

Εργασία  
Εφαρμογών Τηλεματικής Στις Μεταφορές Και Στην Υγεία  
(2020-2021)

Καραγιάννης Ορέστης (21564)

**"Ηλεκτροεγκεφαλογράφος - EEG"**

# 1.State Of The Art Analysis

## 1.1)Εισαγωγή

Ο κλάδος της Πληροφορικής συνεχώς εξελίσσεται αλλάζοντας και βελτιώνοντας την καθημερινότητα της ανθρωπότητας με εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Πέρα από τις χρήσεις της Πληροφορικής σε κοντινά πεδία της, η επιστήμη αυτή βρίσκει έδαφος και σε άλλους τομείς. Ένας από αυτούς είναι της υγείας. Ειδικότερα, οι λύσεις της Πληροφορικής στην υγεία ίσως αποτελούν αυτές με το μεγαλύτερο όφελος για τους ανθρώπους αφού συμβάλλουν στην καλύτερη θεραπεία των ασθενών. Ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος (EEG-electroencephalograph) συνιστά μια τέτοια περίπτωση. Ουσιαστικά, πρόκειται για την εγγραφή-ανάλυση ηλεκτρικών σημάτων που παράγονται από τον εγκέφαλο μέσω ηλεκτροδίων που τοποθετούνται στην κρανιακή περιοχή με σκοπό την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

## 1.2)Η Εφεύρεση του Ηλεκτροεγκεφαλογράφου

Η πρώτη βασική σύλληψη για την ιδέα, που θα αποτελούσε και το έναυσμα για τη δημιουργία του ηλεκτροεγκεφαλογράφου, διατυπώθηκε από τον Richard Caton (1842–1926) ο οποίος υποστήριξε πως αν η περιφερειακή νευρική δραστηριότητα ενός οργανισμού προκαλεί αλλαγή στο ηλεκτρικό δυναμικό, παρόμοια συμβάντα πρέπει να συμβαίνουν και στην περίπτωση του εγκεφάλου. Η θεωρία του Caton αφορούσε παρατηρήσεις σε ζώα. Η σημαντικότερη παρατήρηση όμως έγινε το 1924, από τον Hans Berger (1873-1941), ο οποίος κατασκεύασε και κατέγραψε τα πρώτα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα σε άνθρωπο. Παράλληλα, αναγνώρισε τα κύματα Berger (συχνότητας 8-13 Hz) πιο ευρέως γνωστά ως alpha. Η ανακάλυψη του Berger ήταν η κινητήρια δύναμη για τη μελλοντική χρήση του ηλεκτροεγκεφαλογράφου (από το 1970 κιόλας) προκειμένου να θεραπευθούν άνθρωποι με προβληματική κινητικότητα, όραση, ακοή κ.α.

## 1.3)Περιγραφή Ηλεκτροεγκεφαλογράφου Και Τοποθέτηση

Ο σύγχρονος ηλεκτροεγκεφαλογράφος είναι ένα μηχάνημα το οποίο μετράει την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου. Προορίζεται για ιατρική χρήση και αποτελείται από τέσσερα επιμέρους στοιχεία. Αυτά είναι:

- τα ηλεκτρόδια, για την καταγραφή των απαραίτητων σημάτων.
- οι ενισχυτές, για τη συλλογή και μετατροπή των αναλογικών ηλεκτρικών σημάτων σε ψηφιακών προς επεξεργασία από τον υπολογιστή.
- το αγώγιμο τζελ, το οποίο είναι ένα μείγμα χλωριούχου αργύρου (AgCl) για την καλύτερη τοποθέτηση των ηλεκτροδίων και την υποβοήθηση ανίχνευσης των ηλεκτρικών σημάτων.

- ένα μόνιτορ, για την εμφάνιση των ψηφιακών σημάτων.

Για τη σωστή αναπαραγωγή και καταγραφή των σημάτων η τοποθέτηση του ηλεκτροεγκεφαλογράφου πρέπει να ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία: Τα ηλεκτρόδια πρέπει να τοποθετηθούν στο κρανίο ακολουθώντας το πρότυπο του παγκόσμιου "10-20" συστήματος. Το "10" και "20" αναφέρονται στην απόσταση που πρέπει να τοποθετηθούν τα γειτονικά ηλεκτρόδια μεταξύ τους. Δηλαδή, 10% με 20% της συνολικής απόστασης από το μπροστινό μέρος του κρανίου προς το πίσω μέρος ή από τα δεξιά προς τα αριστερά. Επιπλέον, τα ηλεκτρόδια έχουν ενδείξεις με γράμματα πάνω τους προκειμένου να τοποθετούνται στο σωστό λοβό. Ανάλογα με τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο η διαδικασία αυτή μπορεί να εμφανίζει μικρές διαφορές.

