

## Πρόλογος

Η εργασία με τίτλο “*Schizophrenia and How to Spot It Online*” έχει ως στόχο την κατηγοριοποίηση δημοσιεύσεων που προέρχονται από δημοφιλείς πλατφόρμες, όπως το **Reddit**, το **Quora** και το **Twitter**. Για τη δημιουργία του αλγορίθμου, χρησιμοποιήθηκαν 500 δημοσιεύσεις από το Reddit, οι οποίες επιλέχθηκαν από άτομα που έχουν διαγνωστεί με **Σχιζοφρένεια** ή κάποια παρεμφερή ψυχική διαταραχή.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε έρευνα για τα πιο συχνά χαρακτηριστικά της Σχιζοφρένειας, όπως **συμπτώματα**, **συμπεριφορές** και **συγκεκριμένα γλωσσικά μοτίβα**. Στη συνέχεια, ανέπτυξα έναν αλγόριθμο στην **R**, ο οποίος εντοπίζει συγκεκριμένα **keywords** που σχετίζονται με τη διαταραχή, καθώς και τα συνώνυμά τους.

Τέλος, ανέλυσα ποια συμπτώματα τείνουν να εμφανίζονται **ομαδοποιημένα** στις δημοσιεύσεις, χρησιμοποιώντας τεχνικές **clustering**. Η απόδοση και η αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου ελέγχθηκαν συγκρίνοντας περιπτώσεις με **μεγάλο** και **μικρό** clustering στον γράφο χαρακτηριστικών. **Σκοπός**

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός αλγορίθμου που θα υπολογίζει ένα σκορ για κάθε δημοσίευση και θα εκτιμά την πιθανότητα να αφορά θέματα σχετικά με τη σχιζοφρένεια. Εάν η δημοσίευση ξεπεράσει το προκαθορισμένο όριο (threshold), ο αλγόριθμος θα ενημερώνει τον χρήστη εάν φαίνεται να υπάρχει σύνδεση με τη Σχιζοφρένεια στη δημοσίευση.

## Θεωρητικό Υπόβαθρο

### A. Σχιζοφρένεια

Η σχιζοφρένεια είναι μια χρόνια εγκεφαλική ψυχωσική ασθένεια, η οποία επηρεάζει περίπου το 0.3-0.7% του παγκοσμίου πληθυσμού. Επηρεάζει άνδρες και γυναίκες ισοπίθانا και συνήθως εμφανίζεται σε νεαρές ηλικία, 20 με 25 ετών για τους άνδρες, 25 με 30 για τις γυναίκες. Παρόλο που η ακριβής αιτία της ασθένειας δεν είναι σαφής, οι επιστημονικές μελέτες δείχνουν ότι είναι απόρροια γενετικών παραγόντων, επιπλοκών στην εγκυμοσύνη ή και χρήση ναρκωτικών ουσιών κατά την εφηβία.

Τα συμπτώματα της σχιζοφρένειας χωρίζονται σε Θετικά, Αρνητικά και Γνωστικά.

1. **Θετικά Συμπτώματα:** Ψευδαισθήσεις, παραισθήσεις, κατατονική συμπεριφορά
2. **Αρνητικά Συμπτώματα:** Έλλειψη κοινωνικότητας, συναισθηματική μονοτονία
3. **Γνωστικά Συμπτώματα:** Προβλήματα μνήμης, δυσκολία στη συγκέντρωση

### B. Θεωρία Γράφων

Η δημιουργία και η αξιολόγηση του αλγορίθμου στηρίχθηκε σε τεχνικές ανάλυσης γράφου, οι οποίες επέτρεψαν την ανίχνευση και ομαδοποίηση των χαρακτηριστικών στα δεδομένα. Οι κυριότερες από αυτές περιλαμβάνουν:

