επιχειρεί να τις αντισταθμίσει. Το φάσμα των διαταραχών αυτών είναι ευρύ και περιλαμβάνει και συγγενείς βλάβες, όπως η νόσος του κινητικού νευρώνα (ALS) και η νόσος του Parkinson. Τα άτομα αυτά αξιοποιούν τις

μεθόδους επικοινωνίας που περιλαμβάνει η ΕΕΕ για να συμπληρώσουν ή ακόμη και να αντικαταστήσουν την ομιλία ή και τη γραφή, σε μόνιμο είτε σε προσωρινό επίπεδο. Σε περίπτωση ολοκληρωτικής έλλειψης της ομιλίας χρησιμοποιείται η εναλλακτική επικοινωνία με υποβοηθούμενα ή μη συστήματα, ενώ σε περίπτωση μη καταληπτής ομιλίας χρησιμοποιείται η επαυξητική επικοινωνία.

Πρώτη σύγχρονη εφαρμογή της ΕΕΕ συναντάται στη δεκαετία του 1950, όπου μέσω των συστημάτων που εφαρμόζεται, βοηθά στην επικοινωνία των ασθενών που είχαν χάσει την ικανότητα ομιλίας μετά από κάποια χειρουργική επέμβαση. Στις δύο επόμενες δεκαετίες, στη Δύση υπάρχει ολοένα και αυξανόμενη προσπάθεια για την ένταξη και αυτονομία των ατόμων με ειδικές ανάγκες στην κοινωνία, οπότε και αναπτύσσεται η χρήση νοηματικής γλώσσας. Μόλις στη δεκαετία του 1980 αρχίζει η ΕΕΕ και αναπτύσσεται ως ξεχωριστό πεδίο. Οι ραγδαίες εξελίξεις στην τεχνολογία ανοίγουν τότε το δρόμο για τη δημιουργία συσκευών επικοινωνίας με δυνατότητα σύνθεσης ομιλίας και πολλαπλές επιλογές πρόσβασης στην επικοινωνία για όσους έχουν σωματική αναπηρία.

Τα συστήματα της ΕΕΕ είναι ποικίλα και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: Τα συστήματα χωρίς βοηθητικό εξοπλισμό, όπου η επικοινωνία περιλαμβάνει τα νοήματα και τη γλώσσα του σώματος, και τα συστήματα με υποβοήθηση, όπου χρησιμοποιούνται εξωτερικά συστήματα.

Οι μέθοδοι επικοινωνίας που περιλαμβάνει η ΕΕΕ διακρίνονται από ποικιλία, καθώς μπορεί να κυμαίνονται από χαρτί και μολύβι έως βιβλία επικοινωνίας ή πίνακες επικοινωνίας με συσκευές σύνθεσης ομιλίας (SGD) ή συσκευές που παράγουν γραπτά αποτελέσματα. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στην ΕΕΕ περιλαμβάνουν χειρονομίες, φωτογραφίες, εικόνες, γραμμικά σχέδια, γράμματα και λέξεις, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμό. Για την άμεση επιλογή των συμβόλων μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέρη του σώματος, δείκτες, ειδικά ποντίκια ή η παρακολούθηση των οφθαλμών. Για την έμμεση επιλογή χρησιμοποιείται συχνά η μέθοδος της σάρωσης, είτε αυτόματης είτε χειροκίνητης.

Όταν χρησιμοποιούνται συσκευές για την παραγωγή μηνυμάτων επικοινωνίας, η διαδικασία είναι γενικά πολύ πιο αργή από την προφορική επικοινωνία. Για το λόγο αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές βελτίωσης του ρυθμού ταχύτητας ώστε να μειώνονται οι επιλογές που απαιτούνται. Αυτές οι τεχνικές περιλαμβάνουν την «πρόβλεψη», κατά την οποία προσφέρονται στον χρήστη οι εικασίες της λέξης / φράσης που συντίθεται και η «κωδικοποίηση», κατά την οποία δημιουργούνται μεγαλύτερα μηνύματα χρησιμοποιώντας έναν προπαρασκευασμένο κώδικα.

Για την αξιολόγηση των απαιτήσεων αλλά και των ικανοτήτων του χρήστη για την ΕΕΕ πρέπει να ληφθεί υπόψη η αξιολόγηση της θέλησης, της όρασης, της γνωστικότητας, της γλώσσας και αλλά και της γενικότερης επικοινωνίας του ατόμου. Για την αξιολόγηση θεωρείται απαραίτητη η συμβολή των μελών της οικογένειας και κρίνεται ιδιαίτερα κρίσιμη για την έγκαιρη παρέμβαση. Επιπλέον για μια αποτελεσματική προσέγγιση είναι καθοριστικό να συνυπολογιστούν οι πεποιθήσεις και η εθνικότητα του χρήστη. Σύμφωνα με μελέτες η ΕΕΕ δεν παρεμποδίζει την ανάπτυξη ομιλίας, αλλά αντίθετα μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της. Χρήστες της ΕΕΕ αναφέρουν ότι συμμετέχουν σε δραστηριότητες της καθημερινής ζωής σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό [4].

Στις κατηγορίες των ατόμων που χρησιμοποιούν την ΕΕΕ περιλαμβάνουν άτομα με ποικίλες συγγενείς καταστάσεις όπως εγκεφαλική παράλυση, αυτισμό, διανοητική αναπηρία και επίκτητες καταστάσεις όπως νόσος του κινητικού νευρώνα (ALS), τραυματική εγκεφαλική βλάβη και αφασία. Συνήθως έχει παρατηρηθεί ότι μεταξύ 0,1 και 1,5% του πληθυσμού έχουν τόσο σοβαρές διαταραχές της ομιλίας, που δυσκολεύονται να γίνουν κατανοητές και συνεπώς θα μπορούσαν να επωφεληθούν από την ΕΕΕ.

2.1 Μορφές συστημάτων επικοινωνίας

Τα συστήματα επικοινωνίας είτε είναι εναλλακτικά είτε είναι επαυξητικά διακρίνονται σε δυο κύριες κατηγορίες: Τα μη υποβοηθούμενα και τα υποβοηθούμενα συστήματα ΕΕΕ.

2.1.1 Μη υποβοηθούμενα συστήματα ΕΕΕ



Εικόνα 2 : Μη υποβοηθούμενο σύστημα με χρήση χειρονομιών

Τα μη υποβοηθούμενα συστήματα ΕΕΕ ορίζονται ως εκείνα που δεν απαιτούν κάποιο εξωτερικό εξοπλισμό και χρησιμοποιούν την έκφραση του προσώπου, τις φωνητικές ενέργειες, τις χειρονομίες (Εικόνα 2) και νοηματικές γλώσσες [5]. Η γλώσσα του σώματος και οι εκφράσεις του προσώπου αποτελούν μέρος της φυσικής επικοινωνίας και τέτοια νοήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άτομα με αναπηρίες. Τα οφέλη από τις χειρονομίες και τις νοηματικές γλώσσες είναι η άμεση διαθεσιμότητά τους στο χρήστη καθώς επίσης το γεγονός ότι γίνονται εύκολα κατανοητά από έναν ακροατή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι αποτελεσματικά και αξιόπιστα μέσα επικοινωνίας.

2.1.2 Υποβοηθούμενα συστήματα ΕΕΕ

Τα υποβοηθούμενα συστήματα ΕΕΕ μπορούν να είναι μια οποιαδήποτε ηλεκτρονική ή μη συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση ή τη λήψη μηνυμάτων. Τέτοια συστήματα κυμαίνονται από πίνακες επικοινωνίας (Εικόνα 3) έως συσκευές σύνθεσης ομιλίας (Εικόνα 4) και συσκευές παρακολούθησης ματιών (eye tracking). Το φάσμα των συστημάτων αυτών είναι αρκετά ευρύ και υπάρχουν διαθέσιμες πάρα πολλές συσκευές καθώς οι δεξιότητες, οι τομείς δυσκολίας και οι ανάγκες επικοινωνίας των χρηστών ΕΕΕ

ποικίλλουν σημαντικά[6,7]. Με βάση την τεχνολογία που χρησιμοποιούν χαρακτηρίζονται ως χαμηλής ή υψηλής τεχνολογίας υποβοηθούμενα συστήματα ΕΕΕ.

Τα βοηθητικά μέσα επικοινωνίας χαμηλής τεχνολογίας ορίζονται ως εκείνα που δεν χρειάζονται ηλεκτρική ενέργεια για να λειτουργήσουν, δηλαδή μπαταρίες και ηλεκτρονικά κυκλώματα. Σε αυτά περιλαμβάνονται απλοί πίνακες επικοινωνίας ή βιβλία, από τα οποία ο χρήστης μπορεί να επιλέξει γράμματα, λέξεις, φράσεις, εικόνες ή σύμβολα για να επικοινωνήσει. Ανάλογα με τις δυνατότητες των χρηστών, η επιλογή του επιθυμητού συμβόλου μπορεί να γίνει με δείκτη φωτός, με το βλέμμα τους ή ραβδί κεφαλής / στόματος. Εναλλακτικά, μπορεί να δείχνουν ναι ή όχι, ενώ ένας ακροατής σαρώνει της πιθανές επιλογές.

food 	hamburger 	Pizza 	Bunite 	Spaghetti 
bread 	cheese 	French fries 	hot dog 	popcorn 
fruit 	banana 	ice cream 	cookie 	candy 
drink 	water 	juice 	soft drink 	coffee 

Εικόνα 3 : Χαμηλής τεχνολογίας υποβοηθούμενο σύστημα ΕΕΕ - Πίνακας επικοινωνίας



Εικόνα 4 : Υψηλής τεχνολογίας υποβοηθούμενο σύστημα ΕΕΕ - Συσκευή σύνθεσης ομιλίας

Τα συστήματα ΕΕΕ υψηλής τεχνολογίας, σε αντίθεση με της χαμηλή, επιτρέπουν την αποθήκευση και την ανάκτηση ηλεκτρονικών μηνυμάτων, και επιπλέον αρκετά από

αυτά δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να επικοινωνεί χρησιμοποιώντας σύνθεση ομιλίας μέσω του συστήματος. Αυτές οι συσκευές είναι γνωστές ως βοηθητικές συσκευές επικοινωνίας (SGD) ή βοηθητικές συσκευές επικοινωνίας φωνής (VOCA). Η σύνθεση ομιλίας μιας συσκευής μπορεί να ψηφιοποιηθεί ή και να συντεθεί: τα ψηφιοποιημένα συστήματα εκφωνούν καταγεγραμμένες λέξεις ή φράσεις και είναι γενικά πιο κατανοητές ενώ η συνθετική ομιλία χρησιμοποιεί λογισμικό κειμένου σε ομιλία που μπορεί να είναι πιο δύσκολο να κατανοηθεί αλλά επιτρέπει στο χρήστη να γράφει λέξεις και να μιλάει [8].

Τα συστήματα υψηλής τεχνολογίας μπορεί να είναι συσκευές που έχουν αναπτυχθεί αποκλειστικά για λόγους ΕΕΕ ή κοινές συσκευές, όπως υπολογιστές που χρησιμοποιούν πρόσθετο λογισμικό για να τους επιτρέψουν να λειτουργούν ως συσκευές ΕΕΕ. Επίσης διακρίνονται σε στατικές και δυναμικές συσκευές. Οι στατικές συσκευές επικοινωνίας διαθέτουν σύμβολα σε σταθερές θέσεις, οι οποίες αλλάζονται χειροκίνητα. Για να αυξηθεί το διαθέσιμο λεξιλόγιο, ορισμένες συσκευές έχουν πολλαπλά επίπεδα, με διαφορετικές λέξεις στο καθένα. Στις δυναμικές συσκευές ΕΕΕ, ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τα διαθέσιμα σύμβολα χρησιμοποιώντας συνδέσμους στο αντίστοιχο μενού για να πλοηγηθεί σε κατάλληλες σελίδες λεξιλογίου και μηνυμάτων.