#### 1.4) Τύποι Κυμάτων

Όπως προαναφέρθηκε ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος, μπορεί και καταγράφει ηλεκτρικά σήματα που παράγει ο εγκέφαλος. Τα σήματα αυτά διαφέρουν σε συχνότητες, προέρχονται από διαφορετικό τμήμα του εγκεφάλου και δίνουν πληροφορίες για την ψυχολογική και εγκεφαλική κατάσταση του ασθενούς. Στη συνέχεια, παρατίθενται οι τύποι των EEG σημάτων καθώς και η ερμηνεία του καθενός.

##### 1) Τύπος κύματος Delta

Ο τύπος κύματος Delta βρίσκεται στο μικρότερο εύρος συχνότητας (0-4 Hz). Ο τύπος αυτός προέρχεται από περιοχές του εγκεφάλου στο μπροστινό μέρος στους ενήλικες ενώ στα παιδιά εμφανίζεται στο πίσω μέρος του εγκεφάλου. Συνήθως συνδέεται με καταστάσεις βαθύ ύπνου, ύπνου χωρίς όνειρα ακόμα και όταν ο ασθενής βρίσκεται αναισθητός.

##### 2) Τύπος κύματος Theta

Ο τύπος κύματος Theta βρίσκεται στο εύρος συχνότητας 4-8 Hz. Ο τύπος αυτός πηγάζει από τη θαλαμική περιοχή του εγκεφάλου. Κυρίως συνδέεται με καταστάσεις βαθιάς χαλάρωσης, αδράνειας, καταπίεσης κάποιας μνήμης, ονείρου, φαντασίας κ.α. Γενικότερα, αφορά ό,τι συμβαίνει στο υποσυνείδητο του εγκεφάλου.

##### 3) Τύπος κύματος Alpha

Ο τύπος κύματος Alpha περιλαμβάνει τις συχνότητες μεταξύ 8 και 13 Hz. Ο τύπος αυτός προέρχεται από οπίσθια τμήματα του εγκεφάλου και αφορά και τα δύο ημισφαίρια. Συχνά, συνδέεται με καταστάσεις ονειροπόλησης και χαλάρωσης κατά τις οποίες το άτομο έχει συνείδηση του τι συμβαίνει γύρω του.

##### 4) Τύπος κύματος Beta

Ο τύπος κύματος Beta αφορά τις συχνότητες εύρους 13-30 Hz. Ο τύπος αυτός προέρχεται από

τον εμπρόσθιο λοβό του εγκεφάλου καθώς και από πλευρικές περιοχές. Εμφανίζεται και στα δύο ημισφαίρια. Κυρίως αφορά την κατάσταση της σκέψης όμως σχετίζεται και με καταστάσεις όπως το άγχος, οι κρίσεις πανικού, η συγκέντρωση αλλά και ό,τι περιλαμβάνει έντονη εγκεφαλική δραστηριότητα.

#### 5) Τύπος κύματος Gamma

Ο τύπος κύματος Gamma βρίσκεται στο εύρος συχνοτήτων 30 με 100 Hz. Ο τύπος αυτός πηγάζει από το σωματικό αισθητήριο φλοιό (somatosensory cortex). Συχνά, συνδέεται με καταστάσεις που απαιτούν τη χρήση δύο διαφορετικών αισθήσεων ταυτόχρονα ή κατά το matching όμοιων αντικειμένων χρησιμοποιώντας τη βραχυπρόθεσμη μνήμη (short term memory).

#### 6) Τύπος κύματος mu

Ο τύπος κύματος mu περιλαμβάνει τις ίδιες συχνότητες με τα κύματα τύπου Alpha δηλαδή 8-13 Hz. Παρόλα αυτά διαφέρει ως προς το μέρος του εγκεφάλου από το οποίο προέρχεται αφού ξεκινάει από το φλοιό του κινητικού αισθητήρα (sensorimotor cortex). Επιπλέον, αφορά καταστάσεις έντονης εργασίας, συνεχούς επαγρύπνησης κλπ.

