



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής

Διπλωματική Εργασία

Ανάπτυξη Διαδικτυακής Εφαρμογής για Αυτόματη Σύνοψη Διαφανειών Βασισμένη σε Δεδομένα Οφθαλμικής Ιχνηλάτησης

Βαζαίος Στυλιανός
Α.Μ. 1054284

Επιβλέπων
Μιχάλης Ξένος, Καθηγητής

Μέλη Επιτροπής Αξιολόγησης
Ιωάννης Γαροφαλάκης, Καθηγητής
Ελένη Βογιατζάκη, ΕΔΙΠ

Πάτρα, 2022

© Copyright συγγραφής Στυλιανός Βαζαίος, 2022

© Copyright θέματος Μιχάλης Ξένος

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πατρών δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Αφιερώνεται στην οικογένειά μου.

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Μιχάλη Ξένο, για την δυνατότητα που μου έδωσε να εκπονήσω αυτή τη διπλωματική εργασία, για την έμπρακτη βοήθειά του, τον χρόνο που αφιέρωσε και την καθοδήγηση που μου πρόσφερε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας. Οι υποδείξεις, οι συμβουλές του και ο τρόπος σκέψης που μου μετέδωσε αποτέλεσαν για εμένα το σημαντικότερο εργαλείο καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της και ήταν αναμφίβολα πολύτιμες.

Ιδιαίτερες ευχές θα ήθελα να δώσω στην οικογένεια μου, τον πατέρα μου Νίκο, την μητέρα μου Σοφία και την αδελφή Γιώτα, για την αμέτρητη υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια. Τους ευχαριστώ πάρα πολύ από καρδιάς που ήταν πάντα δίπλα μου και προσπαθούσαν να μου προσφέρουν ότι καλύτερο μπορούσαν για να έχω μία άνετη ζωή. Τους απευθύνω την βαθύτατη ευγνωμοσύνη και την αγάπη μου, γιατί αναμφίβολα δεν θα είχα φτάσει σε αυτό το στάδιο της ζωής μου χωρίς την συμπαράσταση και την βοήθειά τους.

Θα ήθελα επίσης, να ευχαριστήσω πολύ όλους τους φίλους μου που στάθηκαν κοντά μου στις καλές αλλά και στις άσχημες στιγμές της ζωής μου. Η υποστήριξη και εμπύχωση που μου προσέφεραν καθώς και οι εμπειρίες που μοιραστήκαμε, με βοήθησαν στο να φτάσω εδώ που είμαι σήμερα και για αυτό τους εύχομαι τα καλύτερα.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στα 62 άτομα που πήραν μέρος στο πείραμα που διεξήχθη στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Περίληψη

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία αναλύεται η ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εφαρμογής, η οποία δημιουργεί αυτόματα τη σύνοψη μιας παρουσίασης Microsoft PowerPoint, βασισμένη στα δεδομένα οφθαλμικής ιχνηλάτησης του εκάστοτε αναγνώστη. Τα δεδομένα αυτά για να έχουν υψηλή ακρίβεια συλλέγονται με τη βοήθεια οφθαλμικού ιχνηλάτη. Χρησιμοποιώντας αυτή τη διαδικτυακή εφαρμογή ο διαχειριστής δημοσιεύει παρουσιάσεις τύπου Microsoft PowerPoint στις οποίες οι χρήστες της εφαρμογής έχουν πρόσβαση μόνο για ανάγνωση. Μετά από την ανάγνωση μιας παρουσίασης από ένα χρήστη δημιουργείται αυτόματα η σύνοψή της και παρουσιάζεται το τελικό αποτέλεσμα σε αυτόν. Πιο συγκεκριμένα αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο συλλέγονται και επεξεργάζονται τα δεδομένα από τον eye tracker και η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την ανάλυση και την κατανομή των στοιχείων της αρχικής παρουσίασης, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στον τρόπο που προσδιορίζεται δυναμικά η ακριβής θέση των στοιχείων στην οθόνη με βάση την ανάλυση της. Επιπλέον, γίνεται ανάλυση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων που διεξάχθηκαν από την χρήση της εφαρμογής, με σκοπό τον προσδιορισμό της ευχρηστίας της εφαρμογής, το βαθμό ικανοποίησης του χρήστη και τη συσχέτιση των αποτελεσμάτων της σύνοψης ως προς τις γνώσεις του χρήστη για το συγκεκριμένο θέμα της παρουσίασης. Τα ευρήματα αυτά, παρουσιάζονται αναλυτικότερα και με τη χρήση γραφημάτων. Γίνεται ακόμα αναφορά στην τεχνολογία του eye tracker και στις πιθανές εφαρμογές του, καθώς και στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής και τον τρόπο λειτουργίας και διασύνδεσης μεταξύ τους, δημιουργώντας μια πλήρη εφαρμογή. Τέλος, αναφέρονται οι περιορισμοί των τεχνολογιών που είχαμε στη διάθεση μας, τα προβλήματα που προέκυψαν καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης της εφαρμογής και οι αντίστοιχες έρευνες και δοκιμές που οδήγησαν τελικά στην επίλυση τους.

Abstract

This diploma thesis analyses the development of a web application, which automatically creates a summary of a Microsoft Power Point presentation based on the individual reader's eye tracking fixation data. To have high accuracy these data are collected with the help of an eye tracker. Using the web app, the administrator publishes Microsoft PowerPoint -like presentations that the users have read-only access to. After a user finish reading a presentation the web app automatically generates its summary and presents the end result to the user. More specifically, the way in which data are collected and processed by eye tracker and the methodology used to analyze and distribute the elements of the original presentation is analyzed, with particular emphasis on how the exact location of the elements on the screen is determined dynamically based on its resolution. In addition, an analysis of the results of the experiments conducted by the use of the application is performed, in order to determine the usability of the application, the degree of the user's satisfaction and to relate the results of the summary to the user's knowledge of the specific topic of presentation. These findings are presented in more detail with the use of graphs. Reference is also made to the technology of eye trackers and their possible applications, as well as the tools used to develop the application and how they work and interact with each other creating a complete application. Finally, a reference is made to the limitations of the technologies available to us, the problems that have arisen throughout the development of the application and the corresponding investigations and tests that have ultimately led to their resolution.

Περιεχόμενα

1	1
Εισαγωγή	1
1.1 Σημασία του προβλήματος.....	1
1.2 Στόχοι της Εργασίας	2
1.3 Μεθοδολογία Προσέγγισης.....	2
1.4 Συνεισφορά	3
1.5 Διάρθρωση της Διπλωματικής Εργασίας.....	5
2	7
Βασικές Τεχνολογίες της Εφαρμογής.....	7
2.1 Web Application	7
2.1.1 Ιστορική Αναδρομή	7
2.1.2 Ανάλυση τεχνολογίας.....	9
2.1.3 Πεδία Εφαρμογής	11
2.2 Microsoft PowerPoint	14
2.2.1 Ιστορική Αναδρομή	14
2.2.2 Ανάλυση τεχνολογίας.....	18
2.2.3 Πεδία Εφαρμογής	19
2.3 Eye Tracker	21
2.3.1 Ιστορική Αναδρομή	21
2.3.2 Ανάλυση τεχνολογίας.....	25
2.3.2.1 Eye Tracking	25
2.3.2.2 Σύγχρονοι Τύποι Eye Tracker.....	26
2.3.2.3 Συλλογή Δεδομένων.....	28
2.3.2.4 Tobii Eye Tracker 4c	30
2.3.3 Πεδία Εφαρμογής	31
3	34
Τεχνική ανάλυση της Εφαρμογής.....	34
3.1 Εισαγωγή.....	34
3.1.1 Διαθέσιμες Τεχνολογίες και Λογισμικό	34
3.1.2 Σύγκριση και Τελική Επιλογή Τεχνολογιών	35
3.1.3 Χρήση Εφαρμογής.....	36
3.1.3.1 Παρουσίαση Εφαρμογής	36
3.1.3.2 Λειτουργίες Διαχειριστή	42
3.1.3.3 Λειτουργίες Χρήστη	43
3.1.3.4 Δημιουργία αρχείων PowerPoint	43
3.1.3.5 Απαιτήσεις Λογισμικού	44

3.2	Python	45
3.2.1	Ιστορική Αναδρομή	45
3.2.2	Λόγος Επιλογής	46
3.2.3	Χρήση	46
3.3	Mysql Και Xampp	47
3.3.1	Ιστορική Αναδρομή	47
3.3.2	Χρήση	47
3.4	HTML, CSS και JavaScript	50
3.4.1	Ιστορική Αναδρομή	50
3.4.2	Χρήση	51
3.4.3	Συνδυασμός με το Flask Framework	51
4		53
Υλοποίηση της Εφαρμογής		53
4.1	Συλλογή Δεδομένων Eye Tracker	53
4.1.1	Σύνδεση με Eye Tracker	53
4.1.2	Αρχείο start_eyetracker_recording.py	53
4.1.3	Αρχείο startTobiiStream.py	54
4.1.4	Αρχείο eye_tracking.py	54
4.2	Δημιουργία Διαδικτυακής Εφαρμογής	54
4.2.1	Αρχείο app.py	54
4.2.2	Αρχείο html_converter_buttons.py	55
4.3	Συλλογή και Επεξεργασία Δεδομένων	56
4.3.1	Αρχείο ocular_data_handler.py	56
4.3.2	Αρχείο ocular_data_metric.py	58
4.3.3	Αρχείο classes.py	58
4.3.4	Αρχείο pptx_element_info.py	59
4.3.5	Αρχείο create_synopsis.py	61
4.3.6	Αρχείο heatmapPlotting.py	65
4.4	Βάση Δεδομένων και Αποθήκευση Αρχείων	66
4.4.1	Τύποι δεδομένων	66
4.4.2	MySQL	67
4.4.3	Server storage	67
4.4.3.1	Εισαγωγή	67
4.5	Δυσκολίες κατά την Ανάπτυξη της Εφαρμογής	69
4.5.1	Εισαγωγή	69
4.5.2	Περιορισμοί Λογισμικού και Επίλυση Προβλημάτων	69
4.6	Κώδικας Εφαρμογής	71
5		72
Πειράματα Χρήσης της Εφαρμογής		72
5.1	Μεθοδολογία και Συνθήκες Πειράματος	72
5.2	Ανάλυση Αποτελεσμάτων	74
5.2.1	Γραφήματα και Στατιστικά Δεδομένα Πειράματος	74
5.2.2	Heatmaps με Βάση τα Δεδομένα των Χρηστών	82
5.3	Συμπεράσματα Πειραμάτων	85

6.....	87
<i>Συμπεράσματα και Προοπτικές.....</i>	<i>87</i>
6.1 Βασικά Συμπεράσματα της Διπλωματικής Εργασίας.....	87
6.2 Μελλοντικές Εργασίες.....	88
<i>Βιβλιογραφία- Αναφορές</i>	<i>91</i>
<i>Σύντομο Βιογραφικό Συγγραφέα.....</i>	<i>95</i>

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1: Δομή διαδικτυακής εφαρμογής με χρήση μοντέλου AJAX	8
Εικόνα 2: Μορφή Διαδικτυακής Εφαρμογής Εναντίον Ιστοσελίδας	9
Εικόνα 3: Πρώτη έκδοση PowerPoint 1.0 για Macintosh	15
Εικόνα 4: Πρώτη έκδοση PowerPoint 2.0 για Windows.....	16
Εικόνα 5: Παράδειγμα Μορφής αρχείου XML του PowerPoint	18
Εικόνα 6:Βασική Οργάνωση PowerPoint με βάση την μορφή αρχείων XML.....	19
Εικόνα 7: Πρώτο επιτυχημένο είδος μηχανικού eye tracker	22
Εικόνα 8: Ένας από τους πρώτους σύγχρονους οφθαλμικούς ιχνηλάτες που σχεδιάστηκε από τον Thomas Buswell	23
Εικόνα 9: Καταγραφή οφθαλμικής εστίασης μέσω ηλεκτρο-οφθαλμογραφίας	24
Εικόνα 10 : Σύντομη Ιστορία εξέλιξης των eye trackers.....	25
Εικόνα 11: Τρόπος λειτουργίας σύγχρονων eye trackers.....	28
Εικόνα 12: Tobii eye tracker 4c	31
Εικόνα 13: Ez-Synopsis σελίδα login της εφαρμογής.....	38
Εικόνα 14: Ez-Synopsis σελίδα εγγραφής χρήστη και διαδικασία εγγραφής.	39
Εικόνα 15: Αρχική σελίδα εφαρμογής διαχειριστή μετά από σύνδεση στην εφαρμογή.....	39
Εικόνα 16: Καρτέλα "Upload Files" για δημοσίευση παρουσιάσεων PowerPoint στην εφαρμογή.....	40
Εικόνα 17: Σελίδα "Settings" με dropdown μενού για επιλογή ποσοστού σύνοψης.	40
Εικόνα 18: Σελίδα "Synopsis Files" διαχειριστή που βλέπει όλες τις συνόψεις που έχουν δημιουργηθεί.	41
Εικόνα 19: Εμφάνιση σελίδας σύνδεσης και αρχικής σελίδας σε κινητό	42
Εικόνα 20: Σχεσιακό διάγραμμα UML της βάσης δεδομένων της εφαρμογής Ez-Synopsis.....	49
Εικόνα 21: Μορφή κουμπιών διαφανειών στην εφαρμογή.	56
Εικόνα 22: Πρώτη σελίδα σύνοψης χρήστη testuser10 για την Blockchain_Presentation παρουσίαση	64
Εικόνα 23: Δεύτερη σελίδα σύνοψης χρήστη testuser10 για την Blockchain_Presentation παρουσίαση	64
Εικόνα 24: Τρίτη σελίδα σύνοψης χρήστη testuser10 για την Blockchain_Presentation παρουσίαση	65
Εικόνα 25: Τρόπος Δόμησης αρχικού φακέλου εφαρμογής.....	68
Εικόνα 26: Παράδειγμα πειράματος της εφαρμογής με τον eye tracker.....	73
Εικόνα 27: Παράδειγμα heatmap δύο διαφορετικών χρηστών στην ίδια διαφάνεια -1	84
Εικόνα 28: Παράδειγμα heatmap δύο διαφορετικών χρηστών στην ίδια διαφάνεια -2	85

Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1: Στατιστικά για το φύλο και την ηλικία των συμμετεχόντων	74
Σχήμα 2: Γνώσεις χρηστών σχετικά με την τεχνολογία Blockchain	75
Σχήμα 3: Γνώσεις χρηστών σχετικά με την το Bitcoin	75
Σχήμα 4: Γνώσεις χρηστών σχετικά με τα NFT's.....	76
Σχήμα 5: Γνώμη χρηστών για την εμφάνιση και την ευκολία χρήσης της εφαρμογής Ez-Synopsis	76
Σχήμα 6: Ποσοστά επιλογής ποσοστών σύνοψης από χρήστες.....	77
Σχήμα 7: Βαθμολογία αποτελεσμάτων σύνοψης με ποσοστό σύνοψης μεγαλύτερο του 30%	78
Σχήμα 8: Βαθμολογία αποτελεσμάτων σύνοψης με ποσοστό σύνοψης μικρότερο του 30%	78
Σχήμα 9: Πραγματική προτίμηση ποσοστού σύνοψης από τους χρήστες.....	79
Σχήμα 10: Βαθμολογία Ικανοποίησης των αποτελεσμάτων της σύνοψης των χρηστών που παρέμειναν με ποσοστό σύνοψης 30%.....	79
Σχήμα 11: Νέα βαθμολογία ικανοποίησης των αποτελεσμάτων της σύνοψης των χρηστών με την πραγματική τιμή του ποσοστού σύνοψης 30%.....	80
Σχήμα 12: Μετρικές για τις σχετικές γνώσεις των χρηστών με ποσοστό σύνοψης 30%.....	81
Σχήμα 13: Μετρικές για τις σχετικές γνώσεις των χρηστών με ποσοστό σύνοψης μεγαλύτερο του 30%	81
Σχήμα 14: Μετρικές για τις σχετικές γνώσεις των χρηστών με ποσοστό σύνοψης μικρότερο του 30%	82

Συντομογραφίες

AOI	Area of Interest
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheet
XSS	Cross-site Scripting
UML	Unified Modeling Language
CRP	Customer Relationship Management
ERP	Enterprise Resource Planning
API	Application Programming Interface
NFT	Non-Fungible Token
CMD	Command Prompt

Γλωσσάρι ή Απόδοση Όρων

eye tracker	οφθαλμικός ιχνηλάτης
eye tracking	οφθαλμική ιχνηλάτηση
web	ιστός(διαδύκτιο)
fixation	εστίαση
saccades	οφθαλμική μεταπήδηση
smooth pursuit	ομαλή καταδίωξη
scanpath	ανίχνευση διαδρομής
stimulus	ερέθισμα
joint attention	κοινή προσοχή
phishing	απάτη ηλεκτρονικού ψαρέματος
area of interest	περιοχή ενδιαφέροντος
feature	χαρακτηριστικό
widget	μικροεφαρμογή
ms	μιλιδευτερόλεπτο
font	γραμματοσειρά
smartphones	έξυπνα κινητά τηλέφωνα
tablets	ηλεκτρονικές ταμπλέτες
websocket	πρωτόκολλο επικοινωνίας υπολογιστών
API	διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών
heatmap	θερμικός χάρτης
password	κωδικός
pixels	εικονοστοιχεία
margin	περιθώρια
line spacing	διάστημα κενού μεταξύ γραμμών
link	σύνδεσμος ιστοσελίδας

1

Εισαγωγή

1.1 Σημασία του προβλήματος

Είναι εμφανές πως ο τρόπος αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές αλλάζει ραγδαία με την πάροδο του χρόνου. Ο άνθρωπος αρχίζει και βασίζεται ολοένα και περισσότερο σε αυτοματοποιημένα συστήματα για να στηρίζει και να διευκολύνει τον τρόπο ζωής του. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και της επιστήμης των υπολογιστών, πέρα από τη διευκόλυνση της καθημερινότητας, συμβάλει πλέον καθοριστικά και στον τομέα της εκπαίδευσης, πράγμα το οποίο καθιστά αναγκαία την ύπαρξη μιας αποδοτικής και άμεσης επικοινωνίας του ανθρώπου με τα αντίστοιχα μέσα πληροφόρησης. Το φαινόμενο αυτό διαπιστώθηκε ιδιαίτερα εν μέσω της πανδημίας του Sars-CoV-2 όπου πολλές διαδικασίες αναγκάστηκαν να βασιστούν σε εξ αποστάσεως λειτουργία αξιοποιώντας τις δυνατότητες των διαθέσιμων διαδικτυακών τεχνολογιών. Αυτό οδήγησε στη δημιουργία πολλών διαδικτυακών εφαρμογών με σκοπό την κάλυψη των εκάστοτε αναγκών και υπηρεσιών. Ωστόσο πολλές από αυτές τις εφαρμογές ήταν δύσχρηστες, μη ελκυστικές και είχαν και ελλείψεις σε αρκετά επίπεδα. Χαρακτηριστικά όπως ευκολία πρόσβασης, ταχύτητα, αποδοτικότητα και ελκυστική εμφάνιση αποτελούν θεμελιώδεις βάσεις μιας καλοστημένης και εύχρηστης εφαρμογής. Σε μια εφαρμογή που έχει ως επίκεντρο τον ίδιο τον χρήστη είναι σημαντικό να μπορούμε να προσδιορίσουμε τι κεντρίζει το ενδιαφέρον του. Σε αυτό η τεχνολογία eye tracking αποτελεί σημαντικό εργαλείο τόσο για τους προγραμματιστές, όσο και για τους ερευνητές καθώς εξάγει δεδομένα για το που επικεντρώνεται ο χρήστης. Αξιοποιώντας τα δεδομένα αυτά, οι προγραμματιστές, πιο συγκεκριμένα, μπορούν να σχεδιάσουν πιο ελκυστικές και εύχρηστες διεπαφές χρήστη αλλά και εφαρμογές που αποσκοπούν στη διευκόλυνση και βελτίωση την ποιότητας ζωής των ανθρώπων.

1.2 Στόχοι της Εργασίας

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι, η δημιουργία μιας διαδικτυακής εφαρμογής (Web Application) που θα λειτουργεί ως ένα χρήσιμο εργαλείο υποβοήθησης του μαθησιακού περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, στην εφαρμογή θα δημοσιεύονται από ένα διαχειριστή παρουσιάσεις εκπαιδευτικού περιεχομένου τύπου Microsoft PowerPoint οι οποίες θα είναι διαθέσιμες σε όλους τους χρήστες της εφαρμογής. Για κάθε χρήστη, μετά τη μελέτη μιας παρουσίασης, θα δημιουργείται αυτόματα μια προσωποποιημένη σύνοψη με βάση τα στοιχεία της διαφάνειας που εστίασε περισσότερο. Η σύνοψη αποσκοπεί στο να διευκολύνει τον εκάστοτε χρήστη στην μελέτη του αντίστοιχου αντικειμένου που παρουσιάζεται στις διαφάνειες του PowerPoint.

Βασικός στόχος της εφαρμογής είναι να εμφανίζονται στην σύνοψη τα κύρια σημεία που εστίασε περισσότερο ο χρήστης καθώς και αυτά μπορεί να αποτελούν σημεία που είτε ήταν δύσκολα στην κατανόηση, είτε το περιεχόμενο τους προκάλεσε ενδιαφέρον στον χρήστη. Στα πλαίσια του παραπάνω στόχου καθίσταται αναγκαίος ο ακριβής προσδιορισμός του τόπου εστίασης του σε καθεμία από τις διαφάνειες της παρουσίασης. Η χρήση της τεχνολογίας των Eye tracker αποτελεί το πιο σημαντικό εφόδιο προς αυτήν την κατεύθυνση καθώς μας δίνει τη δυνατότητα να υπολογίσουμε τον συνολικό αριθμό εστιάσεων σε μια περιοχή ενδιαφέροντος. Μια περιοχή ενδιαφέροντος στη τρέχουσα περίπτωση χρήσης μπορεί να είναι κείμενο σε μορφή παραγράφου ή κάποια εικόνα που υπάρχει μέσα στην παρουσίαση. Οι περιοχές ενδιαφέροντος πρέπει να δημιουργούνται δυναμικά για καθεμία παρουσίαση που δημοσιεύει ο διαχειριστής, μιας και είναι σαφές πως δεν θα έχουν όλες το ίδιο περιεχόμενο και η θέση των αντικειμένων δεν θα είναι στατική.

Λόγω των απαιτήσεων της εφαρμογής και το ότι προορίζεται να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια εκπαιδευτικού περιβάλλοντος καθίσταται αναγκαίο να εκτεθεί η εφαρμογή στην κρίση των χρηστών. Έτσι θα αξιολογηθεί κατάλληλα η αλληλεπίδραση με τον χρήστη και θα μπορέσουν να διερευνηθούν πτυχές της εφαρμογής που πιθανώς χρειάζονται βελτιστοποίηση. Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, ξεκίνησε η ανάπτυξη του λογισμικού της εφαρμογής και σαν επόμενο βήμα από την ολοκλήρωση του λογισμικού διεξάχθηκαν κατάλληλα πειράματα με σκοπό την επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας της εφαρμογής και την εύρεση του βαθμού ικανοποίησης του χρήστη.

1.3 Μεθοδολογία Προσέγγισης

Για την υλοποίηση της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε αρχικά βιβλιογραφική έρευνα γύρω από τις βασικές τεχνολογίες της εφαρμογής όπως, το eye tracking, το Microsoft PowerPoint και το Web Application. Ερευνήθηκε εξονυχιστικά η τεχνολογία των Eye Trackers, τα πεδία εφαρμογής τους, οι διάφορες συσκευές eye tracking που ανιχνεύουν τα

σημεία εστίασης του βλέμματος αλλά και οι μεθοδολογίες καταγραφής των δεδομένων. Παράλληλα, μελετήθηκε η χρήση παρουσιάσεων Microsoft PowerPoint ως μια τεχνολογία παροχής πληροφορίας και υποβοήθησης στον τομέα της διδασκαλίας και των επιχειρήσεων. Επίσης, έγινε έρευνα στον τομέα των διαδικτυακών εφαρμογών και στην σχεδίαση μιας εύχρηστης και απλής διεπαφής χρήστη.

Πέρα από τη βιβλιογραφική έρευνα για τις παραπάνω τεχνολογίες, σαν πρώτο βήμα για τη σωστή ανάπτυξη του λογισμικού πρέπει να γίνει ανάλυση των απαιτήσεων της εφαρμογής. Σε αυτό το στάδιο καθορίζονται οι απαιτούμενες υπηρεσίες και περιορισμοί λειτουργίας και ανάπτυξης του λογισμικού. Εκτιμάται αν οι ανάγκες των χρηστών μπορούν να ικανοποιηθούν με τις τρέχουσες τεχνολογίες και προσδιορίζονται ποιες είναι αυτές.

Ακολουθεί το στάδιο του σχεδιασμού και της υλοποίησης της εφαρμογής στο οποίο γίνεται ο βασικός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του συστήματος για την διασύνδεση των τεχνολογιών, η ανάλυση των επιμέρους υποσυστημάτων και ο σχεδιασμός κατάλληλων δομών δεδομένων και αλγορίθμων με βάση τα δεδομένα που θα διαχειρίζονται. Παράλληλα με αυτές τις διεργασίες γίνεται και ο σχεδιασμός της διεπαφής του χρήστη.

Το επόμενο βήμα που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη λογισμικού είναι η επαλήθευση και επικύρωση της εφαρμογής. Εδώ ελέγχθηκε αν το λογισμικό συμμορφώνεται με τις αρχικές προδιαγραφές που θέσαμε και εάν ανταποκρίνεται πλήρως στις απαιτήσεις του χρήστη. Η διαδικασία επαλήθευσης και επικύρωσης πρέπει να εφαρμόζεται σε κάθε στάδιο της διαδικασίας παραγωγής λογισμικού, ώστε να μπορούν να βρεθούν τυχόν ατέλειες σε ένα σύστημα και να μπορεί να αξιολογηθεί η χρηστικότητα και η χρησιμότητα του τελικού προϊόντος. Στην περίπτωση εντοπισμού σφαλμάτων στην λειτουργία της εφαρμογής λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα επιδιόρθωσης και συμμόρφωσης με τις αρχικές προδιαγραφές.

Στη διάρκεια ανάπτυξης της εφαρμογής της διπλωματικής προέκυψαν κάποιοι περιορισμοί στις τεχνολογίες που στη συνέχεια οδήγησαν σε λειτουργικά προβλήματα στην εφαρμογή. Για την επίλυση τους έγινε επιστροφή στα στάδια ανάπτυξης λογισμικού ξεκινώντας με περαιτέρω έρευνα των διαθέσιμων τεχνολογιών και επιλογών που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε, ανανεώνοντας το σχεδιασμό του λογισμικού και προχωρώντας με την υλοποίηση και τις επιμέρους δοκιμές της λειτουργίας.

Στο τελικό στάδιο μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης της εφαρμογής διεξάχθηκαν πειράματα σε εργαστηριακό χώρο για παρατηρηθεί η αλληλεπίδραση με τους χρήστες και να αξιολογηθεί η ίδια η εφαρμογή και ο τρόπος λειτουργίας της.

1.4 Συνεισφορά

Μέσα από την κατάλληλη βιβλιογραφική έρευνα εντοπίστηκε πως η τεχνολογία eye tracking θα μπορούσε να ενταχτεί και να βοηθήσει στον τομέα της εκπαίδευσης λόγω της φύσης των εφαρμογών που έχει και των δεδομένων που μπορεί να προσφέρει ως τεχνολογία. Παράλληλα παρατηρήσαμε πως οι παρουσιάσεις PowerPoint έχουν αρχίσει και

χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο στον τομέα της εκπαίδευσης, καθώς προσφέρουν καλύτερη διαδραστικότητα μέσω οπτικών εφέ και βελτιώσουν την μετάδοση της γνώσης. Δημιουργήθηκε έτσι η απορία για το αν γίνεται να συνδυαστούν με κάποιο τρόπο αυτές οι δύο τεχνολογίες ώστε να προσφέρουμε μεγαλύτερη διαδραστικότητα και περαιτέρω στήριξη στην διαδικασία της μετάδοσης γνώσης. Έτσι στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας αποφασίστηκε ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη κατάλληλης διαδικτυακής εφαρμογής με σκοπό να διευκολύνει τον εκπαιδευόμενο στην μελέτη ενός γνωστικού αντικείμενου. Τον έλεγχο της διαδικτυακής εφαρμογής θα έχει ένας διαχειριστής ο οποίος θα μεταφορτώνει σε αυτή παρουσιάσεις PowerPoint της επιλογής του. Οι χρήστες της εφαρμογής θα πρέπει να φτιάξουν ένα λογαριασμό σε αυτή σαν εκπαιδευόμενοι και θα δύνανται να δουν όλες τις παρουσιάσεις του διαχειριστή. Μετά από την μελέτη μιας παρουσίασης από τον εκπαιδευόμενο θα δημιουργείται αυτόματα η σύνοψη της, με βάση τα δεδομένα της οφθαλμικής ιχνηλάτησης του εκπαιδευόμενου που καταγράφηκαν κατά την διάρκεια της μελέτης. Η σύνοψη βασίζεται στα αντικείμενα της παρουσίασης που εστιάζει περισσότερο ο χρήστης και σε ένα ποσοστό σύνοψης (που επιλέγει ο χρήστης) το οποίο ελέγχει το ποσοστό της πληροφορίας που θα περιέχει η τελική σύνοψη.