## 1. Clustering:

- a. Global Clustering: Ο βαθμός στον οποίο οι κόμβοι τείνουν να δημιουργούν τρίγωνα.
- b. Local Clustering: Ο βαθμός στον οποίο οι γείτονες ενός κόμβου δημιουργούν τρίγωνα, άρα υπολογίζεται τοπικά.
2. **Weights**: Υπολογίζεται από τη συχνότητα που δύο συμπτώματα συνυπάρχουν στις δημοσιεύσεις.
3. **Degree**: Ο αριθμός συνδέσεων ενός κόμβου, δηλαδή πόσοι κόμβοι φεύγουν ή έρχονται σε αυτόν.
4. **Mean Distance**: Ο μέσος όρος της απόστασης μεταξύ όλων των κόμβων.
5. **Edge Density**: Η πυκνότητα του γράφου.
6. **Communities**: Υπογράφοι στους οποίους υπάρχει ισχυρή σύνδεση μεταξύ των κόμβων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η παρουσία τριγώνων στον γράφο έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς υποδεικνύει τη συνύπαρξη τριών συμπτωμάτων σε δημοσιεύσεις. Η συνύπαρξη αυτή μπορεί να αναδείξει ισχυρότερες συσχετίσεις μεταξύ των συμπτωμάτων, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες για τις μεταξύ τους συνδέσεις και την πιθανή ομαδοποίησή τους.

## Μεθοδολογία

Για τη δημιουργία του αλγορίθμου, χρησιμοποιήθηκε ένα σύνολο δεδομένων (**training dataset**) αποτελούμενο από **500 δημοσιεύσεις** που συλλέχθηκαν από συζητήσεις στο **Reddit**. Οι δημοσιεύσεις αυτές προέρχονταν από άτομα που μοιράζονταν πληροφορίες σχετικά με τα **συμπτώματα** της ασθένειας, το **onset** της πάθησης και τις **προσωπικές τους εμπειρίες**.

Αρχικά, οι δημοσιεύσεις αποθηκεύτηκαν σε ένα αρχείο **.csv** για περαιτέρω επεξεργασία. Η διαδικασία προεπεξεργασίας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση **R** και περιλάμβανε:

1. **Καθαρισμό του κειμένου** από ειδικούς χαρακτήρες (*special characters*).
2. **Μετατροπή όλων των λέξεων σε πεζά γράμματα** για τη διευκόλυνση της σύγκρισης με τα επιλεγμένα **keywords** και τα συνώνυμά τους.