### 1.5) *Θεραπεία Με Ηλεκτροεγκεφαλογράφο*

Ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος αποτελεί ένα εργαλείο υψίστης σημασίας στη διάγνωση και θεραπεία νευροεκφυλιστικών ασθενειών του εγκεφάλου αλλά και πολλών ψυχικών ασθενειών. Μπορεί να συμβάλλει στην παραγωγή συμπερασμάτων για ένα μεγάλο πλήθος νευρολογικών ασθενειών όπως άνοια, Αλτσχάιμερ, εγκεφαλικό, καρκίνο του εγκεφάλου, Πάρκινσον, Αυτισμός, τραυματικές διαταραχές και διαταραχές ύπνου μεταξύ άλλων. Ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος έχει διευρύνει τη χρήση του μέσω των εφαρμογών brain-computer interface (BCI) ή εγκεφάλου-διεπαφής υπολογιστή σε πεδία όπως η νευροεπιστήμη, η γνωσιακή επιστήμη και η ψυχολογία. Αξίζει να σημειωθεί, πως επειδή τα δεδομένα ενός ηλεκτροεγκεφαλογράφου είναι πολύ μεγάλα η χρήση αναλυτικών συστημάτων υποβοηθούμενων από υπολογιστές κρίνεται απαραίτητη για την καλύτερη κατανόηση της ψυχολογικής κατάστασης των ασθενών και εν τέλει της κατηγοριοποίησής τους ως υγιείς ή μη. Παρακάτω, θα εξεταστούν εφαρμογές του ηλεκτροεγκεφαλογράφου στη διάγνωση διάφορων τέτοιων ασθενειών.

1) Ηλεκτροεγκεφαλογράφος και επιληψία: Η επιληψία είναι μια από τις πιο συνήθεις νευρολογικές ασθένειες παγκοσμίως. Το βασικότερο σύμπτωμά της είναι κάποιες επαναλαμβανόμενες κρίσεις λόγω απότομων αλλαγών στις ηλεκτρικές λειτουργίες του εγκεφάλου οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια συνείδησης, μνήμης, δύσπνοια κ.α. Ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος συνιστά ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία για την αντιμετώπιση και διερεύνηση της επιληψίας. Ο σχετικά βολικός τρόπος λειτουργίας του μαζί με το χαμηλό κόστος χρήσης του είναι κάποια στοιχεία για τα οποία προτιμάται. Η επιληψία μπορεί να αναγνωριστεί μέσω του ηλεκτροεγκεφαλογράφου διότι εμφανίζεται ως απότομες μυτερές κορυφές (spikes)

κατά την εγγραφή των κυμάτων του εγκεφάλου. Χωρίζεται σε δύο μη φυσιολογικά σήματα το ictal, κατά την κρίση επιληψίας και το interictal, ενδιάμεσα των κρίσεων. Με βάσει τις παραπάνω μεθόδους ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος καταφέρνει να προσδιορίσει τους τύπους των κρίσεων συμβάλλοντας έτσι στη σωστή ανάπτυξη αντιεπιληπτικών φαρμάκων και στην πρόγνωση. Τέλος, μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη διάγνωση της επιληψίας και πιο συγκεκριμένα αν αυτή είναι εστιακή ή γενικευμένη και αυτοάνοση ή οφείλεται σε συμπτώματα.

2) Ηλεκτροεγκεφαλογράφος και Άνοια: Η άνοια είναι μια ασθένεια που εμφανίζεται στους ηλικιωμένους και οφείλεται σε νευρολογικές δυσλειτουργίες αλλά και στο θάνατο εγκεφαλικών κυττάρων. Ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος κατέχει πολύ σημαντικό μερίδιο στη διάγνωση και την κατηγοριοποίηση της άνοιας. Όπως προαναφέρθηκε, η μικρότερη τιμή των κυμάτων τύπου Alpha είναι 8 Hz. Για τους ασθενείς με άνοια, η τιμή αυτή εξασθενεί ακόμη και όταν δε βρίσκονται σε κάποια κατάσταση χαλάρωσης. Εργαλεία όπως η φασματική ανάλυση του ηλεκτροεγκεφαλογράφου μπορούν να συμβάλλουν στη γνωσιακή ανάλυση του ασθενούς.