Στη συνέχεια, με την ολοκλήρωση της ανάπτυξης της εφαρμογής, σχεδιάστηκε το πρωτόκολλο πειράματος αξιολόγησης και προχωρήσαμε σε εργαστηριακή αξιολόγηση της μέσω πειράματος. Το πείραμα διήρκησε τρεις εβδομάδες και συμμετείχαν 62 χρήστες. Για την αξιολόγηση της εφαρμογής δημιουργήσαμε μια παρουσίαση PowerPoint και την μεταφορτώσαμε στην εφαρμογή που φτιάξαμε. Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τους χρήστες να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή για να δημιουργηθεί για τον καθένα μια προσωποποιημένη σύνοψη της παρουσίασης με βάση τα σημεία που εστίασαν περισσότερο σύμφωνα με τα δεδομένα της οφθαλμικής τους ιχνηλάτησης. Η αρχική σύνοψη δημιουργείται με βάση ένα ποσοστό 30% πληροφορίας, αν οι χρήστες δεν ικανοποιούνταν με την παραγόμενη σύνοψη μπορούσαν να δοκιμάσουν άλλη μια φορά με άλλα ποσοστά (10% ή 20% ή 40% ή 50%). Στο τέλος του πειράματος οι χρήστες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις αξιολόγησης της εφαρμογής και των παραγόμενων συνόψεων. Χρησιμοποιώντας αυτά τα δεδομένα με κατάλληλες μετρικές και συνδυάζοντας τους θερμικούς χάρτες (heatmaps) που προέκυψαν από τα οφθαλμικά δεδομένα παρατηρήθηκε πως οι χρήστες επικεντρώνονταν κυρίως σε στοιχεία της παρουσίασης τα οποία δεν γνώριζαν τόσο καλά, ενώ επιπλέον τα δεδομένα έδειξαν πως οι χρήστες που ικανοποιήθηκαν με τα αποτελέσματα του ποσοστού 30% και δεν χρειάστηκαν μεγαλύτερο ποσοστό είχαν περισσότερες γνώσεις σχετικά με τα θέματα που αναλύονταν στην παρουσίαση. Ακόμα παρατηρήθηκε πως οι χρήστες εστίαζαν περισσότερο στις εικόνες της παρουσίασης ειδικά σε αυτές που ήταν πλούσιες σε πληροφορία για κάποιο θέμα. Τέλος η ανάλυση των πειραματικών δεδομένων έδειξε πως το καλύτερο ποσοστό σύνοψης για μια παρουσίαση PowerPoint με βάση τα αντικείμενα που εστιάζει ένας χρήστης είναι τιμές που υπάρχουν κοντά στο ποσοστό 30%.

1.5 Διάρθρωση της Διπλωματικής Εργασίας

Η διπλωματική εργασία είναι δομημένη ως εξής: στο κεφάλαιο 2 γίνεται ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τις βασικές τεχνολογίες της εφαρμογής, δηλαδή τη διαδικτυακή εφαρμογή, το Microsoft PowerPoint και την τεχνολογία του Eye Tracker. Αναλύεται η εξέλιξή τους με την πάροδο του χρόνου και τα πεδία εφαρμογής τους στην σημερινή εποχή. Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η τεχνική ανάλυση της εφαρμογής και γίνεται ανασκόπηση της έρευνας για τις τεχνολογίες που επιλέχθηκαν στην τελική εφαρμογή, ακόμα γίνεται παρουσίαση του τρόπου που χρησιμοποιείται η εφαρμογή από την πλευρά του διαχειριστή αλλά και από του χρήστη. Στο κεφάλαιο 4 αναλύεται με λεπτομέρεια ο τρόπος που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η τελική εφαρμογή, με βάση τις τεχνολογίες που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε. Σε αυτό το κεφάλαιο επεξηγείται το κάθε αρχείο κώδικα της εφαρμογής και παρουσιάζονται οι δυσκολίες και τα προβλήματα που προέκυψαν κατά την διάρκεια της ανάπτυξης της, μαζί με τον τρόπο προσέγγισης των λύσεων τους. Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο 5 αναλύονται τα πειράματα που διεξάχθηκαν με στόχο τη μελέτη της αλληλεπίδρασης του χρήστη με την εφαρμογή και αντίστοιχα παρουσιάζονται τα δεδομένα που αποκτήσαμε με γραφήματα και στατιστική ανάλυση. Τέλος, στο κεφάλαιο 6 αναφέρονται τα βασικά συμπεράσματα που εξάγονται από τη διαδικασία συγγραφής της εργασίας σε συνδυασμό με τη γνώση που προέκυψε από την έρευνα και τα πειραματικά δεδομένα της εφαρμογής. Επιπλέον παρουσιάζονται πιθανές ιδέες και βήματα για μελλοντικές βελτιώσεις της εφαρμογής που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε περαιτέρω ερευνητικά αντικείμενα.

2

Βασικές Τεχνολογίες της Εφαρμογής

2.1 Web Application

2.1.1 Ιστορική Αναδρομή

Οι πρώτες διαδικτυακές σελίδες που εμφανίστηκαν ήταν έγγραφα κειμένου χωρίς γραφικά στοιχεία και πολυμέσα ήχου και βίντεο. Αυτό ωστόσο με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη των τεχνολογιών όπως της HTML, XHTML άλλαξε και οι ιστοσελίδες άρχισαν να γίνονται ολοένα και πιο διαδραστικές και πλούσιες σε περιεχόμενο. Το αποκορύφωμα των διαδραστικών ιστοσελίδων αποτέλεσαν οι διαδικτυακές εφαρμογές (web apps) οι οποίες δίνουν την δυνατότητα εκτέλεσης κάποιας συγκεκριμένης λειτουργίας σε ένα διακομιστή ιστού και στη συνέχεια παρουσιάζουν στον περιηγητή του πελάτη το αποτέλεσμα της. Μια διαδικτυακή εφαρμογή είναι ένα λογισμικό εφαρμογής που εκτελείται σε ένα πρόγραμμα περιήγησης ιστού (web browser), σε αντίθεση με τα τυπικά προγράμματα λογισμικού που εκτελούνται τοπικά και εγγενώς στο λειτουργικό σύστημα (OS) ενός υπολογιστή.

Στα παλαιότερα υπολογιστικά μοντέλα όπως το πελάτη-διακομιστή (client-server), ο φόρτος επεξεργασίας για την εφαρμογή μοιράζονταν ανάμεσα στον απομακρυσμένο διακομιστή και τοπικά στο κάθε υπολογιστή-πελάτη. Με αυτό τον τρόπο κάθε εφαρμογή είχε σαν προαπαιτούμενο το δικό της πρόγραμμα-πελάτη, το οποίο έπρεπε να εγκατασταθεί ξεχωριστά στον προσωπικό υπολογιστή του κάθε χρήστη για να λειτουργήσει σαν διεπαφή χρήστη. Αυτό δημιουργεί προβλήματα στην ευχρηστία της εφαρμογής καθώς και μια αναβάθμιση στον κώδικα από την πλευρά του διακομιστή συνήθως απαιτεί αντίστοιχη αναβάθμιση και στον κώδικα από την πλευρά του πελάτη-χρήστη, αυξάνοντας έτσι το κόστος υποστήριξης και μειώνοντας την παραγωγικότητα.

Ακόμα σε αυτές τις αρχικές εφαρμογές η λειτουργία τους ήταν στενά συνδεδεμένη με μια συγκεκριμένη αρχιτεκτονική υπολογιστή και λειτουργικό σύστημα και αυτό έκανε την μεταφορά τους σε άλλες πλατφόρμες απαγορευτικά δαπανηρή για όλες.

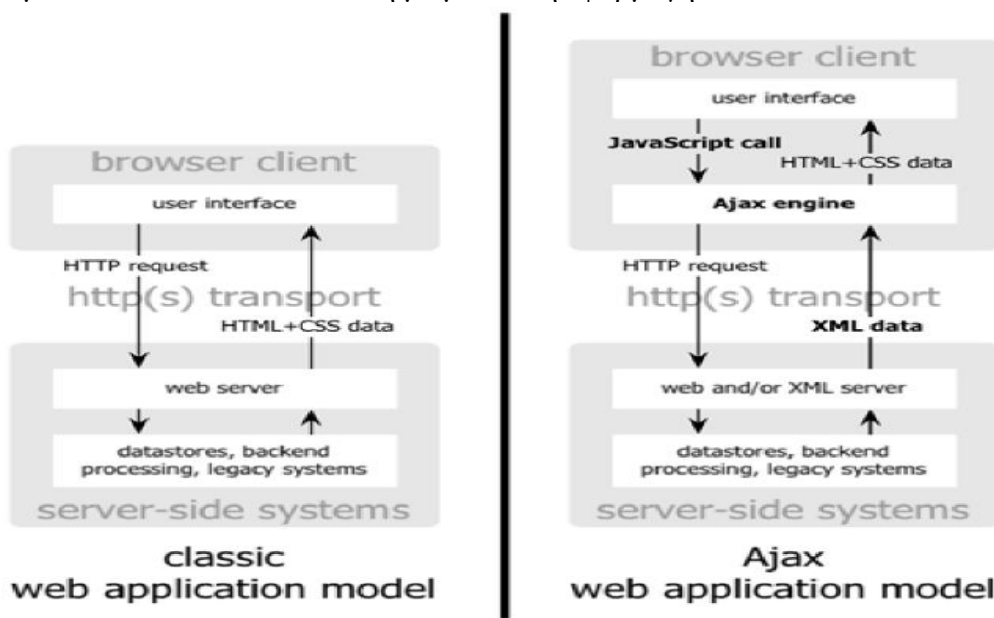
Το 1995, η Netscape εισήγαγε μια γλώσσα προγραμματισμού με το όνομα JavaScript, η οποία επέτρεπε στους προγραμματιστές να προσθέσουν δυναμικά στοιχεία στο περιβάλλον

εργασίας του διακομιστή που τρέχει από την πλευρά του πελάτη. Έτσι, ακυρώθηκε η ανάγκη αποστολής δεδομένων στον διακομιστή από το περιβάλλον του πελάτη προκειμένου να δημιουργηθεί μια ολόκληρη ιστοσελίδα. Με την JavaScript οι ενσωματωμένες δέσμες ενεργειών της σελίδας μπορούν να εκτελέσουν διάφορες εργασίες, όπως επικύρωση εισόδου ή εμφάνιση/απόκρυψη τμημάτων της σελίδας [17].

Το 1999, η έννοια της "εφαρμογής web" εισήχθη στη γλώσσα Java στην έκδοση 2.2 των προδιαγραφών Servlet. Εκείνη την εποχή, τόσο η JavaScript όσο και η XML είχαν ήδη αναπτυχθεί, αλλά ο AJAX δεν είχε ακόμα επινοηθεί και το αντικείμενο XMLHttpRequest είχε μόλις εισαχθεί στον Internet Explorer 5. Τα αντικείμενα τύπου XMLHttpRequest (XHR) χρησιμοποιούνται για να αλληλοεπιδρούν με διακομιστές. Με την χρήση τους γίνεται δυνατή η ανάκτηση δεδομένων από μια διεύθυνση URL χωρίς να χρειαστεί να γίνει ανανέωση πλήρους σελίδας. Αυτό δίνει τη δυνατότητα σε μια ιστοσελίδα να ενημερώνει ένα μέρος μόνο της σελίδας χωρίς να διαταράσσει αυτό που κάνει ο χρήστης.

Το 2005 επινοήθηκε ο όρος AJAX και οι διαδικτυακές εφαρμογές άρχισαν να γίνονται ολοένα και πιο διαδραστικές. Το AJAX (Ασύγχρονη JavaScript και XML) είναι μια τεχνική για τη δημιουργία γρήγορων και δυναμικών ιστοσελίδων. Η AJAX επιτρέπει στις ιστοσελίδες να ενημερώνονται ασύγχρονα ανταλλάσσοντας μικρούς όγκους δεδομένων με τον διακομιστή στο παρασκήνιο. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατή η ενημέρωση τμημάτων μιας ιστοσελίδας, χωρίς να είναι αναγκαία η επαναφόρτωση ολόκληρης της σελίδας [1].

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται ο τρόπος δόμησης μιας διαδικτυακής εφαρμογής με τη χρήση του μοντέλου AJAX σε αντίθεση με μια απλή εφαρμογή.



Εικόνα 1: Δομή διαδικτυακής εφαρμογής με χρήση μοντέλου AJAX¹

¹ Πηγή: <https://www.semanticscholar.org/paper/Ajax%3A-A-New-Approach-to-Web-Applications-Garrett/c440ae765ff19ddd3deda24a92ac39cef9570f1e>

2.1.2 Ανάλυση τεχνολογίας

Η έννοια της διαδικτυακής εφαρμογής συχνά μπερδεύεται με την διαδικτυακή σελίδα. Αυτό συμβαίνει γιατί οι ορισμοί τους είναι αμφιλεγόμενοι και μερικές φορές επικαλύπτονται. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζονται οι κύριες διαφορές τους. Τόσο οι ιστοσελίδες όσο και οι εφαρμογές web που εκτελούνται σε προγράμματα περιήγησης, απαιτούν πρόσβαση στο διαδίκτυο, και οι δύο έχουν ένα front end (στοιχεία που αφορούν την παρουσίαση μιας σελίδας) και ένα back end (στοιχεία που αφορούν λειτουργίες του διακομιστή) γραμμένο στις ίδιες γλώσσες προγραμματισμού. Επιπλέον, και οι δύο έχουν ως βασικά χαρακτηριστικά τα εξής:

- Διαδραστικότητα (Interaction)
- Ενσωμάτωση (Integration)
- Πιστοποίηση (Authentication)



Εικόνα 2: Μορφή Διαδικτυακής Εφαρμογή Εναντίον Ιστοσελίδας²

Η διαδικτυακή εφαρμογή είναι ένα πρόγραμμα ή λογισμικό, που παρέχεται από ένα τρίτο μέρος, και αποθηκεύεται συνήθως σε έναν απομακρυσμένο διακομιστή. Μια τέτοια εφαρμογή μπορεί να προσπελαστεί από οποιοδήποτε πρόγραμμα περιήγησης ιστού με

² Πηγή: <https://www.appverticals.com/blog/web-app-vs-website/>

οποιαδήποτε συσκευή. Ο όρος διαδικτυακή εφαρμογή αναφέρεται σε κάθε ιστοσελίδα που κάνει κάποια διεργασία για τους χρήστες του. Σε αντίθεση με αυτό, οι ιστοσελίδες είναι κυρίως ενημερωτικές και παρέχουν πρόσβαση σε πολλαπλά έγγραφα και ιστοσελίδες μέσω του διαδικτύου χρησιμοποιώντας ένα πρόγραμμα περιήγησης ιστού. Οι διαφορές τους ωστόσο γίνονται πιο εμφανείς αν εμβαθύνει κανείς στα βασικά χαρακτηριστικά τους, όπως αναλύονται παρακάτω.

Το πρώτο σημείο διαφοροποίησης των διαδικτυακών εφαρμογών με τις ιστοσελίδες είναι η διαδραστικότητά τους. Μια ιστοσελίδα παρέχει οπτικό περιεχόμενο και περιεχόμενο κειμένου που ο χρήστης μπορεί να δει και να διαβάσει, αλλά δεν μπορεί να τα επηρεάσει με κανένα τρόπο. Στην περίπτωση μιας εφαρμογής web, ο χρήστης μπορεί όχι μόνο να διαβάσει το περιεχόμενο της σελίδας αλλά και να χειριστεί τα δεδομένα σε αυτήν τη σελίδα με βάση τις δυνατότητες της εκάστοτε εφαρμογής web. Η αλληλεπίδραση λαμβάνει τη μορφή διαλόγου: ο χρήστης κάνει κλικ σε ένα κουμπί ή υποβάλλει μια φόρμα και λαμβάνει απάντηση από τη σελίδα. Αυτή η απάντηση μπορεί να λάβει τη μορφή ενός εγγράφου για λήψη. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα αλληλεπίδρασης μιας εφαρμογής web είναι μια online τραπεζική εφαρμογή που εκτελεί συναλλαγές με βάση τα στοιχεία που παρέχει ο πελάτης. Παρόμοιες λειτουργίες μπορούν να βρεθούν σε ένα ηλεκτρονικό κατάστημα που επιτρέπει στους επισκέπτες να αναζητήσουν μέσα από τον κατάλογο και να αγοράσουν αντικείμενα αμέσως. Τα κοινωνικά δίκτυα είναι άλλο ένα εντυπωσιακό παράδειγμα. Συνδέουν χρήστες μέσω συνομιλιών και πλατφορμών ιστολογίων, δημιουργούν περιεχόμενο τροφοδοσίας με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών και επιτρέπουν σχεδόν απεριόριστο μερισμό περιεχομένου. Οι σύγχρονοι ιστότοποι ωστόσο συνήθως περιέχουν μικρά στοιχεία εφαρμογής web. Για παράδειγμα, η ιστοσελίδα ενός μαγαζιού μπορεί να περιέχει μια μικροεφαρμογή (widget) χαρτών που δείχνει μια διαδρομή προς αυτό το κατάστημα. Ωστόσο, στην περίπτωση των ιστοσελίδων, η ισορροπία μεταξύ του πληροφοριακού περιεχομένου και της διαδραστικότητας μετατοπίζεται προς το πρώτο. Μια τυπική ιστοσελίδα περιέχει πολύ λιγότερα αλληλεπιδραστικά στοιχεία από το πληροφοριακό περιεχόμενο, και ο χρήστης συνήθως περνάει τον περισσότερο χρόνο του σε μια ιστοσελίδα διαβάζοντας, προβάλλοντας ή ακούγοντας. Το αντίθετο συμβαίνει με τις διαδικτυακές εφαρμογές, καθώς η βασική τους λειτουργικότητα βασίζεται στην αλληλεπίδραση με τον χρήστη.

Ενσωμάτωση σημαίνει συνένωση διαφόρων στοιχείων για την δόμηση ενός πιο ολοκληρωμένου συστήματος. Τόσο οι ιστότοποι όσο και οι εφαρμογές web μπορούν να ενσωματωθούν με άλλο λογισμικό (CRM, ERP κ.λπ.). Ωστόσο, η ενσωμάτωση είναι πιο τυπική για τις εφαρμογές web, επειδή η σύνθετη λειτουργικότητά τους συχνά απαιτεί αλληλεπίδραση με επιπλέον συστήματα.

Τέτοιο παράδειγμα είναι η ενοποίηση μιας επιχειρηματικής εφαρμογής web όπως ένα ηλεκτρονικό κατάστημα με ένα σύστημα CRM (Customer Relationship Management). Ένα CRM αποθηκεύει όλα τα δεδομένα πελατών σε ένα σημείο, παρέχοντας εύκολη πρόσβαση σε αυτά για τους υπαλλήλους. Η ενοποίηση θα επιτρέψει την αυτόματη συλλογή δεδομένων των χρηστών της εφαρμογής web και την αποθήκευσή τους στο CRM. Με αυτόν τον τρόπο, θα παρέχεται πρόσβαση σε ένα πλήρες σύνολο δεδομένων σχετικά με τους χρήστες. Αυτό επιτρέπει τη διερεύνηση της συμπεριφοράς των χρηστών και των συνηθειών αγοράς, καθώς

και την ταχύτερη ρύθμιση των απαιτήσεών τους. Ωστόσο και μια ιστοσελίδα μπορεί να ενσωματωθεί με ένα CRM για να παρέχει στους χρήστες περισσότερο εξατομικευμένο περιεχόμενο, αλλά για έναν ιστότοπο έχει περισσότερο μια μορφή χαρακτηριστικού (feature) που εφαρμόζεται σπάνια, παρά ένα μέρος της βασικής λειτουργικότητας του συστήματος.

Η εξακρίβωση γνησιότητας είναι η διαδικασία που περιλαμβάνει την εισαγωγή της σύνδεσης και του κωδικού πρόσβασης του χρήστη για να αποκτήσει πρόσβαση στο σύστημα. Η γνησιότητα του χρήστη είναι άκρως απαραίτητη για εφαρμογές web που απαιτούν οποιαδήποτε προσωπική πληροφορία. Οι λογαριασμοί χρηστών πρέπει να είναι προστατευμένοι ώστε να αποτρέπεται η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και η διαρροή ευαίσθητων δεδομένων. Οι εφαρμογές web απαιτούν κυρίως έλεγχο ταυτότητας, καθώς προσφέρουν ένα πολύ ευρύτερο φάσμα επιλογών από τις ιστοσελίδες.

Απλό παράδειγμα είναι οι εφαρμογές web των κοινωνικών δικτύων. Μετά από την εγγραφή δημιουργείται ο λογαριασμός και ο χρήστης λαμβάνει έναν μοναδικό αριθμό αναγνώρισης. Το σύστημα παράλληλα προειδοποιεί αν η σύνδεση και ο κωδικός πρόσβασής είναι αδύναμοι και εύκολα προβλέψιμοι. Αν παραμείνουν αμετάβλητα αυτά τα στοιχεία, εισβολείς μπορούν να παραβιάσουν τον λογαριασμό και να κλέψουν προσωπικές πληροφορίες, καθώς και να στείλουν σε άλλους χρήστες με ανεπιθύμητα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου από το παραβιασμένο λογαριασμό, το φαινόμενο αυτό λέγεται απάτη ψαρέματος (phishing). Ωστόσο η πιστοποίηση δεν είναι υποχρεωτική για ενημερωτικούς ιστότοπους. Ο χρήστης μπορεί όμως αν δίνεται η δυνατότητα να εγγραφεί για να αποκτήσει πρόσβαση σε πρόσθετες επιλογές που δεν είναι διαθέσιμες σε μη εγγεγραμμένους επισκέπτες της ιστοσελίδας. Για παράδειγμα, μπορεί να ενημερωθεί μέσω ειδήσεων και προβεβλημένων άρθρων σε μια ιστοσελίδα ειδήσεων χωρίς να χρειάζεται να εγγραφεί. Ωστόσο, αν ο χρήστης επιθυμεί να αφήσει ένα σχόλιο θα πρέπει να συνδεθεί. Με αυτόν τον τρόπο, οι χρήστες επιβεβαιώνουν την ταυτότητά τους επιτρέποντας στο σύστημα να μπλοκάρει τους αποστολείς ανεπιθύμητης αλληλογραφίας. Όπως είναι εμφανές, τόσο οι ιστοσελίδες όσο και οι εφαρμογές web ενδέχεται να απαιτούν έλεγχο ταυτότητας. Ωστόσο, για εφαρμογές web, είναι υποχρεωτική για λόγους ασφαλείας.

2.1.3 Πεδία Εφαρμογής

Οι λειτουργίες και υπηρεσίες που μπορεί να προσφέρει μια διαδικτυακή εφαρμογή περιορίζονται μόνο από τον αρχικό σχεδιασμό του προγραμματιστή και τις διαθέσιμες τεχνολογίες κατά την περίοδο δημιουργίας της. Μια διαδικτυακή εφαρμογή δύνανται να καλύψει πολλές διαφορετικές ανάγκες του χρήστη. Το μόνο που χρειάζεται κάποιος για να έχει πρόσβαση σε μια διαδικτυακή εφαρμογή είναι σύνδεση στο διαδίκτυο μέσω ενός περιηγητή ιστού. Με αυτό τον τρόπο από οποιοδήποτε σημείο και με οποιαδήποτε συμβατή συσκευή που έχει ένα περιηγητή, είτε είναι υπολογιστής είτε έξυπνο τηλέφωνο ή ηλεκτρονική ταμπλέτα, μπορεί να συνδεθεί στην εφαρμογή και να αλληλοεπιδράσει μαζί της. Τα πεδία εφαρμογής των διαδικτυακών εφαρμογών είναι πραγματικά αμέτρητα και περιορίζονται μόνο από την φαντασία του προγραμματιστή ως προς την υλοποίηση αλλά και το τι ανάγκες προσπαθεί να καλύψει. Τέτοια παραδείγματα εφαρμογών αναφέρθηκαν και στο προηγούμενο

κεφάλαιο, ωστόσο πρέπει να τονιστεί πως ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας και ρύθμισης τους χωρίζονται στους παρακάτω τύπους:

- **Στατική εφαρμογή web (Static web application)**

Ο πρώτος τύπος εφαρμογής web που έγινε διαθέσιμος στο Διαδίκτυο ήταν η στατική εφαρμογή web, η οποία δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας HTML και CSS για να διευκολύνει την παρουσίαση σημαντικού περιεχομένου και πληροφοριών. Αυτή είναι η απλούστερη εφαρμογή web καθώς παρουσιάζει μόνο περιορισμένο περιεχόμενο και δεν είναι ευέλικτη στις λειτουργίες της. Οι εφαρμογές αυτές δεν έχουν εξατομίκευση και κάνουν αλλαγές μετά την πλήρη φόρτωση της σελίδας. Αν και επιτρέπει κινούμενα γραφικά αντικείμενα και πολυμέσα, όπως GIF, βίντεο και μουσική, η τροποποίηση του περιεχομένου μιας στατικής εφαρμογής web απαιτεί την λήψη, τροποποίηση και ανανέωση του κώδικα HTML της σελίδας πράγμα που κάνει πιο δύσκολη την διαχείρισή της. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι τα ψηφιακά βιογραφικά και σελίδες καταγραφής στο μάρκετινγκ.

- **Δυναμική εφαρμογή web (Dynamic web application)**

Η δυναμική εφαρμογή web παρέχει ζωντανά δεδομένα με βάση τα αιτήματα των χρηστών και ως εκ τούτου θεωρείται ένας από τους καλύτερους τύπους εφαρμογών web. Παρουσιάζει μεγαλύτερη εξειδίκευση σε σύγκριση με τις στατικές εφαρμογές web. Σε μια τέτοια εφαρμογή υπάρχουν πολλαπλά στοιχεία αλληλεπίδρασης και μέθοδοι για να επιστήσουν την προσοχή του πελάτη στις υπηρεσίες της εφαρμογής. Οι δυναμικές εφαρμογές web χρησιμοποιούν βάσεις δεδομένων για την αποθήκευση όλων των ιδιωτικών και δημόσιων δεδομένων που εμφανίζονται στον Ιστότοπο. Συνήθως έχουν ένα πίνακα διαχείρισης για να ελέγχουν τα τμήματα του συστήματος υποστήριξης και του υπολογιστή-πελάτη και επιτρέπουν στο διαχειριστή να τροποποιήσει το περιεχόμενο και να συμπεριλάβει εκ νέου διαφορετικά αλληλεπιδραστικά στοιχεία. Η δυναμική εφαρμογή web έχει δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας διάφορες γλώσσες προγραμματισμού, όπως PHP, Python και ASP.NET.

- **Εφαρμογή web ηλεκτρονικού εμπορίου (E-Commerce web application)**

Όταν η εφαρμογή web προωθεί προϊόντα ή υπηρεσίες απευθείας στον χρήστη, μπορεί να θεωρηθεί ως διαδικτυακή εφαρμογή ηλεκτρονικού εμπορίου που δεν διαφέρει από ένα ηλεκτρονικό κατάστημα αγορών (e-shop). Πολλά από τα βασικά χαρακτηριστικά της διαδικτυακής εφαρμογής ηλεκτρονικού εμπορίου περιλαμβάνουν την διαχείριση πληρωμών, την προσθήκη νέων προϊόντων μαζί με την κατάργηση παρωχημένων και παλαιών προϊόντων και τη διευκόλυνση ηλεκτρονικών πληρωμών. Όλα αυτά σε ένα φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον διεπαφής. Μερικά από τα πιο κοινά παραδείγματα των εφαρμογών ηλεκτρονικού εμπορίου περιλαμβάνουν μεγάλοι κολοσσοί όπως η Amazon, το eBay και πολλά ακόμη.

- **Εφαρμογή web συστήματος διαχείρισης περιεχομένου (Content management system web application)**

Ένα Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου (CMS) είναι ένας τύπος εφαρμογής ιστοσελίδας στην οποία ο ιδιοκτήτης μπορεί να τροποποιήσει το περιεχόμενο χωρίς

καμία βοήθεια από την τεχνική ομάδα. Το περιεχόμενο μπορεί να τροποποιηθεί χρησιμοποιώντας τον πίνακα διαχείρισης και χωρίς καμία γνώση της γλώσσας προγραμματισμού. Σε γενικές γραμμές, υπάρχουν διάφορες παραλλαγές CMS με διάφορες προδιαγραφές και σχέδια, μερικά από τα οποία είναι:

- Το WordPress θεωρείται η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη πλατφόρμα και έχει βρει χρήση από πολλές μεγάλες επιχειρήσεις. Στο WordPress, περιλαμβάνονται διάφορα θέματα, plugins, και tutorials για να βοηθήσουν να γίνει η ιστοσελίδα πιο ελκυστική και ξεχωριστή.
- Το Joomla θεωρείται η δεύτερη πιο δημοφιλής επιλογή από τους προγραμματιστές. Αν και δεν έχει πολλούς ενεργούς προγραμματιστές που έχουν ενσωματώσει αυτήν την πλατφόρμα στις επιχειρήσεις τους, το Joomla παρέχει μια καλή κοινότητα και έχει σχετικά μικρό κόστος για την χρήση στη εφαρμογής web.
- Τέλος το Drupal είναι ελεύθερου κώδικα (open-source) και δωρεάν web εφαρμογή που είναι αρκετά ευέλικτο για να δημιουργήσει κάποιος το δικό του διαδικτυακό ιστότοπο. Προτείνεται ειδικά για την κατασκευή μεγάλων κοινοτικών πυλών (portals).