Οι συσκευές αυτές διαφέρουν ως προς το μέγεθος των πληροφοριών που μπορούν να αποθηκεύσουν, καθώς και ως προς τις εξωτερικές τους διαστάσεις, μέγεθος και βάρος, και, κατά συνέπεια, τη φορητότητα τους. Οι μέθοδοι πρόσβασης εξαρτώνται από τις δυνατότητες του χρήστη και μπορεί να περιλαμβάνουν τη χρήση άμεσης επιλογής συμβόλων στην οθόνη ή στο πληκτρολόγιο με ένα μέρος του σώματος, ένα δείκτη, προσαρμοσμένα ποντίκια ή χειριστήρια ή έμμεση επιλογή χρησιμοποιώντας διακόπτες και αυτόματη σάρωση.

Οι συσκευές με φωνητική έξοδο έχουν το πλεονέκτημα ότι προσφέρουν στον χρήστη τους περισσότερες επικοινωνιακές δυνατότητες, όπως η δυνατότητα να

ξεκινήσει συνομιλία με τους συνεργάτες που βρίσκονται σε απόσταση. Ωστόσο, ένα μειονέκτημά τους είναι ότι συνήθως απαιτούν προγραμματισμό.

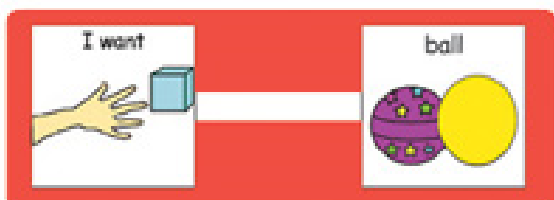
Τα συστήματα υψηλής τεχνολογίας μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν λύσεις προσαρμοσμένες στο πληκτρολόγιο με αποτέλεσμα να μην απαιτούν προγραμματισμό και να αναπτύσσουν ένα συνδυασμό ευελιξίας, απλότητας και αξιοπιστίας. Σε αυτήν την περίπτωση, συνδέοντας κατάλληλα ένα πληκτρολόγιο με ένα ηχείο, δημιουργείται ένα "πληκτρολόγιο ομιλίας", όπου το πληκτρολογημένο κείμενο εκφωνείται απευθείας μέσα από εκεί. Αυτό επιτρέπει σε οποιαδήποτε φράση να εκφωνείται την ώρα που δακτυλογραφείται. Ένα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι ένα πληκτρολόγιο ομιλίας, όταν χρησιμοποιείται με ένα τυπικό τηλέφωνο ή ένα μεγάφωνο, μπορεί να επιτρέψει σε ένα άτομο με φωνητική βλάβη να έχει συνομιλία 2 τρόπων μέσω ενός τηλεφώνου.

Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι σε όλες τις περιπτώσεις χρήσης, τα συστήματα χαμηλής τεχνολογίας συχνά συνιστώνται ως εναλλακτική λύση σε περίπτωση αποτυχίας της συσκευής.

Τόσο τα συστήματα χαμηλής τεχνολογίας όσο και τα υψηλής, έχουν τη δυνατότητα να ενσωματώσουν σύμβολα. Τα σύμβολα χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση αντικειμένων, εννοιών και ενεργειών, φωτογραφιών, σχεδίων και γραπτών λέξεων. Για χρήστες με δυνατότητες λεξιλογίου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μεμονωμένα γράμματα της αλφαβήτου, είτε ολόκληρες λέξεις είτε συνδυασμός αυτών με άλλους τύπους συμβόλων. Ωστόσο, κατά τη χρήση συσκευών χαμηλής τεχνολογίας είναι προϋπόθεση η ύπαρξη ενός ακόμα ατόμου για την επικοινωνία, προκειμένου να μπορεί να ερμηνεύσει τα επιλεγμένα σύμβολα.

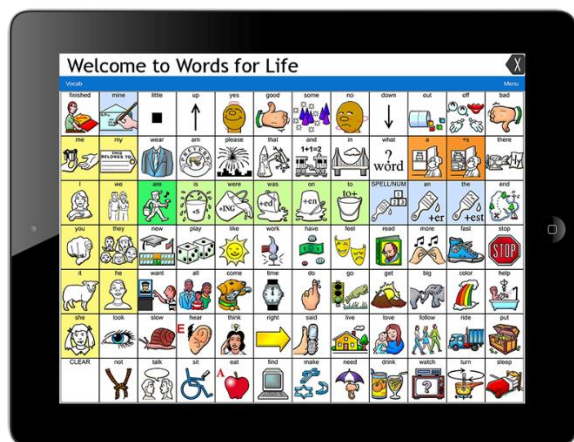
Ένα συνηθισμένο σύστημα επικοινωνίας χαμηλής τεχνολογίας με τη χρήση συμβόλων είναι το Σύστημα Επικοινωνίας με Ανταλλαγή Εικόνων (PECS). Στο PECS τα

άτομα μαθαίνουν να ανταλλάσσουν μία εικόνα για κάποια δραστηριότητα ή αντικείμενο που επιθυμούν (Εικόνα 5).



Εικόνα 5 : Σύστημα Επικοινωνίας με Ανταλλαγή Εικόνων (PECS)

Ένα σύστημα επικοινωνίας υψηλής τεχνολογίας με τη χρήση συμβόλων, είναι το LAMP Words for Life (Εικόνα 6). Τα σύμβολα βρίσκονται τοποθετημένα σε μια οθόνη σε συγκεκριμένη θέση και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει και να αναπτύξει μοτίβα και ακολουθίες που σχετίζονται με συγκεκριμένα αιτήματα ή φράσεις. Επιπλέον ανάλογα με τις προτιμήσεις του χρήστη και τις γνωστικές, οπτικές και γλωσσικές του ικανότητες, γίνεται η επιλογή των συμβόλων που θα παρουσιάζονται στον οθόνη καθώς και ο τρόπος παρουσίασής τους, όπως το μέγεθος, το χρώμα και η θέση τους.



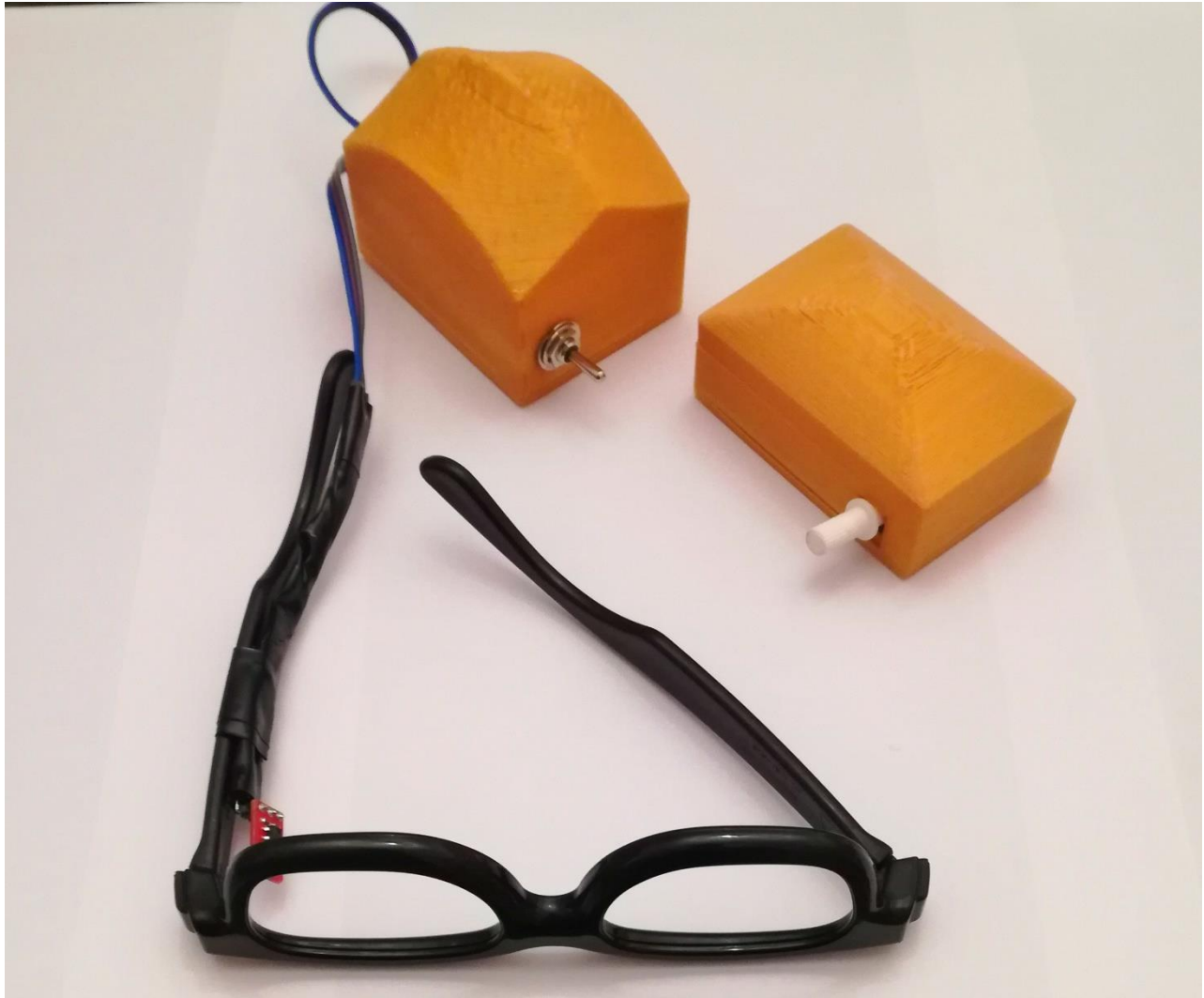
Εικόνα 6 : Σύστημα επικοινωνίας LAMP

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Σύστημα εφαρμογής στα πλαίσια του μεταπτυχιακού:

1.1 Αρχή λειτουργίας

Στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών αναπτύχθηκε το BlinkEye. Το BlinkEye (Εικόνα 7) είναι μια συσκευή εναλλακτικής επικοινωνίας που επιτρέπει τη χρήση ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή με μόνο το άνοιγμα-κλείσιμο του ματιού και αφορά κυρίως ανθρώπους με μειωμένη ικανότητα επικοινωνίας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κάθε άνθρωπο που έχει τη δυνατότητα να ανοιγοκλείσει τα μάτια του ηθελημένα, ακόμα δηλαδή και από ανθρώπους με πλήρη παράλυση όλων των ελεγχόμενων μυών, εκτός από αυτούς που ελέγχουν τα μάτια όπως στο σύνδρομο εγκλεισμού. Αναγνωρίζει το εκούσιο άνοιγμα-κλείσιμο του ματιού και στέλνει μια εντολή πληκτρολογίου ή ποντικιού στον υπολογιστή. Το BlinkEye μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα ζωής ασθενών με αντίστοιχες παθήσεις καθώς καθιστά την επικοινωνία εφικτή ξανά.



Εικόνα 7 : BlinkEye

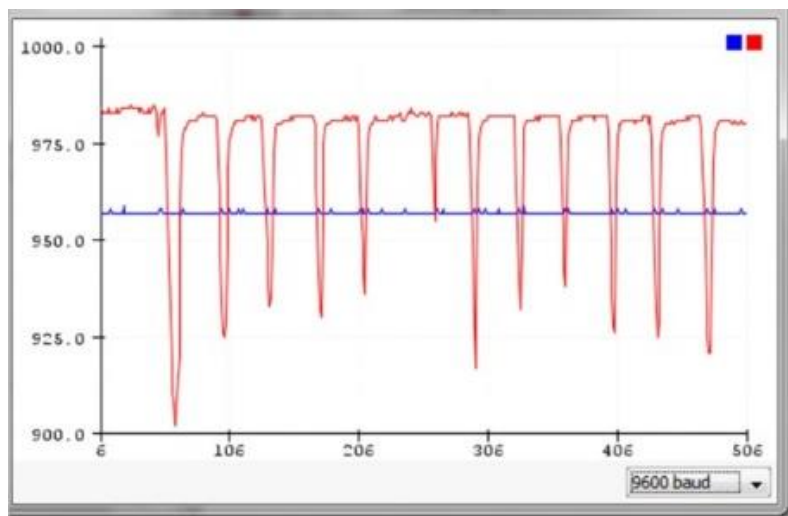
Η αρχή της λειτουργίας του βασίζεται σε έναν αισθητήρα υπέρυθρων που καταγράφει την ποσότητα του υπέρυθρου φωτός που αντανακλάται πίσω σε αυτόν (Εικόνα 8).