3) Ηλεκτροεγκεφαλογράφος και Όγκοι Εγκεφάλου: Ένας όγκος εγκεφάλου είναι μια συλλογή ή καλύτερα μάζα μη φυσιολογικών κυττάρων που αναπτύσσονται στον εγκέφαλο. Οι όγκοι αυτοί ανάλογα με το αν είναι κακοήθεις ή καλοήθεις μπορούν να οδηγήσουν σε καρκίνο ή όχι αντίστοιχα. Επίσης, υπάρχουν περιπτώσεις καρκίνου που δεν ξεκινούν από τον εγκέφαλο αλλά καταλήγουν σε αυτόν ύστερα από εξάπλωση από άλλα μέρη του σώματος. Στην περίπτωση αυτή, ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος χρησιμοποιείται κυρίως ως βοηθητικό εργαλείο αφού η διάγνωση γίνεται με τομογράφο. Παρόλα αυτά, ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος μπορεί να εντοπίσει την ύπαρξη πιθανού όγκου λόγω διαταραχής που προκαλούνται στα κύματα τύπου Alpha. Οι διαταραχές αυτές είναι διακριτές μόνο σε ορισμένα στάδια ανάπτυξης του όγκου και διακρίνονται περιμετρικά στο παρέγχυμα του εγκεφάλου αφού ο ίδιος ο όγκος είναι ηλεκτρικά μονωμένος (δεν παράγει κάποιο ηλεκτρικό αποτύπωμα). Πλην της διαταραχής των κυμάτων τύπου Alpha, άλλες ενδείξεις αποτελούν η ασυμμετρική δραστηριότητα των κυμάτων τύπου Beta, επιληπτικές εκφορτίσεις (απότομες μυτερές κορυφές) κλπ.

4) Ηλεκτροεγκεφαλογράφος και Εγκεφαλικό: Το εγκεφαλικό είναι ο απότομος θάνατος εγκεφαλικών κυττάρων σε μια τοπική περιοχή και συμβαίνει όταν η ροή του αίματος προς μια περιοχή του εγκεφάλου διακόπτεται είτε από θρόμβο είτε από ρήξη αιμοφόρου αγγείου. Κατά τη διαδικασία αυτή πεθαίνουν πολλά κύτταρα και μπορεί να προκληθεί μόνιμη εγκεφαλική βλάβη. Αυτή μπορεί να είναι παράλυση, δυσκολία στην ομιλία, απώλεια μνήμης και κώμα μεταξύ άλλων. Ύστερα από ένα εγκεφαλικό υπάρχει κίνδυνος να συμβεί και άλλο σε σύντομο χρονικό διάστημα. Στο στάδιο αυτό, νευρολογικές εξετάσεις και η εικονική αποτύπωση του εγκεφάλου είναι κάποιες απαραίτητες μέθοδοι για την πρόληψη ενός επαναληπτικού επεισοδίου. Έτσι ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος μπορεί να φανεί χρήσιμος στην αναγνώριση και θεραπεία ενός τέτοιου κινδύνου.

5) Ηλεκτροεγκεφαλογράφος και Αυτισμός: Ο Αυτισμός αποτελεί μια νόσο η οποία δε μπορεί να θεραπευτεί και έχει επιπτώσεις στη νευροαναπτυξιακή κατάσταση τους ατόμου επηρεάζοντας την ομιλία και τη συμπεριφορά. Η διάγνωση του αυτισμού αποτελεί μια δύσκολη και πολλές φορές όχι τόσο ξεκάθαρη διαδικασία. Βασίζεται στην ταυτοποίηση κάποιων γνωσιακών και

συμπεριφερικών χαρακτηριστικών. Επειδή αποτελεί πρόβλημα της νευροφυσιολογίας, ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση αυτής της νόσου. Αφού ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος διαθέτει γρήγορη χρονική ανάλυση (παράγει αποτελέσματα άμεσα), μπορεί να χρησιμοποιήσει τους ρυθμούς των τύπων κυμάτων του μέσω τεχνικών σύγκρισης για τη διάγνωση του αυτισμού. Έτσι, μπορεί να συμβάλλει στην πρόωρη διάγνωση του αλλά και σε ευνοϊκότερη εξέλιξη της νόσου. Αρκετοί επιστήμονες ελπίζουν μέσω του ηλεκτροεγκεφαλογράφου να καταφέρουν να βρουν μια πιο αντικειμενική αντιμετώπιση του αυτισμού. Όσων αφορά τα παιδιά με αυτισμό, αυτά εμφανίζουν "χαλαρή" συνδεσιμότητα στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου, το οποίο είναι υπεύθυνο για την ομιλία, και ισχυρή συνδεσιμότητα σε μέρη απόμακρα μεταξύ τους στον εγκέφαλο. Αυτά τα μοτίβα ανισορροπίας είναι που μπορεί και αναγνωρίζει το μηχάνημα του ηλεκτροεγκεφαλογράφου.