- **Εφαρμογή web μίας σελίδας (Single-page web application)**

Το Single-Page Applications, γνωστό και ως SPA, είναι ένας τύπος δυναμικής εφαρμογής web που δεν απαιτεί ανανέωση της σελίδας και λειτουργεί ως ενιαίο σύνολο με το πρόγραμμα περιήγησης. Αυτές οι εφαρμογές web είναι γρήγορες και δυναμικές καθώς υλοποιούν όλες τις επιχειρηματικές και τεχνολογικές στρατηγικές στο πρόγραμμα περιήγησης στην πλευρά του πελάτη. Η διαδικασία ανάπτυξης και υλοποίησης του SPA είναι απλή και γρήγορη. Δεδομένου ότι η επικοινωνία γίνεται στην ασύγχρονη πλοήγηση, η διαδικασία αντιμετώπισης του αιτήματος και της απάντησης του χρήστη είναι ταχύτερη. Επιπλέον, μια διαδικτυακή εφαρμογή SPA οποιουδήποτε τύπου μπορεί να αναδιαμορφωθεί για να προσαρμοστεί σε νέες επιθυμητές λειτουργίες. Ωστόσο, το βασικό πρόβλημα με τις SPA είναι ότι δεν συμμορφώνονται με τις κατευθυντήριες γραμμές του SEO (Search Engine Optimization). Τα καλύτερα παραδείγματα εφαρμογών web μίας σελίδας είναι το Gmail, το Twitter και το Netflix.

- **Εφαρμογή web πύλης (Portal web application)**

Μια διαδικτυακή εφαρμογή πύλης προσφέρει ένα μοναδικό σημείο πρόσβασης σε σημαντικά δεδομένα για κάθε ένα ξεχωριστό τύπο χρήστη. Είναι μια εφαρμογή web που έχει δυνατότητα πρόσβασης σε διάφορες ενότητες της αρχικής σελίδας. Οι πύλες αποτελούν την καλύτερη επιλογή για οργανισμούς και επιχειρήσεις που προτιμούν να δημιουργήσουν προσαρμοσμένα περιβάλλοντα που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες του κοινού στο οποίο απευθύνονται. Μόνο οι εγγεγραμμένοι χρήστες επιτρέπεται να έχουν πρόσβαση και οι δραστηριότητες του χρήστη μπορούν να παρακολουθούνται από τον πάροχο υπηρεσιών, από την στιγμή που συνδεθεί ο χρήστης στην εφαρμογή.

- **Κινούμενες εφαρμογές web (Animated web applications)**

Αυτές οι εφαρμογές επιτρέπουν στους χρήστες να εμφανίζουν το περιεχόμενό τους μαζί με τα εφέ κίνησης. Αυτοί οι τύποι εφαρμογών προσφέρουν δημιουργικότητα και σχεδίαση που δεν μπορεί να βρεθεί σε άλλους τύπους εφαρμογών web. Το πρόβλημα εδώ είναι ότι δεν είναι πολύ κατάλληλο για τοποθέτηση στο διαδίκτυο, καθώς τα δεδομένα που λαμβάνονται από τις μηχανές αναζήτησης είναι δυσανάγνωστα.

- **Εμπλουτισμένες διαδικτυακές εφαρμογές (Rich Internet web applications, RIA)**

Οι εμπλουτισμένες διαδικτυακές εφαρμογές είναι κατά κύριο λόγο εφαρμογές που έχουν τη λειτουργικότητα πολλών εφαρμογών σταθερών υπολογιστών. Έχουν σχεδιαστεί για να διορθώσουν τους περιορισμούς του προγράμματος περιήγησης και βασίζονται στα πρόσθετα λογισμικά (plugins) από την πλευρά του χρήστη. Αυτές οι εφαρμογές web έχουν δημιουργηθεί με πιο αποτελεσματικά και οπτικά ελκυστικά περιβάλλοντα για να προσφέρουν ένα πιο διαδραστικό περιβάλλον εργασίας, σε αντίθεση με παλαιότερες εφαρμογές. Ορισμένες RIA εφαρμογές web μπορούν να λειτουργήσουν και εκτός σύνδεσης. Παρόλα αυτά οι εφαρμογές RIA εμπεριέχουν και κινδύνους. Για παράδειγμα, αν κάποιο από τα plugins που χρησιμοποιούνται είναι ξεπερασμένο, πολλά τμήματα της εφαρμογής ή ολόκληρη η εφαρμογή μπορεί πάψουν να λειτουργούν σωστά.

Κάθε web app έχει τα δικά της πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Δεν υπάρχει ενιαία εφαρμογή web που να είναι καλύπτει όλες τις ανάγκες όλων των διαφορετικών χρηστών. Η επιλογή της σωστής εφαρμογής web πρέπει να βασίζεται στις απαιτήσεις του χρήστη και στους μελλοντικούς στόχους της λειτουργίας της εφαρμογής.

2.2 *Microsoft PowerPoint*

2.2.1 *Ιστορική Αναδρομή*

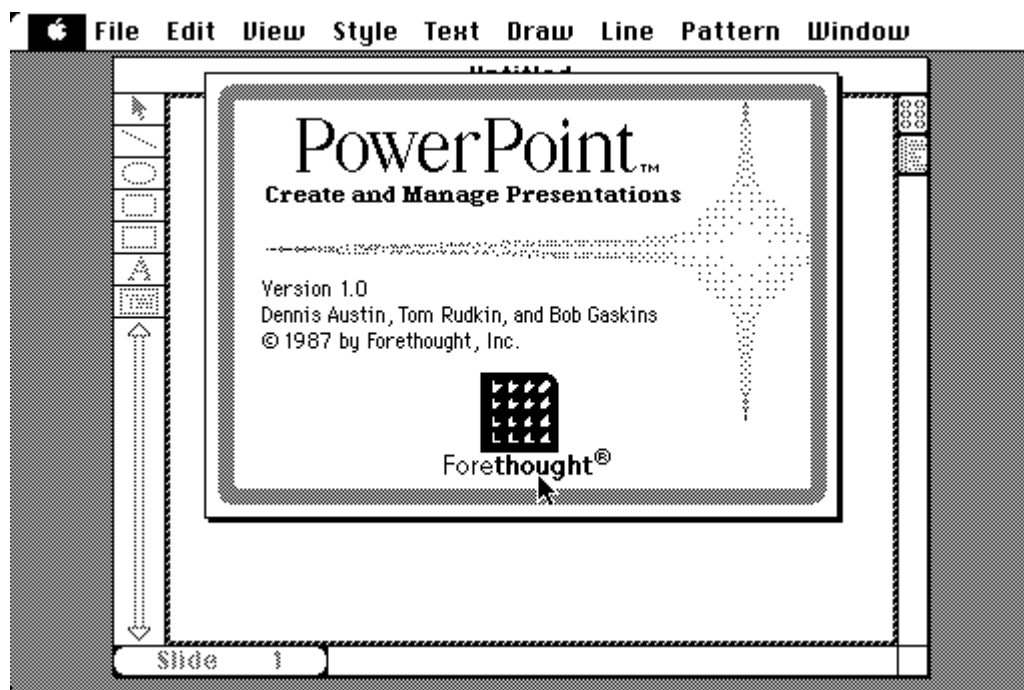
Το Microsoft PowerPoint είναι ένα πρόγραμμα παρουσίασης που δημιουργήθηκε από τον Robert Gaskins και τον Dennis Austin σε μια εταιρεία λογισμικού με την επωνυμία Forethought, Inc. [2]. Πρωτοκυκλοφόρησε στις 20 Απριλίου το 1987 για αποκλειστική χρήση σε υπολογιστές Macintosh [2], στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται η εμφάνισή της πρώτης έκδοσης της. Η Microsoft απέκτησε το PowerPoint για περίπου 14 εκατομμύρια δολάρια τρεις μήνες μετά την εμφάνισή του [2]. Αυτή ήταν η πρώτη σημαντική αγορά της Microsoft και η Microsoft δημιούργησε μια νέα επιχειρηματική μονάδα για το PowerPoint στη Silicon Valley, όπου είχε εγκατασταθεί η Forethought [3]. Η πρώτη έκδοση της στο λειτουργικό Microsoft Windows παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.

Το PowerPoint έγινε μέρος της σουίτας του Microsoft Office, η οποία προσφέρθηκε για πρώτη φορά το 1989 για Macintosh και το 1990 για Windows [4]. Ξεκινώντας με το PowerPoint 4.0 (1994), το PowerPoint ενσωματώθηκε στην ανάπτυξη του Microsoft Office και υιοθέτησε κοινά στοιχεία και ένα περιβάλλον εργασίας σύγκλισης [5]. Αρχικά το μερίδιο

αγοράς του PowerPoint ήταν πολύ μικρό, ωστόσο μετά από την πρώτη έκδοση του για τα Microsoft Windows αυξήθηκε ραγδαία [6]. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990, το μερίδιο της παγκόσμιας αγοράς του λογισμικού παρουσίασης του PowerPoint έχει εκτιμηθεί σε 95% [7].

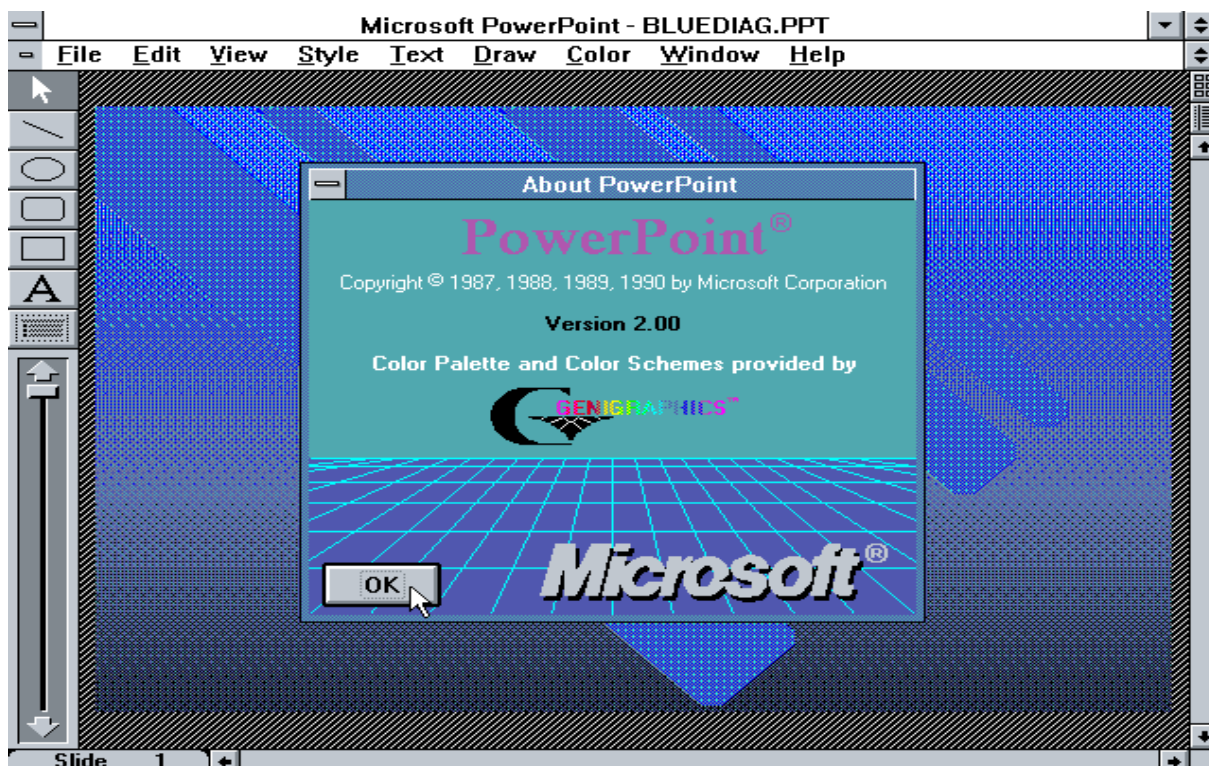
Το PowerPoint προορίζονταν να παρέχει οπτικά στοιχεία για ομαδικές παρουσιάσεις εντός επιχειρηματικών οργανισμών, αλλά πλέον έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές άλλες περιπτώσεις επικοινωνίας, τόσο στις επιχειρήσεις και σε διάφορους τομείς της εκπαίδευσης [8].

Η πρώτη έκδοση PowerPoint (Macintosh 1987) χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή διαφάνειων οροφής [9], η δεύτερη (Macintosh 1988, Windows 1990) θα μπορούσε επίσης να παράγει έγχρωμες διαφάνειες έως 35 χιλιοστόμετρα (mm) [9]. Η τρίτη έκδοση (Windows και Macintosh 1992) εισήγαγε την έξοδο βίντεο των εικονικών παρουσιάσεων σε ψηφιακούς προβολείς, η οποία με την πάροδο του χρόνου θα αντικαταστήσει πλήρως τις φυσικές διαφάνειες [9]. Δώδεκα σημαντικές εκδόσεις έκτοτε έχουν προσθέσει πολλά πρόσθετα χαρακτηριστικά και λειτουργίες [5] και έχουν καταστήσει το PowerPoint διαθέσιμο πέρα από το Apple Macintosh και τα Microsoft Windows, σε iOS, Android και σε άλλες συσκευές. Το PowerPoint ξεκίνησε με την έκδοση 1.0 και σήμερα βρίσκεται στην έκδοση 17.



Εικόνα 3: Πρώτη έκδοση PowerPoint 1.0 για Macintosh³

³ Πηγή: <https://winworldpc.com/product/powerpoint/10>



Εικόνα 4: Πρώτη έκδοση PowerPoint 2.0 για Windows⁴

Οι πρώτες εκδόσεις του PowerPoint, από το 1987 έως το 1995 (εκδόσεις 1.0 έως 7.0), εξελίχθηκαν μέσω μιας ακολουθίας από δυαδικές (binary) μορφές αρχείων, διαφορετικές σε κάθε έκδοση, καθώς προστέθηκε λειτουργικότητα [10]. Αυτό το σύνολο των μορφών δεν τεκμηριώθηκε ποτέ, αλλά ένα libmwwaw ανοιχτού κώδικα (που χρησιμοποιείται από το LibreOffice) υπάρχει για να τις διαβάσει [11].

Τελικά δημιουργήθηκε μια σταθερή δυαδική μορφή η οποία ονομάστηκε αρχείο .ppt, και ήταν κοινόχρηστη ως προεπιλεγμένη στο PowerPoint 97 έως PowerPoint 2003 για τα Windows, καθώς και στο PowerPoint 98 έως PowerPoint 2004 για τις εκδόσεις των Mac δηλαδή, στις εκδόσεις PowerPoint 8.0 έως 11.0.

Το αρχείο .ppt βασίστηκε στη δυαδική μορφή σύνθετου αρχείου (Compound File Binary Format) [12]. Αν και πλέον αυτός ο τύπος εγγράφου δεν είναι ο προεπιλεγμένος τα αρχεία προδιαγραφών του διατηρούνται ενεργά [12], επειδή, αυτή η δυαδική μορφή μπορεί να διαβαστεί και να γραφτεί από ορισμένες μεταγενέστερες εκδόσεις του PowerPoint, συμπεριλαμβανομένου του PowerPoint 2016 [13]. Μετά την υιοθέτηση της σταθερής δυαδικής μορφής, οι εκδόσεις του PowerPoint συνέχισαν να μπορούν να διαβάζουν και να γράφουν διαφορετικές μορφές αρχείων από προηγούμενες εκδόσεις [10].

Η μεγάλη αλλαγή στο PowerPoint 2007 και το PowerPoint 2008 για Mac (έκδοση 12.0) ήταν ότι η σταθερή δυαδική μορφή αρχείου 97-2003 αντικαταστάθηκε ως προεπιλογή από μια νέα μορφή Office Open XML (.pptx αρχεία) βασισμένη σε συμπιεσμένη XML [14]. Με βάση την Microsoft τα πλεονεκτήματα της αλλαγής περιλάμβαναν: μικρότερα μεγέθη αρχείων, έως και 75% μικρότερα από τα προηγούμενα δυαδικά έγγραφα, νέα μέτρα

⁴ Πηγή: <https://winworldpc.com/product/powerpoint/20>

ασφάλειας μέσω της δυνατότητας να εντοπίζονται και να αποκλείονται εκτελέσιμες μακροεντολές και μικρότερες πιθανότητες να καταστραφεί το έγγραφο σε περίπτωση κάποιου σφάλματος σε αντίθεση με τις δυαδικές μορφές. Μέσα από το νέο πρότυπο Open XML για το PowerPoint έγινε πιο εύκολη η ανταλλαγή δεδομένων που περιέχει με άλλες εφαρμογές, διατηρώντας όμως παράλληλα τη συμβατότητα με προηγούμενες εκδόσεις του PowerPoint [15].

Η προδιαγραφή για τη νέα μορφή δημοσιεύθηκε ως ανοικτό πρότυπο, ECMA-376 [16], μέσω της Διεθνούς Τεχνικής Επιτροπής Ecma 45 (TC45). Το πρότυπο ECMA 376 εγκρίθηκε το Δεκέμβριο του 2006 και υποβλήθηκε για τυποποίηση μέσω του ISO/IEC JTC 1/SC 34 WG4 στις αρχές του 2007. Η διαδικασία τυποποίησης ήταν αμφιλεγόμενη αλλά τελικά εγκρίθηκε με τη μορφή ISO/IEC 29500 στις αρχές του 2008 [17]. Τα αντίγραφα της προδιαγραφής προτύπων ISO/IEC είναι ελεύθερα διαθέσιμα, σε δύο μέρη [17]. Αυτά ορίζουν δύο σχετικά πρότυπα γνωστά ως «Μεταβατικά» (Transitional) και «Αυστηρά» (Strict). Τα δύο πρότυπα υιοθετήθηκαν σταδιακά από το PowerPoint: Η έκδοση 12.0 του PowerPoint μπορούσε να διαβάσει και να γράψει τη μεταβατική μορφή, αλλά δεν μπορούσε ούτε να διαβάσει ούτε να γράψει την αυστηρή μορφή. Η έκδοση 14.0 του PowerPoint (2010, 2011 για Mac) μπορούσε να διαβάσει και να γράψει και να διαβάσει στη μεταβατική μορφή αλλά όχι να γράψει στην αυστηρή. Το PowerPoint έκδοση 15.0 και νεότερη (αρχές 2013, 2016 για Mac) μπορεί να διαβάσει και να γράψει τόσο μεταβατική όσο και αυστηρή μορφή.

Η σημερινή μορφή αρχείου .pptx του PowerPoint ονομάζεται "PresentationML". Περιέχει ξεχωριστές δομές για όλα τα σύνθετα μέρη μιας παρουσίασης του PowerPoint. Τα έγγραφα προδιαγραφών εκτείνονται σε πάνω από έξι χιλιάδες σελίδες [18]. Λόγω της ευρείας χρήσης του PowerPoint, οι τυποποιημένες μορφές αρχείων θεωρήθηκαν σύμφωνα με τη Βιβλιοθήκη του Κογκρέσου των ΗΠΑ άκρως σημαντικές για τη μακροπρόθεσμη πρόσβαση σε ψηφιακά έγγραφα σε συλλογές και σε αρχεία βιβλιοθηκών [19].

Στο PowerPoint 2013 και 2016 προστέθηκαν νέες δυνατότητες όπως η αποθήκευση μιας παρουσίασης σε πολλές άλλες διαφορετικές μορφές αρχείων, όπως μορφή PDF, βίντεο MPEG-4 ή WMV, ως ακολουθία αρχείων μονής εικόνας (χρησιμοποιώντας μορφές εικόνας συμπεριλαμβανομένων των GIF, JPEG, PNG, TIFF και μερικές παλαιότερες μορφές) και ως ένα αρχείο παρουσίασης στο οποίο όλες οι διαφάνειες αντικαθίστανται με εικόνες. Το PowerPoint για λόγους συμβατότητας θα ανοίγει και θα αποθηκεύσει τα αρχεία σε μορφή παρουσίασης OpenDocument (ODP) [13].