Εικόνα 8 : Αισθητήρας υπέρυθρων

Αποτελείται από δύο μέρη: μια φωτοδίοδο και μια ευαίσθητη φωτοαντίσταση. Όσο περισσότερο φως λαμβάνει η φωτοαντίσταση, τόσο χαμηλότερη είναι η τάση εξόδου που παράγει. Έτσι, οι ανοιχτόχρωμες επιφάνειες, όπως για παράδειγμα το χρώμα του δέρματος, αντανακλούν περισσότερο φως σε σύγκριση με τις πιο σκούρες όπως οι βλεφαρίδες και φρύδια, οπότε η τάση εξόδου όταν ο αισθητήρας βρίσκεται σε ανοιχτόχρωμη επιφάνεια θα είναι πολύ μικρότερη από ότι σε μια σκουρόχρωμη.

Μόλις εντοπίσει αυτήν την απότομη αλλαγή στην τάση (Εικόνα 9), μπορεί να αναγνωρίσει αν ο χρήστης ανοιγόκλεισε τα μάτια του.



Εικόνα 9 : Διάγραμμα τάσης εξόδου

Στη συνέχεια, μέσω σύνδεσης μίας πλακέτας μικροελεγκτών (Εικόνα 10) και ενός ασύρματου πρωτοκόλλου Bluetooth [9], η συσκευή μπορεί να επικοινωνήσει με τον υπολογιστή και να προσομοιώσει τη λειτουργία ποντικιού, πληκτρολογίου ή διακόπτη και να στείλει τις αντίστοιχες εντολές.



Εικόνα 10 : Πλακέτες Μικροελεγκτών

Το BlinkEye μπορεί να συνδεθεί με ειδικό λογισμικό που χρησιμοποιεί αυτόματη σάρωση και έτσι επιτρέπει στο χρήστη να γράφει και να μιλά μέσω του υπολογιστή καθώς και τη δυνατότητα να τον ελέγχει πλήρως.

Δόθηκε μεγάλη έμφαση στο να είναι πλήρως προσαρμόσιμο, καθώς η ανάγκη εξατομίκευσης είναι επιβεβλημένη. Επίσης, ο χρήστης μπορεί να έχει πολλαπλούς αισθητήρες (ένας για κάθε μάτι) και να στέλνει διαφορετικές εντολές, ανάλογα με το μάτι που κλείνει, στις εφαρμογές και τα προγράμματα που χρησιμοποιεί.

Τα μεγαλύτερα οφέλη από αυτήν τη συσκευή είναι η ικανότητά της να είναι πλήρως προσαρμόσιμη και η απλότητα της χρήσης της, καθώς ο χρήστης κάνει απλά ένα εκούσιο άνοιγμα-κλείσιμο του ματιού για τον έλεγχο του υπολογιστή του και την περαιτέρω επικοινωνία. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιονδήποτε, ανεξάρτητα από την ηλικία του και έχει μια πολύ εύκολη και γρήγορη εγκατάσταση καθώς στερεώνεται στο κεφάλι πάνω σε γυαλιά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί παντού. Λόγω του πολύ μικρού μεγέθους και της θέσης του, είναι έξω από το οπτικό πεδίο του χρήστη, οπότε δεν επηρεάζει ή διαταράσσει την όρασή του.

Επιπλέον σε σύγκριση με ήδη υπάρχοντα συστήματα Eyetracking και EEG (ηλεκτροεγκεφαλογράφημα) όπως το Emotiv, το BlinkEye έχει πολύ μικρότερο χρόνο προετοιμασίας και διαδικασίας προσαρμογής πάνω στον ασθενή. Πιο συγκεκριμένα στο Emotiv χρειάζεται το headset με τα σφουγγαράκια να διατηρείται σε καλή κατάσταση και να καθαρίζεται με ειδικό υγρό καθώς επίσης χρειάζεται μια εντατική προσπάθεια εκπαίδευσης για να εξειδικευτεί κάποιος στη χρήση του. Και στα eyetracking χρειάζεται πολύ καλή δυνατότητα κίνησης των ματιών σε μεγάλο εύρος προκειμένου να μπορεί να εστιάσει ο ασθενής σε ολόκληρη την οθόνη καθώς επίσης και να μπορεί να κρατήσει το βλέμμα του σταθερό.

1.2 Ασύρματη σύνδεση Bluetooth

Το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης δικτύωσης. Αποτελεί μία τεχνολογία τηλεπικοινωνίας για μικρές αποστάσεις μέσω της οποίας μπορούν να μεταδοθούν σήματα σε ψηφιακές συσκευές όπως smartphones, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και tablets με τη χρήση μικροκυμάτων συχνότητας UHF. Οι συχνότητες λειτουργίας του είναι μεταξύ 2400 and 2480 MHz.

Η τεχνολογία αυτή αντικαθιστά τα καλώδια, είναι ασφαλής, οικονομική και διαθέσιμη παγκοσμίως. Επιπλέον καταναλώνει πολύ μικρά ποσά ενέργειας, της τάξεως των 0,3ma.

Παρέχει τη δυνατότητα σε μία συσκευή να έρθει σε επικοινωνία με πολλές άλλες ακόμα και διαφορετικές συσκευές, απευθείας, χωρίς την ύπαρξη κάποιας διεπαφής. Για τη μετάδοση των δεδομένων από τη μία συσκευή στην άλλη, απαραίτητη προϋπόθεση είναι να βρίσκονται εντός της εμβέλειας που καλύπτει. Ενδεικτικά στα κινητά τηλέφωνα η μέγιστη απόσταση που καλύπτει φτάνει έως και τα 10 μέτρα και η ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων είναι γύρω στα 723 kbits/s [10].

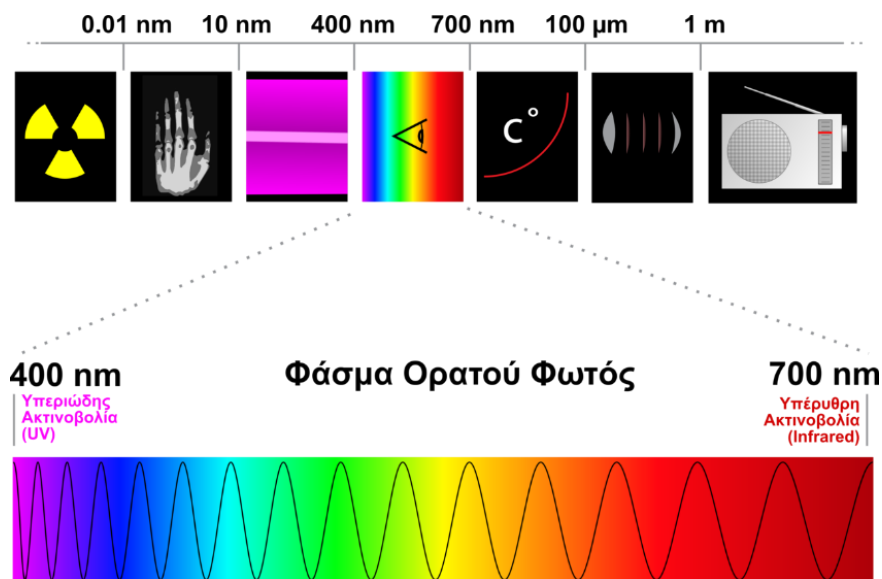
Η επικοινωνία που υποστηρίζεται από το πρωτόκολλο Bluetooth ονομάζεται «σημείο σε σημείο» (point-to-point). Σε αυτή τη διάταξη υπάρχει μία συσκευή που είναι η κυρίαρχη (master) και μία που είναι η εξαρτημένη (slave). Η master είναι η συσκευή που μεταδίδει τα δεδομένα και όλες τις εντολές και η slave που τα λαμβάνει και τα εκτελεί. Σε ένα δίκτυο μπορούν να είναι ταυτόχρονα συνδεδεμένες μέχρι 8 συσκευές [11]. Οι συσκευές αυτές δεν χρειάζεται να είναι σε οπτική επαφή μεταξύ τους, καθώς τα σήματα είναι κύματα που κατευθύνονται προς όλες τις διευθύνσεις. Υπάρχει η δυνατότητα να περάσουν μέσα από τοίχους και εμπόδια αλλά αυτό μπορεί να εξασθενήσει το σήμα ανάλογα με τα εμπόδια. Ένα βασικό χαρακτηριστικό του είναι ότι μπορεί να λειτουργήσει εξίσου ικανοποιητικά τόσο σε στατικό όσο και σε δυναμικό περιβάλλον. Στις συσκευές που το υποστηρίζουν υπάρχει προεγκατεστημένο, οπότε δεν υπάρχει η ανάγκη για την εγκατάσταση κάποιου λογισμικού από το χρήστη. Οι

τεχνολογικές προδιαγραφές που χρησιμοποιεί έχουν παγκόσμια ισχύ, οπότε το πρωτόκολλο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε χώρα. Η μεταφορά των δεδομένων μεταξύ των συσκευών είναι ανέξοδη.

Οι πιο ευρείες εφαρμογές του ασύρματου πρωτοκόλλου Bluetooth αφορούν τις συσκευές εισόδου και εξόδου του ηλεκτρονικού υπολογιστή, με τις πιο διαδεδομένες από αυτές να περιλαμβάνουν πληκτρολόγια, ποντίκια και εκτυπωτές, καθώς επίσης και τη μεταφορά αρχείων και δεδομένων μεταξύ κινητών τηλεφώνων.

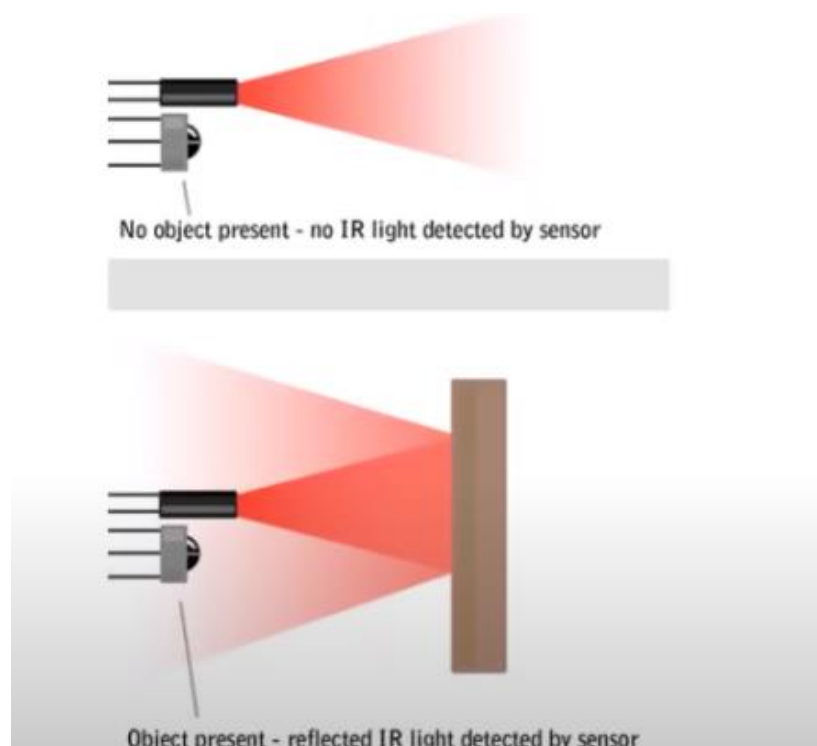
1.3 Υπέρυθρη ακτινοβολία

Η υπέρυθρη ακτινοβολία είναι μία περιοχή του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, από τις περιοχές με τις μεγαλύτερες συχνότητες κυμάτων προς τις μικρότερες, περιλαμβάνει τις ακτίνες-γ, ακτίνες Χ, υπεριώδη ακτινοβολία, ορατό φως, υπέρυθρο φως, μικροκύματα και ραδιοκύματα. Στο φάσμα αυτό η υπέρυθρη ακτινοβολία βρίσκεται, ως μικρότερη συχνότητα, μετά την κόκκινη ακτινοβολία του ορατού φωτός, εξ' ου και το όνομα υπέρυθρο: «υπό του ερυθρού» (Εικόνα 11). Το μήκος κύματός της κυμαίνεται μεταξύ 1mm και 700nm. Η υπέρυθρη ακτινοβολία δεν είναι ορατή στον άνθρωπο αλλά μπορεί να την αισθανθεί ως θερμότητα.