6) Ηλεκτροεγκεφαλογράφος και Διαταραχή Ύπνου: Οι διαταραχές ύπνου περιλαμβάνουν ένα εύρος αφύσικων περιστατικών που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του ύπνου. Το πιο διαδεδομένο από αυτά είναι η άπνοια, η οποία συμβαίνει όταν τα τοιχώματα του λαιμού πλησιάζουν το ένα το άλλο κατά τη διάρκεια του ύπνου φράζοντας έτσι την άνω αναπνευστική οδό. Προκειμένου να επιτευχθεί η διάγνωση των υπνικών διαταραχών το άτομο προς μελέτη πρέπει αναγκαστικά να βρίσκεται σε κατάσταση ύπνου. Με βάση το παραπάνω, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος για την παρακολούθηση των ηλεκτρικών σημάτων του ατόμου. Αντιστοιχίζοντας, τα σήματα αυτά με τους τύπους των κυμάτων μπορούν να ληφθούν πολλές πληροφορίες σχετικά με τον τύπο και τα αίτια της διαταραχής. Πλην της χρήσης αυτής, η παρακολούθηση μέσω ηλεκτροεγκεφαλογράφου κατά τη διάρκεια του ύπνου (sleep staging) έχει εφαρμογές και στα νεογνήνητα βρέφη τα οποία βρίσκονται σε κίνδυνο μη σωστής ανάπτυξης, μελετώντας την ωρίμανση του εγκεφάλου. Οι εφαρμογές του ηλεκτροεγκεφαλογράφου στο πεδίο του ύπνου έχουν πολύ μεγάλο εύρος.

7) Ηλεκτροεγκεφαλογράφος και Αλκοολισμός: Ο Αλκοολισμός αποτελεί μια διαταραχή κατά την οποία επηρεάζονται οι νευρώνες του κεντρικού νευρικού συστήματος με επιπτώσεις όπως αλλαγές στη συμπεριφορά του ατόμου που υποφέρει (σαφέστατα θέτει σε κίνδυνο και άλλα ζωτικής σημασίας όργανα του σώματος). Οι αλκοολικοί βιώνουν αρκετές γνωσιακές ανεπάρκειες όπως απώλεια μνήμης, άγχος, κατάθλιψη και δυσκολία στη λήψη αποφάσεων. Η αξιολόγηση των ατόμων που είναι αλκοολικά μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της ερμηνείας των νευροφυσιολογικών σημάτων του ηλεκτροεγκεφαλογράφου ύστερα από σύγκριση με σήματα ατόμων που δεν είναι αλκοολικά. Μια παρατήρηση που εμφανίζει ενδιαφέρον είναι ότι κατά την εκτέλεση γνωσιακών τεστ από αλκοολικούς ή άτομα που έχουν τάση προς τον αλκοολισμό αυτά εκδήλωσαν αυξημένα κύματα ανάπαυσης (όπως τα κύματα τύπου theta) και μειωμένα κύματα δραστηριοποίησης.

8) Ηλεκτροεγκεφαλογράφος και Παρακολούθηση κατά την Νάρκωση: Κατά τη διάρκεια μιας εγχείρησης πρέπει να υπάρχει ένας τρόπος επιβεβαίωσης της νάρκωσης που χορηγήθηκε. Συχνά, αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους φόβους στο χειρουργείο. Ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος αποτελεί ένα εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται σχεδόν εντατικά για την παρακολούθηση του επιπέδου συνείδησης του ασθενούς προκειμένου να βεβαιωθεί το προσωπικό ότι η νάρκωση έχει επίδραση. Βάσει των σημάτων του ηλεκτροεγκεφαλογράφου,

μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το ποσό βαθιά είναι η νάρκωση. Αυτό, επιτυγχάνεται μέσα από ειδικούς αλγόριθμους οι οποίοι μετατρέπουν τα σήματα του ηλεκτροεγκεφαλογράφου σε απλούς αριθμητικούς δείκτες οι τιμές των οποίων αντιστοιχούν σε επίπεδα που δείχνουν κατά πόσο το άτομο έχει τις αισθήσεις του ή όχι. Έτσι, περιορίζονται ανεπιθύμητα περιστατικά από τη νάρκωση, μειώνεται η περιττή κατανάλωση φαρμάκου και επιτυγχάνεται γρηγορότερη ανάκτηση των αισθήσεων του ατόμου. Επειδή η νάρκωση επιδρά στον εγκέφαλο, είναι λογικό να παρατηρείται η κατάσταση του οργάνου αυτού πλην του καρδιαγγειακού συστήματος και δεικτών όπως η πίεση κι οι παλμοί της καρδιάς. Άσχετα από τη συχνή του χρήση, τα δεδομένα των ερευνών είναι κάπως ασαφή γύρω από το όφελος χρήσης του ηλεκτροεγκεφαλογράφου.