### A. Δημιουργία και Εύρεση Λέξεων Κλειδιών

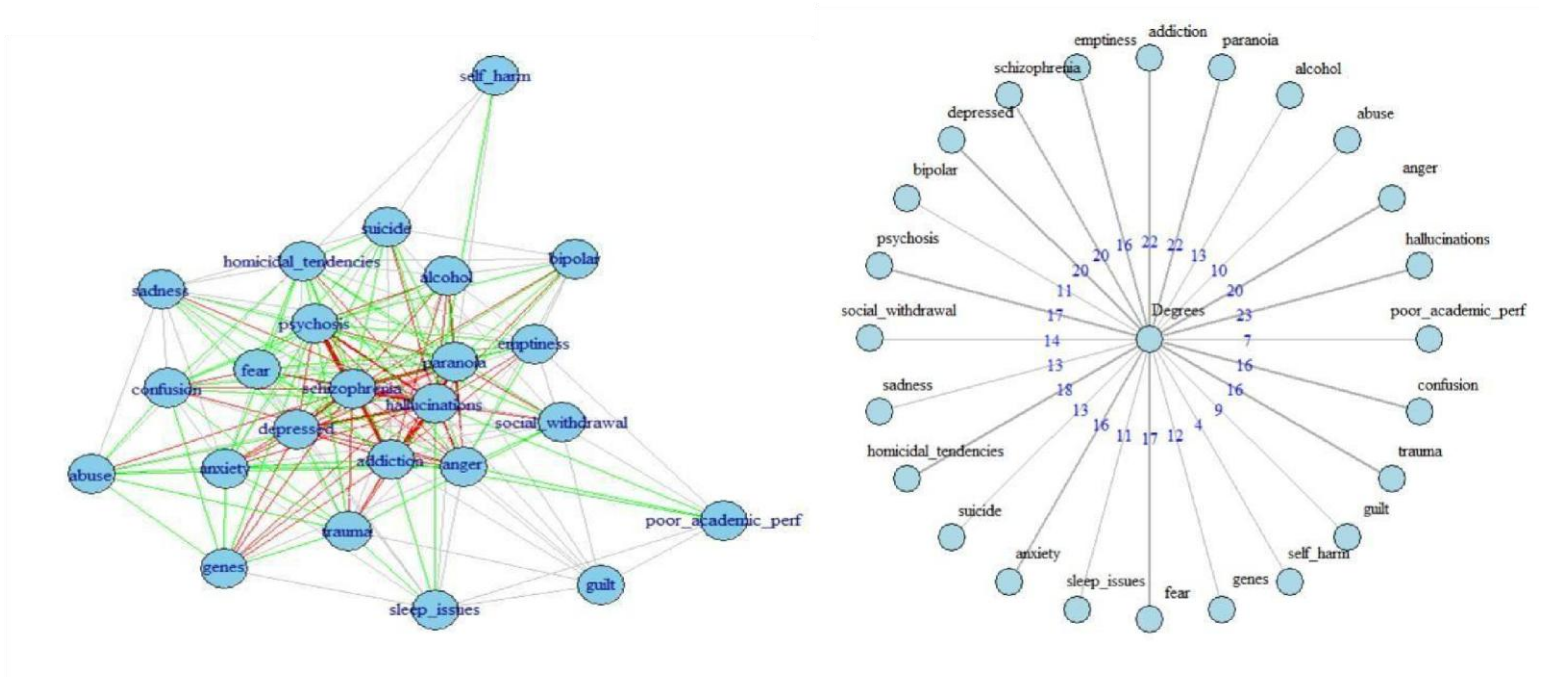
Πρώτα, επιλέχθηκαν συγκεκριμένα keywords που παρατηρήθηκαν με μεγαλύτερη συχνότητα στις δημοσιεύσεις και παρουσίαζαν άμεση συσχέτιση με την ασθένεια. Με βάση αυτά, δημιουργήθηκε ένα λεξικό 24 λέξεων, το οποίο περιλάμβανε και τα συνώνυμά τους, ώστε να διασφαλιστεί η πληρέστερη κάλυψη των πιθανών όρων που σχετίζονται με τη σχιζοφρένεια.

Παράδειγμα:

```
keywords <- list(
  depressed = c("depression", "depressive episode", "low mood", "sadness", "hopelessness", "feeling like failure",
    "loss of interest", "lethargy", "slow thinking", "fatigue", "no energy", "crying spells", "feeling empty",
    "worthlessness", "feeling numb", "sleeping too much", "can't get out of bed", "darker days", "no motivation",
    "overwhelmed", "disconnection from others", "falling into a hole", "depressed", "depressive", "feeling down",
    "melancholy", "blue", "disheartened", "sad vibes", "like shit", "emotionally drained", "lost interest",
    "feeling horrible", "heavy-hearted", "desperate", "desperation", "despair", "apathetic", "apathy", "feel nothing"),
  sadness = c("sadness", "sorrow", "unhappiness", "grief", "desolation", "misery", "miserable", "crying inside", "tearful",
    "broken-hearted", "aching heart", "cry", "not happy", "not okay", "crying", "broken", "overwhelmed by sadness",
    "melancholy mood", "emotional pain"),
  sleep_issues = c("insomnia", "sleep problems", "sleep deprived", "can't sleep", "difficulty sleeping", "restless nights",
    "wide awake", "tossing and turning", "no shut-eye", "broken sleep", "wakeful", "unable to rest", "sleep deprivation",
    "staring at the ceiling", "sleepless", "fatigue", "tired", "tiredness", "exhausted", "sleepy", "worn out", "drained",
    "burned out", "lethargic", "dead tired", "can't keep my eyes open", "zapped", "physically done", "mentally done", "run down"),
```