Εικόνα 11 : Φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Η αρχή λειτουργίας των συστημάτων που χρησιμοποιούν την υπέρυθρη ακτινοβολία βασίζεται στην εκλεκτικότητά της να απορροφάται από την ύλη. Το ποσό της ακτινοβολίας που δεν απορροφάται, αντανακλάται πίσω (Εικόνα 12).

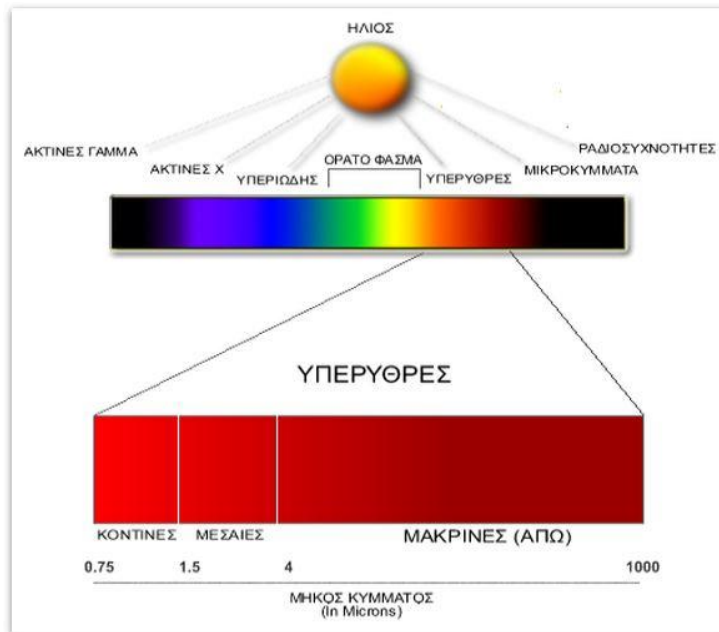


Εικόνα 12 : Αντανάκλαση ακτινοβολίας σε περίπτωση απουσίας και παρουσίας εμποδίου.

Πάνω σε αυτή την αρχή λειτουργίας υπάρχουν πολλές εφαρμογές της στην καθημερινή ζωή. Ορισμένες από αυτές αφορούν τη μεταφορά θερμότητας, νυχτερινή όραση, ψηφιακή επεξεργασία εικόνας καθώς και στη μετεωρολογία.

Επιπλέον οι αισθητήρες υπέρυθρων χρησιμοποιούνται ευρέως στη ρομποτική. Και συγκεκριμένα σε ρομπότ που ακολουθούν μια καθορισμένη πορεία με σκούρο χρώμα. Οι λευκές επιφάνειες αντανακλούν πολύ περισσότερο φως σε σχέση με τις μαύρες, επομένως όταν κατευθύνονται πάνω από ανοιχτόχρωμες επιφάνειες η τάξη εξόδου που καταγράφουν από την ποσότητα αντανάκλασης είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη σε σκουρόχρωμη επιφάνεια.

Σχετικά με την επίδρασή της στο ανθρώπινο σώμα, η άπω υπέρυθρη ακτινοβολία που κυμαίνεται μεταξύ 4 και 1000μm (Εικόνα 13) είναι ακίνδυνη σε αντίθεση με τις υπεριώδεις, τις ακτίνες Χ και τις ραδιενεργές ακτίνες. Είναι μία μη-ιονίζουσα ακτινοβολία και ως εκ τούτου δεν προκαλεί καταστροφές σε κυτταρικό επίπεδο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους τους ανθρώπους ακόμα και για θεραπευτικούς σκοπούς, όπως με τη θέρμανση των πρόωρων εμβρύων.



Εικόνα 13 : Άπω υπέρυθρη ακτινοβολία

2. Υπόθεση και Σκοπός της μελέτης

Στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών αναπτύχθηκε ένα σύστημα το οποίο καταγράφει το άνοιγμα-κλείσιμο του ματιού με τη χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας και επιπλέον είναι αξιόπιστο και αποτελεσματικό για την εναλλακτική επικοινωνία ασθενών με σύνδρομο εγκλεισμού. Το σύστημα αυτό μπορεί να λειτουργήσει ως ποντίκι, πληκτρολόγιο ή διακόπτης σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή στέλνοντας τις αντίστοιχες εντολές σε αυτόν. Η επικοινωνία επιτυγχάνεται μέσω ελέγχου αντίστοιχων προγραμμάτων (software) στον υπολογιστή που υποστηρίζουν αυτόματη σάρωση, φωνητικές εντολές και εγγραφή κειμένου.

Το σύστημα αυτό αποσκοπεί στον αξιόπιστο διαχωρισμό του εκούσιου από το ακούσιο άνοιγμα - κλείσιμο του ματιού και την καταγραφή μόνο του εκούσιου. Στη συνέχεια στοχεύει στη σύνδεση αυτής της εκούσιας κίνησης με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και τέλος στον έλεγχο μέσω αυτής ειδικών προγραμμάτων (software) με σκοπό την επικοινωνία του ασθενούς με το περιβάλλον του.

3. Μεθοδολογία

Αρχικά καθορίστηκε το πλαίσιο της μελέτης που αφορούσε την ανάπτυξη εναλλακτικού συστήματος επικοινωνίας για ασθενείς με ΣΕ. Σύμφωνα με αυτές τις ανάγκες εξετάστηκαν οι ήδη υπάρχουσες λύσεις και οι αρχές λειτουργίας τους. Στην αγορά υπάρχουν διαθέσιμα συστήματα ανίχνευσης ματιών (eye tracking) που προσφέρουν αντίστοιχες δυνατότητες επικοινωνίας, ωστόσο έχουν υψηλό κόστος.

Επιλέχθηκε σαν λύση η δημιουργία ενός νέου συστήματος με δυνατότητα πλήρους εξατομίκευσης ανάλογα με τις ανάγκες των ασθενών. Ακολούθησε ο σχεδιασμός του συστήματος και η δημιουργία ενός πρώτου μοντέλου προκειμένου να γίνουν οι πρώτες δοκιμές στους ασθενείς. Αρχικά επιλέχθηκε σαν λύση η χρήση ενός αισθητήρα υπερήχων ο οποίος καταγράφοντας την απόσταση του ασθενή από τον αισθητήρα ανά πάσα στιγμή θα μπορούσε να λειτουργήσει ως διακόπτης χωρίς την ανάγκη πίεσης ενός κουμπιού (Εικόνα 14). Ο αισθητήρας αυτός εκπέμπει υπέρηχους, οι οποίοι ταξιδεύουν

στον αέρα και μόλις συναντήσουν ένα αντικείμενο ή εμπόδιο αντανακλώνται και επιστρέφουν πίσω προς την πηγή εκπομπής του. Τότε ο αισθητήρας καταγράφει το χρόνο που έκανε να επιστρέψει και την ταχύτητα του ήχου και υπολογίζει την απόσταση του εμποδίου από αυτόν. Ωστόσο, επειδή οι κινήσεις που μπορούν να εκτελέσουν οι ασθενείς με το κεφάλι τους ήταν μικρές, δεν ήταν σε θέση ο αισθητήρας να καταγράψει με ακρίβεια τις μικροδιαφορές στις κινήσεις αυτές.



Εικόνα 14 :Σύστημα με αισθητήρα υπερήχων

Έπειτα δοκιμάστηκε σαν λύση η σύνδεση ενός αισθητήρα υπέρυθρων. Ο αισθητήρας αυτός έχει μεγάλη φωτοευασθησία με αποτέλεσμα τη δυνατότητα καταγραφής με ακρίβεια όλων των διαφορετικών τιμών αντανακλώμενης ακτινοβολίας ανάλογα με την επιφάνεια που προσκρούει η ακτινοβολία. Η περιοχή του ματιού ήταν η πλέον κατάλληλη καθώς το φρύδι και οι βλεφαρίδες έχουν έντονη χρωματική αντίθεση σε σχέση με το δέρμα. Έτσι τοποθετήθηκε ο αισθητήρας (Εικόνα 15) δίπλα στο μάτι του ασθενούς σε περιοχή όπου επικρατούσε το χρώμα του δέρματος. Όταν ο ασθενής έκλεινε το μάτι του, τότε μπροστά από τον αισθητήρα παρεμβάλλονταν οι βλεφαρίδες οπότε επικρατούσε το μαύρο χρώμα. Αυτή η έντονη χρωματική αλλαγή, δημιουργεί

διαφορετική τιμή ανακλώμενης ακτινοβολίας και έτσι ο αισθητήρας μπορεί να αναγνωρίσει την κίνηση του ανοίγματος-κλεισίματος του ματιού.



Εικόνα 15 : Σύστημα με αισθητήρα υπέρυθρων

Στη συνέχεια καταγράφηκαν ακριβέστερα οι νέες ανάγκες που προέκυψαν καθώς και προτάσεις για εξέλιξη και βελτίωση του ήδη υπάρχοντος συστήματος με στόχο μια πιο αξιόπιστη και άνετη επικοινωνία. Επόμενο στάδιο ήταν η εξατομίκευση του συστήματος στις ανάγκες των ασθενών (αριστερό, δεξί μάτι ή και τα δύο) και η σύνδεσή του με ειδικά λογισμικά που στοχεύουν αρχικά στην εκπαίδευσή του ασθενούς στη χρήση του συστήματος και εν συνεχεία στη χρήση του από τους ασθενείς σαν μέσο για την επικοινωνία του.

