**Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο**

**Σχολή Μηχανικών**

**Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών**

**Πρόγραμμα Σπουδών Μηχανικών Πληροφορικής**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Τίτλος: Ανάπτυξη Συστήματος Γνώσης για Διάγνωση Αχρωματοψίας**

**Τίτλος: Development of a Knowledge System for Color Blindness Diagnosis**

**Σταύρος Παραδάς (ΑΜ: 4065)**

| | |
|---|---|
| **Επιβλέπων Εκπαιδευτικός:** | Μαρακάκης Εμμανουήλ, Καθηγητής |
| **Επιτροπή Αξιολόγησης:** | Παπαδάκης Νικόλαος, Καθηγητής<br>Μπατσάκης Σωτήριος, Επίκουρος Καθηγητής |
| **Ημερομηνία Παρουσίασης:** | 08 Ιουλίου 2024 |

# Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς τον Δρ. Εμμανουήλ Μαρακάκη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και για την υποστήριξή του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της πτυχιακής εργασίας. Οι συμβουλές και η καθοδήγησή του με βοήθησαν να ολοκληρώσω αυτό το έργο με επιτυχία και αυτοπεποίθηση. Είμαι ευγνώμων για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με αυτό το θέμα και για την πολύτιμη εμπειρία που απέκτησα υπό την καθοδήγησή του.

# Abstract

The present work analyzes the application of Knowledge Systems in the field of Ophthalmology, focusing particularly on the development of a system aimed at diagnosing vision problems, with an emphasis on color blindness. This implementation is based on a dialog system of questions and standardized answers, designed to be accessible and understandable by non-specialist users. Its purpose is to draw conclusions that serve as advice for the user. The name of the application is ΣυΓΔΑ, derived from Greek words meaning 'System for Diagnosing Color Blindness'.

Additionally, a user-friendly interface is provided for managing the system's Knowledge Base. This allows the expert and/or the knowledge engineer to adjust the system's rules, add new rules, remove, and edit existing rules.

This system can be used as a model, demonstrating the capabilities of expert systems and the way to manage similar problems. Furthermore, it can serve as a basis for the construction of more advanced systems for diagnosing vision problems and other categories in Ophthalmology, paving the way for further developments in this field.

# Σύνοψη

Η παρούσα εργασία αναλύει την εφαρμογή των Συστημάτων Γνώσης στον τομέα της Οφθαλμολογίας, εστιάζοντας ιδιαίτερα στην ανάπτυξη ενός συστήματος που στοχεύει στη διάγνωση προβλημάτων όρασης, με έμφαση στην αχρωματοψία. Η υλοποίηση αυτή βασίζεται σε ένα διαλογικό σύστημα ερωτήσεων και τυποποιημένων απαντήσεων, το οποίο σχεδιάστηκε με σκοπό να είναι προσιτό και κατανοητό από τον μη ειδικό χρήστη. Ο σκοπός του είναι να καταλήξει σε συμπεράσματα που λειτουργούν ως συμβουλές για τον χρήστη. Το όνομα της εφαρμογής είναι ΣυΓΔΑ, από τις λέξεις «**Σύ**στημα **Γ**νώσης **γ**ια την **Δ**ιάγνωση **Α**χρωματοψίας».

Επιπλέον, παρέχεται μια εύχρηστη διεπαφή για τη διαχείριση της Βάσης Γνώσης του συστήματος. Αυτό επιτρέπει στον εμπειρογνώμονα ή/και τον μηχανικό γνώσης να προσαρμόζει τους κανόνες του συστήματος, να προσθέτει νέους κανόνες, να αφαιρεί και να επεξεργάζεται υπάρχοντες κανόνες.

Το εν λόγω σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υπόδειγμα, παρουσιάζοντας τις δυνατότητες των έμπειρων συστημάτων και τον τρόπο διαχείρισης παρόμοιων προβλημάτων. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την κατασκευή πιο προηγμένων συστημάτων για τη διάγνωση προβλημάτων όρασης και άλλες κατηγορίες προβλημάτων της Οφθαλμολογίας, ανοίγοντας τον δρόμο για περαιτέρω εξελίξεις στον τομέα αυτόν.

# Περιεχόμενα

**Ευχαριστίες** ..... **I**

**Abstract** ..... **II**

**Σύνοψη** ..... **III**

**Λίστα Εικόνων** ..... **VI**

**1. Εισαγωγή** ..... **7**

**2. Συστήματα Γνώσης στον τομέα της Οφθαλμολογίας** ..... **9**

2.1. Εισαγωγικές Εννοιολογικές Αναφορές στα Συστήματα Γνώσης ..... 9

2.2. Αρχιτεκτονική Συστημάτων Γνώσης ..... 9

2.3. Συστήματα Γνώσης στην Ιατρική ..... 10

2.4. Συστήματα Γνώσης στην Οφθαλμολογία ..... 11

2.5. Ένα Συστήματα Γνώσης για διάγνωση Αχρωματοψίας ..... 12

**3. SWI – Prolog ως εργαλείο ανάπτυξης Συστημάτων Γνώσεων** ..... **14**

**4. HTML ως εργαλείο κατασκευής διεπικοινωνίας ενός ΣΓ** ..... **16**

4.1. Εισαγωγή στην HTML ..... 16

**5. Εισαγωγικές έννοιες για την Αχρωματοψία** ..... **18**

5.1. Ορισμός και Περιγραφή Αχρωματοψίας ..... 18

5.2. Είδη Αχρωματοψίας ..... 19

5.3. Ενδείξεις / Συμπτώματα Αχρωματοψίας ..... 23

5.4. Εξετάσεις και Διάγνωση για την Αχρωματοψία ..... 23

5.5. Διαχείριση - Αντιμετώπιση Αχρωματοψίας ..... 24

**6. Σχεδιαστική Περιγραφή του Συστήματος Γνώσης για Διάγνωση Αχρωματοψίας (ΣυΓΔΑ)** ..... **25**

6.1. Αρχιτεκτονική Περιγραφή του ΣυΓΔΑ ..... 25

6.1.1. Περιγραφή του Υποσυστήματος Διάγνωσης / Στήριξης Αποφάσεων του ΣυΓΔΑ ..... 26

6.1.2. Περιγραφή του Υποσυστήματος Παρουσίασης της Βάσης Γνώσης του ΣυΓΔΑ ..... 27

6.2. Αναπαράσταση Γνώσης (ΑΓ) και Υλοποίηση της Βάσης Γνώσης σε Prolog για το ΣυΓΔΑ ..... 28

6.3. Μέθοδος Διάγνωσης του ΣυΓΔΑ ..... 29
6.4. Σχεδιασμός Διεπικοινωνίας του ΣυΓΔΑ ..... 35
6.4.1. Η μέθοδος DRY στο ΣυΓΔΑ ..... 35

**7. Υλοποίηση του Συστήματος ..... 37**

7.1. Περιγραφή Αλγορίθμων του Διαγνωστικού Υποσυστήματος του ΣυΓΔΑ ..... 37
7.2. Περιγραφή Διεπικοινωνίας του ΣυΓΔΑ ..... 38
7.2.1. Περιγραφή της Υλοποίησης της διαδικασίας Διάγνωσης Αχρωματοψίας του ΣυΓΔΑ 39
7.2.2. Περιγραφή της Υλοποίησης της διαδικασίας ενημέρωσης της ΒΓ του ΣυΓΔΑ ..... 40

**8. Δείγματα Σεναρίων Επίδειξης των Λειτουργιών του Συστήματος (ΣυΓΔΑ) ..... 45**

**9. Απόδοση του Διαγνωστικού Συστήματος ΣυΓΔΑ ..... 52**

**10. Ανακεφαλαίωση, Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις του ΣυΓΔΑ ..... 53**

**11. Βιβλιογραφία ..... 54**

**12. Παράρτημα Α ..... 55**

Α.1. Το κύριο μέρος του προγράμματος ..... 55
Α.2. Οι κανόνες του συστήματος / Βάση Γνώσης ..... 68
Α.3. Οι κανόνες του διαλογικού Συστήματος ..... 72
Α.4. Φόρτωση handlers ..... 73

# Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1: Αχρωματοψία ..... 19
Εικόνα 2: Πρωτανοπία ..... 21
Εικόνα 3: Δευτερανοπία ..... 21
Εικόνα 4: Τριτανοπία ..... 22
Εικόνα 5: Τμήματα Αρχιτεκτονικής ΣυΓΔΑ ..... 25
Εικόνα 6: Σελίδα για παρουσίαση ΒΓ ..... 28
Εικόνα 7: Οι 17 πλάκες του Ishihara ..... 30
Εικόνα 8: Πλάκα 1 ..... 31
Εικόνα 9: Πλάκα 2 και Πλάκα 3 ..... 31
Εικόνα 10: Πλάκα 4, Πλάκα 5, Πλάκα 6 και Πλάκα 7 ..... 32
Εικόνα 11: Πλάκα 8 και Πλάκα 9 ..... 32
Εικόνα 12: Πλάκα 10, Πλάκα 11, Πλάκα 12 και Πλάκα 13 ..... 32
Εικόνα 13: Πλάκα 14 και Πλάκα 15 ..... 33
Εικόνα 14: Πλάκα 16 και Πλάκα 17 ..... 33
Εικόνα 15: Σελίδα της Διάγνωσης Αχρωματοψίας ..... 40
Εικόνα 16: Σελίδα ενημέρωσης της ΒΓ ..... 40
Εικόνα 17: Σελίδα προσθήκη κανόνα ..... 41
Εικόνα 18: Σελίδα για ενημέρωση κανόνα ..... 42
Εικόνα 19: Σελίδα για διαγραφή κανόνα ..... 43
Εικόνα 20: Σελίδα για την εμφάνιση κανόνων ..... 44
Εικόνα 21: Αρχική σελίδα εφαρμογής ..... 45
Εικόνα 22: Αρχική Σελίδα Διάγνωσης ..... 46
Εικόνα 23: Πρώτος διάλογος ..... 47
Εικόνα 24: Δεύτερος διάλογος ..... 47
Εικόνα 25: Αποτέλεσμα διάγνωσης ..... 48
Εικόνα 26: Σελίδα για διαχείριση ΒΓ ..... 49
Εικόνα 27: Σελίδα για εμφάνιση κανόνων ..... 49
Εικόνα 28: Σελίδα για προσθήκη κανόνα ..... 50
Εικόνα 29: Σελίδα για διαγραφή κανόνα ..... 51
Εικόνα 30: Σελίδα για τροποποίηση κανόνα ..... 51

# 1. Εισαγωγή

Η εφαρμογή των Συστημάτων Γνώσης στα προβλήματα της Οφθαλμολογίας ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1950. Τότε αρχίσαν να εμφανίζονται δέντρα αποφάσεων και πίνακες αλήθειας. Πολλά από τα συστήματα παρέμειναν όμως σαν ερευνητικά προγράμματα.

Η Οφθαλμολογία αντιπροσωπεύει έναν κλάδο της ιατρικής που επιδιώκει την κατανόηση και την αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με το πολύπλοκο σύστημα της όρασης. Στο πλαίσιο αυτό, η αχρωματοψία αναδύεται ως ένα ενδιαφέρον πεδίο μελέτης, προκαλώντας την ανάγκη για καινοτόμες προσεγγίσεις στη διάγνωση και την αντιμετώπιση της.

Η αχρωματοψία αποτελεί μια οφθαλμολογική διαταραχή που επηρεάζει την ικανότητα ενός ατόμου να αντιλαμβάνεται τα χρώματα με τον τρόπο που είναι συνηθισμένος. Ενώ για την πλειονότητα των ανθρώπων η όραση αναπτύσσεται με την ικανότητα να διακρίνουν ποικίλα χρώματα, οι άνθρωποι με αχρωματοψία αντιμετωπίζουν περιορισμούς στην ανίχνευση και τη διάκριση των χρωματικών αποχρώσεων.

Στο πλαίσιο αυτό, η ανάπτυξη Συστημάτων Γνώσης κατέχει κεντρικό ρόλο στην προσπάθεια να επιτευχθεί ακριβής και έγκαιρη διάγνωση της αχρωματοψίας. Αυτά τα συστήματα, που βασίζονται σε προηγμένες τεχνολογίες της τεχνητής νοημοσύνης και προγραμματισμού στην γλώσσα Prolog, προσφέρουν μια πρωτοποριακή προσέγγιση στη διαχείριση και ανάλυση των συμπτωμάτων της αχρωματοψίας.

Για την υλοποίηση του συστήματος της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν η SWI-Prolog με τις βιβλιοθήκες http/thread_httpd και http/http_dispatch για την λειτουργία του διακομιστή, τις http/html_head, http/html_write και http/http_error για την παρουσίαση της διεπαφής και τέλος τις http/http_parameters και http/http_session για την διαχείριση της διεπαφής, των απαντήσεων του διαλογικού συστήματος αλλά και της διεπαφής της διαχείρισης της Βάσης Γνώσης του ΣΓ [1]. Η διεπαφή του ΣυΓΔΑ είναι εξ ολοκλήρου διαδικτυακή και για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω εργαλεία.

- Η γλώσσα HTML5 [2].
- Η Material Design, η οποία είναι μια γλώσσα σχεδιασμού που δημιουργήθηκε και αναπτύχθηκε από την Google. Συνδυάζει τις διαχρονικές αρχές του επιτυχημένου σχεδιασμού με σύγχρονες καινοτομίες και τεχνολογίες. Η επιδίωξη της Google με το Material Design είναι η ανάπτυξη ενός σχεδιαστικού συστήματος που θα προσφέρει μια συνεπή και ενοποιημένη εμπειρία χρήστη σε όλα τα προϊόντα της, ανεξαρτήτως πλατφόρμας [3].
- Ο Οδηγός Διαλογικού Συστήματος (ΟΔΣ) ο οποίος μας παρέχει ένα εύκολο τρόπο διαχείρισης των διαλόγων του συστήματος έτσι ώστε η επιμήκυνση του διαλόγου να μην αυξάνει αντίστοιχα και το μέγεθος του κώδικα. Δηλαδή, ο διάλογος έχει παραμετροποιηθεί και δεν σχετίζεται με το μέγεθος του κώδικα. Επιπλέον, το τμήμα διαλόγου είναι δομημένο και ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα τμήματα του συστήματος γνώσης.

Το δεύτερο κεφάλαιο της αναφοράς περιγράφει υπάρχουσες λύσεις και εφαρμογές των ΣΓ στον τομέα της ιατρικής, όσον αφορά προβλέψεις αλλά και διαγνώσεις ασθενειών και θα δούμε ομοιότητες και διαφορές με άλλα υπάρχοντα συστήματα.

Το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει τις δυνατότητες που προσφέρει η SWI-Prolog [1] για ανάπτυξη Συστημάτων Γνώσης και πως χρησιμοποιήθηκαν αυτές οι δυνατότητες στην παρούσα εφαρμογή.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην HTML.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται βασικές έννοιες του προβλήματος της αχρωματοψίας.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε αναλυτικά τον σχεδιασμό του συστήματος διάγνωσης αχρωματοψίας. Περιγράφουμε την αρχιτεκτονική του ΣΓ και των επιμέρους υποσυστημάτων του: α) της Διάγνωσης/Στήριξης Αποφάσεων, β) της Παρουσίασης και Ενημέρωσης της Βάσης Γνώσης. Στην συνέχεια παρουσιάζουμε σχεδιαστικά την αναπαράσταση γνώσης την οποία εφαρμόσαμε και θα δούμε την μορφή των κανόνων του συστήματος. Τέλος, παρουσιάζεται ο σχεδιασμός της διεπαφής του συστήματος και η μέθοδος υλοποίησης διεπαφής DRY.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται περιγραφής της υλοποίησης όλων των τμημάτων του συστήματος ΣυΓΔΑ.

Στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζονται δείγματα σεναρίων λειτουργίας του ΣυΓΔΑ.

Στο ένατο κεφάλαιο παρουσιάζεται η απόδοση του ΣυΓΔΑ.

Στο δέκατο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι μελλοντικές επεκτάσεις του ΣυΓΔΑ.

Τέλος, στο Παράρτημα Α παρουσιάζουμε τον κώδικα του ΣυΓΔΑ με κατάλληλα σχόλια.

# 2. Συστήματα Γνώσης στον τομέα της Οφθαλμολογίας

## 2.1. Εισαγωγικές Εννοιολογικές Αναφορές στα Συστήματα Γνώσης

Η αναγέννηση των Συστημάτων Γνώσης (ΣΓ) ξεκίνησε τη δεκαετία του 1970, όταν οι επιστήμονες της τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) συνειδητοποίησαν τη σημασία της γνώσης για την απόδοση ενός προγράμματος στην επίλυση προβλημάτων. Η γνώση, εδώ, αναφέρεται στο σύνολο πληροφοριών που έχουν επεξεργαστεί σε ένα ή περισσότερα πεδία και μπορεί να αποκτηθεί μέσω εκπαίδευσης ή εμπειρίας.

Τα ΣΓ αποτελούν ισχυρά εργαλεία για την αντιμετώπιση προβλημάτων που απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις, παρέχοντας παράλληλα συμβουλευτική υποστήριξη σε επαγγελματίες όπως γιατρούς. Βασίζονται στην τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης και ξεπερνούν σε απόδοση έναν κλασικό διαχειριστή βάσης δεδομένων. Στα ΣΓ, η διαδικασία της πυροδότησης των κανόνων στη βάση γνώσης δημιουργεί νέες γνώσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων που ενδιαφέρουν τον χρήστη.

Σχετικά με τις έννοιες του Έμπειρου Συστήματος (ΕΣ) και των ΣΓ, οι δύο αυτές έννοιες είναι στενά συνδεδεμένες και, σε ορισμένες περιπτώσεις, αλληλεξαρτώνται. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου χρησιμοποιούνται για να επισημάνουν διαφορές όσον αφορά:

1. Τις πηγές απόκτησης γνώσης, όπως βιβλία, ειδικοί άνθρωποι, δεδομένα, ή την εξαγωγή γνώσης από αναγνωρισμένους εμπειρογνώμονες.
2. Την ποιότητα της εμπειρίας που περιέχεται στην αποκτηθείσα γνώση, δηλαδή εάν προέρχεται από εμπειρογνώμονα.
3. Τη σύγκριση μεταξύ του περιεχομένου του συστήματος και της συμπεριφοράς του. Συνολικά, τα ΕΣ αποτελούν ειδική κατηγορία των ΣΓ, ως υποσύνολο τους. Χρησιμοποιούν τις ίδιες τεχνικές και μεθόδους της ΤΝ για την κατασκευή τους, ακολουθώντας την ίδια αρχιτεκτονική, αλλά τα ΕΣ διαθέτουν τη γνώση ενός ή περισσότερων εμπειρογνωμόνων, που μπορούν να αντικαταστήσουν ακόμη και εμπειρογνώμονες [4].

## 2.2. Αρχιτεκτονική Συστημάτων Γνώσης

Η αρχιτεκτονική των Συστημάτων Γνώσης (ΣΓ) σχεδιάζεται με σκοπό να παρέχει ένα ισχυρό πλαίσιο για τη διαχείριση και αξιοποίηση της γνώσης. Ας εμβαθύνουμε στα κυριότερα στοιχεία αυτής της αρχιτεκτονικής:

*Βάση Γνώσης:*

- Ορισμός: Η Βάση Γνώσης αντιπροσωπεύει τον θησαυρό της πληροφορίας και των κανόνων που απαιτούνται για τη λειτουργία του ΣΓ.

- Τυποποίηση: Η γνώση είναι τυποποιημένη με μια μέθοδο αναπαράστασης που καθιστά τις πληροφορίες κατανοητές, επεξεργάσιμες και επεξήγησιμες.

*Μηχανή Συλλογισμών:*

- Συλλογιστικό Τμήμα: Εδώ, εφαρμόζονται μέθοδοι εξαγωγής συμπερασμάτων για την επίλυση προβλημάτων, βασιζόμενες στην πληροφορία που υπάρχει στη Βάση Γνώσης.
- Έλεγχος Εκτέλεσης: Το τμήμα ελέγχου καθορίζει τη σειρά εκτέλεσης των συλλογισμών, παράλληλα αναλαμβάνει την επιλογή των τμημάτων γνώσης που θα χρησιμοποιηθούν.

*Διεπικοινωνία Χρηστών – Συστήματος Γνώσης:*

- Διεπικοινωνία: Το σημείο αυτό αναφέρεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ των τελικών χρηστών, του μηχανικού γνώσης και του εμπειρογνώμονα.
- Εύχρηστη Διεπαφή: Η διασύνδεση σχεδιάζεται με γνώμονα την ευκολία χρήσης, προσφέροντας αποτελεσματικές λύσεις και συμβουλές βασισμένες στην εξειδικευμένη γνώση του συστήματος.

Συνολικά, η αρχιτεκτονική αυτή διασφαλίζει όχι μόνο την αποτελεσματική επεξεργασία της γνώσης αλλά και την αρμονική διαδράση με τους χρήστες, προσφέροντας προηγμένες λύσεις βασισμένες σε εξειδικευμένες γνώσεις.

## 2.3. Συστήματα Γνώσης στην Ιατρική

Η ιατρική, με τον αχανή όγκο γνώσης και την απίστευτη πολυπλοκότητα, έχει βρει πολύτιμους συμμάχους στα Συστήματα Γνώσης (ΣΓ). Σαν ψηφιακοί βοηθοί, αξιοποιούν τεχνητή νοημοσύνη και τυποποιημένη ιατρική γνώση για να βελτιώσουν την ιατρική φροντίδα σε πολλαπλά επίπεδα.

Συμβάλλουν στην πιο ακριβή διάγνωση, προτείνοντας θεραπείες προσαρμοσμένες στις ατομικές ανάγκες, παρέχοντας πληροφορίες και εκπαιδεύοντας ιατρούς και φοιτητές. Η λειτουργία τους στηρίζεται σε τρεις βασικούς πυλώνες:

- *Βάση Γνώσης***:** Αποθηκεύει ιατρικά δεδομένα, κλινικές κατευθυντήριες γραμμές και εμπειρία από ειδικούς.

- *Μηχανή Συλλογισμών*: Αναλύει τα δεδομένα του ασθενούς, εφαρμόζει κανόνες και εξάγει συμπεράσματα.

- *Διεπαφή Χρήστη*: Επικοινωνεί με τους ιατρούς, λαμβάνει δεδομένα και παρουσιάζει τα αποτελέσματα.

Τα οφέλη από τα ΣΓ στην ιατρική είναι πολλαπλά:

- Βελτιωμένη ακρίβεια διάγνωσης, μειώνοντας τα ιατρικά σφάλματα.

- Εξατομικευμένες θεραπείες, λαμβάνοντας υπόψη τα ατομικά χαρακτηριστικά.
- Αυξημένη αποτελεσματικότητα, με ταχύτερες διαγνώσεις και βελτιωμένη διαχείριση ασθενών.
- Βελτιωμένη πρόσβαση σε ιατρική φροντίδα, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένες περιοχές.

Παρότι υπάρχουν προκλήσεις, όπως η ποιότητα των δεδομένων, οι ηθικές ανησυχίες και το κόστος, η πρόοδος είναι ραγδαία. Η τεχνητή νοημοσύνη ανοίγει νέους δρόμους, με δυνατότητες για πρόβλεψη ασθενειών, εξατομικευμένη ιατρική και ακόμα πιο αποτελεσματική ιατρική φροντίδα στο μέλλον.

Το "Isabel" αποτελεί ένα από τα κορυφαία συστήματα υποστήριξης λήψης ιατρικών αποφάσεων (ΣΥΛΑ) παγκοσμίως, αναπτύχθηκε από την εταιρεία Isabel Healthcare και έχει ευρεία διάδοση σε χιλιάδες ιατρούς, νοσοκομεία και κλινικές σε περισσότερες από 100 χώρες. Το "Isabel" λειτουργεί ως ισχυρό εργαλείο για τη βοήθεια στη διαγνωστική διαδικασία και τη λήψη ιατρικών αποφάσεων με βάση πολύπλοκους αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης.

Οι βασικές λειτουργίες του "Isabel" περιλαμβάνουν τη διαφορική διάγνωση, η οποία βοηθά τους ιατρούς. Το "Isabel" λαμβάνοντας υπόψη συμπτώματα, εργαστηριακά ευρήματα και ιατρικό ιστορικό κάνει εξαγωγή ακριβούς διάγνωσης. Επιπλέον, παρέχει μια λίστα με τις πιθανές αιτίες των συμπτωμάτων, βαθμολογώντας τις βάσει πιθανότητας. Παρέχει επίσης λεπτομερείς πληροφορίες για κάθε πιθανή αιτία, συμπεριλαμβανομένης της αιτιολογίας, της κλινικής εικόνας, των διαγνωστικών εξετάσεων και των θεραπευτικών επιλογών.

Οι αλγόριθμοι που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση αναλύουν εκατομμύρια ιατρικά δεδομένα, ενώ η πληροφόρηση προέρχεται από έγκυρες ιατρικές πηγές, όπως βιβλία, περιοδικά και κλινικές μελέτες. Επιπλέον, το "Isabel" ενημερώνεται συνεχώς με νέες ιατρικές γνώσεις και δεδομένα.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος περιλαμβάνουν τη βελτιωμένη ακρίβεια διάγνωσης, την αύξηση της αποτελεσματικότητας, τη βελτιωμένη φροντίδα ασθενών, τη δυνατότητα ενημέρωσης των ιατρών και την χρήση ως εργαλείο εκπαίδευσης. Παράλληλα, υπάρχουν και μειονεκτήματα, όπως το κόστος της υλοποίησης και συντήρησης, η εξάρτηση από την τεχνολογία και η απαιτούμενη εκπαίδευση για την αποτελεσματική χρήση του. Συνολικά, το "Isabel" συνιστά ένα ισχυρό εργαλείο για τους ιατρούς, προσφέροντας οφέλη αλλά και προκλήσεις στον τομέα της ιατρικής πρακτικής [5].