Οι αρχικές πωλήσεις του PowerPoint ήταν περίπου 40.000 αντίγραφα το 1987. Μέχρι το 1997 οι πωλήσεις του PowerPoint είχαν φτάσει σε περισσότερα από 4 εκατομμύρια αντίτυπα ετησίως, που αντιπροσωπεύουν το 85% της παγκόσμιας αγοράς [20]. Το μερίδιο αγοράς του PowerPoint στο συνολικό λογισμικό παγκόσμιας παρουσίασης έχει εκτιμηθεί σε 95%, τόσο από βιομηχανικές, όσο και από ακαδημαϊκές πηγές [7]. Αυτό αποδεικνύει τη ραγδαία την ενσωμάτωση και υιοθέτηση του PowerPoint στην καθημερινότητά μας.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<p:sld xmlns:a="http://schemas.openxmlformats.org/drawingml/2006/main" xmlns:r="http://schemas
  <p:cSld>
    <p:spTree>
      <p:nvGrpSpPr><p:cNvPr id="1" name="" /><p:cNvGrpSpPr /><p:nvPr /></p:nvGrpSpPr>
      <p:grpSpPr>
        <a:xfrm><a:off x="0" y="0" /><a:ext cx="0" cy="0" /><a:chOff x="0" y="0" /><a:
      </p:grpSpPr>
      <p:sp>
        <p:nvSpPr>
          <p:cNvPr id="3" name="Subtitle 2">
            <a:extLst>
              <a:ext uri="{FF2B5EF4-FFF2-40B4-BE49-F238E27FC236}"><a16:creationId
            </a:extLst>
          </p:cNvPr>
          <p:cNvSpPr><a:spLocks noGrp="1" /></p:cNvSpPr><p:nvPr><p:ph type="subTitle"
        </p:nvSpPr>
        <p:spPr />
        <p:txBody>
          <a:bodyPr><a:normAutofit /></a:bodyPr><a:lstStyle />
          <a:p>
            <a:r>
              <a:rPr lang="en-US" sz="2400" dirty="0">
                <a:latin typeface="Calibri" panose="020F05020204030204" pitch
              </a:rPr>
              <a:t>Human Computer Interaction(H.R.I.)</a:t>
            </a:r>
          </a:p>
        </p:txBody>
      </p:sp>
      <p:sp>
        <p:nvSpPr>
          <p:cNvPr id="4" name="TextBox 3">
            <a:extLst>
              <a:ext uri="{FF2B5EF4-FFF2-40B4-BE49-F238E27FC236}"><a16:creationId
            </a:extLst>
          </p:cNvPr>
          <p:cNvSpPr txBox="1" /><p:nvPr />
        </p:nvSpPr>
        <p:spPr>
          <a:xfrm><a:off x="0" y="6350169" /><a:ext cx="7847861" cy="400110" /></a:x
        </p:spPr>
        <p:txBody>
          <a:bodyPr wrap="square" rtlCol="0"><a:spAutoFit /></a:bodyPr><a:lstStyle /
          <a:p>
            <a:r>
              <a:rPr lang="el-GR" sz="1000" dirty="0">
                <a:latin typeface="Calibri" panose="020F05020204030204" pitch
              </a:rPr>
```

Εικόνα 5: Παράδειγμα Μορφής αρχείου XML του PowerPoint

2.2.2 Ανάλυση τεχνολογίας

Το Microsoft PowerPoint είναι ένα ισχυρό πρόγραμμα παρουσίασης διαφανειών. Αποτελεί βασικό στοιχείο του λογισμικού της οικογένειας προγραμμάτων Microsoft Office της εταιρείας και συνδυάζεται με το Word, το Excel και άλλα εργαλεία παραγωγικότητας. Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί διαφάνειες για να μεταφέρει πληροφορίες πλούσιες σε πολυμέσα. Επιπροσθέτως, δίνει τη δυνατότητα να διαμοιραστεί μια παρουσίασή με άλλους χρήστες σε πραγματικό χρόνο στο διαδίκτυο. Το PowerPoint πέρα από κείμενο μπορεί να περιέχει φωτογραφίες, βίντεο και ηχητικά εφέ. Επιπλέον υποστηρίζει την ενσωμάτωση βίντεο YouTube, την προσθήκη κινούμενων εικόνων και στατιστικών γραφημάτων.

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο σήμερα το PowerPoint χρησιμοποιεί ως βάση του το Open XML. Το Open XML ορίζει μορφές για έγγραφα επεξεργασίας κειμένου, υπολογιστικών φύλλων και παρουσιάσεων, με τη μορφή συγκεκριμένων γλωσσών σήμανσης, δηλαδή WordprocessingML, SpreadsheetML και PresentationML. Η μορφή των αρχείων Office Open XML αποτελεί ένα ανοικτό, διεθνές πρότυπο, ECMA-376 και βασίζεται σε

γνωστές τεχνολογίες: ZIP και XML. Όσον αφορά τις μορφές αρχείων Open XML, η συμβατότητα σήμανσης είναι η δυνατότητα για ένα έγγραφο που εκφράζεται σε μία από τις παραπάνω γλώσσες σήμανσης να διευκολύνεται η λειτουργικότητα μεταξύ των εφαρμογών ή εκδόσεων μιας εφαρμογής με διαφορετικά σύνολα χαρακτηριστικών. Αυτό υποστηρίζεται μέσω της χρήσης ενός καθορισμένου συνόλου στοιχείων και χαρακτηριστικών XML στον χώρο ονομάτων «Συμβατότητα σημάνσεων» (Markup Compatibility) της προδιαγραφής Open XML [21]. Τεχνολογίες όπως το Open XML SDK 2.5 χρησιμοποιούνται συνήθως για τον χειρισμό και τη διαμόρφωση αρχείων της μορφής Office Open XML [22]. Πρέπει να τονίσουμε πως σε παρουσίαση Powerpoint τα διαδραστικά πολύμεσα όπως εικόνα, ήχος και βίντεο αποθηκεύονται σε δυαδική μορφή blob στο XML, ενώ σε αντίθεση το απλό κείμενο αποθηκεύεται όπως είναι μέσα στην αντίστοιχη κλάση του στο XML. Για να δει κανείς τον XML κώδικα ενός PowerPoint αρχείου αρκεί αλλάξει τον τύπο του αρχείου από .pptx σε .zip και να αποσυμπίεσει έπειτα το αρχείο. Μέσα σε αυτό το αρχείο είναι πλέον διαθέσιμα τα αρχεία XML που δομούν το αντίστοιχο PowerPoint. Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται η βασική δομή ενός αρχείου PowerPoint.

Αρχικός φάκελος μετά από άνοιγμα του .zip					
_rels	738	259	File folder		
docProps	7.729	6.339	File folder		
ppt	959.015	714.732	File folder		
[Content_Types]...	5.399	551	XML Source File	1/1/1980 12:00 ...	A48B3F59

Φάκελος ppt που περιέχει την πληροφορία του PowerPoint σε XML αρχεία.					
_rels	2.317	384	File folder		
changesInfos	31.895	3.560	File folder		
media	662.194	662.194	File folder		
slideLayouts	94.804	23.819	File folder		
slideMasters	19.308	2.455	File folder		
slides	135.928	18.903	File folder		
theme	6.740	1.509	File folder		
presentation.xml	3.629	699	XML Source File	1/1/1980 12:00 ...	EAE0E14D
presProps.xml	818	397	XML Source File	1/1/1980 12:00 ...	6B2364A3
revisionInfo.xml	427	278	XML Source File	1/1/1980 12:00 ...	870990C0
tableStyles.xml	182	172	XML Source File	1/1/1980 12:00 ...	8F8DFDD8
viewProps.xml	773	362	XML Source File	1/1/1980 12:00 ...	FC5BBEB6

Εικόνα 6: Βασική Οργάνωση PowerPoint με βάση την μορφή αρχείων XML

2.2.3 Πεδία Εφαρμογής

Είναι γεγονός πως το PowerPoint αποτελεί ένα από τους πιο διαδεδομένους τρόπους οργάνωσης και μετάδοσης πληροφορίας καθώς και χρησιμοποιείται σχεδόν παντού. Μόνο και μόνο από το πλήθος των αντίτυπων του, καθίσταται σαφές το πόσο μεγάλη επιτυχία είχε και πόσο γρήγορα υιοθετήθηκε η χρήση του. Το PowerPoint πέρα από τον επαγγελματικό τομέα για τον οποίο είχε αρχικά αναπτυχθεί, πλέον έχει εδραιωθεί στους τομείς της εκπαίδευσης και της ενημέρωσης, ενώ επίσης βρήκε χρήση και σε διάφορες άλλες υπηρεσίες όπως του πολίτη και της διακυβέρνησης, όπου η χρήση του PowerPoint κάνει πιο πολύ αποτελεσματική στην οπτικοποίηση σύνθετων δεδομένων και πληροφοριών [23].

Ένας καθημερινός χρήστης μπορεί μέσα από το PowerPoint να δημιουργήσει δικά του άλμπουμ φωτογραφιών, να φτιάξει μια παρουσίαση για μια έρευνα που πραγματοποίησε, ή να φτιάξει το ημερολόγιό του και στη συνέχεια να τα τυπώσει για να διευκολύνει το

χρονοπρογραμματισμό του. Ακόμα αν το επιθυμούσε θα μπορούσε να φτιάξει κινούμενες εικόνες μορφής GIF. Είναι σαφές πως οι δυνατότητες που προσφέρει το PowerPoint όπως και η υπόλοιπη σουίτα των Office είναι πάρα πολλές και η αξιοποίηση τους περιορίζεται μόνο από τις γνώσεις του λογισμικού από τον εκάστοτε χρήστη του.

Άτομα τα οποία αναζητούν εργασία μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις δυνατότητες του PowerPoint, ώστε να δημιουργήσουν το δικό τους ψηφιακό βιογραφικό ή ένα βιογραφικό πολυμέσων. Μετά τη ολοκλήρωση του μπορούν να το αποθηκεύσουν ως βίντεο ή ως παρουσίαση στο PowerPoint, ενώ αν το επιθυμούν μπορούν να εκτυπώσουν την παρουσίαση και να την υποβάλλουν στον υπάλληλο πρόσληψης.

Οι επιχειρήσεις είναι ιδανικός τομέας για την χρήση του PowerPoint καθώς οι διευθυντές επιχειρήσεων που ανταγωνίζονται για προσοχή και παροχή προϋπολογισμού από τα συμβούλια μπορούν με μια καλή γραφική παρουσίαση PowerPoint να διεγείρουν και να πείσουν τους συμμετέχοντες να δεχτούν τα αιτήματά τους. Το PowerPoint δεν είναι πλέον απλώς ένα οπτικό βοήθημα για τους παρουσιαστές. Στην πραγματικότητα, όλο και περισσότερες επιχειρήσεις στρέφονται στο PowerPoint και απομακρύνονται από το παλαιωμένο σύστημα κείμενου για τα καθημερινά επαγγελματικά έγγραφα. Κύριος λόγος για αυτό είναι η διαδραστικότητα που προσφέρει αλλά και τα οπτικά εφέ που κεντρίζουν το ενδιαφέρον του κοινού. Για αυτό ακριβώς στις περισσότερες εταιρείες οι στρατηγικές συζητήσεις των στελεχών ξεκινούν με μια παρουσίαση PowerPoint.

Οι παρουσιάσεις PowerPoint δεν αποτελούν μόνο το έγγραφο που καταγράφει τις επιχειρηματικές αποφάσεις, αλλά το πεδίο όπου αναπτύσσονται νέες ιδέες, και συζητούνται αντιμαχόμενες ιδέες [24].

Σύμφωνα με την έρευνα της Kaplan [24] το PowerPoint διευκολύνει τη συνεργασία. Οι διαφάνειες εξωτερικεύουν υποθέσεις, συχνά μέσω διαγραμμάτων, όπου μπορούν να συζητηθούν και να αναλυθούν οδηγώντας σε συναίνεση. Ενώ λόγω της ψηφιακής φύσης του PowerPoint γίνεται να εισαχθούν μερικές νέες διαφάνειες οποιαδήποτε στιγμή και να συμβάλλει έτσι σε μια συνεχή συζήτηση. Το PowerPoint χρησιμοποιεί τη δύναμη της οπτικής σκέψης για να κάνει τις ιδέες πιο ξεκάθαρες και πειστικές. Αυτό έχει αποδειχθεί τα τελευταία 40 χρόνια και ονομάζεται το εφέ εικόνας-ανωτερότητας (Picture Superiority Effect) [25].

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως οι παρουσιάσεις PowerPoint έχουν διεισδύσει και στον τομέα της εκπαίδευσης. Κατά κύριο λόγο, τα αποτελέσματα που αναφέρονται σε άρθρα ακαδημαϊκών άρθρων δείχνουν ότι οι μαθητές επιθυμούν να διδάσκονται με τη χρήση του PowerPoint θεωρούν ότι οι παρουσιάσεις του PowerPoint είναι διασκεδαστικές [26]. Οι μαθητές των τάξεων που διδάσκονται με τη χρήση του PowerPoint είχαν καλύτερες βαθμολογικές επιδόσεις από ότι οι μαθητές των παραδοσιακών τάξεων [27].

Δυστυχώς όμως, οι πληροφορίες για το αν οι παρουσιάσεις με υπολογιστές βελτιώνουν την απόδοση των σπουδαστών δεν είναι τόσο σαφείς. Πολλά μαθήματα που υιοθέτησαν παρουσιάσεις πολυμέσων δεν έχουν δείξει αντίστοιχη αύξηση των επιδόσεων των σπουδαστών. Το PowerPoint καταλαμβάνει περισσότερη προσοχή από την παραδοσιακή μέθοδο διάλεξης καθώς οι διαλέξεις του PowerPoint είναι πιο ενδιαφέρουσες και διαδραστικές από τις παραδοσιακές διαλέξεις. Οι διαλέξεις PowerPoint, τουλάχιστον σε ορισμένες περιπτώσεις, προσθέτουν κυρίως στην ψυχαγωγία [28].

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι τα άσχετα γραφικά σε μια παρουσίαση έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ψυχαγωγία και την εκμάθηση του περιεχομένου [26].

Ο Reiber υποστηρίζει αυτήν την ιδέα. Βρήκε ότι οι φωτογραφίες που ήταν άσχετες με το κείμενο λειτουργούσαν περισσότερο σαν μια απόσπαση της προσοχής και προκαλούσαν περισσότερες παρεμβολές στην μάθηση [26]. Με βάση αυτά τα στοιχεία φαίνεται πως ενώ η χρήση του PowerPoint σε γενικό σύνολο βοηθάει στην καλύτερη μετάδοση πληροφορίας σε ένα μάθημα, για να βελτιστοποιηθεί πρέπει η παρουσίαση όχι μόνο να υποστηριχθεί κατάλληλα από τον παρουσιαστή της, αλλά και το περιεχόμενο της να είναι σωστό και να σχετικό.

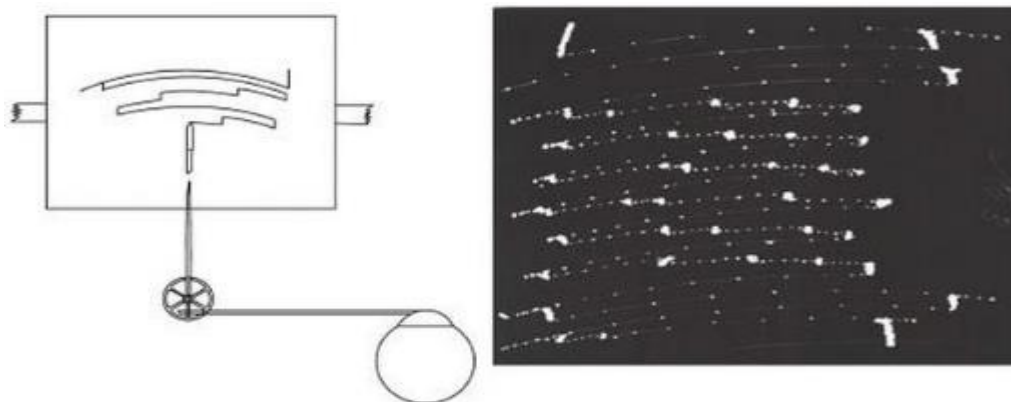
2.3 *Eye Tracker*

2.3.1 Ιστορική Αναδρομή

Ο τρόπος λειτουργίας των ματιών έχει αποτελέσει σημαντικό σημείο έρευνας για πολλούς επιστήμονες. Η πρώτη καταγεγραμμένη έρευνα στον τομέα της οφθαλμικής ιχνηλάτησης (eye tracking) χρονολογείται το 1879, όταν ο Γάλλος οφθαλμίατρος Louis Émile Javal παρατήρησε, για πρώτη φορά, ότι τα μάτια των αναγνωστών δεν κινούνται ομαλά με βάση το κείμενο που εστιάζουν ενώ διαβάζουν, αλλά κάνουν γρήγορες κινήσεις (saccades) αναμεμειγμένες με σύντομες παύσεις (fixations). Οι μελέτες αυτές βασίστηκαν σε παρατηρήσεις με γυμνό μάτι λόγω της απουσίας πιο προηγμένης τεχνολογίας. Με την πάροδο του χρόνου και την ανάπτυξη της τεχνολογίας βρέθηκαν πιο αποτελεσματικές τεχνικές για την καταγραφή της κίνησης των ματιών. Το 1898 ο Ahrens και αργότερα ο Delabarre προσπάθησαν να καταγράψουν τις κινήσεις των ματιών απευθείας τοποθετώντας ένα κύπελλο φτιαγμένο από ελεφαντόδοντο στον κερατοειδή χιτώνα του ματιού και προσκολλώντας ένα κομμάτι τρίχας σε αυτό. Αυτή η μέθοδος ήταν υπερβολικά άβολη για τον χρήστη και που απαιτούσε την αναισθησία του ματιού με την χρήση κοκαΐνης. Οι κινήσεις του ματιού καταγράφονταν από τις μετατοπίσεις της τρίχας σε ένα περιστρεφόμενο καπνιστό τύμπανο, ενώ η ακρίβεια της καταγραφής εξαρτώνταν από το πόσο σταθερά κρατούσε ο χρήστης το κεφάλι του [29].

Παρότι ο Ahrens και ο Delabarre δεν μπόρεσαν να αποκτήσουν λεπτομερή καταγραφή των κινήσεων των ματιών, ο Edmund Huey μετέφερε την κίνηση του μοχλού σε μια επιφάνεια καλυμμένη με μαύρη σκόνη σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο και ακινητοποίησε το κεφάλι των χρηστών χρησιμοποιώντας σφιγκτήρες κεφαλής και μπάρα δαγκώματος. Αρχικά πριν ξεκινήσει το πείραμα πραγματοποιούσε μια εγγραφή βαθμονόμησης, με το μάτι να κινείται από τη μια άκρη μιας γραμμής στην άλλη. Με βάση τα πειράματα του ανακάλυψε ότι δεν καταγράφονται δεδομένα κατά τη διάρκεια των saccades αλλά μόνο κατά τη διάρκεια των fixations [30].

Στην Εικόνα 7 που περιγράφει το μηχανικό eye tracker που χρησιμοποίησε ο Huey.



Εικόνα 7: Πρώτο επιτυχημένο είδος μηχανικού eye tracker⁵

Οι συσκευές των Delabarre και Huey περιορίζονταν από τις μηχανικές τους ιδιότητες, καθώς εφαρμόζαν πρόσθετη δύναμη στο μάτι και η αδράνειά τους είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται σημαντικές υπερβάσεις στα ίχνη κίνησης των ματιών που καταγράφονται. Εναλλακτικές συσκευές αναπτύχθηκαν γρήγορα στις οποίες δεν απαιτούνταν η άμεση σύνδεση μεταξύ του ματιού και της επιφάνειας εγγραφής.

Ο Orschansky (1899) προσπάθησε να καταγράψει το φως που αντανακλάται από έναν καθρέφτη προσαρτημένο στην επιφάνεια ενός φλιτζανιού και παραλλαγές αυτής της αρχής χρησιμοποιήθηκαν σε όλο τον 20ό αιώνα [29].

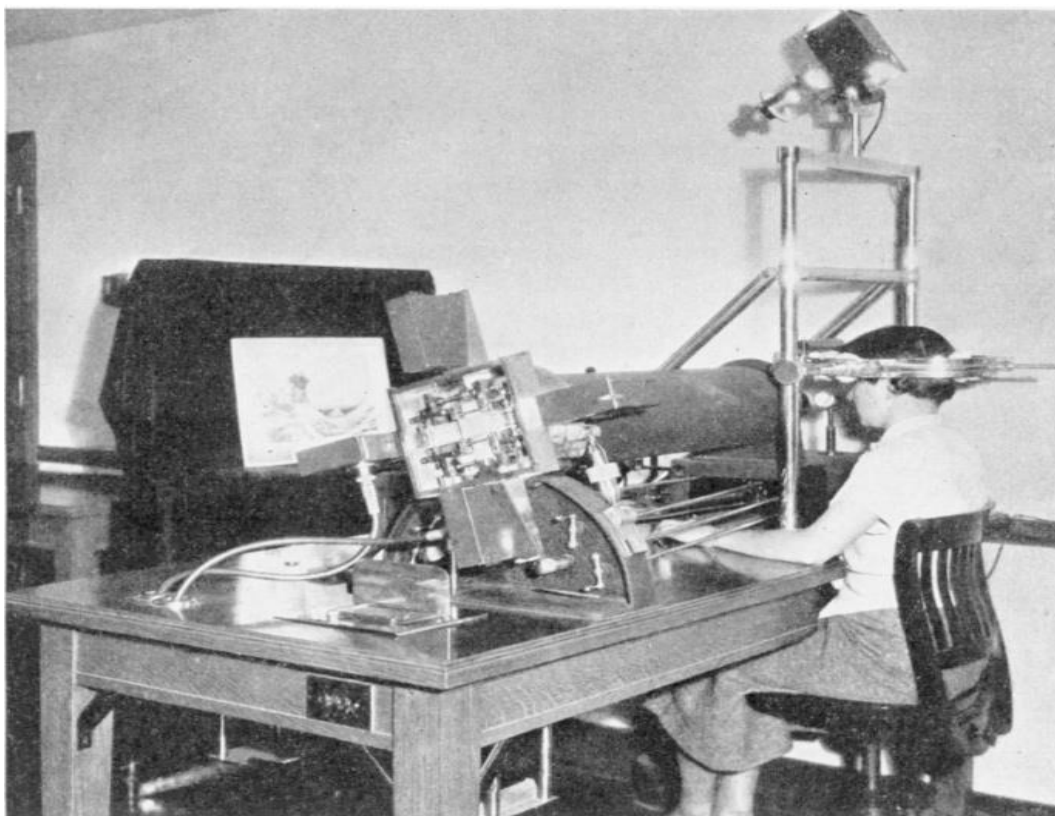
Το 1901 ο Dodge μαζί με τον Cline ανέπτυξαν φωτογραφικές συσκευές που δεν απαιτούσαν προσκόλληση στο μάτι και ήταν πιο άνετες για τους συμμετέχοντες [32]. Μετά την ανάπτυξη του φωτογραφικού ανιχνευτή οφθαλμών από τον Dodge ακολούθησε κάτι σαν επανάσταση στην έρευνα κίνησης των ματιών και τα πειράματα σε αυτόν τον τομέα πολλαπλασιάστηκαν [31]. Από τότε οι ερευνητές επικεντρώθηκαν στην δημιουργία παρόμοιων βολικών και αποτελεσματικών ανιχνευτών ματιών και μέχρι που η έρευνα επεκτάθηκε πέρα από τον τομέα της ανάγνωσης κειμένου.

Οι ερευνητές άρχισαν να εξετάζουν αν η πρόσφατα περιγραφείσα στρατηγική saccade-and-fixate εφαρμόζοταν σε εργασίες διαφορετικές από την ανάγνωση, και σύντομα έγινε αντιληπτό ότι αυτή ήταν η περίπτωση. Ο πολλαπλασιασμός των συσκευών παρακολούθησης ματιών στα τέλη του 19^{ου} αιώνα συνδυάστηκε με την εξέλιξη των ιδεών σχετικά με τη σύνδεση μεταξύ στερεώσεων, ασκήσεων, αντίληψης και γνωστικής λειτουργίας [29]. Η μετάβαση από την μελέτη κειμένου σε πιο πολύπλοκες διεργασίες έγινε πιο εμφανής στο άρθρο του Stratton [33] που διερευνά τη σχέση μεταξύ των κινήσεων των ματιών και της αντίληψης κατά την προβολή απλών μοτίβων και γραμμικών ψευδαισθήσεων – εικόνων. Ο Stratton έδωσε έμφαση όχι μόνο στο saccades αλλά και στις τοποθεσίες στις οποίες τα μάτια σταματούσαν για fixations.

Το 1937 η τεχνική του Dodge αναπτύχθηκε περαιτέρω από τον Guy Thomas Buswell, ο οποίος δημιούργησε τους πρώτους μη παρεμβατικούς ιχνηλάτες ματιών προσθέτοντας επιπλέον την τεχνική παρακολούθησης κεφαλής.

⁵ Πηγή : https://nanopdf.com/download/history-of-eye-tracking_pdf

Οι έρευνες του Buswell [31, 34] για τις κινήσεις των ματιών κατά την ανάγνωση κειμένου και κατά την προβολή εικόνων ήταν μια από τις σημαντικότερες συνεισφορές της εποχής για την ανάπτυξη του τομέα της οφθαλμικής ιχνηλάτησης. Ο ίδιος ανέφερε δεδομένα κίνησης ματιών που καταγράφηκαν σε πάνω από 200 συμμετέχοντες, ώστε τα δεδομένα του να περιελάμβαναν σχεδόν 2.000 εγγραφές κίνησης των ματιών, το καθένα από τα οποία περιείχε μεγάλο αριθμό fixations. Στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται ένας από τους πρώτους οφθαλμικούς ιχνηλάτες του Buswell.



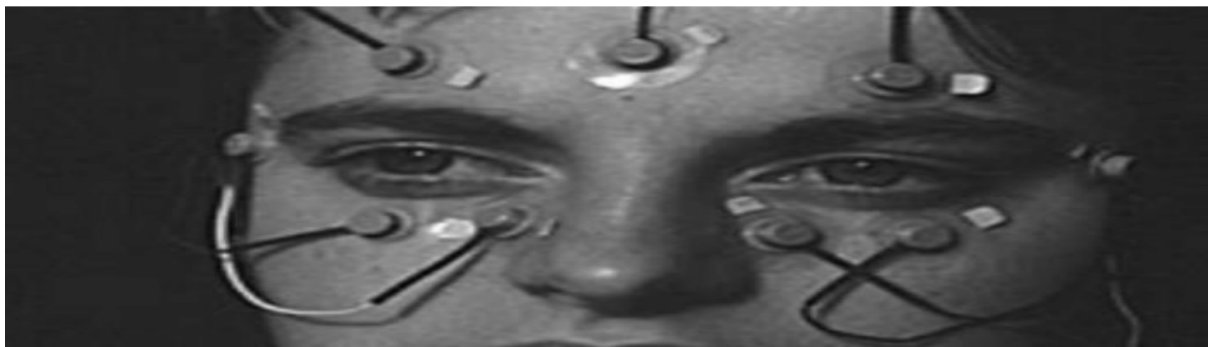
Εικόνα 8: Ένας από τους πρώτους σύγχρονους οφθαλμικούς ιχνηλάτες που σχεδιάστηκε από τον Thomas Buswell⁶

Στη συνέχεια το 1939 ο Jung χρησιμοποίησε την ηλεκτρο-οφθαλμογραφία για να κάνει επεξεργασία δεδομένων βλέμματος σε πραγματικό χρόνο. Με αυτή την τεχνική τοποθετούνται στο χρήστη ηλεκτρόδια στο δέρμα του κοντά στα μάτια του, όπως φαίνεται στην Εικόνα 9.

Στα χρόνια που ακολούθησαν άρχισαν να εμφανίζονται οφθαλμικοί ιχνηλάτες που τοποθετούνταν στο κεφάλι του χρήστη. Ο πρώτος ιχνηλάτης αυτού του είδους δημιουργήθηκε από τους Hartridge και Thompson.

⁶ Πηγή : https://www.researchgate.net/figure/One-of-the-earliest-eye-trackers-developed-by-Thomas-Buswell-in-1935-image-courtesy-of_fig18_320305531

Ο Ρώσος ψυχολόγος Alfred Lukyanovich Yarbus, στη δεκαετία του 1950, πραγματοποίησε αρκετές μελέτες σχετικά με την παρακολούθηση των ματιών. Κατά τη διάρκεια των ερευνών του εμβάθυνε κυρίως στην εξέταση των συνθηκών στις οποίες τα μάτια δεν κινούνται. Τροφοδοτήθηκε από την επιθυμία να προσδιοριστεί αν οι ακούσιες κινήσεις των ματιών είχαν επιβλαβή επίδραση στην οπτική οξύτητα. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών έδειξαν ότι η κίνηση και η σταθεροποίηση των ματιών των αναγνωστών εξαρτώνται από το ενδιαφέρον τους και τη συγκεκριμένη εργασία [35].



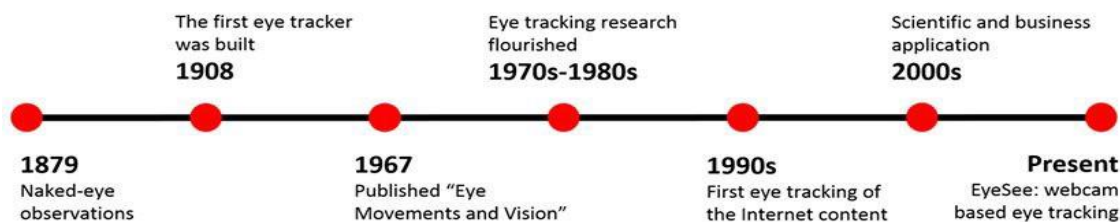
Εικόνα 9: Καταγραφή οφθαλμικής εστίασης μέσω ηλεκτρο-οφθαλμογραφίας⁷

Η έρευνα της κίνησης και της παρακολούθησης των ματιών άνθισε κατά τις επόμενες δεκαετίες. Οι eye trackers έγιναν λιγότερο ενοχλητικοί προς το χρήστη, παρείχαν μεγαλύτερη ακρίβεια και μπορούσαν να διαχωρίσουν τα μάτια από τις κινήσεις του κεφαλιού. Ορισμένοι eye trackers που τοποθετούνταν στο κεφάλι μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία σε εξωτερικούς χώρους για ερευνητικές μελέτες. Το δύσκολο κομμάτι πλέον δεν ήταν η συλλογή των οφθαλμικών δεδομένων αλλά η ανάλυσή τους, καθώς δεν ήταν ασυνήθιστο οι ερευνητές να περνούν μέρες για την επεξεργασία δεδομένων που χρειάστηκαν μόνο λίγα λεπτά για τη συλλογή τους [36].