Η μελέτη περίπτωσης που περιγράφεται παρακάτω, αφορά άνδρα ασθενή 68 ετών που έγινε εισαγωγή του στα ΤΕΠ σε κωματώδη κατάσταση λόγω εγκεφαλικού επεισοδίου. Κατά την παραμονή του στη ΜΕΘ ο ασθενής ξεκίνησε να παρακολουθεί και να εκτελεί με το βλέμμα του κινήσεις. Πιο συγκεκριμένα δεν είχε τις απαραίτητες δεξιότητες για επικοινωνία μέσω προφορικού ή γραπτού λόγου. Έφερε τραχειοστομία και δεν ήλεγχε καμία μυϊκή ομάδα (κεφαλή, κορμός, άνω και κάτω άκρα). Η μοναδική

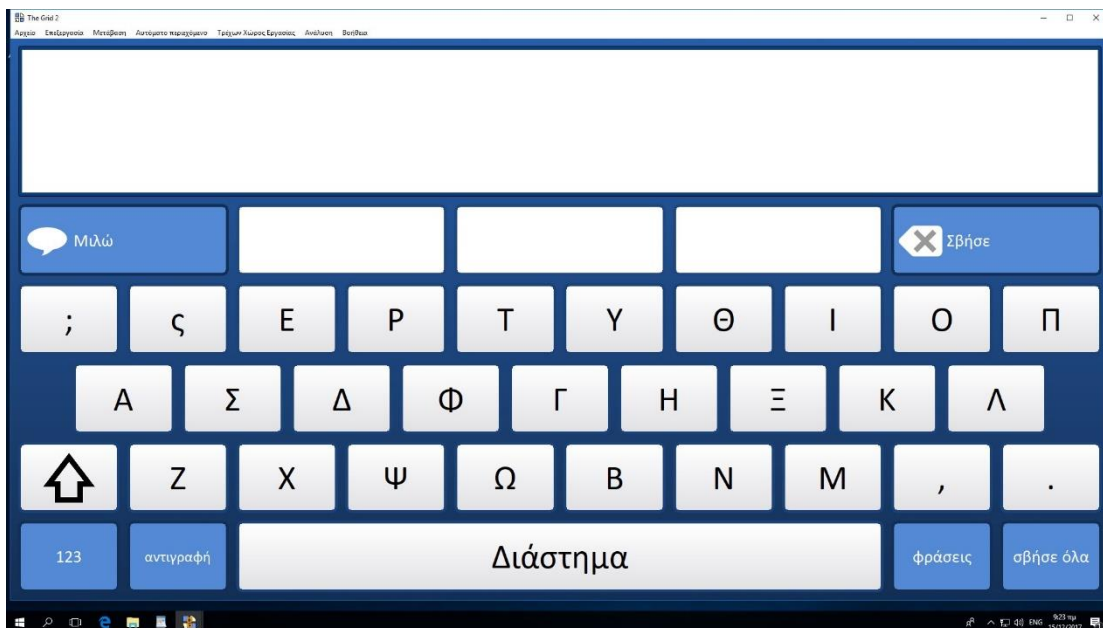
εκούσια κίνηση παρουσιαζόταν στους οφθαλμούς του και συγκεκριμένα πραγματοποιούσε εκούσιο άνοιγμα -κλείσιμο των βλεφάρων. Όταν ξεκίνησε η εφαρμογή τους συστήματος αυτού στην διαδικασία της αποκατάστασης της επικοινωνίας του, ήταν σε θέση να επικοινωνεί με κλειστού τύπου ερωτήσεις όπου πραγματοποιούσε με κλείσιμο των οφθαλμών το «ΝΑΙ» και με άνοιγμα το «ΟΧΙ». Με αυτό τον τρόπο αξιολογήθηκαν και κρίθηκαν οι νοητικές λειτουργίες του ως φυσιολογικές.

Άλλοι παράμετροι που ελήφθησαν υπόψη κατά τη διαδικασία της αποκατάστασης ήταν το κίνητρο του ασθενή για επικοινωνία με το περιβάλλον του και η θέση εργασίας καθώς θα έπρεπε να μπορεί να σταθεί καθιστός στο κρεβάτι με υποστήριξη και για μεγάλο χρονικό διάστημα για τις ανάγκες της συνεδρίας. Επιπλέον παράμετρος υπήρξε η βελτίωση της οπτικής του ικανότητας τόσο σε οριζόντια όσο και σε κάθετη κίνηση των ματιών και η ικανότητα όρασης για την ευκρινή αναγνώριση των εικόνων στην οθόνη του υπολογιστή. Η οθόνη που χρησιμοποιήθηκε επιλέχθηκε να είναι μη-καθρεπτιζουσα προκειμένου ο ασθενής να μην είναι σε θέση να δει τον εαυτό του και αποθαρρυνθεί. Τέλος λήφθηκε υπόψη και η κατάσταση του ασθενή καθώς ήταν βιώσιμος αλλά με μηδαμινές ελπίδες βελτίωσης στον κινητικό τομέα και στην ικανότητα επικοινωνίας.

Ωστόσο, δυστυχώς το πρόγραμμα της αποκατάστασης του δεν ολοκληρώθηκε καθώς ο ασθενής απεβίωσε.

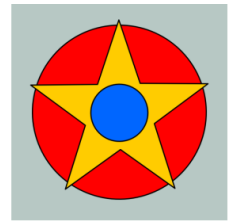
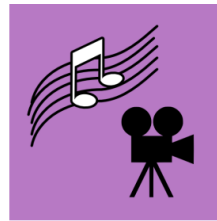
Το λογισμικό που επιλέχθηκε αρχικά ήταν το «GRID». Το «GRID» είναι ένα πρόγραμμα εναλλακτικής επικοινωνίας. Δεν διατίθεται δωρεάν αλλά μπορεί να λειτουργήσει δοκιμαστικά δωρεάν για μία περίοδο 60 ημερών. Το λογισμικό αυτό εμφανίζει ένα «οπτικό πληκτρολόγιο» και με αυτόματη σάρωση προεπιλέγει κυκλικά τα γράμματα και τα σύμβολα (Εικόνα 16). Μόλις ο χρήστης επιλέξει κάποιο, το λογισμικό το γράφει στην οθόνη πάνω από τα γράμματα και ξεκινάει πάλι την αυτόματη σάρωση. Όταν ο χρήστης ολοκληρώσει τη λέξη ή τη φράση που θέλει να πει, επιλέγει το κουμπί «Μιλώ» και εκφωνείται από τον υπολογιστή. Ο ασθενής που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία, δυσκολευόταν αρκετά με τη χρήση και την κατανόηση του συγκεκριμένου

λογισμικού, οπότε απορρίφθηκε σαν λύση για το αρχικό στάδιο αποκατάστασης της επικοινωνίας του.



Εικόνα 16 : Λογισμικό εναλλακτικής επικοινωνίας «GRID»

Το λογισμικό που επιλέχθηκε τελικά για τις ανάγκες του συγκεκριμένου ασθενούς ήταν το Talk&Play της εταιρείας SciFy. Το συγκεκριμένο λογισμικό διατίθεται δωρεάν προς όλους και είναι πλήρως προσαρμόσιμο από τον εργοθεραπευτή στις ανάγκες του χρήστη με βάση της δυνατότητές του, τις προτιμήσεις και τους στόχους αποκατάστασης. Το Talk&Play αποτελεί ένα σύστημα που αναπτύχθηκε για άτομα με αναπηρίες και τους παρέχει δυνατότητες επικοινωνίας με το περιβάλλον, εκπαίδευσης και άσκησης για αποκατάσταση ακόμα και στο χώρο τους, με την καθοδήγηση του ειδικού θεραπευτή τους. Κυρίως απευθύνεται σε άτομα με δυσκολίες στην ομιλία και αδυναμία επικοινωνίας αλλά που διατηρούν τις γνωστικές τους λειτουργίες. Χρησιμοποιώντας αυτόματη σάρωση προεπιλέγονται κυκλικά διάφορες επιλογές-μενού (Εικόνα 17) και όταν ο χρήστης επιλέξει κάποια (ανοιγοκλείνοντας το μάτι του) τότε εκτελείται.



Εικόνα 17 : Αρχικό μενού λογισμικού Talk&Play

4. Δεοντολογικά και ηθικά θέματα

Ο ασθενής ενημερώθηκε για τις συνεδρίες που θα γίνονταν με στόχο την αύξηση της ικανότητας επικοινωνίας του και έδωσε τη συγκατάθεσή του. Επιπλέον τηρήθηκε το ιατρικό απόρρητο.

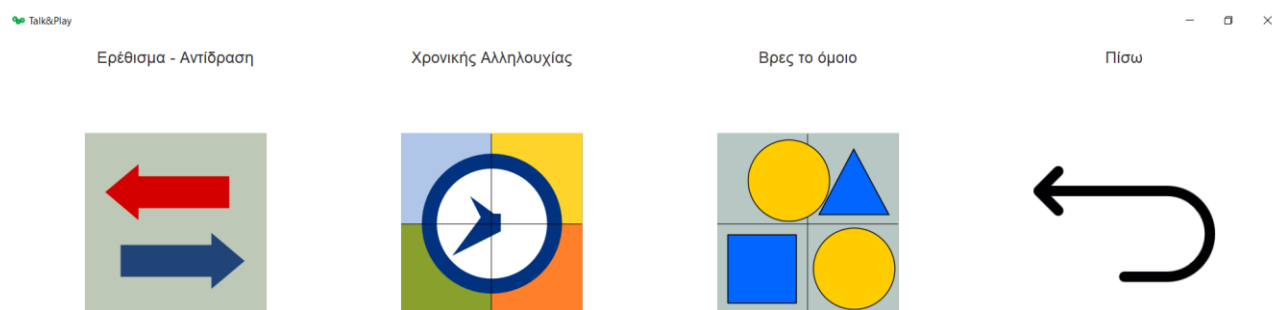
5. Αποτελέσματα

Για τη μελέτη περίπτωσης που αναφέρθηκε, συνολικά πραγματοποιήθηκαν 3 συνεδρίες με τον ασθενή. Η αρχική συνεδρία που πραγματοποιήθηκε με τον αισθητήρα υπερήχων, λόγω της μικρής ευαισθησίας του αισθητήρα από 2-450cm αλλά και διακριτοποίησης ανά 0,3cm, δεν ήταν επιτυχής καθώς δεν έγινε δυνατή η καταγραφή των πολύ μικρών κινήσεων του κεφαλιού του ασθενούς. Ο ασθενής ωστόσο ήταν συνεργάσιμος σε όλη τη διάρκεια της συνεδρίας και ανταποκρινόταν στις οδηγίες της εργοθεραπεύτριας.

Η επόμενη συνεδρία πραγματοποιήθηκε δοκιμάζοντας διαφορετική διάταξη της συσκευής και με αντικατάσταση του αισθητήρα υπερήχων με αισθητήρα υπέρυθρων. Η τοποθέτηση των γυαλιών που είχαν ενσωματωμένο τον αισθητήρα πραγματοποιήθηκε εύκολα στον ασθενή, ωστόσο χρειάστηκε κάποιος χρόνος προκειμένου να ρυθμιστεί πάνω στο χρήστη για να ανταποκρίνεται σωστά στο άνοιγμα-κλείσιμο των ματιών του. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο χρήστης κατάφερε να προσαρμοστεί γρήγορα με τον τρόπο λειτουργίας της συσκευής. Επιπλέον φάνηκε ότι και η συσκευή αυτή είναι σε θέση να ανταποκριθεί και να αναγνωρίσει το εκούσιο άνοιγμα και κλείσιμο του ματιού του

ασθενούς και να προβεί στην εκτέλεση της αντίστοιχης εντολής. Ωστόσο συχνά λόγω της κούρασης και του ιδρώτα του ασθενή, ο αισθητήρας έχανε την αξιοπιστία του.

Στις συνεδρίες που ακολούθησαν έγιναν βελτιώσεις στο σύστημα εναλλακτικής επικοινωνίας και σταδιακά η εργοθεραπεύτρια κατάφερε να χρησιμοποιήσει με αποτελεσματικότητα διάφορες επιλογές του λογισμικού Talk&Play προκειμένου να αποκτήσει και μια εικόνα των γνωστικών λειτουργιών του ασθενούς. Έτσι έγινε χρήση της επιλογής «Βρες το όμοιο» και της επιλογής ερέθισμα-Αντίδραση (Εικόνα 18).



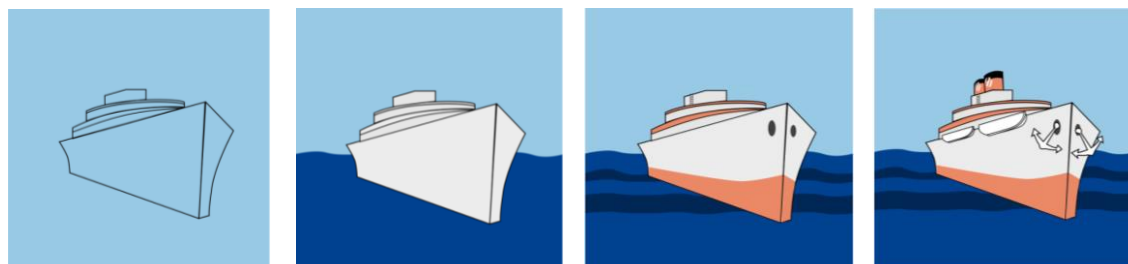
Εικόνα 18 : Υποκατηγορίες της επιλογής «ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ»

Ένα παράδειγμα της επιλογής «Βρες το όμοιο» φαίνεται στην Εικόνα 19. Το λογισμικό αρχικά δείχνει ένα σχήμα για κάποιο χρόνο που ορίζει ο θεραπευτής και στη συνέχεια σαρώνει κυκλικά το κάθε σχήμα. Μόλις ο ασθενής ανοιγοκλείσει το μάτι του, στέλνεται ασύρματα η εντολή στον υπολογιστή και επιλέγεται το σχήμα που έχει διαλέξει. Εάν είναι σωστό τον επιβραβεύει για την επιλογή του, αλλιώς εμφανίζεται μήνυμα να προσπαθήσει ξανά.

