



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
ΣΤΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

**Σχεδίαση ψηφιακού ερωτηματολογίου αυτοεκτίμησης για τον
προσυμπτωματικό έλεγχο της άνοιας**

Όλγα Βασιλείου

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Υπεύθυνος
Καρανίκας Χαράλαμπος
Επίκουρος Καθηγητής

Λαμία, 2024



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ
ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ**

**Σχεδίαση ψηφιακού ερωτηματολογίου αυτοεκτίμησης για τον
προσυμπτωματικό έλεγχο της άνοιας**

Όλγα Βασιλείου

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων

Καρανίκας Χαράλαμπος

Επίκουρος Καθηγητής

Λαμία, 2024

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις (1), που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια.
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 3 Ιουλίου 2024

Η Δηλούσα

ΟΛΓΑ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.

**Σχεδίαση ψηφιακού ερωτηματολογίου αυτοεκτίμησης για τον
προσυμπτωματικό έλεγχο της άνοιας**

Όλγα Βασιλείου

Τριμελής Επιτροπή:

Καρανίκας Χαράλαμπος, Επίκουρος Καθηγητής (επιβλέπων)

Κακαρούντας Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Τσαρούχας Παναγιώτης, Καθηγητής

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Χαράλαμπο Καρανίκα, για την καθοδήγηση που μου προσέφερε, την εμπιστοσύνη που επέδειξε στις ικανότητές μου, και τον χρόνο που διέθεσε δίνοντάς μου χρήσιμες συμβουλές και οδηγίες για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Στο ίδιο πλαίσιο ευγνωμοσύνης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Τμήματος Πληροφορικής με Εφαρμογές στη Βιοϊατρική για τη συμβολή τους στην επιστημονική και τεχνολογική μου συγκρότηση στα χρόνια της φοίτησής μου στο Τμήμα.

Οφείλω επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλα τα άτομα που συνέβαλαν είτε πρακτικά (π.χ. συνεντεύξεις, χρήση της εφαρμογής) είτε ψυχικά (βοήθεια και παραινέσεις) στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου για την ψυχολογική και οικονομική υποστήριξη, καθώς και τις αδερφές μου και τις φίλες μου για την ηθική υποστήριξη σε όλο το διάστημα των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη	7
Abstract	8
Εισαγωγή	9
1 Θεωρητικό πλαίσιο	11
1.1 Νευρικό σύστημα και νοητικές λειτουργίες	11
1.2 Νευρογνωστικές διαταραχές	12
1.2.1 Νευρογνωστικές διαταραχές ή νευροεκφυλιστικά νοσήματα;	13
1.2.2 Νευρογνωστική διαταραχή ή φυσιολογική ωρίμανση;	13
1.2.3 Είδη νευρογνωστικών διαταραχών	14
1.2.4 Αιτιολογία	15
1.3 Άνοια	15
1.3.1 Είδη - Αιτιολογία	16
1.3.2 Συμπτώματα	17
1.3.3 Παράγοντες κινδύνου	18
1.3.4 Διάγνωση	21
2 Ανταγωνιστικές λύσεις	24
3 Ανάλυση απαιτήσεων	33
3.1 Υποθέσεις βάσει ιατρικών τεκμηρίων	33
3.2 Απαιτήσεις συστήματος	34
3.3 Προδιαγραφές	35

4	Σχεδίαση	36
4.1	Διάγραμμα ροής δεδομένων	36
4.2	Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης	38
4.3	Τεχνολογίες και εργαλεία ανάπτυξης της εφαρμογής	38
4.3.1	Android Studio	38
4.3.2	Flutter	38
4.3.3	Dart	39
5	Υλοποίηση	40
5.1	Chatbot υποκειμενικής γνωστικής εξασθένησης	41
5.2	Ψηφιακό ερωτηματολόγιο MoCA	44
5.2.1	Οπτικοχωρικές/Εκτελεστικές λειτουργίες	45
5.2.2	Κατονομασία	52
5.2.3	Μνήμη	53
5.2.4	Προσοχή	55
5.2.5	Γλώσσα	59
5.2.6	Αφηρημένη σκέψη	63
5.2.7	Καθυστερημένη ανάκληση	65
5.2.8	Προσανατολισμός	65
5.2.9	Εκπαίδευση	68
5.3	Αναφορά αποτελεσμάτων	69
6	Αξιολόγηση	72
7	Συμπεράσματα και συζήτηση	75
7.1	Συμπεράσματα	75
7.2	Περιορισμοί	75
7.3	Μελλοντικές έρευνες	76
	Βιβλιογραφία	77
	Ξενόγλωσση βιβλιογραφία	77
	Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία	83

Περίληψη

Η άνοια αποτελεί ένα μείζων πρόβλημα υγείας που πλήττει εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως. Η σοβαρότητα της ασθένειας καθιστά επιτακτική την ανάγκη ανάπτυξης σύγχρονων εργαλείων για τον έγκαιρο εντοπισμό της γνωστικής έκπτωσης, με στόχο την αποτελεσματικότερη και ακριβέστερη πορεία διάγνωσης και θεραπείας. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η σχεδίαση και η ανάπτυξη ενός ψηφιακού ερωτηματολογίου αυτοεκτίμησης για τον προσυμπτωματικό έλεγχο της άνοιας. Αρχικά, μελετήθηκε η ασθένεια (είδη, συμπτώματα, κλπ.) για τη βαθύτερη κατανόηση του προβλήματος. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση του πεδίου εφαρμογής για να εξεταστούν τα υπάρχοντα γνωστικά τεστ για κινητές συσκευές. Η σύγκριση των ανταγωνιστικών λύσεων επισήμανε τις ελλείψεις των διαθέσιμων εφαρμογών γνωστικής αξιολόγησης και, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα συνεντεύξεων με εξειδικευμένους επαγγελματίες υγείας, οδήγησε στην απόφαση ψηφιοποίησης της Γνωστικής Αξιολόγησης του Μόντρεαλ (MoCA) και την υλοποίηση ενός chatbot εξέτασης της Υποκειμενικής Γνωστικής Έκπτωσης (ΥΓΕ). Αφού ορίστηκαν οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές του προτεινόμενου συστήματος, καταγράφηκε η ροή επεξεργασίας των δεδομένων και οι περιπτώσεις χρήσης του. Ως λογισμικό ανάπτυξης της εφαρμογής και γλώσσα προγραμματισμού επιλέχθηκε το Flutter της Google και η Dart αντίστοιχα. Ακολούθησε η υλοποίηση του συστήματος, όπου περιγράφηκε η ενσωμάτωση του chatbot ΥΓΕ και η διαδικασία ψηφιακής μετάφρασης των πεδίων του ερωτηματολογίου MoCA. Η αξιολόγηση της εφαρμογής επιτεύχθηκε με τη χρήση της Κλίμακας Χρηστικότητας Συστήματος (SUS) και τη συμμετοχή εθελοντών-χρηστών, οι οποίοι έκριναν το σύστημα ως προς την ευχρηστία του και όχι ως προς την ακρίβεια διάγνωσης νοητικής εξασθένησης. Τα αποτελέσματα ικανοποίησαν τους στόχους της εφαρμογής και έθεσαν τις βάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις.

Λέξεις - κλειδιά: άνοια, γνωστική αξιολόγηση, προσυμπτωματικός έλεγχος, εφαρμογή Flutter

Abstract

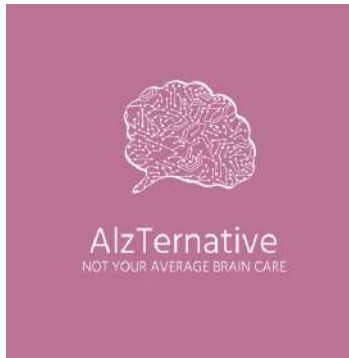
Dementia is a major health problem affecting millions of people worldwide. The severity of the disease necessitates the development of modern tools for the early detection of cognitive decline in order to provide a more effective and accurate course of diagnosis and treatment. The purpose of this thesis is the design and development of a digital self-assessment screening test for the early detection of dementia. The first step was to study the disease (types, symptoms, etc.) to gain a deeper understanding of the problem. Then, a literature review was conducted to examine the current cognitive tests available for mobile devices. The comparison of competing solutions identified the limitations of the available applications for cognitive assessment and, combined with the results of interviews with expert healthcare professionals, led to the digitalization of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) and the implementation of a chatbot for Subjective Cognitive Decline (SCD) testing. After defining the requirements and specifications of the proposed system, we recorded the data flow and use cases of the system. Google's Flutter and Dart were chosen as the application development software and programming language respectively. The next step was the implementation phase, which detailed the development of the SCD chatbot and the process of digitally translating the MoCA questions. The app evaluation was carried out using the System Usability Scale (SUS), thanks to the participation of volunteer users who rated the system on its usability and not on the accuracy of its diagnosis of cognitive impairment. The results met the objectives of the application and set the stage for future upgrades.

Keywords: dementia, cognitive assessment, early detection, Flutter application

Εισαγωγή

Η ασθένεια της άνοιας συγκαταλέγεται στις μείζονες νευρογνωστικές διαταραχές και χαρακτηρίζεται από σημαντική εξασθένηση σε έναν ή περισσότερους γνωστικούς τομείς, όπως τη μνήμη, την αντίληψη και τη γλώσσα [2]. Μέχρι το 2023, περισσότεροι από 55 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως ζούσαν με άνοια, με σχεδόν 10 εκατομμύρια νέα περιστατικά να καταγράφονται ετησίως, τα οποία αυξάνουν τα επίπεδα θνησιμότητας του πληθυσμού [24]. Στην Ελλάδα, τα άτομα με άνοια αντιπροσώπευαν το 1,99% του πληθυσμού το 2018, ενώ υπολογίζεται πως θα φτάσουν το 2,37% το 2025 και το 3,95% το 2050, κυρίως λόγω της αύξησης του προσδόκιμου ζωής [25]. Διαπιστώνεται, λοιπόν, ότι η έγκαιρη αναγνώριση συμπτωμάτων της άνοιας παίζει καθοριστικό ρόλο στην παροχή γρήγορης και αποτελεσματικής θεραπείας, καθώς και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών. Ωστόσο, οι διαγνωστικές δοκιμασίες έντυπης μορφής είναι συχνά χρονοβόρες, δαπανηρές και παρωχημένες [73].

Τόσο η σοβαρότητα της ασθένειας όσο και προσωπικές εμπειρίες με ανοϊκά άτομα, συντέλεσαν στην απόφαση περαιτέρω μελέτης της άνοιας και εύρεσης μιας σύγχρονης λύσης για την έγκαιρη ανίχνευση της νοητικής έκπτωσης. Η αρχική ιδέα υλοποίησης μιας εφαρμογής για τον προσυμπτωματικό έλεγχο της άνοιας αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού διαγωνισμού Innovation Days το 2021 [34], όπου έλαβε την τρίτη θέση. Συγκεκριμένα, στον πρώτο γύρο του διαγωνισμού, ο οποίος πραγματοποιήθηκε τοπικά υπό την αιγίδα του Εθνικού Κέντρου Τεκμηρίωσης και Ηλεκτρονικού Περιεχομένου, σε συνεργασία με τη Μονάδα Καινοτομίας και Επιχειρηματικότητας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, προτάθηκε η εφαρμογή “AlzTernative”. Στόχος της εφαρμογής ήταν ο εντοπισμός συμπτωμάτων της άνοιας ή της νόσου Αλτσχάιμερ και η τηλεπαρακολούθηση της γνωστικής κατάστασης των ηλικιωμένων ασθενών-χρηστών, μέσω ψηφιοποιημένων ερωτηματολογίων αξιολόγησης νοητικών ικανοτήτων και σχετικών παιχνιδιών (brain games).



Σχήμα 1: Λογότυπο της εφαρμογής AlzTernative

Σε συνέχεια της αρχικής ιδέας, δόθηκε βαρύτητα στο κομμάτι της γνωστικής αξιολόγησης και μελετήθηκαν προσεγγίσεις που εστιάζουν στην ανίχνευση της άνοιας. Ως εκ τούτου, αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η σχεδίαση και η ανάπτυξη μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές, η οποία αποτελεί την ψηφιακή και αυτοχορηγούμενη έκδοση μίας ιατρικής κλίμακας αξιολόγησης νοητικών ικανοτήτων για τον προσυμπτωματικό έλεγχο της άνοιας. Για την ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος κρίθηκε απαραίτητη η χρήση ευέλικτων εργαλείων, με στόχο την ευχρηστία της εφαρμογής και τη βέλτιστη ανταπόκριση από το ευρύ κοινό.

Η πτυχιακή εργασία χωρίζεται σε επτά κεφάλαια: το θεωρητικό πλαίσιο, τις ανταγωνιστικές λύσεις, την ανάλυση απαιτήσεων, τη σχεδίαση, την υλοποίηση, την αξιολόγηση και τα συμπεράσματα. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται οι σχετικές ιατρικές έννοιες και τα γνωρίσματα της ασθένειας. Το δεύτερο κεφάλαιο συγκρίνει τις υπάρχουσες εφαρμογές γνωστικής αξιολόγησης, με στόχο τον ορισμό των χαρακτηριστικών του προτεινόμενου συστήματος. Αυτά καταγράφονται στο τρίτο κεφάλαιο, το οποίο εξετάζει ορισμένες υποθέσεις βάσει ιατρικών τεκμηρίων, καθώς και τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές της εφαρμογής. Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελείται από τα διαγράμματα ροής δεδομένων και περιπτώσεων χρήσης του συστήματος, και τις τεχνολογίες που αξιοποιήθηκαν κατά την ανάπτυξή του. Στο πέμπτο κεφάλαιο καταγράφεται η διαδικασία υλοποίησης, η οποία περιλαμβάνει τις οδηγίες χορήγησης και βαθμολόγησης των ερωτηματολογίων που ψηφιοποιούνται, τα απαραίτητα αποσπάσματα κώδικα, και στιγμιότυπα κάθε οθόνης της εφαρμογής. Το έκτο κεφάλαιο αφορά την αξιολόγηση του συστήματος, όπως αυτή υλοποιήθηκε με τη βοήθεια εθελοντών συμμετεχόντων που δέχτηκαν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή. Στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο, παρατίθενται τα συμπεράσματα, οι περιορισμοί και οι μελλοντικές επεκτάσεις του προτεινόμενου συστήματος.

Κεφάλαιο 1

Θεωρητικό πλαίσιο

1.1 Νευρικό σύστημα και νοητικές λειτουργίες

Το Νευρικό σύστημα κατέχει ζωτική σημασία στη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Φέρει την ευθύνη συντονισμού και λειτουργίας όλων των συστημάτων του οργανισμού. Αυτό πραγματοποιείται μέσω της πρόσληψης εσωτερικών και εξωτερικών ερεθισμάτων και της μεταφορά τους στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), όπου μετατρέπονται σε εντολές και διοχετεύονται μέσω νευρών στα κατάλληλα εκτελεστικά όργανα. Έτσι, ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα δράσης μέσα στο περιβάλλον του [74].

Κύριο μέρος του νευρικού συστήματος αποτελεί το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), το οποίο περιλαμβάνει τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό. Ο νωτιαίος μυελός συνδέει τον εγκέφαλο με το υπόλοιπο σώμα. Ο εγκέφαλος χωρίζεται σε δυο ημισφαίρια, το δεξί και το αριστερό, και συνιστούν το επίκεντρο της συνείδησης. Εκεί επιτελούνται υψηλές νοητικές λειτουργίες, όπως ο λόγος, ο συλλογισμός, η μνήμη, η εκμάθηση, τα συναισθήματα, η κίνηση, αλλά και η ερμηνεία των αισθήσεων (ακοή, αφή, όραση) [74][75].

Το κάθε ημισφαίριο παρουσιάζει ρωγμές που χωρίζουν τον εγκέφαλο σε τέσσερις λοβούς: τον ινιακό, τον βρεγματικό, τον κροταφικό και τον μετωπιαίο. Ο ινιακός λοβός βρίσκεται στο πίσω μέρος του κεφαλιού και επεξεργάζεται τις οπτικές πληροφορίες. Ο βρεγματικός λοβός συνδέεται με τον αισθητήριο φλοιό και επεξεργάζεται τις πληροφορίες αφής, γεύσης, πίεσης, πόνου, τη θερμότητα και το κρύο, ενώ ταυτόχρονα ασχολείται με τη χωρική και οπτική αντίληψη. Ο κροταφικός λοβός δέχεται τα ακουστικά σήματα και επεξεργάζεται τη γλώσσα, ενώ περιέχει και την περιοχή Wernicke, η οποία σχετίζεται με την κατανόηση της γλώσσας. Τέλος, ο μετωπιαίος λοβός κατευθύνει την ολοκλήρωση της κίνησης, την ομιλία

(περιοχή Broca), τις διαδικασίες της σκέψης (κρίση, επίλυση προβλημάτων) και τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας και της συμπεριφοράς. Παρόλο που οι λοβοί χωρίζονται ως προς τις λειτουργίες τους, καμία περιοχή του εγκεφάλου δε λειτουργεί μόνη της [74][75].

Τα νευρικά κύτταρα του εγκεφάλου (νευρώνες) εκτιμώνται περίπου στα 86 δισεκατομμύρια και δημιουργούν δίκτυα μέσω του σχηματισμού συνάψεων. Όσο ο άνθρωπος χρησιμοποιεί αυτές τις συνάψεις, εκείνες ενδυναμώνονται και παραμένουν ενεργές έως και τις μεγάλες ηλικίες. Καθώς κάποιες ομάδες συνάψεων σχετίζονται με τη μνήμη, ο εκφυλισμός των γνωστικών ικανοτήτων δύναται να οφείλεται στο χάσιμο των περιοχών αυτών λόγω αδράνειας. Οι συνάψεις, επίσης, αποτελούν τις περιοχές μετακίνησης των νευρικών μηνυμάτων. Με τη βοήθεια των νευροδιαβιβαστών, τα νευρικά μηνύματα διασχίζουν τη συναπτική σχισμή και μεταφέρονται από τον ένα νευρώνα στον άλλον [74].

Οι νευροδιαβιβαστές είναι διεγερτικές ουσίες, με τη μορφή χημικών μορίων ή ορμονών. Αν ο οργανισμός παρουσιάζει ανεπάρκεια ενός νευροδιαβιβαστή, αυτό έχει συνέπειες στη μετάδοση των μηνυμάτων, άρα και στην ενεργητικότητα ή παθητικότητα των νευρώνων. Οι νευρολογικές ασθένειες οφείλονται σε ανισορροπίες των νευροδιαβιβαστών. Για παράδειγμα, ένας γνωστός νευροδιαβιβαστής είναι η ντοπαμίνη. Κατά τη νόσος του Parkinson, η ανεπάρκεια ντοπαμίνης προκαλεί προοδευτικό θάνατο των εγκεφαλικών κυττάρων, με αποτέλεσμα την ακαμψία και την ασταθή στάση [74].

1.2 Νευρογνωστικές διαταραχές

Η νόηση ή γνωστικές λειτουργίες (cognition), αφορά τις περίπλοκες και ποικίλες δεξιότητες του εγκεφάλου. Οι νοητικές δεξιότητες, όπως ο συλλογισμός, η αντίληψη, η μνήμη, η κρίση, η φαντασία, η προσοχή, η σκέψη, η λήψη αποφάσεων και η επίλυση προβλημάτων, είναι αναγκαίες για την εκτέλεση οποιασδήποτε δραστηριότητας του ανθρώπου [5][20][35].

Οι νευρογνωστικές διαταραχές αφορούν βλάβες στον εγκέφαλο και στους νευρολογικούς μηχανισμούς στους οποίους πραγματοποιούνται οι γνωστικές λειτουργίες [6][35]. Κατά τη γήρανση, ο άνθρωπος παρουσιάζει έκπτωση των νοητικών του δεξιοτήτων, αλλά το φαινόμενο αυτό δεν αποτελεί διαταραχή. Στον ιατρικό κύκλο, οι νευρογνωστικές διαταραχές συχνά ονοματίζονται και ως νευροεκφυλιστικές παθήσεις ή νοσήματα. Σημαντική, λοιπόν, τίθεται η διαφοροποίηση των δύο όρων, αλλά και ο διαχωρισμός ανάμεσα στη νοητική έκπτωση λόγω ηλικίας και λόγω διαταραχής-μη λειτουργικότητας.

1.2.1 Νευρογνωστικές διαταραχές ή νευροεκφυλιστικά νοσήματα;

Τα νευροεκφυλιστικά νοσήματα αποτελούν παθήσεις του εγκεφάλου και χαρακτηρίζονται από τη διαταραχή της δομής και λειτουργίας των νευρώνων, την πρόωρη γήρανση και τον θάνατο των νευρικών κυττάρων [79]. Τα νοσήματα αυτά είναι ανίατα και σταδιακά, καθώς επιδεινώνονται με τα χρόνια χωρίς πλήρη θεραπεία.

Αντίστοιχα, οι νευρογνωστικές διαταραχές είναι παθήσεις κατά τις οποίες εντοπίζονται βλάβες στις νοητικές λειτουργίες. Παρόλο που ο εννοιολογικός προσδιορισμός των δύο όρων είναι παρόμοιος, η διαφορά έγκειται στην ηλικία έναρξης και την αιτιολογία. Για παράδειγμα, σύμφωνα με το Διαγνωστικό και Στατιστικό Εγχειρίδιο Ψυχικών Διαταραχών, Πέμπτη Έκδοση (DSM-V) της Αμερικανικής Ψυχιατρικής Εταιρείας (APA), η Άνοια τύπου Alzheimer έγκειται στην κατηγορία των διαταραχών λόγω της εκδήλωσής της, αλλά και στην κατηγορία των ασθενειών-νοσημάτων με βάση την αιτιολογία της [2].

Η αιτιολογία των νευρογνωστικών διαταραχών δύναται να οφείλεται σε κάποια νευροεκφυλιστική πάθηση. Το νόσημα, λοιπόν, αποτελεί αιτιολογία μιας διαταραχής. Σε αντίθεση με τις παθήσεις, όπου η αιτιολογία εντοπίζεται αποκλειστικά στις νευρολογικές αλλαγές, οι διαταραχές μπορούν επίσης να ευθύνονται σε κάποιο τραύμα στον εγκέφαλο ή την κατάχρηση ουσιών [2][77]. Τέλος, ο όρος «νευρογνωστικές διαταραχές» προτιμάται για καταστάσεις που επηρεάζουν νεαρά άτομα, όπως η δευτερογενής βλάβη εξαιτίας λοίμωξης HIV [2].

1.2.2 Νευρογνωστική διαταραχή ή φυσιολογική ωρίμανση;

Οι νευρογνωστικές διαταραχές χαρακτηρίζονται από ελλείμματα στη γνωστική λειτουργία [2][35]. Η διαφορά ανάμεσα στη γνωστική έκπτωση λόγω ηλικίας και λόγω παθολογίας έχει μελετηθεί εκτεταμένα, με τους επιστήμονες να καταλήγουν στα παρακάτω αποτελέσματα.

Κατά τη φυσική γήρανση, ο εγκέφαλος συρρικνώνεται και ορισμένες συνάψεις χάνονται. Από τη στιγμή που η νόηση αλλάζει, επακόλουθο αποτελεί η επιβράδυνση των λειτουργιών της. Μερικές γνωστικές δεξιότητες, όπως η μνήμη, η κοινωνική γνώση και η γλώσσα δεν επηρεάζονται σημαντικά με την ηλικία. Οι τομείς που υφίστανται σταδιακά φυσιολογική έκπτωση συμπεριλαμβάνουν την ταχύτητα επεξεργασίας γνωστικών και κινητικών αντιδράσεων, την ανάλυση πληροφοριών, τη βραχυπρόθεσμη μνήμη και την εκτελεστική λειτουργία. Τα γηραιά άτομα, για παράδειγμα, δεν μπορούν να επεξεργαστούν στη βραχυπρόθεσμη μνήμη τους την ίδια ποσότητα πληροφοριών με νεαρά άτομα, ενώ χρειάζονται μεγαλύτερη προσπά-

θεια επανάληψης και ανάκτησης πληροφοριών. Η έκπτωση αυτή βρίσκεται στο φάσμα της κανονικότητας [19]. Η εξασθένηση των αισθήσεων, όπως η ακοή και η όραση, μπορούν επίσης να επηρεάσουν τη νοητική λειτουργία [43]. Αυτή η εξασθένηση είναι φυσιολογική και αναμενόμενη. Όταν, όμως, πλήττεται η καθημερινότητα, η λειτουργικότητα και η ζωή του ατόμου σε ανησυχητικό επίπεδο, γίνεται λόγος για παθολογία/διαταραχή [9].

1.2.3 Είδη νευρογνωστικών διαταραχών

Στις νευρογνωστικές διαταραχές, η γνωστική βλάβη αποτελεί επίκτητο χαρακτηριστικό του ατόμου, δηλαδή πλήττει ένα ήδη κατεκτημένο πνευματικό επίπεδο. Αν το έλλειμμα είναι παρόν από τη γέννηση ή γίνεται εμφανές κατά την ανάπτυξη, η διαταραχή θεωρείται αναπτυξιακή [2][35]. Παρόλο που πολλές διαταραχές εμφανίζουν ως σύμπτωμά τους το γνωστικό έλλειμμα (π.χ. διαταραχές προσωπικότητας), μόνο εκείνες με βασικό σύμπτωμα τη γνωστική βλάβη συμπεριλαμβάνονται στην κατηγορία των νευρογνωστικών διαταραχών.

Τα είδη των νευρογνωστικών διαταραχών κατηγοριοποιούνται διαφορετικά, ανάλογα το διαγνωστικό εγχειρίδιο που ακολουθείται. Το DSM-V της Αμερικανικής Ψυχιατρικής Εταιρείας (APA), έχει δημιουργήσει τις εξής κατηγορίες:

- Παραλήρημα (Delirium)
- Μείζονες Νευρογνωστικές Διαταραχές (Major Neurocognitive Disorders)
- Ήπιες Νευρογνωστικές Διαταραχές (Mild Neurocognitive Disorders)

Μια σημαντική διαφορά του DSM-V από το DSM-IV αποτελεί η αφαίρεση του όρου «Άνοια» (dementia), σημειώνοντας πως οι κατηγορίες Μείζονες και Ήπιες Νευρογνωστικές Διαταραχές αντικαθιστούν τον όρο πλέον, λόγω της περιοριστικής σημασίας του. Οι νευρογνωστικές διαταραχές συμπεριλαμβάνουν και τη γνωστική έκπτωση λόγω λοιμώξεων ή κακώσεων του εγκεφάλου, ενώ προτιμάτε και για τα νεότερα άτομα, σε αντίθεση με τον όρο «Άνοια». Παρόλα αυτά, στην ελληνική βιβλιογραφία, γίνεται κυρίως λόγος για «Άνοια», παρά για «Νευρογνωστική διαταραχή», μιας και είναι πιο γνωστό στον μη ιατρικό κόσμο [2].

Από την άλλη, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) έχει συνθέσει το εγχειρίδιο Διεθνούς Στατιστικής Ταξινόμησης των Νόσων και των Σχετικών Προβλημάτων Υγείας, έκδοση ενδέκατη (ICD-11), στο οποίο ταξινομούνται οι νευρολογικές διαταραχές ως εξής:

- Παραλήρημα (Delirium)
- Ήπια Νευρογνωστική Διαταραχή (Mild Neurocognitive Disorder)
- Αμνησιακή Διαταραχή (Amnesic Disorder)

- Άνοια (Dementia)
- Αλλιώς προσδιορισμένη Νευρογνωστική Διαταραχή
- Νευρογνωστικές Διαταραχές, Απροσδιόριστες (Neurocognitive Disorders, Unspecified)

1.2.4 Αιτιολογία

Σύμφωνα με το ICD-11 [35], ανάλογα με την αιτιολογία και την παθολογία, οι Νευρογνωστικές Διαταραχές χωρίζονται σε:

- Παραλήρημα (Delirium)
 - Λόγω νόσου ταξινομημένης αλλού (Disease Classified Elsewhere)
 - Λόγω ψυχοτρόπων ουσιών συμπεριλαμβανομένων φαρμάκων (Psychoactive Substances Including Medications)
 - Λόγω πολλαπλών παραγόντων (Multiple Etiological Factors)
 - Λόγω άλλης προσδιορισμένης αιτίας (Other Specified Cause)
 - Λόγω άγνωστης ή απροσδιόριστης αιτίας (Unknown or Unspecified Cause)
- Ήπια Νευρογνωστική Διαταραχή (Mild Neurocognitive Disorder)
- Αμνησιακή Διαταραχή (Amnestic Disorder)
 - Λόγω νόσων ταξινομημένων αλλού (Diseases Classified Elsewhere)
 - Λόγω ψυχοτρόπων ουσιών συμπεριλαμβανομένων φαρμάκων (Psychoactive Substances Including Medications)
 - Λόγω άλλης προσδιορισμένης αιτίας (Other Specified Cause)
 - Λόγω άγνωστης ή απροσδιόριστης αιτίας (Unknown or Unspecified Cause)
- Άνοια (Dementia)

Η διαταραχή της άνοιας χωρίζεται σε υποκατηγορίες ανάλογα την αιτιολογία της. Αυτά τα δεδομένα θα παρουσιαστούν αναλυτικότερα στην επόμενη ενότητα.

1.3 Άνοια

Η άνοια αποτελεί ένα είδος νευρογνωστικής διαταραχής. Ο κοινός κόσμος χρησιμοποιεί τον όρο “άνοια” αναφερόμενος σε οποιαδήποτε ασθένεια που παρουσιάζει σταδιακή έκπτωση της νοητικής λειτουργίας. Παρόλα αυτά, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, άνοια δεν ισούται με τις νευρογνωστικές διαταραχές στο σύνολό τους [2].