Ο κώδικας που ανέπτυξα διάβαζε το σύνολο δεδομένων και εντόπιζε τα διάφορα **keywords** από το λεξικό. Στη συνέχεια, για κάθε δημοσίευση, υπολόγιζε τον αριθμό των χαρακτηριστικών που εντοπιζόνταν και δημιουργούσε την αντίστοιχη **δυάδα** (π.χ. [depression, hallucinations]). Κάθε δυάδα αποθηκευόταν ξεχωριστά, και το αποτέλεσμα καταχωρούνταν σε ένα αρχείο .csv με δύο στήλες: στην πρώτη στήλη υπήρχε η **δυάδα** των λέξεων, ενώ στη δεύτερη στήλη καταγραφόταν ο **αριθμός εμφανίσεών** της στις δημοσιεύσεις.

Έτσι, δημιουργήθηκε ο παρακάτω γράφος με υψηλό global και local clustering (75.77% και 80.78% αντιστοίχως), όπου οι κόκκινες γραμμές (30.55%) αντιστοιχούν σε μεγάλο βάρος, ενώ οι πράσινες (35.55%) σε μέτριο.



Στα δεξιά παρουσιάζεται η "μετάφραση" του γράφου, όπου αποτυπώνεται ο βαθμός (degree) κάθε κόμβου. Μέσα από αυτήν την αναπαράσταση, μπορούμε να εξαγάγουμε πολύτιμα συμπεράσματα σχετικά με τη σημαντικότητα κάθε χαρακτηριστικού. Τα δεδομένα αυτά μπορούν στη συνέχεια να αξιοποιηθούν για τον υπολογισμό των σκορ του αλγορίθμου.

Μία επιπλέον μεθοδολογία που εφαρμόστηκε ήταν η ανάλυση και δημιουργία communities, με στόχο την καλύτερη κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των χαρακτηριστικών.

### Community 1 (Mostly Positive)

hallucinations, alcohol, paranoia, bipolar, homicidal tendencies, suicide, self harm

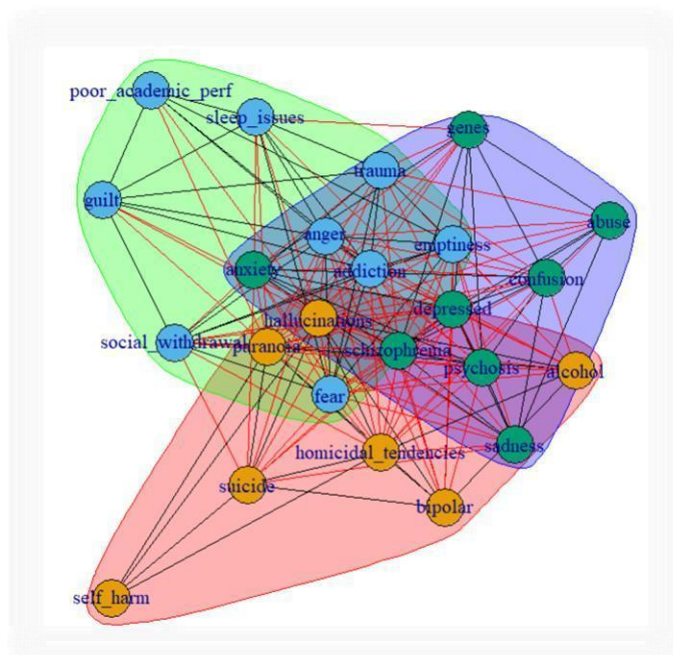
### Community 2 (Mostly Negative)

anger, addiction, emptiness, social withdrawal, sleep issues, fear, guilt, trauma, poor academic performance

### Community 3 (Mixture of Positive, Negative and Cognitive)

abuse, schizophrenia, depressed, psychosis, sadness, anxiety, genes, confusion

Συμπερασματικά, τα communities φαίνεται να δημιουργούνται βάσει του είδους των συμπτωμάτων, με εξαίρεση το τελευταίο, όπου διακρίνεται ποικιλία.