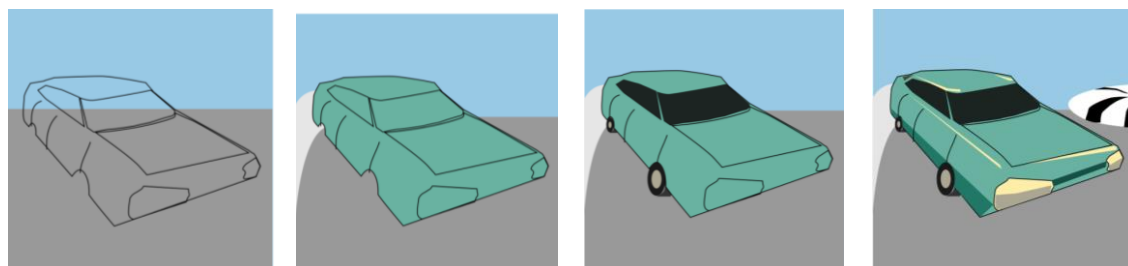


Εικόνα 19 : Σειρά συμβόλων στην κατηγορία «Βρες το όμοιο»

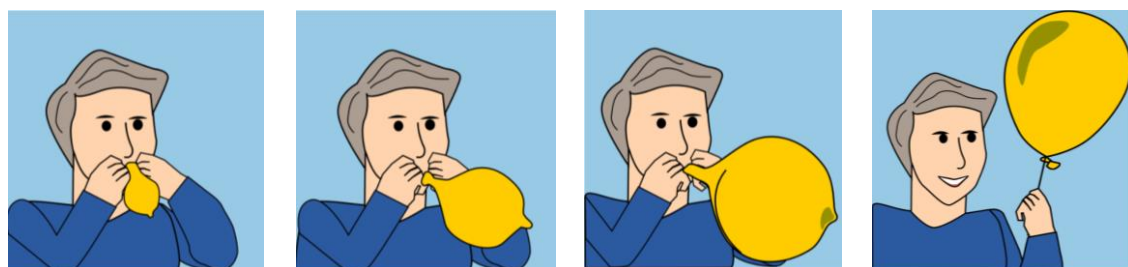
Μια άλλη κατηγορία επιλογής που χρησιμοποιήθηκε ήταν το «Ερέθισμα - Αντίδραση». Σε αυτήν την κατηγορία, εμφανίζεται αρχικά μια εικόνα λιτή. Κάθε φορά που ο χρήστης ανοιγοκλείνει το μάτι του, προστίθενται λεπτομέρειες στην εικόνα, μέχρι να συμπληρωθεί τελείως. Οι εικόνες με τις αλληλουχίες που ακολουθούν παρακάτω, είναι αυτές που χρησιμοποιήθηκαν και στον ασθενή. Μόλις ολοκληρωθεί η εκάστοτε εικόνα εμφανίζεται ένα μήνυμα επιβράβευσης.



Εικόνα 20 : Σειρά εικόνων με πλοίο στην κατηγορία Ερέθισμα-Αντίδραση



Εικόνα 21 : Σειρά εικόνων με αυτοκίνητο στην κατηγορία Ερέθισμα-Αντίδραση



Εικόνα 22 : Σειρά εικόνων με μπαλόνι στην κατηγορία Ερέθισμα-Αντίδραση

Ο ασθενής έδειξε να ανταποκρίνεται πολύ καλά στην κατηγορία αυτή της ψυχαγωγίας. Με το πέρασμα των συνεδριών έφτασε σε επίπεδο να μπορεί να ανταποκρίνεται στις οδηγίες της εργοθεραπεύτριας και να τις εκτελεί με επιτυχία.

6. Συζήτηση

Το κύριο εύρημα της παρούσας μελέτης είναι η δυνατότητα επιτυχούς χρήσης της εναλλακτικής συσκευής επικοινωνίας που αναπτύχθηκε και κατ' επέκταση η δυνατότητα επικοινωνίας των ασθενών με το άνοιγμα-κλείσιμο των ματιών μέσω του υπολογιστή με το θεραπευτή του και το περιβάλλον του.

Η πρωτοτυπία της συσκευής αυτής έγκειται στο γεγονός ότι επιτρέπει την πλήρη εξατομίκευση και προσαρμογή στις ανάγκες του ασθενούς συνδυάζοντας το χαμηλό κόστος της. Επιπλέον επειδή προσαρμόζεται πάνω σε γυαλιά, έχει εύκολη τοποθέτηση στον ασθενή και λόγω του μικρού μεγέθους του αισθητήρα δεν περιορίζει καθόλου το οπτικό πεδίο του χρήστη.

Στη βιβλιογραφία παρουσιάζεται περίπτωση ασθενούς με σύνδρομο εγκλεισμού που έλαβε εκπαίδευση επικοινωνίας με επαυξητικό και εναλλακτικό εξοπλισμό επικοινωνίας χρησιμοποιώντας το άνοιγμα-κλείσιμο των ματιών [12]. Μετά από 3 εβδομάδες εκπαίδευσης, ο ασθενής ήταν σε θέση να επιχειρήσει να αλληλεπιδράσει με άλλους ανθρώπους και να σχηματίσει μια λέξη μέσω επιλογής σε κορεάτικο αλφάβητο. Το άρθρο καταλήγει συμπεραίνοντας ότι ο επαυξητικός και εναλλακτικός εξοπλισμός επικοινωνίας που χρησιμοποιεί το άνοιγμα-κλείσιμο των ματιών θα μπορούσε να θεωρηθεί ωφέλιμο για τη βελτίωση των δεξιοτήτων επικοινωνίας των ασθενών με σύνδρομο εγκλεισμού.

Σε έρευνα [13] που πραγματοποιήθηκε σε 88 ασθενής με ΣΕ, όλοι οι ερωτηθέντες (35% γυναίκες, μέση ηλικία = 52 ± 12 έτη, μέσος χρόνος σε ΣΕ = 10 ± 6 έτη) απάντησαν χρησιμοποιώντας έναν κώδικα επικοινωνίας ΝΑΙ / ΟΧΙ χρησιμοποιώντας κυρίως κινήσεις των οφθαλμών και 62% χρησιμοποίησαν

υποστηρικτική τεχνολογία. Το 49% μπορούσε να επικοινωνήσει μέσω λεκτικής γλώσσας και το 73% είχε ανακτήσει και ορισμένες λειτουργικές κινήσεις μέσα στα χρόνια. Τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν τη δυνατότητα ανάκτησης επικοινωνίας που δεν εξαρτάται από τα μάτια, σύνθεση ομιλίας και ορισμένες λειτουργικές κινήσεις στην πλειονότητα των χρόνιων ασθενών με ΣΕ.

Σε μια ερευνητική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας μεταξύ 1975 και 2003 [14] εξετάστηκαν τα δεδομένα σχετικά με την παραγωγή ομιλίας πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την παρέμβαση της ΕΕΕ και τα αποτελέσματα ήταν ότι οι παρεμβάσεις της ΕΕΕ δεν αναστέλλουν την παραγωγή ομιλίας αλλά αντίθετα μπορούν να υποστηρίξουν την παραγωγή της. Και σε μια συστηματική ανασκόπηση μελετών [15], που γράφτηκαν μεταξύ 1995 και 2007, με στόχο να προσδιορίσει τις επιπτώσεις της παρέμβασης ΕΕΕ στην παραγωγή ομιλίας σε παιδιά με αυτισμό, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι παρεμβάσεις ΕΕΕ δεν εμποδίζουν την παραγωγή ομιλίας. Στην πραγματικότητα, οι περισσότερες μελέτες ανέφεραν αύξηση στην παραγωγή ομιλίας

6.1 Περιορισμοί

Στο σύστημα αυτό που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, η ρύθμιση για το πότε το κλείσιμο του ματιού είναι εκούσιο ή ακούσιο ρυθμίζεται από τον εκάστοτε θεραπευτή. Ωστόσο αυτή η ρύθμιση δεν είναι η ίδια κάθε φορά, καθώς εξαρτάται άμεσα από τις συνθήκες φωτισμού αλλά και από τον ασθενή. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να πρέπει να ρυθμίζεται από την αρχή σε κάθε θεραπεία, όπως επίσης και κατά τη διάρκεια της θεραπείας εάν μεταβάλλονταν οι συνθήκες φωτισμού. Αυτό δημιουργούσε έναν περιορισμό ως προς την ωφέλιμη διάρκεια της θεραπείας αλλά και πολλές φορές αναστάτωση και κούραση στον ασθενή.

Επιπλέον, λόγω της πάθησης των ασθενών κάποιες φορές δεν είναι δυνατή η ολοκλήρωση των συνεδριών αποκατάστασης επικοινωνίας όπως επίσης και πολλές φορές χρειάζεται η γρηγορότερη διακοπή της λόγω κόπωσής τους.

6.2 Μελλοντικές Εργασίες - προοπτική

Από τη μελέτη εφαρμογής δημιουργήθηκαν ορισμένα ερωτήματα που θα ήταν καλό να εξεταστούν σε μελλοντικές μελέτες.

Πιο συγκεκριμένα μια μελέτη θα μπορούσε να εξετάσει την ύπαρξη ηχητικής και χρωματικής σήμανσης όταν επιτυγχάνεται ο στόχος, για παράδειγμα η επιλογή. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα ο ασθενής να λαμβάνει άμεσο ερέθισμα για το αν έχει εκτελέσει σωστά τη ζητούμενη κίνηση, καθώς επίσης και το άτομο που τον βοηθάει να αντιλαμβάνεται αμέσως εάν όλα λειτουργούν και ανταποκρίνονται σωστά ή χρειάζονται περαιτέρω ρυθμίσεις και ενέργειες. Στη συνέχεια θα μπορούσαν να συγκριθούν τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης με τα αποτελέσματα της παρούσας ή άλλης αντίστοιχης ώστε να βγει κάποιο συμπέρασμα για το αν βοήθησαν και πόσο βελτίωσαν την εμπειρία χρήσης και αποτελεσματικότητας.

Επιπλέον θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθεί η ύπαρξη πολλαπλών αισθητήρων. Οι πολλαπλοί αισθητήρες θα έδιναν τη δυνατότητα στον ασθενή να εκτελεί, ανάλογα και με τις δυνατότητές του, πολλαπλές εντολές στον υπολογιστή εξασφαλίζοντας έτσι μια πιο ταχεία και άμεση επικοινωνία.

Αρκετά χρήσιμη θα ήταν η ανάπτυξη και μελέτη ενός συστήματος που θα μπορούσε να πραγματοποιήσει αυτόματη αρχικοποίηση του συστήματος στις εκάστοτε συνθήκες φωτισμού και εξατομικευμένο στον κάθε ασθενή. Αυτό θα έδινε μια αυτονομία στον ασθενή καθώς επίσης και θα εξασφάλιζε καλύτερη και αποτελεσματικότερη επικοινωνία και χρήση του εκάστοτε μέσου που επιθυμεί.

Τέλος, θα μπορούσε να μελετηθεί και η σύνδεσή του με εικονική (VR) και επαυξημένη (AR) πραγματικότητα και να εξεταστεί κατά πόσο περαιτέρω βοήθησε τους ασθενείς.