1.3.1 Είδη - Αιτιολογία

Τα είδη της άνοιας διαφοροποιούνται μεταξύ τους με βάση την αιτιολογία και την παθολογία. Γενικά, διαγιγνώσκονται κλινικά και ταξινομούνται ανάλογα με την εκδήλωσή τους. Επομένως, καταλήγουν στις εξής κατηγοριοποιήσεις:

- Άνοια λόγω της Νόσου Alzheimer
- Άνοια λόγω Αγγειοεγκεφαλικής Νόσου
- Άνοια λόγω της Νόσου από σωμάτια Lewy
- Μετωποκροταφική Άνοια
- Άνοια λόγω Ψυχοτρόπων Ουσιών Συμπεριλαμβανομένων Φαρμάκων
- Άνοια λόγω Νόσων Ταξινομούμενων Αλλού
- Άνοια, Άλλη Προσδιορισμένη Αιτία
- Άνοια, Άγνωστη ή Απροσδιόριστη Αιτία
- Άλλη Προσδιορισμένη Νευρογνωστική Διαταραχή
- Νευρογνωστικές Διαταραχές, Απροσδιόριστες

Οι παραπάνω κατηγορίες εμφανίζουν και υποκατηγορίες με βάση την ηλικία έναρξης (π.χ. Άνοια λόγω νόσου Alzheimer με πρώιμη εμφάνιση, Άνοια λόγω νόσου Alzheimer με όψιμη εμφάνιση), το είδος των ψυχοτρόπων ουσιών (π.χ. Άνοια λόγω χρήσης αλκοόλ, Άνοια λόγω χρήσης πτητικών εισπνεόμενων φαρμάκων) και τις νόσους που ταξινομούνται αλλού (π.χ. Άνοια λόγω νόσου Parkinson, Άνοια λόγω νόσου Huntington, Άνοια λόγω έκθεσης σε βαριά μέταλλα και άλλες τοξίνες) [35].

Η βαρύτητα της Άνοιας βαθμολογείται με βάση την κλινική εξέταση και τις πληροφορίες που παρέχει ένα άτομο που έχει επαρκή επαφή με τον ασθενή, όπως άτομο της οικογένειάς ή το πρόσωπο φροντίδας. Σύμφωνα με το ICD-11 [35], η βαρύτητα τοποθετείται με βάση τον βαθμό της νευρογνωστικής και λειτουργικής βλάβης και την ικανότητα ανεξαρτησίας στην καθημερινότητα στις εξής κατηγορίες:

- **Ήπια Άνοια:** τα άτομα ζουν ανεξάρτητα, αλλά απαιτείται μερική επίβλεψη ή/και υποστήριξη – ασθένεια μη εμφανής σε άτομα που δε γνωρίζουν για αυτήν. Η κρίση και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων παρουσιάζουν βλάβη τυπικά, αλλά η κοινωνική νόηση δύναται να διατηρείται, ανάλογα την αιτιολογία. Το άτομο μπορεί να αντιμετωπίζει προβλήματα στη λήψη δύσκολων αποφάσεων, στη δημιουργία σχεδίων ή/και στον χειρισμό των οικονομικών.

- **Μέτρια Άνοια:** τα άτομα χρειάζονται υποστήριξη για να λειτουργήσουν εκτός σπιτιού και μπορούν να διεκπεραιώσουν μόνο απλές οικιακές εργασίες. Παρουσιάζουν δυσκολίες με βασικές καθημερινές δραστηριότητες, όπως ένδυση και προσωπική υγιεινή, ενώ έχουν σημαντική έλλειψη μνήμης. Η κρίση, η επίλυση προβλημάτων, η κοινωνική νόηση και η λήψη αποφάσεων εμφανίζουν αξιοσημείωτη βλάβη και το άτομο βρίσκεται συχνά σε σύγχυση. Δύναται επίσης να δυσκολεύεται στην επικοινωνία με άτομα εκτός οικογενειακού περιβάλλοντος χωρίς τη βοήθεια ενός ατόμου φροντίδας. Η κοινωνικοποίηση πλήττεται καθώς το άτομο μπορεί να συμπεριφέρεται άκοσμα, με σχετικές συμπεριφοριστικές αλλαγές.
- **Βαριά Άνοια:** σοβαρό έλλειμμα στη μνήμη, απόλυτος αποπροσανατολισμός χωρικά και χρονικά, ανικανότητα κρίσης και επίλυσης προβλημάτων, δυσκολία κατανόησης των δράσεων του περιβάλλοντος, πλήρης εξάρτηση από άλλους για την εκπλήρωση βασικών αναγκών, όπως καθαριότητα και σίτιση, και πιθανότητα εμφάνισης ακράτειας.

1.3.2 Συμπτώματα

Το κάθε είδος Άνοιας παρουσιάζει κάποια συγκεκριμενοποιημένα χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, η Άνοια λόγω της νόσου Parkinson, εμφανίζει τρόμο ηρεμίας (τρέμουλο), κάτι που δε γίνεται εμφανές στην Άνοια λόγω της νόσου Alzheimer [76]. Παρόλα αυτά, υπάρχουν κοινά συμπτώματα που παρουσιάζουν τα περισσότερα είδη Άνοιας, όπως προβλήματα με τη σκέψη και τον συλλογισμό, δυσκολίες στον λόγο, αλλαγή στην προσωπικότητα και τη συμπεριφορά, εμφάνιση διατροφικών διαταραχών (κυρίως σε όψιμο στάδιο) κλπ. [82].

Γνωστική έκπτωση: Τα άτομα με Άνοια παρουσιάζουν πτώση ενός ήδη κατακτηθέντος γνωστικού επιπέδου. Η εξασθένηση πρέπει να γίνεται εμφανής σε έναν τουλάχιστον από τους παρακάτω τομείς ώστε να θεωρηθεί έλλειμμα/διαταραχή: μάθηση και μνήμη, γλώσσα, εκτέλεση, προσοχή, αντίληψη ή κοινωνική γνώση [9]. Με βάση το DSM-V, τα άτομα με Άνοια αφαιρούνται εύκολα όταν βρίσκονται σε περιβάλλοντα με πολλαπλά ερεθίσματα (π.χ. τηλεόραση και συζητήσεις), δυσκολεύονται να συγκρατήσουν πληροφορίες ή/και να τις ανακαλέσουν στη μνήμη τους, ενώ γενικότερα παρουσιάζουν μια καθυστέρηση στη σκέψη. Η Άνοια προκαλεί προβλήματα και στη γλώσσα, με τα άτομα να αδυνατούν να συλλάβουν τον προσληπτικό λόγο και να εκφράζονται με περιορισμένο λεξιλόγιο, ενώ σε όψιμο στάδιο εμφανίζουν ηχολαλία και ξεχνούν ονόματα ανθρώπων και αντικειμένων. Η χωροταξική τους ικανότητα πλήττεται επίσης, μιας και δεν μπορούν να προσανατολιστούν στον χώρο ειδικά

μετά τη δύση του ηλίου, δυσκολεύονται να βρουν αντικείμενα στην άμεση ορατότητά τους, ακόμα και να καθίσουν [2][78].

Κοινωνική γνώση: οι ασθενείς με Άνοια δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τα συναισθήματα των άλλων, τη λεκτική και μη λεκτική συμπεριφορά τους, δε συμμορφώνονται σε κοινωνικά αποδεκτές συμπεριφορές (π.χ. ενδυμασία) και κοινωνικά σήματα, ενώ παρεκκλίνουν συχνά από το θέμα μιας συζήτησης, αγνοώντας τα λεγόμενα των υπολοίπων [2].

Διάθεση/Αλλαγή συμπεριφοράς: κυρίαρχο σύμπτωμα της Άνοιας αποτελεί η αλλαγή της συμπεριφοράς των ατόμων. Η αυξημένη εσωστρέφεια/εξωστρέφεια, μειωμένη αυτοσυγκράτηση, συνεχής νευρική κατάσταση αποτελούν κάποια από τα χαρακτηριστικά των ατόμων με Άνοια [2]. Η διάθεση των ασθενών με Άνοια αλλάζει με τον καιρό, καθώς εμφανίζουν ψυχωτικά συμπτώματα, όπως κατάθλιψη, παράνοια, οπτικές παραισθήσεις, κλπ. Επιπλέον, επιδεικνύουν ευερεθιστικότητα, αναστάτωση και επιθετικότητα λόγω ανησυχίας, και απάθεια λόγω έλλειψης κινήτρου. Ένα σημαντικό, αλλά συχνά απαρατήρητο, σύμπτωμα της Άνοιας είναι ο διαταραγμένος ύπνος, είτε με τη μορφή αϋπνίας είτε υπερυπνίας [2][9][77][78].

Διατροφικές δυσκολίες/διαταραχές: σε όνιμο στάδιο Άνοιας, οι ασθενείς εμφανίζουν διαταραχές σχετικά με το φαγητό. Δεν μπορούν να φάνε αυτόνομα, αποθηκεύουν το φαγητό στα μάγουλά τους αντί να καταπίνουν, προκαλώντας στοματική δυσφαγία ή/και φαρυγγική δυσφαγία [9][46]. Επιπλέον, η έλλειψη των απαραίτητων θρεπτικών ουσιών μπορεί να οδηγήσει σε άλλα προβλήματα υγείας, τα οποία συνήθως λύνονται μόνο με νοσηλεία.

1.3.3 Παράγοντες κινδύνου

Η Άνοια δεν αποτελεί αναπτυξιακή διαταραχή, οπότε βασίζεται σε κάποιους περιβαλλοντικούς και σωματικούς παράγοντες που αυξάνουν την ευαλωτότητα του ατόμου προς αυτήν. Οι επιστήμονες έχουν κατασταλάξει σε δώδεκα βασικούς παράγοντες κινδύνου: απώλεια ακοής, κάπνισμα, υπέρταση, παχυσαρκία, φυσική παθητικότητα, διαβήτης, υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ, ατμοσφαιρική ρύπανση, εγκεφαλική κάκωση, έλλειψη εκπαίδευσης σε νεαρή ηλικία, κατάθλιψη και κοινωνική απομόνωση [41]. Σημαντικό είναι να σημειωθεί πως κανένας παράγοντας δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενος από τον άλλον, καθώς ο ένας επικλύπτει και τροφοδοτεί τον άλλον. Για παράδειγμα, η έλλειψη φυσικής άσκησης μπορεί να προκαλέσει παχυσαρκία, η οποία με τη σειρά της αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη [41]. Υπάρχουν και γενετικοί παράγοντες, όπως το φύλο και η ηλικία, οι οποίοι εμφανίζουν διαφορετικό επιπολασμό.

Ηλικία: Τα άτομα άνω των 60 ετών παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης Άνοιας. Επειδή η συχνότητα αυξάνεται απότομα με την ηλικία, δεν μπορούν να εκτιμηθούν συνολικά πως οι «άνω των 65» αποτελούν την ηλικιακή ομάδα που βρίσκεται σε κίνδυνο. Επομένως, χωρίζουν τον επιπολασμό ανά μικρές ηλικιακές ομάδες. Σύμφωνα με το DSM-V, «οι συνολικές εκτιμήσεις για τον επιπολασμό της Άνοιας είναι περίπου 1%-2% στην ηλικία των 65 ετών και στο 30% μέχρι την ηλικία των 85 χρονών» [2]. Γενικότερα, η ηλικία αυξάνει τον κίνδυνο νευροεκφυλιστικών και αγγειοεγκεφαλικών νόσων, άρα και της Άνοιας [2].

Γενετική επίδραση: έρευνες έχουν δείξει πως υπάρχουν γονίδια που σχετίζονται στενά με την εμφάνιση Άνοιας. Ένα τέτοιο γονίδιο είναι το APOE, η έλλειψη του οποίου οφείλεται στο 40% των ασθενών με Άνοια τύπου Alzheimer [43]. Κατά συνέπεια, η κληρονομικότητα επηρεάζει την εμφάνιση της διαταραχής, μιας και μπορεί να περάσει στην επόμενη γενιά μέσω επικρατούντων αυτοσωμικών γονιδίων [43]. Μερικές έρευνες έχουν συσχετίσει και την ηλικία των γονέων ως έναν παράγοντα κινδύνου, συμπεραίνοντας πως η προχωρημένη γονεϊκή ηλικία αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης Άνοιας τύπου Alzheimer, ενδεχομένως λόγω χρωμοσωματικής ανωμαλίας [16]. Επίσης, μελέτες αποδεικνύουν πως άτομα με σύνδρομο Down έχουν αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης Άνοιας, και γενικότερα άλλων νευροεκφυλιστικών νόσων που οδηγούν σε Άνοια. Παράλληλα, τα άτομα με σύνδρομο Down είναι επιρρεπείς και σε άλλους παράγοντες κινδύνου όπως ελλιπή πρόσβαση στην εκπαίδευση, απώλεια όρασης και ακοής, διαβήτη και παχυσαρκία [41].

Φύλο: ποικιλία ερευνών έχει αποδείξει ότι το φύλο επηρεάζει την περίπτωση εμφάνισης Άνοιας. Συγκεκριμένα οι γυναίκες είναι πιο επιρρεπείς, ιδιαίτερα όσον αφορά τη νόσο Alzheimer [7], παρόλο που κάποιοι την αποδίδουν στο ευρύτερο προσδόκιμο ζωής τους [2]. Συγκεκριμένα μια έρευνα βρήκε πως η συχνότητα Alzheimer στις γυναίκες είναι μεγαλύτερη από ότι στο άλλο φύλο μετά τα 85 έτη ζωής [3], ενώ ο κίνδυνος στους άνδρες μειώνεται μετά τα 90. Από την άλλη, ο επιπολασμός Αγγειοεγκεφαλικής Άνοιας είναι πιο σπάνιος στις γυναίκες από ότι στους άνδρες [57]. Οι γυναίκες παγκοσμίως αποκλείονται περισσότερο κοινωνικά, δέχονται λιγότερη ποιοτική εκπαίδευση, είναι πιο φτωχές και βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο να πέσουν θύματα ενδοοικογενειακής βίας, άρα να φέρουν κάποια εγκεφαλική κάκωση [41]. Παράλληλα, η εγκυμοσύνη, ο τοκετός και η εμμηνόπαυση παίζουν ρόλο στην ορμονική κατάσταση των γυναικών, καθώς και τον τρόπο γήρανσης του εγκεφάλου [41].

Εκπαίδευση: τα υψηλά επίπεδα νεαρής εκπαίδευσης και η αυξημένη μορφωτική επίτευξη κατά τη διάρκεια της ζωής μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης Άνοιας [40]. Αντίθετα, το χαμη-

λό εκπαιδευτικό επίπεδο μετά το λύκειο συνδέεται στενά με τον αυξημένο κίνδυνο Άνοιας μετά τα 60 [16]. Συγκεκριμένα, ένα μη μορφωμένο άτομο άνω των 75 ετών έχει τις διπλάσιες πιθανότητες εμφάνισης Άνοιας από ένα άτομο που έχει ολοκληρώσει έστω τη δευτέρα γυμνασίου [43]. Γενικότερα, όσο το άτομο εξασκεί τις νοητικές του δεξιότητες, συγκρατεί γνώση και δημιουργεί αποθέματα. Δύο δεξιότητες που βοηθούν στην προστασία κατά της γνωστικής βλάβης είναι η γνώση δεύτερης γλώσσας και ενός μουσικού οργάνου [41].

Τρόπος ζωής: κάποιες συνήθειες κατά τη διάρκεια της ζωής επηρεάζουν επικίνδυνα την υγεία μας, τόσο σωματικά όσο και νοητικά. Η συστηματική άσκηση μειώνει σημαντικά τις περιπτώσεις παχυσαρκίας και αγγειακών νόσων, ενώ καλυτερεύει τη φυσική κατάσταση και τη νευρωνική λειτουργία [40]. Έτσι περιορίζεται η νοητική εξασθένηση σε ποσοστό έως 30-50% [40]. Από την άλλη ένας καθιστικός και απομονωτικός τρόπος ζωής αυξάνει τις πιθανότητες παρουσίας Άνοιας. Έρευνες έχουν αναδείξει πως η συχνή κοινωνική αλληλεπίδραση στην όψιμη μέση ηλικία συνδέεται με την εξασθένηση του κινδύνου Άνοιας [40].

Εθιστικές ουσίες: το ιστορικό χρήσης ουσιών, αλκοολισμού ή/και καπνίσματος σχετίζεται με αλλαγές στον εγκέφαλο, νοητική πτώση και, ως απόρροια, την εμφάνιση νευρογνωστικών διαταραχών. Η κατανάλωση περισσότερο από 21 μονάδες αλκοόλ την εβδομάδα συνδέεται με 17% περισσότερες πιθανότητες παρουσίας Άνοιας [40]. Εξίσου επικίνδυνο είναι το κάπνισμα, αν και οι έρευνες καταλήγουν σε αμφιλεγόμενα συμπεράσματα [29], λόγω πρώιμης θνησιμότητας των καπνιστών. Ακόμα, μελέτες δείχνουν πως η μνήμη γυναικών 55-64 ετών εξασθενεί περισσότερο όταν είναι παθητικοί καπνιστές [40]. Η διακοπή ή αποφυγή του καπνίσματος, του αλκοόλ και των ουσιών μπορούν να μειώσουν σημαντικά τον επιπολασμό της Άνοιας, αφού ένα ποσοστό 3-20% των προσδοκώμενων περιπτώσεων των επόμενων 20 χρόνων μπορούν να προληφθούν με τον έλεγχο του καπνίσματος, της δίαιτας, του αλκοόλ και της διατήρησης της φυσικής κατάστασης [16].

Παχυσαρκία/ Διατροφή: η διατροφή του ανθρώπου επηρεάζει τόσο τη σωματική όσο και τη νοητική του υγεία. Έρευνες έχουν αποφανθεί πως τα παχύσαρκα (Δείκτης Μάζας Σώματος > 30) άτομα 50 χρονών παρουσιάζουν μεγαλύτερο ρίσκο εμφάνισης Άνοιας από ότι άτομα με φυσιολογικό βάρος (ΔΜΣ = 20-25). Από την άλλη, η συσχέτιση αυτή αντιστρέφεται για άτομα άνω των 65 ετών [29]. Η πρόσληψη υψηλής ποσότητας θερμίδων και λιπαρών δύναται να προκαλέσει Alzheimer [43]. Μια έρευνα έδειξε πως η κατανάλωση επεξεργασμένων τροφίμων (κρέας, λάδι, αλοιφές) συνδέεται με ταχύτερη νοητική έκπτωση [41].

Νόσοι/ Διαταραχές: ασθένειες κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ατόμου, είτε είναι ιάσιμες

είτε μη, επηρεάζουν τη νοητική λειτουργία του, άρα συνδέονται και με την εμφάνιση κάποιας νευρογνωστικής διαταραχής. Αρχικά, τα άτομα που έχουν υποστεί εγκεφαλική κάκωση, ειδικά αν αυτή συνοδεύεται από απώλεια αισθήσεων, έχουν περισσότερες πιθανότητες να παρουσιάσουν Alzheimer [43]. Η υπέρταση και ο διαβήτης επίσης σχετίζονται με την εμφάνιση άνοιας, με την υπέρταση της ενήλικης ζωής να χαρακτηρίζεται από αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης άνοιας στη γήρανση [40]. Κάποιες διαταραχές δύναται να αποτελέσουν παράγοντα κινδύνου της Άνοιας, όπως η απώλεια ακοής και η κατάθλιψη. Σύμφωνα με μια μελέτη του 2020, η απώλεια ακοής αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα κινδύνου της Άνοιας, με τους νοσούντες να έχουν τις διπλάσιες πιθανότητες να αναπτύξουν Άνοια από ένα άτομο με λειτουργική ακοή [41]. Οι επιστήμονες δεν έχουν καταλήξει στην αιτιολόγηση αυτής της συσχέτισης, αλλά οι πιθανοί λόγοι είναι το αυξημένο νοητικό φορτίο, η αισθητηριακή στέρηση και η ολοένα κοινωνική απομόνωση και εξασθένηση της ψυχολογικής υγείας [41]. Τέλος, η κατάθλιψη αποτελεί αμφιλεγόμενο παράγοντα κινδύνου της Άνοιας, καθώς συνιστά και σύμπτωμα της. Παρόλα αυτά, έρευνες έχουν αποδείξει πως τα άτομα με κάποια νοητική πάθηση είναι τρεις φορές πιο ευάλωτα στην Άνοια [41].

Περιβαλλοντικοί παράγοντες: το περιβάλλον στο οποίο ζει το άτομο μπορεί να επηρεάσει την υγεία του και πιο συγκεκριμένα τη νοητική του λειτουργία. Αρχικά, κάποια μέταλλα, όπως το αλουμίνιο, ο σίδηρος, ο χαλκός και ο ψευδάργυρος, συνδέονται με την Άνοια [59][64]. Η ατμοσφαιρική ρύπανση δεν εντοπίζεται μόνο σε βιομηχανικές αστικές πόλεις, αλλά οπουδήποτε υπάρχουν οχήματα, καύση ξυλείας, πυρκαγιές κλπ. Οι καπνοί και οι αναθυμιάσεις από τις φωτιές δύναται να προκαλέσουν εγκεφαλικά επεισόδια, καρδιακές νόσους, καρκίνο του πνεύμονα και αναπνευστικές παθήσεις, καταστάσεις που ευδοκιμούν την εμφάνιση Άνοιας. Από την άλλη, η εισπνοή μονοξειδίου του άνθρακα και διοξειδίου του αζώτου από τις εξατμίσεις οχημάτων συσχετίζονται με την αυξημένη συχνότητα Άνοιας. Ακόμα και σε εσωτερικούς χώρους, τα άτομα βρίσκονται σε κίνδυνο από τον καπνό μαγειρέματος σε ανοιχτές φωτιές, τα τζάκια και τις κουζίνες κηροζίνης [41].

1.3.4 Διάγνωση

Υποκειμενική Γνωστική Έκπτωση

Η νόσηση του ανθρώπου τοποθετείται σε ένα φάσμα, το οποίο ξεκινάει από την τυπική/φυσιολογική νόσηση, μεσολαβεί η Ήπια Νευρογνωστική Διαταραχή (HND) και καταλήγει στην

Άνοια. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια ερευνητές έχουν εντοπίσει μια άλλη κατηγορία γνωστικής έκπτωσης που χαρακτηρίζει την ενδιάμεση κατάσταση της τυπικής νόησης και της ΗΝΔ [61]. Η Υποκειμενική Γνωστική Έκπτωση (Subjective Cognitive Decline – SCD) αφορά το υποκειμενικό αίσθημα του ασθενούς για μειωμένη, σε σχέση με το προηγούμενο επίπεδο, γνωστική ικανότητα, η οποία όμως δεν μπορεί να προσδιοριστεί αντικειμενικά με νευροψυχολογικά τεστ και δεν παρουσιάζει λειτουργική έκπτωση στις δραστηριότητες της καθημερινότητας [39][53][63]. Η Υποκειμενική Γνωστική Έκπτωση ήταν προηγουμένως γνωστή στην επιστημονική βιβλιογραφία ως «υποκειμενική ενόχληση μνήμης», «υποκειμενική γνωστική βλάβη» και «υποκειμενική ενόχληση νόησης». Το 2014, λοιπόν, η διεθνής ομάδα Subjective Cognitive Decline Initiative (SCD-I) εισήγαγε τον όρο SCD, προτείνοντας τη χρήση των λέξεων «γνωστική», γιατί τα συμπτώματα δεν αφορούν μονάχα τη μνήμη, και «έκπτωση» αντί για «ενόχληση», καθώς αντικατοπτρίζει μια προοδευτική επιδείνωση και όχι ένα μεμονωμένο και σταθερό αίσθημα [63].

Η Υποκειμενική Γνωστική Έκπτωση μπορεί να ακολουθήσει τρεις πορείες: υποχώρηση, σταθεροποίηση, επιδείνωση και εξέλιξη σε ΗΝΔ ή Άνοια [61]. Έρευνες έχουν αποδείξει πως η ΥΓΕ αποτελεί πιθανό παράγοντα κινδύνου Άνοιας και νόσου Alzheimer (NA), ενώ δύναται να επιταχύνει τη μνημονική έκπτωση [39]. Σε μία έρευνα στη Νότια Κορέα, με δείγμα μισό εκατομμύριο πληθυσμό 66 ετών, βρέθηκε πως τα άτομα με ΥΓΕ ήταν πιο πιθανό να διαγνωστούν με Άνοια από ότι τα άτομα χωρίς ΥΓΕ [38]. Σε κάποιες μελέτες, βρέθηκε πως η ομάδα με ΥΓΕ ήταν 2 φορές πιο πιθανό να εμφανίσει Άνοια [45][53], ενώ μια άλλη έρευνα συμπέρανε πως οι πιθανότητες εμφάνισης ΗΝΔ ή NA είναι 4,5 φορές μεγαλύτερες ανάλογα την ύπαρξη ή όχι ΥΓΕ [39].

Μέθοδοι διάγνωσης

Η διάγνωση ξεκινάει με τη συγκέντρωση και διερεύνηση του ιστορικού του ασθενή ώστε να καθοριστεί η βαρύτητα και το είδος της γνωστικής έκπτωσης. Το ιστορικό μπορεί να ληφθεί από συνεντεύξεις τόσο με τον ίδιο τον ασθενή όσο και με κάποιο πρόσωπο φροντίδας, μιας και ο ασθενής μπορεί να παραβλέψει συμπεριφορές-συμπτώματα [63]. Οι ερωτήσεις πρέπει να είναι συγκεκριμένες, ώστε να εντοπισθεί ο πληττόμενος γνωστικός τομέας και πώς η έκπτωση επηρεάζει τη λειτουργικότητα του ατόμου [63]. Ερωτήσεις σχετικά με παρελθοντικά τραύματα, καταχρήσεις και φαρμακευτικές αγωγές καλύπτουν τυχόν συσχέτιση με τη νοητική έκπτωση, ενώ μια ολοκληρωτική φυσική και νευρολογική εξέταση ελέγχει για βλάβη

στη βάδιση, γλωσσική εξασθένηση και εξωπυραμιδικά συμπτώματα (τρέμουλο, βραδυκίνη-
σία κλπ.), αποκλείοντας έτσι μια διαφορική διάγνωση [19].

Πέραν του ιστορικού, η Άνοια εντοπίζεται και μέσω ερωτηματολογίων προσυμπτωματι-
κού ελέγχου γνωστικής βλάβης. Η γνωστική εξέταση δεν αποτελεί αυτοτελή διαγνωστική
μέθοδο, αλλά μπορεί να αναγνωρίσει την παρουσία, τη βαρύτητα και τη φύση της βλάβης,
λαμβάνοντας υπόψη τους πολιτισμικούς παράγοντες και το μορφωτικό επίπεδο του ασθενή
[7]. Τα προσυμπτωματικά τεστ διαρκούν 10 με 15 λεπτά και αξιολογούν τις γνωστικές ικα-
νότητες του ατόμου. Τα πιο ευρέως διαδεδομένα εργαλεία είναι η Γνωστική Αξιολόγηση του
Μόντρεαλ (Montreal Cognitive Assessment - MoCA) και η Σύντομη Εξέταση της Νοητικής
Κατάστασης (Mini Mental State Examination - MMSE). Τα αποτελέσματα και των δυο ε-
πηρεάζονται από το μορφωτικό επίπεδο του ασθενή, όμως το MoCA μπορεί να ανιχνεύσει
πρόωρη γνωστική βλάβη έως και Ήπια Γνωστική Διαταραχή [7][63].

Η Άνοια ανιχνεύεται, επίσης, μέσω της νευροαπεικόνισης. Η νευροαπεικόνιση μπορεί να
αναδείξει δομικές αλλαγές στον εγκέφαλο, ατροφία ή παθολογία του φλοιού και του ιππόκα-
μπου, ενώ δύναται να εντοπίσει πιθανές θεραπεύσιμες αιτίες της Άνοιας [7]. Οι δυο ευρέως
γνωστές μέθοδοι νευροαπεικόνισης είναι η υπολογιστική ή αξονική τομογραφία (CT) και η
μαγνητική τομογραφία (MRI). Η μαγνητική τομογραφία προτιμάται από την αξονική, καθώς
μπορεί να εντοπίσει εγκεφαλικά επεισόδια, όγκους και άλλες βλάβες που οδηγούν σε γνωστι-
κές αλλαγές. Μια άλλη μέθοδος νευροαπεικόνισης είναι η ποζιτρονική τομογραφία (PET), η
οποία βλέπει in-vivo της αλλαγές που συμβαίνουν στα όργανα και τους ιστούς, βοηθώντας
στη διαφοροποίηση της αιτιολογίας της Άνοιας [7].

Ο προσυμπτωματικός έλεγχος και η πρόωρη διάγνωση της Άνοιας συνιστούν κρίσιμες
διαδικασίες, καθώς μπορούν να αλλάξουν ολοσχερώς την πορεία της διαταραχής. Διαγιγνώ-
σκοντας έγκαιρα τη γνωστική έκπτωση, ο ασθενής αποκομίζει το μέγιστο όφελος από τις
διαθέσιμες και κατάλληλες προς αυτόν θεραπείες, έχει την ευκαιρία να οργανωθεί νομικά
και οικονομικά και να σχεδιάσει το πλάνο φροντίδας και θεραπείας του όσο ακόμα είναι
ανεξάρτητος και ικανός. Επιπλέον, ο πρόωρος εντοπισμός της Άνοιας μειώνει τον χρόνο νο-
σηλείας σε νοσοκομειακές μονάδες και καθυστερεί την εισαγωγή του ασθενή σε γηροκομεία,
ελαττώνοντας το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης [9][33].