## 2.4. Συστήματα Γνώσης στην Οφθαλμολογία

Η οφθαλμολογία, ως κλάδος της ιατρικής που εξειδικεύεται στη διάγνωση και θεραπεία των παθήσεων των ματιών, αξιοποιεί τα Συστήματα Γνώσης (ΣΓ) για να ενισχύσει τις ιατρικές αποφάσεις των οφθαλμιάτρων. Τα ΣΓ αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη σημασία στον τομέα αυτό, προσφέροντας υποστήριξη σε πολλούς τομείς:

Στον τομέα της *διάγνωσης*, τα ΣΓ επιτρέπουν την ανάλυση ψηφιακών εικόνων του οφθαλμού, όπως fundus φωτογραφίες και οπτική τομογραφία συνοχής (OCT). Αυτή η ανάλυση επιτρέπει τον εντοπισμό σημαδιών ασθενειών, προσφέροντας ταχεία και ακριβή διάγνωση. Επιπλέον, η δυνατότητα σύγκρισης εικόνων ασθενών με μια βάση δεδομένων γνωστών οφθαλμολογικών παθήσεων ενισχύει τη διαγνωστική ακρίβεια.

Στον τομέα του *σχεδιασμού θεραπείας*, τα ΣΓ παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξατομίκευση των θεραπευτικών προγραμμάτων. Με βάση παράγοντες όπως η ηλικία του ασθενούς, η γενική υγεία του, η σοβαρότητα της ασθένειας και οι διαθέσιμες θεραπευτικές επιλογές, τα ΣΓ συνδράμουν τους οφθαλμίατρους στη λήψη ενημερωμένων και ατομικοποιημένων αποφάσεων για τη θεραπεία των ασθενών.

Στον τομέα της *εκπαίδευσης οφθαλμιάτρων*, τα ΣΓ διαδραματίζουν ρόλο στην παροχή οπτικής και διαδραστικής εκπαίδευσης. Χρησιμοποιούνται για να εκπαιδεύσουν οφθαλμίατρους σχετικά με νέες ασθένειες και θεραπείες, παρέχοντας μια εμπειρία που βελτιώνει τις δεξιότητές τους και τους επιτρέπει να παρέχουν καλύτερη φροντίδα στους ασθενείς τους.

Παραδείγματα ΣΓ στην Οφθαλμολογία:

- "IDx-DR": Ένα σύστημα που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας από ψηφιακές fundus φωτογραφίες [6].
- "Arterys Retinal Image Analysis System": Ένα σύστημα που χρησιμοποιείται για την ανάλυση ψηφιακών fundus φωτογραφιών για σημάδια υψηλής αρτηριακής πίεσης, διαβήτη και άλλων παθήσεων [7].
- "Verana Health": Ένα σύστημα που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία 3D μοντέλων του οφθαλμού για τη χειρουργική προ εγχειρητική προετοιμασία [8].

## 2.5. Ένα Συστήματα Γνώσης για διάγνωση Αχρωματοψίας

Το τεστ "Ισιχάρα" [9] είναι ένα οπτικό διαγνωστικό εργαλείο που αποσκοπεί στην αξιολόγηση της ικανότητας αντίληψης των χρωμάτων, εστιάζοντας κυρίως στη διάκριση του κόκκινου και του πράσινου. Ονομάστηκε έτσι προς τιμήν του Ιάπωνα ιατρού Σινόμπου Ισιχάρα, καθηγητή στο Πανεπιστήμιο του Τόκιο, ο οποίος το παρουσίασε για πρώτη φορά το 1917.

Το τεστ αποτελείται από μία σειρά από έγχρωμες πλάκες, κάθε μία από τις οποίες περιέχει έναν κύκλο με κουκκίδες ποικίλου χρώματος και μεγέθους. Αυτές οι κουκκίδες σχηματίζουν αριθμούς που είναι ορατοί από άτομα με φυσιολογική χρωματική όραση, ενώ σε άτομα με χρωματικές ανεπάρκειες οι αριθμοί είναι δυσδιάκριτοι ή αόρατοι.

Η πλήρης δοκιμή περιλαμβάνει 38 πλάκες, αλλά η χρωματική ανεπάρκεια συνήθως διαπιστώνεται μετά από λίγες μόνο πλάκες. Οι πρώτες 24 πλάκες παρέχουν ακριβέστερη αξιολόγηση της σοβαρότητας της ανεπάρκειας.

Οι τυπικές πλάκες περιλαμβάνουν έναν κύκλο με τελείες σε αποχρώσεις του πράσινου και του μπλε, με διαφοροποιημένα σχήματα σε αποχρώσεις του καφέ, ή έναν κύκλο από τελείες σε κόκκινο, πορτοκαλί και κίτρινο χρώμα, με μερικές σε πράσινο. Η πρώτη δοκιμή στοχεύει στην ανίχνευση αδυναμίας διάκρισης του κόκκινου, ενώ η δεύτερη επικεντρώνεται στην αδυναμία διάκρισης του πράσινου χρώματος.

# 3. SWI – Prolog ως εργαλείο ανάπτυξης Συστημάτων Γνώσεων

Η Prolog είναι μια δηλωτική γλώσσα λογικού προγραμματισμού με απλή σύνταξη, ισχυρή για ανάπτυξη εφαρμογών ιδίως της Τεχνητής Νοημοσύνης. Το όνομα Prolog το έβγαλε ο συνεργάτης του Kowalski ο Philippe Roussel και είναι συντομογραφία του αγγλικού «PROgramation et LOGique» (Προγραμματισμός και Λογική). Για να βρεθεί λύση του προβλήματος η Prolog κάνει πλήρη αναζήτηση. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μιας ενσωματωμένης μηχανής αναζήτησης τύπου βάθος-πρώτα (depth-first) η οποία ενεργοποιείται αυτόματα κάθε φορά που κάνουμε μια ερώτηση στο πρόγραμμα μας .

Για τις εκδόσεις Prolog υπάρχουν δυο πρότυπα (Standard). Υπάρχει το παλιότερο Edinburgh-standard και το πιο σύγχρονο ISO-standard. Τα δυο standards διαφέρουν κυρίως στα ονόματα των built-in συναρτήσεων που αναγνωρίζει η γλώσσα. Οι νέοι compilers ακολουθούν το ISO-standard, όμως για λόγους συμβατότητας πολλοί αναγνωρίζουν και το Edinburgh .

Η SWI-Prolog είναι μια δωρεάν εφαρμογή της γλώσσας προγραμματισμού Prolog, που χρησιμοποιείται συνήθως για τη διδασκαλία και για εφαρμογές σημασιολογικού ιστού. Υλοποιεί το ISO/IEC standard υποσύνολο της και αποτελεί ένα από τα πλέον χρησιμοποιούμενα περιβάλλοντα της Prolog από την ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ευρύτατα για ανάπτυξη σημαντικών εμπορικών εφαρμογών [1].

Διαθέτει βιβλιοθήκες που υποστηρίζουν, μεταξύ άλλων, προγραμματισμό με περιορισμούς, ανάπτυξη εφαρμογών επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, εφαρμογών του διαδικτύου και σημασιολογικού ιστού, πολυνηματική επεξεργασία, έλεγχο προγραμμάτων , γραφική διεπαφή χρήστη , διασύνδεση με Java , ODBC κα., διακομιστή διαδικτύου , SGML , RDF , RDFS , εργαλεία για προγραμματιστές (συμπεριλαμβανομένου ενός IDE με GUI πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων και GUI Profiler ), εκτεταμένη τεκμηρίωση κα. Η SWIProlog τρέχει σε Unix, τα Windows, Macintosh και Linux πλατφόρμες, είναι υπό συνεχή ανάπτυξη από το 1987 με κύριο συγγραφέα τον Jan Wielemaker .

Λόγω της καλής τεκμηρίωσης και των έτοιμων βιβλιοθηκών που προσφέρει η SWI-Prolog επιλέχθηκε για την υλοποίηση της παρούσας εφαρμογής. Στα πλαίσια αυτά χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω βιβλιοθήκες:

- http/thread_httpd και http/http_dispatch για την λειτουργία του διακομιστή,
- http/html_head, http/html_write και http/http_error για την διαδικτυακή παρουσίαση της διεπαφής
- και τέλος http/http_parameters και http/http_session για την διαχείριση της διεπαφής, των απαντήσεων του διαλογικού συστήματος αλλά και της διεπαφής της διαχείρισης της Βάσης Γνώσης του ΣΓ

Επίσης λόγω της ευκολίας που προσφέρει η Prolog στην εύρεση λύσεων με την χρήση οπισθοδρόμησης η υλοποίηση της μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων είναι πολύ απλή, στο δέντρο

αποφάσεων η διάσχιση γίνετε με την τεχνική «αναζήτηση κατά βάθος» και όταν βρεθεί κάποια λύση τότε γίνετε οπισθοδρόμηση και αναζητείτε νέα λύση [4], [11].

# 4. HTML ως εργαλείο κατασκευής διεπικοινωνίας ενός ΣΓ

Το παρόν σύστημα αντικατοπτρίζει την εξέλιξη της τεχνολογίας στον σύγχρονο τρόπο ζωής, καθώς αναδεικνύει το διαδίκτυο ως σημαντικό εργαλείο που επηρεάζει την καθημερινότητά μας. Η επιλογή του διαδικτύου ως πλατφόρμας για την εκτέλεση των εφαρμογών της πτυχιακής αποτελεί ένα φυσικό βήμα, δεδομένου ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες ενσωματώνονται στον τρόπο ζωής μας.

Η αξιοποίηση της δυνατότητας της SWI-Prolog [1] να λειτουργεί ως HTTP εξυπηρετητής ανοίγει νέες δυνατότητες για την αλληλεπίδραση με τους χρήστες. Η Prolog, ως γλώσσα προγραμματισμού, επιτρέπει τη διεπαγγελματική σχεδίαση και ανάπτυξη ευέλικτων συστημάτων. Με την προσθήκη της HTML, η οποία είναι η κύρια γλώσσα δόμησης των ιστοσελίδων, ολοκληρώνεται ένα συνολικό πλαίσιο που επιτρέπει τη δημιουργία διαδραστικών εφαρμογών.

Η HTML διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της δομής των σελίδων, παρέχοντας τη δυνατότητα παρουσίασης πληροφοριών με σαφήνεια και ευανάγνωστο τρόπο. Ενσωματώνοντας την Prolog με την HTML, η εφαργμογή παράγει ένα ενιαίο σύστημα που εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα και των δύο τεχνολογιών, δημιουργώντας ένα περιβάλλον όπου η αλληλεπίδραση με τον χρήστη είναι διαισθητική και φιλική [2].

Με αυτόν τον τρόπο, το ΣυΓΔΑ παρουσιάζει μια σύγχρονη προσέγγιση στην ανάπτυξη εφαρμογών, επιδεικνύοντας πώς η συνδυασμένη χρήση γλωσσών προγραμματισμού και δόμησης ιστοσελίδων μπορεί να οδηγήσει σε πρωτοποριακά αποτελέσματα.

## 4.1. Εισαγωγή στην HTML

Η HTML, ή HyperText Markup Language, αποτελεί την κύρια γλώσσα δόμησης των ιστοσελίδων στον Παγκόσμιο Ιστό. Δημιουργήθηκε με σκοπό τη διαμόρφωση και παρουσίαση περιεχομένου στον περιηγητή του χρήστη, καθιστώντας το διαδικτυακό περιεχόμενο προσβάσιμο και κατανοητό. Οι σελίδες HTML αποτελούνται από στοιχεία που περιγράφουν το περιεχόμενο της σελίδας, καθώς και τον τρόπο εμφάνισής του [2].

Το βασικό στοιχείο στην HTML είναι η ετικέτα (tag), η οποία ορίζει τον τύπο του περιεχομένου και παρέχει οδηγίες για την ερμηνεία του από τον περιηγητή. Για παράδειγμα, η ετικέτα **<p>** χρησιμοποιείται για τον καθορισμό μιας παραγράφου, ενώ η ετικέτα **<h1>** ορίζει έναν τίτλο πρώτου επιπέδου.

Τα στοιχεία HTML συνήθως είναι ιεραρχημένα μεταξύ τους, δημιουργώντας τη δομή της σελίδας. Για παράδειγμα, μια σελίδα μπορεί να περιέχει έναν τίτλο, παραγράφους, εικόνες και συνδέσμους, με κάθε στοιχείο να είναι τοποθετημένο εντός αντίστοιχης ετικέτας.

Η HTML επιτρέπει επίσης τη σύνδεση με άλλες τεχνολογίες, όπως το CSS (Cascading Style Sheets) για τον σχεδιασμό και τη μορφοποίηση της σελίδας, καθώς και το JavaScript για τη

δυναμική αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Με τον τρόπο αυτό, η HTML συνθέτει το θεμέλιο της σύγχρονης ιστοσελίδας, παρέχοντας τη βάση για πλούσια και ευέλικτη διαδικτυακή εμπειρία.

# 5. Εισαγωγικές έννοιες για την Αχρωματοψία

Η αχρωματοψία, ή αλλιώς ανεπάρκεια έγχρωμης όρασης, ορίζεται ως η αδυναμία ή η μειωμένη ικανότητα ενός ατόμου να διακρίνει χρώματα. Σε αντίθεση με την κοινή πεποίθηση, δεν σημαίνει ότι βλέπει κανείς "ασπρόμαυρα", αλλά αντιμετωπίζει δυσκολία στην αντίληψη συγκεκριμένων χρωματικών αποχρώσεων [12].

## 5.1. Ορισμός και Περιγραφή Αχρωματοψίας

*Η αχρωματοψία είναι η αδυναμία αναγνώρισης των χρωμάτων των αντικειμένων που βλέπουμε, προκαλούμενη από βλάβη στον οπτικό φλοιό του εγκεφάλου, ειδικότερα στην περιοχή V4*. Σε αυτόν τον τύπο αχρωματοψίας, που εμπίπτει στις διαταραχές αναγνώρισης αντικειμένων, οι άνθρωποι δεν μπορούν να διακρίνουν τα χρώματα, παρά το γεγονός ότι τα μάτια τους μπορούν να λάβουν τα χρωματικά ερεθίσματα του περιβάλλοντος.

Στην *εγκεφαλική αχρωματοψία*, το άτομο δεν είναι σε θέση να αντιληφθεί τα χρώματα. Κάποιοι αμφισβητούν την κατηγορία αυτής της διαταραχής, υποστηρίζοντας ότι η πρόβλεψη αφορά την αντίληψη και όχι την οπτική αισθητική. Τα μάτια μας διαθέτουν κώνους και ραβδία στο πίσω μέρος τους, τα οποία επιτρέπουν την αναγνώριση του χρώματος και της φωτεινότητας αντίστοιχα.

Ο άνθρωπος έχει τρεις τύπους κωνικών κυττάρων στον αμφιβληστροειδή του: *S-κώνοι, M-κώνοι* και *L-κώνοι*, γνωστοί ως φωτοϋποδοχείς για το μπλε, το πράσινο και το κόκκινο, παρόλο που αντιλαμβανόμαστε πολλά χρώματα σε διαφορετικούς βαθμούς. Οι κώνοι υπερισχύουν στην κεντρική περιοχή του αμφιβληστροειδή.

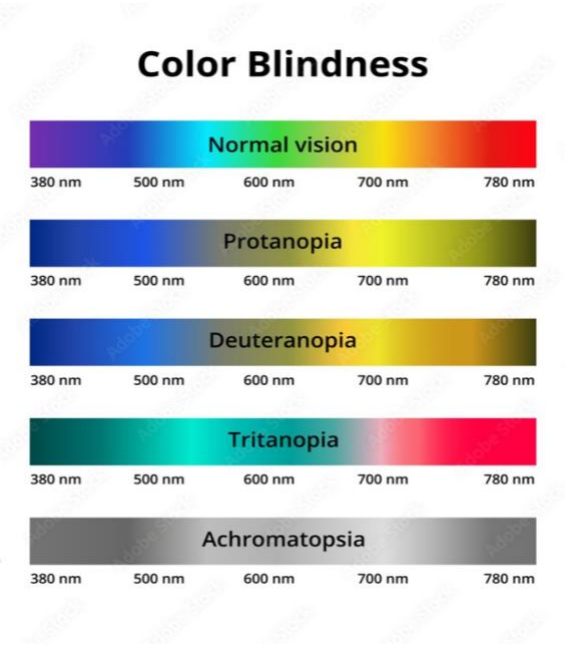
Άτομα με αχρωματοψία έχουν μερική ή πλήρη έλλειψη σε έναν ή περισσότερους τύπους κωνίων. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούν να διακρίνουν τα χρώματα σωστά. Για παράδειγμα, ένα άτομο με αχρωματοψία στο κόκκινο και το πράσινο μπορεί να έχει ελλείψεις στους αντίστοιχους κώνους και να μπερδεύει τα χρώματα.

Η αντίληψη των χρωμάτων από άτομα με αχρωματοψία επηρεάζεται από τις συνθήκες φωτισμού. Για παράδειγμα, κάτω από φυσικό ηλιακό φως μπορεί να διακρίνουν καλύτερα έντονα χρώματα, αλλά κάτω από τεχνητό φωτισμό μικρής έντασης μπορεί να μπερδεύουν τα χρώματα μεταξύ τους.

Οι άνθρωποι με φυσιολογική χρωματική αντίληψη είναι τριχρωματικοί. Οι άνθρωποι με δυσχρωματοψία, που έχουν έλλειψη σε έναν από τους κώνους, ονομάζονται ανώμαλοι τριχρωματικοί και αποτελούν τη συνηθέστερη μορφή αχρωματοψίας.

Ένα άλλο ενδεχόμενο πλεονέκτημα μπορεί να προκύψει από την ύπαρξη τετραχρωματικού θηλυκού, λόγω της απενεργοποίησης του Χ χρωμοσώματος, που μπορεί να παρέχει μια επιπλέον διάσταση στην αντίληψη των χρωμάτων. Ωστόσο, δεν είναι σαφές αν αυτό προσφέρει πραγματικό πλεονέκτημα στη διάκριση των χρωμάτων.

Συνοψίζοντας, η αχρωματοψία αποτελεί μια ποικιλόμορφη ομάδα διαταραχών αναγνώρισης χρωμάτων, η οποία επηρεάζει σημαντικά την οπτική αντίληψη των ατόμων που την παρουσιάζουν.




Εικόνα 1: Αχρωματοψία

## 5.2. Είδη Αχρωματοψίας

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι κληρονομικών ή εκ γενετής ελαττωμάτων στην αντίληψη των χρωμάτων: μονοχρωματοψία, διχρωματοψία και ανώμαλη τριχρωματοψία.

**Μονοχρωματοψία**

Η μονοχρωματοψία χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μόνο ενός καναλιού για τη μετάδοση πληροφοριών σχετικά με το χρώμα. Τα άτομα με αυτήν την κατάσταση έχουν πλήρη αδυναμία να διακρίνουν τα χρώματα, τα οποία αντιλαμβάνονται μόνο ως διαφορές στη φωτεινότητα. Υπάρχουν δύο βασικές μορφές μονοχρωματοψίας:

- *Μονοχρωματοψία λόγω ραβδίων*: Αυτή η μορφή, συχνά αποκαλείται αχρωματοψία, συμβαίνει όταν ο αμφιβληστροειδής δεν περιέχει κύτταρα κωνίων. Εκτός από την απουσία

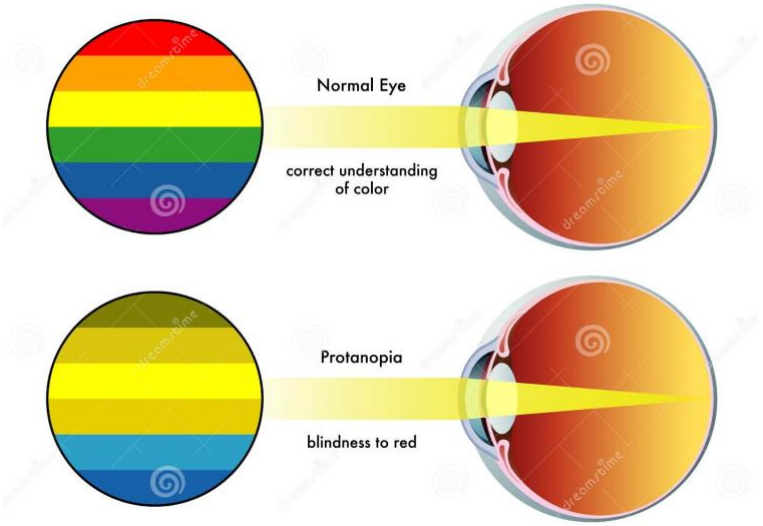
χρωμάτων, οι πάσχοντες έχουν δυσκολία στην όραση υπό κανονική φωτεινότητα. Αν και σπάνια γενικά, είναι αρκετά κοινή στο νησί Pingelap, που είναι μέρος της Μικρονησίας. Περίπου το 10% του πληθυσμού εκεί πάσχει, ενώ το 30% είναι ανεπηρέαστοι φορείς. Η κατάσταση προέκυψε μετά από μια καταστροφική καταιγίδα τον 18ο αιώνα που άφησε επιζώντες με το παθολογικό γονίδιο. Τα άτομα με αυτή την πάθηση βλέπουν τον κόσμο σε αποχρώσεις του γκρι και επίσης υποφέρουν από χαμηλή οπτική οξύτητα, αποστροφή στο έντονο φως και νυσταγμό. Για να εμφανιστεί η πάθηση, το παθολογικό γονίδιο πρέπει να κληρονομηθεί και από τους δύο γονείς. Η συχνότητα είναι περίπου 1 στους 30.000.

- *Μονοχρωματοψία λόγω κωνίων*: Σε αυτή τη μορφή, τα άτομα έχουν δύο ράβδους και ένα είδος κωνίου. Μπορούν να έχουν καλή όραση υπό κανονικό φως της ημέρας, αλλά δεν μπορούν να διακρίνουν χρώματα. Η μπλε κωνική μονοχρωματοψία (Χ χρωμόσωμα) προκαλείται από την πλήρη απουσία L και M κώνων (κόκκινο και πράσινο). Η μέγιστη φασματική ευαισθησία τους είναι κοντά στα 440 nm. Τα άτομα με αυτή την πάθηση γενικά παρουσιάζουν νυσταγμό, φωτοφοβία, μειωμένη οπτική οξύτητα και μυωπία.

**Διχρωματοψία**

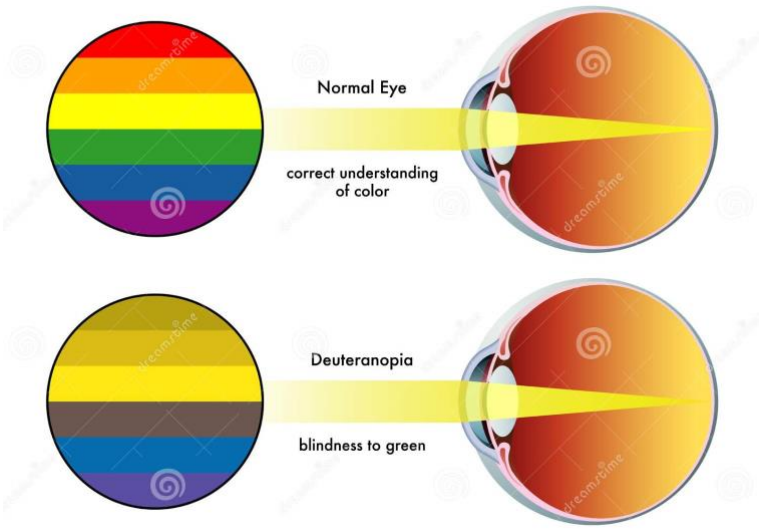
Η διχρωματοψία χαρακτηρίζεται από την απουσία ή τη μη λειτουργία ενός από τους τρεις βασικούς μηχανισμούς χρωμάτων. Οι κύριοι τύποι διχρωματοψίας είναι η πρωτανοπία, η δευτερανοπία και η τριτανοπία. Αυτή η διαταραχή είναι κληρονομική και συνδέεται με το φύλο, επηρεάζοντας κυρίως τους άνδρες. Τα άτομα με διχρωματοψία αντί για τρία χρώματα, βλέπουν δύο διαστάσεις χρωμάτων. Συνήθως γνωρίζουν το πρόβλημά τους, το οποίο επηρεάζει την καθημερινότητά τους. Οι πάσχοντες από πρωτανοπία και δευτερανοπία δεν μπορούν να διακρίνουν το κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο και πράσινο, ενώ οι τριτανοπικοί δυσκολεύονται με τα μπλε και κίτρινα.

- *Πρωτανοπία* (1% των ανδρών): Η πρωτανοπία προκύπτει από την απουσία του μεγάλου μήκους κύματος ευαίσθητου κωνίου. Τα άτομα με αυτή την πάθηση δεν μπορούν να διακρίνουν χρώματα στο πράσινο – κίτρινο - κόκκινο τμήμα του φάσματος, με ένα ουδέτερο σημείο στα 492 nm. Η φωτεινότητα των κόκκινων, πορτοκαλί και κίτρινων χρωμάτων είναι πολύ μειωμένη και μπορεί να συγχέονται με μαύρο ή σκούρο γκρι. Το κόκκινο φανάρι μπορεί να φαίνεται σβηστό. Αυτοί οι άνθρωποι μαθαίνουν να διακρίνουν τα κόκκινα από τα κίτρινα και πράσινα κυρίως με βάση τη φωτεινότητα ή ελαφρότητα και όχι με κάποια αντιληπτή απόχρωση. Το βιολετί, η λεβάντα και το μοβ είναι δυσδιάκριτα από διάφορες αποχρώσεις του μπλε. Τα ροζ λουλούδια μπορεί να εμφανιστούν μόνο μπλε. Πολύ λίγοι άνθρωποι έχουν βρεθεί να έχουν ένα φυσιολογικό μάτι και ένα πρωτανοπικό μάτι.