Από το 2000 έως σήμερα, η τεχνολογία παρακολούθησης των ματιών συνεχίζει να εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς. Οι eye trackers έγιναν φορητοί και πιο ευπρόσιτοι για τον μέσο χρήστη. Οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις διέδρυναν το φάσμα εφαρμογής των τεχνικών παρακολούθησης ματιών. Οι αναλύσεις οφθαλμολογικής παρακολούθησης άρχισαν να χρησιμοποιούνται με συνεχώς αυξανόμενο αριθμό σε πολλούς επιστημονικούς αλλά και επιχειρηματικούς τομείς. Εμφανίστηκαν πολλές εταιρείες που εξειδικεύονταν σε μελέτες παρακολούθησης ματιών, προσφέροντας υπηρεσίες σε διάφορες πτυχές της καθημερινότητας. Ιδιαίτερη απήχηση είχε στον τομέα του μάρκετινγκ καθώς τα οφθαλμικά δεδομένα έδειχναν τι προκαλεί παραπάνω αίσθηση και ενδιαφέρον στον καταναλωτή. Επιπλέον, καθώς οι επιστημονικοί κλάδοι προχώρησαν σε περαιτέρω χρηματοδότηση της έρευνας στα πανεπιστήμια, οι μελέτες παρακολούθησης μετατράπηκαν όλο και περισσότερο σε θεσμικές μελέτες, ολόκληρες ομάδες επιστημόνων, ερευνητικά εργαστήρια, ομάδες εργασίας στα

⁷ Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Intrusive-eye-tracking-techniques-based-on-a-electro-oculography-b-contact-lens_fig19_320305531

πανεπιστήμια, που όλοι ειδικευόταν στην παρακολούθηση ματιού [36]. Στην Εικόνα 10 φαίνεται περιγραφικά η ιστορία εξέλιξης των eye trackers



Εικόνα 10 : Σύνοψη Ιστορία εξέλιξης των eye trackers⁸

2.3.2 Ανάλυση τεχνολογίας

2.3.2.1 Eye Tracking

Στους ανθρώπους, η κατεύθυνση του βλέμματος και η οφθαλμική συμπεριφορά είναι πιθανώς ένα από τα πρώτα μακρινά μέσα επικοινωνίας που αναπτύχθηκαν. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί από μικρή ηλικία, όπου τα βρέφη ακολουθούν την κατεύθυνση του βλέμματος των άλλων κατά τον πρώτο χρόνο της ζωής τους, ενώ με την εστίαση σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο οι γονείς μπορούν καταλάβουν τι προσελκύει το ενδιαφέρον τους [37]. Αυτή η ικανότητα να αλληλεπιδρά κάποιος με κάποιον μέσω ενός μεταβατικού αντικειμένου ονομάζεται κοινή προσοχή (joint attention). Ο Kaplan υποστηρίζει ότι μεταξύ των θεμελιωδών προϋποθέσεων για την ανάπτυξη σύνθετων γλωσσικών δεξιοτήτων, η ανάπτυξη της κοινής προσοχής είναι πιθανώς ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα που πρέπει να λυθούν [38]. Στους ανθρώπους ο οπτικός φλοιός είναι πιο ανεπτυγμένος από ότι σε άλλα θηλαστικά και οι άνθρωποι έχουν σαφώς ορατή λευκή περιοχή (σκληρό χιτώνα) γύρω από το χρωματιστό μέρος του ματιού (ίριδα). Ο οπτικός φλοιός βρίσκεται στον οπίσθιο πόλο του ινιακού φλοιού, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία των οπτικών ερεθισμάτων. Έχει αποδειχθεί ότι ο οπτικός φλοιός είναι πολύ εξειδικευμένος στην επεξεργασία πληροφοριών για στατικά και κινούμενα αντικείμενα και είναι εξαιρετικός στην αναγνώριση προτύπων [39]. Αυτό δίνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και βάση στην παρακολούθηση της κίνησης των ματιών και του τύπου εστίασης τους.

Η διαδικασία καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων είτε με βάση την κίνηση του οφθαλμού σε σχέση με την τοποθεσία του κεφαλιού είτε σε σχέση με την κίνηση του βλέμματος ονομάζεται οφθαλμική ιχνηλάτηση (eye tracking). Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την συλλογή των δεδομένων αυτής της διαδικασίας ονομάζονται ιχνηλάτες ματιών (eye trackers). Κατά τη διαδικασία καταγραφής οι eye trackers υπολογίζουν τις κινήσεις του ματιού του χρήστη και συγκεντρώνουν δεδομένα για το σημείο που εστιάζει

⁸ Πηγή: <https://medium.com/@eyesee/eye-tracking-through-history-b2e5c7029443>

το άτομο ανά μια χρονική στιγμή καθώς και την πορεία που ακολούθησαν τα μάτια του μέχρι εκείνο το σημείο. Με τους σύγχρονους eye trackers η παρακολούθηση των οφθαλμών επιτυγχάνεται με την οπτική παρακολούθηση των αντανάκλασεων του κερατοειδούς (PCCR).

Η τεχνολογία eye tracking αναγνωρίζει και παρακολουθεί την οπτική προσοχή ενός ατόμου από άποψη θέσης, αντικειμένων και διάρκειας. Η τεχνολογία μετατρέπει τις κινήσεις των ματιών σε μια ροή δεδομένων που περιέχει πληροφορίες όπως η θέση της κόρης, το διάνυσμα βλέμματος για κάθε μάτι και το σημείο βλέμματος. Ουσιαστικά, η τεχνολογία αποκωδικοποιεί τις κινήσεις των ματιών και τις μεταφράζει σε ιδέες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών.

2.3.2.2 Σύγχρονοι Τύποι Eye Tracker

Συνήθως, ένα σύστημα eye tracker αποτελείται από έναν ή περισσότερους αισθητήρες κάμερας, μερικές πηγές φωτός και ένα σύστημα υπολογιστή. Οι αλγόριθμοι μεταφράζουν τα στοιχεία της κάμερας σε σημεία δεδομένων με τη βοήθεια της μηχανικής μάθησης και της προηγμένης επεξεργασίας εικόνων.

Μέχρι σήμερα έχουν εξελιχτεί δύο διαφορετικοί τύποι eye trackers:

- Απομακρυσμένος ανιχνευτής ματιών που τοποθετείται σε κάποια επιφάνεια μακριά από τον χρήστη.
- Ανιχνευτής ματιών που τοποθετείται στο κεφάλι του χρήστη.

Ο eye tracker εντοπίζει και υπολογίζει τη θέση και τις κινήσεις των ματιών σε σχέση με το περιβάλλον, χρησιμοποιώντας την κερατοειδή αντανάκλαση (cornea reflection) και την κόρη του ματιού. Με τον συνδυασμό των δύο αυτών χαρακτηριστικών υπολογίζεται το σημείο που τέμνεται το βλέμμα με την επιφάνεια που κοιτάζει ο χρήστης. Η ακρίβεια των μετρήσεων είναι καθοριστικής σημασίας για την σωστή έρευνα eye tracking. Καθίσταται λοιπόν σαφές πως είναι άκρως απαραίτητη η χρήση ενός συστήματος υψηλής ποιότητας για τους ερευνητές. Ένας eye tracker μπορεί να χρησιμοποιεί αισθητήρες υπέρυθρου φως και κάμερες υψηλής ευκρίνειας για να προβάλλει φως στο μάτι και να καταγράφει την κατεύθυνση που ανακλάται από τον κερατοειδή. Ενώ ακόμα με τη χρήση προηγμένων αλγόριθμων μηχανικής μάθησης υπολογίζεται η θέση του οφθαλμού και ο τύπος εστίασης του. Αυτό καθιστά δυνατή τη μέτρηση και τη μελέτη της οπτικής συμπεριφοράς και των λεπτών κινήσεων των ματιών, καθώς η θέση του ματιού μπορεί να χαρτογραφηθεί πολλές φορές το δευτερόλεπτο συνήθως σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms). Το πόσο γρήγορα μπορεί ένας eye tracker να καταγράψει αυτές τις εικόνες αναφέρεται ως η συχνότητά του. Επίσης σε ορισμένους eye trackers με τη χρήση ενσωματωμένης κάμερας που καταγράφει το οπτικό πεδίο του χρήστη και με το κατάλληλο λογισμικό παρακολούθησης ματιών καθίσταται δυνατή η παραγωγή ενός οπτικού χάρτη του τρόπου με τον οποίο ο χρήστης παρακολούθησε στοιχεία στο πεδίο του. Οι σύγχρονοι eye trackers με βάση τα μέσα που χρησιμοποιούν για την καταγραφή της κίνησης του ματιού χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Σε eye trackers που χρησιμοποιούν ηλεκτρόδια για την μέτρηση ηλεκτρικού δυναμικού.

- Σε eye trackers που καταγράφουν την κίνηση, βάση ενός αντικειμένου που είναι προσαρτημένο στο ίδιο το μάτι.
- Και σε eye trackers που χρησιμοποιούν μέσα οπτικής παρακολούθησης χωρίς άμεση επαφή με τα μάτια.

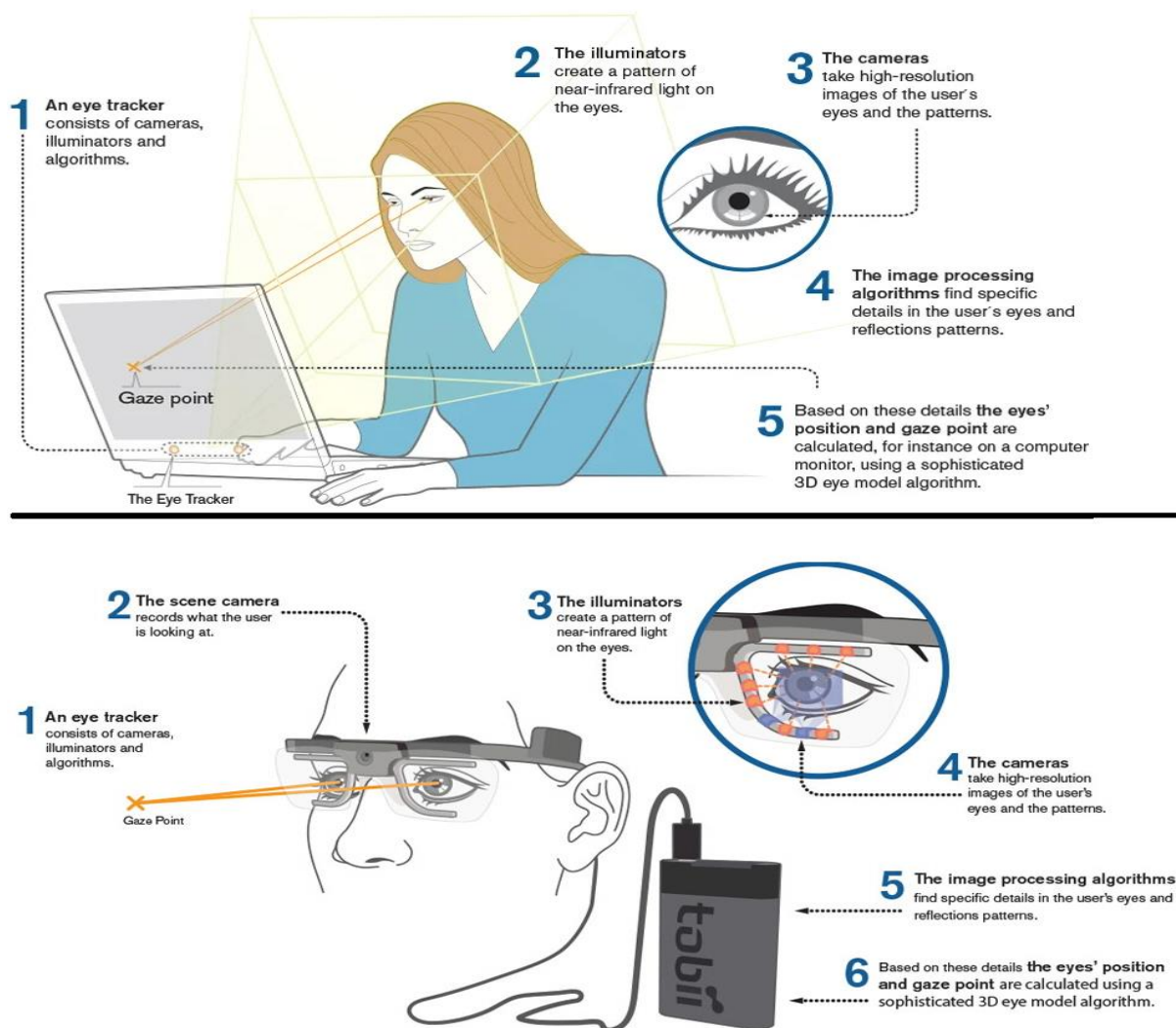
Η πρώτη κατηγορία χρησιμοποιεί ηλεκτρικά δυναμικά μετρούμενα με ηλεκτρόδια τοποθετημένα γύρω από τα μάτια. Τέτοιου είδους eye tracker πρωτοεμφανίστηκαν το 1939. Η βάση της λειτουργίας τους προέρχεται από το γεγονός ότι τα μάτια είναι η προέλευση ενός σταθερού πεδίου ηλεκτρικού δυναμικού που μπορεί επίσης να ανιχνευθεί σε απόλυτο σκοτάδι ακόμα και αν τα μάτια είναι κλειστά. Η συγκεκριμένη τεχνολογία αξιοποιεί την χρήση του γραφήματος (Electrooculogram-EOG), το οποίο είναι το ηλεκτρικό σήμα, που μπορεί να ληφθεί χρησιμοποιώντας δύο ζεύγη ηλεκτροδίων επαφής τοποθετημένα στο δέρμα γύρω από ένα μάτι. Εάν τα μάτια κινούνται από την κεντρική θέση προς την περιφέρεια, ο αμφιβληστροειδής πλησιάζει ένα ηλεκτρόδιο ενώ ο κερατοειδής πλησιάζει το αντίθετο. Αυτή η αλλαγή στον προσανατολισμό του διπόλου και κατά συνέπεια του πεδίου ηλεκτρικού δυναμικού, οδηγεί σε αλλαγή στο μετρούμενο σήμα EOG [42]. Έτσι με την ανάλυση αυτών των αλλαγών στο δυναμικό μπορεί να υπολογιστεί και να καταγραφεί η κίνηση των ματιών. Ωστόσο ένα μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι πως η πληροφορία της εστίασης του βλέμματος έχει σχετικά μικρή ακρίβεια σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους.

Οι eye trackers που καταγράφουν την κίνηση με βάση ένα αντικείμενο που είναι προσαρτημένο στο ίδιο το μάτι συνήθως χρησιμοποιούν ένα ειδικό φακό επαφής με ενσωματωμένο καθρέφτη ή αισθητήρα μαγνητικού πεδίου. Όμως καθώς περιστρέφεται το μάτι υπάρχει η περίπτωση το εξάρτημα να γλιστρά από την θέση του, για αυτό η μέτρηση της κίνησης του ματιού γίνεται με την προϋπόθεση ότι το εξάρτημα δε γλιστρά σε μεγάλο βαθμό. Οι μετρήσεις με στενούς προσαρμοσμένους φακούς επαφής για κάθε χρήστη παρείχαν εξαιρετικά ευαίσθητες καταγραφές, ενώ η χρήση των μαγνητικών πηνίων αναζήτησης βοήθησε τους ερευνητές να μελετήσουν την δυναμική και την υποκείμενη φυσιολογία της κίνησης των ματιών. Η μέθοδος αυτή επέτρεψε τη μέτρηση της κίνησης των ματιών σε οριζόντιες, κατακόρυφες και στρεπτικές κατευθύνσεις [40].

Σε αυτόν τον τύπο eye tracker περιλαμβάνονται τα γυαλιά παρακολούθησης ματιών (eye tracking glasses). Τα eye tracking γυαλιά είναι ιδανικά για τη μελέτη συμπεριφοράς σε πραγματικές καταστάσεις καθώς και δυνατότητα φορητοτητάς τους επιτρέπουν την ελεύθερη κίνηση χωρίς να παρουσιάζουν εμπόδιο στον χρήστη. Ωστόσο η χρήση τους περιορίζεται σε άτομα που δεν φορούν ήδη γυαλιά οράσεως. Τα eye tracking γυαλιά περιέχουν επίσης μια ενσωματωμένη κάμερα και μικρόφωνο για την καταγραφή του πεδίου οράσεως του χρήστη και γενικά του περιβάλλοντός του.

Η τελευταία κατηγορία eye tracker χρησιμοποιεί μία οπτική μέθοδο χωρίς επαφή με τον χρήστη, για τη μέτρηση της κίνησης των ματιών. Οι συγκεκριμένοι eye tracker προβάλλουν συνήθως υπέρυθρο φως στα μάτια το οποίο αντανακλάται από το μάτι και ανιχνεύεται από ένα ειδικά σχεδιασμένο οπτικό αισθητήρα όπως μια κάμερα. Στη συνέχεια οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν αναλύονται για να εξαχθούν τα δεδομένα περιστροφής των ματιών από τις αλλαγές στις αντανακλάσεις. Ακόμα μια επιπλέον δυνατότητα αυτών των eye tracker είναι η

δυνατότητα εντοπισμού της κίνησης της κεφαλής του χρήστη, δεδομένο το οποίο είναι χρήσιμο στους ερευνητές για περαιτέρω ανάλυση της συμπεριφοράς του χρήστη. Στην Εικόνα 11 παρουσιάζονται δύο σύγχρονοι τύποι eye tracker και ο τρόπος λειτουργίας τους.



Εικόνα 11: Τρόπος λειτουργίας σύγχρονων eye trackers⁹

2.3.2.3 Συλλογή Δεδομένων

Οι συσκευές eye tracking καταγράφουν το βλέμμα του χρήστη σε μια χρονική στιγμή. Οι ρυθμοί εγγραφής εξαρτώνται αποκλειστικά από τα χαρακτηριστικά των συσκευών. Οι πιο βασικοί eye trackers επιτρέπουν ρυθμούς καταγραφής μεταξύ 60 και 120 Hz ωστόσο αρχίζουν και εμφανίζονται νέοι και πιο εξελιγμένοι με ρυθμούς εγγραφής που μπορεί να

⁹ Πηγή: <https://www.tobii.com/learn-and-support/learn/eye-tracking-essentials/how-do-tobii-eye-trackers-work/>

ξεπερνάνε τα 240 Hz. Ωστόσο τα δεδομένα παρακολούθησης των ματιών δεν χρησιμοποιούνται ακατέργαστα. Για την σωστή εξαγωγή συμπερασμάτων είναι αναγκαία η χρήση προηγμένων αλγορίθμων και στοιχείων μηχανικής μάθησης ώστε να μπορούν να διαχωριστούν και να αναλυθούν κατάλληλα οι διαφορετικοί τύποι δεδομένων που εξάγονται από το βλέμμα του χρήστη. Παρακάτω εξηγούνται οι διαφορετικοί τύποι στοιχείων που μπορούν να εξαχθούν αναλύοντας τα δεδομένα που έχει συλλέξει ένας eye tracker.

Εστίαση (Fixation)

Η Εστίαση είναι μια συνάθροιση των σημείων βλέμματος. Τα σημεία του βλέμματος αθροίζονται με βάση μια καθορισμένη περιοχή και χρονική διάρκεια και δημιουργείται μια περιοχή συνάθροισης είναι συνήθως περίπου 20 έως 50 pixel. χρονικό διάστημα μεταξύ 200 και 300 ms [41].

Οφθαλμική μεταπήδηση (Saccades)

Η οφθαλμική μεταπήδηση περιγράφει μια ταχεία κίνηση των ματιών από ένα σημείο εστίασης σε ένα άλλο. Η διαδικασία αυτή διαρκεί περίπου από 30 έως 80 χιλιοστά του δευτερολέπτου και είναι η ταχύτερη κίνηση που μπορεί να εκτελέσει το ανθρώπινο σώμα. Κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου οι οπτικές πληροφορίες καταστέλλονται [41]. Τυπικές μετρικές με βάση την οφθαλμική μεταπήδηση είναι το σακκαδικό εύρος (δηλαδή η απόσταση που διανύθηκε) και η σακκαδική διάρκεια σε χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Ομαλή καταδίωξη (Smooth Pursuit)

Κατά την διάρκεια των δυναμικών ερεθισμάτων μπορεί να εμφανιστούν ομαλές κινήσεις αναζήτησης από την κόρη του ματιού. Αυτή η κίνηση των ματιών γίνεται ακούσια μόνο κατά την διάρκεια εστίασης σε ένα κινούμενο ερέθισμα [41].

Ανίχνευση διαδρομής (Scanpath)

Μια σειρά εναλλασσόμενων εστιάσεων και οφθαλμικών μεταπηδήσεων ονομάζεται ανίχνευση διαδρομής. Μια ανίχνευση σάρωσης μπορεί να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά αναζήτησης ενός συμμετέχοντα. Μια ιδανική διαδρομή σάρωσης θα ήταν μια ευθεία γραμμή προς έναν καθορισμένο στόχο [43]. Τα μετρικά Scanpath περιλαμβάνουν ποια περιοχή καλύπτεται από τη διαδρομή ανίχνευσης, το μήκος της διαδρομής σε pixel ή και διάρκεια διαδρομής σάρωσης σε χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Ερέθισμα (Stimulus)

Ένα ερέθισμα μπορεί να είναι οποιοδήποτε οπτικό περιεχόμενο που παρουσιάζεται σε ένα άτομο κατά τη διάρκεια ενός πειράματος εντοπισμού ματιών. Κατά κανόνα, τα στατικά και δυναμικά ερεθίσματα διαφοροποιούνται είτε με ενεργό είτε με παθητικό περιεχόμενο. Τα τελευταία χρόνια, τα τρισδιάστατα ερεθίσματα έχουν γίνει επίκεντρο της έρευνας [44].

Περιοχή ενδιαφέροντος (Area of Interest ή AOI)

Οι περιοχές ενδιαφέροντος είναι μέρη ενός ερεθίσματος που έχουν μεγάλη σημασία για μια συγκεκριμένη υπόθεση. Σε τρισδιάστατα ερεθίσματα, οι περιοχές ενδιαφέροντος μπορούν να είναι μοντέλα ή αντικείμενα ενδιαφέροντος. Για ερεθίσματα δυναμικού τύπου, πρέπει να καθορίσουν δυναμικές περιοχές ενδιαφέροντος. Οι περιοχές ενδιαφέροντος μπορούν να οριστούν πριν ή μετά από ένα πείραμα οφθαλμικής ιχνηλάτησης. Τυπικές μετρικές για περιοχές ενδιαφέροντος είναι η μέτρηση του αριθμού μεταβάσεων μεταξύ δύο περιοχών ενδιαφέροντος, ο χρόνος παραμονής εντός μιας περιοχής ενδιαφέροντος σε χιλιοστά του δευτερολέπτου, και το αν πραγματοποιήθηκε καθήλωση εντός ενός μιας περιοχή ενδιαφέροντος ή όχι.

Οι παραπάνω κατηγορίες δεδομένων για να εξαχθούν από τα ακατέργαστα δεδομένα του eye tracker χρειάζονται κατάλληλα ανεπτυγμένο και εστιασμένο λογισμικό που συνήθως παρέχεται μαζί με την αγορά του eye tracker από τις αντίστοιχες εταιρείες. Αυτό το λογισμικό συνήθως δίνει την δυνατότητα αναπαραγωγής σε μορφή βίντεο των κινήσεων των ματιών του χρήστη και την ανάλυση της οπτικής συμπεριφοράς του συνοδευόμενη με κάποιου είδους στατιστική ανάλυση. Το βίντεο γενικά κωδικοποιείται χειροκίνητα για την αναγνώριση των εισαγωγή των περιοχών ενδιαφέροντος

2.3.2.4 Tobii Eye Tracker 4c

Για τα πειράματά μας και την ανάπτυξη του λογισμικού βασιστήκαμε στην χρήση του Tobii eye tracker 4c που υπήρχε διαθέσιμο στο [εργαστήριο αλληλεπίδρασης ανθρώπου με υπολογιστή](#)¹⁰ (Human Computer Interaction, HCI) και πληρούσε τις ανάγκες της εφαρμογής που θέλαμε να δημιουργήσουμε με βάση τον τύπο του και τον τρόπο λειτουργίας του. Ο συγκεκριμένος eye tracker είναι αρκετά προσιτός με τιμή 170\$ καθώς και προορίζεται για προσωπική χρήση σε απλούς καταναλωτές. Ο Tobii eye tracker 4c δημιουργήθηκε από την εταιρεία Tobii, έχει ρυθμό καταγραφής δειγμάτων 90 Hz υποστηρίζει παρακολούθηση κίνησης κεφαλιού. Λειτουργεί με βάση μία κάμερα στην οποία αντικατοπτρίζεται το φως από 8 προβολείς φωτός που παράγουν σχεδόν υπέρυθρο φως (NIR 850nm). Ανήκει στην κατηγορία των απομακρυσμένων από τον χρήστη eye tracker καθώς τοποθετείται κάτω από την οθόνη του υπολογιστή. Συνδέεται μέσω θύρας USB 2.0 στον υπολογιστή και το μόνο που χρειάζεται να κάνει ο χρήστης είναι να κατεβάσει με βάση τις οδηγίες τον οδηγό του προγράμματος από την ιστοσελίδα της Tobii. Ο Tobii eye tracker 4c είναι φτιαγμένος για χρήση σε ηλεκτρονικά παιχνίδια. Στόχος του είναι να αντικαταστήσει την χρήση του ποντικιού για την μετακίνηση του οπτικού πεδίου της κάμερας στα παιχνίδια, η εμπειρία που προσφέρει θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα βήμα πιο κάτω από την χρήση αντίστοιχου υλικού εικονικής πραγματικότητας (VR Headsets). Αρχικά η υποστήριξη παιχνιδιών συμβατά με τον eye tracker ήταν μικρή αλλά πλέον έχει δει ραγδαία αύξηση με υποστήριξη τίτλων παιχνιδιών AAA. Η εταιρεία Tobii παρέχει το δικό της λογισμικό ανάλυσης δεδομένων

¹⁰ Πηγή: <https://softwarequalitylab.wordpress.com/>

οφθαλμικής ιχνηλάτησης το Tobii pro studio¹¹ το οποίο μπορεί να βοηθήσει σε μετρικές των δεδομένων που συλλέχτηκαν. Η Εικόνα 12 απεικονίζει τον Tobii eye tracker 4c.



Εικόνα 12: Tobii eye tracker 4c¹²

2.3.3 Πεδία Εφαρμογής

Η τεχνολογία των eye trackers συνεχίζει να εξελίσσεται συμμετέχοντας σχεδόν σε κάθε τομέα της ζωής μας. Οι eye tracker πέρα από την εμπορική τους χρήση σε διάφορες πρακτικές εφαρμογές, όπως π.χ. τα βιντεοπαιχνίδια, αποτελούν ένα εξαιρετικό εργαλείο για την έρευνα της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Για αυτό τον λόγο η τεχνολογία αυτή έχει απορροφηθεί σε τεράστιο βαθμό στο πεδίο της έρευνας σε πάρα πολλούς επιστημονικούς κλάδους. Παραδείγματα της εφαρμογής της περιλαμβάνουν επιστημονικούς κλάδους της ιατρικής, της ψυχολογίας και του μάρκετινγκ. Παρακάτω αναλύονται μερικοί τομείς όπου η τεχνολογία των eye trackers είχε σημαντική επίδραση και βοήθησε σε ραγδαίες αλλαγές στον τομέα και καθιερώθηκε η χρήση του.

Εφαρμογή eye tracking σε τομείς της ιατρικής και της ψυχολογίας