Κεφάλαιο 2

Ανταγωνιστικές λύσεις

Η διαδικτυακή αναζήτηση εφαρμογών κινητών συσκευών με λέξεις-κλειδιά “dementia [test/ app]”, και οι διαθέσιμες βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις ψηφιακών μεθόδων ελέγχου για την άνοια [1][68] υπέδειξαν ένα εντυπωσιακό πλήθος εργαλείων γνωστικής αξιολόγησης, επαληθεύοντας τη σπουδαιότητα της πρώιμης ανίχνευσης της άνοιας. Ως εκ τούτου, στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται οι λύσεις που πληρούν τα εξής κριτήρια:

- Αποτελούν εργαλεία ελέγχου γνωστικής εξασθένησης, πρωτίστως για την άνοια
- Βασίζονται σε πιστοποιημένες κλίμακες αξιολόγησης γνωστικής εξασθένησης
- Είναι επί του παρόντος διαθέσιμες στο Apple App Store ή στο Google Play Store
- Παρέχονται δωρεάν ή διαθέτουν δωρεάν έκδοση

Οι εννέα εφαρμογές που προέκυψαν από τους περιορισμούς της έρευνας παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 2.1 βάσει των τεχνικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών τους και των γνωστικών πεδίων που εξετάζουν. Τέσσερις από τις εννέα εφαρμογές αποτελούν εργαλεία αυτοεκτίμησης για την άνοια, ενώ μόνο δύο αξιολογούν και τα έξι βασικά πεδία νοητικής λειτουργίας [4]. Τα πιο σύντομα τεστ παρέχονται από τις εφαρμογές DementiaTest, Dementia Screening (ABMTSDP) και MMSE, ωστόσο δεν εξετάζουν όλους τους βασικούς γνωστικούς τομείς, ενώ τα δύο τελευταία έχουν τη χαμηλότερη αξιοπιστία και χρηστικότητα. Πλήρως προσβάσιμο είναι το εργαλείο XpressO by MoCA, το οποίο είναι διαθέσιμο για συσκευές iOS και Android λογισμικού και παρέχει τη δυνατότητα αυτοεκτίμησης. Ακολουθούν τα BrainTest και DementiaTest με μοναδικό περιορισμό την αποκλειστική διαθεσιμότητά τους σε τάμπλετ και κινητά αντίστοιχα. Όλες οι λύσεις είναι διαθέσιμες στα Αγγλικά, ενώ μόνο το MoCA DUO υπόσχεται να είναι σύντομα διαθέσιμο στα Ελληνικά (S. Ricciardi, προσωπική επικοινωνία, 29 Νοεμβρίου 2023).

Πίνακας 2.1: Επισκόπηση εφαρμογών γνωστικής αξιολόγησης

Α. Τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά

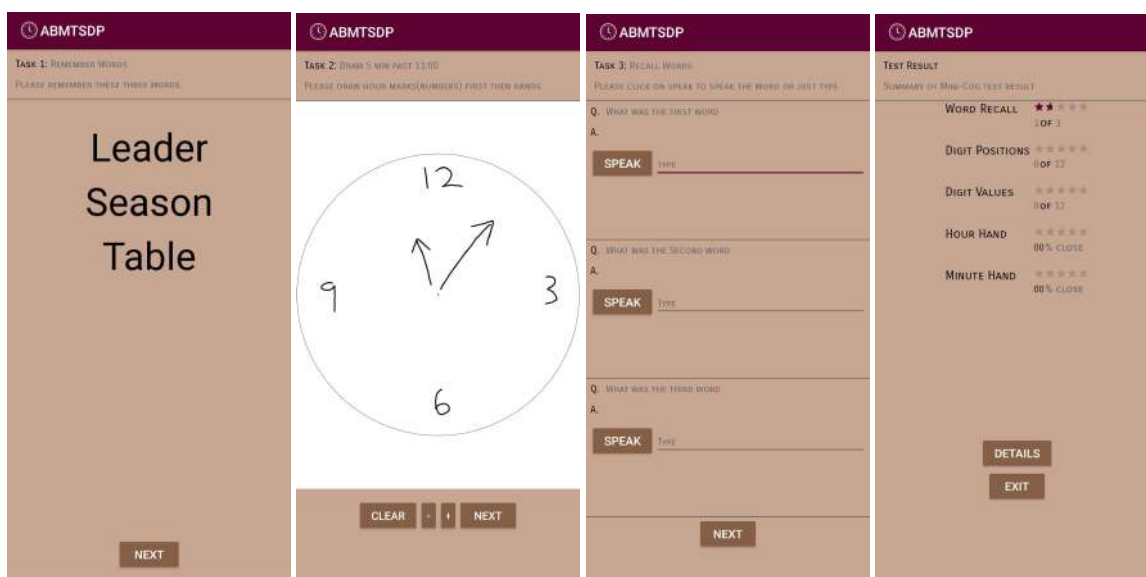
Εφαρμογή	Apple App Store	Google Play Store	Συσκευή	Χρόνος	Ιατρική κλίμακα αξιολόγησης γνωστικών λειτουργιών	Εργαλείο αυτοεκτίμησης
ABMTSDP	✗	✓	Κινητό	5'	Mini-Cog©	✗
BrainCheck	✓	✗	Κινητό, Τάμπλετ	15'	Δοκιμασία Σχεδίασης Ρολογιού, Εξέταση SLUMS, IQCODE	✗
BrainTest	✓	✓	Τάμπλετ	15'	Γνωστική Εξέταση Αυτοεκτίμησης	✓
CADi2	✓	✗	Κινητό, Τάμπλετ	10'	Γνωστική Αξιολόγηση για την Άνοια	✗
DementiaTest	✓	✓	Κινητό	5'	Δοκιμή Γνωστικής Εξασθένησης, IQCODE	✓
eSLUMS	✓	✗	Τάμπλετ	7'	Εξέταση SLUMS	✗
MMSE	✗	✓	Κινητό	5'	Σύντομη Εξέταση Νοητικής Κατάστασης	✓
MoCA DUO	✓	✗	Τάμπλετ	10'	Γνωστική Αξιολόγηση του Μόντρεαλ	✗
XpressO	✓	✓	Κινητό, Τάμπλετ	7'	Γνωστική Αξιολόγηση του Μόντρεαλ	✓

Β. Γνωστικά πεδία

Εφαρμογή	Μνήμη	Γλώσσα	Εκτελεστικές λειτουργίες	Οπτικοχωρική αντίληψη	Προσανατολισμός	Προσοχή
ABMTSDP	✓	✗	✓	✓	✗	✗
BrainCheck	✓	✗	✓	✗	✗	✓
BrainTest	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CADi2	✓	✗	✓	✓	✓	✓
DementiaTest	✓	✗	✓	✗	✓	✗
eSLUMS	✓	✗	✗	✓	✓	✓
MMSE	✓	✓	✗	✗	✗	✓
MoCA DUO	✓	✓	✓	✓	✓	✓
XpressO	✓	✗	✓	✗	✗	✗

ABMTSDP (Dementia Screening)

Η εφαρμογή ABMTSDP [50] κυκλοφόρησε το 2022 από την εταιρεία Muproduction. Διατίθεται για Android συσκευές και βασίζεται στο εργαλείο Mini-Cog© [44], συνδυάζοντας τη δοκιμασία σχεδίασης ρολογιού [60] και μία δοκιμασία ανάκλησης. Η εφαρμογή απευθύνεται σε ψυχολόγους και ασθενείς, χωρίς να παρέχει πληροφορίες αναφορικά με την αξιολόγηση της εξέτασης (μη λειτουργική επιλογή “DETAILS”), καθιστώντας απαραίτητη τη συμμετοχή του κατάλληλου ιατρικού προσωπικού στη διαδικασία του τεστ. Η περιγραφή της εφαρμογής υπόσχεται χρησιμότητα και ευχρηστία, ωστόσο κάθε φορά που ολοκληρώνεται μία δοκιμή, το ABMTSDP διαγιγνώσκει τον χρήστη με άνοια ανεξαρτήτως των απαντήσεών του, ενώ δεν είναι δυνατή η επανάληψη της δοκιμασίας, παρά μόνο αφού γίνει έξοδος από την εφαρμογή.

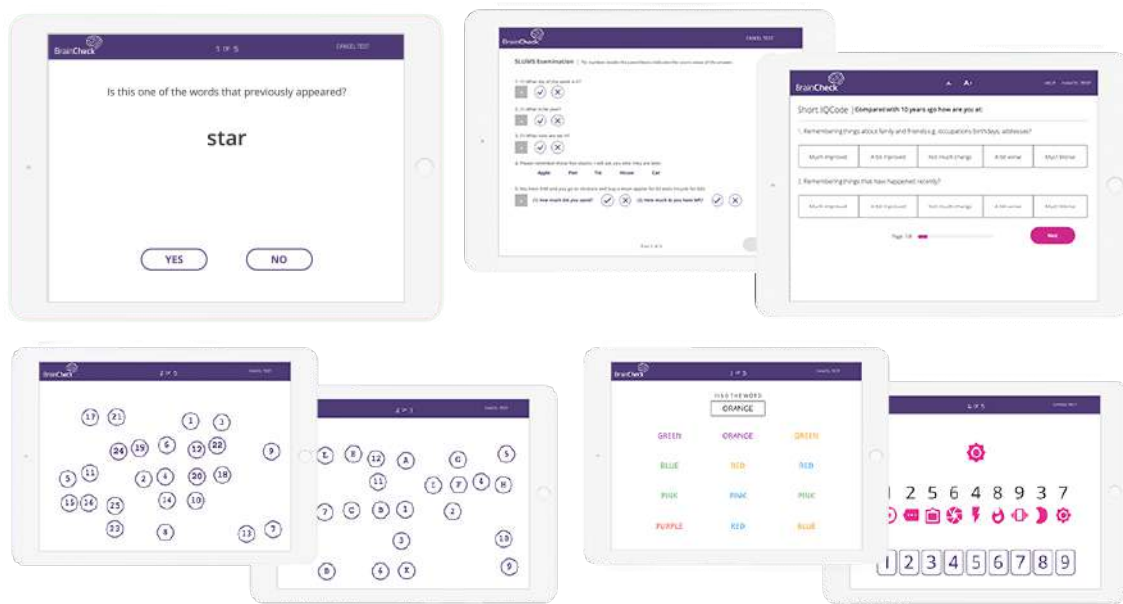


Σχήμα 2.1: Προσωπικά στιγμιότυπα οθόνες της εφαρμογής ABMTSDP

BrainCheck

Το BrainCheck, Inc. [11] είναι μία δωρεάν ψηφιακή εξέταση για την ανίχνευση της άνοιας και της ήπιας γνωστικής διαταραχής, αποκλειστικά για iOS συσκευές. Κυκλοφόρησε το 2015 από τους Δρ. David Eagleman και Δρ. Yael Katz και περιλαμβάνει τις ψηφιακές εκδοχές διάφορων εργαλείων αξιολόγησης νοητικών λειτουργιών, όπως της δοκιμασίας σχεδίασης ρολογιού [60], της εξέτασης νοητικής κατάστασης του Πανεπιστημίου του Saint Louis (SLUMS) [66], και της συνοπτικής μορφής του Ερωτηματολογίου Πληροφοριοδότη σχετικά

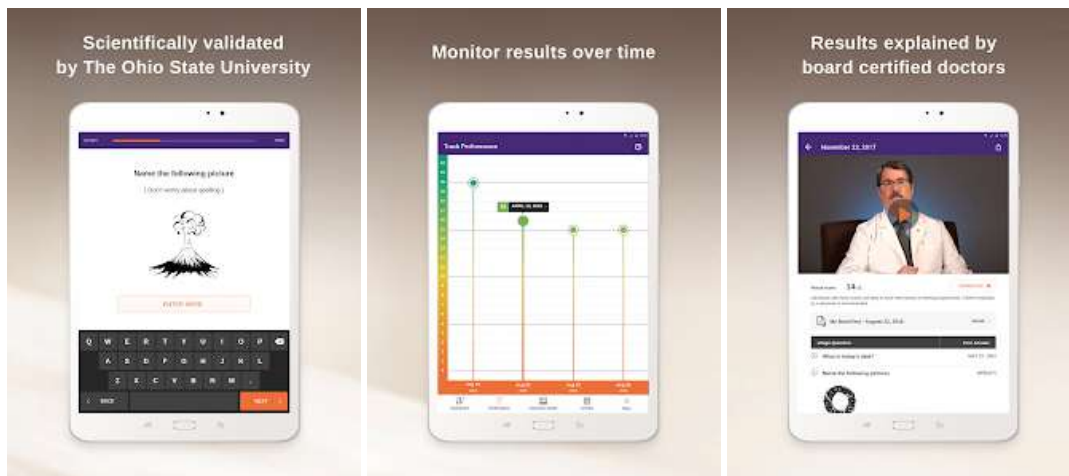
με τη Γνωστική Εξασθένηση στους Ηλικιωμένους (IQCODE) [37]. Η εφαρμογή εξετάζει μερικούς από τους βασικούς γνωστικούς τομείς, παρέχοντας άμεσα αποτελέσματα με διάκριση μεταξύ κανονικής γνωστικής λειτουργίας, ήπιας γνωστικής διαταραχής και άνοιας [72]. Παρά την ευκολία χρήσης, το BrainCheck απευθύνεται μόνο σε επαγγελματίες πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας, στερώντας τη δυνατότητα αυτοεκτίμησης από τον χρήστη και καθιστώντας απαραίτητη τη συνταγογράφηση της εφαρμογής από πάροχο υγείας.



Σχήμα 2.2: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής BrainCheck από την ιστοσελίδα του προϊόντος [10]

BrainTest

Το BrainTest [12], γνωστό και ως eSAGE, είναι η ψηφιακή έκδοση της Γνωστικής Εξέτασης Αυτοεκτίμησης (Self-Administered Gerocognitive Examination) [58] που κυκλοφόρησε το 2017 για iOS και Android συσκευές τάμπλετ, από την εταιρεία BrainTest κατόπιν συμφωνίας με το Πανεπιστήμιο του Οχάιο, δημιουργό του πρωτότυπου SAGE. Η εφαρμογή αναγνωρίζει τα πρώιμα σημάδια της άνοιας, του Αλτσχάιμερ και της ήπιας γνωστικής διαταραχής, εξετάζοντας βασικούς γνωστικούς τομείς (Πίνακας 2.1.B). Επιπλέον, εγγυάται αναλυτικά και αξιόπιστα αποτελέσματα, χάρη στην ερμηνεία τους από πιστοποιημένο επαγγελματία υγείας. Παρόλο που παρέχει μία δωρεάν δοκιμή 30-ημερών, το BrainTest απαιτεί εξαμηνιαία πληρωμή για την παροχή όλων των υπηρεσιών που προσφέρει, περιορίζοντας το κοινό του.



Σχήμα 2.3: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής BrainTest από το Google Play Store [13]

CADi2

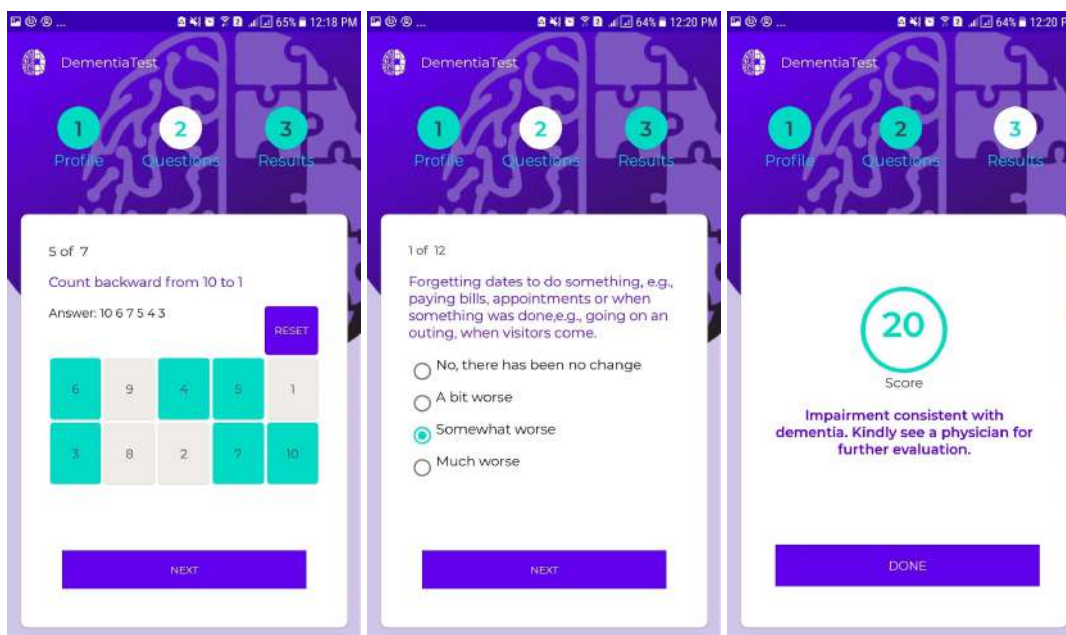
Το CADi2 [28] αποτελεί την ενημερωμένη έκδοση του CADi (Cognitive Assessment for Dementia, iOS version) για υψηλότερη ακρίβεια εντοπισμού της άνοιας. Διαθέσιμη από το 2014, η εφαρμογή των Onoda και Yamaguchi εξετάζει βασικές γνωστικές λειτουργίες μέσα από δέκα ερωτήματα που τίθενται ακουστικά [27]. Η απόδοση του χρήστη στις ερωτήσεις, σε συνδυασμό με τον χρόνο ολοκλήρωσης της δοκιμασίας, υποδεικνύει την πιθανότητα να πάσχει από άνοια, χωρίς όμως να εγγυάται πως μία χαμηλή βαθμολογία ή μία υψηλή βαθμολογία συνεπάγεται ύπαρξη ή απουσία άνοιας αντίστοιχα. Παρά τον ισχυρισμό της δυνατότητας αυτοεκτίμησης, το CADi2 απαιτεί τη συμμετοχή ενός εξεταστή, ο οποίος κατανοεί το περιεχόμενο της εφαρμογής και βοηθάει τον χρήστη να ολοκληρώσει τη δοκιμασία, σε περίπτωση υπάρχουσας γνωστικής εξασθένησης του εξεταζόμενου [52].



Σχήμα 2.4: Προσωπικά στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής CADi2

DementiaTest

Η εφαρμογή DementiaTest [69] αποτελεί εργαλείο αυτοεκτίμησης της ψυχικής υγείας, το οποίο τέθηκε σε κυκλοφορία το 2018 από τον Δρ. Fadi Fayez και την Ella Mampusti για iOS και Android συσκευές. Το ερωτηματολόγιο, απευθυνόμενο σε άτομα άνω των 60 ετών και στους φροντιστές τους, εξετάζει ορισμένες γνωστικές και εκτελεστικές λειτουργίες, εφαρμόζοντας ως μεθόδους αξιολόγησης τη Δοκιμή Γνωστικής Εξασθένησης 6 στοιχείων (6-CIT) [15] και το Ερωτηματολόγιο Πληροφοριοδότη σχετικά με τη Γνωστική Εξασθένηση στους Ηλικιωμένους (IQCODE) [37], με στόχο τον εντοπισμό συμπτωμάτων της άνοιας στα πρώιμα στάδιά της [67]. Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου επισημαίνουν την ύπαρξη ή απουσία γνωρισμάτων της ασθένειας και παραπέμπουν τον χρήστη σε ειδικό, εφόσον κριθεί απαραίτητο. Ωστόσο, ο ηλικιακός περιορισμός και η έλλειψη συντήρησης και αναβάθμισης της εφαρμογής περιορίζουν τη διαθεσιμότητα και τη χρησιμότητα του εργαλείου.

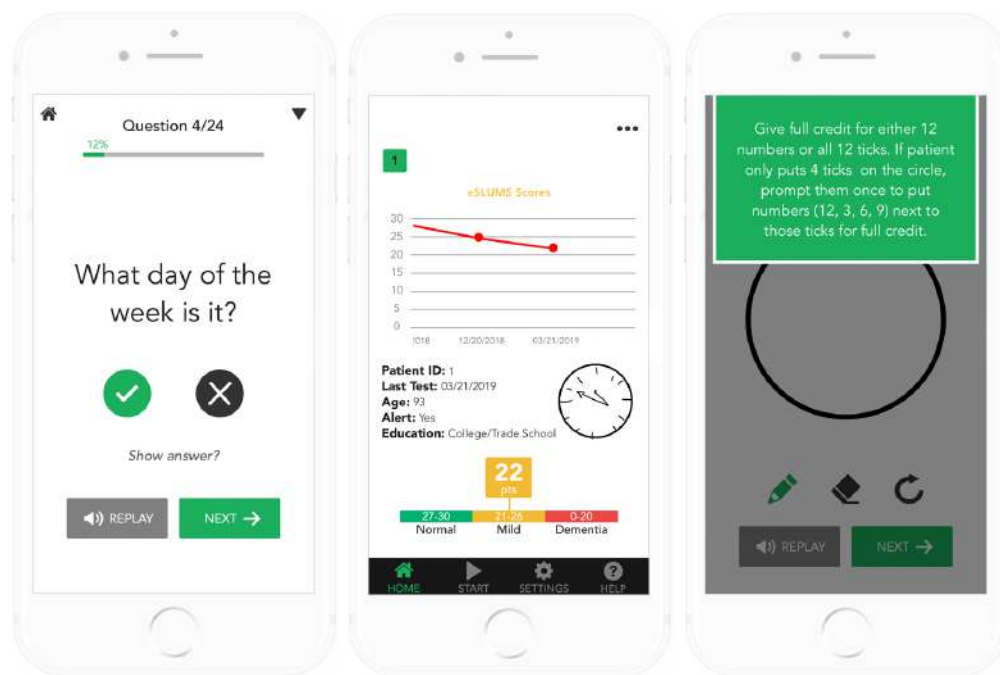


Σχήμα 2.5: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής DementiaTest το Google Play Store [26]

eSLUMS

Το eSLUMS [17][18] είναι η δωρεάν ψηφιακή έκδοση της εξέτασης Νοητικής Κατάστασης του Πανεπιστημίου του Saint Louis (SLUMS) που κυκλοφόρησε από την Chewy Logic το 2017. Η εφαρμογή αποτελεί εργαλείο ανίχνευσης και παρακολούθησης της άνοιας, εξε-

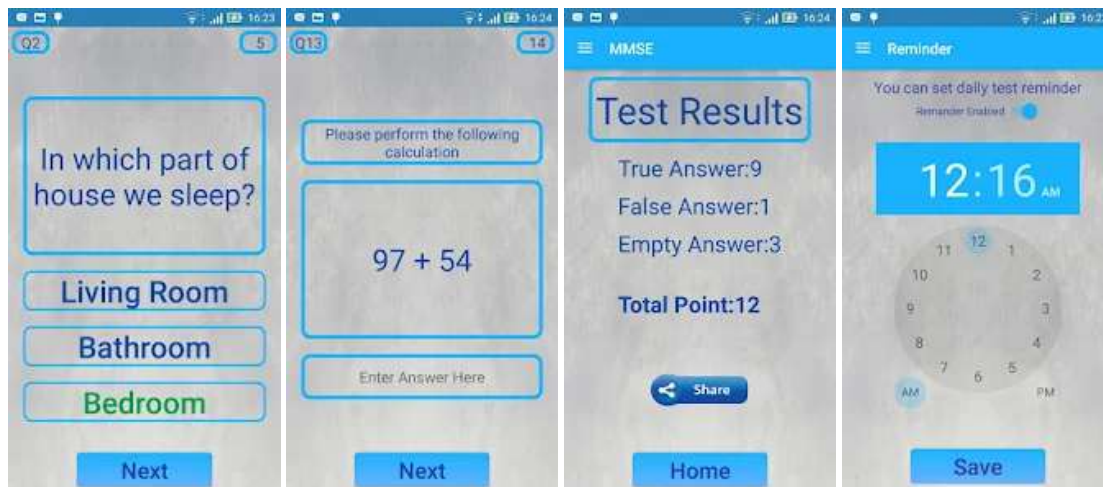
τάζοντας εντός 10 λεπτών διάφορες νοητικές λειτουργίες, όπως τη μνήμη, την προσοχή, τον προσανατολισμό και βασικές εκτελεστικές λειτουργίες. Οι δημιουργοί της υπόσχονται άμεσα και αξιόπιστα αποτελέσματα, χωρίς όμως τις απαραίτητες σχετικές αποδείξεις. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή απευθύνεται μόνο σε χρήστες iOS λογισμικού και δεν αποτελεί εργαλείο αυτοεκτίμησης, αφού απαιτεί έναν επαγγελματία υγείας ή έναν συγγενή του εν δυνάμει ασθενή για την καθοδήγησή του κατά τη συμπλήρωση των δοκιμασιών του eSLUMS.



Σχήμα 2.6: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής eSLUMS από την ιστοσελίδα του προϊόντος [17]

MMSE

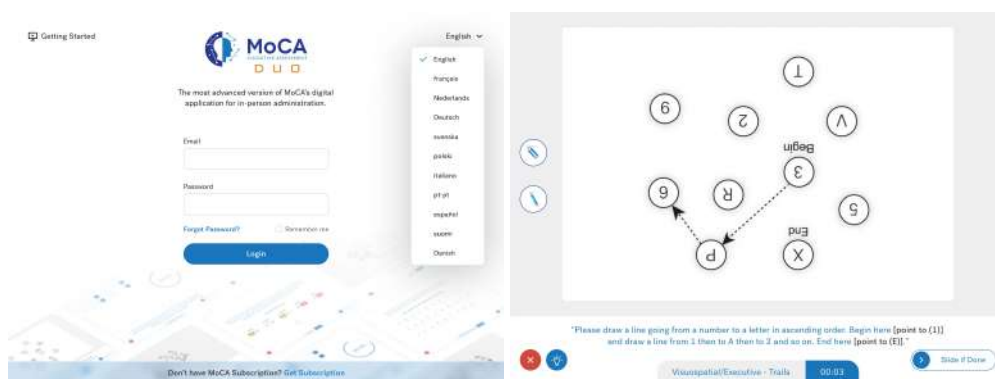
Το MMSE [71] είναι η ψηφιακή έκδοση της Σύντομης Εξέτασης της Νοητικής Κατάστασης (Mini-Mental State Examination) [31] που κυκλοφόρησε από τον Yasin Tanriverdi το 2016 για Android συσκευές. Το ψηφιακό ερωτηματολόγιο εξετάζει τις γλωσσικές ικανότητες και την προσοχή του χρήστη, σε αντίθεση με την αρχική, γραπτή έκδοση του MMSE που εξετάζει πέντε γνωστικά πεδία. Η εφαρμογή επιτρέπει την παρακολούθηση και κοινοποίηση των αποτελεσμάτων, καθώς και τη ρύθμιση υπενθυμίσεων για την τακτική συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Παρ' όλα αυτά, τόσο η απόκλιση του τεστ από το πρωτότυπο MMSE, όσο και η κακή χρήση της Αγγλικής γλώσσας, υποβαθμίζουν την ποιότητα της εφαρμογής, η οποία φαίνεται να παραμένει στάσιμη από την ημερομηνία κυκλοφορίας της.



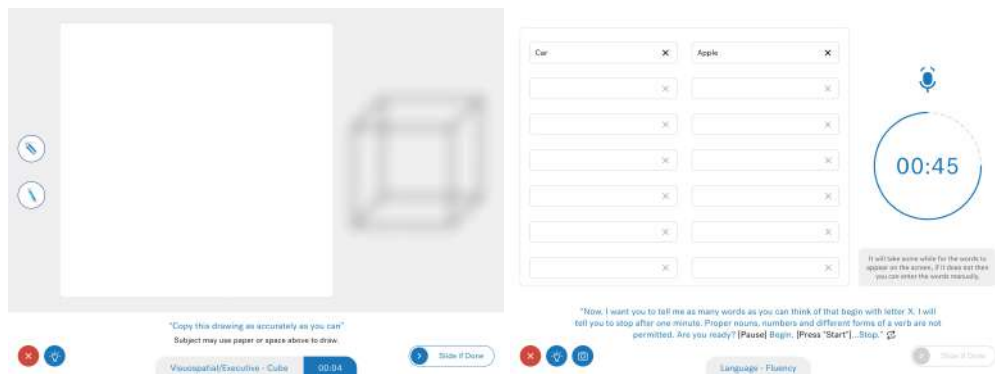
Σχήμα 2.7: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής MMSE από το Google Play Store [71]

MoCA DUO

Η Γνωστική Αξιολόγηση του Μόντρεαλ (Montreal Cognitive Assessment - MoCA) δημιουργήθηκε το 2005 από τον Δρ. Ziad Nasreddine σε έντυπη μορφή, με στόχο τον πιο αποτελεσματικό και ολοκληρωμένο γνωστικό έλεγχο [49]. Το 2017, η εταιρεία MoCA Test Inc. κυκλοφόρησε το MoCA DUO, μία ψηφιακή έκδοση του πρωτότυπου MoCA διαθέσιμη για iOS κινητές συσκευές, για την ανίχνευση γνωστικής εξασθένησης λόγω άνοιας, Αλτσχάιμερ, Πάρκινσον, εγκεφαλικών όγκων, κατάθλιψης, κ.ά.. Η εφαρμογή διαθέτει αυτοματοποιημένες λειτουργίες για μια ευκολότερη και πιο τυποποιημένη διαδικασία εξέτασης. Ωστόσο, όπως φανερώνει και το όνομά του, το MoCA DUO απαιτεί δύο συμμετέχοντες - τον εξεταστή και τον χρήστη - ενώ παρέχεται δωρεάν μόνο για ατομική χρήση και με περιορισμένες δυνατότητες (π.χ. η σύνδεση με τον Ατομικό Φάκελο Υγείας του χρήστη-ασθενή προσφέρεται μόνο από το επί πληρωμή πακέτο “Οργανισμού”).