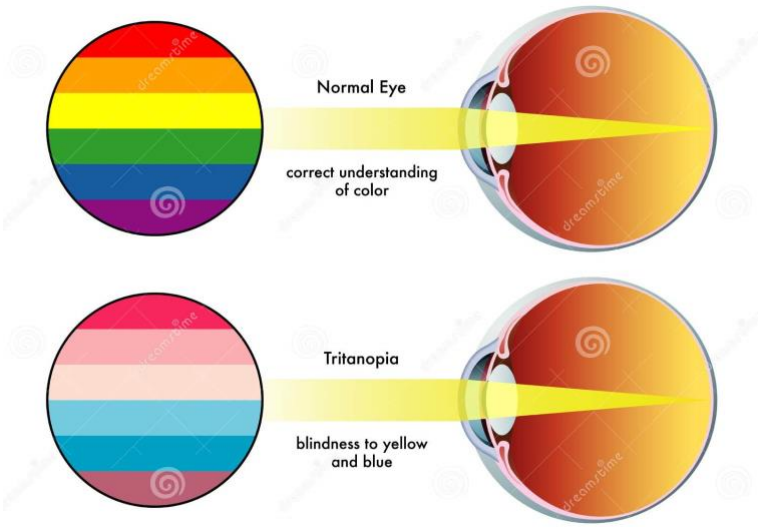

Εικόνα 2: Πρωτανοπία

- *Δευτερανοπία* (1% των ανδρών): Η δευτερανοπία προκαλείται από την έλλειψη του μεσαίου μήκους κύματος κωνίου. Τα άτομα με αυτή την πάθηση δεν μπορούν να διακρίνουν χρώματα στο πράσινο – κίτρινο - κόκκινο τμήμα του φάσματος, με ένα ουδέτερο σημείο στα 498 nm. Αντιμετωπίζουν παρόμοια προβλήματα με τους πρωτανοπικούς, αλλά χωρίς προβλήματα έντασης φωτός. Ομοίως, το βιολετί, η λεβάντα, το μοβ και το μπλε φαίνονται αχνά. Αυτή είναι μία από τις σπανιότερες μορφές αχρωματοψίας. Το όνομά της προέρχεται από τον John Dalton, η διάγνωση του οποίου επιβεβαιώθηκε το 1995 μέσω DNA ανάλυσης. Δευτερανοπικοί άνθρωποι βλέπουν τα μήκη κύματος κάτω από το ουδέτερο σημείο ως μπλε και τα πάνω ως κίτρινο.




Εικόνα 3: Δευτερανοπία

- *Τριτανοπία* (λιγότερο από 1% των ανδρών και γυναικών): Η τριτανοπία προκύπτει από την απουσία του μικρού μήκους κύματος κωνίου. Τα άτομα με αυτή την πάθηση δεν μπορούν να διακρίνουν χρώματα κατά μήκος της μπλε - κίτρινης διάστασης. Αυτή η μορφή αχρωματοψίας δεν είναι φυλοσύνδετη και είναι εξίσου σπάνια στους άνδρες και στις γυναίκες.




Εικόνα 4: Τριτανοπία

**Ανώμαλη τριχρωματοψία**

Η *ανώμαλη τριχρωματοψία* περιλαμβάνει την πρωτανωμαλία, τη δευτεροανωμαλία και την τριτανωμαλία. Τα άτομα με πρωτανωμαλία χρειάζονται περισσότερο κόκκινο φως για να ταιριάζουν με ένα φασματικό κίτρινο φως, ενώ οι δευτεροανωμαλικοί χρειάζονται περισσότερο πράσινο. Παρά τις δυσκολίες, πολλοί δεν γνωρίζουν ότι η αντίληψη των χρωμάτων τους είναι διαφορετική. Η διάγνωση γίνεται με ένα ανωμαλοσκόπιο, το οποίο αναμιγνύει κόκκινα και πράσινα φώτα για σύγκριση με ένα κίτρινο.

- *Πρωτανωμαλία* (1% των ανδρών, 0,01% των γυναικών): Η πρωτανωμαλία χαρακτηρίζεται από μια μεταλλαγμένη μορφή του μεγάλου μήκους κύματος (κόκκινο) των χρωμάτων. Τα άτομα με αυτή την πάθηση είναι λιγότερο ευαίσθητα στο κόκκινο φως και δεν βλέπουν μικτά φώτα όταν έχουν τα ίδια χρώματα με κανονικούς παρατηρητές. Η πρωτανωμαλία είναι αρκετά σπάνια, επηρεάζοντας περίπου το 1% των ανδρών. Μεταφέρεται με το Χ χρωμόσωμα.
- Δευτεροανωμαλία (6% των ανδρών, 0,4% των γυναικών): Η δευτεροανωμαλία χαρακτηρίζεται από μια μεταλλαγμένη μορφή του μεσαίου μήκους κύματος (πράσινο) χρωμάτων, με τα χρώματα να μετατοπίζονται προς το ερυθρό άκρο του φάσματος. Αυτή είναι η πιο κοινή μορφή αχρωματοψίας, επηρεάζοντας το 6% των ανδρών. Τα δευτεροανωμαλικά άτομα δεν έχουν προβλήματα με την ένταση των χρωμάτων, αλλά δυσκολεύονται να διακρίνουν αποχρώσεις στο πράσινο.

- *Τριτανωμαλία* (λιγότερο από 1% των ανδρών και γυναικών): Η τριτανωμαλία χαρακτηρίζεται από μια μεταλλαγμένη μορφή του μικρού μήκους κύματος χρωμάτων. Η χρωστική μετατοπίζεται προς την πράσινη περιοχή του φάσματος. Αυτή η μορφή ανώμαλης τριχρωματοψίας είναι πολύ σπάνια και δεν είναι φυλοσύνδετη. Οι πάσχοντες έχουν δυσκολία να διακρίνουν τα μπλε από τα κίτρινα, και μπορεί να μην αναγνωρίζουν σωστά τις αποχρώσεις των χρωμάτων στην καθημερινή τους ζωή.

## 5.3. Ενδείξεις / Συμπτώματα Αχρωματοψίας

Η αχρωματοψία μπορεί να είναι μια κατάσταση που δεν αναγνωρίζεται πάντα εύκολα από τους ανθρώπους που την βιώνουν. Σε πολλές περιπτώσεις, τα άτομα με αχρωματοψία μπορεί να θεωρούν ότι η αντίληψη χρωμάτων που έχουν είναι φυσιολογική, με αποτέλεσμα να μην έχουν επίγνωση της διαταραχής [12].

Παρόλα αυτά, υπάρχουν διάφορες ενδείξεις που μπορεί να υποδηλώνουν την ύπαρξη αχρωματοψίας. Μερικές από αυτές περιλαμβάνουν δυσκολία στη διάκριση συγκεκριμένων χρωματικών ζευγών, όπως κόκκινο/πράσινο ή μπλε/μοβ, και αδυναμία οπτικοποίησης λεπτομερειών σε εικόνες ή σχέδια με συγκεκριμένα χρώματα. Επιπλέον, η υπερευαισθησία στο φως, όπως αίσθημα ενόχλησης στα μάτια σε έντονο φωτισμό ή δυσκολία στην προσαρμογή σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού, μπορεί επίσης να είναι ένδειξη. Άλλα συμπτώματα περιλαμβάνουν αστάθειες στην ισορροπία, δυσκολία στην οδήγηση ή τον χειρισμό μηχανημάτων, και ακαδημαϊκές δυσκολίες σε μαθητές, όπως σύγχυση σε χάρτες, διαγράμματα ή γραφήματα.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ύπαρξη μιας ή περισσότερων από αυτές τις ενδείξεις δεν αποτελεί απόλυτη απόδειξη αχρωματοψίας, αλλά μπορεί να αποτελέσει αφορμή για περαιτέρω εξετάσεις και διάγνωση.

## 5.4. Εξετάσεις και Διάγνωση για την Αχρωματοψία

Η διάγνωση της αχρωματοψίας περιλαμβάνει διάφορες εξετάσεις που βοηθούν τους ειδικούς στον προσδιορισμό της παρούσας κατάστασης. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η αχρωματοψία μπορεί να είναι κληρονομική ή να οφείλεται σε άλλες παθήσεις ή παράγοντες, και η διάγνωση απαιτεί συνεργασία με ειδικούς στον τομέα της οφθαλμολογίας.

- *Τεστ Ishihara*: Το Ishihara τεστ είναι ένα από τα πιο γνωστά τεστ για τη διάγνωση της αχρωματοψίας. Ο ασθενής κοιτάει σειρές από χρωματιστούς κύκλους, και ο ιατρός αξιολογεί την ικανότητά του να διακρίνει τα χρώματα [13].

- *Τεστ Farnsworth-Munsell 100 Hue (FM 100):* Αυτό το τεστ απαιτεί από τον ασθενή να ταξινομήσει μια σειρά από χρωματιστές αποχρώσεις σε μια συγκεκριμένη σειρά. Οι

αποκλίσεις στην ταξινόμηση μπορούν να υποδείξουν την αχρωματοψία [14].

- *Εξετάσεις Οφθαλμολόγου*: Ο ειδικός οφθαλμίατρος μπορεί να πραγματοποιήσει διάφορες εξετάσεις, συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης της όρασης με χρήση διάφορων φίλτρων και φωτισμών.

- *Έλεγχος Ιστορικού και Οικογενειακού Ιστορικού*: Ο οφθαλμίατρος θα ρωτήσει για το ιστορικό του ασθενούς και την πιθανότητα οικογενειακής εμφάνισης της αχρωματοψίας.

- *Διαδικτυακά τεστ*: Προσφέρουν μια πρώτη ένδειξη για την ύπαρξη αχρωματοψίας [10].

Σε περίπτωση που υπάρχουν υποψίες για αχρωματοψία, ο ασθενής θα καλείται να υποβληθεί σε περαιτέρω εξετάσεις από ειδικούς, όπως γενετικές εξετάσεις για τον προσδιορισμό των αιτιών της. Η συνεργασία με ειδικούς στον τομέα της οφθαλμολογίας είναι ουσιώδης για μια ολοκληρωμένη διάγνωση και την κατάλληλη διαχείριση της αχρωματοψίας.

## 5.5. Διαχείριση - Αντιμετώπιση Αχρωματοψίας

Η αχρωματοψία είναι μια κατάσταση που δεν υπάρχει θεραπευτική αγωγή γι' αυτήν. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν πολλές στρατηγικές και βοηθήματα που μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την ποιότητα ζωής των ατόμων που αντιμετωπίζουν αυτήν την κατάσταση.

Σε πρώτο πλάνο βρίσκονται οι στρατηγικές προσέγγισης, περιλαμβάνοντας την εκμάθηση των χρωμάτων με εναλλακτικούς τρόπους, όπως η αναγνώριση μέσω υφής, σχήματος ή φωτεινότητας. Επιπλέον, η χρήση βοηθημάτων όπως φίλτρα (γυαλιά ή φακοί επαφής που φιλτράρουν συγκεκριμένα μήκη κύματος φωτός) μπορεί να βελτιώσει την αντίθεση χρωμάτων. Εφαρμογές smartphone που αναγνωρίζουν χρώματα είναι επίσης χρήσιμες για την επιλογή ρούχων ή διακόσμησης. Επιπλέον, ειδικά εργαλεία προσαρμοσμένα για συγκεκριμένες δραστηριότητες όπως η ζωγραφική ή η οδήγηση μπορούν να βοηθήσουν.

Η ψυχολογική υποστήριξη παίζει επίσης σημαντικό ρόλο, καθώς η διάγνωση μπορεί να προκαλέσει αισθήματα απογοήτευσης ή άγχους. Η συνεργασία με ειδικούς ή ομάδες ατόμων που αντιμετωπίζουν αχρωματοψία μπορεί να βοηθήσει στην αποδοχή της κατάστασης και την ανάπτυξη θετικών στρατηγικών αντιμετώπισης.

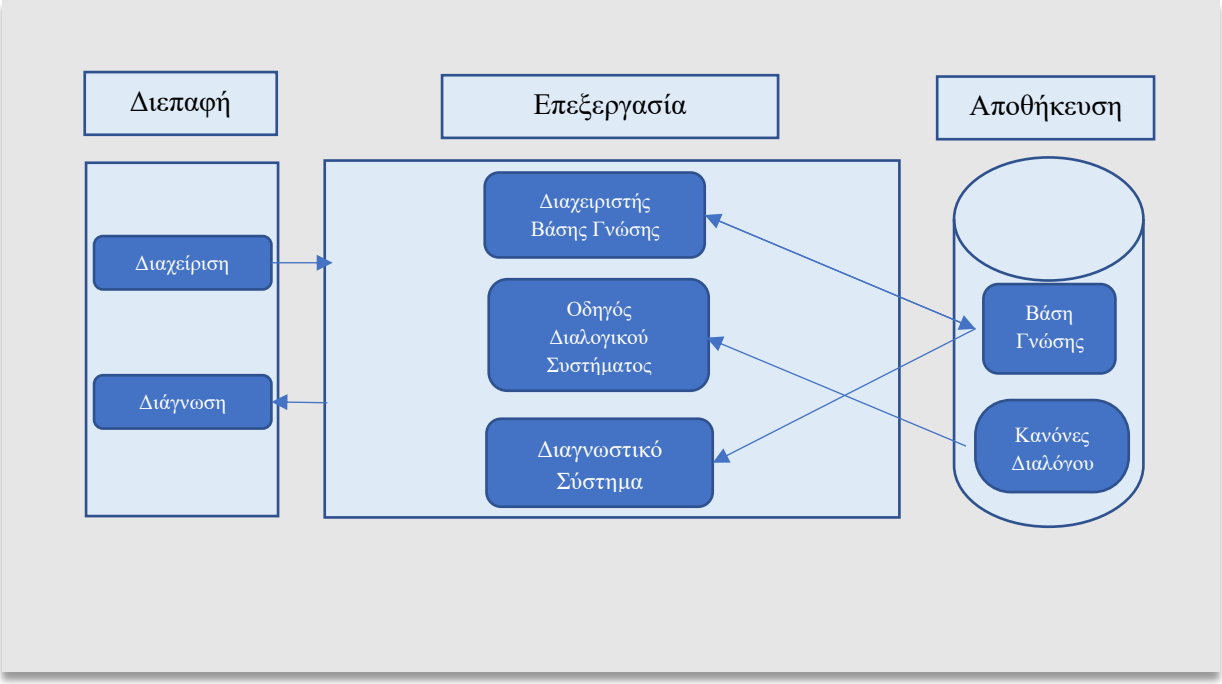
Επιπλέον, η εκπαίδευση είναι σημαντική, ώστε να ενημερωθεί το οικογενειακό και κοινωνικό περιβάλλον για την αχρωματοψία και να παρέχει την απαραίτητη υποστήριξη. Τέλος, η συμβουλευτική μπορεί να βοηθήσει στην επιλογή μιας επαγγελματικής καριέρας που ταιριάζει στις δυνατότητες και τα ενδιαφέροντα του ατόμου, λαμβάνοντας υπόψη την αχρωματοψία.

# 6. Σχεδιαστική Περιγραφή του Συστήματος Γνώσης για Διάγνωση Αχρωματοψίας (ΣυΓΔΑ)

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με την αρχιτεκτονική του συστήματος μας, θα δούμε αναλυτικά τα επιμέρους υποσυστήματα όπως το υποσύστημα «Διάγνωσης/Στήριξης Αποφάσεων» και τα υποσυστήματα «Παρουσίασης και Ενημέρωσης της ΒΓ». Στην συνέχεια θα δούμε πως αναπαραστήσαμε την απαιτούμενη για τη λειτουργία του συστήματος γνώσης.

## 6.1. Αρχιτεκτονική Περιγραφή του ΣυΓΔΑ

Η αρχιτεκτονική του συστήματος έχει απλή δομή και είναι βασισμένη στη δομή ανάπτυξης συστημάτων γνώσης. Αποτελείται από τα τμήματα: 1) της διεπικοινωνίας , 2) της διάγνωσης, 3) της ενημέρωσης της βάσης γνώσης και 4) της βάση γνώσης . Όλα τα τμήματα του έχουν υλοποιηθεί στη γλώσσα Prolog, με τη διεπικοινωνία να χρησιμοποιεί ειδικές βιβλιοθήκες της SWI-Prolog που υποστηρίζουν χαρακτηριστικά της HTML. Το σύστημα δεν χρειάστηκε να κάνει χρήση αβεβαιότητας, π.χ. πιθανοτήτων ή παραγόντων βεβαιότητας, καθώς θεωρούμε πως η διάγνωση του συστήματος με βάση τις απαντήσεις του χρήστη είναι έγκυρη και ασφαλής.




Εικόνα 5: Τμήματα Αρχιτεκτονικής ΣυΓΔΑ

Αναλυτικά τα τμήματα της αρχιτεκτονικής είναι:

1. ***Η Διεπικοινωνία***. Αφορά την διεπαφή του χρήστη με το σύστημα. Φροντίζει να είναι απλό και φιλικό προς τον χρήστη. Δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να εκτελέσει δύο εργασίες.

α. Διάγνωση

Η διάγνωση αφορά όλους τους χρήστες. Ο χρήστης, ασθενής ή γιατρός, καλείται να απαντήσει σε 17 ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις περιλαμβάνουν μια εικόνα με χρωματιστές κουκίδες που αναπαριστάνουν έναν αριθμό ή σχέδιο. Έπειτα, αυτές οι ερωτήσεις προσφέρονται στο διαγνωστικό σύστημα της Prolog η οποία με τη σειρά του αντλεί γνώση από τη βάση κανόνων και καταλήγει στην αντίστοιχη διάγνωση.

β. Διαχείριση Βάσης Γνώσης

Ο μηχανικός γνώσης έχει τη δυνατότητα να ενημερώσει την βάση γνώσης. Αυτό μεταφράζεται στη δυνατότητα του *να προσθέτει νέους κανόνες, να αλλάζει υπάρχοντες κανόνες* και *να διαγράφει* κανόνες καθώς και *να αποθηκεύει* τις οποιεσδήποτε αλλαγές στο αρχείο της βάσης γνώσης για μελλοντική χρήση της βάσης γνώσης.

2. ***Το Τμήμα Διάγνωσης***. Αφορά τη μηχανή διάγνωσης του συστήματος που επεξεργάζεται και πυροδοτεί τους κατάλληλους κανόνες για να γίνει η διάγνωση. Έχει επικοινωνία με τη βάση γνώσης και μέσω των δεδομένων που λαμβάνει από τις εισαγωγές του χρήστη επιλέγει με ενοποίηση τον κατάλληλο κανόνα και τον πυροδοτεί.

3. ***Η Ενημέρωση Βάσης Γνώσης***. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω αυτό το τμήμα διαχειρίζεται την ενημέρωση της βάσης γνώσης. Δηλαδή εκτελεί τα εξής: α) την *προσθήκη νέων κανόνων*, β) την *αλλαγή υπαρχόντων κανόνων, , γ) τη διαγραφή κανόνων* και δ) *την αποθήκευση της βάσης γνώσης*.

4. ***Η Βάση Γνώσης***. Περιλαμβάνει όλους τους κανόνες του συστήματος για την διάγνωση αχρωματοψίας. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί πως για να έχουμε δυναμική βάση γνώσης, η βάση γνώσης πρέπει να βρίσκεται σε ξεχωριστό αρχείο ώστε μετά από κάθε session (συνεδρία) να αποθηκεύεται η βάση γνώσης η οποία πιθανόν να έχει αλλάξει από την τελευταία συνεδρία.

### 6.1.1. Περιγραφή του Υποσυστήματος Διάγνωσης / Στήριξης Αποφάσεων του ΣυΓΔΑ

Η Μηχανή Εξαγωγής Συμπερασμάτων χρησιμοποιεί κανόνες τύπου if-then για τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Επικοινωνεί αποκλειστικά με την Προσωρινή Μνήμη, από την οποία αντλεί τους κανόνες που χρησιμοποιεί για τον σκοπό αυτό. Τα δεδομένα των κανόνων, που περιλαμβάνουν τις απαντήσεις του χρήστη σε ερωτήσεις, προέρχονται από τον «Οδηγό Διαλογικού Συστήματος» και αποθηκεύονται προσωρινά σε έναν buffer του HTTP session.

Στο δέντρο αποφάσεων, η διάσχιση γίνεται με την τεχνική "αναζήτηση βάθος-πρώτα" (depth-first search). Όταν βρεθεί μια λύση, η διαδικασία προχωρά σε οπισθοδρόμηση

(backtracking) για την αναζήτηση νέων πιθανών λύσεων. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει στο σύστημα να εξερευνήσει διάφορες άλλες λύσεις και να προσφέρει όλες τις δυνατές λύσεις για τις ερωτήσεις του χρήστη.

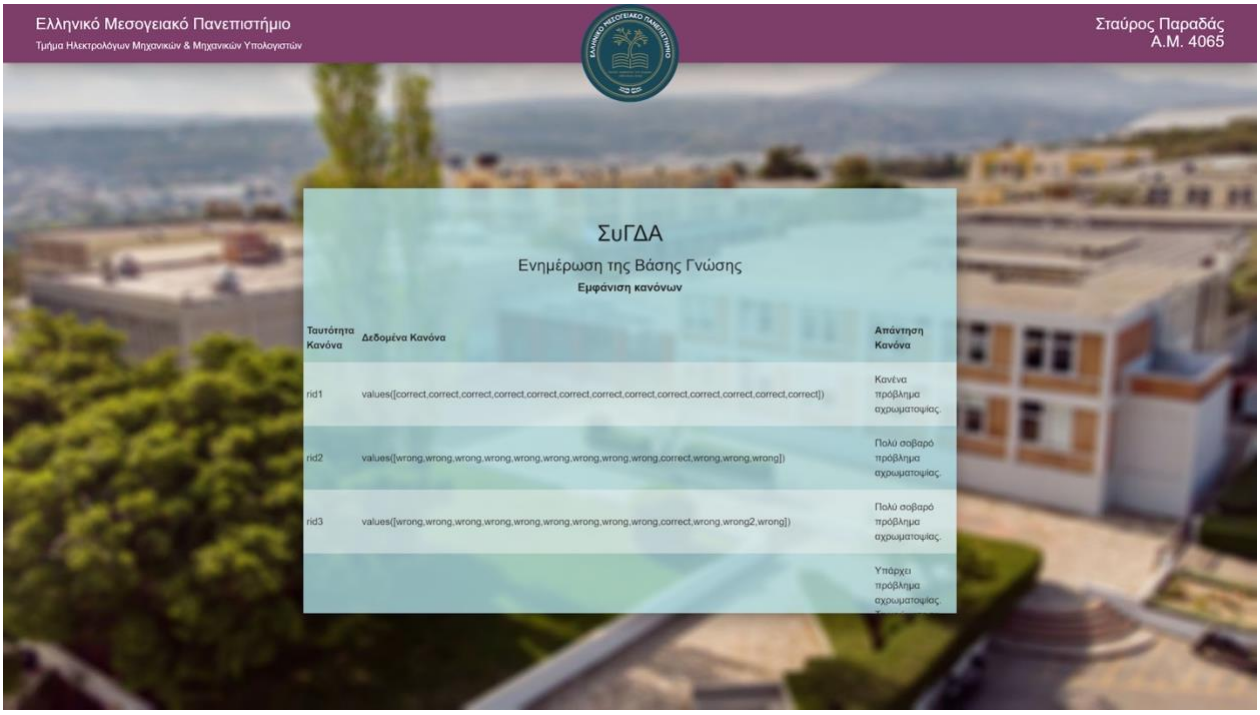
### 6.1.2. Περιγραφή του Υποσυστήματος Παρουσίασης της Βάσης Γνώσης του ΣυΓΔΑ

Το υποσύστημα παρουσίασης της Βάσης Γνώσης είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση και την παρουσίαση των κανόνων που χρησιμοποιούνται από το σύστημα. Κατά την έναρξη της εφαρμογής, οι κανόνες αντιγράφονται από τον «Διαχειριστή Βάσης Γνώσης» και αποθηκεύονται στην προσωρινή μνήμη του συστήματος.

Η προσωρινή μνήμη λειτουργεί ως τοπικός αποθηκευτικός χώρος για τους κανόνες κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της εφαρμογής. Αυτό διευκολύνει τη γρήγορη πρόσβαση στους κανόνες χωρίς την ανάγκη συνεχούς ανάγνωσης από τον εξωτερικό αποθηκευτικό χώρο. Οι κανόνες παραμένουν στην προσωρινή μνήμη για τη διάρκεια της συνεδρίας, προσφέροντας έτσι βελτιωμένη απόκριση του συστήματος.

Όσον αφορά το εξωτερικό αρχείο που περιέχει τους κανόνες, αυτό ενημερώνεται μόνο εάν ο χρήστης αποθηκεύσει κάποια αλλαγή μέσω της διεπαφής. Αυτό σημαίνει ότι οι αλλαγές στη Βάση Γνώσης δεν αντανακλώνται αυτόματα στο εξωτερικό αρχείο, προσφέροντας έτσι στον χρήστη πλήρη έλεγχο επί της διαδικασίας αποθήκευσης. Αυτή η προσέγγιση διασφαλίζει την ασφάλεια και την ακεραιότητα των δεδομένων και επιτρέπει στον χρήστη να διαχειρίζεται ενεργά τη Βάση Γνώσης του συστήματος.