Η τεχνολογία των eye trackers χρησιμοποιείται σε διάφορα πεδία της ιατρικής, της ψυχολογίας και της νευροεπιστήμης χρησιμοποιώντας δεδομένα διαστολής της κόρης του ματιού και μετρώντας τον ρυθμό που ανοιγοκλείνουν τα μάτια αυθόρμητα. Η παρακολούθηση των ματιών με μη επεμβατικά μέσα παρέχει πλούσιους δείκτες πληροφορίας εγκεφαλικής λειτουργίας και νοημοσύνης, καθώς η ανάλυση του βλέμματος αποκαλύπτει την τρέχουσα προσοχή και τις γνωστικές στρατηγικές που αναλύει ενσυνείδητα ή ασυνείδητα. Συλλέγοντας έτσι απαραίτητες πληροφορίες η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στη παροχή βοήθειας σε άτομα με ειδικές ανάγκες και αναπηρίες [45]. Οι εφαρμογές παρακολούθησης των ματιών συμβάλουν στην ιατρική διάγνωση, τη θεραπεία και την αποκάλυψη οπτικών μοτίβων από ειδικούς γιατρούς. Με την eye tracking τεχνολογία κατέστη δυνατό όχι μόνο να αποκαλυφθούν ανωμαλίες στη λειτουργία των ματιών, αλλά και

¹¹ Πηγή: <https://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-studio/>

¹² Πηγή: www.tobiigaming.com

να διεξαχθούν γνωστικές μελέτες εστιασμένες στην εκμάθηση των συναισθημάτων και των προθέσεων των ανθρώπων [45].

Με βάση την χρήση του eye tracker σε ιατρικές έρευνες αποδείχτηκε πως η ανάλυση του βλέμματος αποκαλύπτει την τρέχουσα προσοχή και τις γνωστικές στρατηγικές, η διαστολή της κόρης ρυθμίζεται από τη νορεπινεφρίνη και αντανακλά τη διανοητική προσπάθεια του ατόμου ενώ ο ρυθμός αυθόρμητης αναστροφής διαμορφώνεται από τη ντοπαμίνη, η οποία εμπλέκεται στη μάθηση και στην στοχευμένη συμπεριφορά [46]. Καθίσταται λοιπόν σαφές πως τα οφθαλμικά μέτρα μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη γνωστική ανάπτυξη και τον τρόπο λειτουργίας του εγκεφάλου μας.

Επαγγελματική και επιστημονική εφαρμογή της τεχνολογίας eye tracking

Εταιρείες που ασχολούνται κυρίως με την τεχνολογία eye tracking έχουν ειδικευτεί στην παροχή πληροφοριών σχετικά με την ανθρώπινη συμπεριφορά για επαγγελματικούς και επιστημονικούς σκοπούς. Παραδείγματα περιλαμβάνουν τη χρήση παρακολούθησης ματιών: ως μέσο επικοινωνίας για άτομα με ειδικές ανάγκες που μπορούν να χρησιμοποιούν μόνο τα μάτια τους για την εισαγωγή στην οφθαλμολογία, για καλύτερη κατανόηση των κινήσεων των ματιών και για την ανάπτυξη μέσων πρόληψης, διάγνωσης και θεραπείας ανωμαλιών. Άλλες χρήσεις περιλαμβάνουν τη δοκιμή της χρηστικότητας των ιστότοπων [47], του λογισμικού, των παιχνιδιών υπολογιστών, των κινητών συσκευών. Υποστηρίζεται πως η χρήση eye tracker στα βιντεοπαιχνίδια δημιουργεί μια πιο καθηλωτική εμπειρία για τον χρήστη και κάνει την εμπειρία πιο ευχάριστη [48]. Επιπλέον τα δεδομένα που αποκτούνται από ένα eye tracker μπορούν να βοηθήσουν στην σχεδίαση ενός πιο αρεστού παιχνιδιού και διεπαφής χρήστη [49, 50].

Παρακολούθηση ματιών στην έρευνα αγοράς

Η τεχνολογία παρακολούθησης ματιών έχει χρησιμοποιηθεί στην έρευνα αγοράς και για δοκιμές προϊόντων τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Γνωρίζοντας τι βλέπουν οι πελάτες και τι μένει απαρατήρητο είναι το πρώτο βήμα προς την επιτυχή εκστρατεία μάρκετινγκ και αποτελεί έναν αξιόπιστο τρόπο για να μετρηθεί η προσοχή που δίνεται σε αντικείμενα όπως η συσκευασία σε ένα ράφι ή οι διαφημίσεις στην εφημερίδα. Αναλύοντας το βλέμμα των πελατών, είναι δυνατόν να αποκτήσουμε μια εικόνα για το εύρος οπτικής προσοχής τους, το οποίο είναι πολύ συσχετισμένο με τη συμπεριφορά τους και την πρόθεση αγοράς [51]. Σήμερα, η δοκιμή υλικού πριν από την έναρξη λειτουργίας του γίνεται ένα σημαντικό μέρος της διαδικασίας επικοινωνίας μάρκετινγκ των κορυφαίων επιχειρήσεων του κόσμου.

Στον τομέα της εκπαίδευσης

Η τεχνολογία eye tracking είναι ένα μεγάλο εργαλείο για τη μελέτη της οπτικής προσοχής και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης σε όλες τις ρυθμίσεις της μάθησης. Κατανοώντας πώς οι διάφορες πτυχές της διαδικασίας της γνώσης διαμορφώνουν τα εκπαιδευτικά αποτελέσματα, οι ερευνητές μπορούν να σχεδιάσουν, να αξιολογήσουν και να βελτιώσουν αποτελεσματικά την εκπαίδευση. Με τα δεδομένα που συλλέγονται από ένα eye tracker είναι εύκολο να μελετηθούν διαφορές στις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και στις στρατηγικές μάθησης,

πρότυπα κοινωνικής αλληλεπίδρασης από το δάσκαλο στο μαθητή, την κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών και την επίδραση διάφορων εκπαιδευτικών υλικών στους μαθητές. Αυτές οι πληροφορίες δίνουν την δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να οργανώσει την παρουσίαση του μαθήματος του με τέτοιο τρόπο ώστε να προσελκύει περισσότερο τους μαθητές και να προκαλεί εικονικά ερεθίσματα που να μένουν ευκολότερα στην μνήμη, κάνοντας με αυτό τον τρόπο πιο εύκολη και πιο αποτελεσματική την διαδικασία της μάθησης [52].

3

Τεχνική ανάλυση της Εφαρμογής

3.1 Εισαγωγή

3.1.1 Διαθέσιμες Τεχνολογίες και Λογισμικό

Κατά την πρώτη φάση ανάπτυξης της εφαρμογής αναλύθηκαν οι απαιτήσεις της εφαρμογής που θέλουμε να δημιουργήσουμε και με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης έγινε αντίστοιχη έρευνα για το ποιες διαθέσιμες τεχνολογίες και λογισμικό μπορούν να συνεισφέρουν καλύτερα στην ανάπτυξή της. Λόγω της φύσης της εφαρμογής καθίσταται σαφές πως είναι απαραίτητη η χρήση κάποιου web framework για την δημιουργία της διαδικτυακής εφαρμογής, ενώ ταυτόχρονα άλλο τόσο απαραίτητη είναι και η χρήση βάσης δεδομένων για την αποθήκευση των δεδομένων των χρηστών για την πρόσβαση στην εφαρμογή. Ιδιαίτερη βάση και έρευνα πρέπει να γίνει για την γλώσσα προγραμματισμού που θα επιλεγεί να αναπτυχθεί η εφαρμογή καθώς θα αποτελεί τον πυρήνα του λογισμικού. Στην επιλογή της κατάλληλης γλώσσας προγραμματισμού πρέπει να ληφθεί υπόψη η μελλοντική επεκτασιμότητα και η υποστήριξη, ώστε η εφαρμογή να έχει την δυνατότητα περεταίρω εξέλιξης. Όσον αφορά το περιβάλλον ανάπτυξης του κώδικα (integrated development environment ή IDE) η επιλογή του κατάλληλου εξαρτάται κυρίως από την γλώσσα προγραμματισμού που θα χρησιμοποιηθεί και την εξοικείωση του προγραμματιστή με το αντίστοιχο περιβάλλον.

Συνήθως όταν κάποιος αναφέρεται σε έρευνα ή χρήση της τεχνολογίας eye tracking στηρίζεται στη χρήση ειδικού υλικού καταγραφής κίνησης οφθαλμών και όχι μιας απλής κάμερας γενικής χρήσης καθώς χαρακτηριστικά όπως ακρίβεια, υψηλή εμβέλεια παρακολούθησης οπτικής γωνίας και διαχωρισμός εστίασης και μετάβασης βλέμματος παίζουν ουσιαστικό ρόλο στις μετρήσεις. Η χρήση βιντεοκάμερας για την παρακολούθηση σημείων εστίασης ενώ υπάρχει σαν δυνατότητα δεν ενδείκνυται για πειραματικά δεδομένα [56]. Για αυτό εμείς επιλέξαμε να προχωρήσουμε με την χρήση εξειδικευμένου υλικού eye tracking συγκεκριμένα του Tobii eye tracker 4c.

Η εταιρεία Tobii παρέχει το δικό της λογισμικό διασύνδεσης με τους eye trackers της, το Tobii Pro SDK. Το λογισμικό αυτό υποστηρίζεται σε πλατφόρμες Windows MacOS και Linux. Από γλώσσες προγραμματισμού η χρήση του περιορίζεται σε Python 3.8, Matlab, Octave, C, Unity 2018.1 και .Net Standard 2.0. Θα ήταν καλή τεχνική προγραμματισμού αν για την υπόλοιπη ανάπτυξη της εφαρμογής θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η ίδια γλώσσα προγραμματισμού για να υπάρχει μια συνοχή στο πεδίο του κώδικα.

Όσον αφορά την επιλογή της βάσης δεδομένων καταλήξαμε μεταξύ της MySQL, της PostgreSQL και της MongoDB που είναι από τις πιο γνωστές βάσεις που παρέχονται με μεγάλη υποστήριξη.

Απαραίτητη προϋπόθεση της γλώσσας προγραμματισμού που θα επιλεγεί είναι να έχει κατάλληλη βιβλιοθήκη για την επεξεργασία και την δημιουργία διαφανειών PowerPoint. Επιπρόσθετα και το web framework που θα επιλεγεί για την δημιουργία της διαδικτυακής εφαρμογής θα πρέπει να βασίζεται στην ίδια γλώσσα προγραμματισμού.

Ακόμα και αν όλες αυτές οι τεχνολογίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία της εφαρμογής πρέπει να κατασταλάξουμε σε ποιες τελικά θα επωφελήσουν περισσότερο το έργο μας και να τις επιλέξουμε.

3.1.2 Σύγκριση και Τελική Επιλογή Τεχνολογιών

Για την διασύνδεση του συγκεκριμένου eye tracker (Tobii eye tracker 4c) είχαμε στην διάθεση μας έτοιμο SDK από προηγούμενη εργασία στη γλώσσα προγραμματισμού Java ωστόσο λόγω της διαφορετικής φύσης της εργασίας και του τύπου των δεδομένων που θα χρειαστούμε να κάνουμε ανάλυση αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε τη γλώσσα προγραμματισμού Python. Ωστόσο πρέπει να τονιστεί πως καταλήξαμε στην σύγκριση της Java με την Python καθώς είναι γλώσσες συμβατές με το λογισμικό του eye tracker και παρέχουν και οι δύο διάφορα web frameworks για να μπορούμε να αναπτύξουμε την διαδικτυακή μας εφαρμογή. Αναφορικά με την Java, τα πιο γνωστά web frameworks είναι το Spring, το JSF και το GWT.

Για την αποθήκευση των δεδομένων χρειαζόμαστε μια σχεσιακή βάση δεδομένων, οπότε η MongoDB βγαίνει εκτός σύγκρισης και μένουν η MySQL και η PostgreSQL. Και οι δύο βάσεις δεδομένων έχουν υποστήριξη στη γλώσσα προγραμματισμού Python. Συγκρίνοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα καθεμίας βάσης δεδομένων αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί η MySQL καθώς οι λειτουργίες που προσφέρει και η απλοϊκότητα της ταίριαζε περισσότερο στις ανάγκες και τις χρήσεις που θα δει από την εφαρμογή. Αναλυτικότερα η πολύ χαμηλή επιβάρυνση με την μηχανή αποθήκευσης MyISAM συνεισφέρει καλύτερα σε εφαρμογές που βασίζονται κυρίως στην ανάγνωση δεδομένων, ενώ ακόμα η MySQL έχει υποστήριξη μηχανισμού αποθήκευσης μνήμης για συχνά χρησιμοποιούμενους πίνακες πράγμα το οποίο σκοπεύουμε να εκμεταλλευτούμε.

Όσον αφορά τη διαδικτυακή εφαρμογή ύστερα από την επιλογή της γλώσσας προγραμματισμού Python έπρεπε να ελέγξουμε τα διαθέσιμα web frameworks που παρέχονται σε αυτή την γλώσσα. Τα δημοφιλέστερα και πιο πολυχρησιμοποιημένα ήταν το

Django web framework και το Flask web framework. Το Django προσφέρει μια τυποποιημένη μέθοδο για αποτελεσματική ανάπτυξη ιστοσελίδων και καθιστά εύκολη την διαδικασία δημιουργίας και συντήρησης διαδικτυακών εφαρμογών. Ο κύριος στόχος αυτού είναι η δημιουργία διαδικτυακών εφαρμογών που βασίζονται σε σύνθετες βάσεις δεδομένων. Σε αντίθεση το Flask είναι ένα νεότερο web framework της Python που βασίζεται στη γρήγορη ανάπτυξη πολύπλοκων διαδικτυακών εφαρμογών. Το Flask παρέχει υποστήριξη για API ενώ το Django όχι. Ένα μειονέκτημα του Flask είναι πως δεν υποστηρίζει δυναμικές σελίδες HTML όπως το Django, ωστόσο το Flask χρησιμοποιεί το πρότυπο σχεδίασης Ninja2 το οποίο παρακάτω θα μας φανεί πολύ χρήσιμο στην ανάπτυξη της εφαρμογής. Μία ακόμα σημαντική διαφορά των δύο frameworks είναι πως στο Flask η αποστολή URL του πλαισίου ιστού Flask είναι RESTful αίτημα ενώ από την άλλη πλευρά, η αποστολή URL του πλαισίου Django βασίζεται σε controller-regex. Μια πιο εκτεταμένη σύγκριση των δύο frameworks μπορεί να βρείτε στο ακόλουθο σύνδεσμο [FlaskvsDjango¹³](https://www.guru99.com/flask-vs-django.html). Τελικά για την περίπτωση της τελικής εφαρμογής καταλήξαμε να χρησιμοποιήσουμε το Flask καθώς μας δίνει υψηλότερη δυνατότητα κλιμάκωσης για εφαρμογές όπως αυτή που αποσκοπούμε να φτιάξουμε και η εισαγωγή της βάσης δεδομένων και η δρομολόγηση URL γίνονται πιο εύκολα σε σχέση με το Django. Παρόλα αυτά η εφαρμογή θα μπορούσε κάλλιστα να σχεδιαστεί και να αναπτυχτεί και στο Django web framework χωρίς κανένα πρόβλημα.

Όσον αφορά το περιβάλλον ανάπτυξης του κώδικα χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Visual Studio Code, αν και όταν πρόκειται για ανάπτυξη κώδικα σε Python οι περισσότεροι χρησιμοποιούν το Pycharm, η επιλογή αυτή βασίστηκε καθαρά στην προτίμηση του προγραμματιστή.

3.1.3 Χρήση Εφαρμογής

3.1.3.1 Παρουσίαση Εφαρμογής

Ο συνολικός χρόνος για την ανάπτυξη της εφαρμογής μαζί με την αντίστοιχη έρευνα διήρκησε περίπου ένα εξάμηνο. Η τελική εφαρμογή πέρα από τις βασικές λειτουργίες που θα χρειαστούν οι χρήστες και ο διαχειριστής συμπεριλαμβάνει και άλλες επιπλέον που την καθιστούν πιο ολοκληρωμένη και ευέλικτη σε θέμα λειτουργικότητας. Παράλληλα ο κώδικας έχει γραφτεί με τέτοιο τρόπο που να διευκολύνει τον προγραμματιστή στο να προσθέσει εύκολα και σχετικά γρήγορα νέες λειτουργίες για να εξελίξει περαιτέρω την εφαρμογή διατηρώντας όμως συμβατότητα με όλες τις προηγούμενες λειτουργίες.

Η εφαρμογή αποτελείται από εννιά σελίδες που κάθε μία εκτελεί μια δικιά της λειτουργία απαραίτητη για την εφαρμογή. Οι σελίδες αυτές είναι οι εξής:

- Η σελίδα σύνδεσης στην οποία ζητείται από τον χρήστη το email του και ο κωδικός πρόσβασης για να συνδεθεί στην εφαρμογή.
- Η σελίδα εγγραφής στην εφαρμογή στην οποία ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει ένα μοναδικό όνομα χρήστη, ένα λειτουργικό e-mail και τον κωδικό πρόσβασης που

¹³ Πηγή : <https://www.guru99.com/flask-vs-django.html>

επιθυμεί. Για τη δημιουργία του λογαριασμού ο χρήστης πρέπει να αποδεχτεί τους όρους χρήσης της εφαρμογής και να επιλέξει το κουμπί “Sign Up”. Ωστόσο εδώ πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχουν ορισμένοι κανόνες που πρέπει να υπακούσει ο εγγεγραφόμενος χρήστης:

1. Το μοναδικό όνομα του χρήστη να μην έχει ανατεθεί ήδη σε άλλο χρήστη και να έχει τουλάχιστον 8 χαρακτήρες.
 2. Το email που θα δηλώσει να είναι υπαρκτό
 3. Ο κωδικός πρόσβασης να περιέχει τουλάχιστον ένα κεφαλαίο χαρακτήρα, ένα τουλάχιστον μικρό χαρακτήρα και τουλάχιστον ένα νούμερο.
- Η αρχική σελίδα της εφαρμογής όπου καλωσορίζεται ο χρήστης και παρουσιάζονται οδηγίες χρήσης της εφαρμογής για τον εκάστοτε χρηστή ή διαχειριστή.
 - Η σελίδα “PowerPoint files” όπου περιέχει όλες τις διαθέσιμες παρουσιάσεις PowerPoint που έχει δημοσιεύσει ο διαχειριστής
 - Η σελίδα “Synopsis Files” που περιέχει τις διαθέσιμες συνόψεις του τρέχοντος χρήστη ανά παρουσίαση PowerPoint
 - Η σελίδα “Upload Power Point” η οποία είναι διαθέσιμη μόνο για τον διαχειριστή της εφαρμογής. Μέσα από αυτή την σελίδα ο διαχειριστής δημοσιοποιεί παρουσιάσεις τύπου PowerPoint στην εφαρμογή
 - Η σελίδα “Settings” όπου περιέχει το ποσοστό της πληροφορίας που θέλει ο χρήστης να διατηρήσει και να δημιουργήσει την σύνοψη.
 - Η σελίδα “About” που περιέχει γενικές πληροφορίες για την εφαρμογή, όπως για ποιο λόγο δημιουργήθηκε, ποιες τεχνολογίες χρησιμοποιεί και από ποιόν δημιουργήθηκε.

Καθ’ όλη την διάρκεια ανάπτυξης της εφαρμογής δόθηκε μεγάλη εστίαση στον όρο της ασφάλειας. Για αυτό τον λόγο υλοποιήθηκε κατάλληλα ο κώδικας ώστε να προστατεύεται από επιθέσεις τύπου SQL Injections, HTML Injections και URL Reflection XSS [53]. Επιπλέον χρησιμοποιήσαμε sessions και cookies για να ελέγχεται η σύνδεση του κάθε χρήστη. Ακόμα δόθηκε μεγάλη προσοχή στον τρόπο παροχής κατάλληλης εξουσιοδότησης για τον διαχειριστή και για τους χρήστες. Αν λήξει το session του χρήστη τότε θα ανακατευθυνθεί στην σελίδα σύνδεσης στην εφαρμογή, ενώ ακόμα αυτό συμβαίνει και στην περίπτωση που κάποιος γράψει κάποιο link της σελίδας που πιθανώς έχει κρατήσει και δεν είχε κάνει σύνδεση ποτέ.

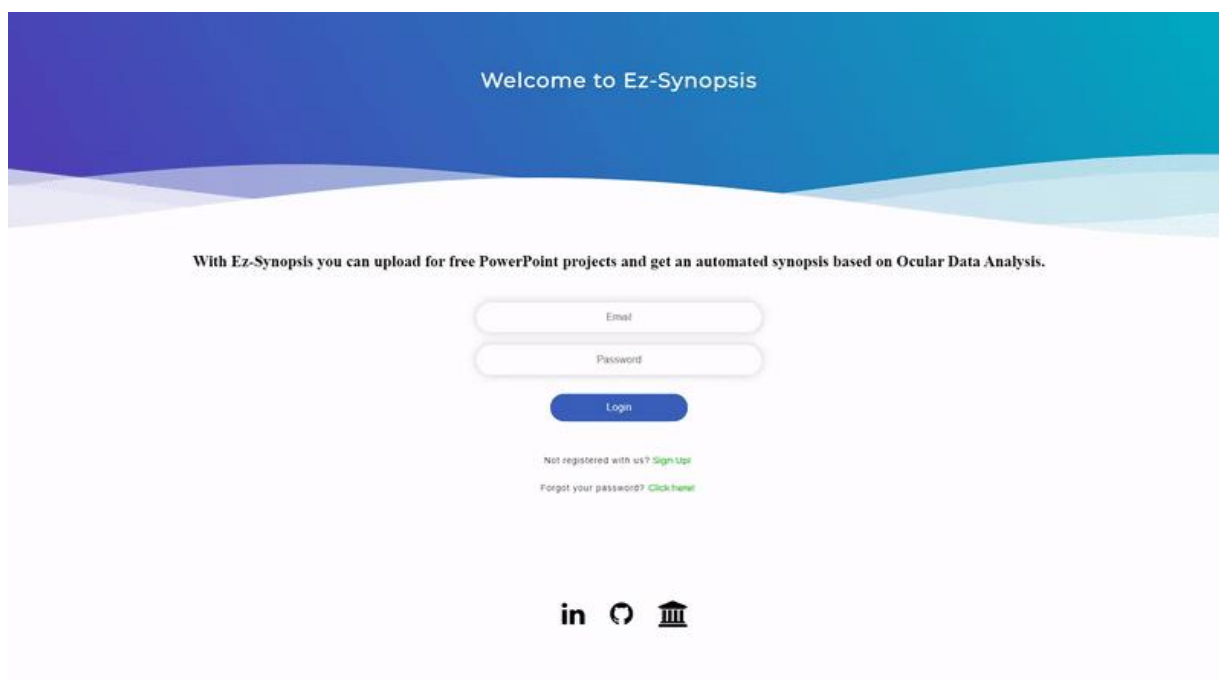
Όσον αφορά την διεπαφή του χρήστη μπορεί να θεωρηθεί πως χωρίζεται σε δύο σημεία. Ένα από αυτά είναι η μπάρα περιήγησης που βρίσκεται στα αριστερά της οθόνης, καταλαμβάνοντας δυναμικά το 15% της οθόνης, και η κεντρική οθόνη που περιέχει τα κύρια λειτουργικά στοιχεία και καλύπτει το υπόλοιπο κομμάτι της οθόνης.

Η εφαρμογή εξαιτίας της φύσης της πέρα από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές είναι διαθέσιμη και από φορητές συσκευές, όπως έξυπνα κινητά (smartphones) και ταμπλέτες (tablets). Για αυτό τον λόγο έχει διαμορφωθεί δυνατότητα κλιμάκωσης για να εμφανίζεται κατάλληλα η εφαρμογή και σε αυτές τις συσκευές. Όμως επειδή είναι απαραίτητη η χρήση του eye tracker για τη δημιουργία της σύνοψης οι χρήστες δεν θα μπορούν να την

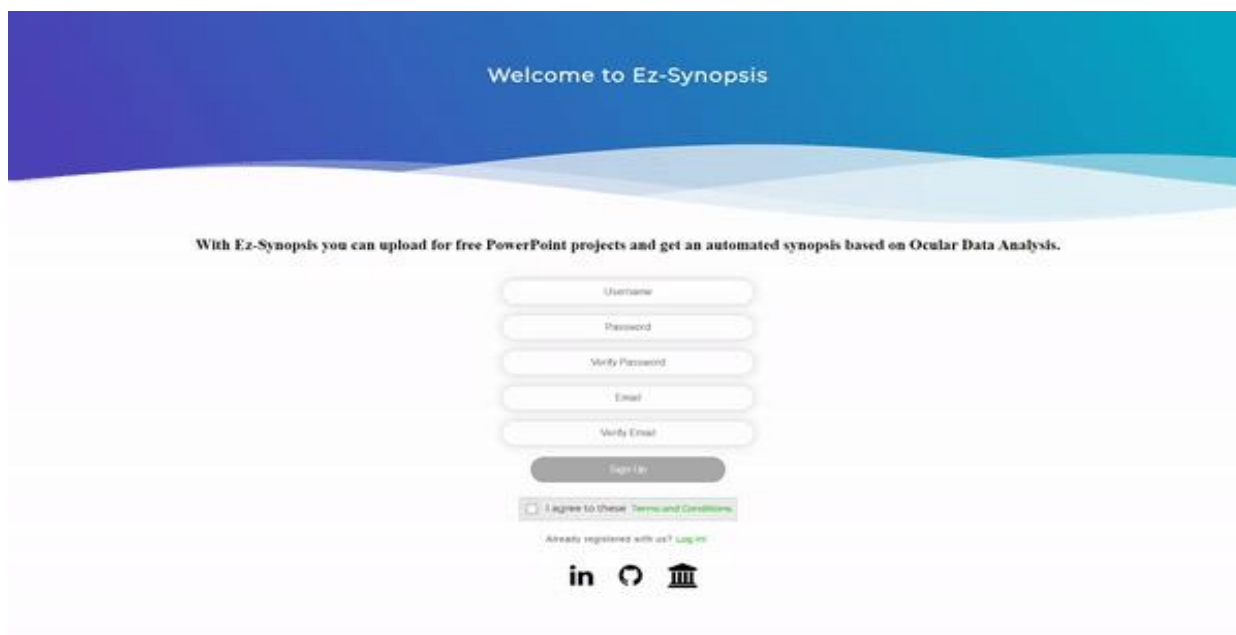
δημιουργήσουν, παρά μόνο να μελετήσουν τις παρουσιάσεις του διαχειριστή και να κατεβάσουν τις ήδη υπάρχουσες συνόψεις τους στην συσκευή τους.

Επιπρόσθετα η εφαρμογή έχει δυναμικό χαρακτήρα καθώς διαμορφώνει την ανάλυση των διαφάνειών του PowerPoint με βάση την ανάλυση της οθόνης του κάθε χρήστη αλλά προσοχή η σύνοψη δημιουργείται χρησιμοποιώντας την αρχική ανάλυση των διαφανειών του PowerPoint που είναι 1280x720 pixels και κάνει κλιμάκωση στην ανάλυση της οθόνης όταν ανοιχτεί με το PowerPoint.

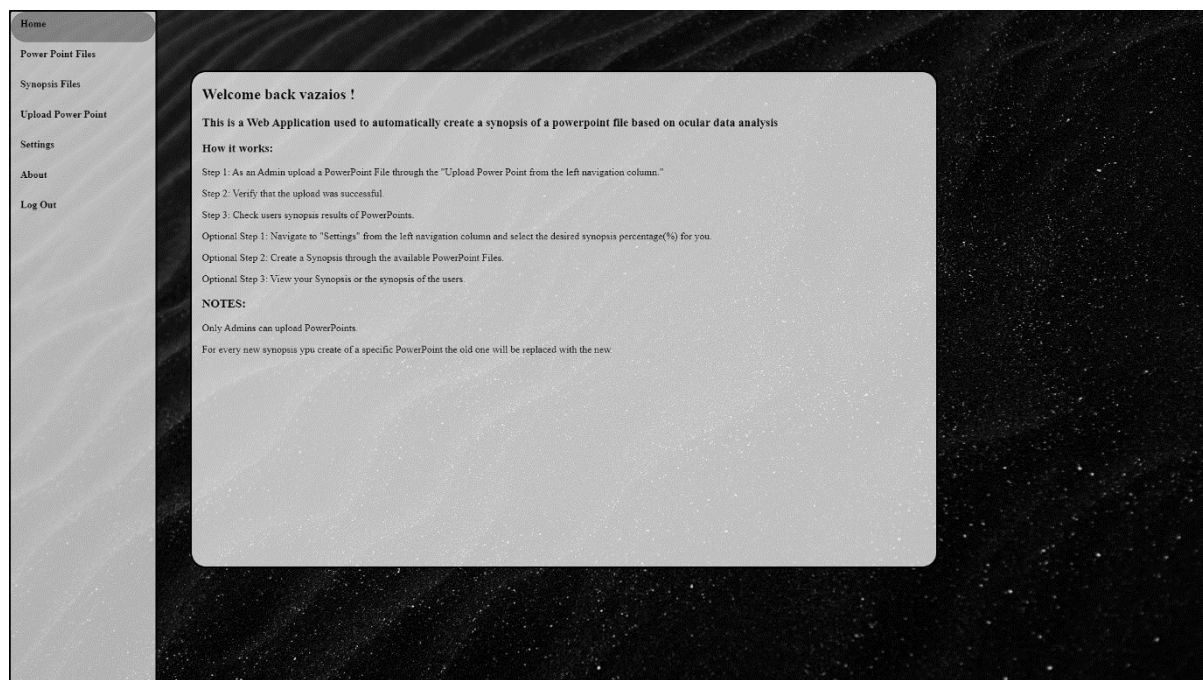
Στα πλαίσια της διπλωματικής η διαδικτυακή εφαρμογή, εκτελούνταν στον ίδιο υπολογιστή που διεξάχθηκαν και τα πειράματα, δηλαδή σε τοπικό διακομιστή οπότε ο υπολογιστής είχε λειτουργία και διακομιστή και πελάτη – χρήστη. Στον ίδιο υπολογιστή είχε συνδεθεί και ο Tobii eye tracker 4c για την καταγραφή των οφθαλμικών δεδομένων. Εδώ πρέπει να τονιστεί πως η εταιρεία Tobii δουλεύει προς τη δημιουργία ενός websocket και API για τη μεταφορά δεδομένων του eye tracker από τον υπολογιστή πελάτη προς ένα κατάλληλο διακομιστή πράγμα που δεν υποστηρίζεται ακόμα και για αυτό τρέχαμε τοπικά τον διακομιστή με τον χρήστη. Παρακάτω ακολουθούν ενδεικτικά μερικές εικόνες (Εικόνα 13, Εικόνα 14, Εικόνα 15, Εικόνα 16, Εικόνα 17, Εικόνα 18, Εικόνα 19) από την διεπαφή της εφαρμογής από εμφάνιση σταθερού υπολογιστή και κινητού.



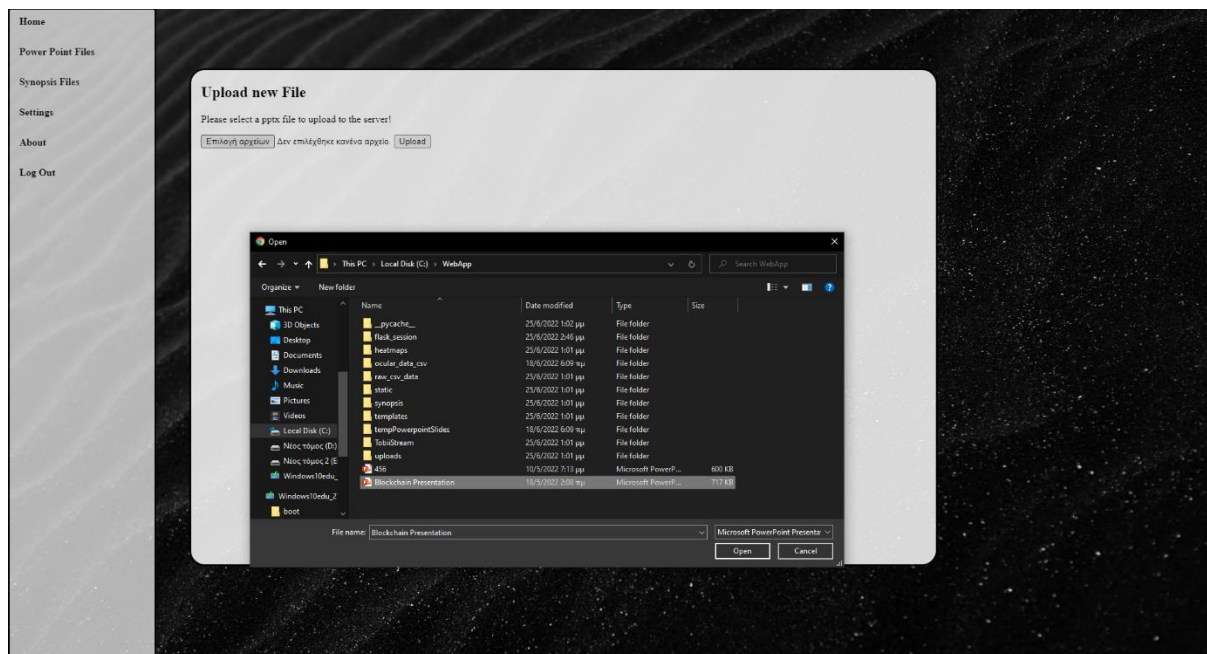
Εικόνα 13: Ez-Synopsis σελίδα login της εφαρμογής



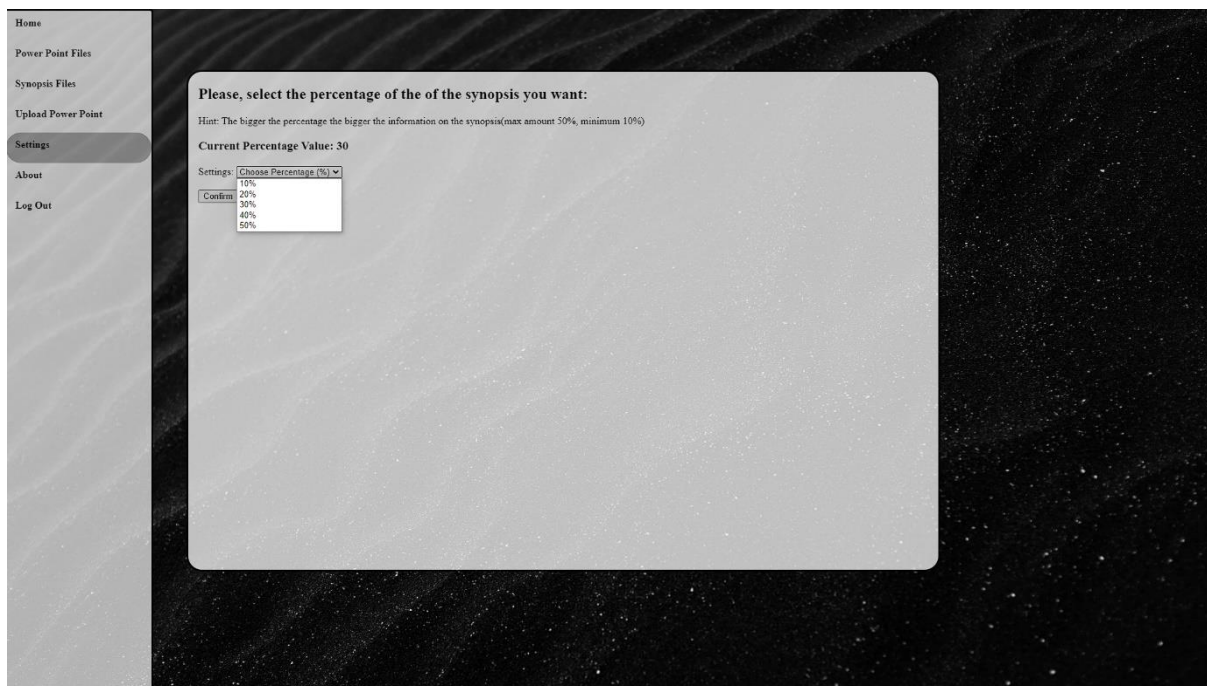
Εικόνα 14: Ez-Synopsis σελίδα εγγραφής χρήστη και διαδικασία εγγραφής.



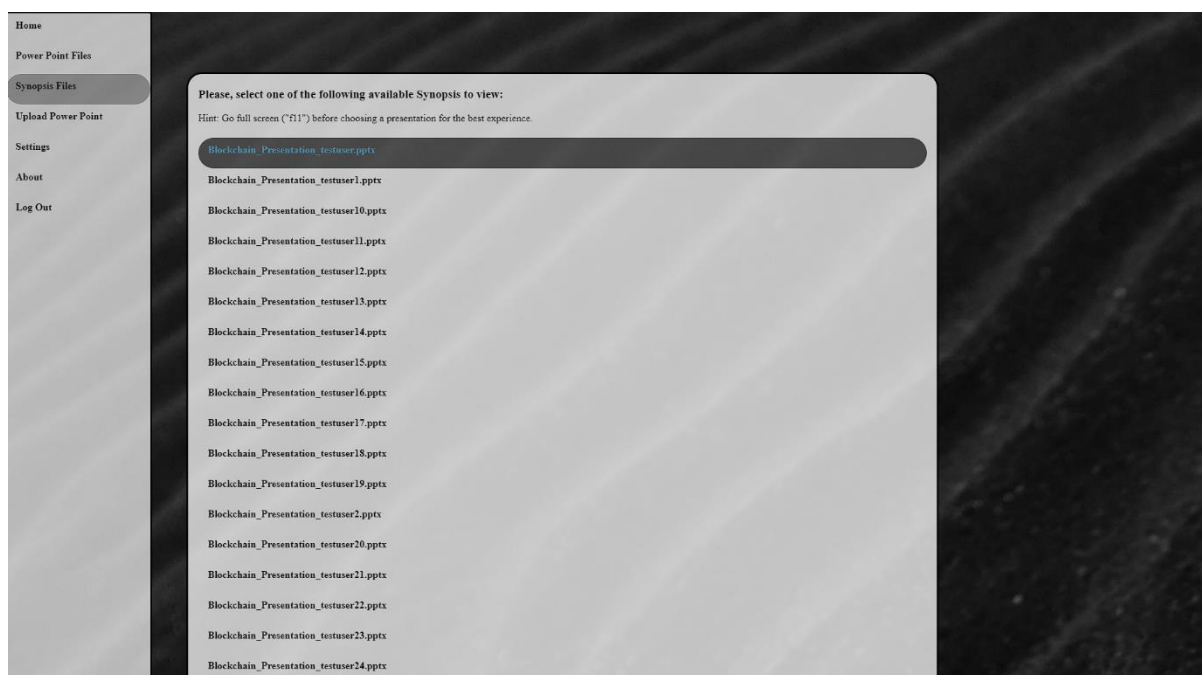
Εικόνα 15: Αρχική σελίδα εφαρμογής διαχειριστή μετά από σύνδεση στην εφαρμογή.



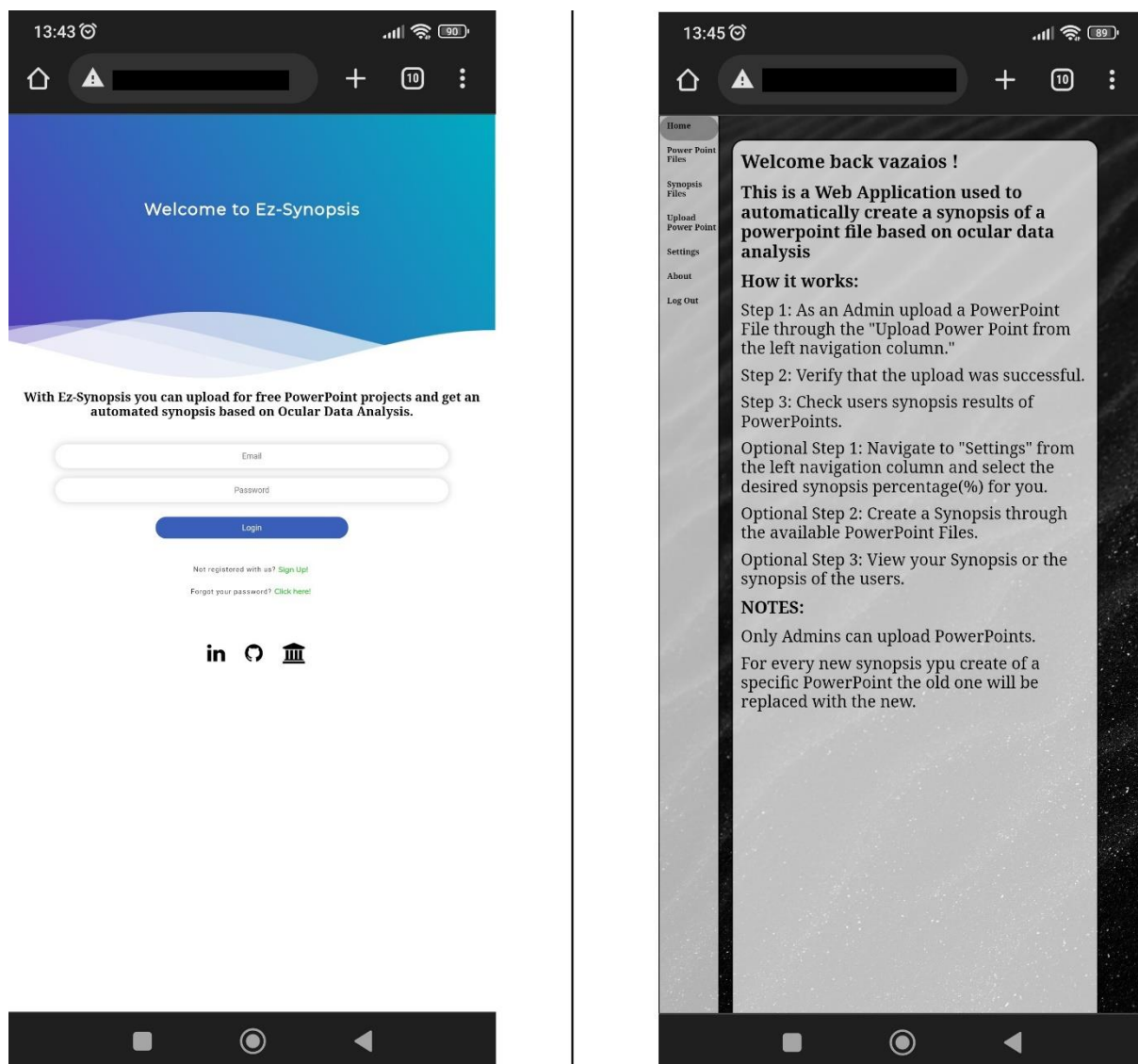
Εικόνα 16: Καρτέλα "Upload Files" για δημοσίευση παρουσιάσεων PowerPoint στην εφαρμογή.



Εικόνα 17: Σελίδα "Settings" με dropdown μενού για επιλογή ποσοστού σύνοψης.



Εικόνα 18: Σελίδα "Synopsis Files" διαχειριστή που βλέπει όλες τις συνόψεις που έχουν δημιουργηθεί.



Εικόνα 19: Εμφάνιση σελίδας σύνδεσης και αρχικής σελίδας σε κινητό

3.1.3.2 Λειτουργίες Διαχειριστή