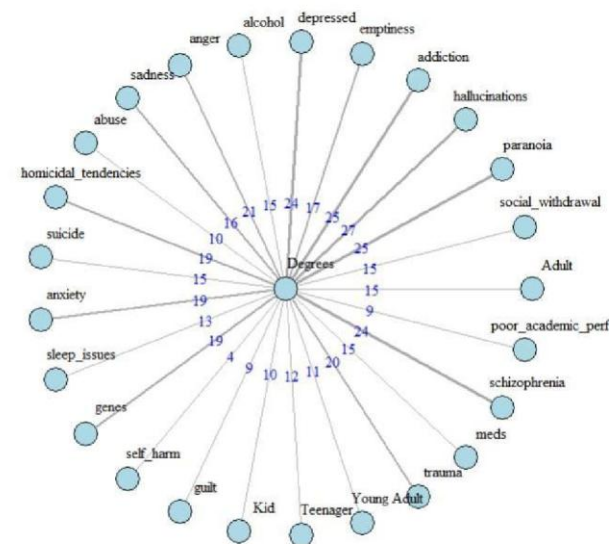
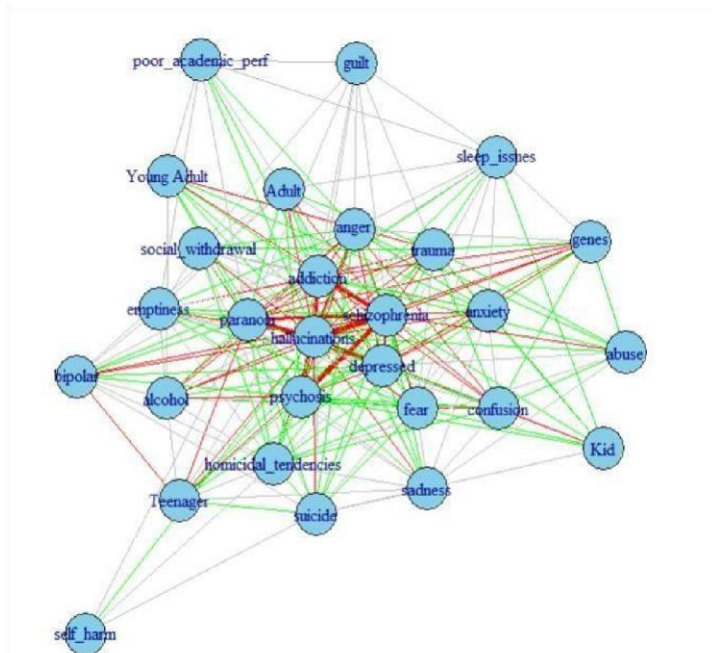
## B. Προσθήκη Onset

Συνεχίζοντας από την προηγούμενη μεθοδολογία, κρίθηκε σημαντικό να αναπτυχθεί μια προσέγγιση που θα ξεχώριζε τις δημοσιεύσεις όπου οι χρήστες αναφέρονται στο πότε ξεκίνησε η ασθένειά τους. Για τον σκοπό αυτό, δημιουργήθηκε ένα Regex που είχε ως στόχο να αγνοεί αριθμούς που αφορούσαν άσχετα θέματα και να συγκρατεί μόνο όσους αναφέρονταν ρητά σε ηλικίες.

Μετά από χειροκίνητη ανάλυση των δημοσιεύσεων, διαπιστώθηκε ότι οι ηλικίες συχνά συνοδεύονταν από λέξεις όπως 's, s, years old, when, and, or ή από σημεία στίξης, όπως τελεία ή κόμμα. Παράλληλα, σε πολλές περιπτώσεις, οι ηλικίες προηγούνταν από λέξεις όπως at, around, age of. Επιπλέον, εντοπίστηκαν "κρυφές" αναφορές σε ηλικίες μέσω λέξεων όπως college ή childhood. Αυτές οι λέξεις αντιστοιχούσαν σε συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες (π.χ., 10 για λέξεις όπως childhood ή 30 για λέξεις όπως adult), οι οποίες αντικαθίσταντο από το ανάλογο ηλικιακό εύρος. Βρέθηκε ότι 23.34% των δημοσιεύσεων του dataset περιείχαν onset.