Η παρουσίαση της Βάσης Γνώσης μέσω της διεπαφής φαίνεται παρακάτω:




Εικόνα 6: Σελίδα για παρουσίαση ΒΓ

## 6.2. Αναπαράσταση Γνώσης (ΑΓ) και Υλοποίηση της Βάσης Γνώσης σε Prolog για το ΣυΓΔΑ

Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, όλοι οι κανόνες αντιγράφονται από τον Διαχειριστή Βάσης Γνώσης (ΔΒΓ) στην προσωρινή μνήμη για την ευκολότερη επεξεργασία τους από τα υπόλοιπα υποσυστήματα. Μόνο στην περίπτωση που κάποιο υποσύστημα κάνει κάποια αλλαγή στους κανόνες τότε ο ΔΒΓ ενημερώνει το εξωτερικό αρχείο. Η Διεπαφή του χρήστη όσον αφορά την διαχείριση των κανόνων είναι διαδικτυακή όπως θα δούμε παρακάτω.

Στην Βάση Γνώσης αποθηκεύονται τα εξής κατηγορήματα:

- max_ruleId/1
- rules/1
- rule/3

Στο max_ruleId/1 αποθηκεύεται ο αριθμός της ταυτότητας του πιο προσφάτου κανόνα που καταχωρήθηκε στη βάση γνώσης.

Στο rules/1 αποθηκεύονται όλες οι ταυτότητες οι οποίες υπάρχουν στους κανόνες. Η αποθήκευση τους γίνεται μέσα σε μια λίστα της Prolog.

Στο rule/3 αποθηκεύεται ο κάθε κανόνας ξεχωριστά. Η μορφή του κανόνα είναι η εξής:

```
rule(Ταυτότητα_Κανόνα, Δεδομένα_Προβλήματος, ΑποτέλεσμαΠυροδότησηςΚανόνα) :-
        Προϋπόθεση_κανόνα,
        κατασκευή_αποτελέσματος(ΑποτέλεσμαΠυροδότησηςΚανόνα).
```

Τα Δεδομένα Προβλήματος έχουν την συγκεκριμένη μορφή:

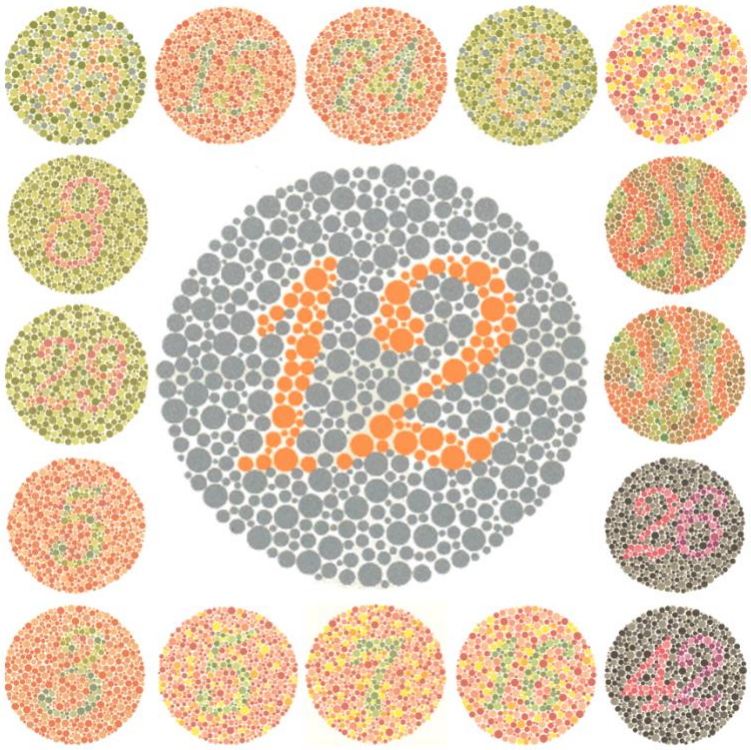
```
values([Img1,Img2,Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,Img14,Img15,Img16,Img17]).
```

Είναι δηλαδή 17 διαφορετικές εικόνες που συμβολίζουν έναν αριθμό που θα πρέπει να βρει ο χρήστης. Το αποτέλεσμα βγαίνει ανάλογα με τις απαντήσεις του χρήστη. Οι εικόνες ποικίλουν μεταξύ τους και η καθεμιά προβαίνει σε κάποιο συμπέρασμα. Στο τέλος το αποτέλεσμα είναι ένα γενικό μήνυμα που αποτελείται από τα συμπεράσματα της κάθε εικόνας.

## 6.3. Μέθοδος Διάγνωσης του ΣυΓΔΑ

Για την ανάπτυξη του διαλογικού συστήματος διάγνωσης αχρωματοψίας, χρησιμοποιήθηκαν οι 17 πλάκες του τεστ Ishihara, όπως περιγράφονται στο βιβλίο "Tests for Colour-Blindness" του S. Ishihara (1972) [9]. Οι πλάκες αυτές αποτελούν βασικό εργαλείο για την ανίχνευση διαφόρων μορφών αχρωματοψίας και χρησιμοποιούνται ευρέως στην οφθαλμολογία για τη διάγνωση χρωματικών ανεπαρκειών.

Οι πλάκες Ishihara αποτελούνται από κυκλικές εικόνες με κουκίδες διαφόρων χρωμάτων και μεγεθών, οι οποίες σχηματίζουν αριθμούς ή σχήματα. Η ικανότητα ή η αδυναμία του χρήστη να αναγνωρίσει αυτούς τους αριθμούς ή σχήματα αποκαλύπτει την παρουσία και τον τύπο της αχρωματοψίας.



Εικόνα 7: Οι 17 πλάκες του Ishihara

Για την υλοποίηση του συστήματος μας, κάθε μία από τις 17 πλάκες του Ishihara ενσωματώθηκε στο διαλογικό σύστημα ως μέρος μιας σειράς ερωτήσεων που καλείται να απαντήσει ο χρήστης. Συγκεκριμένα, το σύστημα εμφανίζει την πλάκα και ζητά από τον χρήστη να αναγνωρίσει τον αριθμό ή το σχήμα που απεικονίζεται. Οι απαντήσεις του χρήστη καταγράφονται και αναλύονται από το σύστημα.

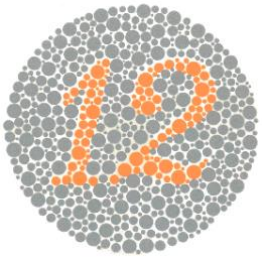
Οι εξηγήσεις των πλακών, όπως περιγράφονται στο βιβλίο του S. Ishihara, χρησιμοποιήθηκαν για να διαμορφωθούν οι κανόνες του συστήματος. Οι κανόνες αυτοί καθορίζουν τις αντιστοιχίες μεταξύ των απαντήσεων του χρήστη και των πιθανών διαγνώσεων αχρωματοψίας. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης δεν μπορεί να αναγνωρίσει έναν συγκεκριμένο αριθμό σε μια πλάκα που έχει σχεδιαστεί για να ανιχνεύει την αχρωματοψία τύπου πρωτανωπίας, το σύστημα καταλήγει σε διάγνωση πιθανής πρωτανωπίας.

Η διαδικασία ανάλυσης των απαντήσεων είναι αυτοματοποιημένη μέσω της γλώσσας Prolog, η οποία επιτρέπει την αποδοτική εφαρμογή των κανόνων διάγνωσης. Η μηχανή συλλογισμών του συστήματος πυροδοτεί κανόνες τύπου if-then για κάθε απάντηση του χρήστη, συγκρίνοντας τις απαντήσεις με τα διαγνωστικά κριτήρια που περιγράφονται στις εξηγήσεις των πλακών του Ishihara. Τα αποτελέσματα αποθηκεύονται και παρουσιάζονται στον χρήστη με τη μορφή συμβουλών και ενδείξεων σχετικά με τη χρωματική τους όραση.

Η χρήση των 17 πλακών του Ishihara ως μέρος του διαλογικού συστήματος διάγνωσης αχρωματοψίας διασφαλίζει την ακριβή και έγκυρη αξιολόγηση των χρηστών. Η ενσωμάτωση των εξηγήσεων από το βιβλίο του S. Ishihara επιτρέπει την ανάπτυξη αξιόπιστων διαγνωστικών κανόνων, καθιστώντας το σύστημα ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη διάγνωση χρωματικών ανεπαρκειών.

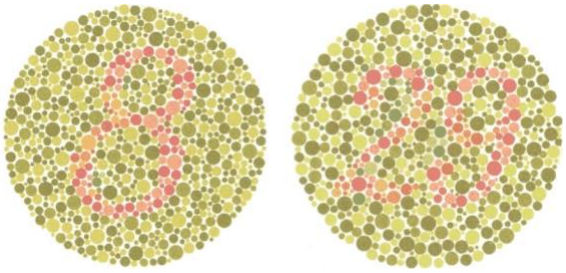
Η εξήγηση των 17 πλακών σύμφωνα με τον S.Ishihara είναι:

Πλάκα 1. Τόσο οι φυσιολογικοί όσο και όσοι έχουν οποιονδήποτε τύπο ανεπάρκειας χρωματικής όρασης το διαβάζουν ως 12.



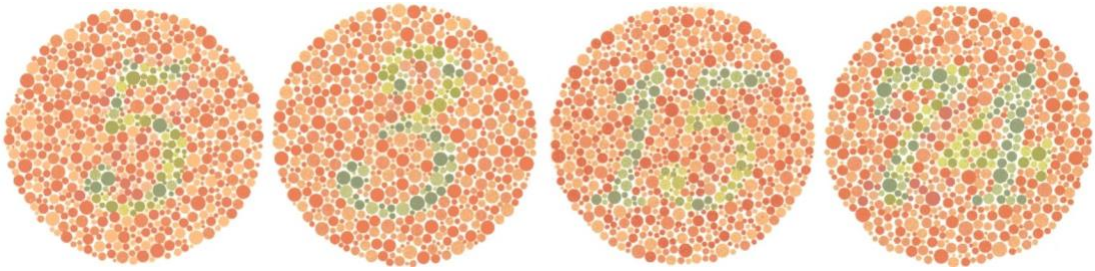

Εικόνα 8: Πλάκα 1

Πλάκες 2, 3. Οι φυσιολογικοί τους διαβάζουν ως 8 (Πλάκα 2) και 29 (Πλάκα 3). Όσοι έχουν ανεπάρκεια κόκκινου-πράσινου τους διαβάζουν ως 3 (Πλάκα 2) και 70 (Πλάκα 3). Όσοι έχουν ολική αχρωματοψία δεν μπορούν να διαβάσουν κανέναν αριθμό.



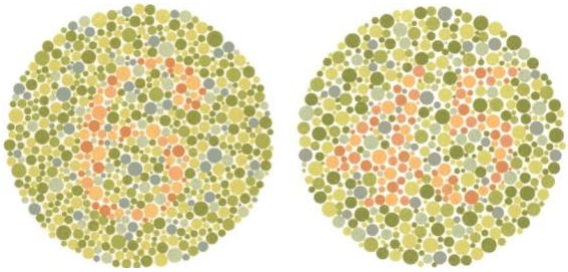
Εικόνα 9: Πλάκα 2 και Πλάκα 3

Πλάκες 4-7. Οι φυσιολογικοί τους διαβάζουν ως 5 (Πλάκα 4), 3 (Πλάκα 5), 15 (Αριθμός 6) και 74 (Πλάκα 7). Όσοι έχουν ανεπάρκεια κόκκινου-πράσινου τους διαβάζουν ως 2 (Αριθμός 4), 5 (Πλάκα 5), 17 (Πλάκα 6) και 21 (Πλάκα 7). Όσοι έχουν ολική αχρωματοψία δεν μπορούν να διαβάσουν κανέναν αριθμό.



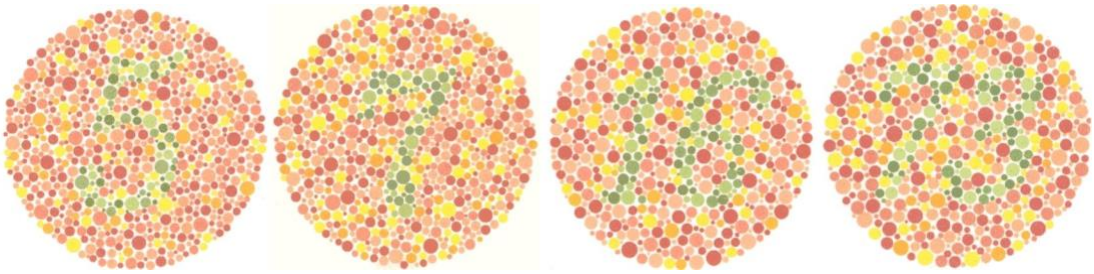
Εικόνα 10: Πλάκα 4, Πλάκα 5, Πλάκα 6 και Πλάκα 7

Πλάκες 8, 9. Οι φυσιολογικοί τους διαβάζουν ως 6 (Πλάκα 8) και 45 (Πλάκα 9). Η πλειοψηφία όσων έχουν ανεπάρκεια χρωματικής όρασης δεν μπορούν να τους διαβάσουν ή τους διαβάζουν λανθασμένα.



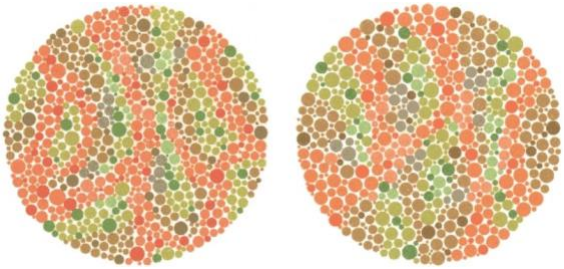
Εικόνα 11: Πλάκα 8 και Πλάκα 9

Πλάκες 10-13. Οι φυσιολογικοί τους διαβάζουν ως 5 (Πλάκα 10), 7 (Πλάκα 11), 16 (Πλάκα 12) και 73 (Πλάκα 13). Η πλειοψηφία όσων έχουν ανεπάρκεια χρωματικής όρασης δεν μπορούν να τους διαβάσουν ή τους διαβάζουν λανθασμένα.



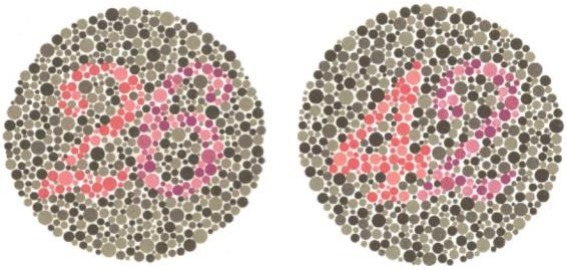
Εικόνα 12: Πλάκα 10, Πλάκα 11, Πλάκα 12 και Πλάκα 13

Πλάκες 14, 15. Η πλειοψηφία όσων έχουν ανεπάρκεια κόκκινου-πράσινου τους διαβάζουν ως 5 (Πλάκα 14) και 45 (Πλάκα 15). Η πλειοψηφία των φυσιολογικών και όσων έχουν ολική αχρωματοψία δεν μπορούν να διαβάσουν κανέναν αριθμό.



Εικόνα 13: Πλάκα 14 και Πλάκα 15

Πλάκες 16, 17. Οι φυσιολογικοί τους διαβάζουν ως 26 (Πλάκα 16) και 42 (Πλάκα 17). Στην πρωτανοπία και τη βαριά πρωτανομαλία μόνο το 6 (Πλάκα 16) και το 2 (Πλάκα 17) διαβάζονται, ενώ στην περίπτωση ήπιας πρωτανομαλίας διαβάζονται και οι δύο αριθμοί σε κάθε πίνακα, αλλά το 6 (Πλάκα 16) και το 2 (Πλάκα 17) είναι πιο καθαρά από τους άλλους αριθμούς. Στην δευτερανόπια και τη βαριά δευτερανωμαλία μόνο το 2 (Πλάκα 16) και το 4 (Πλάκα 17) διαβάζονται, ενώ στην περίπτωση ήπιας δευτερανωμαλίας διαβάζονται και οι δύο αριθμοί σε κάθε πίνακα, αλλά το 2 (Πλάκα 16) και το 4 (Πλάκα 17) είναι πιο καθαρά από τους άλλους αριθμούς.



Εικόνα 14: Πλάκα 16 και Πλάκα 17

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει πως βγήκαν τα αποτελέσματα των κανόνων του ΣυΓΔΑ.

| **Πλάκα** | **Φυσιολογικό άτομο** | **Άτομο με ελλείψεις κόκκινου - πράσινου** | | | | **Άτομο με ολική αχρωματοψία** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 12 | 12 | | | | 12 |
| 2 | 8 | 3 | | | | X |
| 3 | 29 | 70 | | | | X |
| 4 | 5 | 2 | | | | X |
| 5 | 3 | 5 | | | | X |
| 6 | 15 | 17 | | | | X |
| 7 | 74 | 21 | | | | X |
| 8 | 6 | X | | | | X |
| 9 | 45 | X | | | | X |
| 10 | 5 | X | | | | X |
| 11 | 7 | X | | | | X |
| 12 | 16 | X | | | | X |
| 13 | 73 | X | | | | X |
| 14 | X | 5 | | | | X |
| 15 | X | 45 | | | | X |
| | | **Πρωτανοπία** | | **Δευτερανοπία** | | |
| | | **Ισχυρή** | **Ήπια** | **Ισχυρή** | **Ήπια** | |
| 16 | 26 | 6 | ( 2 ) 6 | 2 | 2 ( 6 ) | |
| 17 | 42 | 2 | ( 4 ) 2 | 4 | 4 ( 2 ) | |

- Το σημάδι X δείχνει ότι η πλάκα δεν μπορεί να διαβαστεί
- Ο κενός χώρος στις απαντήσεις υποδεικνύει ότι είναι ανάγνωση είναι ασαφής
- Οι αριθμοί μέσα στην παρένθεση δείχνουν ότι μπορεί να διαβαστούν, αλλά είναι σχετικά δυσδιάκριτοι.

## 6.4. Σχεδιασμός Διεπικοινωνίας του ΣυΓΔΑ

Η διεπαφή του χρήστη με το σύστημα είναι διαδικτυακή και πραγματοποιείται μέσω του browser. Είναι σημαντικό η παρεχόμενη διεπαφή να είναι άμεσα προσβάσιμη από παντού, ανεξάρτητα από την θέση του χρήστη. Επίσης είναι σημαντικό το σύστημα να διαθέτει απλό και εύκολο περιβάλλον αλληλεπίδρασης του με το χρήστη ώστε να μην αποθαρρύνεται ο απλός χρήστης.

Για την υλοποίηση αυτού, χρησιμοποιήθηκε η CSS γλώσσα Materialize [3], η οποία είναι σχεδιασμένη από τους προγραμματιστές της Google και είναι ευρέως αποδεκτή από τους χρήστες.

Οι λειτουργίες που προσφέρονται είναι δύο, η «Διάγνωση» και η «Διαχείριση» της ΒΓ του συστήματος. Όσον αφορά τη Διάγνωση χρησιμοποιείται ένα Διαλογικό σύστημα που λειτουργεί κάνοντας ερωτήσεις στον χρήστη ο οποίος με τη σειρά του θα πρέπει να επιλέξει μεταξύ τυποποιημένων απαντήσεων. Λόγω του μεγάλου πλήθους των ερωτήσεων σε ένα διαλογικό σύστημα η πολυπλοκότητα και ο κώδικας του προγράμματος μπορεί αυξηθούν σημαντικά λόγω της διεπαφής του. Για αυτό κρίθηκε αναγκαίο να βρεθεί μια λύση που να διαχωρίζει το διαλογικό μέρος του συστήματος από το υπόλοιπο μέρος, το διαγνωστικό και την ενημέρωση της βάσης γνώσης, του συστήματος με τρόπο που να επιτρέπει την εύκολη διαχείρισή του.

Όπως η ΒΓ με τους κανόνες της αποθηκεύονται σε διαφορετικό αρχείο από την κύρια εφαρμογή, έτσι και οι κανόνες του διαλόγου αποθηκεύονται σε άλλοαρχείο, επιτρέποντας την εύκολη μεταφορά και επεξεργασία τους. Το σύστημα των διαλόγων είναι ένα ξεχωριστό και ανεξάρτητο υποσύστημα που παρουσιάζει με τυποποιημένο τρόπο κάθε ερώτηση και τις αντίστοιχες απαντήσεις της. Όταν ο χρήστης επιλέξει μια απάντηση τότε η ταυτότητα του διαλόγου, η ταυτότητα του γονέα διαλόγου και η αντίστοιχη απάντηση του χρήστη προστίθενται σε μια δομή που βρίσκεται στο http session της Προσωρινής Μνήμης.

Όταν ολοκληρωθούν οι ερωτήσεις τότε η Μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων προσπελάζει την «Προσωρινή Μνήμη» και παίρνει τις απαντήσεις του χρήστη ώστε να τροφοδοτήσει τους κανόνες με αυτές τις απαντήσεις.

Η διαχείριση της Βάσης Γνώσης υλοποιήθηκε με τη μέθοδο CRUD [15] (Create Read Update/Edit Delete), επιτρέποντας προσθήκη νέων κανόνων, τροποποίηση υπαρχόντων κανόνων και διαγραφή κανόνων.

### 6.4.1. Η μέθοδος DRY στο ΣυΓΔΑ

Η μέθοδος DRY (Don't Repeat Yourself) είναι μια θεμελιώδης αρχή στη μηχανική λογισμικού που υποστηρίζει την αποφυγή της επανάληψης κώδικα. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, κάθε κομμάτι πληροφορίας ή λογικής πρέπει να υπάρχει μόνο σε ένα μέρος του συστήματος. Με την εφαρμογή της μεθόδου DRY, ο κώδικας γίνεται πιο ευανάγνωστος, ευκολότερος στη

συντήρηση και λιγότερο επιρρεπής σε σφάλματα. Στην Prolog η μέθοδος DRY μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα του κώδικα.

Στην Prolog, η μέθοδος DRY σημαίνει την αποφυγή επαναλαμβανόμενων κανόνων ή γεγονότων και την προώθηση της γενικότητας και επαναχρησιμοποίησης του κώδικα. Ένας τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι η δημιουργία παραμετροποιήσιμων κανόνων που μπορούν να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων χωρίς να απαιτούν πολλαπλούς παρόμοιους κανόνες.

Αντί να έχουμε ξεχωριστούς κανόνες που κάνουν παρόμοιες λειτουργίες, μπορούμε να εφαρμόσουμε την μέθοδο DRY και να δημιουργήσουμε έναν γενικότερο κανόνα που να καλύπτει διάφορες περιπτώσεις. Με αυτόν τον τρόπο, η λογική για την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης λειτουργίας βρίσκεται σε ένα μόνο μέρος του κώδικα, ενώ οι συγκεκριμένες λειτουργίες ορίζονται ξεχωριστά. Αυτό καθιστά τον κώδικα πιο ευέλικτο και επαναχρησιμοποιήσιμο, εφαρμόζοντας την μέθοδο DRY.

# 7. Υλοποίηση του Συστήματος

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε πως υλοποιήσαμε το σύστημα μας.

## 7.1. Περιγραφή Αλγορίθμων του Διαγνωστικού Υποσυστήματος του ΣυΓΔΑ

Η κωδικοποίηση της γνώσης για το ΣΓ έγινε με χρήση if-then κανόνων όπου στη γενική τους μορφή είναι: If Προϋποθέσεις then Συμπέρασμα, στο σύστημά μας οι «Προϋποθέσεις» είναι η απάντηση κάθε εικόνας δηλαδή τι αριθμό απεικονίζει και το «Συμπέρασμα» είναι αν έχει αχρωματοψία ο χρήστης στο οποίο «Συμπέρασμα» καταλήγει το σύστημα με βάση τις «Προϋποθέσεις».

Κατά την διαδικασία της διάγνωσης το σύστημα διατρέχει όλους τους κανόνες με τη σειρά που έχουν αποθηκευτεί και ελέγχει εάν ικανοποιούνται όλες οι προϋποθέσεις του κάθε κανόνα ξεχωριστά, εάν ικανοποιούνται τότε το Συμπέρασμα του κανόνα παρουσιάζετε ως λύση του προβλήματος. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι εάν βρεθεί κάποια λύση τότε τερματίζει η διαδικασία και δεν συνεχίζει το σύστημα στους υπόλοιπους κανόνες

Οι προϋποθέσεις είναι κοινές για όλους τους κανόνες και αφορούν συγκεκριμένα συμπτώματα των οποίων η παρουσία ή η απουσία καθιστά ένα κανόνα αληθή, δηλαδή το «Συμπέρασμά» ενός κανόνα δίνεται ως λύση εφόσον ικανοποιούνται όλες οι προϋποθέσεις του.

Παρακάτω θα αναλύσομε περιληπτικά τους αλγόριθμους που χρησιμοποιήσαμε ως μια ακολουθία βημάτων σε ψευδοκώδικα.

Βήματα αλγορίθμου διάγνωσης.

1. Εμφάνιση διαλόγου στο χρήστη.
2. Συλλογή απαντήσεων του χρήστη.
3. Κωδικοποίηση των απαντήσεων σύμφωνα με την βάση γνώσης.
4. Προσπάθεια για ενοποίηση με κάποιο κανόνα.
5. Εμφάνιση αποτελέσματος στον χρήστη.

Βήματα αλγορίθμου προσθήκης κανόνα στη βάση γνώσης.

1. Ζητάει τα δεδομένα του νέου κανόνα.
2. Ζητάει τις προϋποθέσεις του νέου κανόνα.
3. Ζητάει το αποτέλεσμα πυροδότησης του κανόνα.
4. Αυξάνει το max_ruleId κατά 1.
5. Δημιουργεί τη νέα ταυτότητα κανόνα.
6. Δημιουργεί τον νέο κανόνα σύμφωνα με τα δεδομένα.

Βήματα αλγορίθμου τροποποίησης ενός κανόνα.

1. Ζητάει το ID του κανόνα που θέλει να τροποποιήσει.
2. Ζητάει τα νέα δεδομένα του προβλήματος.
3. Ζητάει τις νέες προϋποθέσεις του κανόνα.
4. Ζητάει το νέο αποτέλεσμα πυροδότησης του κανόνα.
5. Ψάχνει στην βάση γνώσης για το κανόνα με το συγκεκριμένο ID.
6. Διαγράφει τον κανόνα.
7. Δημιουργεί νέο κανόνα με τα καινούρια δεδομένα αλλά με το ίδιο ID.