Σχήμα 2.8: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής MoCA DUO από το Apple App Store [47] (1)



Σχήμα 2.8: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής MoCA DUO από το Apple App Store [47] (2)

XpressO by MoCA

Σε αντίθεση με το MoCA DUO, το εργαλείο XpressO [49] της εταιρείας MoCA Test Inc. επιτρέπει στο κοινό την αξιοποίηση της εφαρμογής χωρίς επιτήρηση ή καθοδήγηση από επαγγελματία υγείας ή φροντιστή. Διαθέσιμη για iOS και Android συσκευές από το 2024, η εφαρμογή εξετάζει γρήγορα και εύκολα τον χρόνο αντίδρασης, τη μνήμη και τις εκτελεστικές λειτουργίες του χρήστη. Οι απλές οδηγίες χρήσης και η γλωσσική ανεξαρτησία του εργαλείου το καθιστούν προσβάσιμο στο ευρύ κοινό, αλλά η χαμηλή πολυπλοκότητά του δεν επιτρέπει τον σαφή εντοπισμό συμπτωμάτων της άνοιας, παρά μόνο τον υπολογισμό του κινδύνου εμφάνισης γνωστικής εξασθένησης.



Σχήμα 2.9: Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής XpressO από το Apple App Store [48]

Κεφάλαιο 3

Ανάλυση απαιτήσεων

Η ανάπτυξη μίας εφαρμογής προϋποθέτει την ανάλυση των απαιτήσεων και των προδιαγραφών της, για την κατανόηση της συμπεριφοράς του συστήματος και των αναγκών των χρηστών του. Στην προκειμένη περίπτωση, η ιατρική φύση του προτεινόμενου λογισμικού κατέστησε εξίσου απαραίτητη την επικοινωνία με επαγγελματίες υγείας εξειδικευμένους στο πεδίο των γνωστικών επιστημών. Στην ενότητα αυτή, περιγράφονται τα αποτελέσματα της επικοινωνίας με τους ειδικούς, οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές του συστήματος.

3.1 Υποθέσεις βάσει ιατρικών τεκμηρίων

Οι συνεντεύξεις με εξειδικευμένους νευρολόγους στην ασθένεια της άνοιας μάς παρότρυναν στην επιλογή της Γνωστικής Αξιολόγησης του Μόντρεαλ (MoCA) ως κλίμακα αξιολόγησης γνωστικών ικανοτήτων προς ψηφιοποίηση, λόγω της απλότητας του εργαλείου. Η προσαρμογή των αποτελεσμάτων βάσει των ετών επίσημης εκπαίδευσης του εξεταζόμενου, και η αμεροληψία ως προς την ηλικία και το γένος το καθιστούν προσβάσιμο σε μεγαλύτερο κοινό [55][81], σε αντίθεση με πιο σύγχρονα εργαλεία αξιολόγησης.

Πέρα από το βασικό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης γνωστικών λειτουργιών, οι ερωτηθέντες νευρολόγοι υπέδειξαν τη σημαντικότητα της προκλινικής εξέτασης υποκειμενικών συμπτωμάτων, η οποία μπορεί να συμβάλει στην πιο ολοκληρωμένη εικόνα της νοητικής υγείας του εξεταζόμενου-χρήστη. Συγκεκριμένα, η Υποκειμενική Γνωστική Έκπτωση φαίνεται να συνδέεται με την πιθανότητα εμφάνισης Ήπιας Γνωστικής Εξασθένησης (Mild Cognitive Impairment - MCI), με τη δεύτερη να προηγείται της πρώτης στις περισσότερες αλλά όχι σε όλες τις περιπτώσεις [70]. Επομένως, κρίθηκε εξίσου αναγκαία η ψηφιοποίηση και ενσωμά-

τωση του ερωτηματολογίου ΥΓΕ στην εφαρμογή μας, αφού είναι ικανό να εξετάσει άμεσα τη μνημονική λειτουργικότητα και την ανταπόκριση του χρήστη σε δραστηριότητες και εργασίες της καθημερινότητας [32], σε αντίθεση με την ΥΓΕ ως υποκειμενικό αίσθημα που δεν αποτελεί κλίμακα αξιολόγησης (Κεφάλαιο 1).

Όσον αφορά τη συχνότητα συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων αυτοεκτίμησης των γνωστικών λειτουργιών του εξεταζόμενου, ο συνιστώμενος χρόνος επανεξέτασης ατόμων με προδιάθεση ή διάγνωση άνοιας είναι κάθε 6 με 12 μήνες [56], ή ακόμα και κάθε 3 μήνες με κίνδυνο την απομνημόνευση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου MoCA και τη μείωση της αποτελεσματικότητας του εργαλείου [49].

Τέλος, ορίσαμε τον βασικό χρήστη της εφαρμογής. Τα πρώτα συμπτώματα της άνοιας εμφανίζονται συνήθως μετά την ηλικία των 65 ετών, αλλά η νεανική άνοια ή άνοια πρώιμης εμφάνισης μπορεί να διαγνωστεί ακόμα και σε άτομα ηλικίας 50, 40 ή 30 ετών [8]. Ως εκ τούτου, η προτεινόμενη εφαρμογή δεν έχει ηλικιακό περιορισμό, αλλά αφορά αποκλειστικά μη διαγνωσμένους χρήστες χωρίς σοβαρά συμπτώματα άνοιας για τη βέλτιστη απόδοση της γνωστικής αξιολόγησης του εξεταζόμενου-χρήστη.

3.2 Απαιτήσεις συστήματος

Οι απαιτήσεις ενός συστήματος αποτελούν έναν κρίσιμο παράγοντα στον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη λειτουργία του, καθώς καθορίζουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του, όπως τις απαιτήσεις υλικού και λογισμικού, την αρχιτεκτονική και τη διεπαφή χρήστη. Οι απαιτήσεις αυτές μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες: τις λειτουργικές και τις μη λειτουργικές απαιτήσεις.

Η αρχική μορφή του προτεινόμενου συστήματος δεν παρέχει δυνατότητα εγγραφής και δημιουργίας εξατομικευμένου προφίλ χρήστη, οπότε παραλείπονται οι απαιτήσεις χρηστών όπως η δυνατότητα αποθήκευσης των αποτελεσμάτων των ερωτηματολογίων και οι ειδοποιήσεις για επαναληπτική εξέταση. Συνεπώς, οι απαιτήσεις χρηστών της εφαρμογής μας ταυτίζονται με μερικές από τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές του συστήματος.

Λειτουργικές απαιτήσεις

Οι λειτουργικές απαιτήσεις ενός συστήματος αφορούν τις υπηρεσίες που πρέπει να παρέχει βάσει των αναγκών των χρηστών. Αυτές καθορίζουν τη λειτουργία και τη συμπεριφορά

του συστήματος σε διάφορες εισόδους και καταστάσεις.

- Χρήση του πληκτρολογίου για εισαγωγή κειμένου
- Χρήση του μικροφώνου για ηχογράφηση ομιλίας
- Χρήση υπηρεσιών GPS για επαλήθευση τοποθεσίας (πεδίο του ερωτηματολογίου)
- Άμεσος υπολογισμός των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου
- Προσβάσιμο περιβάλλον ανεξαρτήτως συσκευής ή λογισμικού

Μη λειτουργικές απαιτήσεις

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις καθορίζουν τις ιδιότητες του συστήματος και τον τρόπο που παρέχει τις υπηρεσίες και τις λειτουργίες του στους χρήστες. Συγκεκριμένα, περιγράφουν χαρακτηριστικά όπως την αξιοπιστία, την απόδοση, την ασφάλεια, τη διαθεσιμότητα, την επεκτασιμότητα και την ευχρηστία του συστήματος.

- Λιτή διεπαφή, φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον, απλή πλοήγηση
- Χαμηλός χρόνος απόκρισης, άμεση επεξεργασία απαντήσεων και επιλογών του χρήστη
- Άδεια πρόσβασης στα δεδομένα του μικροφώνου
- Άδεια πρόσβασης στα δεδομένα των υπηρεσιών τοποθεσίας
- Δυνατότητα αναβάθμισης της εφαρμογής για την προσθήκη νέων χαρακτηριστικών

3.3 Προδιαγραφές

Η εφαρμογή αποτελείται από δύο ερωτηματολόγια αυτοεκτίμησης γνωστικών λειτουργιών - την ψηφιακή μορφή του MoCA στα ελληνικά και αυτή του εργαλείου υποκειμενικής γνωστικής έκπτωσης. Η δομή του συστήματος περιλαμβάνει:

- Δυνατότητα συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου αυτοεκτίμησης
- Οδηγίες συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου
- Άμεση και αναλυτική αναφορά των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου
- Συνομιλία με chatbot για την εξέταση υποκειμενικής γνωστικής εξασθένησης

Κεφάλαιο 4

Σχεδίαση

4.1 Διάγραμμα ροής δεδομένων

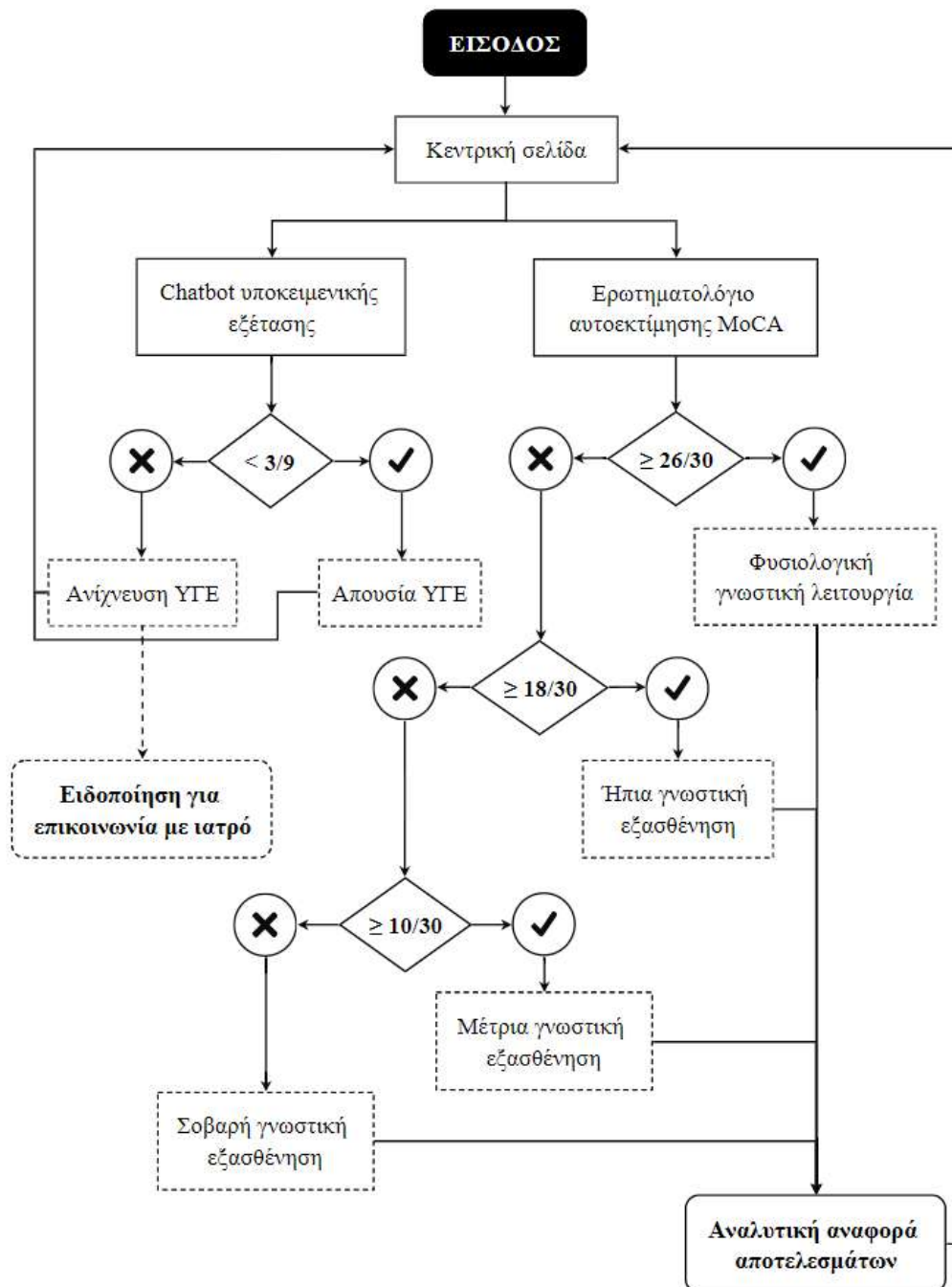
Ένα διάγραμμα ροής δεδομένων αναπαριστά γραφικά τη διαδρομή των πληροφοριών μέσα σε ένα σύστημα. Στο διάγραμμα 4.1 περιγράφονται οι βασικές διεργασίες της προτεινόμενης εφαρμογής.

Αρχικά, ο χρήστης του συστήματος μπορεί να επιλέξει μία από τις δύο λειτουργίες της εφαρμογής, οι οποίες αντιστοιχούν στα διαθέσιμα εργαλεία αυτοεκτίμησης (chatbot Υποκειμενικής Γνωστικής Έκπτωσης και ερωτηματολόγιο MoCA). Το πρώτο εργαλείο αξιοποιεί την υπηρεσία chatbot για την ανίχνευση γνωστικής εξασθένησης βάσει των εννέα ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής του αυθεντικού ερωτηματολογίου ΥΓΕ [32]. Σύμφωνα με τις οδηγίες βαθμολόγησης του ερωτηματολογίου, μία βαθμολογία άνω των τριών πόντων συνεπάγεται υποκειμενική γνωστική έκπτωση, με την εφαρμογή να παροτρύνει τον χρήστη σε περαιτέρω εξετάσεις σε αυτή την περίπτωση.

Το δεύτερο εργαλείο αποτελεί την ψηφιακή εκδοχή της μεταφρασμένης Γνωστικής Αξιολόγησης του Μόντρεαλ στα ελληνικά [80]. Στο διάγραμμα ροής αναλύονται τα αποτελέσματα του MoCA και όχι το κάθε πεδίο του ερωτηματολογίου, καθώς η μετάβαση μεταξύ κάθε οθόνης-ερώτησης είναι ευθεία και αυτονόητη. Όσον αφορά τα αποτελέσματα, οι οδηγίες βαθμολόγησης του ερωτηματολογίου MoCA θέτουν ως μέγιστη πιθανή βαθμολογία το 30 και σαν κατώφλι φυσιολογικής γνωστικής λειτουργίας το 26, ενώ για τελική βαθμολογία μεταξύ 19 και 25 πόντων ή κάτω από 18 πόντους, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ήπια γνωστική διαταραχή και μείζονα γνωστική διαταραχή αντίστοιχα [81]. Ωστόσο, η επίσημη ιστοσελίδα MoCA Cognition θέτει τα εξής επίπεδα σοβαρότητας γνωστικής έκπτωσης [49]:

- Φυσιολογική γνωστική λειτουργία για βαθμολογία άνω των 26 πόντων
- Ήπια γνωστική εξασθένηση για βαθμολογία μεταξύ 18 και 25 πόντων
- Μέτρια γνωστική εξασθένηση για βαθμολογία μεταξύ 10 και 17 πόντων
- Σοβαρή γνωστική εξασθένηση για βαθμολογία μεταξύ 0 και 9 πόντων

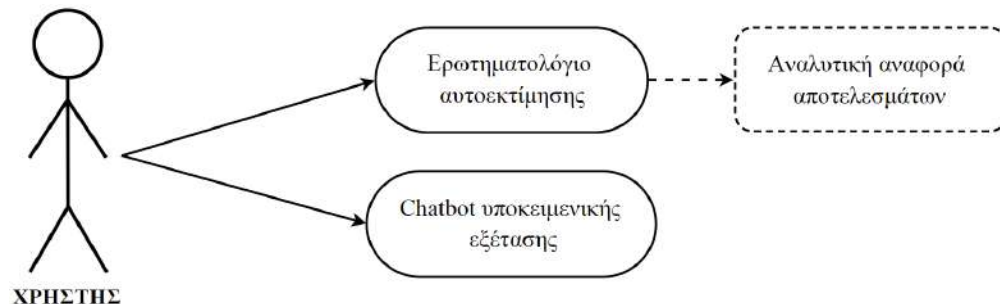
Για την αποφυγή παρανόησης του αποτελέσματος ως ιατρική διάγνωση, το τελικό σύστημα ακολουθεί τα όρια και την ορολογία της ιστοσελίδας του εργαλείου MoCA.



Σχήμα 4.1: Διάγραμμα ροής δεδομένων

4.2 Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης

Το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης αποτυπώνει τη λειτουργικότητα ενός συστήματος, απεικονίζοντας τον στόχο και τις διεργασίες αυτού. Συγκεκριμένα, το διάγραμμα 4.2 περιλαμβάνει τις δύο βασικές διεργασίες της εφαρμογής, δηλαδή τη δυνατότητα του χρήστη να συμπληρώσει το ψηφιακό ερωτηματολόγιο αυτοεκτίμησης για την άνοια (MoCA) και να ελέγξει την ύπαρξη υποκειμενικών συμπτωμάτων γνωστικής εξασθένησης (chatbot).



Σχήμα 4.2: Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης

4.3 Τεχνολογίες και εργαλεία ανάπτυξης της εφαρμογής

4.3.1 Android Studio

Η εφαρμογή της παρούσας πτυχιακής εργασίας σχεδιάστηκε στην πλατφόρμα του Android Studio, το επίσημο Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Ανάπτυξης (Integrated Development Environment) για την ανάπτυξη εφαρμογών Android [42]. Το Android Studio παρέχει τις υπηρεσίες του IntelliJ IDEA [36], όπως τον επεξεργαστή κώδικα και προγραμματιστικά εργαλεία, αλλά διαθέτει επιπλέον λειτουργίες με στόχο την αποδοτικότερη υλοποίηση εφαρμογών.

Για τη βέλτιστη λειτουργικότητα του συστήματος, είναι απαραίτητη η χρήση ενός πλαισίου λογισμικού (framework), το οποίο θα διευκολύνει την επεξεργασία του κώδικα και θα βελτιώσει τη διεπαφή της εφαρμογής. Τα πιο διαδεδομένα πλαίσια ανάπτυξης Android εφαρμογών είναι το Flutter, το React Native, το Ionic, το NativeScript και το jQuery [62]. Στην προκειμένη περίπτωση, αξιοποιήθηκε το πλαίσιο Flutter.

4.3.2 Flutter

Το Flutter είναι ένα πλαίσιο ανοικτού κώδικα της Google που προσφέρει, μεταξύ άλλων, τη δυνατότητα συμπλήρωσης κώδικα, επισήμανσης συντακτικών σφαλμάτων, άμεσης επε-

ξεργασίας γραφικών στοιχείων (widget) και αποσφαλμάτωσης (debugging), κατά την ανάπτυξη εφαρμογών [30][65]. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό του Flutter είναι η υλοποίηση τοπικά μεταγλωττισμένων εφαρμογών, οι οποίες είναι διαθέσιμες για διάφορες πλατφόρμες μέσω μιας κοινής βάσης κώδικα, εξαλείφοντας την ανάγκη για ανάπτυξη ξεχωριστού κώδικα για κάθε λειτουργικό σύστημα (κινητές συσκευές Android ή iOS, ιστός, επιτραπέζιοι υπολογιστές, ενσωματωμένα συστήματα) [30][62].

Μερικά από τα κυριότερα πλεονεκτήματα του πλαισίου Flutter είναι:

- Το σύστημα σχεδιασμού Material Design της Google, το οποίο διαθέτει μια πληθώρα οπτικών και λειτουργικών γραφικών στοιχείων για τη δημιουργία εξατομικευμένων και ευέλικτων σχεδίων.
- Η λειτουργία άμεσης επαναφόρτωσης (hot reload) που επιτρέπει την άμεση ενημέρωση της εφαρμογής με κάθε τροποποίηση του κώδικα, χωρίς την ανάγκη επαναμεταγλώττισης (recompile).
- Η γλώσσα προγραμματισμού Dart, κατάλληλη για γρήγορες εφαρμογές multi-platform (πολλαπλών πλατφορμών) [30][62].

4.3.3 Dart

Η Dart είναι μια γενικού σκοπού, αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού της Google, σχεδιασμένη για τη δημιουργία εφαρμογών πολλαπλών πλατφορμών [23]. Αποτελεί μία γλώσσα με δυναμικούς τύπους δεδομένων και ποικιλία βιβλιοθηκών γραφικών με στόχο τη βέλτιστη παραγωγικότητα και ευελιξία τόσο του προγραμματιστικού περιβάλλοντος, όσο και του παραγόμενου συστήματος [22][23]. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Dart παρέχει:

- Ταχύτητα και αποδοτικότητα, χάρη στην ενιαία βάση κώδικα που επιτρέπει την ομαλή εκτέλεση των εφαρμογών ανεξαρτήτως πλατφόρμας, εξοικονομώντας χρόνο και πόρους ανάπτυξης.
- Εύκολη εξοικείωση των προγραμματιστών με τη γλώσσα, το συντακτικό και τους κανόνες της.
- Στατικό έλεγχο των τιμών των τύπων δεδομένων με στόχο την έγκαιρη ανίχνευση σφαλμάτων και την εξασφάλιση της βιωσιμότητας του κώδικα, χάρη στη δαχτυλογραφημένη φύση της γλώσσας Dart.
- Πλούσιο σύνολο εργαλείων ανάπτυξης, πακέτων και προτύπων για τη δημιουργία σύνθετων εφαρμογών [22][23][54].

Κεφάλαιο 5

Υλοποίηση

Το κεφάλαιο αυτό περιγράφει τη διαδικασία υλοποίησης του προτεινόμενου συστήματος και περιλαμβάνει πληροφορίες για τα αυθεντικά ερωτηματολόγια και τον τρόπο ψηφιοποίησης τους, στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής και αποσπάσματα κώδικα του πρότζεκτ στο Android Studio. Ο πλήρης κώδικας βρίσκεται στο σχετικό αποθετήριο στο GitHub [51].

Αρχικά, βεβαιωνόμαστε ότι τα πρόσθετα (plugins) για το Flutter και την Dart είναι εγκατεστημένα στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Android Studio και, στη συνέχεια, δημιουργούμε ένα νέο πρότζεκτ τύπου “Flutter Application” (εφαρμογή Flutter). Για την εξομοίωση του πρότζεκτ, επιλέγεται ως συσκευή το κλασσικό μεσαίου μεγέθους κινητό τηλέφωνο “Medium Phone API 34” με Android έκδοση 14.0 (“Upside Down Cake”). Απαραίτητο κομμάτι του πρότζεκτ αποτελεί και το αρχείο `pubspec.yaml`, το οποίο περιλαμβάνει όλες τις ρυθμίσεις και τις εξαρτήσεις (dependencies) των πακέτων που αξιοποιεί η εφαρμογή.

Η αρχική οθόνη του “Dementia Check” (Σχήμα 5.1) περιέχει το λογότυπο της εφαρμογής και ένα διαδραστικό κουμπί για κάθε ερωτηματολόγιο. Ο κώδικας του πρώτου κουμπιού παρατίθεται παρακάτω και επαναλαμβάνεται σε παρόμοια έκδοχή σε κάθε οθόνη που ακολουθεί, για τη μετάβαση μεταξύ οθονών/πεδίων εξέτασης.

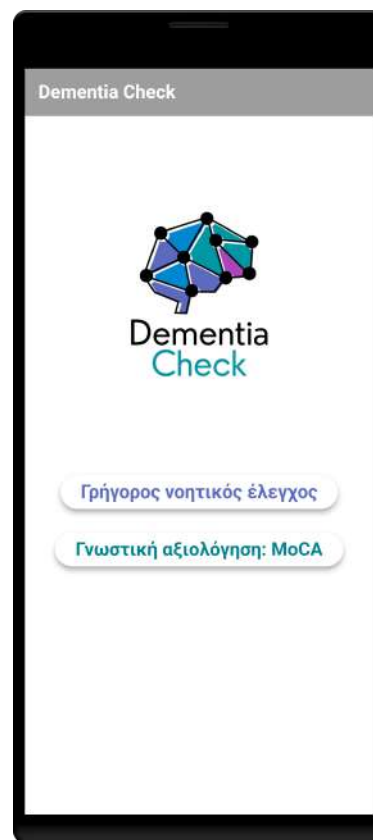
```
ElevatedButton(  
  onPressed: () {  
    Navigator.push(context ,  
      MaterialPageRoute(builder: (context) => const Chatbot()));  
  },  
  child: Text('Γρήγορος_νοητικός_έλεγχος',  
    style: TextStyle(color: Colors.indigo[400], textAlign: TextAlign.center),  
)
```

Για τον ορισμό του θεματικού της εφαρμογής, αξιοποιούμε τη βιβλιοθήκη `Material`¹, η οποία υλοποιεί την τελευταία και πιο ευέλικτη έκδοση του σχεδιαστικού συστήματος του Flutter. Συγκεκριμένα, γίνεται χρήση των κλάσεων:

- `theme` για το θεματικό του συστήματος,
- `colorScheme` για τη χρωματική παλέτα,
- `AppBarTheme` για τη γραμμή εφαρμογής, και
- `elevatedButtonTheme` για τα κουμπιά.

Η επιλογή των χρωμάτων βασίζεται στην παλέτα του εικονιδίου της εφαρμογής, το οποίο σχεδιάστηκε στην πλατφόρμα Canva².

Τέλος, εξασφαλίζουμε πως η γραμμή κατάστασης είναι κρυμμένη, με τη μέθοδο `setEnabledSystemUIMode`³, και το περιεχόμενο της εφαρμογής διαγράφεται με κάθε έξοδο ή ελαχιστοποίηση της, για τη βέλτιστη απομίμηση του αυθεντικού ερωτηματολογίου MoCA όπου δεν επιτρέπεται εξωτερική βοήθεια (αριθμομηχανή, μηχανή αναζήτησης, κλπ.). Η επανεκκίνηση της εφαρμογής επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της κλάσης `WidgetsBindingObserver`⁴, η οποία αναλαμβάνει την ενημέρωση του περιεχομένου της εφαρμογής για κάθε αλλαγή στον κύκλο ζωής της.



Σχήμα 5.1: Στιγμιότυπο αρχικής οθόνης της εφαρμογής

5.1 Chatbot υποκειμενικής γνωστικής εξασθένησης

Το chatbot της εφαρμογής αποτελεί τη μεταφρασμένη και ψηφιοποιημένη μορφή του ερωτηματολογίου Υποκειμενικής Γνωστικής Εξασθένησης 9-ερωτήσεων (SCD-9Q) των Gifford, Liu, Romano, Jones και Jefferson [32]. Ως εκ τούτου, το chatbot είναι βασισμένο σε κανόνες (rule-based), δηλαδή σε προκαθορισμένες ερωτήσεις και απαντήσεις, και όχι στη χρήση τεχνητής νοημοσύνης για την παραγωγή απαντήσεων.

Οι μεταφρασμένες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ΥΓΕ είναι οι εξής:

¹ `material library`. Dart API. <https://api.flutter.dev/flutter/material/material-library.html>

² Σειρά οπτικών εργαλείων για όλους. Canva. https://www.canva.com/el_gr/

³ `setEnabledSystemUIMode method - SystemChrome class - services library`. Dart API. <https://api.flutter.dev/flutter/services/SystemChrome/setEnabledSystemUIMode.html>

⁴ `WidgetsBindingObserver class - widgets library`. Dart API. <https://api.flutter.dev/flutter/widgets/WidgetsBindingObserver-class.html>

1. Πιστεύετε ότι έχετε προβλήματα με τη μνήμη σας;
2. Δυσκολεύεστε να θυμηθείτε μια συζήτηση που είχατε πριν από λίγες ημέρες;
3. Έχετε παράπονα από τη μνήμη σας τα τελευταία 2 χρόνια;
4. Πόσο συχνά σας δυσκολεύουν τα ακόλουθα: Προσωπικές ημερομηνίες (π.χ. γενέθλια)
5. Πόσο συχνά σας δυσκολεύουν τα ακόλουθα: Τηλεφωνικοί αριθμοί που χρησιμοποιείτε συχνά
6. Συνολικά, πιστεύετε ότι δυσκολεύεστε να θυμηθείτε πράγματα που θέλετε να κάνετε ή να πείτε;
7. Πόσο συχνά σας δυσκολεύουν τα ακόλουθα: Να πηγαίνετε για ψώνια και να ξεχνάτε τι θέλατε να αγοράσετε
8. Πιστεύετε ότι η μνήμη σας είναι χειρότερη από ό,τι ήταν πριν από 5 χρόνια;
9. Νιώθετε ότι ξεχνάτε πού είχατε τοποθετήσει τα πράγματά σας;

Ακολουθεί ένα απόσπασμα κώδικα από το αρχείο `questions.dart` με τις παραμέτρους της κλάσης “Ερώτηση”.