Τέλος, ο αρχικός γράφος εμπλουτίστηκε με την είσοδο των ηλικιών, σε μια προσπάθεια να βρούμε παραπάνω συνδέσεις. Το αποτέλεσμα ήταν ένας γράφος με πλέον λιγότερες ακμές υψηλού βάρους (28%) και περισσότερες μεσαίου (37.28%). Ταυτόχρονα, και το global clustering και το local μειώθηκαν (71.09% και 76.91% αντίστοιχα), επιβεβαιώνοντας την αρχική υπόθεση για κρυφές συνδέσεις.





Αξιοσημείωτη είναι επίσης η αλλαγή στη δομή των communities. Ενώ αρχικά φαίνονταν να είναι διαχωρισμένα κυρίως με βάση τα είδη των συμπτωμάτων, πλέον παρουσιάζουν διαφορετική μορφή. Συγκεκριμένα, φαίνεται πως επικεντρώνονται στις συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών ηλικιών και χαρακτηριστικών, προσφέροντας μια διαφορετική εικόνα των σχέσεων αυτών.

Παράλληλα, αξίζει να αναφερθεί ότι από το σύνολο των δημοσιεύσεων που περιείχαν αναφορές σε ηλικίες, το 12.1% αφορούσε παιδιά έως 12 ετών, το 31% εφήβους έως 17 ετών, το 34.5% νεαρούς ενήλικες έως 25 ετών, και το 22.4% ενήλικες. Τα δεδομένα αυτά συμφωνούν με την έρευνα του psychocentral.com (*What's the Usual Age of Onset for Schizophrenia?*), όπου αναφέρεται ότι το onset για τους άνδρες εμφανίζεται κατά την εφηβεία έως τις αρχές της εικοσαετίας, ενώ για τις γυναίκες συνηθίζεται από τα μέσα της εικοσαετίας έως τις αρχές της τριανταετίας.

### Community 1

Adult Kid emptiness depressed psychosis  
social withdrawal sadness anxiety fear

### Community 2

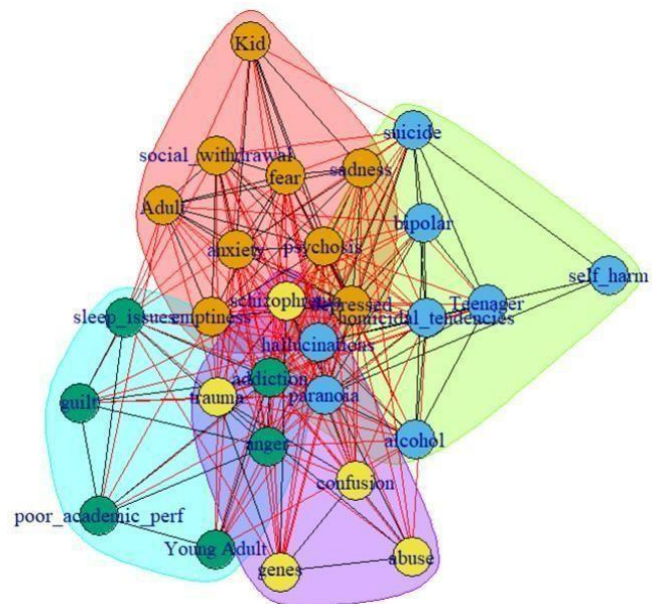
Teenager hallucinations alcohol paranoia  
bipolar homicidal tendencies suicide self  
harm