7. Συμπεράσματα

Η υποστηρικτική τεχνολογία και η έγκαιρη χρήση της μπορεί να προσφέρει στον

ασθενή ταχύτερη αποκατάσταση καθώς επίσης και να του δώσει τη δυνατότητα αυτονομίας. Το εναλλακτικό σύστημα επικοινωνίας που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού καθώς και αντίστοιχα τέτοια συστήματα παρέχουν τη δυνατότητα στον χρήστη-ασθενή να αλληλεπιδράσει με τους ιατρούς, την οικογένειά του και γενικότερα το περιβάλλον του και να έχει ενεργό ρόλο στην αποκατάστασή του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση και της ψυχολογίας του καθώς μπορεί σταδιακά να γίνεται όλο και πιο λειτουργικός. Η αλληλεπίδραση του ασθενούς με το περιβάλλον του είναι ένας σημαντικός παράγοντας βελτίωσης της ποιότητας ζωής του. Επιπλέον το χαμηλό κόστος του συστήματος αυτού, το καθιστά ιδιαίτερα προσιτό σε όλους και η ευκολία τοποθέτησης και χρήσης επιταχύνει τη διαδικασία αποκατάστασης και μειώνει τον κίνδυνο αποθαρρύνσεως του ασθενή από ανεπιτυχή ή ιδιαίτερα δύσκολη χρήση.

Για την πλήρη επιτυχία του προγράμματος αποκατάστασης είναι αναγκαία η λειτουργία μιας διεπιστημονικής ομάδας από θεράποντες γιατρούς και μηχανικούς προκειμένου να αναπτύσσεται και διαμορφώνεται η καλύτερη δυνατή λύση για τον εκάστοτε ασθενή με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Abstract

This study refers to the application of an alternative communication system to patients with locked-in syndrome to restore the communication with their environment.

Locked-In Syndrome is a neurological disorder with complete paralysis of all controlled muscles except those that control eye movements. People with this syndrome are conscious but do not have the ability to produce movements (other than eye movement) or speak. Cognitive function is usually unaffected. Communication is possible through eye movements or blinking. It is caused by damage to the brainstem, which is a structure of the brain that connects the brain to the spinal cord and controls vital functions such as cardiopulmonary and hemodynamic. It is also responsible for functions such as body temperature, wakefulness and sleep cycles, digestion, sneezing, coughing, vomiting and swallowing. People with Locked-In Syndrome recognize their environment and maintain their sense of hearing and vision and also maintain sleep-wake cycles.

The purpose of the study is to achieve the communication between the patients and their environment through the voluntary blinking and through the use of appropriate software on the computer. The alternative communication system was developed entirely within the framework of the postgraduate program and records the voluntary blinking and then sends a keyboard or mouse command to the computer. Its operating principle is based on an infrared sensor that records the amount of infrared light reflected back to it. Light-colored surfaces (e.g. skin color) reflect more light than darker surfaces (eyelashes and eyebrows), so the output voltage when the sensor is on a light-colored surface will be much smaller than on a dark-colored one. By detecting this abrupt change in voltage, the system recognizes when the patient blinked. Then, through a microcontroller board and a Bluetooth wireless protocol, the system is enabled to communicate with the computer and mimic the

function of a mouse, keyboard or switch and send the corresponding commands.

The system is connected to special software that uses automatic scanning and in this way the patient is given the opportunity to write and speak through it as well as the possibility of complete control it.

Great emphasis was placed on the complete configuration of the system as the needs for personalization are imperative. So, depending on the capabilities, the patient can use two sensors (one for each eye) and send different commands depending on the eye that opens and closes, a sensor on the left or right eye as well as send commands to a mouse, keyboard or switch depending on the applications and programs it uses.

The results of the study show that these support technologies are able to help their users. The patients are able to use it with the help of an occupational therapist and follow the programs to restore their communication.

Keywords

Locked-In syndrome, alternative communication, infrared

Βιβλιογραφία

- [1] Satow, Takeshi Yamaguchi, Takuya Mima, Tatsuya et al. Transcranial direct current stimulation for a patient with locked-in syndrome. *Brain Stimulation*. 2019; 13(2); 375 - 377.
- [2] COMA Science Group [Online]. Locked-in Syndrome. 2007; Available from: http://www.coma.ulg.ac.be/inform/locked_in_syndrome.html
- [3] National Organization of Rare Disorders [Online]. Locked in Syndrome. NORD, 2018; Available from: <https://rarediseases.org/rare-diseases/locked-in-syndrome/>
- [4] AssistiveWare. Will AAC stop a person from learning to speak?. AssistiveWare. Available from <https://www.assistiveware.com/learn-aac/roadblock-aac-will-stop-a-person-from-learning-to-speak>
- [5] American Speech-Language-Hearing Association. Augmentative and Alternative Communication (AAC). ASHA. Available from: <https://www.asha.org/public/speech/disorders/AAC/#types>
- [6] Mike Price, OT. The 5 Best AAC Devices (Augmentative and Alternative Communication). RehabMart [Online]. Available from: <https://www.rehabmart.com/post/the-5-best-aac-devices-augmentative-and--alternative-communication-product-reviews-and-rating>
- [7] SpeechPathologyGraduatePrograms.org. Top 10 AAC (Augmentative and alternative Communication Devices). 2017 November 17; Available from: <https://www.speechpathologygraduateprograms.org/2017/11/top-10-aac-augmentative-and-alternative-communication-devices/>
- [8] United States Society for Augmentative and Alternative Communication. AAC DEVICES. USSAAC. Available from: <https://ussaac.org/aac-info/aac-devices/>

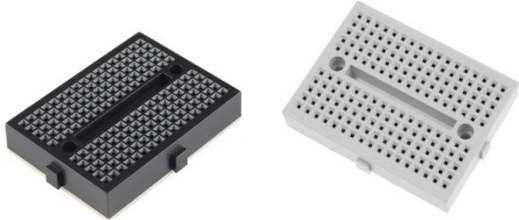
- [9] HowToMechatronics [Online]. Arduino and HC-05 bluetooth module tutorial [Internet]. 2016; Available from: <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-and-hc-05-bluetooth-module-tutorial/>
- [10] Albert Huang and Larry Rudolph. Bluetooth for Programmers. mit.edu, 2005, p12-13
- [11] SparkFun. Bluetooth Basics [Internet]; Available from: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/bluetooth-basics>
- [12] Park SW, Yim YL, Yi SH, Kim HY, Jung SM. Augmentative and Alternative Communication Training Using Eye Blink Switch for Locked-in Syndrome Patient. *Ann Rehabil Med.* 2012;36(2):268-272.
- [13] Lugo ZR, Bruno MA, Gosseries O, et al. Beyond the gaze: Communicating in chronic locked-in syndrome. *Brain Inj.* 2015;29(9):1056-1061.
- [14] Millar, Diane & Light, Janice & Schlosser, Ralf. The Impact of Augmentative and Alternative Communication Intervention on the Speech Production of Individuals with Developmental Disabilities: A Research Review. *Journal of speech, language, and hearing research:* 2006; JSLHR. 49. 248-64.
- [15] Schlosser, Ralf & Wendt, Oliver. Effects of Augmentative and Alternative Communication Intervention on Speech Production in Children with Autism: A Systematic Review. *American journal of speech-language pathology / American Speech-Language-Hearing Association.* 2008; 17.212-30.

Παράρτημα

1. Διαδικασία κατασκευής και συνδεσμολογίας BlinkEye

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

- 2x mini breadboards



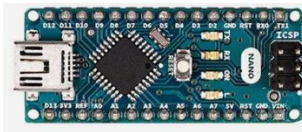
- 2x HC-05 Bluetooth modules



- 1x Arduino micro



- 1x arduino Nano



- 1x SparkFun Line Sensor QRE1113



- 1x καλώδιο mini usb->USB
- 1x καλώδιο micro usb->USB

- 1x Ποτενσιόμετρο 10Κohm



- Καλώδια σύνδεσης



- 1x 9V Μπαταρία



- 1x Θήκη μπαταρίας



- 1x Διακόπτης Toggle switch



- 1x ζευγάρι γυαλιά χωρίς τους φακούς



- 1x μονωτική ταινία



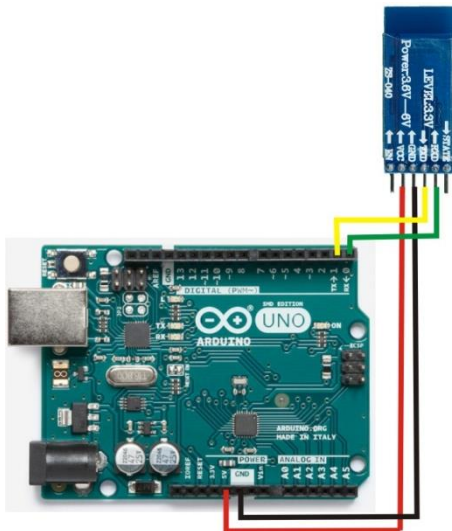
Bluetooth AT Mode & Commands

Για αυτή τη διεργασία θα χρησιμοποιηθεί το ArduinoUno.

1. Συνδέουμε τα GND και Vcc του Bluetooth module στα αντίστοιχα GND και 5V του Arduino.
2. Πατάμε το κουμπί του HC-05 Bluetooth και ενώ το κρατάμε πατημένο, συνδέουμε το Arduino στο PC. Θα δούμε το φωτάκι στο Bluetooth module να αναβοσβήνει ανά 2 δευτερόλεπτα, το οποίο σημαίνει ότι έχει μπει σε AT mode
3. Ανοίγουμε το λογισμικό Arduino IDE και κάνουμε Upload ένα άδειο κώδικα στο Arduino Board
4. Συνδέουμε τα Rx and Tx του Bluetooth module στα αντίστοιχα Rx(pin0) και Tx(pin1) του Arduino board.

Προσοχή: Κατά τη διάρκεια του upload του κώδικα, αφαιρούμε τις συνδέσεις Rx και Tx και τα συνδέουμε ξανά στις θέσεις τους μόλις ολοκληρωθεί το upload.

Οι συνδέσεις φαίνονται την παρακάτω εικόνα.



HC-05 -> Arduino

Vcc -> 5V

GND -> GND

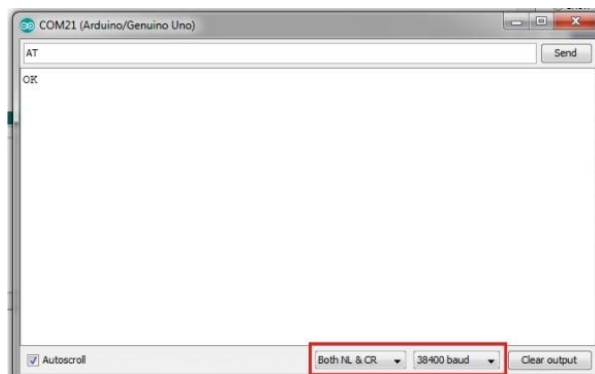
Rx -> Rx (pin 0)

Tx -> Tx (pin1)

Το HC 05 Bluetooth module χρειάζεται μετά από κάθε εντολή Carriage Return & Line Feed. Οπότε ανοίγουμε το Serial Monitor και επιλέγουμε "Both NL & CR" και 38400 baud.

Πληκτρολογούμε **AT** και πατάμε το κουμπί Send.

Στη συνέχεια πρέπει να λάβουμε ως απόκριση ένα **OK** το οποίο σημαίνει ότι έχουμε μπει επιτυχώς στα AT Commands.



AT Commands για το SLAVE module

1. Πληκτρολογούμε **AT+NAME?** για να δούμε το όνομα του module.