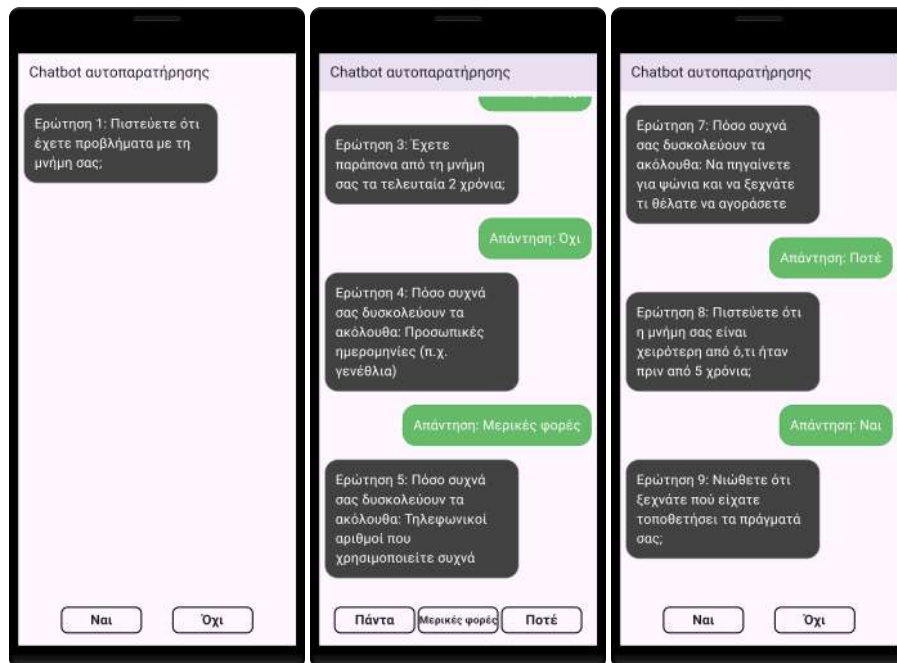
```
class Question {
    final String questionText;
    final List<String> options;
    final List<double> optionPoints;
    Question({
        required this.questionText,
        required this.options,
        required this.optionPoints,
    });
}
```

Στο βασικό αρχείο του chatbot (`chatbot.dart`), προγραμματίζουμε την εμφάνιση κάθε ερώτησης σε μορφή μηνύματος στην οθόνη του χρήστη.

```
void _sendQuestion() {
    int questionNumber = _currentQuestionIndex + 1;
    String questionText = questions[_currentQuestionIndex].questionText;
    String message = 'Ερώτηση$_questionNumber: $_questionText';
    setState(() {
        _messages.add(message);
    });
}
```

Στη συνέχεια, δημιουργούμε τη συνάρτηση φόρτωσης των απαντήσεων σε μορφή μηνύματος, η οποία είναι υπεύθυνη και για την ανανέωση της βαθμολογίας και την εμφάνιση της επόμενης ερώτησης ή του αποτελέσματος, αν έχουν ήδη απαντηθεί όλες οι ερωτήσεις. Για την πλήρη εμφάνιση των νέων μηνυμάτων, χρησιμοποιούμε έναν ρυθμιστή κύλισης (scroll), ο οποίος εξασφαλίζει πως ο χρήστης μπορεί να διαβάσει την τελευταία του απάντηση και την επόμενη ερώτηση στην οθόνη.

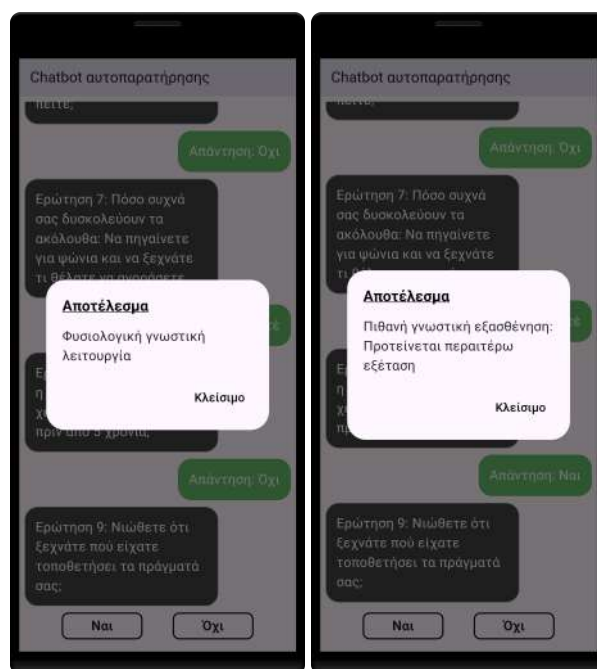
```
void _handleAnswer(String answer, int answerIndex) {
  setState(() {
    _messages.add('Απάντηση: ␣$answer');
    _score += questions[_currentQuestionIndex].optionPoints[answerIndex];
    if (_currentQuestionIndex < questions.length - 1) {
      _currentQuestionIndex++;
      _sendQuestion();
      _scrollController.animateTo(
        curve: Curves.easeOut,
        _scrollController.position.maxScrollExtent,
        duration: const Duration(milliseconds: 300));
    } else {
      _showFinalMessage();
    }
  });
}
```



Σχήμα 5.2: Στιγμιότυπα οθόνης του chatbot

Η βαθμολογία για κάθε απάντηση είναι γνωστή από το αυθεντικό ερωτηματολόγιο ΥΓΕ, και είναι η εξής: “Ναι”: 1, “Όχι”: 0, “Πάντα”: 1, “Μερικές φορές”: 0.5, “Ποτέ”: 0. Ο χρήστης ξεκινάει με μηδέν βαθμούς και λαμβάνει πόντους ανάλογα με τις απαντήσεις του. Η μέγιστη βαθμολογία που μπορεί να λάβει είναι 9, ενώ αν ξεπεράσει το 3, η εφαρμογή ενημερώνει τον χρήστη για πιθανή ύπαρξη νοητικής εξασθένησης.

Το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη με τη μορφή αναδυόμενου παραθύρου με τη χρήση του στοιχείου AlertDialog. Τα γραφικά της οθόνης, δηλαδή το πλαίσιο κάθε μηνύματος και η προβολή των μηνυμάτων και των πολλαπλών επιλογών, προγραμματίζονται εντός του `Widget build(BuildContext context)`, όπως σε όλες τις οθόνες της εφαρμογής.



Σχήμα 5.3: Στιγμιότυπα οθόνης πιθανών αποτελεσμάτων του chatbot

5.2 Ψηφιακό ερωτηματολόγιο MoCA

Η Γνωστική Αξιολόγηση Μόντρεαλ αποτελεί εργαλείο ανίχνευσης της νοητικής έκπτωσης λόγω άνοιας, νόσου Αλτσχάιμερ, εγκεφαλικού, κατάθλιψης, κ.ά., εξετάζοντας βασικούς γνωστικούς τομείς, όπως τη μνήμη, τη γλώσσα, εκτελεστικές και οπτικοκατασκευαστικές ικανότητες, τον προσανατολισμό και την προσοχή [49]. Ακολουθεί η διαδικασία ψηφιακής μετάφρασης των πεδίων του ερωτηματολογίου και των οδηγιών χορήγησης και βαθμολόγησης του βάσει της 8ης έκδοσης του αυθεντικού MoCA σε έντυπη μορφή στα Ελληνικά [80][81].

5.2.1 Οπτικοχωρικές/Εκτελεστικές λειτουργίες

Σύνθετη οπτικοποιητική ιχνηλάτηση

Το πρώτο πεδίο αξιολόγησης του έντυπου MoCA είναι ένα παιχνίδι ένωσης τελειών, όπου ο εξεταζόμενος πρέπει να σχεδιάσει “μία γραμμή που να πηγαίνει από έναν αριθμό σε ένα γράμμα σε αύξουσα σειρά” [81], ξεκινώντας από το 1 προς το Α, μετά στο 2, στο Β, κ.ο.κ., τερματίζοντας στο Ε. Η μέγιστη βαθμολογία του πεδίου είναι 1, ενώ σε περίπτωση που η τελική σειρά δεν είναι 1-Α-2-Β-3-Γ-4-Δ-5-Ε, το Ε (τέλος) ενώνεται με το 1 (αρχή), ή οι γραμμές διασταυρώνονται, ο εξεταζόμενος δε λαμβάνει βαθμό. Οι έλεγχοι αυτοί πραγματοποιούνται με τις αντίστοιχες συναρτήσεις `_isCorrectSequence` και `_checkForOverlappingLines`. Η πρώτη συγκρίνει το μήκος της ακολουθίας σχεδιασμένης από τον χρήστη με το μήκος της ακολουθίας που ορίζουμε εμείς, καθώς και τη σειρά των επιλεγμένων αριθμών και γραμμάτων σε σχέση με τη σωστή σειρά. Η δεύτερη εξετάζει τις γραμμές που σχεδιάζονται από τον χρήστη, όπως περιγράφεται παρακάτω.

Ο έλεγχος διασταυρώσεων και επικαλύψεων των γραμμών υλοποιείται με τη χρήση του διανυσματικού γινομένου για την εύρεση του σχετικού προσανατολισμού των σημείων. Για κάθε ζευγάρι γραμμών που ελέγχουμε, υπολογίζεται η θέση της αρχής ενός γραμμικού τμήματος σε σχέση με το άλλο τμήμα (ο1), η θέση του τέλους του ίδιου γραμμικού τμήματος σε σχέση με το άλλο τμήμα (ο2), και οι θέσεις των άκρων του άλλου τμήματος σε σχέση με το πρώτο (ο3, ο4). Αν τα ο1 και ο2 έχουν αντίθετες τιμές και τα ο3 και ο4 το ίδιο, τότε οι γραμμές διασταυρώνονται, ενώ αν είναι όλα μηδενικά, τότε τα γραμμικά τμήματα είναι συγγραμμικά και πραγματοποιείται επιπλέον έλεγχος για πιθανή επικάλυψη των τμημάτων.

```
bool _linesOverlap(Offset a1, Offset a2, Offset b1, Offset b2) {  
    double crossProduct(Offset a, Offset b) {  
        return a.dx * b.dy - a.dy * b.dx;  
    }  
    Offset subtract(Offset a, Offset b) {  
        return Offset(a.dx - b.dx, a.dy - b.dy);  
    }  
    bool onSegment(Offset p, Offset q, Offset r) {  
        return q.dx <= max(p.dx, r.dx) && q.dx >= min(p.dx, r.dx) &&  
            q.dy <= max(p.dy, r.dy) && q.dy >= min(p.dy, r.dy);  
    }  
}
```

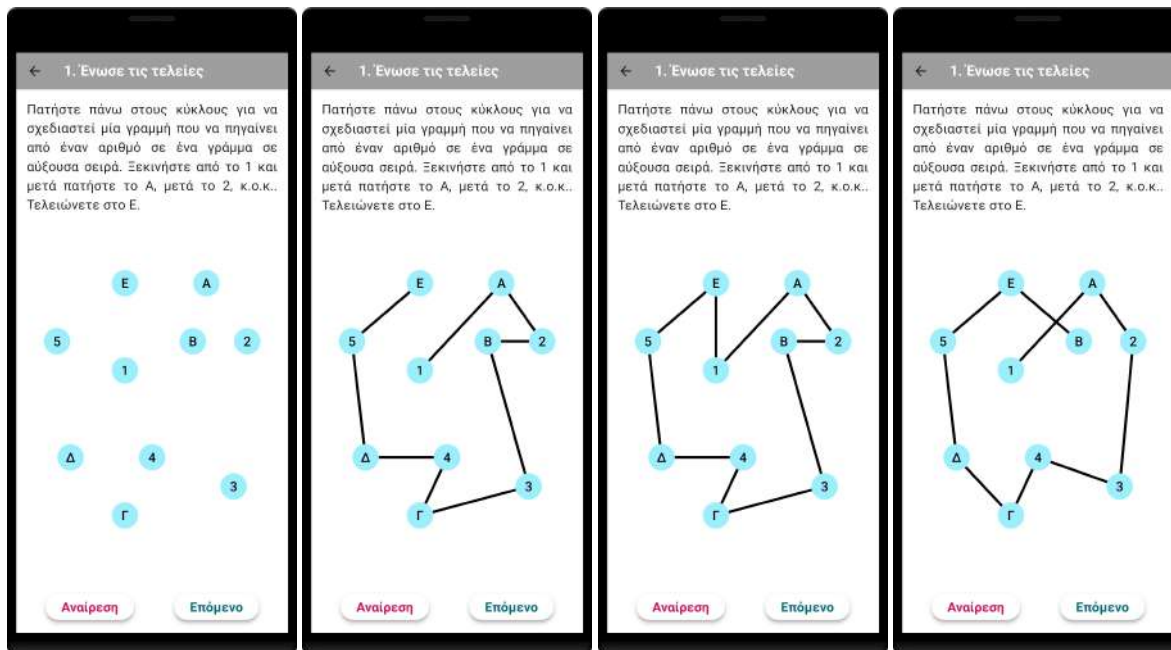
```

double o1 = crossProduct(subtract(a2, a1), subtract(b1, a1));
double o2 = crossProduct(subtract(a2, a1), subtract(b2, a1));
double o3 = crossProduct(subtract(b2, b1), subtract(a1, b1));
double o4 = crossProduct(subtract(b2, b1), subtract(a2, b1));

if (o1 != 0 && o2 != 0 && o3 != 0 && o4 != 0) {
    return o1.sign != o2.sign && o3.sign != o4.sign;
}

return (o1 == 0 && onSegment(a1, b1, a2)) ||
       (o2 == 0 && onSegment(a1, b2, a2)) ||
       (o3 == 0 && onSegment(b1, a1, b2)) ||
       (o4 == 0 && onSegment(b1, a2, b2));
}

```



Σχήμα 5.4: Στιγμιότυπα πρώτης οθόνης ερωτηματολογίου (1: εκφώνηση, 2: σωστή απάντηση, 3-4: πιθανές λανθασμένες απαντήσεις)

Οπτικοκατασκευαστικές δεξιότητες (κύβος)

Συνέχεια έχει το δεύτερο πεδίο του ερωτηματολογίου, όπου ο χρήστης καλείται να αντιγράψει το σχέδιο (κύβος) που βλέπει στην οθόνη όσο πιο πιστά μπορεί. Η εικόνα του κύβου φορτώνεται από τον φάκελο `assets` του Android Studio project, όπου έχουν αποθηκευτεί όλες οι εικόνες του ερωτηματολογίου. Τα κριτήρια βαθμολόγησης είναι τα εξής, όπως ακριβώς παραθέτονται στο αρχείο οδηγιών του MoCA [81]:

- Η σχεδίαση πρέπει να είναι τρισδιάστατη.
- Σχεδιάστηκαν όλες οι γραμμές.
- Όλες οι γραμμές τέμνονται με μικρό ή καθόλου διάστημα.
- Δεν προστέθηκε γραμμή.
- Οι γραμμές είναι σχετικά παράλληλες και το μήκος τους είναι παρόμοιο (γίνονται δεκτά ορθογώνια πρίσματα).
- Ο προσανατολισμός του κύβου στο χώρο πρέπει να διατηρηθεί.

Βάσει των παραπάνω κριτηρίων, η βέλτιστη ψηφιοποίηση του συγκεκριμένου πεδίου θα παρείχε στον εξεταζόμενο τη δυνατότητα ζωγραφικής, θα μετέτρεπε το έργο του σε εικόνα και θα τη συνέκρινε είτε με το αρχικό σχέδιο (χρήση πακέτου `image_compare`⁵ και αλγορίθμων σύγκρισης εικόνων), είτε με ένα σύνολο δεδομένων ζωγραφισμένων κύβων (χρήση νευρωνικού δικτύου για τον υπολογισμό ομοιότητας εικόνων).

Στην προκειμένη φάση της υλοποίησης δεν ήταν δυνατή η εφαρμογή της παραπάνω μεθόδου, οπότε γίνεται χρήση ενός πλέγματος τετραγώνων 10x10. Για να διατηρήσουμε την αυστηρότητα της αυθεντικής δοκιμασίας παρόλο που δεν εξετάζουμε τομές και παραλληλίσματα γραμμών, ορίζουμε τις συντεταγμένες όλων των σημείων του κύβου, όπως φαίνεται στη δεύτερη εικόνα του Σχήματος 5.5, και επισημαίνουμε την αξιοποίηση όλων των γραμμών και στηλών του πλέγματος ώστε να μη σχεδιαστούν μικρότεροι κύβοι. Ο χρωματισμός των τετραγώνων εντός του πλέγματος επιτυγχάνεται χάρη στο στοιχείο `GestureDetector`, το οποίο ανιχνεύει τις κινήσεις (`pan`) και τα αγγίγματα (`tap`) πάνω στο πλέγμα, και ενημερώνει την κατάσταση της εφαρμογής για να ανανεώσει την οθόνη του χρήστη με τα μαυρισμένα κελιά του πλέγματος. Τέλος, θέλουμε το πλέγμα να είναι ανάλογο της οθόνης στην οποία σχεδιάζεται, οπότε αξιοποιούμε το γραφικό στοιχείο `LayoutBuilder` για τον δυναμικό υπολογισμό των διαστάσεων του κάθε κελιού του πλέγματος.

```
LayoutBuilder(
  builder: (BuildContext context, BoxConstraints constraints) {
    double gridWidth = constraints.maxWidth;
    double gridHeight = constraints.maxHeight;
    double cellSize = (gridWidth < gridHeight ? gridWidth : gridHeight) / gridSize;
    return Center(
      child: Padding(
        padding: const EdgeInsets.all(8.0),
```

⁵*image_compare package - All Versions.* (2021, Νοέμβριος). Dart Packages. https://pub.dev/packages/image_compare/versions

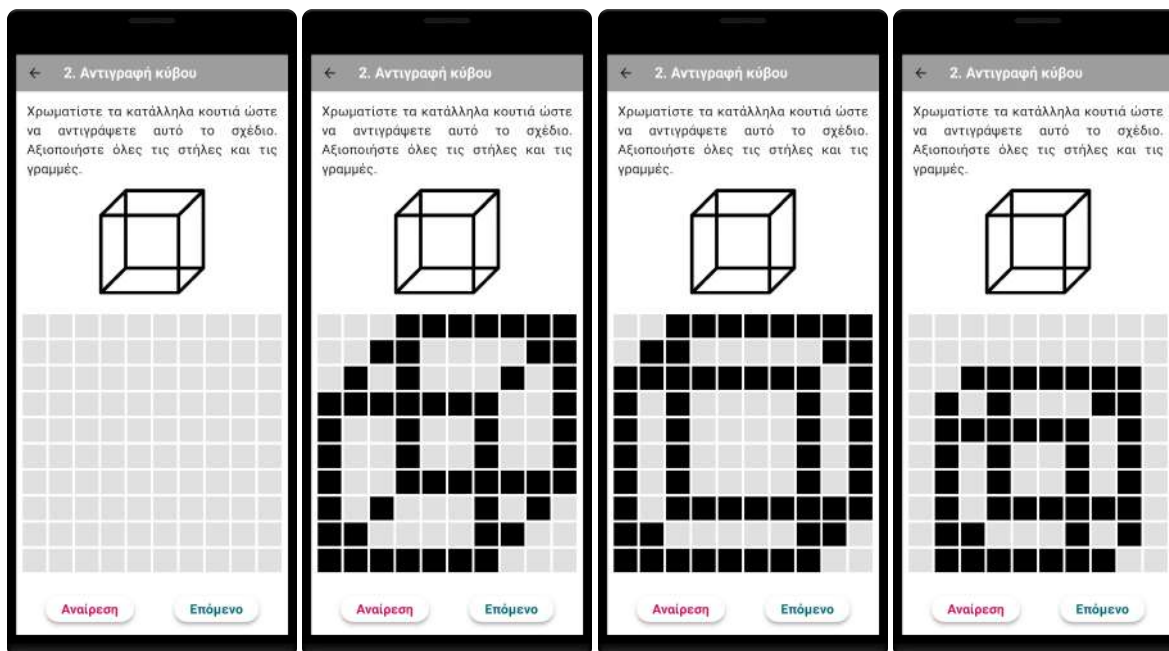
```

child: SizedBox(
  width: cellSize * gridSize, height: cellSize * gridSize,
  child: GestureDetector(
    onPanUpdate: (details) {
      final RenderBox renderBox = context.findRenderObject() as RenderBox;
      final localPosition = renderBox.globalToLocal(details.globalPosition);
      final row = (localPosition.dy / cellSize).floor() + 1;
      final col = (localPosition.dx / cellSize).floor() + 1;
      final point = Point(row, col);
      if (row > 0 && row <= gridSize && col > 0 && col <= gridSize) {
        setState(() {
          selectedPositions.add(point);
        });
      }
    },
    child: GridView.builder(
      gridDelegate: const SliverGridDelegateWithFixedCrossAxisCount(
        crossAxisCount: gridSize,
        childAspectRatio: 1.0,
      ),
      itemBuilder: (context, index) {
        final int row = (index ~/ gridSize) + 1;
        final int col = (index % gridSize) + 1;
        final Point point = Point(row, col);
        return GestureDetector(
          onTap: () {
            toggleSelectedPoint(point);
          },
          child: Container(
            margin: const EdgeInsets.all(2.0),
            color: selectedPositions.contains(point) ? Colors.black : Colors.grey[300],
          ),
        );
      }, itemCount: gridSize * gridSize,
    ),
  ),
),
),
),
);
},
)

```

Η ιδιότητα `onPanUpdate` του στοιχείου `GestureDetector` είναι υπεύθυνη για τον υπολογισμό των συντεταγμένων των κελιών που χρωματίζονται, ενώ η μέθοδος `GridView.builder` δημιουργεί το πλέγμα των τετραγώνων (κελιών) στην οθόνη και αντιδρά στο άγγιγμα του χρήστη πάνω στο πλέγμα, καλώντας τη συνάρτηση `toggleSelectedPoints`. Αυτή με τη σειρά της καθαρίζει ή χρωματίζει το σημείο-κελί που πατήθηκε. Για την αναίρεση ενός χρωματισμού, έχει προστεθεί και το κατάλληλο κουμπί στην οθόνη της εφαρμογής.

```
void toggleSelectedPoint(Point point) {
    setState(() {
        if (selectedPositions.contains(point)) {
            selectedPositions.remove(point);
        } else {
            selectedPositions.add(point);
        }
    });
}
```



Σχήμα 5.5: Στιγμιότυπα δεύτερης οθόνης ερωτηματολογίου (1: εκφώνηση, 2: σωστή απάντηση, 3-4: πιθανές λανθασμένες απαντήσεις)

Οπτικοκατασκευαστικές δεξιότητες (ρολόι)

Ομοίως με την προηγούμενη δοκιμασία, το τρίτο πεδίο του ερωτηματολογίου “Σχεδίαση ρολογιού” απαιτεί πιο προχωρημένη υλοποίηση. Σύμφωνα με έρευνα των Crombie, Dutt,

Dey, Nandi και Evans [21], ένα ικανό υποκατάστατο της δοκιμασίας αυτής είναι το τεστ Paradium. Το Paradium αποτελεί δοκιμασία σχεδίασης πίτσας, όπου εξετάζεται ο αριθμός, το σχήμα και το μέγεθος των κομματιών πίτσας. Στην προκειμένη περίπτωση, το σχέδιο της πίτσας δίνεται στον χρήστη, ο οποίος καλείται να πατήσει πάνω στο σχέδιο για να κοπεί η πίτσα σε 6 κομμάτια.

Στο ερωτηματολόγιο MoCA, η μέγιστη βαθμολογία αυτού του πεδίου είναι 3, ενώ στο Paradium είναι 18, με έναν πόντο να απονέμεται στον χρήστη για κάθε κομμάτι πίτσας που σχεδιάζει και με αφαίρεση πόντων για τη σχεδίαση περισσότερων των 6 κομματιών. Συνεπώς, η εφαρμογή επιβραβεύει τον χρήστη με τρεις πόντους για τον σωστό αριθμό κομματιών, δύο πόντους για λιγότερα κομμάτια πίτσας και έναν πόντο για περισσότερα των 6 και λιγότερα των 12 κομματιών.

Ο παρακάτω κώδικας υλοποιεί τον υπολογισμό της βαθμολογίας του χρήστη και τον σχεδιασμό του κύκλου-πίτσας και των κομματιών του. Συγκεκριμένα, ορίζουμε το χρώμα του κύκλου και των ακτίνων, και υπολογίζουμε τη θέση κάθε γραμμής που σχεδιάζεται με τη χρήση συναρτήσεων της βιβλιοθήκης `dart:math`⁶:

- Υπολογισμός ακτίνας κύκλου
- Υπολογισμός γωνίας κάθε κομματιού με βάση το σύνολο των κομματιών
- Σχεδιασμός ακτίνων (x, y) βάσει των τριγωνομετρικών τύπων $\cos(\text{angle}) = \frac{x-x_0}{\text{radius}}$ και $\sin(\text{angle}) = \frac{y-y_0}{\text{radius}}$, όπου angle = γωνία, radius = ακτίνα, (x_0, y_0) = κέντρο κύκλου.

```
void calculateScore() {
  if (sliceCount == targetSlices) {
    _score = 3;
  } else if (sliceCount < targetSlices && sliceCount > 2) {
    _score = 2;
  } else if (sliceCount > targetSlices && sliceCount < 2 * targetSlices) {
    _score = 1;
  } else {
    _score = 0;
  }
}

[...]
```

```
class CirclePainter extends CustomPainter {
  final int sliceCount;

  CirclePainter(this.sliceCount);
```

⁶*dart:math*. Dart. <https://dart.dev/libraries/dart-math>

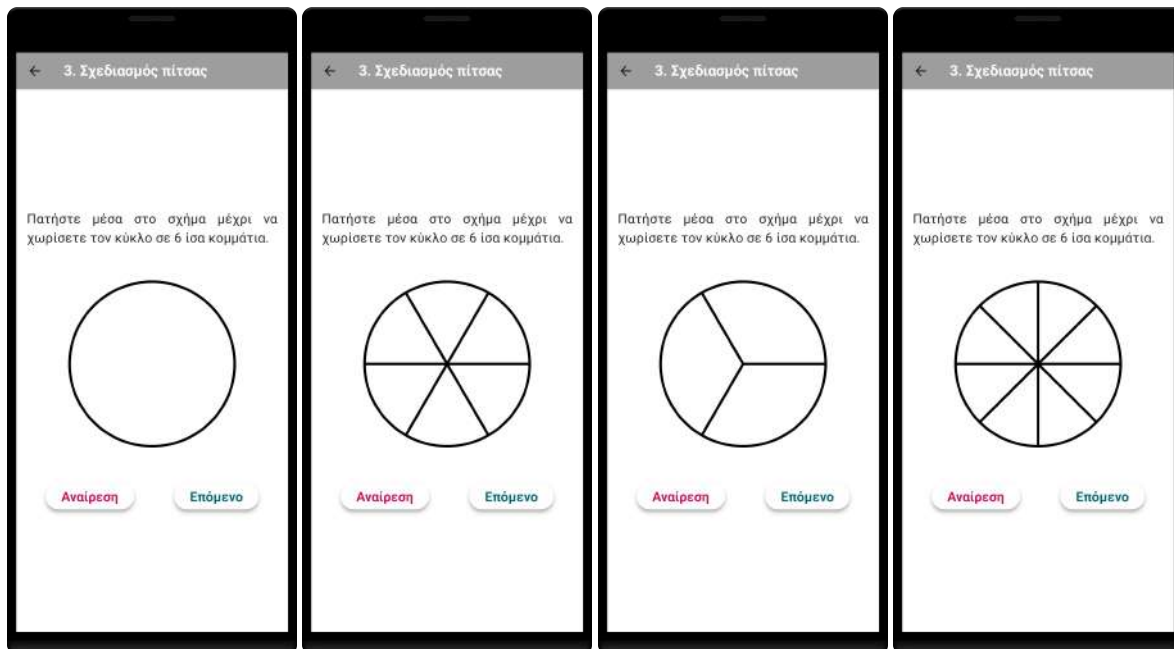
```

@Override
void paint(Canvas canvas, Size size) {
    Paint paint = Paint()
        ..color = Colors.black
        ..style = PaintingStyle.stroke
        ..strokeWidth = 4.0;

    double radius = size.width / 2;
    Offset center = Offset(radius, radius);
    canvas.drawCircle(center, radius, paint);
    if (sliceCount > 0) {
        double angle = 2 * pi / sliceCount;
        for (int i = 0; i < sliceCount; i++) {
            double x = center.dx + radius * cos(i * angle);
            double y = center.dy + radius * sin(i * angle);
            canvas.drawLine(center, Offset(x, y), paint);
        }
    }
}

@Override
bool shouldRepaint(covariant CustomPainter oldDelegate) {
    return true;
}
}

```



Σχήμα 5.6: Στιγμιότυπα τρίτης οθόνης ερωτηματολογίου (1: εκφώνηση, 2: σωστή απάντηση, 3-4: πιθανές λανθασμένες απαντήσεις)