Ο διαχειριστής της εφαρμογής έχει ξεχωριστού είδους πρόσβαση στην εφαρμογή από τον απλό χρήστη. Ο διαχειριστής μετά την σύνδεσή του στην εφαρμογή ανακατευθύνεται στην αρχική σελίδα της εφαρμογής όπου παρουσιάζονται αναλυτικά οδηγίες για την χρήση της εφαρμογής και τις λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει. Ο διαχειριστής μπορεί να ακολουθήσει την ροή του χρήστη έτσι ώστε να παράγει την δικιά του σύνοψη μιας παρουσίασης PowerPoint, αλλά τονίζεται πως μόνο αυτός μπορεί να δημοσιεύσει παρουσιάσεις τύπου PowerPoint στην εφαρμογή. Η μεταφόρτωση των παρουσιάσεων στην εφαρμογή γίνεται μέσα από την καρτέλα "Upload Files" και δίνεται η δυνατότητα να ανεβάσει ταυτόχρονα μία ή περισσότερες παρουσιάσεις. Στην περίπτωση που προσπαθήσει να ανεβάσει κάποιο μη υποστηριζόμενο αρχείο θα εμφανιστεί κατάλληλο μήνυμα που θα τον

ενημερώνει για την αποτυχία της δημοσίευσης του αρχείου. Επιπροσθέτως μια άλλη δυνατότητα που έχει ο διαχειριστής στην διάθεση του είναι πως στο Synopsis Files μπορεί να δει και να κατεβάσει στον τοπικό του υπολογιστή τις συνόψεις που έχουν δημιουργηθεί από κάθε χρήστη συμπεριλαμβανομένου και του εαυτού του πράγμα το οποίο δεν ισχύει για τους χρήστες που ο καθένας βλέπει μόνο τις δικές του συνόψεις.

Πέρα από τα κομμάτια της διαδικτυακής εφαρμογής ο διαχειριστής έχει πρόσβαση στην βάση δεδομένων και στα αρχεία του web server και μπορεί να τα επεξεργαστεί όπως επιθυμεί. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι ο μοναδικός κωδικός αναγνώρισης του κάθε χρήστη (userID) και ο κωδικός πρόσβασης του (password) αποθηκεύονται κρυπτογραφημένα στην βάση δεδομένων επειδή θεωρούνται προσωπικά δεδομένα και ακόμα και ο ίδιος ο διαχειριστής δεν θα έπρεπε να έχει πρόσβαση σε αυτά. Τέλος, μια ακόμη δυνατότητά της που έχει δοθεί στον διαχειριστή είναι η δημιουργία χάρτη θερμότητας (heatmap) ανά χρήστη για κάποια διαθέσιμη παρουσίαση PowerPoint, ωστόσο αυτή η δυνατότητα δίνεται εκτός της διαδικτυακής εφαρμογής.

3.1.3.3 Λειτουργίες Χρήστη

Οι λειτουργίες του χρήστη είναι πιο περιορισμένες και λιγότερες από αυτές του διαχειριστή. Ένας νέος χρήστης της εφαρμογής πριν μπορέσει να συνδεθεί στην εφαρμογή πρέπει να δημιουργήσει τον λογαριασμό του στο σύστημα. Για τη δημιουργία του λογαριασμού χρειάζεται ένα όνομα χρήστη, ένα e-mail και ένας κωδικός πρόσβασης. Το όνομα χρήστη είναι μοναδικό που σημαίνει πως δεν επιτρέπεται να υπάρχει κάποιο όνομα δύο φορές. Στην περίπτωση που ο χρήστης επιλέξει ένα όνομα το οποίο υπάρχει ήδη στο σύστημα, η εφαρμογή ειδοποιεί τον χρήστη κατάλληλα και του ζητάει να επιλέξει διαφορετικό όνομα. Ο χρήστης επίσης ενημερώνεται για την επιτυχή δημιουργία του λογαριασμού του. Μετά την είσοδο του στο σύστημα εμφανίζεται στον χρήστη η αρχική του σελίδα που τον καλωσορίζει και του παρουσιάζει με ποιο τρόπο μπορεί να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή. Αν μεταβεί ο χρήστης στην πλευρική μπάρα περιήγησης συγκεκριμένα στην καρτέλα PowerPoint Files μπορεί να δει όλες τις διαθέσιμες παρουσιάσεις που έχει δημοσιεύσει ο διαχειριστής. Από αυτό το σημείο ο χρήστης επιλέγει μία παρουσίαση και μελετά της διαφάνειες μία προς μία. Μόλις ολοκληρώσει την παρουσίαση ο χρήστης ανακατευθύνεται σε μία σελίδα όπου τον ενημερώνει πως έχει ξεκινήσει η διαδικασία δημιουργίας της σύνοψης του και πως θα ανακατευθυνθεί στην καρτέλα “Synopsis Files” μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία από όπου θα του δίνεται η δυνατότητα να την κατεβάσει στο τοπικό του υπολογιστή και να την χειριστεί όπως θέλει.

3.1.3.4 Δημιουργία αρχείων PowerPoint

Η βιβλιοθήκη python-rptx ήταν η βάση για την ανάλυση της πληροφορίας των παρουσιάσεων PowerPoint όπως και για την δημιουργία της σύνοψης τους. Ωστόσο, λόγω της έκτασης των δυνατοτήτων του, θα έπρεπε να υποστηριχθεί υπέρογκο πλήθος χαρακτηριστικών δυνατοτήτων και πληροφοριών που προσφέρει το PowerPoint. Αυτό σε συνδυασμό με πολλούς ειδικευμένους και μη τρόπους δημιουργίας μιας παρουσίασης, ειδικά

για τα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, σημαίνει πως πρέπει να οριστούν όρια στο τρόπο που μπορεί ο διαχειριστής να φτιάξει μία παρουσίαση. Το PowerPoint είναι σε ανάπτυξη περίπου 38 χρόνια οπότε καθίσταται σαφές πως η δημιουργία μιας εφαρμογής που θα αντικατοπτρίζει το πλήθος όλων των συσσωρευμένων δυνατοτήτων που προσφέρει ξεπερνά τα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας. Ταυτόχρονα ορισμένοι περιορισμοί στη βιβλιοθήκη `python-pptx` δεν βοήθησαν αυτή την κατάσταση. Παρόλα αυτά αφιερώθηκε πάρα πολύ χρόνος και προσπάθεια κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της εφαρμογής ώστε να δοθεί στον διαχειριστή η δυνατότητα να λειτουργεί όσο πιο ελεύθερα και αβίαστα κατά την διάρκεια δημιουργίας των παρουσιάσεων του. Παρακάτω παρουσιάζονται οι κανόνες και οι περιορισμοί που ισχύουν μέχρι τώρα για την ορθή λειτουργία της δημοσίευσης της εφαρμογής:

- Η εφαρμογή αναγνωρίζει Placeholders εικόνας και κειμένου, εικόνες και textboxes σε ομαδοποίηση πρώτης τάξης και ακόμα υποστηρίζει ξεχωριστά εικόνες και textboxes.
- Σε κάθε textbox πρέπει να χρησιμοποιείται το ίδιο μέγεθος κειμένου και η ίδια γραμματοσειρά (font). Η εφαρμογή έχει αναπτυχθεί έχοντας υπόψιν την υποστήριξη όλων των γραμματοσειρών που είναι διαθέσιμες στην τελευταία έκδοση του PowerPoint.
- Για την πιο ακριβή προσδιορισμό της θέσεων των στοιχείων του PowerPoint αλλά και για σωστές μετρικές είναι υψίστης σημασίας τα περιθώρια των textbox's να μην ξεπερνάνε το μήκος και ύψος του κειμένου που περιέχουν κατά μεγάλο ποσοστό. Τα περιθώρια πρέπει να είναι όσο πιο κοντά στο κείμενο γίνεται.
- Στην τελική σύνοψη λόγω έλλειψης αυτής της δυνατότητας από την βιβλιοθήκη `python-pptx` δεν μπορούν να τοποθετηθούν bullets ή document bullets, ενώ το κείμενο στο οποίο έχουν προσκολληθεί θα εμφανιστεί κανονικά. Αυτό δεν δημιουργεί κάποιο λειτουργικό πρόβλημα πέρα από το ότι αλλάζει την αρχική εμφάνιση του κειμένου στη σύνοψη.

3.1.3.5 Απαιτήσεις Λογισμικού

Εξαιτίας της πολυπλοκότητας της εφαρμογής και του πλήθους των τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξή της, ήταν αναγκαία η χρήση πολλών διαφορετικών βιβλιοθηκών της Python που θα χρειαστεί να εγκαταστήσει κανείς για να τρέξει τον διακομιστή σε ένα υπολογιστή. Όλα αυτά τα πακέτα περιλαμβάνονται στο “requirements.txt” και μπορεί να τα εγκαταστήσει αυτόματα χρησιμοποιώντας αυτό το αρχείο δίνοντας την κατάλληλη εντολή σε κάποιο packet manager της Python όπως το `pip`. Για το `pip` η εντολή που πρέπει να εκτελεστεί από θέση του αρχείου “requirements.txt” είναι:

"pip install -r requirements.txt". Επιπλέον ο διακομιστής πρέπει να έχει έκδοση της Python $\geq 3.9.0$ και να τρέχει λειτουργικό Microsoft Windows 10. Πιο συγκεκριμένα τα πακέτα που χρειάζεται η εφαρμογή για να τρέξει σε ένα διακομιστή είναι:

- `python-pptx`

- pandas
- numpy
- pyzmq
- matplotlib
- seaborn
- flask
- flask_mysqldb
- flask_mail
- flask_session
- aspose.slides
- bs4
- psutil
- mysql-connector-python
- pymysql

3.2 Python

3.2.1 Ιστορική Αναδρομή

Η Python είναι μια υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού γενικής χρήσης. Η φιλοσοφία της δίνει έμφαση στην αναγνωσιμότητα του κώδικα με τη χρήση σύνταξης κώδικα τύπου μπλοκ [54]. Υποστηρίζει πολλαπλά παραδείγματα προγραμματισμού, όπως δομημένος, αντικειμενοστρεφής και λειτουργικός προγραμματισμός. Περιλαμβάνει μια μεγάλη και περιεκτική βιβλιοθήκη από κώδικες και διάφορα πακέτα.

Η ανάπτυξη της Python ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 από τον Guido van Rossum για να διαδεχτεί τη γλώσσα προγραμματισμού ABC. Η πρώτη σταθερή έκδοση της κυκλοφόρησε για το 1991 ως Python 0.9.0 [55]. Η έκδοση Python 2.0 κυκλοφόρησε το 2000 και εισήγαγε νέα χαρακτηριστικά, όπως κατανοήσιμες λιστών, συλλογή απορριμμάτων με ανίχνευση κύκλων, καταμέτρηση αναφορών και υποστήριξη Unicode. Η έκδοση Python 3.0, που κυκλοφόρησε το 2008, ήταν μια σημαντική αναθεώρηση, όμως δεν ήταν εντελώς συμβατή με τις προηγούμενες εκδόσεις. Η Python 2 διακόπηκε με την έκδοση 2.7.18 το 2020 [55]. Η τρέχουσα έκδοση της python είναι η 3.10.5 και υποστηρίζεται για λειτουργικά συστήματα Linux και εκδόσεις Windows 8.1, 10 και 11.

Η Python χρησιμοποιείται συνήθως για τον προγραμματισμό από την πλευρά του διακομιστή για πολύπλοκες εφαρμογές web ή ως μια γλώσσα μεσαίου επιπέδου που παρέχει υπηρεσίες web ή ως ένα επίπεδο επικοινωνίας με μεγαλύτερα συστήματα ηλεκτρονικού εμπορίου. Έχει επίσης εφαρμογές και στους τομείς ανάλυσης δεδομένων και μηχανικής μάθησης. Εκτός αυτού, είναι επίσης μια εξαιρετική γλώσσα για αρχάριους. Η σαφής σύνταξη την καθιστά πολύ εύκολη εκμάθηση, και οι ισχυρές βιβλιοθήκες της καθιστούν δυνατούς όλους τους τύπους προγραμματισμού. Υπάρχουν βιβλιοθήκες για τα πάντα, από παιχνίδια και

γραφικά έως σύνθετα μαθηματικά στο δίκτυο και μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης (Α.Ι.). Για τους προγραμματιστές σε γλώσσα Python προτείνεται η χρήση του συντακτικού μοντέλου [PEP8¹⁴](https://peps.python.org/pep-0008/).

3.2.2 Λόγος Επιλογής

Ένας καθοριστικός λόγος επιλογής της Python ως βάση για την εφαρμογή μας ήταν η ύπαρξη της βιβλιοθήκης `python-pptx` στην οποία βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό η ανάλυση των διαφανειών της παρουσίασης PowerPoint και η δημιουργία νέων διαφανειών για την τελική σύνοψη. Η Java έχει ένα παρόμοιο εργαλείο επεξεργασίας και δημιουργίας παρουσιάσεων PowerPoint αλλά είναι μια αρκετά παλιά βιβλιοθήκη και παρουσιάζει ορισμένες ελλείψεις σε κάποιες λειτουργίες. Ένας επιπλέον λόγος επιλογής της Python είναι εξαιτίας της μορφής των δεδομένων που συλλέγουμε από τον eye tracker, εδώ η χρήση της δομής `dataframes` που υποστηρίζει η Python είναι κρίσιμης σημασίας για την καλή απόδοση της εφαρμογής και την οργάνωση της πληροφορίας. Ωστόσο σίγουρα η γνώση και εξοικείωση της συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού έπαιξε σημαντικό ρόλο για την επιλογή της. Τέλος, στην απόφαση αυτή έπαιξε ρόλο και η δυνατότητα επεκτασιμότητας της εφαρμογής καθώς μελλοντικά θα μπορούσε να προστεθούν μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης για αναγνώριση κειμένου και υπολογισμό της βαρύτητάς του, δηλαδή πόσο σημαντικό είναι το περιεχόμενό του. Αυτό θα μπορούσε να βελτιστοποιήσει τα αποτελέσματα της σύνοψης ίσως βγάζοντας και περιλήψεις κειμένου.

3.2.3 Χρήση

Η Python έχει αποτελέσει τον πυρήνα της τελικής εφαρμογής, από την διασύνδεση με τον eye tracker, την αποθήκευση των δεδομένων eye tracking μέχρι και την ανάλυση τους. Το μόνο που δεν αποτελεί κομμάτι της Python είναι οι κώδικες HTML, CSS και JavaScript που αφορούν τις ιστοσελίδες, αν και σε αυτές έχει χρησιμοποιηθεί έμμεσα Python μέσω της χρήσης του Jinja2 και της βιβλιοθήκης bs4. Επιπροσθέτως ο ίδιος ο διακομιστής έχει στηριχτεί στο Flask web framework της Python, με το οποίο διευθυνσιοδοτούνται οι ιστοσελίδες της εφαρμογής και ορίζονται μέτρα για την ασφάλεια της εφαρμογής. Τέλος όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο η επεξεργασία και η δημιουργία των παρουσιάσεων PowerPoint γίνεται μέσω της χρήσης της βιβλιοθήκης της Python `python-pptx`.

Περαιτέρω εμβάθυνση στη χρήση της Python γίνεται στο κεφάλαιο 4, εκεί αναλύεται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια η λειτουργικότητα του κώδικα επεξηγώντας καθεμία από τις συναρτήσεις του κώδικα.

¹⁴ Πηγή: <https://peps.python.org/pep-0008/>

3.3 *Mysql* Και *Xampp*

3.3.1 Ιστορική Αναδρομή

Η MySQL είναι ένα ανοιχτού κώδικα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων βασισμένο στις γλώσσες προγραμματισμού C και C++ και κατατάσσεται στο είδος των σχεσιακών βάσεων δεδομένων [57]. Αυτό σημαίνει ότι οργανώνει δεδομένα σε έναν ή περισσότερους πίνακες δεδομένων στους οποίους τα δεδομένα μπορούν να σχετίζονται μεταξύ τους. Οι σχέσεις αυτές βοηθούν στη δομή των δεδομένων της βάσης ακόμα οι δομές οργανώνονται σε φυσικά αρχεία για να βελτιστοποιείται η ταχύτητα του συστήματος. Η MySQL ανήκε και χρηματοδοτήθηκε από τη σουηδική εταιρεία MySQL AB, η οποία αργότερα το 2010 αγοράστηκε από την Sun Microsystems, γνωστή σήμερα ως Oracle Corporation. Όταν η Oracle απέκτησε την Sun, ο συνιδρυτής της MySQL AB Widenius χρησιμοποίησε τον ανοιχτό κώδικα της MySQL για να δημιουργήσει τη βάση δεδομένων MariaDB λόγω διαφορών με την Oracle [58]. Η MySQL προσφέρεται σε δύο διαφορετικές εκδόσεις: την MySQL Community Server ανοιχτού κώδικα και την έκδοση Enterprise Server αποκλειστικής ιδιοκτησίας [59]. Ο MySQL Enterprise Server διαφοροποιείται από μια σειρά επεκτάσεων αποκλειστικής εκμετάλλευσης που εγκαθίστανται ως πρόσθετα διακομιστή, αλλά η βάση του κώδικα είναι ίδια και μοιράζονται το σύστημα αρίθμησης.

Το XAMPP από την άλλη είναι ένα δωρεάν και ανοιχτού κώδικα cross-platform πλήρες πακέτο διακομιστή web που αναπτύχθηκε από Apache Friends [60]. Το XAMPP αποτελείται κυρίως από το Apache HTTP Server, τη MariaDB ως βάση δεδομένων, και διερμηνείς για δέσμες ενεργειών που γράφονται στις γλώσσες προγραμματισμού PHP και Perl [61]. Το XAMPP ενημερώνεται τακτικά με τις τελευταίες εκδόσεις των Apache, MariaDB, PHP και Perl. Ενώ επίσης παρέχεται με μια σειρά από άλλες τεχνολογίες, όπως το OpenSSL, phpMyAdmin, MediaWiki, Joomla, WordPress και πολλά άλλα. Επίσημα, οι σχεδιαστές του XAMPP σκόπευαν να το χρησιμοποιήσουν μόνο ως εργαλείο ανάπτυξης, ώστε να επιτρέψουν στους σχεδιαστές ιστοσελίδων και τους προγραμματιστές να δοκιμάσουν τον κώδικα που έχουν αναπτύξει στους δικούς τους υπολογιστές χωρίς καμία πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Για αυτό το λόγο ορισμένα χαρακτηριστικά ασφάλειας απουσιάζουν από την εφαρμογή για να κάνουν την διαδικασία ανάπτυξης όσο πιο εύκολη γίνεται.

Παρόλα αυτά η μετάβαση από έναν τοπικό διακομιστή δοκιμών σε έναν ενεργό διακομιστή στο διαδίκτυο είναι δυνατή, αλλά δεν προτείνεται χωρίς να ενεργοποιηθούν πρώτα τα χαρακτηριστικά ασφάλειας που απουσίαζαν από την φάση της ανάπτυξης [61].

3.3.2 Χρήση

Για την ανάπτυξη της διαδικτυακής εφαρμογής χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό XAMPP, το οποίο μας δίνει την δυνατότητα να αρχικοποιήσουμε εύκολα και γρήγορα ένα Apache web server και τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων MySQL πιο συγκεκριμένα τη MariaDB.

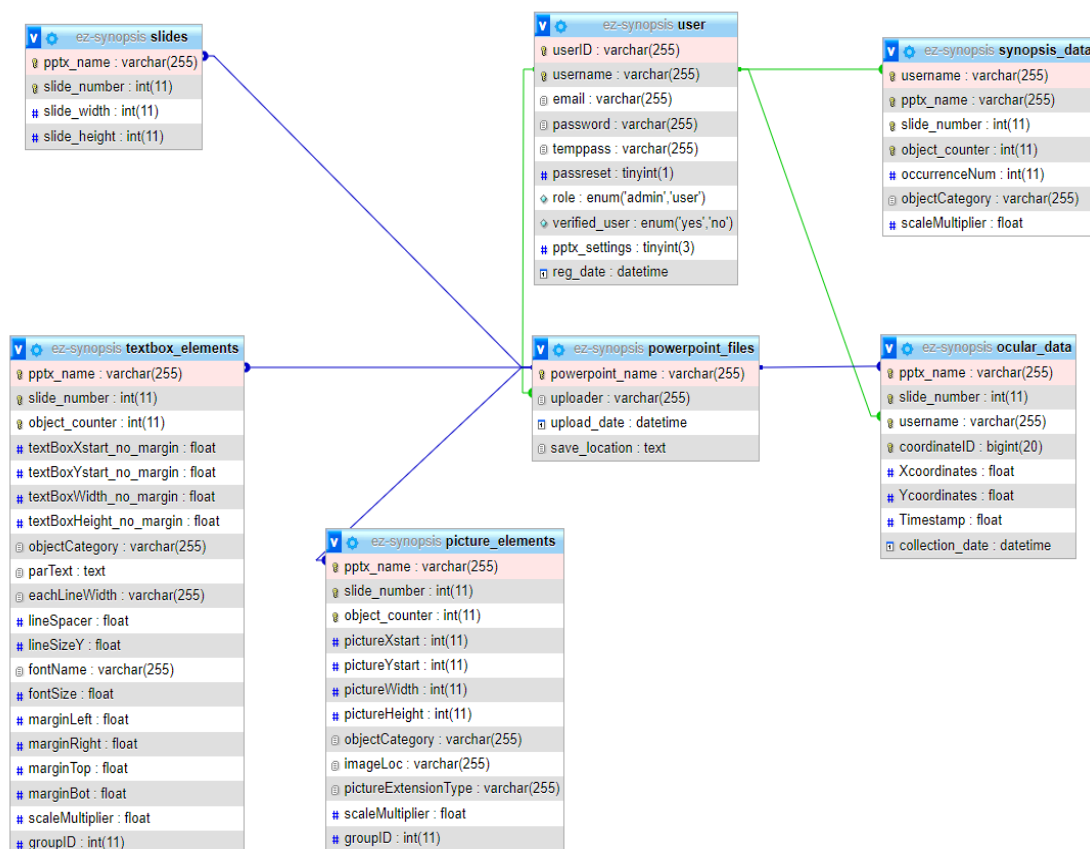
Ο Apache web server θα συνδυαστεί με το Flask framework της Python. Πιο συγκεκριμένα, ο Apache θα χρησιμοποιήσει την διασύνδεση πύλης διακομιστή ιστού (Web Server Gateway Interface ή WSGI) για να πάρει πρόσβαση στην εφαρμογή του Flask framework. Το WSGI είναι μια προδιαγραφή που περιγράφει πώς ένας διακομιστής web επικοινωνεί με τις εφαρμογές web και πώς οι εφαρμογές web μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους για να επεξεργαστούν ένα αίτημα.

Λόγω του αρχικού σχεδιασμού της εφαρμογής, των προβλεπόμενων χρήσεων της και του τύπου δεδομένων που θέλουμε να αποθηκεύσουμε και να επεξεργαστούμε, στοιχεία τα οποία προέκυψαν στο στάδιο της ανάλυσης απαιτήσεων, καταλήξαμε πως η χρήση της βάσης δεδομένων MariaDB καλύπτει τις ανάγκες μας. Έτσι στην συνέχεια αναπτύχθηκε κώδικας MySQL για τη δημιουργία των αντίστοιχων πινάκων και συσχετίσεων δεδομένων στη βάση δεδομένων που θα χρειαστούμε. Συνολικά χρειαστήκαμε επτά πίνακες όπου κάθε ένας αντιπροσωπεύει διαφορετικού είδους πληροφορίες που χρειαζόμαστε για την ορθή λειτουργία της εφαρμογής. Παρακάτω αναλύονται περιληπτικά οι πίνακες που αποτελούν την βάση δεδομένων, ενώ παρουσιάζεται και το αντίστοιχο σχεσιακό διάγραμμα βάσης δεδομένων UML.

- **user:** Σε αυτόν τον πίνακα αποθηκεύονται τα στοιχεία που αφορούν τον λογαριασμό του χρήστη όπως όνομα χρήστη, κρυπτογραφημένος κωδικός πρόσβασης e-mail και άλλα. Οι στήλες `passreset`, `temppass` και `verified_user` στην παρούσα έκδοση της εφαρμογής δεν έχουν κάποια πρακτική λειτουργία προς το παρόν. Κανονικά το `passreset` θα θέτονταν με κατάλληλο κώδικα σε “1” από “0” στην περίπτωση που ο χρήστης θα ήθελε να αλλάξει κωδικό πρόσβασης και θα θέτονταν ένας προσωρινός κωδικός στο `temppass` που θα αποστέλλονταν στο e-mail του χρήστη. Το `verified_user`, που δέχεται τιμές “yes” ή “no”, θα χρησιμοποιούνταν για την επιβεβαίωση ύπαρξης του χρήστη για επιπλέον προστασία από επιθέσεις στην εφαρμογή. Το `verified_user` για να αλλάξει τιμή θα χρησιμοποιούσε token με χρόνο λήξης στο email του χρήστη μετά την εγγραφή στη εφαρμογή χρησιμοποιώντας το πακέτο Flask mail.
- **powerpoint_files:** Αυτός ο πίνακας αποθηκεύει τα στοιχεία που αφορούν τις παρουσιάσεις τύπου PowerPoint που δημοσιεύει ο διαχειριστής όπως την τοποθεσία αποθήκευσης στον διακομιστή, το όνομα του αρχείου της παρουσίασης και το όνομα του διαχειριστή που ανέβασε το αρχείο.
- **slides:** Εδώ αποθηκεύονται πληροφορίες που αφορούν την κάθε μία διαφάνεια από μία παρουσίαση που ανέβασε ο διαχειριστής όπως το νούμερο της διαφάνειας και η ανάλυσή της. Η ανάλυση της διαφάνειας είναι σημαντική πληροφορία για να υπολογίζεται η κλιμάκωση των διαφανειών και να υπολογίζεται η ακριβής τοποθεσία των στοιχείων του PowerPoint.
- **picture_elements:** Τα στοιχεία που αποθηκεύονται σε αυτόν τον πίνακα αφορούν τις πληροφορίες καθεμίας εικόνας που υπάρχει μέσα σε μια διαφάνεια μιας παρουσίασης PowerPoint. Τέτοιες πληροφορίες είναι η ακριβής θέση της εικόνας μέσα σε μια διαφάνεια, η τοποθεσία αποθήκευσης στο διακομιστή και άλλα.

- **textbox_elements**: Κάθε γραμμή στον πίνακα αυτό αφορά μια παράγραφο κειμένου μέσα σε ένα textbox που υπάρχει σε μια διαφάνεια κάποιας παρουσίασης. Εδώ αποθηκεύονται στοιχεία όπως το πλήθος των γραμμών της παραγράφου, το μήκος της κάθε γραμμής της παραγράφου αλλά και το ύψος της με βάση το μέγεθος της γραμματοσειράς που έχει χρησιμοποιηθεί. Αυτές οι πληροφορίες μαζί με την θέση του αντίστοιχου textbox μας βοηθούν στη εύρεση της ακριβής τοποθεσίας κειμένου σε μια διαφάνεια σε κλιμακωμένη μορφή.
- **ocular_data**: Εδώ αποθηκεύονται οι συντεταγμένες που καταγράφονται από τον eye tracker και διαχωρίζονται ανά χρήστη, διαφάνεια και παρουσίαση PowerPoint.