Βήματα αλγορίθμου διαγραφής κανόνα.

1. Ζητάει από τον χρήστη να δώσει την ταυτότητα του κανόνα που θέλει να διαγράψει.
2. Ψάχνει στην βάση γνώσης αν υπάρχει κανόνας με αυτήν την ταυτότητα.
3. Διαγράφει τον κανόνα ή δίνει μήνυμα ότι δεν υπάρχει ο κανόνας στη ΒΓ.

## 7.2. Περιγραφή Διεπικοινωνίας του ΣυΓΔΑ

Η Διεπικοινωνία αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα της αρχιτεκτονικής του συστήματος γνώσης και αναλαμβάνει την διασύνδεση του χρήστη με το σύστημα μέσω μιας διαδικτυακής διεπαφής που εκτελείται μέσω του browser. Στόχος της είναι να παρέχει μια άμεση και φιλική προς τον χρήστη εμπειρία, ενώ παράλληλα να διατηρεί απλότητα και ευκολία στο περιβάλλον αλληλεπίδρασης.

Η διαδικτυακή διεπαφή είναι υλοποιημένη με τη χρήση της γλώσσας CSS Materialize [3], η οποία έχει αναπτυχθεί από την Google. Αυτή η επιλογή διευκολύνει την πλοήγηση και προσφέρει μια αισθητικά ευχάριστη εμπειρία χρήσης. Η υιοθέτηση αυτής της λύσης στοχεύει στο να κάνει τη διαδικασία φιλική και προσβάσιμη από οποιοδήποτε μέρος.

Οι προσφερόμενες λειτουργίες μέσω της διεπαφής είναι η «Διάγνωση» και η «Διαχείριση της Βάσης Γνώσης». Για τη «Διάγνωση» , χρησιμοποιείται ένα διαλογικό σύστημα που καταθέτει ερωτήσεις στον χρήστη, προσφέροντας τυποποιημένες απαντήσεις. Αυτό το υποσύστημα διαχωρίζεται από το κύριο μέρος της εφαρμογής για ευκολότερη διαχείριση.

Το σύστημα διαλόγων λειτουργεί ανεξάρτητα, παρουσιάζοντας καθεμία ερώτηση με τις αντίστοιχες επιλογές απαντήσεων. Όταν ο χρήστης επιλέγει απάντηση, τα δεδομένα προστίθενται στην Προσωρινή Μνήμη του http session.

Το υποσύστημα Διαχείρισης της Βάσης Γνώσης εφαρμόζει τη μέθοδο CRUD (Create Read Update/Edit Delete) [15] για τη διαχείριση των κανόνων. Αυτό επιτρέπει την προσθήκη, τροποποίηση και διαγραφή κανόνων, προσφέροντας ουσιαστική ευελιξία και δυνατότητα ενημέρωσης της Βάσης Γνώσης ανάλογα με τις ανάγκες.

### 7.2.1. Περιγραφή της Υλοποίησης της διαδικασίας Διάγνωσης Αχρωματοψίας του ΣυΓΔΑ

Για τη διάγνωση του προβλήματος χρησιμοποιήσαμε ένα διαλογικό σύστημα το οποίο παραθέτει ερωτήσεις στον χρήστη και αυτός θα πρέπει να επιλέξει μια από τις προκαθορισμένες, για κάθε ερώτηση, απαντήσεις. Οι απαντήσεις του χρήστη αποθηκεύονται προσωρινά, για όσο διαρκεί η διάγνωση, στην Προσωρινή Μνήμη (SESSION) από όπου η Μηχανή Εξαγωγής Συμπερασμάτων τις ανακτά ώστε να τις χρησιμοποιήσει.

Χρειαζόταν να βρούμε ένα τρόπο υλοποίησης του διαλόγου ώστε ο κώδικας να είναι ανεξάρτητος από το πλήθος των ερωτήσεων, δηλαδή όσες ερωτήσεις και όσο περίπλοκος να γινόταν ο διάλογος να μην είχαμε αντίστοιχη αύξηση του μεγέθους του κώδικα. Αυτό το καταφέραμε δημιουργώντας διάλογους χρησιμοποιώντας τη μέθοδο DRY που περιγράψαμε στην ενότητα 6.4.1. Στην ουσία είναι κατηγορήματα στην Prolog τα οποία βάζοντας τα κατάλληλα δεδομένα μπορούν να δημιουργήσουν το ζητούμενο μας.

Οι διάλογοι είναι αποθηκευμένοι σε ξεχωριστό αρχείο όπως γίνεται και με τη βάση γνώσης του συστήματος. Αυτό το κάναμε διότι διευκολύνει την η επεξεργασία των διαλόγων από την εφαρμογή. επίσης, προσφέρει εύκολη αλλαγή των επιτρεπτών απαντήσεων που θα δίνεται στον χρήστη.

Οι κανόνες διαλόγου που υπάρχουν στο αρχείο των διαλόγων έχουν την εξής μορφή:

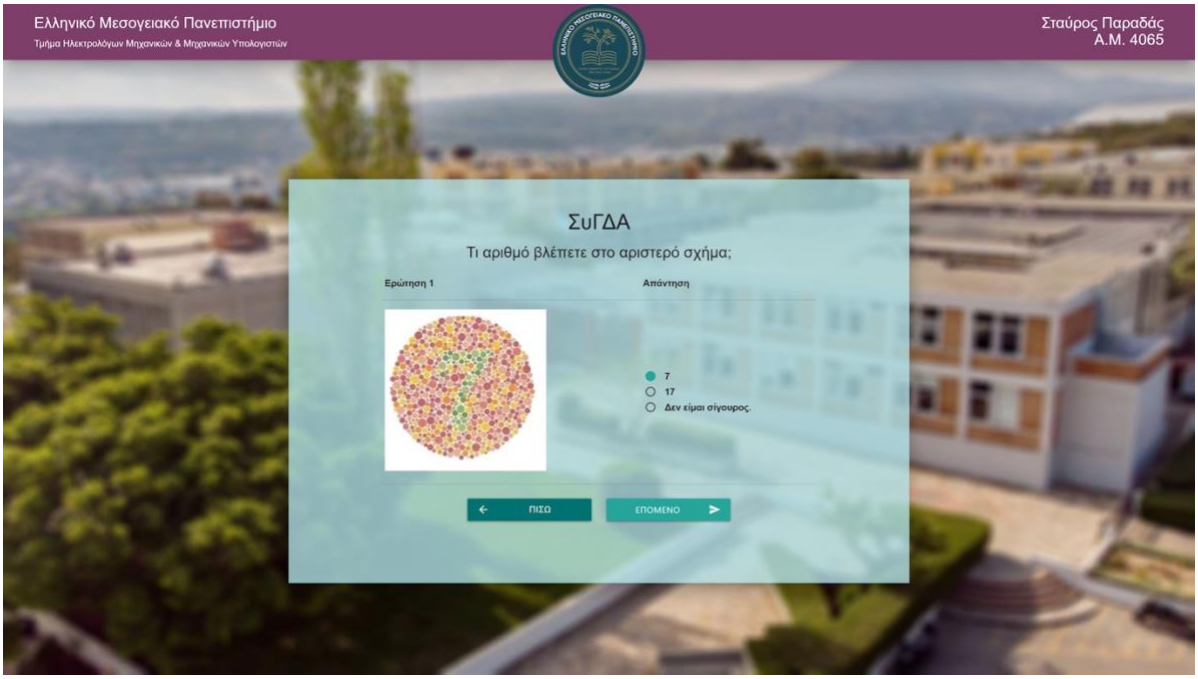
dialog(Id, ParentId, ImageUrl, AnswerAllowedValues, VariableName).

- Id είναι η ταυτότητα του κάθε διαλόγου.
- ParentId είναι ο γονέας διάλογος από τον οποίο προήλθε ο τρέχον διάλογος.
- ImageUrl είναι “path” της εικόνας.
- AnswerAllowedValues είναι οι επιτρεπόμενες απαντήσεις από τις οποίες καλείτε να επιλέξει ο χρήστης.
- VariableName είναι το όνομα της μεταβλητής στην οποία θα αντιστοιχηθεί η απάντηση του χρήστη.

Π.χ

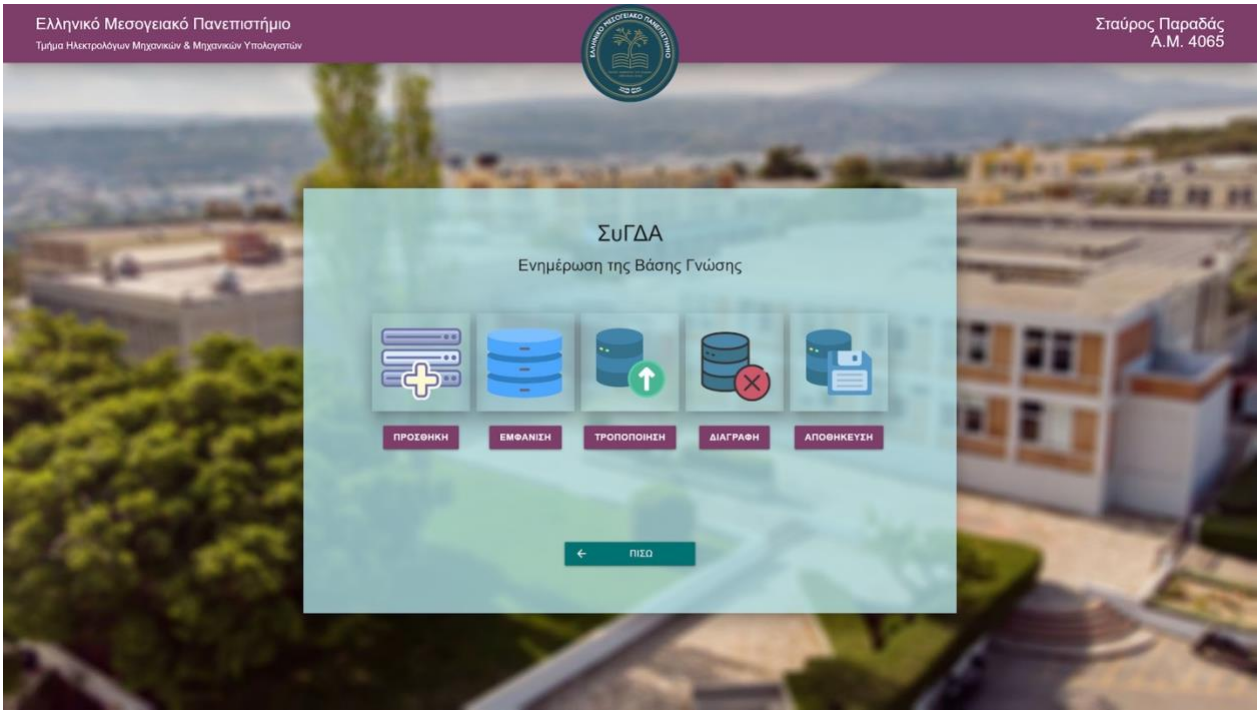
```
dialog(1,0,"/resources/images/plates/plate1.png",AnswerValues{correct:["12",2],
wrong:["17",2], notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",2], nothing:["Τίποτα",2]}, "Img1").
```

Η αντίστοιχη φόρμα που παρουσιάζετε στον χρήστη είναι η παρακάτω, Εικόνα 15.




Εικόνα 15: Σελίδα της Διάγνωσης Αχρωματοψίας

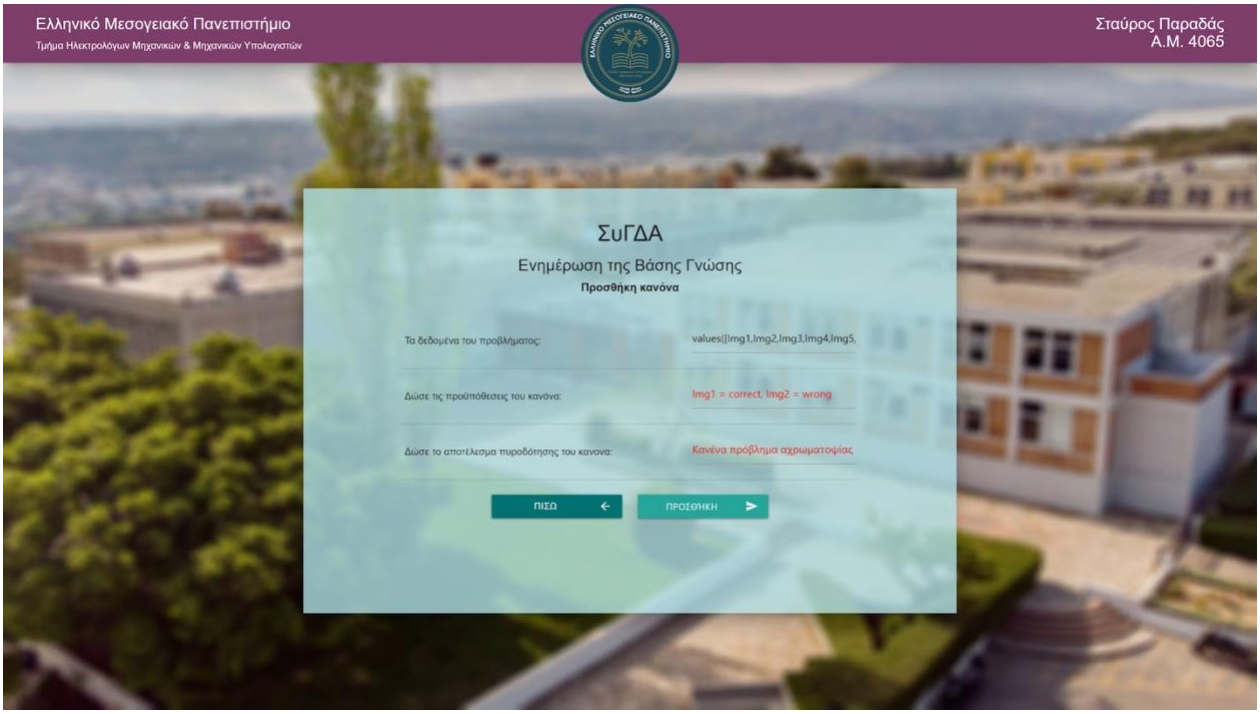
### 7.2.2. Περιγραφή της Υλοποίησης της διαδικασίας ενημέρωσης της ΒΓ του ΣυΓΔΑ




Εικόνα 16: Σελίδα ενημέρωσης της ΒΓ

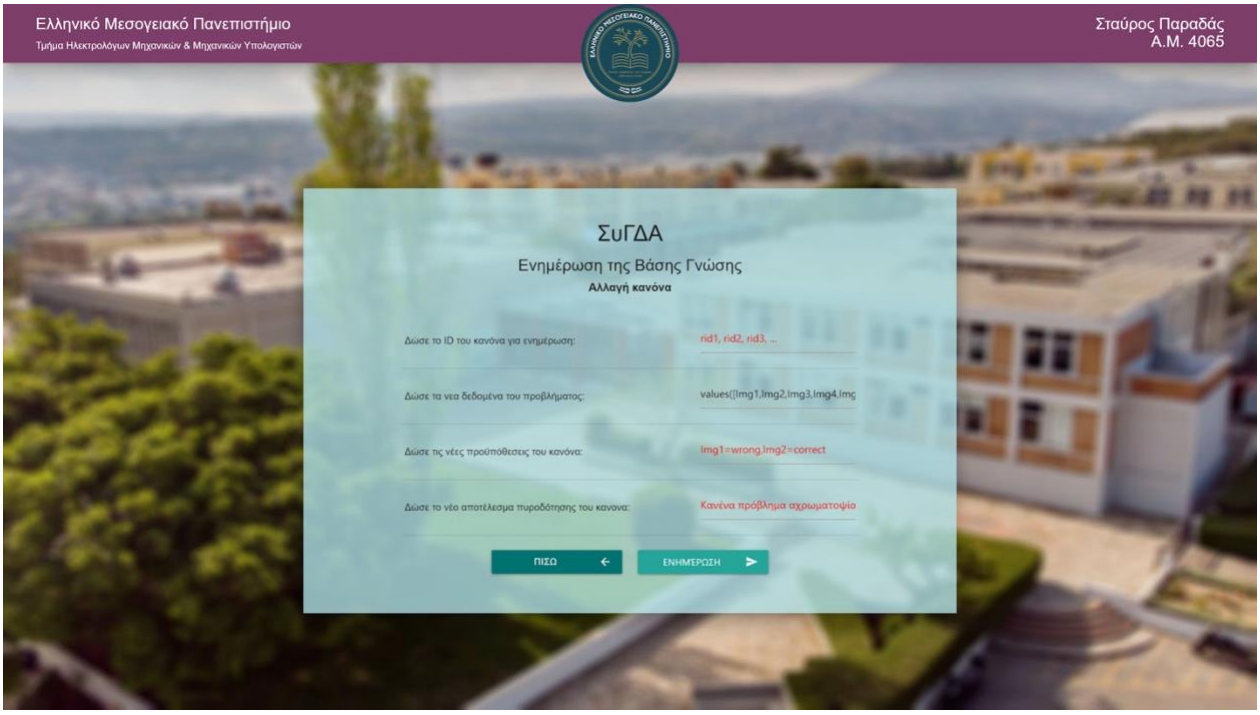
Η διαδικασία ενημέρωσης της βάσης γνώσης σε ένα σύστημα περιλαμβάνει τις εξής βασικές ενέργειες.

1. **Προσθήκη νέου κανόνα (Create):** Κατά τη διαδικασία προσθήκης, ο χρήστης εισάγει έναν νέο κανόνα στη βάση γνώσης. Αυτό μπορεί να συμβεί μέσω της διαδικτυακής διεπαφής, προσθέτοντας τα δεδομένα του προβλήματος, τις προϋποθέσεις και το αποτέλεσμα πυροδότησης του κανόνα, Εικόνα 17.



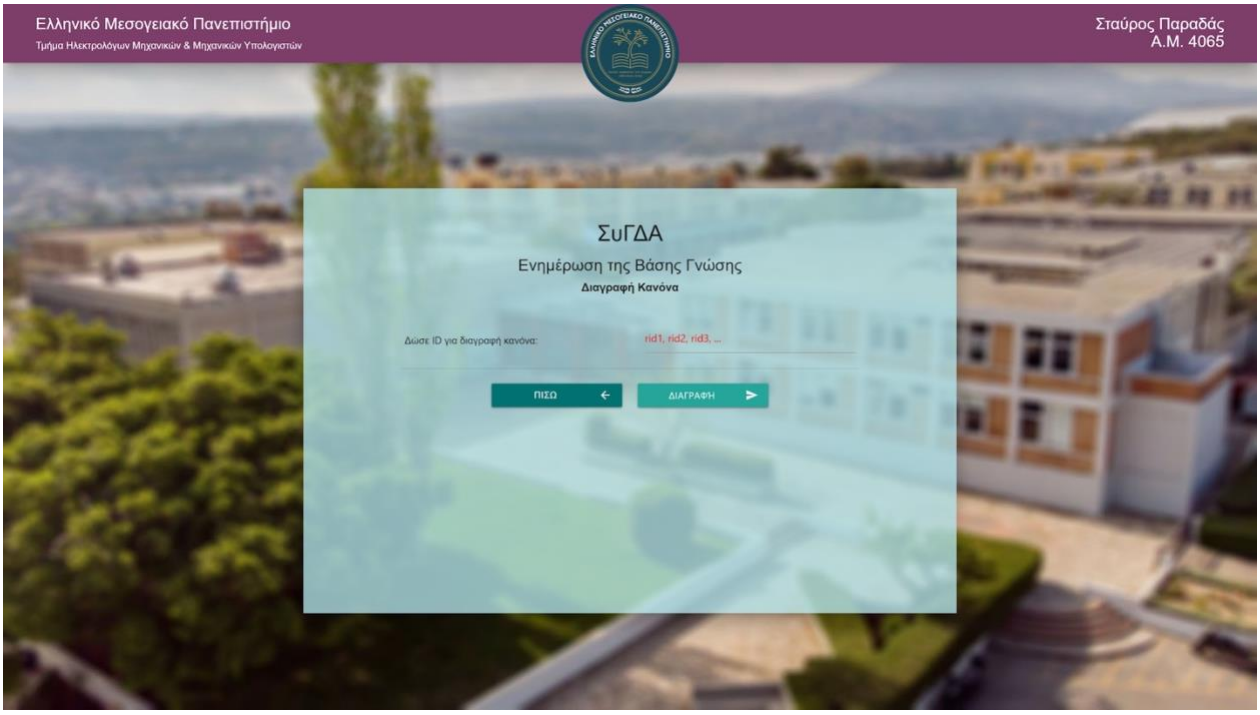

Εικόνα 17: Σελίδα προσθήκη κανόνα

2. **Τροποποίηση υπάρχοντος κανόνα (Update):** Κατά την τροποποίηση, ο χρήστης ενημερώνει ή τροποποιεί υπάρχοντες κανόνες στη βάση. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την ενημέρωση του ID, των δεδομένων του προβλήματος, των προϋποθέσεων, και του αποτελέσματος πυροδότησης του κανόνα, Εικόνα 18.



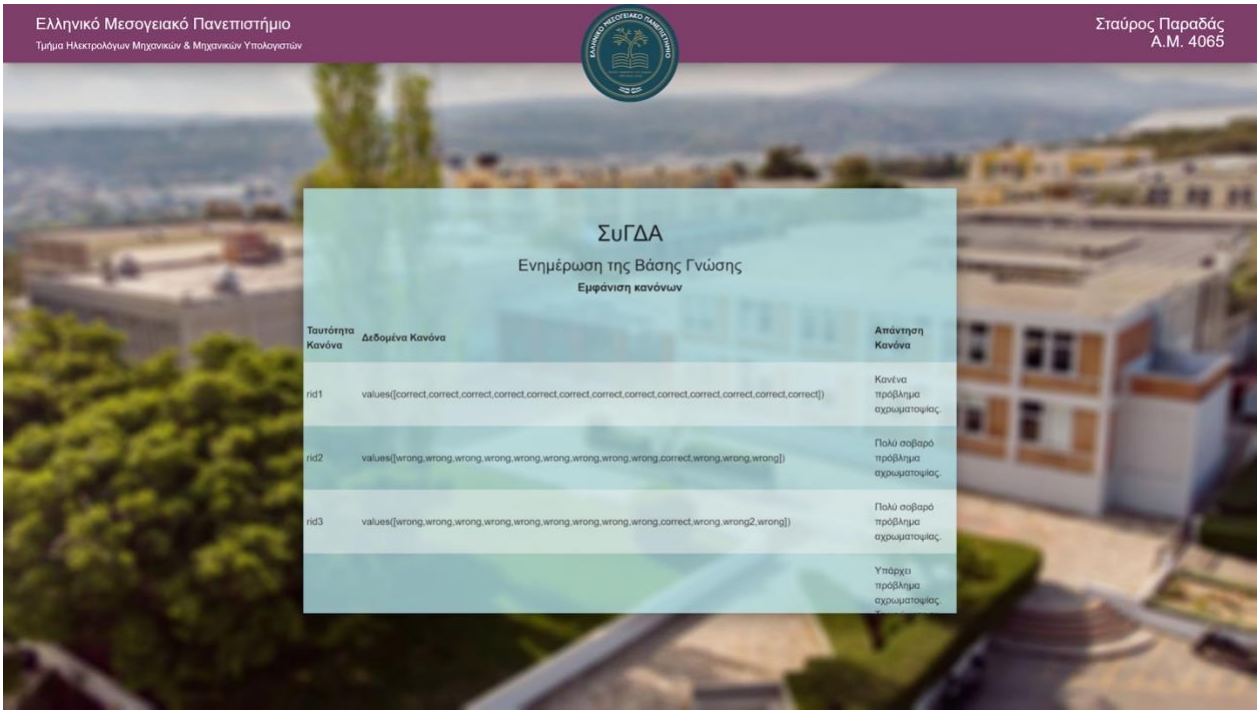

Εικόνα 18: Σελίδα για ενημέρωση κανόνα

3. **Διαγραφή κανόνα (Delete):** Κατά τη διαγραφή, ο χρήστης αφαιρεί έναν υπάρχοντα κανόνα από τη βάση γνώσης. Αυτό μπορεί να γίνει για να απορρίψει έναν κανόνα που δεν ισχύει πλέον ή να καθαρίσει τη βάση από περιττές πληροφορίες. Αυτό το επιτυγχάνει απλώς βάζοντας το ID του κανόνα και πατώντας διαγραφή, Εικόνα 19.




Εικόνα 19: Σελίδα για διαγραφή κανόνα

4. **Ανάκτηση πληροφοριών (Read):** Η ανάκτηση πληροφοριών αφορά την εμφάνιση των υπαρχόντων κανόνων από την βάση γνώσης στην σελίδα σε μορφή πίνακα. Οι τρείς στήλες είναι η ταυτότητα κανόνα, τα δεδομένα κανόνα και η απάντηση κανόνα, Εικόνα 20.