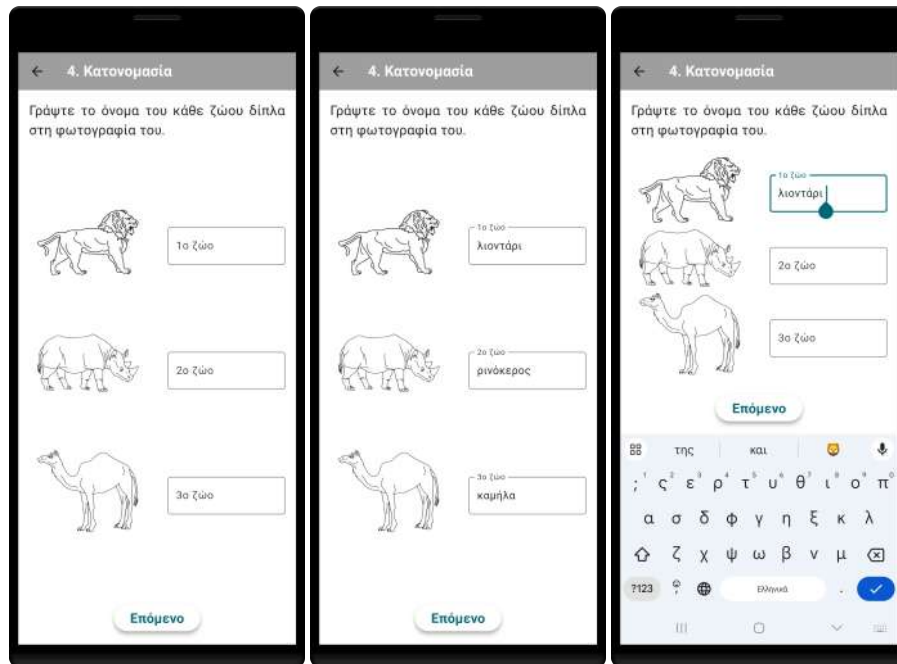
5.2.2 Κατονομασία

Το επόμενο πεδίο εξετάζει τη γλωσσική λειτουργία του χρήστη, ζητώντας του να αναγνωρίσει και να κατονομάσει τα ζώα που εμφανίζονται στην οθόνη του. Οι αποδεκτές απαντήσεις είναι “λιοντάρι”, “ρινόκερος” και “καμήλα”/“δρομάδα” αντίστοιχα, με την καθεμία να αποδίδει έναν βαθμό στον χρήστη. Για την αποφυγή λαθών από την αυτοματοποιημένη διαδικασία βαθμολόγησης, δημιουργείται ένα αρχείο `diacritics.dart` με την κλάση `removeDiacritics`, η οποία καλείται σε διάφορα σημεία του κώδικα της εφαρμογής για την απομάκρυνση σημείων στίξης από το κείμενο που εισάγει ο χρήστης.

```
String removeDiacritics(String str) {  
    const diacriticMap = {  
        'Α': 'A', 'ά': 'a', 'Ε': 'E', 'έ': 'e', 'Η': 'H', 'ή': 'h',  
        'Ι': 'I', 'ϊ': 'i', 'Ό': 'O', 'ό': 'o', 'Ω': 'Ω', 'ώ': 'ω',  
        'Υ': 'Y', 'ϋ': 'y', 'ΰ': 'y', 'ϕ': 'u', 'φ': 'u', 'ϑ': 'u',  
    };  
    StringBuffer buffer = StringBuffer();  
    for (int i = 0; i < str.length; i++) {  
        String char = str[i];  
        if (diacriticMap.containsKey(char)) {  
            buffer.write(diacriticMap[char]);  
        } else {  
            buffer.write(char);  
        }  
    }  
    return buffer.toString();  
}
```

Για τη βέλτιστη σύγκριση των αλφαριθμητικών του χρήστη και των αναμενόμενων απαντήσεων, δημιουργούμε την παρακάτω συνάρτηση απλοποίησης κειμένου (αφαίρεση κενών και σημείων στίξης), η οποία επαναλαμβάνεται σε παρόμοιες γλωσσικές δοκιμασίες.

```
String _normalizeText(String text) {  
    String normalText = removeDiacritics(text);  
    return normalText.trim().toLowerCase().replaceAll(RegExp(r'\s+'), ' ');  
}
```



Σχήμα 5.7: Στιγμιότυπα τέταρτης οθόνης ερωτηματολογίου (1: εκφώνηση, 2-3: απαντήσεις)

5.2.3 Μνήμη

Το πέμπτο πεδίο του ερωτηματολογίου δε βαθμολογείται, γιατί είναι μέρος της δοκιμασίας ανάκλησης. Κατά τη χορήγηση του έντυπου MoCA, ο εξεταστής διαβάζει πέντε λέξεις και ζητάει από τον εξεταζόμενο να επαναλάβει όσες περισσότερες από αυτές θυμάται με οποιαδήποτε σειρά. Έπειτα, ο εξεταστής επαναλαμβάνει τη διαδικασία και ενημερώνει τον εξεταζόμενο ότι θα κληθεί να ανακαλέσει τις λέξεις στο τέλος της αξιολόγησης [81].

Στην ψηφιακή μορφή της δοκιμασίας, παρέχονται οδηγίες στην οθόνη του χρήστη, ο οποίος διαβάζει τη λίστα λέξεων πατώντας το κατάλληλο κουμπί. Έπειτα οι λέξεις κρύβονται, ο χρήστης γράφει όσες θυμάται και συνεχίζει στην επόμενη δοκιμή. Εκεί, εμφανίζονται νέες οδηγίες χάρη στη συνάρτηση `_updateInstructions`, και δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να ξαναδιαβάσει τις λέξεις και να τις επαναλάβει στο πεδίο κειμένου της οθόνης.

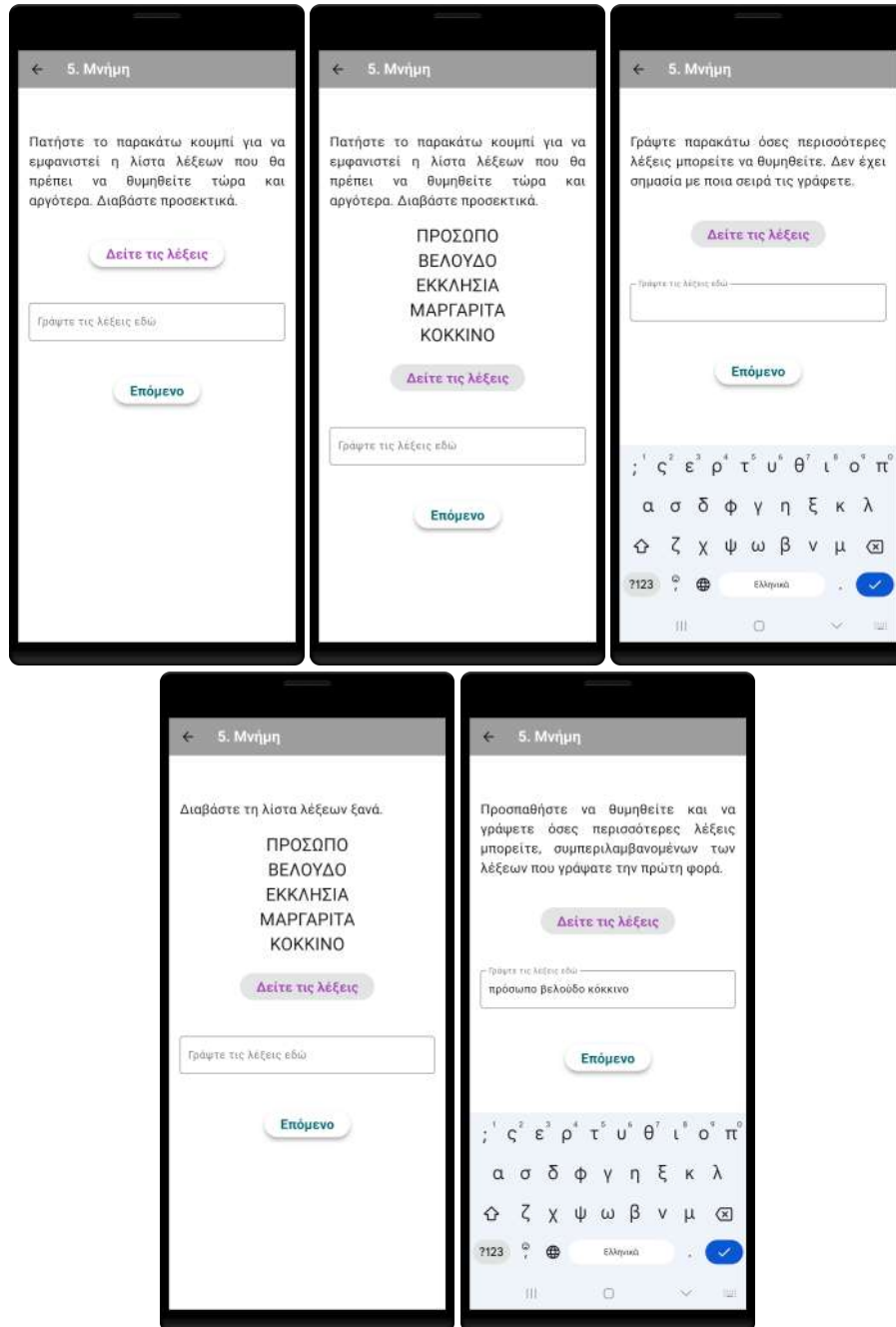
```
void _showWordsForDuration() {
    setState(() {
        _showWords = true;
        _isShowWordsButtonEnabled = false;
    });

    _timer?.cancel();
    _timer = Timer(const Duration(seconds: 6), () {
```

```

    setState(() {
      _showWords = false;
      _updateInstructions();
    });
  });
}

```



Σχήμα 5.8: Στιγμιότυπα πέμπτης οθόνης ερωτηματολογίου

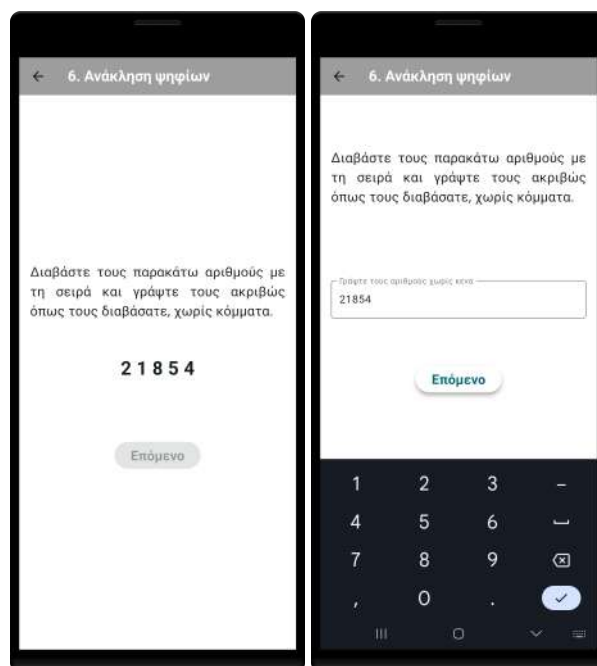
5.2.4 Προσοχή

Εμπροσθοδρομή ανάκληση σειράς ψηφίων

Αυτή η δοκιμασία εξετάζει την προσοχή του χρήστη, ζητώντας του να διαβάσει τη λίστα ψηφίων που βρίσκεται στην οθόνη και να την επαναλάβει. Στη δια ζώσης εξέταση, η λίστα διαβάζεται από τον εξεταστή “με ρυθμό ενός ψηφίου ανά δευτερόλεπτο” [81], αλλά στην εφαρμογή δίνεται περισσότερος χρόνος για την έγκαιρη ανάγνωση των οδηγιών.

```
void startGame() {  
    displayedNumbers = numbers[currentStep];  
    Future.delayed(const Duration(seconds: 14), () {  
        setState(() {  
            numbersVisible = false;  
        });  
    });  
}
```

Η δοκιμασία υλοποιείται στο ίδιο αρχείο με την επόμενη, λόγω της παρόμοιας δομής τους. Γι' αυτό, οι οδηγίες και οι δύο ακολουθίες αριθμών αποθηκεύονται στις αντίστοιχες λίστες αλφαριθμητικών, όπως στο πεδίο “Μνήμη”. Στην πρώτη δοκιμή, η λίστα είναι “2 1 8 5 4” και οι αποδεκτές απαντήσεις είναι οι αριθμοί αυτοί είτε με κενά μεταξύ τους είτε χωρίς κενά.

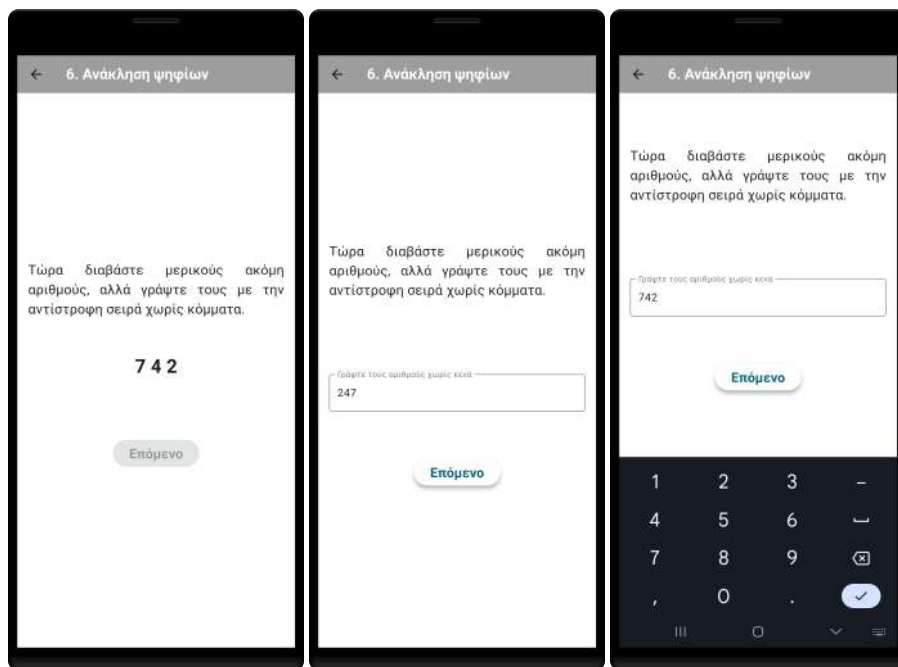


Σχήμα 5.9: Στιγμιότυπα έκτης οθόνης ερωτηματολογίου (1: πρώτη εκφώνηση, 2: σωστή απάντηση)

Οπισθόδρομη ανάκληση σειράς ψηφίων

Στη δεύτερη δοκιμή, ο χρήστης καλείται να επαναλάβει την ακολουθία των δοθέντων ψηφίων με την αντίστροφη σειρά, δηλαδή η λίστα “7 4 2” πρέπει να γραφεί είτε ως “247” είτε ως “2 4 7”. Κατά τη μετάβαση από την πρώτη δοκιμή στη δεύτερη, ελέγχεται η είσοδος του χρήστη και δίνεται ένας βαθμός για τη σωστή επανάληψη των ψηφίων. Στη συνέχεια, εμφανίζονται οι νέες οδηγίες και η δεύτερη ακολουθία αριθμών, ενώ όταν καλείται ξανά η συνάρτηση βήματος `nextStep`, ο χρήστης μεταφέρεται στην επόμενη οθόνη της εφαρμογής.

```
void nextStep() {  
    setState(() {  
        if (userInput.isNotEmpty && acceptableAnswers[currentStep].contains(userInput)) {  
            _score++;  
        }  
        currentStep++;  
        if (currentStep < numbers.length) {  
            displayedNumbers = numbers[currentStep];  
            numbersVisible = true;  
            userInput = "";  
            [...]  
        }  
    })  
}
```



Σχήμα 5.10: Στιγμιότυπα έκτης οθόνης ερωματολογίου (1: δεύτερη εκφώνηση, 2: σωστή απάντηση, 3: πιθανή λανθασμένη απάντηση)

Εγρήγορση

Το επόμενο πεδίο αξιολογεί την ταχύτητα αντίδρασης του χρήστη. Δια ζώσης, ο εξεταστής διαβάζει μία λίστα γραμμάτων και ζητάει από τον εξεταζόμενο να χτυπήσει το χέρι του κάθε φορά που ακούει το γράμμα “Α” [81]. Παρομοίως, η εφαρμογή εμφανίζει στην οθόνη του χρήστη ένα γράμμα ανά δευτερόλεπτο, ζητώντας του να πατήσει το κατάλληλο κουμπί κάθε φορά που εμφανίζεται το γράμμα “Α”. Αν ο χρήστης πατήσει το κουμπί για κάθε εμφάνιση του “Α”, χάσει μόνο μία εμφάνισή του ή πατήσει μία φορά το κουμπί σε λάθος γράμμα, λαμβάνει έναν βαθμό, αλλιώς δε δίνεται κανένας πόντος για αυτή τη δοκιμασία.

Ο προγραμματισμός των εμφανίσεων κάθε γράμματος στην οθόνη υλοποιείται με τη χρήση μιας βασικής βιβλιοθήκης της Dart, την `dart:async`⁷. Αφού ορίσουμε τη λίστα γραμμάτων της δοκιμασίας, εμφανίζουμε τα γράμματα στην οθόνη το ένα μετά το άλλο, μέχρι να φτάσουμε στο τέλος της λίστας, ελέγχοντας στην πορεία τον εντοπισμό του “Α” από τον χρήστη.

```
void showNextLetter () {
  if (currentLetterIndex < letters.length) {
    Timer(const Duration(seconds: 1), () {
      setState(() {
        displayedLetters.add(letters[currentLetterIndex]);
        if (letters[currentLetterIndex] == 'A' && !missedLetter) {
          missedLetter = true;
        }
        currentLetterIndex++;
      });
      showNextLetter();
    });
  } [...]
}

void _onTapLetterA () {
  if (letters[currentLetterIndex] == 'A') {
    setState(() {
      if (displayedLetters.indexOf('A') <= 1) {
        _score++;
      }
    });
  }
}
```

⁷*dart:async*. Dart. <https://dart.dev/libraries/dart-async>



Σχήμα 5.11: Στιγμιότυπα έβδομης οθόνης ερωτηματολογίου

Διαδοχική αφαίρεση

Η τελευταία δοκιμασία προσοχής υλοποιεί μία σειρά από επτά αφαιρέσεις, όπου δίνεται ένας αρχικός αριθμός, από τον οποίο ο χρήστης πρέπει να αφαιρέσει 7 και να συνεχίσει να αφαιρεί 7 από κάθε του απάντηση. Για τέσσερις ή πέντε σωστές αφαιρέσεις, ο χρήστης λαμβάνει 3 βαθμούς, για δύο ή τρεις σωστές αφαιρέσεις λαμβάνει 2 βαθμούς, ενώ για μία ή καμία σωστή αφαίρεση λαμβάνει 1 ή κανένα βαθμό αντίστοιχα. Κάθε αφαίρεση αξιολογείται ξεχωριστά, γι' αυτό ο αριθμός που εισάγει ο χρήστης (TextEditingController) συγκρίνεται με το αποτέλεσμα της αφαίρεσης από την αμέσως προηγούμενη είσοδό του (previousValue) και όχι με το εκτιμώμενο αποτέλεσμα βάσει του αρχικού αριθμού, δηλαδή “93-86-79-72-65”.

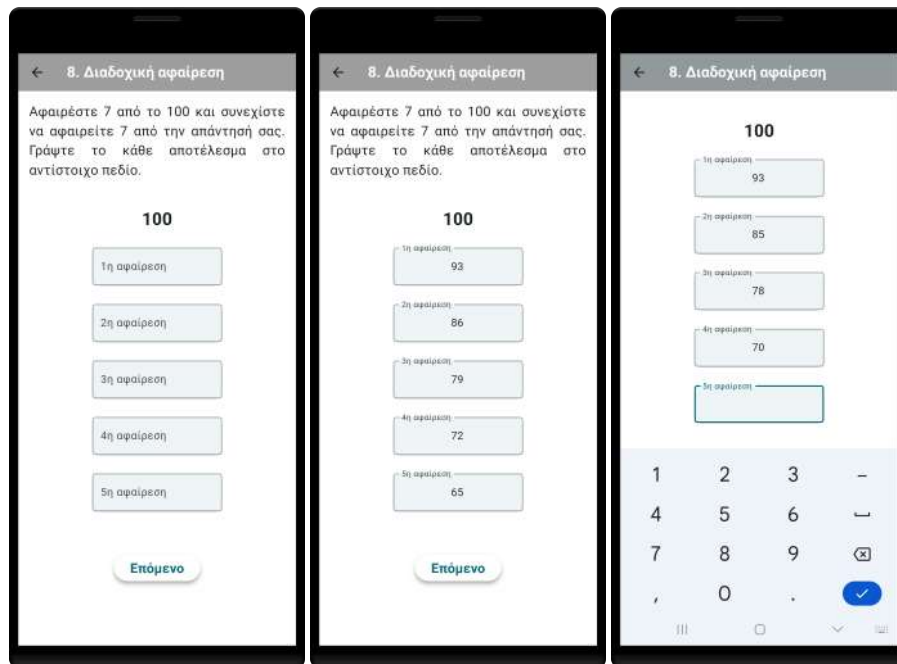
```
void calculateScore() {
    int correctAnswers = 0;
    int previousValue = initialNumber; // 100

    for (int i = 0; i < numberOfSubtractions; i++) {
        int userValue = int.parse(controllers[i].text);
        if (userValue == previousValue - subtractionValue) {
            correctAnswers++;
        } previousValue = userValue;
    }
}
```

```

    if (correctAnswers >= 4) {
        _score = 3;
    } else if (correctAnswers >= 2) {
        _score = 2;
    } else if (correctAnswers >= 1) {
        _score = 1;
    } else {
        _score = 0;
    }
    setState(() {});
}

```



Σχήμα 5.12: Στιγμιότυπα όγδοης οθόνης ερωτηματολογίου (1: εκφώνηση, 2-3: απαντήσεις)

5.2.5 Γλώσσα

Επανάληψη προτάσεων

Κατά τη χορήγηση της έντυπης δοκιμασίας επανάληψης, ο εξεταστής διαβάζει τις προτάσεις και ζητά από τον εξεταζόμενο να τις επαναλάβει ακριβώς όπως τις άκουσε, χωρίς παραλείψεις, αντικαταστάσεις, προσθήκες ή γραμματικές τροποποιήσεις. Η κάθε πρόταση διαβάζεται και επαναλαμβάνεται προτού περάσει ο εξεταζόμενος στο επόμενο βήμα (επόμενη πρόταση ή επόμενη δοκιμασία), και ένας βαθμός απονέμεται για κάθε σωστή επανάληψη.

Στην ψηφιακή μορφή, οι προτάσεις εμφανίζονται στην οθόνη του χρήστη μία τη φορά για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και, στη συνέχεια, ο χρήστης επαναλαμβάνει την κάθε

πρόταση ενεργοποιώντας το μικρόφωνο του. Η μετατροπή της εισόδου του μικροφώνου σε κείμενο υλοποιείται με το πακέτο `speech_to_text`⁸. Η λειτουργία των συναρτήσεων του πακέτου απαιτεί την ενημέρωση των παρακάτω ετικετών στο αρχείο `AndroidManifest.xml` του πρότζεκτ, το οποίο περιέχει τα μεταδεδομένα της εφαρμογής:

- `<uses-permission android:name="android.permission.RECORD_AUDIO"/>`
για την άδεια χρήσης μικροφώνου
- `<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>` για την
άδεια σύνδεσης στο διαδίκτυο για απομακρυσμένες υπηρεσίες
- `<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH"/>`,
`<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADMIN"/>`,
`<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_CONNECT"/>`
για την άδεια χρήσης ακουστικών bluetooth

Όσον αφορά τον έλεγχο ομοιότητας των αρχικών προτάσεων με την είσοδο του χρήστη, αξιοποιείται το πακέτο `string_similarity`⁹, ενώ για την καλύτερη σύγκριση των αλφαριθμητικών, καλείται η μέθοδος `removeDiacritics` και απλοποιούνται οι προτάσεις.

```
String _normalizeText(String text) {  
    return removeDiacritics(text.trim().toLowerCase().replaceAll(RegExp(r'\s+'), ' '));  
}  
  
void compareSentences() {  
    if (processingInput) return;  
    processingInput = true;  
    String normalizedUserSpeech = _normalizeText(userSpeech);  
    String normalizedCurrentSentence = _normalizeText(currentSentence);  
    double similarityScore = normalizedUserSpeech.similarityTo(normalizedCurrentSentence)*100;  
    if (similarityScore > 90) {  
        setState(() {  
            _score++;  
        });  
    } processingInput = false;  
}  
  
void nextSentence() {  
    if (isListening) {  
        stopListening();  
    } compareSentences();  
}
```

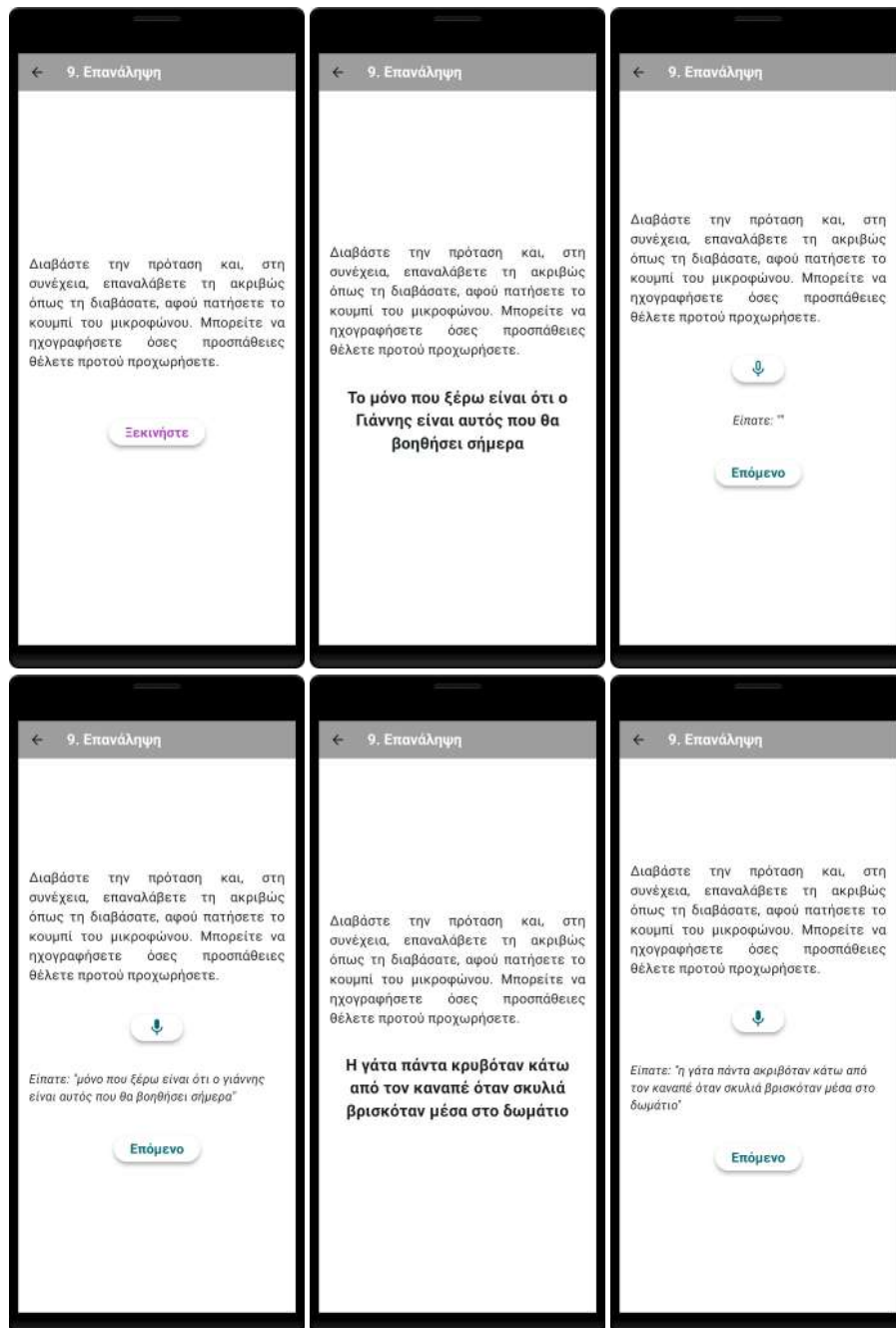
⁸*speech_to_text 6.6.1 | Flutter package*. (2024, Φεβρουάριος). Dart Packages. https://pub.dev/packages/speech_to_text/versions/6.6.1

⁹*string_similarity | Dart package*. (2021, Μάρτιος). Dart Packages. https://pub.dev/packages/string_similarity

```

if (currentSentenceIndex < sentences.length - 1) {
  setState(() {
    currentSentenceIndex++;
    showSentence();
  }); [...]
}

```



Σχήμα 5.13: Στιγμιότυπα ένατης οθόνης ερωτηματολογίου (1: εκφώνηση, 2,4: προτάσεις, 3,5: απαντήσεις)