Μπορούμε να το αλλάξουμε όπως θέλουμε πληκτρολογώντας για παράδειγμα: **AT+NAME=SLAVE**

2. Για να δούμε τον κωδικό πρόσβασης πληκτρολογούμε **AT+PSWD?** (ο προκαθορισμένος είναι: 1234)

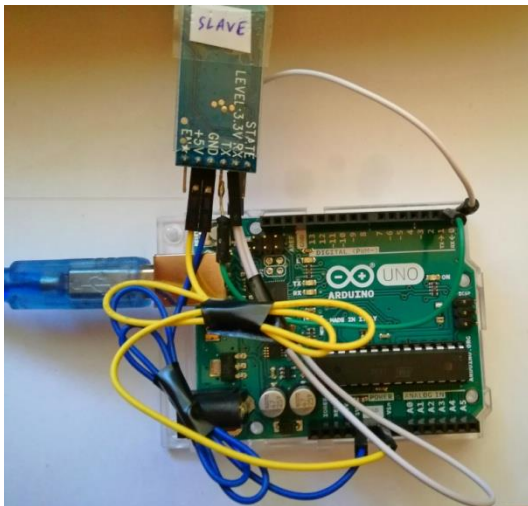
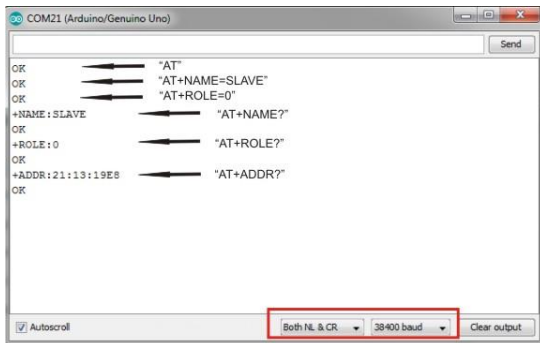
3. Πληκτρολογούμε **AT+ROLE=0** για να το κάνουμε slave

4. Πληκτρολογούμε **AT+ADDR=?** για να πάρουμε τη διεύθυνσή του. Πρέπει να ξέρουμε τη διεύθυνσή του προκειμένου να το συντονίσουμε (PAIR) με κάποιο άλλο.

Η διεύθυνση πρέπει να είναι της μορφής: :21:13:19E8

5. Το αποσυνδέουμε από τον υπολογιστή για να βγει από το AT mode.

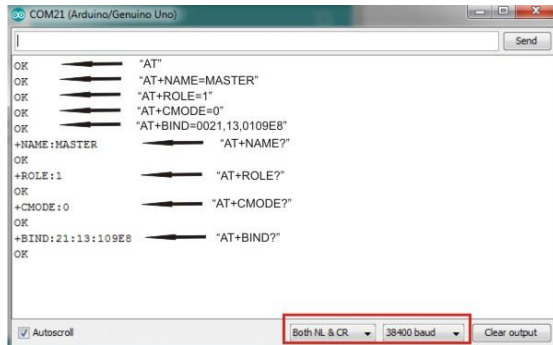
Σημείωση: Η διεύθυνση μπορεί επίσης να βρεθεί και στο Bluetooth devices, add device, δεξί click στο SLAVE (the name of Bluetooth), Properties, Bluetooth -> Unique Identifier.



AT Commands για το Master module

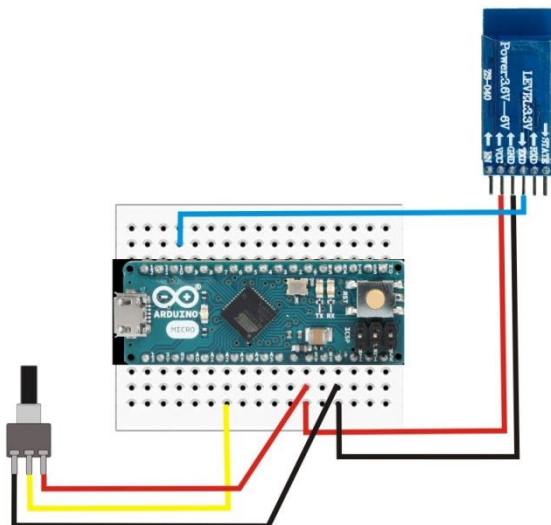
1. Πληκτρολογούμε **AT+NAME?** για να δούμε το όνομα του module.
Μπορούμε να το αλλάξουμε όπως θέλουμε πληκτρολογώντας για παράδειγμα: **AT+NAME=SLAVE**
2. Για να δούμε των κωδικό πρόσβασης πληκτρολογούμε **AT+PSWD?** (ο προκαθορισμένος είναι: 1234)
3. Πληκτρολογούμε **AT+ROLE=1** για να γίνει master
4. Πληκτρολογούμε **AT+CMODE=0** για να μπορέσει το module να συνδεθεί σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση Bluetooth.
5. Πληκτρολογούμε **AT+BIND= 0021,13,0109E8** (τοποθετούμε εδώ τη διεύθυνση του slave module) για να συνδεθεί με το slave module.

Σημείωση: Στα AT Commands οι άνω και κάτω τελείες πρέπει να αντικατασταθούν με κόμμα και ακόμα η πλήρης διεύθυνση αυτής ":21:13:19E8 " είναι " 00:21:13:01:09:e8" επειδή τα "0" παραλείπονται όταν βρίσκονται στην αρχή.



Arduino Micro

Κάνουμε τις συνδέσεις όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα:



HC-05 -> Arduino

Vcc -> 5V

GND -> GND

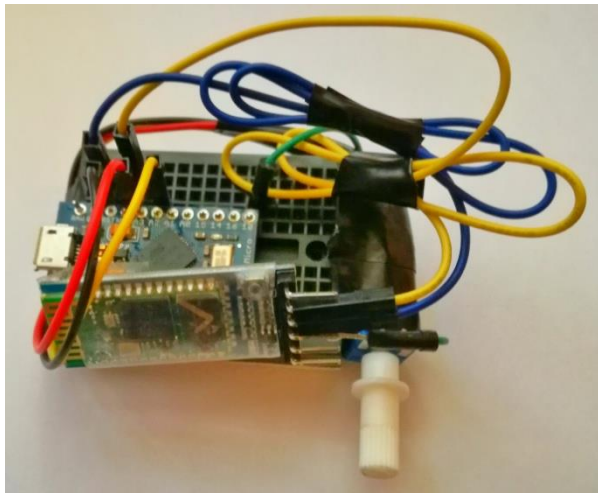
Tx -> pin 11

Potentiometer -> Arduino

V -> 5V

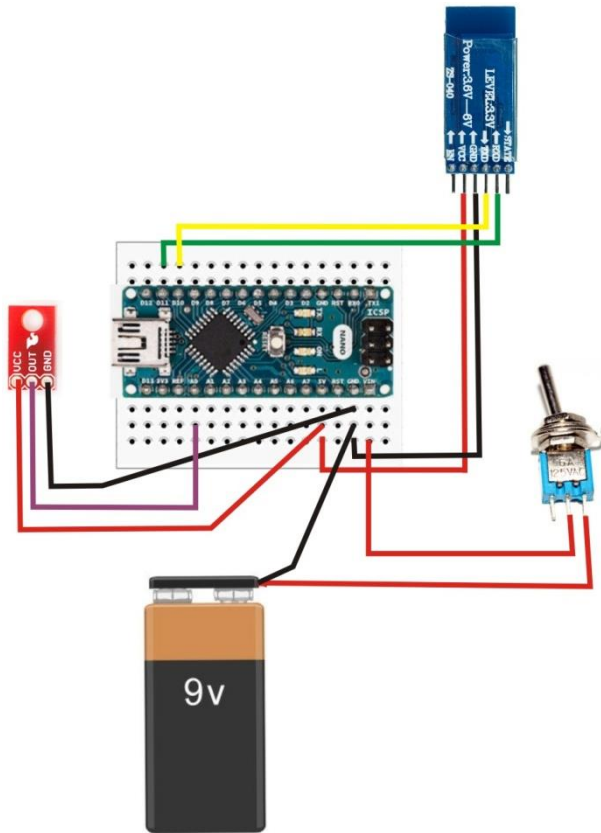
GND -> GND

Input pin -> pin A2



Arduino Nano

Κάνουμε τις συνδέσεις όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα:



HC-05 -> Arduino

- Vcc -> 5V
- GND -> GND
- Tx -> pin 10
- Rx -> pin 11

QRE1113 -> Arduino

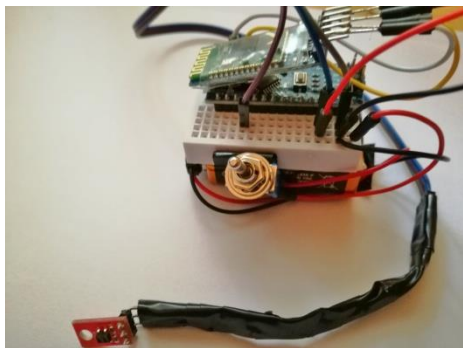
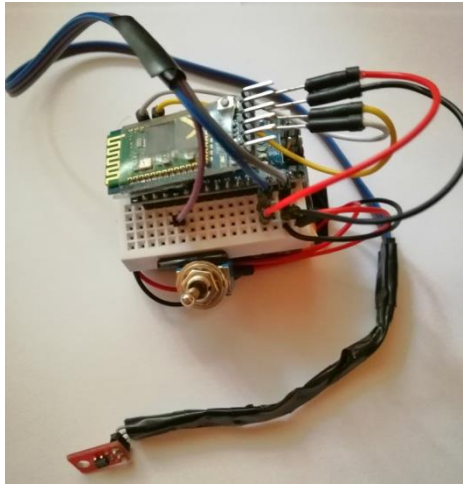
- VCC -> 5V
- GND -> GND
- OUT -> pin A0

Battery -> Arduino

- 9V -> Toggle switch
- GND -> GND

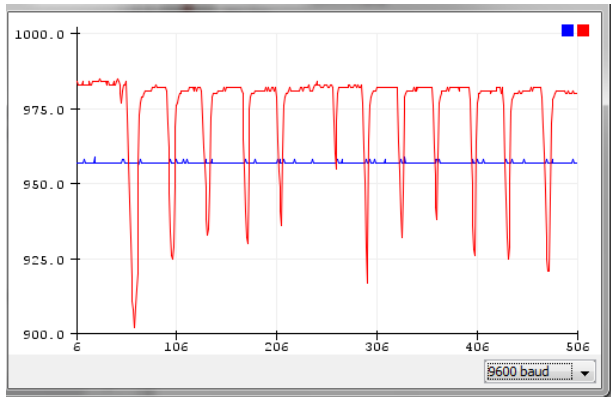
Toggle Switch -> Arduino

- V -> Vin



Τοποθέτηση και ρυθμίσεις

1. Συνδέουμε το Arduino Micro στον υπολογιστή. Θα αρχίσει το φωτάκι στο bluetooth module να αναβοσβήνει συνεχόμενα.
2. Ανοίγουμε το διακόπτη στο Arduino Nano για να λειτουργήσει. Μετά από μερικά δευτερόλεπτα θα αρχίσουν και τα δύο bluetooth modules να αναβοσβήνουν μαζί. Αυτό σημαίνει ότι έχουν συγχρονιστεί και μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους.
3. Ανοίγουμε το Arduino IDE. Επιλέγουμε την πλακέτα (Arduino Micro) και την κατάλληλη θύρα COM και ανοίγουμε το Serial Plotter. Θα εμφανιστεί ένα διάγραμμα με μετρήσεις από τον αισθητήρα και την τιμή από το ποτενσιόμετρο (κατώφλι). Με το μπλε χρώμα είναι η τιμή του ποτενσιόμετρου και με κόκκινο οι μετρήσεις από τον αισθητήρα.
5. Τοποθετούμε τον αισθητήρα στα γυαλιά.
6. Φοράμε τα γυαλιά και ρυθμίζουμε τη θέση του αισθητήρα να είναι δίπλα στο μάτι. Ανοιγοκλείνοντας τα μάτια θα παρατηρήσουμε κάποιες απότομες ακμές (peaks) που δημιουργούνται στο διάγραμμα. Ρυθμίζουμε την τιμή του ποτενσιόμετρου να είναι πάνω από τα peaks και κάτω από τις άλλες τιμές όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Σημείωση: Από τη ρύθμιση της τιμής του ποτενσιόμετρου, καθορίζουμε ποια κλεισίματα του ματιού θα δεχτούμε ως εκούσια και ακούσια.