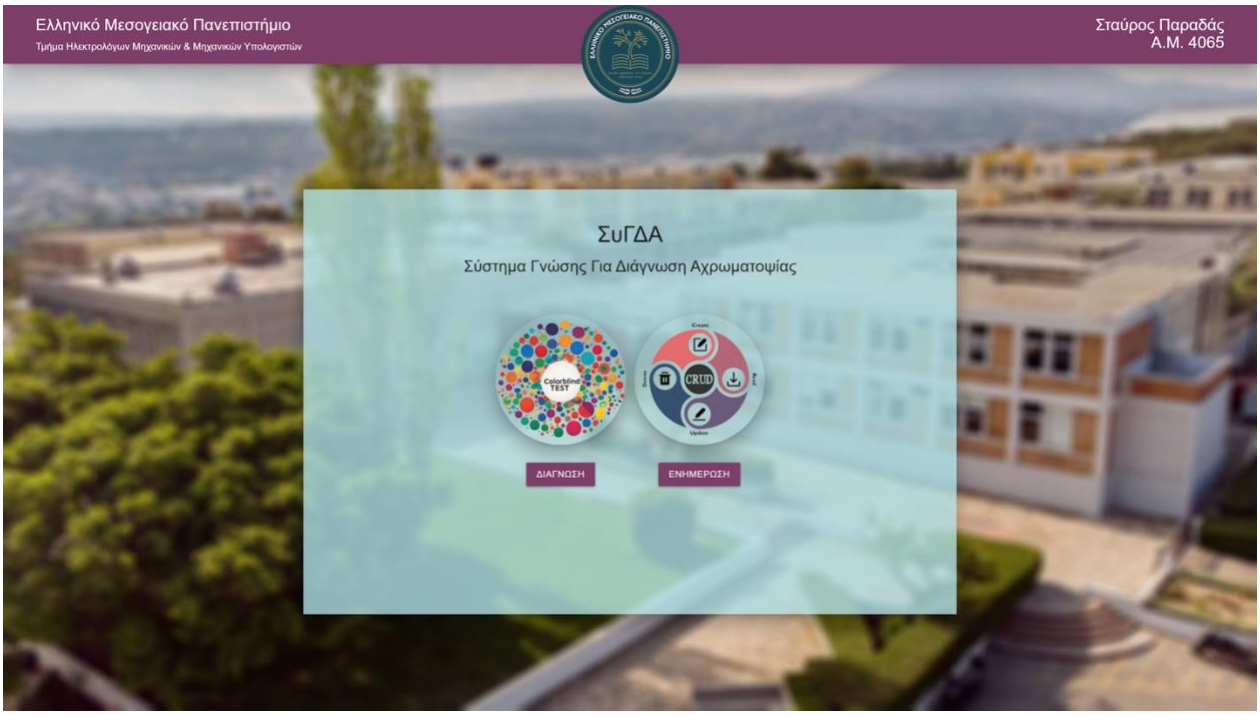



Εικόνα 20: Σελίδα για την εμφάνιση κανόνων

5. **Αποθήκευση ΒΓ:** Αποθηκεύει την ανανεωμένη ΒΓ στο εξωτερικό αρχείο.

# 8. Δείγματα Σεναρίων Επίδειξης των Λειτουργιών του Συστήματος (ΣυΓΔΑ)

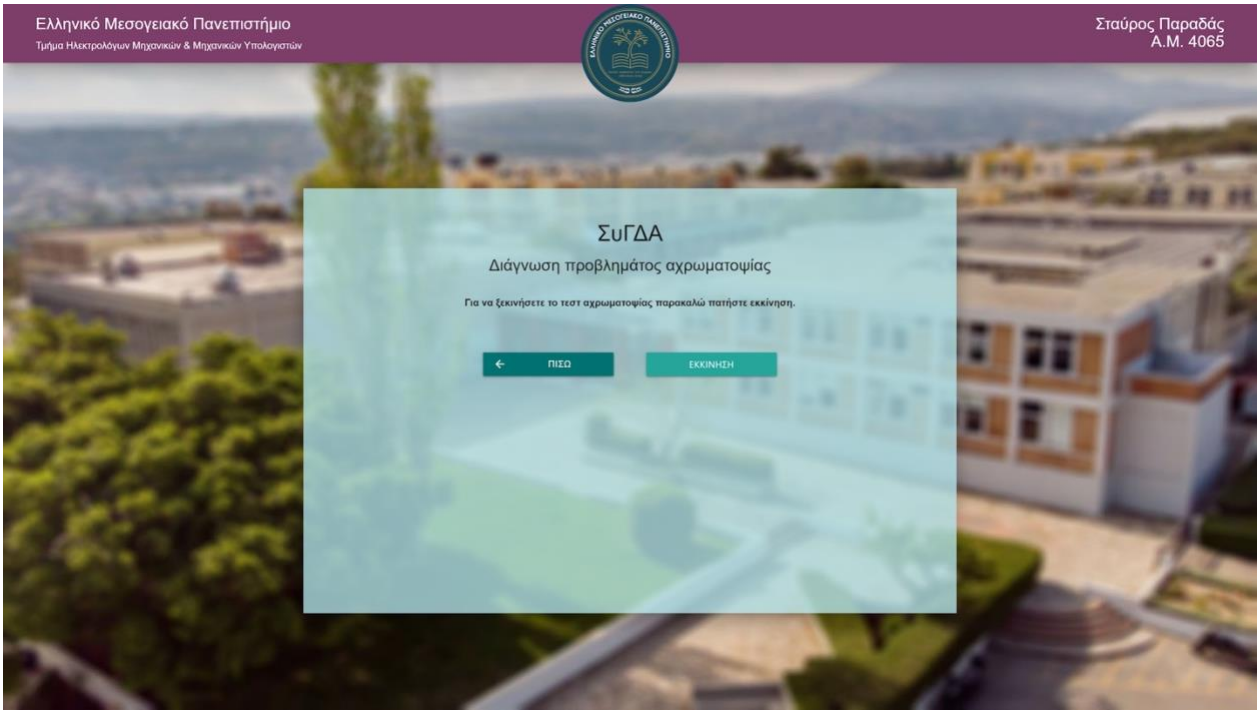
Ξεκινώντας ο χρήστης εισέρχεται στην ιστοσελίδα και του παρουσιάζεται ένα απλό μενού με 2 επιλογές ,




Εικόνα 21: Αρχική σελίδα εφαρμογής

η πρώτη επιλογή «Διάγνωση» αφορά την εκτέλεση της δραστηριότητας διάγνωσης αχρωματοψίας και η δεύτερη επιλογή «Ενημέρωση» αφορά την διαχείριση της ΒΓ του συστήματος.

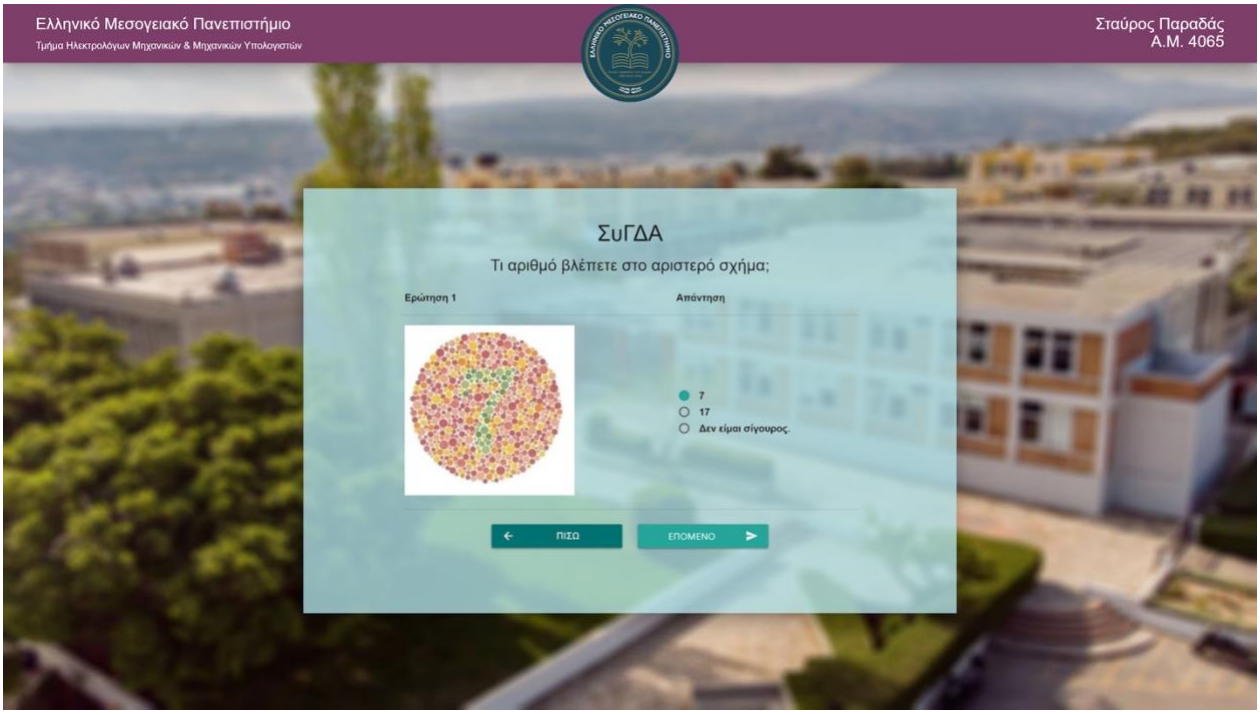
Επιλέγοντας αρχικά τη ΔΙΑΓΝΩΣΗ μεταβαίνουμε σε μια άλλη ιστοσελίδα όπως φαίνεται, Εικόνα 22,



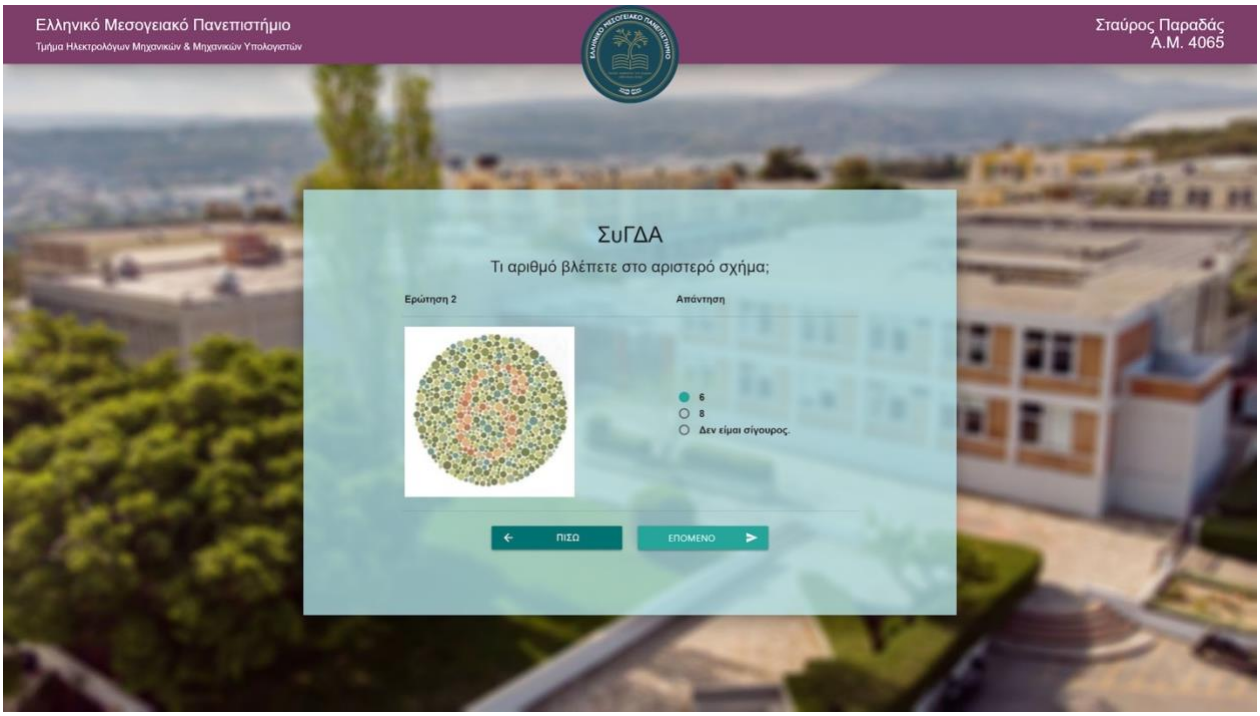

Εικόνα 22: Αρχική Σελίδα Διάγνωσης

με δυο επιλογές, η μια είναι να σε ανακατευθύνει στην αρχική σελίδα και η άλλη να ξεκινήσεις το τεστ αχρωματοψίας.

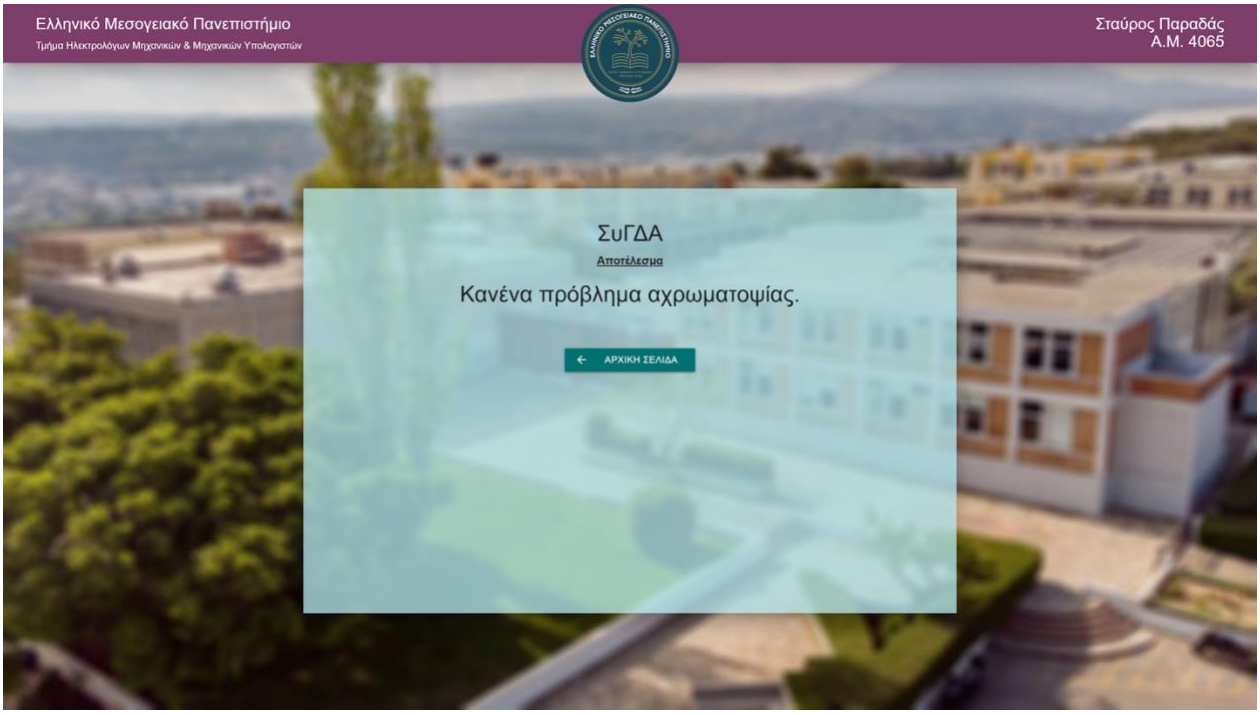
Επιλέγοντας το κουμπί ΕΚΚΙΝΗΣΗ ξεκινάει το διαλογικό σύστημα εκθέτοντας τις ερωτήσεις, την μια μετά την άλλη μαζί με τις επιτρεπτές απαντήσεις, Εικόνες 23 και 24, και στο τέλος κάνει τη διάγνωση με βάσει τις επιλογές, Εικόνα 25.




Εικόνα 23: Πρώτος διάλογος

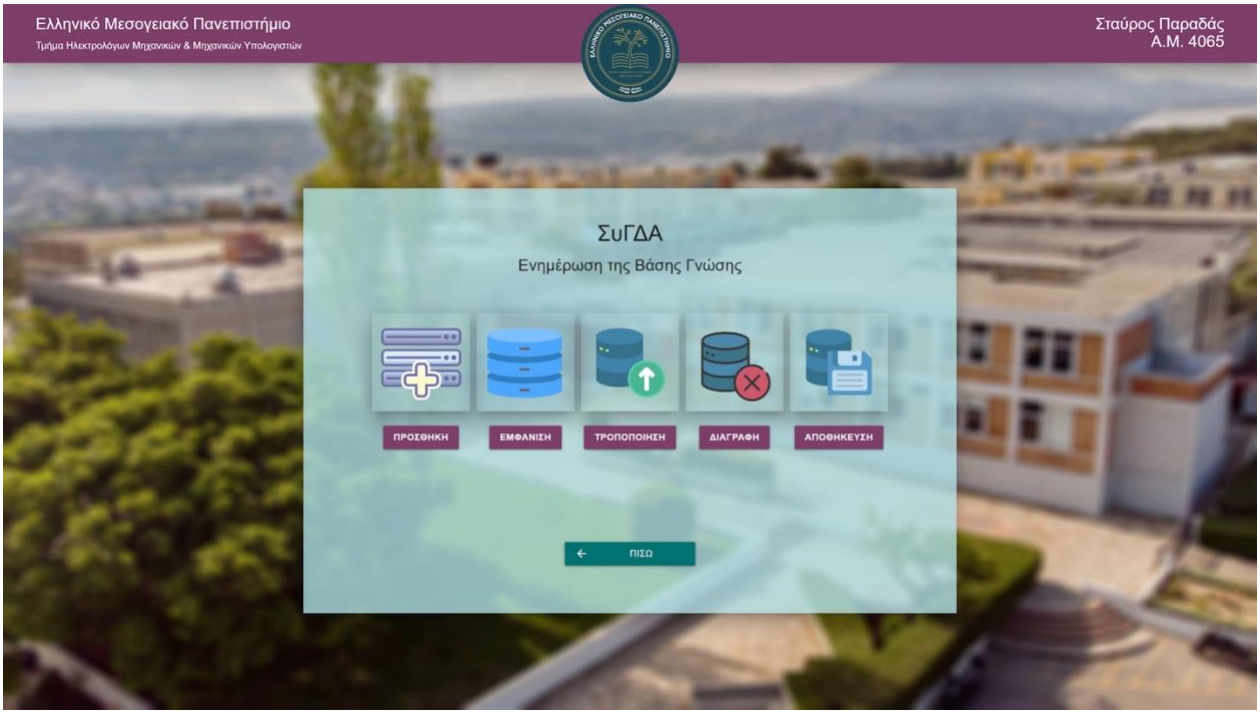



Εικόνα 24: Δεύτερος διάλογος



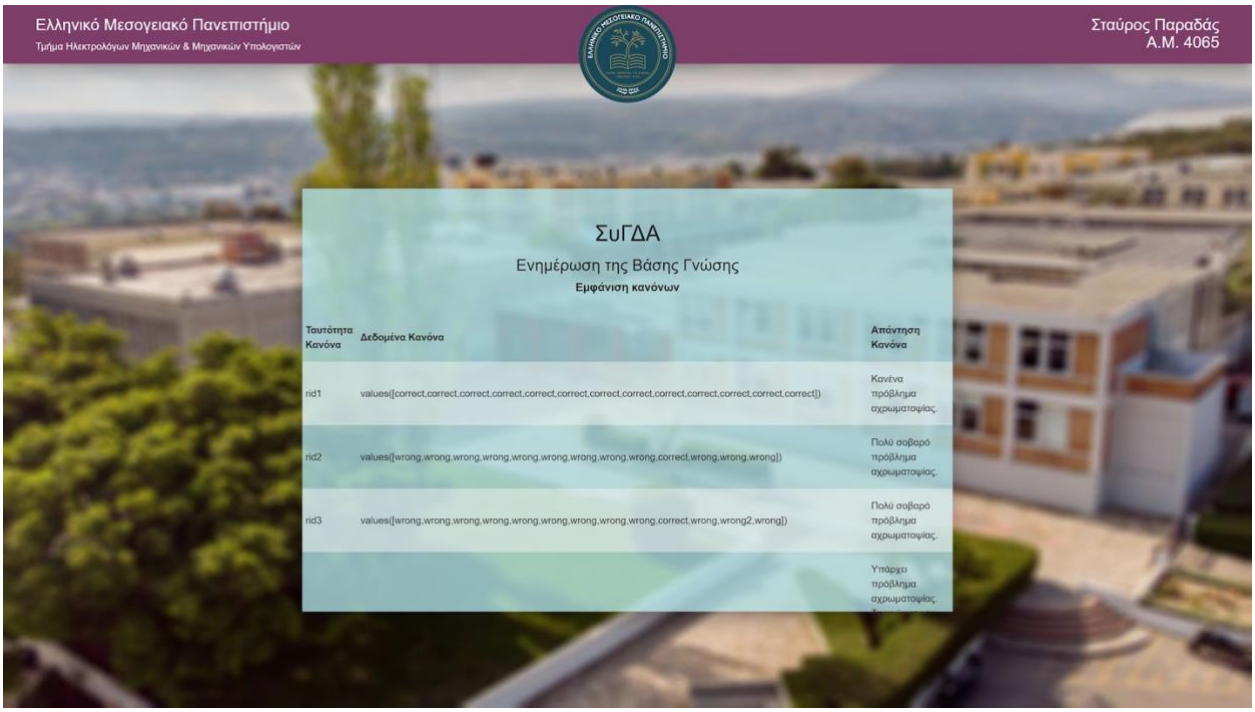

Εικόνα 25: Αποτέλεσμα διάγνωσης

Για την διαχείριση της βάση γνώσης υπάρχουν τέσσερις βασικές λειτουργίες, α) η διαγραφή κανόνα , β) η τροποποίηση κανόνα, γ) η προσθήκη κανόνα και τέλος δ) η αποθήκευση της βάσης γνώσης στο ήδη υπάρχον αρχείο.



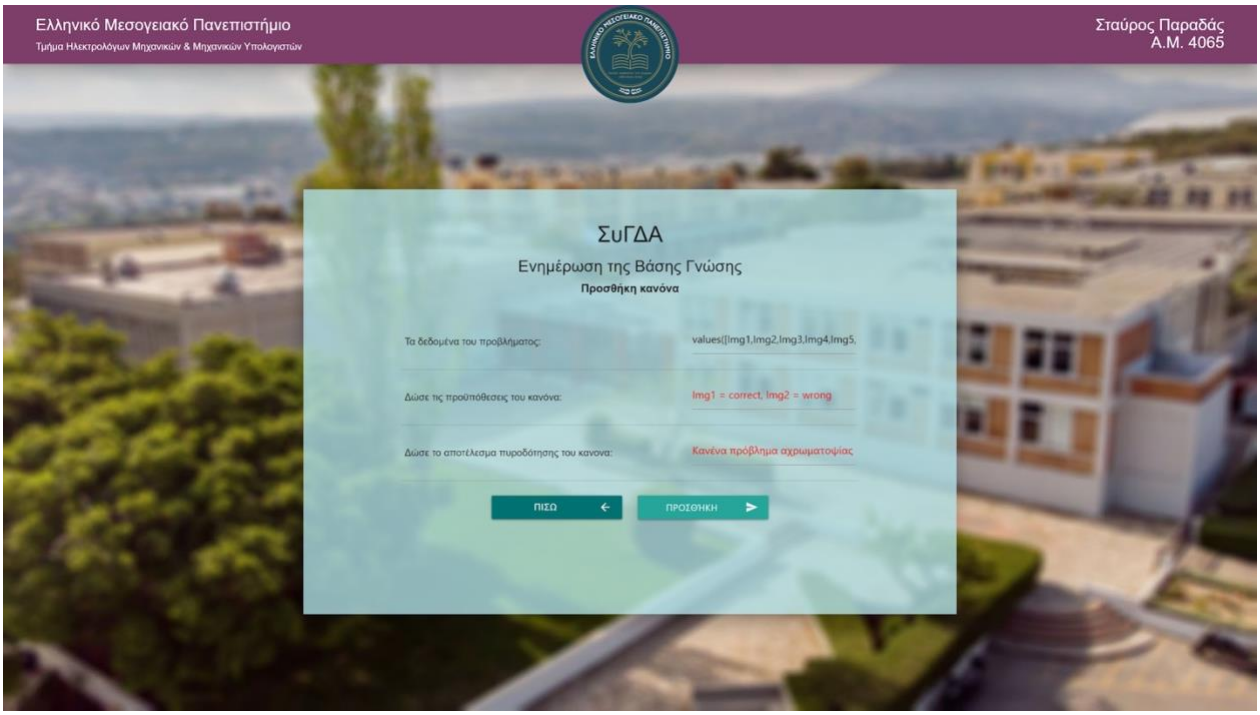

Εικόνα 26: Σελίδα για διαχείριση ΒΓ

Πατώντας εμφάνιση, Εικόνα 26, από της επιλογές μας πάει σε μια άλλη σελίδα του συστήματος μας, Εικόνα 27, για να μας εμφανίσει τους κανόνες,




Εικόνα 27: Σελίδα για εμφάνιση κανόνων

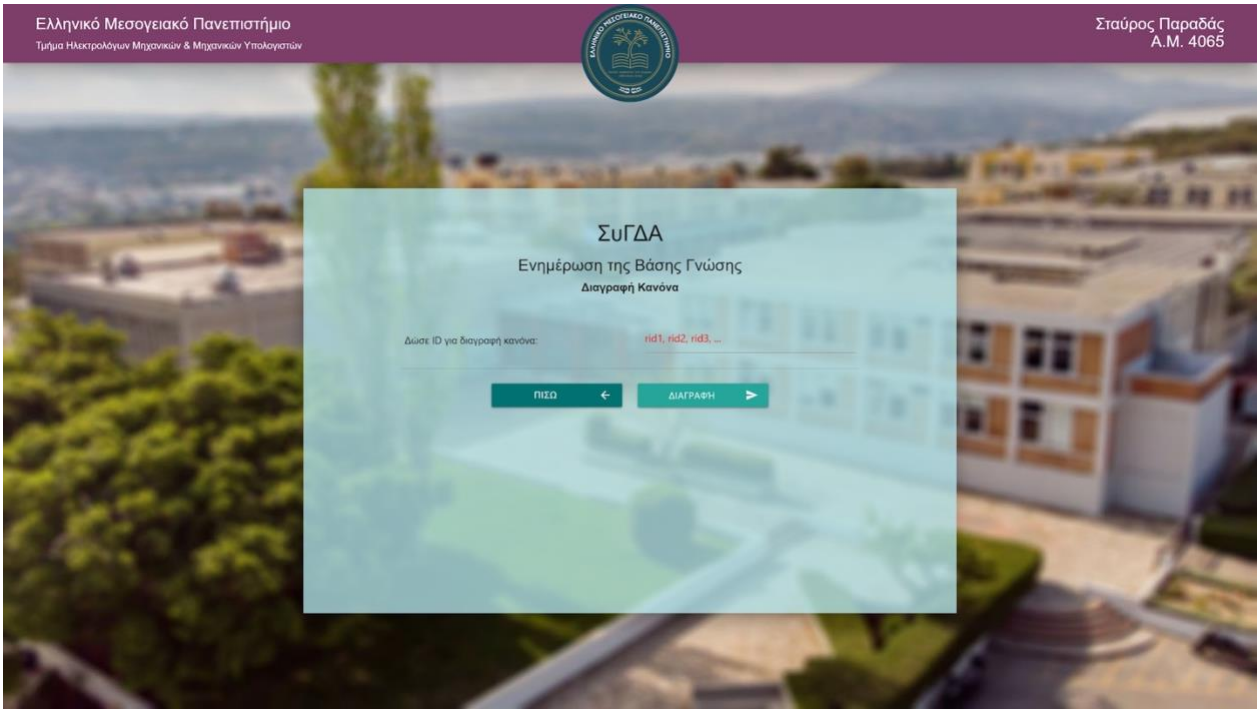
Επιλέγοντας έπειτα το κουμπί πίσω μας πάει στο προηγούμενο διάλογο, στην συνέχεια πατάμε το κουμπί για την προσθήκη κανόνα, μας μεταφέρει στην Εικόνα 28.