### Community 3

Young Adult anger addiction sleep issues  
guilt poor academic performance

### Community 4

abuse schizophrenia genes trauma  
confusion



Επομένως, η προσθήκη των ηλικιακών ομάδων έχει επιφέρει σημαντικές διαφοροποιήσεις στη δομή του γράφου, πιθανόν λόγω σχέσεων που προηγουμένως είχαν παραβλεφθεί. Μάλιστα, σύμφωνα με το [compassionbehaviorhealth.com](http://compassionbehaviorhealth.com), τα αρνητικά συμπτώματα, όπως η έλλειψη κοινωνικότητας, φαίνεται να επιδεινώνονται με την πάροδο του χρόνου, ενώ τα θετικά συμπτώματα, όπως οι παραισθήσεις, τείνουν να βελτιώνονται. Αυτή η θεωρία επιβεβαιώνεται και από τα communities που δημιουργήθηκαν, καθώς παρατηρούνται δομές που αντικατοπτρίζουν αυτή τη δυναμική.

Επιπλέον, όσον αφορά το γράφο, παρατηρούνται οι εξής αλλαγές:

	Χωρίς Onset	Με Onset
Global Cluster	75.77%	71.09%
Local Cluster	80.78%	76.91%
Community Num.	3	4
Edge Density	65.1%	60.3%
Mean Distance	1.34	1.39

### Γ. Δημιουργία Score

Αρχικά, υπολογίζω το score για κάθε λέξη-κλειδί βασισμένο αποκλειστικά στο degree του αντίστοιχου κόμβου στο γράφο, χωρίς να λαμβάνω υπόψη την ηλικία, αφού και στις δύο περιπτώσεις, την πρωτιά την είχαν οι ίδιοι κόμβοι.

Επομένως, το σκορ του κάθε χαρακτηριστικού, θα είναι:

Λέξη-Κλειδί	Σκορ	Λέξη-Κλειδί	Σκορ
Hallucinations	23	Trauma	16
Paranoia	22	Confusion	16
Addiction	22	Alcohol	13
Schizophrenia	20	Sadness	13
Anger	20	Suicide	13
Depressed	20	Genes	12
Homicidal Tendencies	18	Bipolar	11
Psychosis	17	Sleep issues	11
Fear	17	Guilt	9
Anxiety	16	Poor academic	7
Emptiness	16	Self harm	4

Για να αξιολογήσω την ακρίβεια του αλγορίθμου, χρησιμοποίησα το dataset Reddit Mental Health Data από το Kaggle. Από το σύνολο των δεδομένων, επέλεξα τυχαία 40 δημοσιεύσεις από κάθε διαθέσιμη κατηγορία, όπως: stress, depression, bipolar disorder, personality disorder και anxiety. Σημαντικό είναι να σημειωθεί, ότι δεν υπήρχαν καθόλου δημοσιεύσεις σχετικές με σχιζοφρένεια μέσα στο συγκεκριμένο dataset.

Αφού εφάρμοσα τον αλγόριθμο με όριο (threshold) ίσο με 45, διαπίστωσα ότι το 19,5% των δημοσιεύσεων χαρακτηρίστηκαν λανθασμένα ως περιπτώσεις Σχιζοφρένειας. Για να μειώσω αυτά τα λάθη, αφαίρεσα 20 μονάδες από το συνολικό σκορ κάθε δημοσίευσης που δεν περιείχε τη λέξη "Σχιζοφρένεια" ή κάποιο συνώνυμό της. Με αυτήν την προσαρμογή, το ποσοστό των λανθασμένων χαρακτηρισμών μειώθηκε σημαντικά στο 8,5%.

Έπειτα, έλεγξα την αποδοτικότητα του αλγορίθμου, όσον αφορά δημοσιεύσεις, οι οποίες πράγματι αφορούσαν τη σχιζοφρένεια. Δοκιμάζοντας 25 τυχαίες δημοσιεύσεις έλαβα 52% χωρίς την αφαίρεση, ενώ όταν συμπεριέλαβα και την αφαίρεση, το ποσοστό επιτυχίας έπεσε στο 36%.