9) Ηλεκτροεγκεφαλογράφος και Κώμα: Το κώμα είναι μια κατάσταση κατά την οποία ένας άνθρωπος δεν έχει σημάδια ανταπόκρισης και διαθέτει μειωμένη διέγερση και αντίληψη. Κυρίως, συμβαίνει λόγω κάποιας επιπλοκής νευρολογικής φύσης η οποία μπορεί να οφείλεται σε εγκεφαλικό, ενδοκρανιακή αιμορραγία ή ακόμα και σε κάποια τραυματική εγκεφαλική βλάβη. Ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος προτιμάται στην παρακολούθηση ασθενών που βρίσκονται σε κατάσταση κώματος προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το λόγο πρόκλησης του κώματος (διάγνωση) μέσα από διάφορα μοτίβα σημάτων αλλά και για να παρέχει πληροφορίες και δεδομένα για κάποια πιθανή θεραπεία. Σε περίπτωση που ο εγκέφαλος ενός ασθενή βρεθεί τελείως σε κατάσταση αδράνειας (σχεδόν παύσει τη λειτουργία του), τότε τα σήματα που καταγραφεί ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος αντιστοιχούν σε μια επίπεδη οριζόντια γραμμή γεγονός που υποδηλώνει την έλλειψη εγκεφαλικής δραστηριότητας. Το στάδιο αυτό, θεωρείται το τελικό ενός κώματος.

10) Ηλεκτροεγκεφαλογράφος και Εγκεφαλικός Θάνατος: Ο εγκεφαλικός θάνατος είναι η κατάσταση κατά την οποία ο εγκέφαλος έχει σταματήσει κάθε είδους λειτουργία. Πρόκειται μια κατάσταση μη αντιστρεπτή και συνεπώς μόνιμη κατά την οποία ο ασθενής θεωρείται νεκρός αφού είναι αδύνατον να ζήσει χωρίς την παροχή μηχανικής υποστήριξης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος χρησιμοποιείται για την επιβεβαίωση της κατάστασης του εγκεφαλικού θανάτου. Με την αναγνώριση της απουσίας εγκεφαλικής δραστηριότητας μέσω του ηλεκτροεγκεφαλογράφου συνήθως παύει η θεραπεία του ασθενούς και συχνά δωρίζονται τα όργανά του.

## 2.Future Challenges-Στόχοι και Συμπεράσματα

### 2.1)Ανοιχτά ζητήματα προς μελέτη

Ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος έχει πλεονεκτήματα έναντι παρόμοιων μεθόδων και για αυτό προτιμάται αλλά εμφανίζει κιόλας μεγάλο ενδιαφέρον για μελέτη. Πιο συγκεκριμένα, υπερτερεί επειδή μπορεί να προσφέρει άμεση ιατρική βοήθεια με χαμηλό κόστος και με άμεσα αποτελέσματα σε αντίθεση με τον μαγνητοεγκεφαλογράφο. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ασθενείς που δεν ανταποκρίνονται και να παράγει στοιχεία για πολλαπλά στάδια αντί μόνο μιας τελικής κατάστασης. Ακόμη, προσφέρει μεγαλύτερο εύρος συχνοτήτων ανιχνεύοντας περισσότερους τύπους κυμάτων. Παρά τα οφέλη χρήσης του ηλεκτροεγκεφαλογράφου σε πολλά πεδία, η ίδια η συσκευή παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς στις δυνατότητες της, οι οποίες εμποδίζουν την αποτελεσματικότερη ανάλυση των δεδομένων.

1) Χαμηλό Signal-to-Noise Ratio (SNR): Καταρχάς, ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος έχει χαμηλή αναλογία σήματος προς θόρυβο. Ως εκ τούτου, αρκετές φορές η εγκεφαλική δραστηριότητα που καταγράφεται δεν είναι τόσο ξεκάθαρη διότι κρύβεται ανάμεσα πολλών περιβαλλοντικών και συγκεκριμένης λειτουργίας θορύβων παρόμοιου ή μεγαλύτερου εύρους. Για την αξιόπιστη παραγωγή συμπερασμάτων υπάρχουν προτάσεις για χρήση φίλτρων και τεχνικών μείωσης θορύβου.