Εικόνα 28: Σελίδα για προσθήκη κανόνα

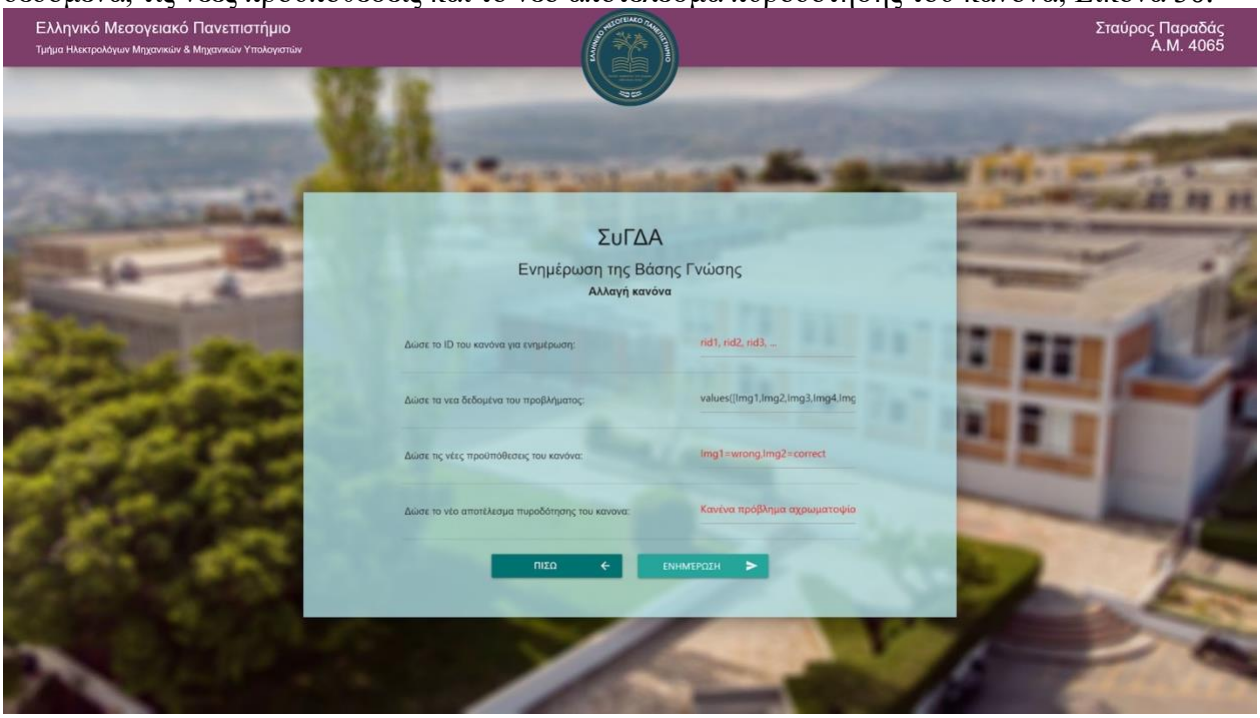
Στην προσθήκη κανόνα, έχουμε τρία πεδία *τα δεδομένα* , *τις προϋποθέσεις* και *την απάντηση*. Τα δεδομένα έχουν από default αυτά που πρέπει για να είναι πιο εύκολο για τον χρήστη.

Στην διαγραφή κανόνα, γίνεται με την είσοδο της ταυτότητας του κανόνα που θέλουμε να διαγράψουμε, Εικόνα 29.




Εικόνα 29: Σελίδα για διαγραφή κανόνα

Η τροποποίηση του κανόνα γίνεται δίνοντας ως πρώτο όρισμα την ταυτότητα και μετά τα νέα δεδομένα, τις νέες προϋποθέσεις και το νέο αποτέλεσμα πυροδότησης του κανόνα, Εικόνα 30.




Εικόνα 30: Σελίδα για τροποποίηση κανόνα

# 9. Απόδοση του Διαγνωστικού Συστήματος ΣυΓΔΑ

Εξετάσαμε το σύστημα ΣυΓΔΑ σε 22 βεβαιωμένα δεδομένα που είχαμε στη διάθεση μας. Το σύστημα διέγνωσε σωστά όλες τις περιπτώσεις που εξετάσαμε. Σύμφωνα με τους κανόνες και τα δεδομένα που εισάχθηκαν στη βάση γνώσης, το σύστημα δεν παρουσίασε κανένα λάθος αποτέλεσμα.

Τα δεδομένα αυτά περιλάμβαναν ποικιλία περιπτώσεων αχρωματοψίας, καθώς και φυσιολογικής έγχρωμης όρασης, διασφαλίζοντας έτσι τη συνολική αξιοπιστία του συστήματος. Το γεγονός ότι το σύστημα κατόρθωσε να διαγνώσει σωστά όλες τις περιπτώσεις, επιβεβαιώνει την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητά του στη διάγνωση της αχρωματοψίας.

Η επιτυχία του συστήματος αποδεικνύει ότι οι κανόνες που έχουν ενσωματωθεί στη βάση γνώσης καλύπτουν επαρκώς τις απαιτήσεις της διάγνωσης, προσφέροντας αξιόπιστα αποτελέσματα. Η ορθή διάγνωση όλων των περιπτώσεων χωρίς λάθη καταδεικνύει επίσης τη σταθερότητα του συστήματος, καθιστώντας το ένα πολύτιμο εργαλείο για τη διάγνωση της αχρωματοψίας.

# 10. Ανακεφαλαίωση, Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις του ΣυΓΔΑ

Τα Συστήματα Γνώσης διαφέρουν από τα παραδοσιακά αλγοριθμικά προγράμματα, με την κύρια διαφορά τους να έγκειται στο ότι αξιοποιούν τις γνώσεις και την εμπειρία των ειδικών προκειμένου να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα.

Οι περισσότερες εφαρμογές στον κλάδο της ιατρικής στηρίζονται στην εισαγωγή πληροφοριών μέσα από φόρμες επικοινωνίας. Στην οφθαλμολογία υπάρχουν εφαρμογές οι οποίες χρησιμοποιούν διάλογους με ερωτήσεις και άλλοτε φωτογραφίες κατευθείαν από το μάτι.

Οι μελλοντικές επεκτάσεις του συστήματος μας θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν επεκτάσεις στον τομέα της οφθαλμολογία καθώς και σε άλλους κλάδους της ιατρικής. Ένα άμεσο επόμενο βήμα θα ήταν να επεκταθεί το διαγνωστικό σύστημα μας με δυνατότητες διάγνωσης και άλλων ασθενειών του οφθαλμού εκτός από την αχρωματοψία. Επίσης, ένα σύστημα γνώσης όπως το ΣυΓΔΑ θα μπορούσε να επεκταθεί σε θέματα διάγνωσης προβλημάτων και σε άλλες ειδικότητες της ιατρικής. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να διαχειρίζεται πολλαπλές βάσεις γνώσης ανάλογα με την ειδικότητα, σε αυτή την περίπτωση θα υπάρχει μια βάση γνώση για κάθε ειδικότητα. Το σ΄υστημα θα έχει μετα-κανόνες οι οποίο θα διαχειρίζονται τις πολλαπλές βάσεις γνώσεις καθώς και τις περιπτώσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ των διαφορετικών βάσεων γνώσης.

# 11. Βιβλιογραφία


[1] Website, «Swi-Prolog,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.swi-prolog.org/.

[2] Website, «Wikipedia - HTML5,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/HTML5.

[3] Website, «Materialize,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://materializecss.com/.

[4] Μ. Μαρακάκης, Prolog: Προγραμματισμός σε Λογική για Τεχνητή Νοημοσύνη, τόμ. Έκδοση 2η, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2019.

[5] Website, «Isabel Healtcare,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://isabelhealthcare.com/.

[6] Website, «IDx-DR,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.healthvisors.com/en/idx-dr/.

[7] E. Corchado, V. Snásel, J. Sedano, A. Ella Hassanien, J. Luis Calvo και D. Slezak, Soft Computing Models in Industrial and Environmental Applications, 2011.

[8] Website, «Verana Health,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://veranahealth.com/.

[9] S. Ishihara, TESTS FOR COLOUR-BLINDNESS By S. ISHIHARA, TOKYO-KYOTO: KANEHARA SHUPPAN CO.,LTD, 1972.

[10] Website, «Enchroma,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://enchroma.com/.

[11] Ι.Βλαχάβας, Π.Κεφαλάς, Ν.Βασιλειάδης, Φ.Κόκκορας, Η.Σακελλαρίου, Τεχνητή νοημοσύνη, ΓΈκδοση, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας, 2011.

[12] Website, «Wikipedia - Αχρωματοψία,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Color_blindness.

[13] Webiste, «Wikipedia - Test Isihara,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Ishihara_test.

[14] Website, «Wikipedia - Farnsworth–Munsell 100 hue test,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Farnsworth%E2%80%93Munsell_100_hue_test.

[15] Website, «Wikipedia - CRUD,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Create,_read,_update_and_delete.

[16] M. Connor και M. Ferguson-Smith, Βασικές αρχές ιατρικής γενετικής, Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης : 188-189.

[17] M. Bateerbury, B. Bowling και C. Murphy, Οφθαλμολογία, επιμέλεια ελλήνικής έκδοσης Γαρταγάνης Σ., 2009.

[18] R. Connoly και R. Hoar, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ για το WEB, Μ. Γκιούρδας, 2015.

[19] Website, «Colormax.org,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://colormax.org.

[20] Website, «Orasis Health & Style - Ποιοι είναι οι βασικοί τύποι αχρωματοψίας,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.orasisonline.gr/enimerwsi/epistimonika-nea/item/997-poioi-einai-oi-basikoi-typoi-achrwmatopsias.html.

# 12. Παράρτημα Α

## Α.1. Το κύριο μέρος του προγράμματος

```
1. /*
2.
3. Σταύρος Παραδάς ΑΜ:4065
5. Τίτλος: Ανάπτυξη Συστήματος Γνώσης για Διάγνωση Αχρωματοψίας
6.
7. /----GOAL----/
8. Autorun enabled.
9. /----URL----/
10. http://localhost:8080/
11. */
12.
13. %----------------------ENCODING-----------------------------------------------%
14.
15. :- encoding(utf8).
16. :- style_check(-singleton).
17.
18. %----------------------LOAD EXTERNAL FILES (kb,ks,load_handlers,dialog)--------%
19.
20. :- consult('/resources/prolog/load_handlers.pl') .                    % Including handlers ,
libraries
21. :- consult('/resources/prolog/kb.pl').                               % Including Knowledge base
22. :- consult('/resources/prolog/ks.pl').                               % Including Knowledge system
23. :- consult('/resources/prolog/dialog.pl').                           % Including Dialogs
24.
25. :- initialization(server(8080), after_load).                        % Autorun
http://localhost:8080/
26. server(Port) :-  http_server(http_dispatch, [port(Port)]).
27.
28.
29. %----------------ΑΡΧΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ----------------------------------%
30. web_form(_Request):-
31.   reply_html_page(
32.        [\headTemplate],
33.       [\bodyTemplate,\['
34.       <div class="container-flex1">
35.         <a href="/diagnose">
36.           <img class="imgRound z-depth-4" src="/resources/images/testImage.png"
width="200" height="200">
37.           <div style="margin-top:10%;">
```

```
38.            <span class="btn" style="background-color:rgb(126, 62, 106);">ΔΙΑΓΝΩΣΗ</span>
39.          </div>
40.        </a>
41.        <a href="/updateKB">
42.          <img class="imgRound z-depth-4" src="/resources/images/crudImage1.png"
width="200" height="200">
43.          <div style="margin-top:10%;">
44.            <span class="btn" style="background-color:rgb(126, 62,
106);">ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ</span>
45.          </div>
46.        </a>
47.      </div>
48.      ']]).
49.
50. %----------------ΣΕΛΙΔΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
ΓΝΩΣΗΣ---------%
51.
52. diagnose_page(_Request):-
53.   reply_html_page(
54.      [\headTemplate],
55.      [\bodyTemplate,
56.      div([class="container"],[
57.      p([],[
58.        h5("Διάγνωση προβλημάτος αχρωματοψίας"),
59.        \['<br>'],
60.        b('Για να ξεκινήσετε το τεστ αχρωματοψίας παρακαλώ πατήστε εκκίνηση.')
61.      ])
62.      ]),
63.      form([action="/showDialog", method="post"], [
64.        input([type="hidden", id="dialogId", name="dialogId", value="0"]),
65.        input([type="hidden", id="answer", name="answer", value="yes"]),
66.        \['<a id="small" href="/" class="waves-effect waves-light btn" style="margin-
top:5%;margin-right:5%;background-color:rgb(0, 114, ,114);"><i class="material-icons
left">arrow_back</i>πισω</a>'],
67.        button([class="btn waves-effect waves-light", id="small",style="margin-top:5%;",
type="submit"], ["ΕΚΚΙΝΗΣΗ"])
68.        ])
69.    ]).
70. showDialog_page(Request):-
71.   member(method(post), Request),!,
72.   http_parameters(Request,
73.      [
74.        dialogId(DialogId, [integer]),
75.        answer(Answer, [atom])
76.      ]
```

```
77.     ),
78.     reply_html_page([\headTemplate],
79.     [\bodyTemplate,\processDialog(DialogId, Answer)]).
80. showDialog_page(_).
81.
82. %---------------ΔΙΑΛΟΓΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΑΧΡΩΜΑΤΟΨΙΑΣ----------
----%
83.
84. processDialog(DialogId, Answer)-->
85.     {
86.       DialogId >=0,
87.       dialog(DialogId, _ParentId, _ImgUrl, _AnswerValues, _VariableName),
88.       findall(Key, Value = _AnswerValues.Key, Keys),
89.       member(Answer, Keys),
90.       [Text, CurrentDialog] = _AnswerValues.Answer,
91.       CurrentDialog >=0,
92.       (
93.         (
94.           DialogId == 0,
95.           http_session_retractall(sessionData(SD)),
96.           http_session_assert(sessionData([[0, Answer, _VariableName]]))
97.         );
98.         (
99.           DialogId>0,
100.          http_session_data(sessionData(Sd)), %παίρνουμε τα δεδομένα του session
101.          append([[DialogId, Answer, _VariableName]], Sd, NewSessionData), % φτιαχνουμε
την καινουρια μεταβλητη που θα μπει στο session
102.
103.          http_session_assert(sessionData(NewSessionData)), % βαζουμε τα καινουρια
δεδομένα νεο session
104.          http_session_retractall(sessionData(Sd)) % σβηνουμε το παλιο)
105.        )
106.      ),
107.      dialog(CurrentDialog, ParentId, ImgUrl, AnswerValues, VariableName),
108.      atom_string(CurrentDialog, StringCurrentDialog),
109.      findall([Key1, Label, NextDialog], [Label, NextDialog]=AnswerValues.Key1, Values),
110.      [[SelectedKey, _, _]| _] = Values
111.    },
112.    html([
113.      \['
114.        <h5>Τι αριθμό βλέπετε στο αριστερό σχήμα;</h5>
115.        <form action="showDialog" method="post">
116.          <div class="container">
117.            <table class="highlight" >
118.              <thead>
```

```
119.              <tr>
120.                 <th>Ερώτηση '],write(CurrentDialog),\['</th>
121.                 <th>Απάντηση</th>
122.              </tr>
123.             </thead>
124.             <tbody>
125.              <tr>'],
126.              td([],[img([src=ImgUrl,width=260,height=260 ],[])]),
127.              td([],[
128.              input([type="hidden", id="dialogId", name="dialogId",
value=StringCurrentDialog]),
129.              \getAllAnswersRadios(Values, SelectedKey)]),
130.            \['</tr>
131.             </tbody>
132.            </table>
133.          </div>
134.          <br>
135.          <a id="small" href="/" class="waves-effect waves-light btn" style="margin-right:2%;
background-color:rgb(0, 114, ,114);"><i class="material-icons
left">arrow_back</i>πισω</a><span>
136.          <button id="small" class="btn waves-effect waves-light" type="submit">επομενο<i
class="material-icons right">send</i></button>
137.        </form>']
138.
139.    ]).
140. processDialog(DialogId, Answer) -->
141.   {
142.    DialogId > 0,
143.    dialog(DialogId, _ParentId, _ImgUrl, _AnswerValues, _VariableName),
144.    findall(Key, Value = _AnswerValues.Key, Keys),
145.    member(Answer, Keys),
146.    http_session_data(sessionData(Sd)),
147.
148.    append([[DialogId, Answer, _VariableName]], Sd, NewSessionData),
149.
150.    http_session_assert(sessionData(NewSessionData)),
151.
152.    http_session_retractall(sessionData(Sd)),
153.
154.
155.    findall(
156.     [StringVariableName1, StringAnswer1],
157.     (
158.      member([_, Answer1, VariableName1], NewSessionData),
159.      atom_string(Answer1, StringAnswer1),
```

```
160.         atom_string(VariableName1, StringVariableName1)
161.       ),
162.       Substitutions
163.     ),
164.
165.     ruleData(RuleData),
166.     replace(Substitutions, RuleData, RuleDataResult),
167.
168.     term_string(TermOfRuleDataResult, RuleDataResult),
169.     retractall( TermOfRuleDataResult ),
170.     assertz(TermOfRuleDataResult),
171.     rule(RuleId, TermOfRuleDataResult, Answer2)
172.   },
173.   html([
174.     \['<h6><b><u>Αποτέλεσμα</u></b></h6>'],
175.     h4(Answer2),
176.     \['<a id="small" href="/" class="waves-effect waves-light btn" style="margin-top:5%;
background-color:rgb(0, 114, ,114);"><i class="material-icons left">arrow_back</i>αρχικη
σελιδα</a>']
177.   ]).
178. processDialog(DialogId, Answer)-->
179.       html(\['
180.       <h6>
181.        <b>
182.                   <u>Ο κανόνας δεν υπάρχει μέσα στην ΒΓ</u>
183.        </b>
184.       </h6>
185.       <a id="small" href="/" class="waves-effect waves-light btn" style="margin-top:5%;
background-color:rgb(0, 114, ,114);">
186.        <i class="material-icons left">arrow_back</i>αρχικη σελιδα </a>
187.       ']).
188.
189. %----------------ΣΕΛΙΔΑ ΓΙΑ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΒΑΣΗΣ ΓΝΩΣΗΣ----------------------------%
190.
191. updateKB_page(_):-
192.   reply_html_page(
193.       [\headTemplate],
194.       [
195.        \bodyTemplate,
196.        \['
197.        <div class="container-flex">
198.                   <a href="/addRule">
199.                             <img class="z-depth-4" src="/resources/images/CRUD/create.png"
width="150" height="150" />
200.                             <div class="divUpdate">
```

```
201.                                    <span class="btn" style="background-color: rgb(126, 62,
106);">ΠΡΟΣΘΗΚΗ</span>
202.                                </div>
203.                    </a>
204.                    <a href="/showRule">
205.                                <img class="z-depth-4" src="/resources/images/CRUD/read.png"
width="150" height="150" />
206.                                <div style="text-align: center; margin-top: 10%; font-weight: bold;
color: black;">
207.                                    <span class="btn" style="background-color: rgb(126, 62,
106);">ΕΜΦΑΝΙΣΗ</span>
208.                                </div>
209.                    </a>
210.                    <a href="/changeRule">
211.                                <img class="z-depth-4" src="/resources/images/CRUD/update.png"
width="150" height="150" />
212.                                <div class="divUpdate">
213.                                    <span class="btn" style="background-color: rgb(126, 62,
106);">ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ</span>
214.                                </div>
215.                    </a>
216.                    <a href="/deleteRule">
217.                                <img class="z-depth-4" src="/resources/images/CRUD/delete.png"
width="150" height="150" />
218.                                <div class="divUpdate">
219.                                    <span class="btn" style="background-color: rgb(126, 62,
106);">ΔΙΑΓΡΑΦΗ</span>
220.                                </div>
221.                    </a>
222.                    <a href="/saveKB">
223.                                <img class="z-depth-4" src="/resources/images/CRUD/save.png"
width="150" height="150" />
224.                                <div class="divUpdate">
225.                                    <span class="btn" style="background-color: rgb(126, 62,
106);">ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ</span>
226.                                </div>
227.                    </a>
228.        </div>
229.        <div class="bot">
230.                    <a href="/" id="small" class="waves-effect waves-light btn"
style="background-color: rgb(0, 114, , 114);">
231.                                <i class="material-icons left">arrow_back</i>πισω </a>
232.        </div>
233.        ']
234.      ]
```

```
235.   ).
236.
237. %---------------ΣΕΛΙΔΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΑΝΟΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ----
---------%
238.
239. showRule_page(Request):-
240.   rules(List),
241.   reply_html_page([\headTemplate],[\bodyTemplate,\['
242.   <h6>
243.       <b><u>Ενημέρωση της βάσης γνώσης</u></b>
244.   </h6>
245.   <h6>
246.       <b><u>Εμφάνιση κανόνων</u></b>
247.   </h6>
248.   <br />
249.   <div>
250.       <table class="responsive-table striped">
251.           <thead>
252.               <tr>
253.                   <th>Ταυτότητα Κανόνα</th>
254.                   <th>Δεδομένα Κανόνα</th>
255.                   <th>Απάντηση Κανόνα</th>
256.               </tr>
257.           </thead>
258.           <tbody>
259.     '],\showRules(List),
260.     \['</tbody>
261.     </table>
262.   </div>
263.   <a id="small" href="/updateKB" class="waves-effect waves-light btn" style="background-
color:rgb(0, 114, ,114);"><i class="material-icons left">arrow_back</i>πισω</a>
264.   ']]).
265.
266. %---------------ΣΕΛΙΔΑ ΓΙΑ ΔΙΑΓΡΑΦΗ ΚΑΝΟΝΑ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ----------
----%
267.
268. deleteRule_page(Request):-
269.   reply_html_page([\headTemplate],[\bodyTemplate,
270.   \['
271.     <h6>
272.         <b><u>Ενημέρωση της βάσης γνώσης</u></b>
273.     </h6>
274.     <h6>
275.         <b><u>Διαγραφή Κανόνα</u></b>
276.     </h6>
```

```
277.    <br />
278.    <form action="/deleteRule" method="post">
279.        <div class="container">
280.            <table class="highlight responsive-table">
281.                <tbody>
282.                    <tr>
283.                        <td>Δώσε ID για διαγραφή κανόνα:</td>
284.                        <td><input name="ruleId" placeholder="rid1, rid2, rid3, ..." type="text"
pattern="rid+[0-9]{1,}" required /></td>
285.                    </tr>
286.                </tbody>
287.            </table>
288.        </div>
289.        <br />
290.        <a id="small" href="/updateKB" class="waves-effect waves-light btn" style="margin-
right:2%; background-color: rgb(0, 114, , 114);"><i class="material-icons
right">arrow_back</i>πισω</a>
291.        <span>
292.            <button id="small" class="btn waves-effect waves-light" type="submit">διαγραφή<i
class="material-icons right">send</i></button>
293.            <br />
294.        </span>
295.    </form>
296.
297.  ']]),
298.  member(method(post),Request),!,
299.  http_read_data(Request, Data, []),
300.  format('<h5>', []),
301.  (
302.    (deleteRule(Data.ruleId),write('Επιτυχής διαγραφή κανόνα με ID:
'),write(Data.ruleId),write(' .'));
303.    (write("Δεν υπαρχει κανόνας με ID: "),write(Data.ruleId),write(' .'))
304.  ).
305. deleteRule_page(_).
306.
307. %---------------ΣΕΛΙΔΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΚΑΝΟΝΑ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ-----------------
---%
308.
309. addRule_page(Request):-
310.  reply_html_page([\headTemplate],[\bodyTemplate,
311.  \['
312.  <h6>
313.    <b><u>Ενημέρωση της βάσης γνώσης</u></b>
314.  </h6>
315.  <h6>
```

```
316.      <b><u>Προσθήκη κανόνα</u></b>
317.    </h6>
318.    <br />
319.    <form action="/addRule" method="post">
320.      <div class="container">
321.        <table class="highlight responsive-table">
322.          <tbody>
323.            <tr>
324.              <td>Τα δεδομένα του προβλήματος:</td>
325.              <td><input name="data"
value="values([Img1,Img2,Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,
Img14,Img15,Img16,Img17])" readonly type="text" /></td>
326.            </tr>
327.            <tr>
328.              <td>Δώσε τις προϋπόθεσεις του κανόνα:</td>
329.              <td><input name="ruleCondition" placeholder="Img1 = correct, Img2 =
wrong" type="text" required /></td>
330.            </tr>
331.            <tr>
332.              <td>Δώσε το αποτέλεσμα πυροδότησης του κανονα:</td>
333.              <td><input name="ruleAnswer" placeholder="Κανένα πρόβλημα
αχρωματοψίας" type="text" required /></td>
334.            </tr>
335.          </tbody>
336.        </table>
337.      </div>
338.      <br />
339.      <a id="small" href="/updateKB" class="waves-effect waves-light btn" style="margin-
right:2%; background-color: rgb(0, 114, , 114);"><i class="material-icons
right">arrow_back</i>πισω</a>
340.      <span>
341.        <button id="small" class="btn waves-effect waves-light" type="submit">Προσθήκη<i
class="material-icons right">send</i></button>
342.      </span>
343.    </form>
344.    ']]),
345.    member(method(post), Request),!,
346.    http_parameters(
347.      Request,
348.      [
349.        data(RuleData, [length>0, string]),
350.        ruleCondition(RuleCondition, [length>0, string]),
351.        ruleAnswer(RuleAnswer, [length>0, string])
352.      ]
353.    ),
```

```
354.   format('<h5>', []),
355.   (
356.     (addRule(RuleData, "Answer", RuleCondition, RuleAnswer, NewRuleId),write("Ο νέος κανόνας δημιουργήθηκε επιτυχώς με ταυτότητα "),write(NewRuleId));
357.     (write("Προέκυψε κάποιο σφαλμα με την εισαγωγή κανόνα"))
358.   ).
359. addRule_page(_).
360.
361. %---------------ΣΕΛΙΔΑ ΓΙΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΝΟΝΑ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ----------------%
362.
363. changeRule_page(Request):-
364.   reply_html_page([\headTemplate],[\bodyTemplate,
365.   \['
366.   <h6>
367.       <b>
368.                   <u>Ενημέρωση της βάσης γνώσης</u>
369.       </b>
370.    </h6>
371.   <h6>
372.       <b>
373.                   <u>Αλλαγή κανόνα</u>
374.       </b>
375.   </h6>
376.   <br />
377.   <form action="/changeRule" method="post">
378.       <div class="container">
379.                   <table class="highlight responsive-table">
380.                               <tbody>
381.                                           <tr>
382.                                                       <td>Δώσε το ID του κανόνα για ενημέρωση:</td>
383.                                                       <td>
384.                                                                   <input name="ruleId" placeholder="rid1, rid2, rid3, ..." type="text" pattern="rid+[0-9]{1,}" required />
385.                                                       </td>
386.                                           </tr>
387.                                           <tr>
388.                                                       <td>Δώσε τα νεα δεδομένα του προβλήματος:</td>
389.                                                       <td>
390.                                                                   <input readonly name="newData" value="values([Img1,Img2,Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,Img14,Img15,Img16,Img17])" type="text" required />
391.                                                       </td>
```

```
392.                                    </tr>
393.                                    <tr>
394.                                        <td>Δώσε τις νέες προϋπόθεσεις του
κανόνα:</td>
395.                                        <td>
396.                                            <input name="newRuleCondition"
placeholder="Img1=wrong,Img2=correct" type="text" required />
397.                                        </td>
398.                                    </tr>
399.                                    <tr>
400.                                        <td>Δώσε το νέο αποτέλεσμα πυροδότησης του
κανονα:</td>
401.                                        <td>
402.                                            <input name="newResult"
placeholder="Κανένα πρόβλημα αχρωματοψίας" type="text" required />
403.                                        </td>
404.                                    </tr>
405.                                </tbody>
406.                            </table>
407.                        </div>
408.                        <br />
409.                        <a id="small" href="/updateKB" class="waves-effect waves-light btn" style="margin-
right:2%; background-color: rgb(0, 114, , 114);">
410.                            <i class="material-icons right">arrow_back</i>πισω </a>
411.                        <button id="small" class="btn waves-effect waves-light" type="submit">ενημέρωση <i
class="material-icons right">send</i>
412.                        </button>
413.                    </form>
414.                ']]),
415.                member(method(post),Request),!,
416.                http_parameters(
417.                    Request,
418.                    [
419.                        ruleId(RuleId, [length>0, atom]),
420.                        newData(NewData, [length>0, string]),
421.                        newRuleCondition(NewRuleCondition, [length>0, string]),
422.                        newResult(NewResult, [length>0, string])
423.                    ]
424.                ),
425.                format('<h5>', []),
426.                    (
427.                    (changeRule(RuleId, NewData, "Answer", NewRuleCondition,
NewResult),write("Επιτυχής τροποποίηση κανόνα...."));
428.                    write("Προέκυψε κάποιο σφάλμα.")
429.                    ).
```

```
changeRule_page(_).
%---------------ΣΕΛΙΔΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ----------%

saveKB_page(_):-
  reply_html_page([\headTemplate],[\bodyTemplate,
  \['
     <h6><b><u>Ενημέρωση της βάσης γνώσης</u></b></h6>
     <br>
     <a id="small" href="/" class="waves-effect waves-light btn" style="margin-top:5%; background-color:rgb(0, 114, ,114);"><i class="material-icons left">arrow_back</i>πισω</a>
  ']]),
  format('<h5>', []),
  (
    (saveKB,write("Επιτυχής ενημέρωση βάσης γνώσης!"));
    (write("Προέκυψε κάποιο σφάλμα με την ενημέρωση"))
  ).

%-----------------Website s Template ----------------------------------------%

headTemplate -->
  html(\['
    <title>Σταύρος Παραδάς 4065</title>
    <meta charset="UTF-8">
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="/resources/css/materialize.min.css">
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="/resources/css/myStyle.css">
    <link rel="icon" type="image/x-icon" href="/resources/images/favicon.ico">

  ']).
bodyTemplate-->
  html(
  \['
  <nav class="z-depth-4" style="background-color: rgb(126, 62, 106); height:90px;">
     <div class="nav-wrapper">
        <a href="/" class="brand-logo center"><img src="resources/images/emp.png" width="150" height="150" /></a>
        <ul id="nav-mobile" class="left hide-on-med-and-down">
        <p>
        <h5 style="padding-left: 50px;">Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο</h5>
        <h6 style="font-size:15px; padding-left: 50px;">Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών</h6>
        </p>
        </ul>
        <ul id="nav-mobile" class="right hide-on-med-and-down">
```

```
470.             <h5 style="text-align:right;padding-right: 50px;">Σταύρος Παραδάς<br>A.M.
4065</h5>
471.           </ul>
472.       </div>
473.   </nav>
474.   <div class="centerDiv z-depth-4 center">
475.       <h5 class="centerH5">Πτυχιακή Εργασία</h5>
476.       <h6>Ανάπτυξη Συστήματος Γνώσης για Διάγνωση Αχρωματοψίας</h6>
477.
478.   ']).
479.
480.
481. %---------------ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΓΝΩΣΗΣ----------------------------%
482. showRules(List)-->
483.   showAllRules(List).
484.
485. showAllRules([])-->[].
486.
487. showAllRules([H|T])-->
488.   table_row(H),
489.   showAllRules(T).
490. table_row(H)-->
491. {
492.   rule(H,Values,Answer),
493.   term_string(Values,V)
494. },
495. html([\['<tr><td>'],H,\['</td><td>'],V,\['</td><td>'],Answer,\['</td></tr>']]).
496.
497.
498. %---------------ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΟΛΟΓΙΚΗ
ΣΕΛΙΔΑ------%
499. getAllAnswersRadios(AnswerValues, SelectedKey) -->
500.   getAnswersRadios(AnswerValues, SelectedKey).
501. getAnswersRadios([], _SelectedKey) -->
502.   [].
503. getAnswersRadios([H|T], SelectedKey) -->
504.   answerRadio(H, SelectedKey),
505.   getAnswersRadios(T, SelectedKey).
506. answerRadio(AnswerRadio, SelectedKey) -->
507.   {
508.     [Key, Label, _NextDialog] = AnswerRadio,
509.     atom_string(Key, StringKey),
510.     (
511.       (
512.         Key = SelectedKey,
```

```
513.        InputAttributes = [type="radio", name="answer", value=StringKey, checked=""]
514.      )
515.      ;
516.      (
517.        InputAttributes = [type="radio", name="answer", value=StringKey]
518.      )
519.    )
520.  },
521.  html([
522.    label([],[
523.      input(InputAttributes),
524.      span([],[Label])
525.    ]),br([],[])]).
526.
```