Η λύση που εφαρμόστηκε τελικά, περιλάμβανε την αύξηση του βάρους για τα keywords με υψηλότερη συσχέτιση, όπως τα *hallucinations* και *paranoia*. Συγκεκριμένα, όταν αυτά τα keywords εμφανίζονταν στην ίδια δημοσίευση, το συνολικό σκορ αυξανόταν κατά 30, όπως και με την παρουσία του keyword *schizophrenia* ή κάποιου συνωνύμου του. Παράλληλα, για να περιοριστούν οι περιπτώσεις μη σχετικών δημοσιεύσεων, όταν μια δημοσίευση δεν περιείχε τη λέξη *schizophrenia* ή κάποιο συνώνυμό της, αφαιρούνταν 10 μονάδες από το συνολικό σκορ. Επιπλέον, το όριο (threshold) αυξήθηκε στο 50, ενισχύοντας την ακρίβεια της διαδικασίας. Με αυτές τις αλλαγές, επιτεύχθηκε ποσοστό επιτυχίας **70%** στην ανίχνευση δημοσιεύσεων που σχετίζονταν με τη σχιζοφρένεια, ενώ το ποσοστό των λανθασμένων ανιχνεύσεων πήγε στο **8.96%**. Στη συνέχεια, προστέθηκε ένα επιπλέον πέναλτι των 40 πόντων σε περίπτωση που η δημοσίευση δεν περιείχε καθόλου λέξεις κλειδιά με υψηλό βαθμό και το σκορ ξεπερνούσε τους 50 πόντους.

## Δ. Testing

Για περαιτέρω έλεγχο του αλγορίθμου, χρησιμοποίησα το dataset **Depression: Reddit Dataset** από το Kaggle, το οποίο περιείχε 7732 καταχωρήσεις δημοσιεύσεων που σχετίζονταν με την κατάθλιψη. Ο αλγόριθμος χαρακτήρισε το **1.49%** των δημοσιεύσεων ως σχετικές με τη Σχιζοφρένεια, το οποίο είναι ικανοποιητικά χαμηλό, ενώ για dataset σχετικό με άγχος με 13214 γραμμές **0%** και για τον αλκοολισμό (943 γραμμές) πάλι **0%**.

Στη συνέχεια δοκίμασα δύο ακόμα datasets από το zenodo, τα οποία περιείχαν δημοσιεύσεις για τη Σχιζοφρένεια, όπου βγάλαμε ποσοστά: **99.94%** (γρ. 1551), **99.95%** (γρ. 1864), ποσοστά τα οποία είναι ικανοποιητικά.

## Συμπεράσματα και Αδυναμίες

Ο αλγόριθμος που βασίστηκε στον βαθμό κάθε ακμής φαίνεται να αποδίδει αποτελέσματα από μέτρια έως καλά. Παρ' όλα αυτά, κατά την υλοποίησή του δεν λήφθηκαν υπόψη ορισμένες σημαντικές αδυναμίες, όπως:

- Τα ορθογραφικά λάθη,
- Η υπερανάλυση ενός μόνο συμπτώματος, που οδηγεί σε αδυναμία κατηγοριοποίησης,
- Και η δυσκολία κατανόησης περιπτώσεων σαρκασμού.

Η επίλυση αυτών των ζητημάτων θα μπορούσε να βελτιώσει περαιτέρω την αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου, ωστόσο θα απαιτούσε κατά πάσα πιθανότητα, τη χρήση Μηχανικής Μάθησης.

## Πηγές

[EEG Psychiatric Disorders Dataset | Kaggle](#)

[\[Serious\] People that have been diagnosed with schizophrenia, what was the first time you noticed something wasn't quite right? : r/AskReddit](#) , [How did you realize you were schizophrenic? : r/schizophrenia](#),  
[https://www.reddit.com/r/schizophrenia/comments/1cp37g5/what\\_do\\_you\\_think\\_caused\\_schizophrenia\\_f\\_or\\_you/](https://www.reddit.com/r/schizophrenia/comments/1cp37g5/what_do_you_think_caused_schizophrenia_f_or_you/) , [What age we're y'all diagnosed? : r/schizophrenia](#)

[Reddit Mental Health Dataset](#)