2) Συνεχώς Μεταβαλλόμενα Δεδομένα: Ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι τα σήματα του ηλεκτροεγκεφαλογράφου δεν είναι στάσιμα. Αυτό σημαίνει ότι, τα στατιστικά των σημάτων δεν είναι ίδια σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Έτσι, ένας ταξινομητής (classifier) μπορεί να γενικεύσει άτοπα τα δεδομένα που καταγράφονται από τον ασθενή μια δεδομένη χρονική στιγμή σε μια άλλη χρονική περίοδο. Το παραπάνω συμβαίνει ακόμη και όταν γίνεται αναφορά στο ίδιο άτομο. Το θέμα αυτό είναι αρκετά σημαντικό, διότι οι μετρήσεις και τα δεδομένα που εξάγει ένας ηλεκτροεγκεφαλογράφος είναι συνήθως περιορισμένα σε όγκο με αποτέλεσμα να απαιτούνται γενικεύσεις.

3) Απουσία Καθολικής Χρήσης: Τέλος, ένας από τα πιο κρίσιμα ζητήματα με τη χρήση του ηλεκτροεγκεφαλογράφου είναι η μεγάλη ποικιλομορφία που παρουσιάζουν οι χρήστες του. Όπως είναι γνωστό, οι άνθρωποι παρουσιάζουν πάρα πολλές διαφορές μεταξύ τους στο σωματότυπο πόσο μάλλον σε ένα όργανο τόσο πολύπλοκο όπως ο εγκέφαλος. Έτσι, είναι δύσκολο να σχεδιαστεί ένας ηλεκτροεγκεφαλογράφος που να ταιριάζει με τα χαρακτηριστικά όλων των χρηστών του. Τα περισσότερα μοντέλα της συσκευής είναι σχεδιασμένα για να εξυπηρετούν ένα μεγάλο εύρος χρηστών. Όμως, η χρήση μοντέλων που δεν πληρεί τις ιδιαιτερότητες του κάθε ατόμου συνήθως έχει αρνητικές επιδράσεις στα αποτελέσματα που εξάγονται. Για το λόγο αυτό, διερευνούνται μέθοδοι για την αντιμετώπιση του θέματος αυτού.



## 2.2) Συμπεράσματα και μέλλον

Προηγουμένως έγινε αναφορά σε κάποια γνωστά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν προκειμένου να εξασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του ηλεκτροεγκεφαλογράφου. Ο ίδιος σίγουρα, ως αναδυόμενη τεχνολογία απασχολεί ιδιαίτερα την επιστημονική κοινότητα με εφαρμογές σε πολλούς τομείς πλην της υγείας. Τα Brain Computer Interfaces (BCIs), αποτελούν μια από αυτές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Η λογική της διεπαφής εγκεφάλου υπολογιστή αφορά την εύρεση νέων μεθόδων επικοινωνίας μεταξύ του εγκεφάλου και ενός υπολογιστή. Το BCI είναι ένα υπολογιστικό σύστημα, το οποίο λαμβάνει, αναλύει και μεταφράζει τα σήματα του εγκεφάλου σε εντολές μεταδίδοντας τις σε μια συσκευή εξόδου με σκοπό την εκτέλεση κάποιας ενέργειας. Παρόμοια με τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο, τοποθετείται ένα ειδικό "κράνος" με ηλεκτρόδια και ο χρήστης που το φοράει φαντάζεται την ενέργεια που θέλει να πραγματοποιήσει. Υπάρχουν ειδικοί αλγόριθμοι οι οποίοι αντιστοιχούν τα παραπάνω με τα ειδικά σήματα του ηλεκτροεγκεφαλογράφου. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποια εφαρμογή του υπολογιστή ή να χειριστεί κάποιο μηχάνημα. Οι διεπαφές εγκεφάλου υπολογιστή έχουν σχεδιαστεί προκειμένου να βοηθήσουν άτομα με μυϊκές αδυναμίες ώστε να χειρίζονται έναν υπολογιστή ή ένα αναπηρικό καροτσάκι. Μια ακόμη, εφαρμογή σχετική με τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο που αναφέρεται είναι η χρήση του ως βιομετρικό μέσο ταυτοποίησης. Πιο συγκεκριμένα, ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος δοκιμάζεται ως βιομετρικό χαρακτηριστικό λόγω της μοναδικότητας των σημάτων του εγκεφάλου κάθε ανθρώπου αλλά και της δυσκολίας που εμφανίζει προς την υποκλοπή και αναπαραγωγή των σημάτων αυτών. Αν και ο μέθοδος εμφανίζει υψηλή ασφάλεια, είναι αρκετά χρονοβόρα ως προς την ταχύτητα ταυτοποίησης. Γενικά, προτιμάται να τοποθετούνται λιγότερα ηλεκτρόδια στο κρανίο για γρηγορότερα αποτελέσματα. Το μεγάλο πλήθος ηλεκτροδίων αυξάνει τον όγκο δεδομένων για επεξεργασία και το θόρυβο κατά την ανάλυση των σημάτων σημειώνοντας σημαντικές καθυστερήσεις.