## Α.2. Οι κανόνες του συστήματος / Βάση Γνώσης

```
 1.   :- dynamic rules/1, max_ruleId/1, rule/3.
 2. rules([rid1, rid2, rid3, rid4, rid5, rid6, rid7, rid8]).
 3.
 4. max_ruleId(8).
 5.
 6. %no problem
 7. rule(rid1,values([Img1, Img2,
Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,Img14,Img15,Img16,Img17
]),Answer):-
 8.         Img1 = correct,
 9.         Img2 = correct,
10.         Img3 = correct,
11.         Img4 = correct,
12.         Img5 = correct,
13.         Img6 = correct,
14.         Img7 = correct,
15.         Img8 = correct,
16.         Img9 = correct,
17.         Img10 = correct,
18.         Img11 = correct,
19.         Img12 = correct,
20.         Img13 = correct,
21.         Img14 = correct,
22.         Img15 = correct,
23.         Img16 = correct,
24.         Img17 = correct,
```

```
25.         Answer='Κανένα πρόβλημα αχρωματοψίας.',!.
26.
27. %serius problem
28. rule(rid2,values([Img1, Img2,
Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,Img14,Img15,Img16,Img17
]),Answer):-
29.         Img1 = correct,
30.         Img2 = nothing,
31.         Img3 = nothing,
32.         Img4 = nothing,
33.         Img5 = nothing,
34.         Img6 = nothing,
35.         Img7 = nothing,
36.         Img8 = nothing,
37.         Img9 = nothing,
38.         Img10 = nothing,
39.         Img11 = nothing,
40.         Img12 = nothing,
41.         Img13 = nothing,
42.         Img14 = correct,
43.         Img15 = correct,
44.         Img16 = nothing,
45.         Img17 = nothing,
46.         Answer='Πολύ σοβαρό πρόβλημα ολικής αχρωματοψίας.',!.
47.
48. rule(rid3,values([Img1, Img2,
Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,Img14,Img15,Img16,Img17
]),Answer):-
49.         Img1 = correct,
50.         Img2 = wrong,
51.         Img3 = wrong,
52.         Img4 = wrong,
53.         Img5 = wrong,
54.         Img6 = wrong,
55.         Img7 = wrong,
56.         Img8 = nothing,
57.         Img9 = nothing,
58.         Img10 = nothing,
59.         Img11 = nothing,
60.         Img12 = nothing,
61.         Img13 = nothing,
62.         Img14 = wrong,
63.         Img15 = wrong,
64.         Answer='Υπάρχει πρόβλημα αχρωματοψίας. Τα χρώματα τα οποία δεν έβλεπε ο
χρήστης ήταν κυρίως το κόκκινο και το πράσινο',!.
```

```
65.
66. rule(rid4,values([Img1, Img2,
Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,Img14,Img15,Img16,Img17
]),Answer):-
67.         Img1 = correct,
68.         Img2 = wrong,
69.         Img3 = wrong,
70.         Img4 = wrong,
71.         Img5 = wrong,
72.         Img6 = wrong,
73.         Img7 = wrong,
74.         Img8 = nothing,
75.         Img9 = nothing,
76.         Img10 = nothing,
77.         Img11 = nothing,
78.         Img12 = nothing,
79.         Img13 = nothing,
80.         Img14 = wrong,
81.         Img15 = wrong,
82.         Img16 = wrong,
83.         Img17 = wrong,
84.         Answer='Υπάρχει πρόβλημα αχρωματοψίας. Τα χρώματα τα οποία δεν έβλεπε ο
χρήστης ήταν κυρίως το κόκκινο και το πράσινο. Επίσης υπάρχει ισχυρή Πρωτανοπία',!.
85.
86. rule(rid5,values([Img1, Img2,
Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,Img14,Img15,Img16,Img17
]),Answer):-
87.         Img1 = correct,
88.         Img2 = wrong,
89.         Img3 = wrong,
90.         Img4 = wrong,
91.         Img5 = wrong,
92.         Img6 = wrong,
93.         Img7 = wrong,
94.         Img8 = nothing,
95.         Img9 = nothing,
96.         Img10 = nothing,
97.         Img11 = nothing,
98.         Img12 = nothing,
99.         Img13 = nothing,
100.        Img14 = wrong,
101.        Img15 = wrong,
102.        Img16 = wrong3,
103.        Img17 = wrong3,
```

```
104.	Answer='Υπάρχει πρόβλημα αχρωματοψίας. Τα χρώματα τα οποία δεν έβλεπε ο χρήστης ήταν κυρίως το κόκκινο και το πράσινο. Επίσης υπάρχει ύπια Πρωτανοπία',!.
105.
106. rule(rid6,values([Img1, Img2, Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,Img14,Img15,Img16,Img17]),Answer):-
107.	Img1 = correct,
108.	Img2 = wrong,
109.	Img3 = wrong,
110.	Img4 = wrong,
111.	Img5 = wrong,
112.	Img6 = wrong,
113.	Img7 = wrong,
114.	Img8 = nothing,
115.	Img9 = nothing,
116.	Img10 = nothing,
117.	Img11 = nothing,
118.	Img12 = nothing,
119.	Img13 = nothing,
120.	Img14 = wrong,
121.	Img15 = wrong,
122.	Img16 = wrong2,
123.	Img17 = wrong2,
124.	Answer='Υπάρχει πρόβλημα αχρωματοψίας. Τα χρώματα τα οποία δεν έβλεπε ο χρήστης ήταν κυρίως το κόκκινο και το πράσινο. Επίσης υπάρχει ισχυρή Δευτερανοπία',!.
125.
126. rule(rid7,values([Img1, Img2, Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,Img14,Img15,Img16,Img17]),Answer):-
127.	Img1 = correct,
128.	Img2 = wrong,
129.	Img3 = wrong,
130.	Img4 = wrong,
131.	Img5 = wrong,
132.	Img6 = wrong,
133.	Img7 = wrong,
134.	Img8 = nothing,
135.	Img9 = nothing,
136.	Img10 = nothing,
137.	Img11 = nothing,
138.	Img12 = nothing,
139.	Img13 = nothing,
140.	Img14 = wrong,
141.	Img15 = wrong,
142.	Img16 = wrong4,
```

```
143.        Img17 = wrong4,
144.        Answer='Υπάρχει πρόβλημα αχρωματοψίας. Τα χρώματα τα οποία δεν έβλεπε ο
χρήστης ήταν κυρίως το κόκκινο και το πράσινο. Επίσης υπάρχει ύπια Δευτερανοπία',!.
145.
146. rule(rid8,values([Img1, Img2,
Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img11,Img12,Img13,Img14,Img15,Img16,Img17
]),Answer):-
147.        Img1 = correct,
148.        Img2 = correct,
149.        Img3 = correct,
150.        Img4 = correct,
151.        Img5 = correct,
152.        Img6 = correct,
153.        Img7 = correct,
154.        Img8 = correct,
155.        Img9 = correct,
156.        Img10 = correct,
157.        Img11 = correct,
158.        Img12 = correct,
159.        Img13 = correct,
160.        Img14 = notSure,
161.        Img15 = notSure,
162.        Img16 = correct,
163.        Img17 = correct,
164.        Answer='Κανένα πρόβλημα αχρωματοψίας.',!.
```

### Α.3. Οι κανόνες του διαλογικού Συστήματος

```
 1. :- style_check(-singleton).
 2. :- encoding(utf8).
 3. dialog(0, -1, "ΑΡΧΗ", AnswerValues{yes:["Ναι", 1]}, "Start").
 4.    dialog(1,0,  "/resources/images/plates/plate1.png", AnswerValues{correct:["12",2],
wrong:["17",2],        notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",2],nothing:["Τίποτα",2]},"Img1").
 5.    dialog(2,1,  "/resources/images/plates/plate2.png", AnswerValues{correct:["8",3],
wrong:["3",3],         notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",3],nothing:["Τίποτα",3]},"Img2").
 6.    dialog(3,2,  "/resources/images/plates/plate3.png", AnswerValues{correct:["29",4],
wrong:["70",4],        notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",4],nothing:["Τίποτα",4]},"Img3").
 7.    dialog(4,3,  "/resources/images/plates/plate4.png", AnswerValues{correct:["5",5],
wrong:["2",5],         notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",5],nothing:["Τίποτα",5]},"Img4").
 8.    dialog(5,4,  "/resources/images/plates/plate5.png", AnswerValues{correct:["3",6],
wrong:["5",6],         notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",6],nothing:["Τίποτα",6]},"Img5").
 9.    dialog(6,5,  "/resources/images/plates/plate6.png", AnswerValues{correct:["15",7],
wrong:["17",7],        notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",7],nothing:["Τίποτα",7]},"Img6").
10.    dialog(7,6,  "/resources/images/plates/plate7.png", AnswerValues{correct:["74",8],
wrong:["21",8],        notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",8],nothing:["Τίποτα",8]},"Img7").
```

```
11.  dialog(8,7,  "/resources/images/plates/plate8.png", AnswerValues{correct:["6",9],
wrong:["41",9],        notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",9],nothing:["Τίποτα",9]},"Img8").
12.  dialog(9,8,  "/resources/images/plates/plate9.png", AnswerValues{correct:["45",10],
wrong:["21",10],       notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",10],nothing:["Τίποτα",10]},"Img9").
13.  dialog(10,9, "/resources/images/plates/plate10.png",AnswerValues{correct:["5",11],
wrong:["4",11],        notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",11],nothing:["Τίποτα",11]},"Img10").
14.  dialog(11,10,"/resources/images/plates/plate11.png",AnswerValues{correct:["7",12],
wrong:["11",12],       notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",12],nothing:["Τίποτα",12]},"Img11").
15.  dialog(12,11,"/resources/images/plates/plate12.png",AnswerValues{correct:["16",13],
wrong:["2",13],        notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",13],nothing:["Τίποτα",13]},"Img12").
16.  dialog(13,12,"/resources/images/plates/plate13.png",AnswerValues{correct:["73",14],
wrong:["81",14],       notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",14],nothing:["Τίποτα",14]},"Img13").
17.  dialog(14,13,"/resources/images/plates/plate14.png",AnswerValues{correct:["Τίποτα",15],
wrong:["5",15],        wrong2:["81",15],notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",15]},"Img14").
18.  dialog(15,14,"/resources/images/plates/plate15.png",AnswerValues{correct:["Τίποτα",16],
wrong:["45",16],       wrong2:["81",16],notSure:["Δεν είμαι σίγουρος.",16]},"Img15").
19.  dialog(16,15,"/resources/images/plates/plate16.png",AnswerValues{correct:["26",17],
wrong:["6",17],  wrong2:["2",17],       wrong3:["(2)6",17],wrong4:["2(6)",17],  notSure:["Δεν
είμαι σίγουρος.",17],nothing:["Τίποτα",17]},"Img16").
20.  dialog(17,16,"/resources/images/plates/plate17.png",AnswerValues{correct:["42",-1],
wrong:["2",-1],  wrong2:["4",-1],       wrong3:["(4)2",17],wrong4:["4(2)",-1],  notSure:["Δεν
είμαι σίγουρος.",-1],nothing:["Τίποτα",-1]},"Img17").
21. dialog(-1, -2, "ΤΕΛΟΣ", AnswerValues{yes:["Ναι", -1]}, "End").
22.
ruleData("values([Img1,Img2,Img3,Img4,Img5,Img6,Img7,Img8,Img9,Img10,Img10,Img12,Img
13,Img14,Img15,Img16,Img17])").
23.
```

### Α.4. Φόρτωση handlers

```
1.  /*
================================================================
==========
2.                          LIBRARIES
3.
================================================================
========== */
4. :- use_module(library(http/thread_httpd)).          %
5. :- use_module(library(http/http_dispatch)).         %
6. :- use_module(library(http/http_error)).           %
7. :- use_module(library(http/html_write)).            %
8. :- use_module(library(http/html_head)).             %
9. :- use_module(library(http/http_client)).           %
```

```
10. :- use_module(library(http/http_parameters)).        %
11. :- use_module(library(lists)).                      %
12. :- use_module(library(http/http_session)).          %
13. :- http_set_session_options([timeout(1800)]).       % 30min
14.
15. /*
================================================================================
16.                             HANDLERS
17.
================================================================================ */
18. :- http_handler('/resources/css/myStyle.css',        http_reply_file('resources/css/myStyle.css',
[]), []).          %load css file
19. :- http_handler('/resources/css/materialize.min.css',
http_reply_file('resources/css/materialize.min.css', []), []).   %load materialize css file
20. :- http_handler('/resources/css/icons.woff2',        http_reply_file('resources/css/icons.woff2',
[]), []).          %load materialize icons file
21. :- http_handler('/', web_form, []).                      %στην διευθυνση locahost:8080/ (root)
θα 'τρεξει' τη συναρτηση web_form
22. :- http_handler('/diagnose', diagnose_page, []).              %στην διευθυνση
locahost:8080/diagnose  θα 'τρεξει' τη συναρτηση diagnose_page
23. :- http_handler('/showDialog', showDialog_page, []).          %στην διευθυνση
locahost:8080/diagnose  θα 'τρεξει' τη συναρτηση diagnose_page
24. :- http_handler('/updateKB', updateKB_page, []).              %στην διευθυνση
locahost:8080/updateKB θα 'τρεξει' τη συναρτηση updateKB_page
25. :- http_handler('/showRule', showRule_page, []).              %στην διευθυνση
locahost:8080/showRule θα 'τρεξει' τη συναρτηση showRule_page
26. :- http_handler('/addRule', addRule_page, []).                %στην διευθυνση
locahost:8080/addRule θα 'τρεξει' τη συναρτηση addRule_page
27. :- http_handler('/changeRule', changeRule_page, []).          %στην διευθυνση
locahost:8080/changeRule  θα 'τρεξει' τη συναρτηση changeRule_page
28. :- http_handler('/deleteRule', deleteRule_page, []).          %στην διευθυνση
locahost:8080/deleteRule  θα 'τρεξει' τη συναρτηση deleteRule_page
29. :- http_handler('/saveKB', saveKB_page, []).                  %στην διευθυνση
locahost:8080/saveKB θα 'τρεξει' τη συναρτηση saveKB_page
30. :- http_handler('/exit', exit_page, []).                      %στην διευθυνση locahost:8080/exit θα
'τρεξει' τη συναρτηση exit_page
31.
32. /*
================================================================================
33.                             LOAD IMAGES
```

```
34.
========================================================================
========== */
35. :- http_handler('/resources/images/emp.png',
http_reply_file('resources/images/emp.png', []), []).            %load image file
36. :- http_handler('/resources/images/background.jpg',
http_reply_file('resources/images/background.jpg', []), []).          %load image file
37. :- http_handler('/resources/images/crudImage1.png',
http_reply_file('resources/images/crudImage1.png', []), []).     %load image file
38. :- http_handler('/resources/images/testImage.png',
http_reply_file('resources/images/testImage.png', []), []).      %load image file
39. :- http_handler('/resources/images/favicon.ico',
http_reply_file('resources/images/favicon.ico', []), []).        %load image file
40. :- http_handler('/resources/images/CRUD/create.png',
http_reply_file('resources/images/CRUD/create.png', []), []).    %load image file
41. :- http_handler('/resources/images/CRUD/update.png',
http_reply_file('resources/images/CRUD/update.png', []), []).    %load image file
42. :- http_handler('/resources/images/CRUD/read.png',
http_reply_file('resources/images/CRUD/read.png', []), []).      %load image file
43. :- http_handler('/resources/images/CRUD/delete.png',
http_reply_file('resources/images/CRUD/delete.png', []), []).    %load image file
44. :- http_handler('/resources/images/CRUD/save.png',
http_reply_file('resources/images/CRUD/save.png', []), []).      %load image file
45. :- http_handler('/resources/images/plates/plate1.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate1.png', []), []).   %load image file
46. :- http_handler('/resources/images/plates/plate2.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate2.png', []), []).   %load image file
47. :- http_handler('/resources/images/plates/plate3.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate3.png', []), []).   %load image file
48. :- http_handler('/resources/images/plates/plate4.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate4.png', []), []).   %load image file
49. :- http_handler('/resources/images/plates/plate5.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate5.png', []), []).   %load image file
50. :- http_handler('/resources/images/plates/plate6.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate6.png', []), []).   %load image file
51. :- http_handler('/resources/images/plates/plate7.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate7.png', []), []).   %load image file
52. :- http_handler('/resources/images/plates/plate8.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate8.png', []), []).   %load image file
53. :- http_handler('/resources/images/plates/plate9.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate9.png', []), []).   %load image file
54. :- http_handler('/resources/images/plates/plate10.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate10.png', []), []).  %load image file
55. :- http_handler('/resources/images/plates/plate11.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate11.png', []), []).  %load image file
```

```
:- http_handler('/resources/images/plates/plate12.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate12.png', []), []).    %load image file
:- http_handler('/resources/images/plates/plate13.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate13.png', []), []).    %load image file
:- http_handler('/resources/images/plates/plate14.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate14.png', []), []).    %load image file
:- http_handler('/resources/images/plates/plate15.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate15.png', []), []).    %load image file
:- http_handler('/resources/images/plates/plate16.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate16.png', []), []).    %load image file
:- http_handler('/resources/images/plates/plate17.png',
http_reply_file('resources/images/plates/plate17.png', []), []).    %load image file
```