Λεκτική ευχέρεια

Στην επόμενη δοκιμασία ο χρήστης έχει ένα λεπτό να γράψει όσες περισσότερες λέξεις από Φ μπορεί να σκεφτεί. Αρχικά, δίνεται χρόνος στον χρήστη να διαβάσει προσεκτικά τις οδηγίες προτού πατήσει το κουμπί εκκίνησης της δοκιμασίας για να εμφανιστεί το πεδίο εισαγωγής κειμένου. Η επαλήθευση των λέξεων υλοποιείται μέσω μιας διαδικτυακής λίστας¹⁰, από την οποία απομακρύνθηκαν χειροκίνητα τα κύρια ονόματα, οι αριθμοί και διαφορετικοί χρόνοι, εγκλίσεις, φωνές και πρόσωπα του ίδιου ρήματος. Το περιεχόμενο του λεξικού συγκρίνεται με τις λέξεις που εισάγει ο χρήστης και, εφόσον καταγραφούν 11 ή περισσότερες σωστές λέξεις εντός των 60 δευτερολέπτων της δοκιμασίας, ο χρήστης λαμβάνει έναν βαθμό.

```
Future<void> loadDictionary() async {
  final String dictionaryData = await rootBundle.loadString('assets/dictionary.txt');
  setState(() {
    dictionary = dictionaryData.split('\n').map((word) => word.trim()).toSet();
  });
}

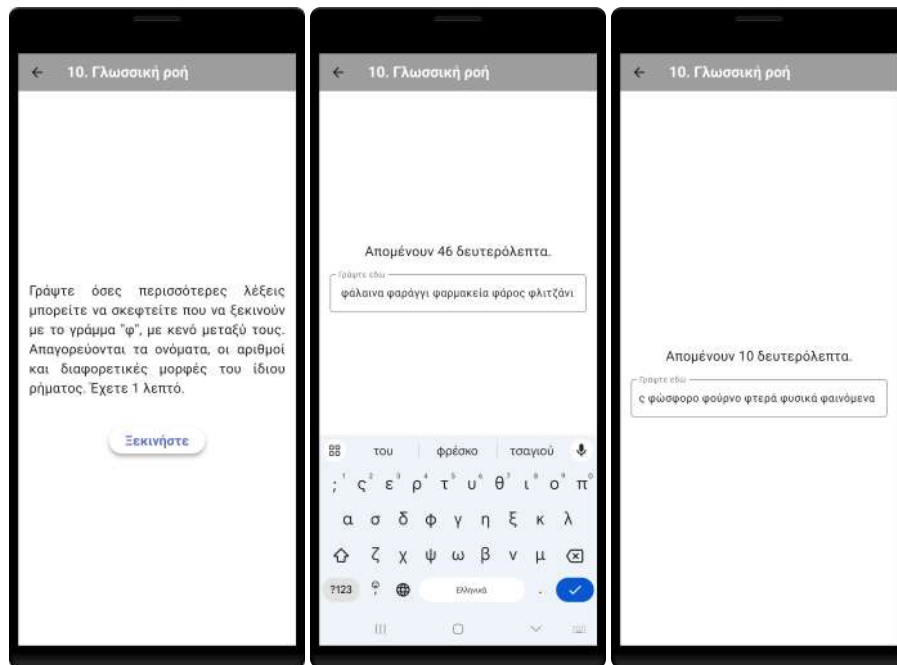
void startTimer() {
  _start = 60;
  _gameOver = false;
  _gameOn = true;
  setState(() {});
  _timer = Timer.periodic(const Duration(seconds: 1), (timer) {
    if (_start == 0) {
      setState(() {
        _gameOver = true;
        _gameOn = false;
        Navigator.push(context,
          MaterialPageRoute(builder: (context) => const AbstractionScreen())
        );
      });
      _timer?.cancel();
      _validateWords();
    } else {
      setState(() {
        _start--;
      });
    }
  })
}
```

¹⁰ λέξεις που ξεκινούν με φ. <http://el.words-finder.com/index.php?begin=%CF%86>

```

});
}
void _validateWords() {
    final words = _controller.text.split(' ');
    int correctWords = 0;
    for (String word in words) {
        word = word.trim();
        if (word.startsWith(initialLetter) && dictionary.contains(word)) {
            correctWords++;
        }
    }
    setState(() {
        _score = correctWords >= 11 ? 1 : 0;
        ScoreManager().addScore(GameScore(gameName: gameName, score: _score));
    });
}

```



Σχήμα 5.14: Στιγμιότυπα δέκατης οθόνης ερωτηματολογίου (1: εκφώνηση, 2-3: απαντήσεις)

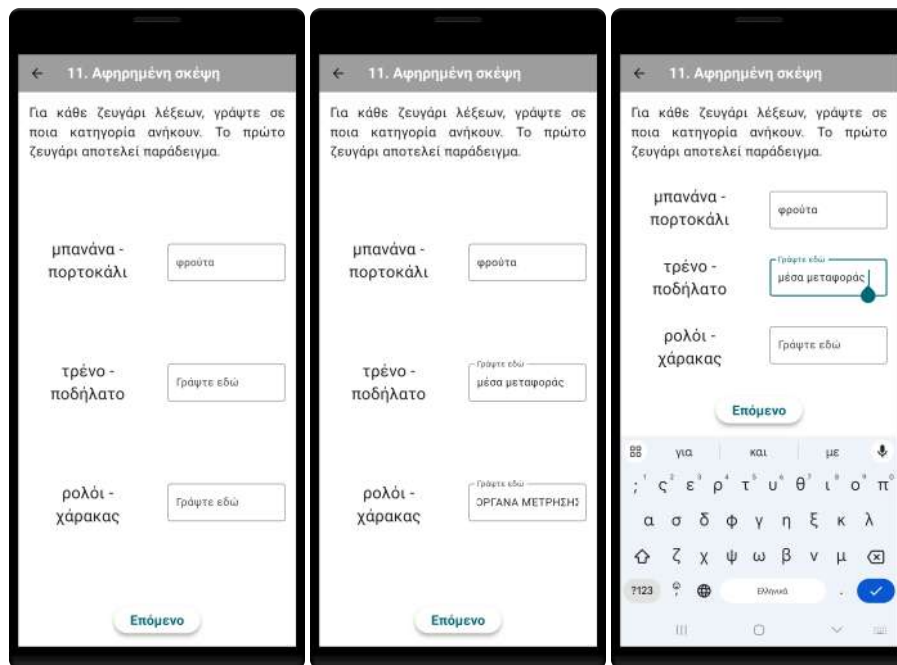
5.2.6 Αφηρημένη σκέψη

Το ενδέκατο πεδίο του ερωτηματολογίου εξετάζει την αφηρημένη σκέψη του χρήστη. Σε αυτή τη δοκιμασία, δίνονται τρία ζευγάρια λέξεων και ζητείται από τον χρήστη να γράψει σε ποια κατηγορία ανήκει κάθε ζευγάρι. Η πρώτη κατηγορία δίνεται ως παράδειγμα, αλλά για τις άλλες δύο ο χρήστης λαμβάνει έναν βαθμό για κάθε σωστή κατηγορία. Σύμφωνα με τις

οδηγίες χορήγησης και βαθμολόγησης του MoCA [81], το ζευγάρι τρένο-ποδήλατο ανήκει στην κατηγορία “μέσα μεταφοράς”, “μεταφορικά μέσα”, “μέσα ταξιδιού” ή “πραγματοποιείς εκδρομές και με τα δύο”, αλλά όχι “έχουν τροχούς”. Αντίστοιχα, για το ζευγάρι χάρακας-ρολόι οι κατηγορίες “όργανα μέτρησης”, “εργαλεία μέτρησης” και “χρησιμοποιούνται για να μετρήσουμε” είναι αποδεκτές, όχι όμως η κατηγορία “έχουν αριθμούς”. Για ακόμη μια φορά, κανονικοποιείται η είσοδος του χρήστη με την κλήση της συνάρτησης `removeDiacritics` και τη χρήση των μεθόδων `trim`, `toLowerCase`, και `replaceAll(RegExp(r'\s+'), '')`. Με αυτό τον τρόπο, εξασφαλίζουμε την ακριβή σύγκριση του κειμένου που εισάγει ο χρήστης με τις προκαθορισμένες σωστές απαντήσεις της δοκιμασίας.

```
String _normalizeText(String text) {
    String normalText = removeDiacritics(text);
    return normalText.trim().toLowerCase().replaceAll(RegExp(r'\s+'), '');
}

void _checkAnswers() {
    String answer1 = _normalizeText(_controller1.text);
    String answer2 = _normalizeText(_controller2.text);
    if (_correctAnswers[1]!.map(_normalizeText).contains(answer1)) _score++;
    if (_correctAnswers[2]!.map(_normalizeText).contains(answer2)) _score++;
}
```

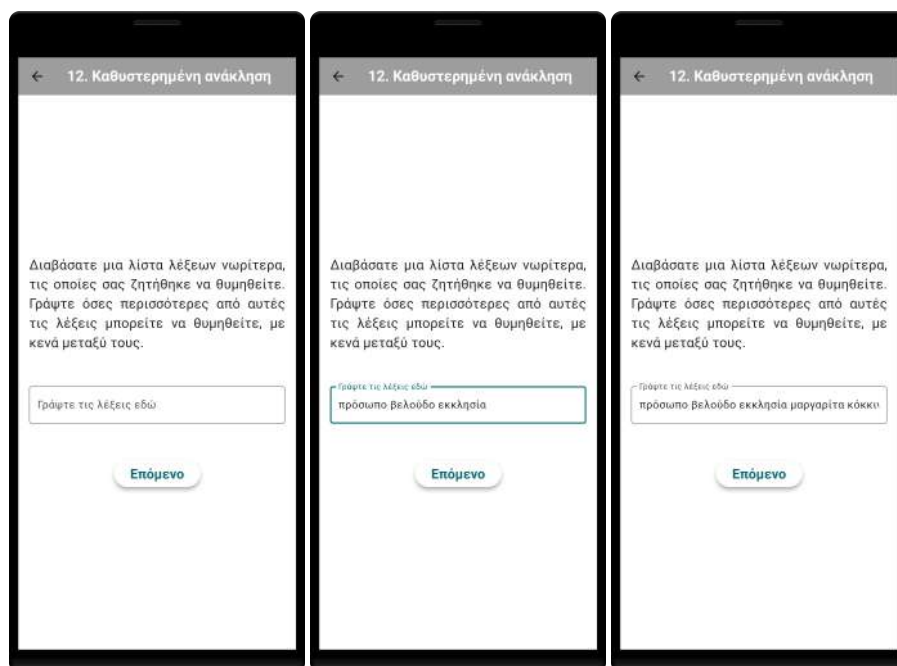


Σχήμα 5.15: Στιγμιότυπα ενδέκατης οθόνης ερωτηματολογίου (1: εκφώνηση, 2-3: απαντήσεις)

5.2.7 Καθυστερημένη ανάκληση

Ακολουθεί η δοκιμασία ανάκλησης των λέξεων που διάβασε ο χρήστης στα μισά του ερωτηματολογίου. Ο έλεγχος των απαντήσεων πραγματοποιείται με τη συνάρτηση `_checkAnswers`, όπου δημιουργείται μια λίστα με τις λέξεις που εισάγει ο χρήστης και αναζητούνται οι λέξεις αυτές μέσα στη λίστα των προκαθορισμένων σωστών απαντήσεων (`_words`). Η τελική βαθμολογία της δοκιμασίας ισούται με τον αριθμό των λέξεων που ανακάλεσε σωστά ο χρήστης.

```
void _checkAnswers () {  
    List<String> userWords = _controller.text.split(' ').map((word) =>  
        word.toLowerCase()).toList();  
    setState(() {  
        _score = userWords.where((userWord) => _words.any((wordList) =>  
            wordList.contains(userWord))).length;  
    });  
}
```



Σχήμα 5.16: Στιγμιότυπα δωδέκατης οθόνης ερωτηματολογίου (1: εκφώνηση, 2-3: απαντήσεις)

5.2.8 Προσανατολισμός

Στην τελευταία δοκιμασία του έντυπου ερωτηματολογίου, ο εξεταστής ζητάει από το υποκείμενο την τρέχουσα ημερομηνία (έτος, μήνας, ακριβής ημερομηνία και ημέρα της εβδομάδας) και το όνομα της τοποθεσίας (γραφείο, κλινική, νοσοκομείο, κλπ.) και της πόλης όπου

βρίσκεται. Στην ψηφιακή μορφή, είναι αδύνατο να γνωρίζει η εφαρμογή τον ακριβή χώρο στον οποίο βρίσκεται ο χρήστης, επομένως ζητείται η ημερομηνία, η χώρα διαμονής και ο ταχυδρομικός κώδικας της περιοχής όπου βρίσκεται.

Η σωστή χώρα διαμονής ορίζεται εντός του κώδικα, δεδομένου ότι η εφαρμογή απευθύνεται σε κατοίκους της Ελλάδας, ενώ για την εύρεση του ταχυδρομικού κώδικα της περιοχής χρησιμοποιούνται τα πακέτα `geolocator`¹¹ και `geocoding`¹². Το πρώτο πακέτο υπολογίζει τις συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και πλάτος), ενώ το δεύτερο μεταφράζει τις συντεταγμένες σε μία συγκεκριμένη διεύθυνση που περιλαμβάνει τον ταχυδρομικό κώδικα της περιοχής. Για τη χρήση των υπηρεσιών εντοπισμού θέσης, προσθέτουμε τις ετικέτες `<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION"/>` και `<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION"/>` στο αρχείο `AndroidManifest.xml` του πρτζεκτ.

```
try {
  Position position = await Geolocator.getCurrentPosition(
    desiredAccuracy: LocationAccuracy.high,
  );
  List<Placemark> placemarks = await placemarkFromCoordinates(
    position.latitude,
    position.longitude,
  );
  Placemark place = placemarks[0];
  setState(() {
    _currentPostalCode = place.postalCode ?? '';
  });
} catch (e) {
  return;
}
```

Η εύρεση της τρέχουσας ημερομηνίας επιτυγχάνεται με την κλάση `DateTime` της βασικής βιβλιοθήκης της Dart, και το πακέτο `intl`¹³ για τον ορισμό της δομής της ημερομηνίας βάσει της γεωγραφικής περιοχής. Τέλος, απλοποιείται κάθε είσοδος κειμένου του χρήστη και συγκρίνεται με την αναμενόμενη απάντηση κάθε πεδίου. Για κάθε σωστή απάντηση απονέμεται ένας βαθμός, με μέγιστη βαθμολογία το 6.

¹¹*geolocator* | Flutter package. (2024, Μάιος). Dart Packages. <https://pub.dev/packages/geolocator>

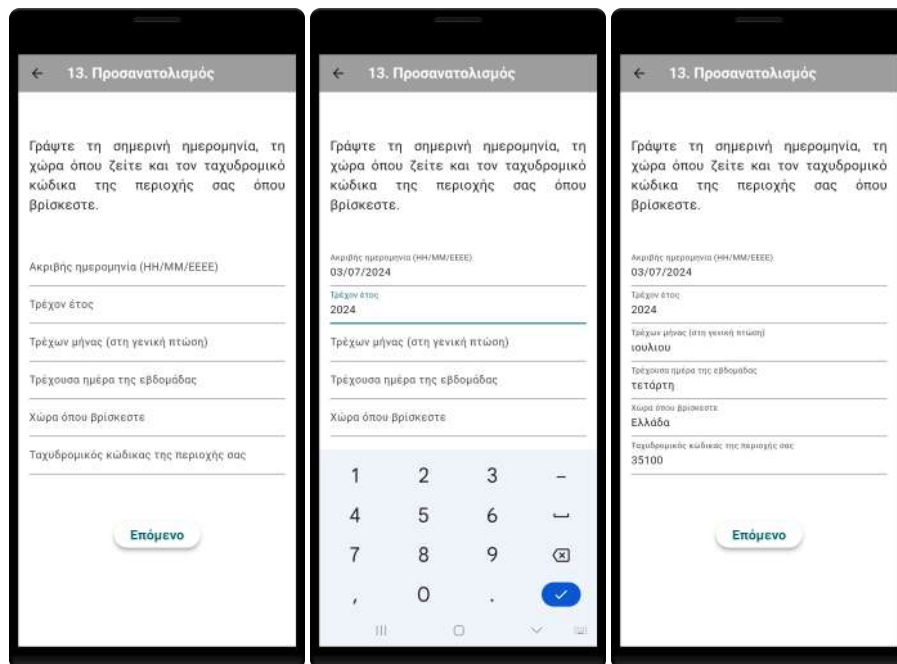
¹²*geocoding* | Flutter package. (2024, Μάρτιος). Dart Packages. <https://pub.dev/packages/geocoding>

¹³*intl* | Dart package. (2023, Δεκέμβριος). Dart Packages. <https://pub.dev/packages/intl>

```

void _checkAnswers() {
    DateTime now = DateTime.now();
    String currentYear = DateFormat('yyyy', 'el').format(now);
    String currentMonth = DateFormat('MMM', 'el').format(now);
    String currentWeekday = DateFormat('EEEE', 'el').format(now);
    [...]
    setState(() {
        if (_yearController.text.isNotEmpty &&
            _yearController.text == currentYear) _score++;
        if (_monthController.text.isNotEmpty &&
            userMonth == expectedMonth) _score++;
        if (_dateController.text.isNotEmpty &&
            _dateController.text == DateFormat('dd/MM/yyyy').format(now)) _score++;
        if (_weekdayController.text.isNotEmpty &&
            userWeekday == expectedWeekday) _score++;
        if (_countryController.text.isNotEmpty &&
            userCountry == expectedCountry) _score++;
        if (_postalCodeController.text.isNotEmpty &&
            userPostalCode == expectedPostalCode) _score++;
    });
}

```

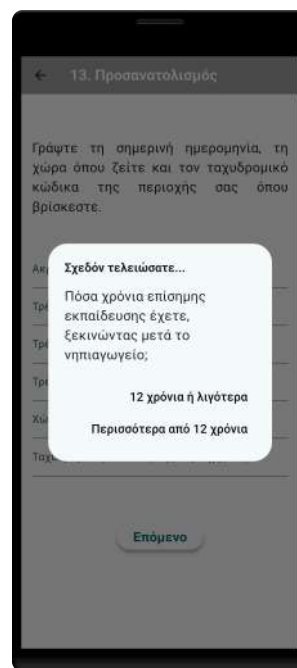


Σχήμα 5.17: Στιγμιότυπα δέκατης τρίτης οθόνης ερωτηματολογίου (1: εκφώνηση, 2-3: απαντήσεις)

5.2.9 Εκπαίδευση

Για την κατάλληλη προσαρμογή των αποτελεσμάτων σύμφωνα με το μορφωτικό επίπεδο του χρήστη, οι κανόνες βαθμολόγησης του MoCA επισημαίνουν την πρόσθεση ενός βαθμού σε περίπτωση 12 ή λιγότερων ετών επίσημης εκπαίδευσης του εξεταζόμενου. Η υλοποίηση αυτού του ελέγχου πραγματοποιείται στην οθόνη του τελευταίου πεδίου του ερωτηματολογίου με τη μορφή αναδυόμενου παραθύρου που ρωτάει τον χρήστη πόσα χρόνια επίσημης εκπαίδευσης έχει ολοκληρώσει, ξεκινώντας μετά το νηπιαγωγείο [49][81]. Το παράθυρο εμφανίζεται κατά το πάτημα του κουμπιού “Επόμενο”, υποχρεώνοντας την εφαρμογή να περιμένει την απάντηση του χρήστη προτού περάσει στην τελική οθόνη (ασύγχρονος προγραμματισμός χρήσει των εντολών `async` και `await`).

```
Future<void> _showEducationDialog() async {  
  await showDialog<String>(  
    context: context,  
    builder: (BuildContext context) {  
      return AlertDialog(  
        title: const Text(...),  
        content: const Text(...),  
        actions: <Widget>[  
          TextButton(  
            onPressed: () {  
              _score++;  
              Navigator.of(context).pop();  
            },  
            child: const Text(...),  
          ),  
          TextButton(  
            onPressed: () {  
              Navigator.of(context).pop();  
            },  
            child: const Text(...),  
          ),  
        ],  
      );  
    },  
  );  
}
```



Σχήμα 5.18: Στιγμιότυπο οθόνης αναδυόμενου παραθύρου επιλογής

5.3 Αναφορά αποτελεσμάτων

Η βαθμολόγηση του ερωτηματολογίου και κατηγοριοποίηση της νοητικής λειτουργίας του χρήστη αναλύεται στο Κεφάλαιο 4. Ο υπολογισμός της συνολικής βαθμολογίας του εξεταζόμενου απαιτεί τη φόρτωση της βαθμολογίας του κάθε πεδίου-παιχνιδιού στην τελική οθόνη της εφαρμογής. Τη διαδικασία αυτή αναλαμβάνει η κλάση `ScoreManager`, η οποία καλείται σε κάθε οθόνη για την προσθήκη της βαθμολογίας του πεδίου στη λίστα των `GameScore`. Το αντικείμενο `GameScore` λαμβάνει ως παράμετρο και το όνομα κάθε πεδίου, το οποίο συμβάλει στην ομαδοποίηση των πεδίων του ερωτηματολογίου βάσει της γνωστικής ικανότητας που αξιολογούν, για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων από τον χρήστη.

```
class ScoreManager {
    static final ScoreManager _instance = ScoreManager._internal();
    factory ScoreManager() {
        return _instance;
    }
    ScoreManager._internal();
    final List<GameScore> _scores = [];
    List<GameScore> get scores => _scores;
    void addScore(GameScore score) {
        _scores.add(score);
    }
}

class GameScore {
    final String gameName;
    final int score;
    GameScore({required this.gameName, required this.score});
}
```

Η ομαδοποίηση των πεδίων του ερωτηματολογίου υλοποιείται στον κώδικα του αρχείου `score.dart`. Συγκεκριμένα, ορίζουμε τις κατηγορίες των πεδίων, όπως αυτά παρατίθενται στον παρόν κεφάλαιο, και τη μέγιστη πιθανή βαθμολογία κάθε κατηγορίας. Στη συνέχεια, αθροίζουμε τους πόντους του χρήστη για τα πεδία της κάθε κατηγορίας και υπολογίζουμε το ποσοστό επιτυχίας του σύμφωνα με το μέγιστο βαθμό κάθε γνωστικού τομέα.

```
final Map<String, String> categoryMap = {
    'Ενωσε_τις_τελείες': 'ΟπτικοχωρικέςΕκτελεστικές', [...], 'Προσανατολισμός': 'Προσανατολισμός',
};
```

```

final Map<String , int> maxScores = {
  'ΟπτικοχωρικέςΕκτελεστικές/': 5,
  'Κατονομασία': 3,
  'Προσοχή': 6,
  'Γλώσσα': 3,
  'Αφηρημένη_σκέψη': 2,
  'Ανάκληση': 5,
  'Προσανατολισμός': 6,
};

final Map<String , double> categoryScores = {};
for ( var score in scores ) {
  String category = categoryMap[ score.gameName ] ?? 'Άλλο';
  if ( categoryScores.containsKey( category ) ) {
    categoryScores[ category ] = categoryScores[ category ]! + score.score.toDouble();
  } else {
    categoryScores[ category ] = score.score.toDouble();
  }
}

final List<GameScore> categoryScoreList = categoryScores.entries.map((entry) {
int maxScore = maxScores[entry.key] ?? 1;
  double normalizedScore = (entry.value / maxScore) * 100;
  return GameScore(gameName: entry.key, score: normalizedScore.toInt());
}).toList();

```

Η γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων υλοποιείται με τη χρήση ενός κυκλικού ραβδογράμματος `RadialBarSeries`¹⁴, όπου η κάθε γνωστική κατηγορία αναπαρίσταται από έναν κύκλο και χρωματίζεται στο ποσοστό που της αναλογεί βάσει της βαθμολογίας. Η λίστα των κατηγοριών με το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανά κατηγορία αναγράφεται κάτω από το γράφημα `SfCircularChart` χειροκίνητα και όχι με τη χρήση του υπομνήματος του διαγράμματος, για σχεδιαστικούς λόγους.

```

SfCircularChart(
  title: const ChartTitle(
    text: 'Αναλυτική_βαθμολογία:',
    textStyle: TextStyle(fontSize: 16)),
  legend: const Legend(isVisible: false),

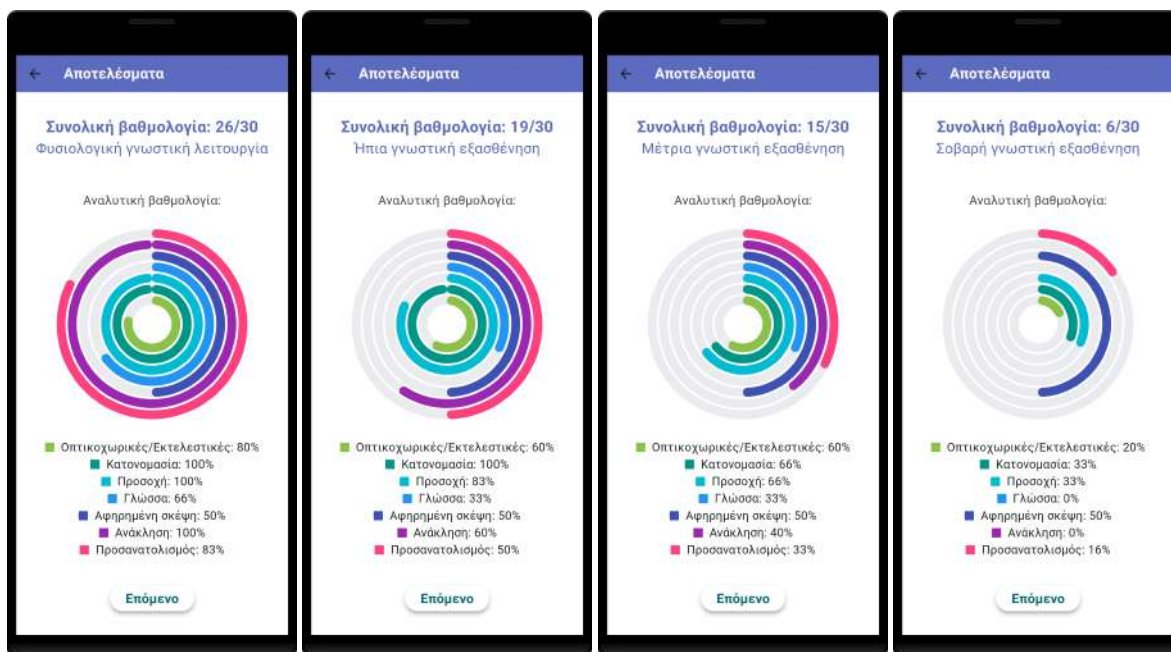
```

¹⁴`RadialBarSeries` class - charts library - Dart API. https://pub.dev/documentation/syncfusion_flutter_charts/latest/charts/RadialBarSeries-class.html

```

series: <CircularSeries>[
    RadialBarSeries<GameScore, String>(
        radius: '90%',
        innerRadius: '20%',
        gap: '3%',
        dataSource: categoryScoreList,
        xValueMapper: (GameScore data, _) => data.gameName,
        yValueMapper: (GameScore data, _) => data.score,
        pointColorMapper: (GameScore data, _) {
            String category = data.gameName;
            return categoryColors[category] ?? Colors.grey;
        },
        cornerStyle: CornerStyle.bothCurve,
        dataLabelSettings: const DataLabelSettings(isVisible: false),
        maximumValue: 100,
    ),
],
),

```



Σχήμα 5.19: Στιγμιότυπα οθόνης πιθανών αποτελεσμάτων (1: Φυσιολογική γνωστική λειτουργία, 2: Ήπια γνωστική εξασθένηση, 3: Μέτρια γνωστική εξασθένηση, 4: Σοβαρή γνωστική εξασθένηση)

Κεφάλαιο 6

Αξιολόγηση

Η λειτουργία της πιλοτικής εφαρμογής “Dementia Check” εξετάστηκε από ένα σύνολο είκοσι ατόμων μεταξύ 20 και 30 ετών, απόφοιτων δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η αξιολόγηση της εφαρμογής ως προς την ιατρική της υπόσταση απαιτούσε υψηλότερο ηλικιακό όριο και μεγαλύτερη ποικιλομορφία ως προς το μορφωτικό επίπεδο και την ψυχική υγεία των συμμετεχόντων. Συνεπώς, στην παρούσα φάση αξιολογήσαμε αποκλειστικά τη χρηστικότητα της προτεινόμενης λύσης με τη βοήθεια της Κλίμακας Χρηστικότητας Συστήματος (System Usability Scale - SUS) [14].

Οι ερωτήσεις της κλίμακας μεταφράστηκαν στα ελληνικά και συνέθεσαν ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης, το οποίο μοιράστηκε στους συμμετέχοντες μέσω Google Forms. Η φόρμα είχε τη μορφή κλίμακας 5 βαθμών, όπου 1: “Διαφωνώ απόλυτα”, 2: “Διαφωνώ”, 3: “Ούτε συμφωνώ/ Ούτε διαφωνώ”, 4: “Συμφωνώ”, 5: “Συμφωνώ απόλυτα”.

Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ συχνά αυτό το σύστημα. *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ απόλυτα ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Συμφωνώ απόλυτα

Θεωρώ ότι το σύστημα ήταν αχρείαστα πολύπλοκο. *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ απόλυτα ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Συμφωνώ απόλυτα

Σχήμα 6.1: Τμήμα της κλίμακας χρηστικότητας συστήματος από τη Φόρμα Google

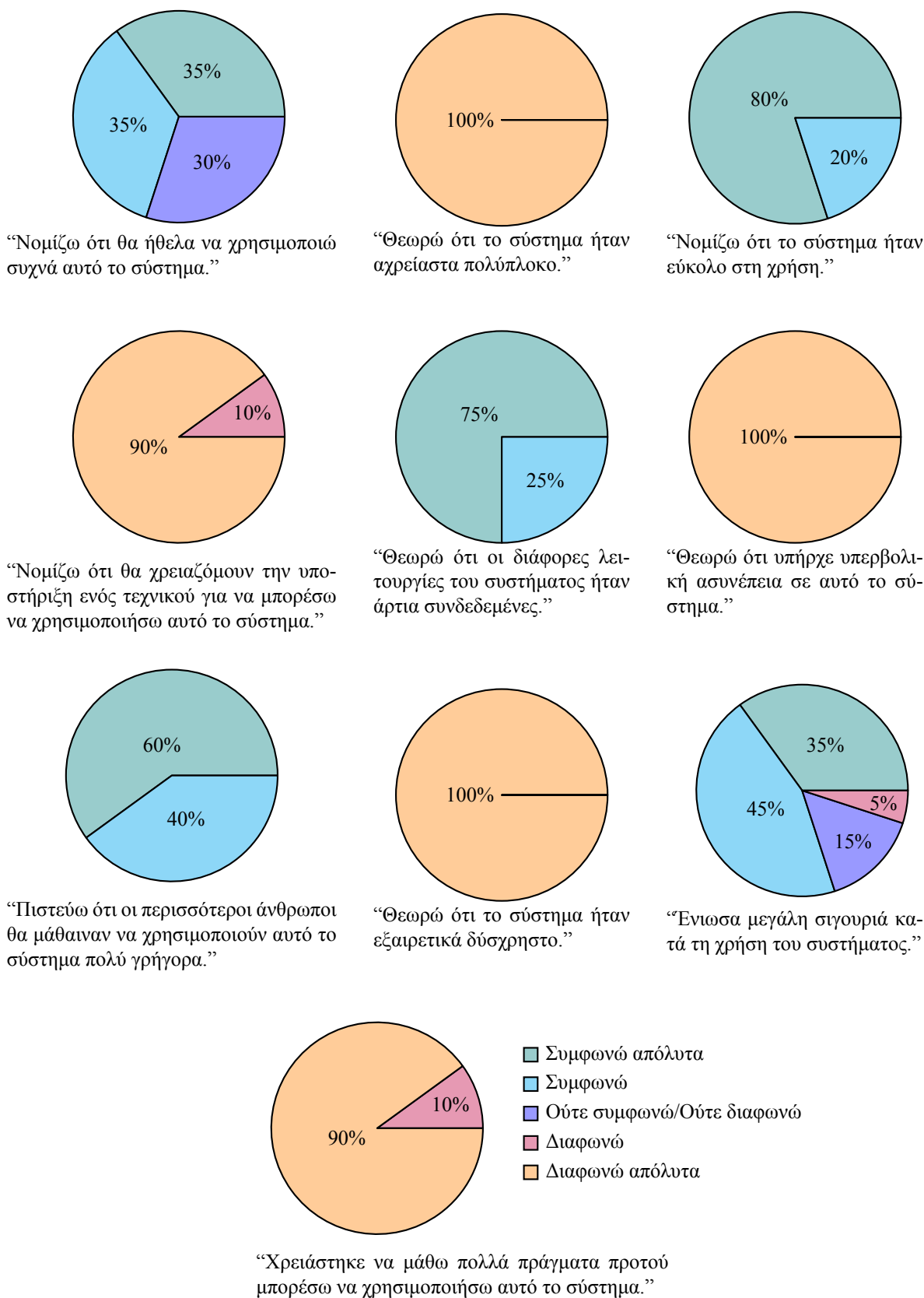
Πίνακας 6.1: Κλίμακα χρηστικότητας του συστήματος

Ερωτήσεις της κλίμακας στα ελληνικά	Μέσος όρος απαντήσεων
1. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ συχνά αυτό το σύστημα.	“Συμφωνώ απόλυτα” / “Συμφωνώ”
2. Θεωρώ ότι το σύστημα ήταν αχρείαστα πολύπλοκο.	“Διαφωνώ απόλυτα”
3. Νομίζω ότι το σύστημα ήταν εύκολο στη χρήση.	“Συμφωνώ απόλυτα”
4. Νομίζω ότι θα χρειαζόμουν την υποστήριξη ενός τεχνικού για να μπορέσω να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα.	“Διαφωνώ απόλυτα”
5. Θεωρώ ότι οι διάφορες λειτουργίες του συστήματος ήταν άρτια συνδεδεμένες.	“Συμφωνώ απόλυτα”
6. Θεωρώ ότι υπήρχε υπερβολική ασυνέπεια σε αυτό το σύστημα.	“Διαφωνώ απόλυτα”
7. Πιστεύω ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθαιναν να χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα πολύ γρήγορα.	“Συμφωνώ απόλυτα”
8. Θεωρώ ότι το σύστημα ήταν εξαιρετικά δύσχρηστο.	“Διαφωνώ απόλυτα”
9. Ένιωσα μεγάλη σιγουριά κατά τη χρήση του συστήματος.	“Συμφωνώ”
10. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα προτού μπορέσω να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα.	“Διαφωνώ απόλυτα”

Ο Πίνακας 6.1 περιλαμβάνει τις ερωτήσεις της φόρμας αξιολόγησης και τον μέσο όρο των ανώνυμων απαντήσεων των συμμετεχόντων. Η επικρατούσα άποψη επιβεβαιώνει τη χρηστικότητα της εφαρμογής, η οποία ικανοποιεί τις απαιτήσεις ευκολίας χρήσης και προσβασιμότητας του συστήματος. Σύμφωνα με την αναλυτική αναπαράσταση των απαντήσεων στο Σχήμα 6.2, οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν πως η τρέχουσα εκδοχή της εφαρμογής δε δικαιολογεί τη συχνή χρήση του συστήματος, ενώ η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου MoCA είχε ισχυρή επίδραση στην αυτοπεποίθηση και σιγουριά των χρηστών, λόγω του περιεχομένου της εφαρμογής και όχι της διεπαφής της.

Σε συνέχεια της ολοκλήρωσης της φόρμας αξιολόγησης, συζητήθηκε η συνολική εμπειρία των συμμετεχόντων κατά τη συμπλήρωση του ψηφιακού ερωτηματολογίου MoCA και επισημάνθηκαν ορισμένες αστοχίες, οι οποίες διορθώθηκαν στην πορεία των δοκιμών και της αξιολόγησης για να καθορίσουν το τελικό προϊόν (π.χ. περισσότερος χρόνος για ανάγνωση οδηγιών, πιο σαφείς οδηγίες για την αποφυγή διευκρινήσεων, πιο έντονος χρωματισμός των κουμπιών για ευκολία εντοπισμού).

Σχήμα 6.2: Απαντήσεις ερωτηματολογίου



Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα και συζήτηση

7.1 Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η σχεδίαση ενός ψηφιακού ερωτηματολογίου αυτοεκτίμησης για τον προσυμπτωματικό έλεγχο της άνοιας. Η σχεδίαση του εργαλείου επιτεύχθηκε σε βαθμό κυκλοφορίας πιλοτικής εφαρμογής που υλοποιεί μία από τις πιο ευρέως διαδεδομένες κλίμακες αξιολόγησης νοητικών ικανοτήτων, το MoCA, αλλά και ένα chatbot ανίχνευσης υποκειμενικής γνωστικής έκπτωσης. Σε αντίθεση με υπάρχουσες εφαρμογές εντοπισμού νοητικής εξασθένησης, το προτεινόμενο σύστημα είναι διαθέσιμο στα Ελληνικά για τις περισσότερες κινητές συσκευές και αποτελεί εργαλείο αυτοεκτίμησης, αφού παράγει αυτόματα αποτελέσματα βάσει των οδηγιών βαθμολόγησης της αυθεντικής, έντυπης μορφής του MoCA και του SCD-9Q. Ωστόσο, η εφαρμογή έχει ελλείψεις ως προς την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων από ιατρική άποψη, καθώς και περιθώρια αναβάθμισης και βελτιστοποίησης που συζητούνται παρακάτω.

7.2 Περιορισμοί

Δεδομένου ότι συνεργαστήκαμε με επαγγελματίες υγείας με εξειδίκευση στο πεδίο των γνωστικών επιστημών μόνο στο στάδιο της σχεδίασης της εφαρμογής και όχι στην ανάπτυξη και την αξιολόγησή της, δεν έχει επικυρωθεί η ορθότητα της ψηφιακής μετάφρασης του ερωτηματολογίου MoCA. Επιπρόσθετα, οι συμμετέχοντες του πιλοτικού δεν υπερέβαιναν τα 30 έτη, γεγονός που περιορίσε τη διαδικασία αξιολόγησης στο τεχνικό μέρος του συστήματος, θέτοντας σε αναμονή το ιατρικό μέρος. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως όσοι συμμετέχοντες

ανέφεραν προβλήματα με τη μνήμη τους στο chatbot ΥΓΕ, είχαν αντιστοίχως χαμηλή βαθμολογία στο MoCA. Τέλος, η εφαρμογή προσομοιώθηκε σε κινητές συσκευές και συσκευές τάμπλετ λογισμικού Android χάρη στην πλατφόρμα Android Studio, αλλά δεν επιβεβαιώθηκε η άρτια λειτουργία που υπόσχεται η γλώσσα Dart σε άλλα λογισμικά και πλατφόρμες.

7.3 Μελλοντικές έρευνες

Από τα πρώτα βήματα εξέλιξης του προτεινόμενου συστήματος είναι η εκπαίδευση δύο νευρωνικών δικτύων για την πιο ακριβή ψηφιοποίηση της δοκιμασίας σχεδίασης ρολογιού και της δοκιμασίας αντιγραφής σχεδίου αντίστοιχα, όπως αυτές αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 5. Η προσέγγιση αυτή θα διευκολύνει την ορθότερη αξιολόγηση και πιστοποίηση της εφαρμογής ως ψηφιακή εκδοχή του ερωτηματολογίου MoCA από την ιατρική κοινότητα.

Η σημαντικότερη, όμως, αναβάθμιση του συστήματος θα προκύψει από τη σύνδεση της εφαρμογής με μία βάση δεδομένων, η οποία θα επιτρέψει τη δημιουργία χρηστών με εξατομικευμένο προφίλ και δυνατότητα αποθήκευσης των αποτελεσμάτων και κοινοποίησης τους σε άτομο της επιλογής του χρήστη (π.χ. θεράπων ιατρός, άτομο φροντίδας, συγγενής). Η μοναδικότητα του χρήστη, σε συνδυασμό με την ενσωμάτωση των άλλων δύο διαθέσιμων εκδόσεων του MoCA (8.2 και 8.3) με στόχο την αποφυγή απομνημόνευσης των απαντήσεων του τεστ μετά από πολλές επαναλήψεις, θα βελτιώσει σημαντικά τη λειτουργικότητα και την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής στον προσυμπτωματικό έλεγχο της άνοιας.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- [1] Amanzadeh, M., Hamedan, M., Mohammadnia, A., & Mahdavi, A. (2023). Digital Cognitive Tests for Dementia Screening: A Systematic Review. *Shiraz E-Medical Journal*, 24(6). <https://doi.org/10.5812/semj-137241>
- [2] American Psychiatric Association. (2013, Απρίλιος). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5η έκδοση). APA Publishing. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- [3] Andersen, K., Launer, L., Dewey, M., Letenneur, L., Ott, A., Copeland, J. M., Dartigues, J.-F., Kragh-Sorensen, P., Baldereschi, M., Brayne, C., Lobo, A., Martinez-Lage, J., Stijnen, T., Hofman, A., & the EURODEM Incidence Research Group. (1999). Gender differences in the incidence of AD and vascular dementia: The EURODEM Studies. *Neurology*, 53(9), 1992–1992. <https://doi.org/10.1212/WNL.53.9.1992>
- [4] Andrianopoulos, V., Gloeckl, R., Vogiatzis, I., & Kenn, K. (2017). Cognitive impairment in COPD: should cognitive evaluation be part of respiratory assessment? *Breathe*, 13(1), e1–e9. <https://doi.org/10.1183/20734735.001417>
- [5] APA Dictionary of Psychology. (2018a). *cognition*. <https://dictionary.apa.org/cognition>
- [6] APA Dictionary of Psychology. (2018b). *neurocognition*. <https://dictionary.apa.org/neurocognition>
- [7] Arvanitakis, Z., Shah, R. C., & Bennett, D. A. (2019). Diagnosis and Management of Dementia: Review. *JAMA*, 322(16), 1589. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.4782>
- [8] Australia, H. (2022, Ιούλιος). *Younger onset dementia*. <https://www.healthdirect.gov.au/younger-onset-dementia>

- [9] Bouchachi, S., & Kataki, M. (2021). Clinical Approach to Dementia. *Practical Neurology*, 20(5), 27–30. <https://practicalneurology.com/articles/2021-june/clinical-approach-to-dementia/pdf>
- [10] BrainCheck Inc. (2018). *Cognitive Health Platform for Everyday Clinical Use | BrainCheck*. <https://braincheck.com/>
- [11] BrainCheck, Inc. (2023, Νοέμβριος 9). *BrainCheck, Inc.* (Έκδ. 7.5.0). <https://apps.apple.com/us/app/braincheck-inc/id1044466115?platform=ipad>
- [12] BrainTest Inc. (2016). *BrainTest® - Online Dementia, Alzheimer's & MCI Screening Test*. <https://braintest.com/>
- [13] BrainTest Inc. (2023, Δεκέμβριος 7). *BrainTest* (Έκδ. 2.1.3). https://play.google.com/store/apps/details?id=com.braintest.app&hl=en_CA
- [14] Brooke, J. (1996, Ιανουάριος). SUS – a quick and dirty usability scale.
- [15] Brooke, P., & Bullock, R. (1999). Validation of a 6 item cognitive impairment test with a view to primary care usage. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 14(11), 936–940. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1166\(199911\)14:11<936::AID-GPS39>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1166(199911)14:11<936::AID-GPS39>3.0.CO;2-1)
- [16] Chen, J.-H., Lin, K.-P., & Chen, Y.-C. (2009). Risk Factors for Dementia. *Journal of the Formosan Medical Association*, 108(10), 754–764. [https://doi.org/10.1016/S0929-6646\(09\)60402-2](https://doi.org/10.1016/S0929-6646(09)60402-2)
- [17] Chewy Logic, LLC. (2019a). *eSLUMS | a digital SLUMS cognitive assessment app*. <https://www.eslumstest.com/>
- [18] Chewy Logic, LLC. (2019b, Αύγουστος 2). *eSLUMS* (Έκδ. 36.1.2). <https://apps.apple.com/us/app/eslums/id1141690870>
- [19] Ciolek, C. H., & Lee, S. Y. (2020). Cognitive Issues in the Older Adult. Στο *Guccione's Geriatric Physical Therapy* (σσ. 425–452). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-60912-8.00019-1>
- [20] *Cognitive Function In Brief*. (2017, Απρίλιος). <https://lpi.oregonstate.edu/mic/health-disease/cognitive-function-in-brief>
- [21] Crombie, M., Dutt, A., Dey, P., Nandi, R., & Evans, J. (2023). Examination of the validity of the 'Papadum test': An alternative to the clock drawing test for people with low levels of education. *The Clinical Neuropsychologist*, 37(5), 1025–1042. <https://doi.org/10.1080/13854046.2022.2047789>

- [22] *Dart*. (χ.η.). <https://github.com/dart-lang>
- [23] *Dart overview*. (χ.η.). <https://dart.dev/overview/>
- [24] *Dementia*. (2023, Μάρτιος 15). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia>
- [25] *Dementia in Europe Yearbook 2019: Estimating the prevalence of dementia in Europe*. (2019). Alzheimer Europe. https://www.alzheimer-europe.org/sites/default/files/alzheimer_europe_dementia_in_europe_yearbook_2019.pdf
- [26] Dr. Fadi Fayez. (2018, Νοέμβριος 30). *DementiaTest* (Εκδ. 1.1). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ella.dementiascreener>
- [27] ERISA Co., Ltd. (2014). *Development and sales products*. <https://www.erisa.co.jp/product/>
- [28] ERISA K.K. (2023, Δεκέμβριος 1). *CADi2* (Εκδ. 7.0.1). <https://apps.apple.com/gr/app/cadi2/id808586504>
- [29] Fitzpatrick, A. L., Kuller, L. H., Lopez, O. L., Diehr, P., O’Meara, E. S., Longstreth, W. T., & Luchsinger, J. A. (2009). Midlife and Late-Life Obesity and the Risk of Dementia: Cardiovascular Health Study. *Archives of Neurology*, 66(3). <https://doi.org/10.1001/archneurol.2008.582>
- [30] *Flutter - Build apps for any screen*. (χ.η.). [//flutter.dev/](https://flutter.dev/)
- [31] Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). “Mini-mental state”. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189–198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- [32] Gifford, K. A., Liu, D., Romano, R. R., Jones, R. N., & Jefferson, A. L. (2015). Development of a subjective cognitive decline questionnaire using item response theory: A pilot study. *Alzheimer’s & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 1(4), 429–439. <https://doi.org/10.1016/j.dadm.2015.09.004>
- [33] Hale, D., & Marshall, K. (2017). Dementia: The Value of Early Detection. *Home Healthcare Now*, 35(3), 177–178. <https://doi.org/10.1097/NHH.0000000000000516>
- [34] *i-Days | EIT Health*. (2024). <https://eithealth.eu/programmes/i-days/>
- [35] *ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics*. (2023, Ιανουάριος). <https://icd.who.int/browse11/l-m/en#/http%3A%2F%2Fid.who.int%2Ficd%2Fentity%2F546689346>
- [36] *IntelliJ IDEA – the Leading Java and Kotlin IDE*. (χ.η.). <https://www.jetbrains.com/idea/>

- [37] Jorm, A. F. (2004). The Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly (IQCODE): a review. *International Psychogeriatrics*, 16(3), 275–293. <https://doi.org/10.1017/S1041610204000390>
- [38] Lee, Y. C., Kang, J. M., Lee, H., Kim, K., Kim, S., Yu, T. Y., Lee, E.-M., Kim, C. T., Kim, D. K., Lewis, M., Won, H.-H., Jessen, F., & Myung, W. (2020). Subjective cognitive decline and subsequent dementia: a nationwide cohort study of 579,710 people aged 66 years in South Korea. *Alzheimer's Research & Therapy*, 12(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s13195-020-00618-1>
- [39] Lin, Y., Shan, P.-Y., Jiang, W.-J., Sheng, C., & Ma, L. (2019). Subjective cognitive decline: preclinical manifestation of Alzheimer's disease. *Neurological Sciences*, 40(1), 41–49. <https://doi.org/10.1007/s10072-018-3620-y>
- [40] Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Brayne, C., Burns, A., Cohen-Mansfield, J., Cooper, C., Costafreda, S. G., Dias, A., Fox, N., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Kivimäki, M., Larson, E. B., Ogunniyi, A., ... Mukadam, N. (2020). Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *The Lancet*, 396(10248), 413–446. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30367-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30367-6)
- [41] Long, S., Benoist, C., & Weidner, W. (2023, Σεπτέμβριος). *World Alzheimer Report 2023: Reducing dementia risk: never too early, never too late* (αδημοσίευτη ερευνητική εργασία). Alzheimer's Disease International.
- [42] *Meet Android Studio*. (2024). <https://developer.android.com/studio/intro>
- [43] Mendez, M. F., & Cummings, J. L. (2003). *Dementia: A Clinical Approach* (3η έκδοση). Butterworth-Heinemann.
- [44] Mini-Cog©. (2024). *Mini-Cog© – Quick Screening for Early Dementia Detection*. <https://mini-cog.com/>
- [45] Mitchell, A. J., Beaumont, H., Ferguson, D., Yadegarfar, M., & Stubbs, B. (2014). Risk of dementia and mild cognitive impairment in older people with subjective memory complaints: meta-analysis. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 130(6), 439–451. <https://doi.org/10.1111/acps.12336>
- [46] Mitchell, S. L. (2015). Advanced Dementia (C. G. Solomon, Επιμελητής). *New England Journal of Medicine*, 372(26), 2533–2540. <https://doi.org/10.1056/NEJMcp1412652>

- [47] MoCA Montreal. (2024a, Μάρτιος 14). *MoCA DUO* (Εκδ. 6.23.0). <https://apps.apple.com/us/app/moca-duo/id1206246590>
- [48] MoCA Montreal. (2024b, Μάρτιος 20). *Xpresso by MoCA* (Εκδ. 2.0.2). <https://apps.apple.com/us/app/xpresso-by-moca/id6449499046>
- [49] MoCA Test Inc. (2023). *MoCA COGNITION*. <https://mocacognition.com/>
- [50] Muproduction. (2022, Φεβρουάριος 14). *Dementia Screening* (Εκδ. 1.0). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.demetiascreening.mariam41.admtsdp>
- [51] olgabeta. (2024, Ιούλιος 3). *dementia-check: This is a repository for my thesis project, a self-administered screening app for dementia*. <https://github.com/olgabeta/dementia-check>
- [52] Onoda, K., & Yamaguchi, S. (2014). Revision of the Cognitive Assessment for Dementia, iPad Version (CADi2). *PLOS ONE*, 9(10), e109931. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109931>
- [53] Parfenov, V. A., Zakharov, V. V., Kabaeva, A. R., & Vakhnina, N. V. (2020). Subjective cognitive decline as a predictor of future cognitive decline: a systematic review. *Dementia & Neuropsychologia*, 14(3), 248–257. <https://doi.org/10.1590/1980-57642020dn14-030007>
- [54] PhD, M. P. (2023, Σεπτέμβριος 14). *Flutter's Dart Language: A Perfect Match for Modern App Development*. <https://medium.com/@mridulpaul2000/article-2-flutters-dart-language-a-perfect-match-for-modern-app-development-b2bb11e7f30f>
- [55] Poptsi, E., Moraitou, D., Eleftheriou, M., Kounti-Zafeiropoulou, F., Papasozomenou, C., Agogiatou, C., Bakoglidou, E., Batsila, G., Liapi, D., Markou, N., Nikolaidou, E., Ouzouni, F., Soumpourou, A., Vasiloglou, M., & Tsolaki, M. (2019). Normative Data for the Montreal Cognitive Assessment in Greek Older Adults With Subjective Cognitive Decline, Mild Cognitive Impairment and Dementia. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 32(5), 265–274. <https://doi.org/10.1177/0891988719853046>
- [56] Rnic, K., & Dozois, D. J. (2017). Treatment-Relevant Assessment in Cognitive-Behavioral Therapy. Στο *The Science of Cognitive Behavioral Therapy* (σσ. 19–50). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803457-6.00002-7>
- [57] Ruitenberg, A., Ott, A., Van Swieten, J. C., Hofman, A., & Breteler, M. M. (2001). Incidence of dementia: does gender make a difference? *Neurobiology of Aging*, 22(4), 575–580. [https://doi.org/10.1016/S0197-4580\(01\)00231-7](https://doi.org/10.1016/S0197-4580(01)00231-7)

- [58] Scharre, D. W., Chang, S.-I., Murden, R. A., Lamb, J., Beversdorf, D. Q., Kataki, M., Nagaraja, H. N., & Bornstein, R. A. (2010). Self-administered Gerocognitive Examination (SAGE): a brief cognitive assessment Instrument for mild cognitive impairment (MCI) and early dementia. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 24(1), 64–71. <https://doi.org/10.1097/WAD.0b013e3181b03277>
- [59] Shore, D., Henkin, R. I., Nelson, N. R., Agarwal, R. P., & Wyatt, R. J. (1984). Hair and Serum Copper, Zinc, Calcium, and Magnesium Concentrations in Alzheimer-type Dementia. *Journal of the American Geriatrics Society*, 32(12), 892–895. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1984.tb00889.x>
- [60] Shulman, K. I., Shedletsky, R., & Silver, I. L. (1986). The challenge of time: Clock-drawing and cognitive function in the elderly. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 1(2), 135–140. <https://doi.org/10.1002/gps.930010209>
- [61] Si, T., Xing, G., & Han, Y. (2020). Subjective Cognitive Decline and Related Cognitive Deficits. *Frontiers in Neurology*, 11, 247. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00247>
- [62] *The Six Most Popular Cross-Platform App Development Frameworks | Kotlin Multiplatform Development*. (2024). <https://www.jetbrains.com/help/kotlin-multiplatform-dev/cross-platform-frameworks.html>
- [63] Smid, J., Studart-Neto, A., César-Freitas, K. G., Dourado, M. C. N., Kochhann, R., Barbosa, B. J. A. P., Schilling, L. P., Balthazar, M. L. F., Frota, N. A. F., Souza, L. C. D., Caramelli, P., Bertolucci, P. H. F., Chaves, M. L. F., Brucki, S. M. D., Nitrini, R., Resende, E. D. P. F., & Vale, F. A. C. (2022). Subjective cognitive decline, mild cognitive impairment, and dementia - syndromic approach: recommendations of the Scientific Department of Cognitive Neurology and Aging of the Brazilian Academy of Neurology. *Dementia & Neuropsychologia*, 16(3 suppl 1), 1–24. <https://doi.org/10.1590/1980-5764-dn-2022-s101en>
- [64] Solfrizzi, V., Colacicco, A. M., D’Introno, A., Capurso, C., Parigi, A. D., Capurso, S. A., Torres, F., Capurso, A., & Panza, F. (2006). Macronutrients, aluminium from drinking water and foods, and other metals in cognitive decline and dementia (A. C. Miu & O. Benga, Επιμελητές). *Journal of Alzheimer’s Disease*, 10(2–3), 303–330. <https://doi.org/10.3233/JAD-2006-102-314>
- [65] *Start building Flutter Android apps on Windows*. (χ.η.). <https://docs.flutter.dev/get-started/install/windows/mobile>

- [66] Tariq, S. H., Tumosa, N., Chibnall, J. T., Perry, M. H., & Morley, J. E. (2006). Comparison of the Saint Louis University Mental Status Examination and the Mini-Mental State Examination for Detecting Dementia and Mild Neurocognitive Disorder—A Pilot Study. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 14(11), 900–910. <https://doi.org/10.1097/01.JGP.0000221510.33817.86>
- [67] Thabtah, F., Mampusti, E., Peebles, D., Herradura, R., & Varghese, J. (2020). A Mobile-Based Screening System for Data Analyses of Early Dementia Traits Detection. *Journal of Medical Systems*, 44(1), 24. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1469-0>
- [68] Thabtah, F., Peebles, D., Retzler, J., & Hathurusingha, C. (2020). A review of dementia screening tools based on Mobile application. *Health and Technology*, 10(5), 1011–1022. <https://doi.org/10.1007/s12553-020-00426-5>
- [69] Thabtah, F. F., & Mampusti, E. (2018). *Dementia Tests Screening Application*. <https://www.dementiatest-co-nz.asdtests.com/>
- [70] Van Harten, A. C., Mielke, M. M., Swenson-Dravis, D. M., Hagen, C. E., Edwards, K. K., Roberts, R. O., Geda, Y. E., Knopman, D. S., & Petersen, R. C. (2018). Subjective cognitive decline and risk of MCI: The Mayo Clinic Study of Aging. *Neurology*, 91(4). <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000005863>
- [71] Yasin Tanriverdi. (2016, Σεπτέμβριος 3). *MMSE* (Εκδ. 1.0). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.yasintanriverdi.mmse>
- [72] Ye, S., Sun, K., Huynh, D., Phi, H. Q., Ko, B., Huang, B., & Ghomi, R. H. (2022). A Computerized Cognitive Test Battery for Detection of Dementia and Mild Cognitive Impairment: Instrument Validation Study. *JMIR Aging*, 5(2), e36825.
- [73] Županič, E., Wimo, A., Winblad, B., & Kramberger, M. G. (2022). Cost of diagnosing and treating cognitive complaints: One-year cost-evaluation study in a patient cohort from a Slovenian memory clinic. *Slovenian Journal of Public Health*, 61(2), 76–84. <https://doi.org/10.2478/sjph-2022-0011>

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- [74] Αθανασίου, Κ. (2020). *Εισαγωγή στις Βιολογικές Επιστήμες και η διδακτική τους* (2η έκδοση). Εκδόσεις Γρηγόρη.
- [75] *Βασική Ανατομία του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος*. (2019). <https://pediatric-neurosurgery.com/anatomy>

- [76] Βεκρέλλης, Κ. (2012). *Νόσος του Πάρκινσον: Νεότερες εξελίξεις στη διάγνωση και θεραπεία*. <https://helios-eie.ekt.gr/EIE/bitstream/10442/13274/2/VEKRELLHS.pdf>
- [77] Γερασιμάτου, Β. (2020, Μάρτιος). *Νευρογνωστικές διαταραχές*. <https://wikihealth.gr/health/neurognostikes-diataraches/>
- [78] Μούστρης, Α. Π. (χ.η.). *Άνοια: τι είναι, συμπτώματα, συνήθη αίτια*. <https://neurologos.gr/anoia-symptomata/>
- [79] Νάσιος, Γ. Δ. (2020, Σεπτέμβριος). *Αντιμετώπιση νευροεκφυλιστικών νοσημάτων (άνοια/Parkinson)*. <https://nasios.gr/ipiresies-therapeies-iatreiou/antimetopisi-nevroekfilistikon-nosimaton/>
- [80] Πάγκαλος, Γ., & Αρναούτογλου, Ν. (2019a, Οκτώβριος). *ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ MONTPEAL (MOCA®)* (8η έκδοση). https://mocacognition.com/paper#paper_form_full
- [81] Πάγκαλος, Γ., & Αρναούτογλου, Ν. (2019b, Οκτώβριος). *Γνωστική Αξιολόγηση Μόντρεαλ (MoCA®) Έκδοση 8.1 (Ελληνική) - Οδηγίες χορήγησης και βαθμολόγησης*. https://mocacognition.com/paper#paper_form_full
- [82] Σακκά, Π. (2018). *Ολοκληρωμένη διαχείριση του ανοϊκού ασθενούς*. <https://www.hygeia.gr/wp-content/uploads/2018/01/%CE%A5%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91-SITE.pdf>