## 2.3) Προσωπική Εκτίμηση

Ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος αποτελεί ένα από τα πιο ενδιαφέροντα μηχανήματα στο χώρο της υγείας. Οι διευκολύνσεις που μπορεί να προσφέρει στις αυξημένες σύγχρονες ανάγκες είναι αδιαμφισβήτητες. Η εύκολη τοποθέτηση και εφαρμογή του, το κόστος του και τα πλεονεκτήματά του το καθιστούν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο αλλά και ελκυστικό προς μελέτη. Παρόλα αυτά, η χρήση του είναι λίγο παραμελημένη και θεωρώ πως είναι επείδη αφορά ψυχολογικές καταστάσεις οι οποίες δεν έχουν διερευνηθεί σε βάθος ακόμη και σήμερα αφήνοντας ένα θολό υπόβαθρο. Βέβαια, λόγω της πιεστικής καθημερινότητας και των επιπτώσεων της, η ψυχική υγεία φαίνεται να είναι αυτή που επηρεάζεται περισσότερο. Αν ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος βασιστεί στις νέες τεχνολογίες που εμφανίζονται όπως deep learning μοντέλα, τρισδιάστατες απεικονίσεις του εγκεφάλου, ψηφιοποίηση αυτού και σύγχρονοι αλγόριθμοι με AI ίσως να συμβάλλει σημαντικά στην καλύτερη κατανόηση των ερωτηματικών του εγκεφάλου και συνεπώς στην αποτελεσματικότερη θεραπεία ψυχικών τραυμάτων και ασθενειών. Συμπερασματικά, ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος πλην των γνωστών εφαρμογών του θα μπορούσε να βοηθήσει σημαντικά σε ένα από τα μεγαλύτερα ζητήματα της εποχής, την

ψυχική υγεία.

### 3.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Παρατίθενται τα επιστημονικά άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση και ανάπτυξη του state of the art and beyond analysis του παραπάνω θέματος:

Abdulaziz Almeahmadi, Khalil El-Khatib (2013)

The state of the art in electroencephalogram and access control  
Institute of Technology, University of Ontario, Oshawa, Canada

<https://ieeexplore.ieee.org/document/6579521>

Nazmi Sofian Suhaimi, James Mountstephens, Jason Teo (2020)

EEG-Based Emotion Recognition: A State-of-the-Art Review of Current Trends and Opportunities

[https://www.researchgate.net/publication/345092268\\_EEG-Based\\_Emotion\\_Recognition\\_A\\_State-of-the-Art\\_Review\\_of\\_Current\\_Trends\\_and\\_Opportunities](https://www.researchgate.net/publication/345092268_EEG-Based_Emotion_Recognition_A_State-of-the-Art_Review_of_Current_Trends_and_Opportunities)

Oriano Mecarelli (2019)

Clinical Electroencephalography

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-04573-9>

Thomas Koenig, Una Smailovic, Vesna Jelic (2020)

Past, present and future EEG in the clinical workup of dementias

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925492720301542>

J. Satheesh Kumar, P.Bhuvaneswari (2012)

Analysis of Electroencephalography (EEG) Signals and Its Categorization—A Study

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812022114>

Yannick Roy, Hubert Banville, Isabela Maria, Alexandre Gramfort (2019)

Deep learning-based electroencephalography analysis: a systematic review

[https://www.researchgate.net/publication/333522991\\_Deep\\_learning-based\\_electroencephalography\\_analysis\\_A\\_systematic\\_review](https://www.researchgate.net/publication/333522991_Deep_learning-based_electroencephalography_analysis_A_systematic_review)

James L. Stone, John R Hughes (2013)

Early History of Electroencephalography and Establishment of the American Clinical Neurophysiology Society

[https://www.researchgate.net/publication/235397668\\_Early\\_History\\_of\\_Electroencephalography\\_and\\_Establishment\\_of\\_the\\_American\\_Clinical\\_Neurophysiology\\_Society](https://www.researchgate.net/publication/235397668_Early_History_of_Electroencephalography_and_Establishment_of_the_American_Clinical_Neurophysiology_Society)

Siuly Siuly, Yan Li, Yanchun Zhang (2016)

Significance of EEG Signals in Medical and Health Research

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-47653-7\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-47653-7_2)