- **synopsis_data**: Ο πίνακας αυτός αποτελείται από τα δεδομένα που χρησιμοποιεί η εφαρμογή για την δημιουργία της τελικής σύνοψης. Τα πιο σημαντικά δεδομένα από αυτά είναι τα στοιχεία που έχει δει από τις διαφάνειες ο χρήστης και το πλήθος των συντεταγμένων εστίασης που τους αντιστοιχούν για να μπορεί να γίνεται κατάταξη των στοιχείων που εστίασε περισσότερο προς αυτά που εστίασε λιγότερο.

Στην Εικόνα 20 παρουσιάζεται αναλυτικότερα το σχεσιακό διάγραμμα της βάσης δεδομένων μας μαζί με τις τιμές που δέχεται η κάθε στήλη στους πίνακες.



Εικόνα 20: Σχεσιακό διάγραμμα UML της βάσης δεδομένων της εφαρμογής Ez-Synopsis

3.4 HTML, CSS και JavaScript

3.4.1 Ιστορική Αναδρομή

HTML

Η HTML γνωστή αλλιώς ως HyperText Markup Language πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές του 1991. Προοριζόταν για να παρέχει μόνο τη δομή για έγγραφα που βασίζονται σε κείμενο. Η δεύτερη έκδοση της, HTML 2.0 κυκλοφόρησε τον Απρίλιο του 1994 και εγκρίθηκε από το W3C (World Wide Web Consortium) ως πρότυπο τον Σεπτέμβριο του 1995, και προσέφερε πλέον την υποστήριξη εικόνων πέρα από το κείμενο [62]. Ωστόσο οι προγραμματιστές είχαν πολύ μικρό έλεγχο στον τρόπο εμφάνισης των εικόνων. Στην πραγματικότητα, οι ετικέτες (tags) εικόνας υποστηρίζαν μόνο δύο χαρακτηριστικά: ένα για την πηγή της εικόνας, παρέχοντας μια διεύθυνση URL από την οποία θα μπορούσε να ληφθεί η εικόνα, και ένα για το εναλλακτικό κείμενο, δηλαδή ένα μήνυμα που θα εμφανίζεται στον χρήστη αν η εικόνα δεν ήταν διαθέσιμη. Η τρίτη έκδοση της HTML που ήρθε αργότερα, εισήγαγε πίνακες και στοιχεία σχεδίασης όπως γραμματοσειρές, χρώματα και στοιχεία φόντου. Αυτή η εξέλιξη σηματοδότησε τη γέννηση του σύγχρονου σχεδιαστή web. Ξαφνικά, οι ιστοσελίδες δεν αφορούσαν πλέον την εμφάνιση καθαρού περιεχόμενου κειμένου, ο τρόπος αισθητικής παρουσίασης άρχισε να παίζει ρόλο για τον χρήστη. Ακολούθησαν οι εκδόσεις HTML 4.0 και 5.0 με διάφορες ενδιάμεσες αναβαθμίσεις.

CSS

Το W3C το 1996 αποφάσισε να διαχωρίσει το περιεχόμενο της HTML και να διασπάσει το περιεχόμενο με την παρουσίασή της ιστοσελίδας. Η διαδικασία ξεκίνησε το Δεκέμβριο του 1996 με την έκδοση του CSS Level 1 Specification. Η CSS ήταν έμπνευση του Håkon Wium Lie. Ο Lie συνεργάστηκε με τον Tim Berners-Lee, δημιουργό της HTML, και αργότερα έγινε ο CTO του Λογισμικού Opera. Το Lie's ήταν μια από τις πολλές προτάσεις που έγιναν εκείνη την εποχή, αλλά οι προτάσεις του και του Bert Bos συνεισέφεραν τα περισσότερα σε αυτό που σήμερα γνωρίζουμε ως CSS. Η δημιουργία και η προτυποποίηση των CSS αρχικά ανήκε στον Πίνακα Αναθεώρησης Σύνταξης HTML (ERB) του W3C, αλλά τελικά έγινε αρκετά σημαντική ώστε να δημιουργηθεί η δική του επιτροπή στις αρχές του 1997 [63].

JavaScript

Όπως αναφέραμε προηγουμένως οι αρχικές ιστοσελίδες βασίζονταν σε καθαρό κώδικα HTML και οι ιστοσελίδες μετά τη ολοκλήρωση φόρτωσης της σελίδας στο πρόγραμμα περιήγησης μπορούσαν να είναι μόνο στατικές, χωρίς τη δυνατότητα δυναμικής συμπεριφοράς. Αυτό ακριβώς το κενό δημιουργήθηκε να καλύψει η JavaScript. Η JavaScript είναι μια γλώσσα είδους script και επιτρέπει να υλοποιηθούν σύνθετες λειτουργίες, όπως δυναμική ενημέρωση του περιεχομένου της ιστοσελίδας μετά την φόρτωση της σελίδας. Αυτή η γλώσσα πρωτοεμφανίστηκε το Δεκέμβριο του 1995 και χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα με την έκδοση ES2015. Πλέον πέρα από τον περιηγητή οι μηχανισμοί της JavaScript

έχουν ενσωματωθεί μέχρι και σε μια ποικιλία άλλων συστημάτων λογισμικού, όπως αναπτύξεις ιστοτοπων από την πλευρά του διακομιστή και εφαρμογές χωρίς πρόγραμμα περιήγησης [64].

3.4.2 Χρήση

Όπως είναι αναμενόμενο για την δημιουργία μιας πλήρους διαδικτυακής εφαρμογής η χρήση HTML και CSS και JavaScript είναι απαραίτητη. Με την βοήθεια αυτών των τεχνολογιών δημιουργήθηκαν οκτώ βασικές ιστοσελίδες για την εφαρμογή, μία σελίδα για σύνδεση του χρήστη, μία για την εγγραφή του και έξι σελίδες για την κύρια λειτουργικότητα της εφαρμογής. Ειδικότερα για την σελίδα εγγραφής του χρήστη υλοποιήθηκε βοηθητικός κώδικας σε JavaScript, ώστε να εμφανίζονται κατάλληλα μηνύματα στην οθόνη του χρήστη ώστε να ειδοποιείται σε περίπτωση λανθασμένων ή μη επιτρεπτών στοιχείων στις φόρμες της HTML. Ενώ ακόμα αν δεν έχει αποδεχτεί τους όρους και προϋποθέσεις της εφαρμογής δεν θα τον αφήνει να ολοκληρώσει την εγγραφή. Οι ετικέτες της HTML αποτελούν τα δομικά στοιχεία των ιστοσελίδων της εφαρμογής, στοιχεία όπως φόρμες συμπλήρωσης, κουμπιά και αναδυόμενες λίστες επιλογής στοιχείων.

Η δομή και ο τρόπος σύνταξης των σελίδων σε HTML σχετίζεται βαθύτατα με τον αντίστοιχο κώδικα CSS για τον τρόπο παρουσίασης και μορφοποίησης των στοιχείων της σελίδας. Με την βοήθεια του CSS καταφέραμε η εφαρμογή να προσαρμόζεται δυναμικά ανάλογα με την ανάλυση του παραθύρου του περιηγητή. Έτσι η εφαρμογή δύνανται να είναι ευπαρουσίαστη και εύκολη στην χρήση και από τις φορητές συσκευές όπως κινητά και ταμπλέτες. Πρέπει να τονιστεί πως πέρα από τις οκτώ βασικές ιστοσελίδες δημιουργούνται δυναμικά σελίδες με βάση το πλήθος των διαφανειών μιας παρουσίασης PowerPoint που δημοσιεύεται στην εφαρμογή. Στην ουσία καθεμία από τις διαφάνειες του PowerPoint μετατρέπεται κατάλληλα σε ιστοσελίδα. Αυτό επειδή το PowerPoint δεν είχε την δυνατότητα να ενσωματώσουμε την παρουσίαση μέσα σε μια ιστοσελίδα στις διαστάσεις του παραθύρου του περιηγητή σε πλήρη ανάλυση. Παρόλα αυτά εξαιτίας της χρήσης του Flask framework έπρεπε να γίνουν ορισμένες μικρές αλλαγές όσον αφορά την γραφή της HTML, οι αλλαγές αυτές παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Τέλος, δημιουργήθηκαν για τις σελίδες εγγραφής και σύνδεσης στην εφαρμογή φόρμες για την συμπλήρωση των αναγκαίων στοιχείων από τον χρήστη.

3.4.3 Συνδυασμός με το Flask Framework

Για να διαβαστούν οι ιστοσελίδες από τον διακομιστή πρέπει το Flask framework να μπορεί διαβάσει κατάλληλα τους κώδικες των HTML, CSS και JavaScript και για να συμβεί αυτό πρέπει η διαδρομή που καθορίζει την τοποθεσία του κάθε αρχείου να γίνει με συγκεκριμένο τρόπο που καθορίζεται από το Flask framework. Συγκεκριμένα μέσα στον κώδικα της HTML όταν ορίζονται τα αντίστοιχα αρχεία της CSS και της JavaScript που αντιστοιχούν στην σελίδα, για να προσπελαστεί η διαδρομή στην οποία είναι αποθηκευμένα από το Flask πρέπει

να χρησιμοποιηθεί το “url_for” μαζί με την απόλυτη διαδρομή των αρχείων με βάση την αρχικό φάκελο του Flask (root folder). Δυστυχώς το Flask framework δεν υποστηρίζει δυναμικές σελίδες HTML, προκειμένου να αντισταθμιστεί αυτό χρησιμοποιήθηκε το jinja2 σε συνδυασμό με το Flask ώστε πριν φορτωθούν οι σελίδες HTML να προστεθούν πληροφορίες που είναι αναγκαίες για την σωστή λειτουργία και εμφάνιση μιας σελίδας. Ένα παράδειγμα τέτοιας χρήσης είναι πως με το jinja2 καταφέρνουμε να κρύψουμε την επιλογή “Upload Files” από τον απλό χρήστη και να είναι διαθέσιμη μόνο όταν συνδέεται ο διαχειριστής.

Τέλος με το Flask framework συλλέγουμε τα στοιχεία από τις φόρμες HTML ανάλογα με τα αντίστοιχα POST ή GET αιτήματα, τα οποία είτε αποθηκεύουμε στην βάση δεδομένων είτε τα επεξεργαζόμαστε για την εκτέλεση κάποιας λειτουργίας από τον διακομιστή.

4

Υλοποίηση της Εφαρμογής

4.1 Συλλογή Δεδομένων Eye Tracker

4.1.1 Σύνδεση με Eye Tracker

Η σύνδεση του Tobii eye tracker 4c με τον υπολογιστή είναι σχετικά εύκολη διαδικασία, γίνεται με την σύνδεση σε μια θύρα USB, την εγκατάσταση του κατάλληλου λογισμικού οδήγησης από την Tobii και τέλος μια βαθμονόμηση για τα μέτρα της οθόνης και το βλέμμα του χρήστη. Παρόλα αυτά ο συγκεκριμένος eye tracker μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στα βιντεοπαιχνίδια όπως προέβλεπε αρχικά η εταιρία Tobii. Στην περίπτωση μας όμως θέλουμε να συλλέξουμε τα πειραματικά δεδομένα που καταγράφει ο eye tracker όπως οι συντεταγμένες εστίασης στην οθόνη. Αυτά τα δεδομένα είναι κλειδωμένα και δεν μπορούμε να τα προσπελάσουμε. Παλαιότερα η εταιρεία Tobii έδινε την δυνατότητα αγοράς άδειας χρήσης, ώστε να ξεκλειδώνεται ο eye tracker και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τις έτοιμες βιβλιοθήκες και λογισμικό που παρέχουν για την ανάλυση των πειραματικών δεδομένων, αυτό είναι κάτι που τώρα δεν καθίσταται δυνατό από την Tobii.

Ωστόσο μετά από αρκετή έρευνα βρέθηκε μια βιβλιοθήκη που μας έδινε την δυνατότητα να ακούει μέσω ενός παραθύρου CMD των Windows τα δεδομένα από τον eye tracker [65]. Με λίγες μικρές μετατροπές στον κώδικα και την χρήση της zmq βιβλιοθήκης της Python καταφέραμε να δημιουργήσουμε ένα κανάλι το οποίο θα καταγράφει τα δεδομένα του eye tracker από το παράθυρο του CMD σε πραγματικό χρόνο. Με αυτό τον τρόπο καταφέραμε να πάρουμε τα δεδομένα συντεταγμένων από τον eye tracker.

4.1.2 Αρχείο `start_eyetracker_recording.py`

Το συγκεκριμένο αρχείο στην Python περιέχει μέσα μία μόνο συνάρτηση την “start_recording_OcularData()” η οποία δεν παίρνει κάποιο όρισμα και χρησιμεύει στην δημιουργία ενός thread στον υπολογιστή για την εκτέλεση του αρχείου “eye_tracking.py” που καταγράφει τα δεδομένα από τον eye tracker και τα αποθηκεύει σε ένα csv αρχείο.

4.1.3 Αρχείο startTobiiStream.py

Σε αυτό το αρχείο της Python υπάρχουν τρεις συναρτήσεις “findProcessIdByName(processName)”, “startTobiiStream()” και “killTobiiStream()”. Το αρχείο αυτό είναι υπεύθυνο για την ρύθμιση της επικοινωνίας και με τον eye tracker. Πιο συγκεκριμένα με την πρώτη συνάρτηση αναζητάται αν εκτελείται ήδη το CMD παράθυρο που επικοινωνεί με τον eye tracker ή όχι. Με βάση αυτή την συνάρτηση η “startTobiiStream()” σηματοδοτείται αν εκτελείται το TobiiStream.exe και τότε προχωράει στη δημιουργία υποδιεργασίας που θα εκτελέσει το TobiiStream.exe, αν δεν εκτελείται ήδη, και επιστρέφει το αναγνωριστικό της διεργασίας αυτής. Η τελική συνάρτηση “killTobiiStream()” κάνει αυτό που λέει και το όνομά της, δηλαδή ελέγχει αν εκτελείται ήδη το TobiiStream.exe και αν ναι τερματίζει την λειτουργία της υποδιεργασίας με βάση το αναγνωριστικό της διεργασίας που έχει.

4.1.4 Αρχείο eye_tracking.py

Αυτό το αρχείο αποτελείται από μία συνάρτηση την “recordOcularData(data)”. Η συνάρτηση αυτή χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη zmq δημιουργεί αρχικά μια σύνδεση με το CMD παράθυρο που καταγράφει τα δεδομένα του eye tracker. Μέσω αυτής της σύνδεσης καταφέρνει και παίρνει χωρίς καθυστέρηση τα δεδομένα από το CMD παράθυρο και έπειτα ελέγχει την ορθότητα των δεδομένων. Τα δεδομένα λαμβάνονται με ρυθμό 90Hz δηλαδή 11 μιλιδευτερολέπτων, και στην συνέχεια αποθηκεύονται σε συγκεκριμένο φάκελο της εφαρμογής “ocular_data_csv” σε μορφή csv αρχείου. Κάθε csv αρχείο αποτελείται από τρεις στήλες “Timestamp”, “GazeX” και “GazeY”, όπου “Timestamp” η χρονική στιγμή του δείγματος και “GazeX” και “GazeY” οι συντεταγμένες με βάση την ανάλυση της οθόνης στον x και y άξονα αντίστοιχα σε μη κανονικοποιημένη μορφή. Η μη κανονικοποιημένη μορφή προκύπτει από το γεγονός πως ο eye tracker επιλέγει να διαβάσει σαν αρχή των αξόνων την οθόνη για τον y άξονα την πάνω δεξιά γωνία της οθόνης, ενώ για τον x την πάνω αριστερή.

4.2 Δημιουργία Διαδικτυακής Εφαρμογής

4.2.1 Αρχείο app.py

Το αρχείο αυτό αποτελεί τον πυρήνα της λειτουργικότητας της διαδικτυακής εφαρμογής, καθώς μέσα σε αυτό ορίζονται με την χρήση του Flask framework όλες οι ιστοσελίδες της εφαρμογής, οι διαδικασίες που θα ακολουθεί ο διακομιστής ανάλογα με την επίδραση του

χρήστη, εντολές αλληλεπίδρασης με την βάση δεδομένων, όπως αποθήκευση ή κάλεσμα δεδομένων προς χρήση, ενώ καθορίζεται ο τρόπος οργάνωσης και δυναμικής αποθήκευσης των αρχείων που μεταφορτώνονται στον διακομιστή. Ακόμα σε αυτό το αρχείο ορίζονται οι δρομολογήσεις των σελίδων της εφαρμογής, τα αναγνωριστικά συνεδρίας του χρήστη και εντολές που αφορούν την επεξεργασία των δεδομένων του eye tracker, των αρχείων του PowerPoint και την δημιουργία της τελικής σύνοψής. Το app.py καθορίζει επίσης το URL και τη θύρα που θα χρησιμοποιεί ο διακομιστής μας. Όπως είναι εμφανές από την μελέτη του κώδικα έχουν καλυφτεί πολλές διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης της εφαρμογής και έχουν οριστεί κατάλληλα μέτρα ασφάλειας όπως ανακατεύθυνση στην σελίδα σύνδεσης, έλεγχος ρόλου χρήστη και άλλα, για να εξασφαλιστεί η ορθή λειτουργία της εφαρμογής. Ο κώδικας είναι σχολιασμένος, ώστε να είναι εύκολος στην κατανόηση σε ένα νέο προγραμματιστή και να μπορεί να προστεθούν εύκολα νέες λειτουργίες. Ακόμα, κάτι που πρέπει να αναφερθεί είναι πως λόγω των δυναμικών ιστοσελίδων που δημιουργούνται ανά παρουσίαση PowerPoint που μεταφορτώνει ο διαχειριστής, χρησιμοποιείται δυναμική δρομολόγηση των σελίδων πράγμα το οποίο κατορθώνεται και με την βοήθεια του αρχείου `html_converter_buttons.py`.

Μια ακόμη λειτουργικότητα που πρέπει να αναλυθεί λόγω της πολυπλοκότητάς της είναι η διαδικασία ρύθμισης των csv αρχείων που δημιουργούνται μέσα από το `eye_tracking.py` όταν καλείται στο “@app.route('/slides/<folder>/<file>/<action>')”. Σε αυτό με βάση το δυναμικό όνομα της διεύθυνσης της διαφάνειας της σελίδας γίνεται μετονομασία του αντίστοιχου csv της διαφάνειας, που αποθηκεύονται τα δεδομένα του eye tracker, με βάση το νούμερο της διαφάνειας ξεκινώντας από το μηδέν. Ακόμα στην περίπτωση που ο χρήστης επιστρέψει πίσω σε μία προηγούμενη διαφάνεια (σελίδα HTML) κατά τη διάρκεια μελέτης της παρουσίασης, ο κώδικας εντοπίζει ποια είναι η διαφάνεια αυτή και γίνεται προσθήκη των νέων συντεταγμένων στο κατάλληλο csv αρχείο με την βοήθεια του “ocular_data_handler.py”. Η έναρξη καταγραφής και αποθήκευσης των δεδομένων του eye tracker σηματοδοτείται από την φόρτωση κάθε νέας διαφάνειας που έχει μετατραπεί σε ιστοσελίδα. Στην τελευταία διαφάνεια της παρουσίασης εμφανίζεται η επιλογή ολοκλήρωσης μέσω κουμπιού και μόλις επιλεγεί ξεκινά η διαδικασία δημιουργίας της σύνοψης, βάζοντας τον χρήστη να περιμένει να κάνει αυτόματα ανακατεύθυνση η εφαρμογή στα “Synopsis Files” για να μπορεί να κατεβάσει την αντίστοιχη σύνοψη μόλις ολοκληρωθεί η δημιουργία της.

4.2.2 Αρχείο `html_converter_buttons.py`

Το συγκεκριμένο αρχείο Python έχει πάρα πολύ σημαντικό ρόλο στην διαδικασία ανάγνωσης και διευθυνσιοδότησης των σελίδων μιας παρουσίασης PowerPoint στην εφαρμογή. Αποτελείται από μία συνάρτηση την “`html_slides_creator(powerpointFile, fileName)`”, που όπως φαίνεται παίρνει δύο ορίσματα το πρώτο είναι η διεύθυνση του αρχείου που μεταφορτώνεται από τον διαχειριστή και το δεύτερο είναι το όνομα του αρχείου.

Αυτή η συνάρτηση είναι υπεύθυνη στην ουσία για τη δημιουργία κώδικα HTML και CSS για την κάθε διαφάνεια μιας παρουσίασης PowerPoint, ώστε να είναι έτοιμες για χρήση στην διαδικτυακή εφαρμογή, η λειτουργικότητα αυτή βασίζεται κυρίως στο πακέτο aspose.slides.

Η λειτουργία της συνάρτησης μπορεί να διακριθεί σε τέσσερα στάδια:

- Ανάγνωση της παρουσίασης PowerPoint με την βοήθεια της python-rptx βιβλιοθήκης και «σπάσιμό» και αποθήκευση της κάθε διαφάνειας σε μία ξεχωριστή παρουσίαση PowerPoint με όνομα με βάση το νούμερο της διαφάνειας.
- Επαναληπτική χρήση της aspose.slides για μετατροπή της κάθε μίας παρουσίασης, που αποτελείται από μία διαφάνεια, σε ιστοσελίδα με HTML και CSS.
- Επεξεργασία του κώδικα της HTML και CSS της κάθε σελίδας με την χρήση του bs4 πακέτου για προσθήκη κουμπιών πλοήγησης, ακύρωσης και ολοκλήρωσης σε κάθε διαφάνεια και επεξεργασία της ανάλυσης της svg ετικέτας της HTML για να ταιριάξει με την ανάλυση της οθόνης του χρήστη για να προσομοιαστεί η κλιμάκωση σε πλήρη οθόνη κατά την κανονική παρουσίαση PowerPoint. Σε κάθε διαφάνεια τα κουμπιά πλοήγησης κρατάνε σειριακή λειτουργία και μόνο στην τελευταία διαφάνεια το κουμπί της επόμενης σελίδας αντικατασταθεί από το κουμπί ολοκλήρωσης. Τα κουμπιά αυτά εμφανίζονται στην κάτω δεξιά πλευρά της οθόνης.

Παρακάτω παρουσιάζεται η Εικόνα 21 για την μορφή των κουμπιών. Στην αριστερή πλευρά φαίνονται τα κουμπιά για όλες τις σελίδες εκτός από την τελευταία και στα δεξιά είναι τα κουμπιά της τελευταίας σελίδας με το κουμπί της ολοκλήρωσης που σηματοδοτεί την έναρξη της δημιουργίας της σύνοψης.



Εικόνα 21: Μορφή κουμπιών διαφανειών στην εφαρμογή.

- Το τελευταίο στάδιο της συνάρτησης είναι η διαγραφή των προσωρινών αρχείων PowerPoint που δημιουργήθηκαν κατά το πρώτο στάδιο. Επίσης έχει δημιουργηθεί κατάλληλο exception στον κώδικα ώστε αν κάτι πάει στραβά σε κάποια από τις παραπάνω διαδικασίες να διαγραφτούν τα προσωρινά αρχεία καθώς θα κράταγαν αποθηκευτικό χώρο στον διακομιστή χωρίς λόγο.

4.3 Συλλογή και Επεξεργασία Δεδομένων

4.3.1 Αρχείο ocular_data_handler.py

Το αρχείο ocular_data_handler.py όπως λέει το όνομά του σχετίζεται με την επεξεργασία των δεδομένων που παίρνουμε από τον eye tracker. Πιο συγκεκριμένα όπως αναφέραμε προηγουμένως τα δεδομένα που συλλέγουμε από τον eye tracker δεν είναι κανονικοποιημένα.

Εξαιτίας αυτού για να μπορέσουμε να έχουμε σωστές τις συντεταγμένες του χρήστη με βάση την ανάλυση της οθόνης που χρησιμοποιεί πρέπει να τα επεξεργαστούμε κατάλληλα. Παρακάτω αναλύονται οι συναρτήσεις του αρχείου για να εξηγηθεί ο τρόπος που γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων.

- Η “getResolution()” συνάρτηση επιστρέφει την ανάλυση της οθόνης του χρήστη σε pixels.
- Η συνάρτηση “reorganize_dataX(datax, width)” παίρνει ως όρισμα την μια λίστα με συντεταγμένες που αφορούν τα οφθαλμικά δεδομένα του χρήστη στον x άξονα και το μήκος της οθόνης, με βάση μιας επαναληπτικής συνάρτησης lamda προσπελάνουμε τα στοιχεία της λίστας και με βάση μια απλή αφαίρεση με την ανάλυση στον x άξονα της οθόνης μεταφέρουμε την αρχή του x άξονα στην αριστερή πλευρά της οθόνης.
- Η συνάρτηση “reorganize_dataY(datay, height)” εκτελεί παρόμοια διαδικασία για τον y άξονα με βάση την ανάλυση της οθόνης στο y άξονα και τις αντίστοιχες συντεταγμένες του χρήστη.
- Η “registerData(dataFrame)” συνάρτηση παίρνει ως όρισμα ένα τύπο dataframe το οποίο περιέχει την τριάδα των δεδομένων που καταγράφονται από τον eye tracker, δηλαδή “Timestamp”, “GazeX” και “GazeY”. Μέσα σε αυτή την συνάρτηση καλούνται οι δύο προηγούμενες συναρτήσεις για να κανονικοποιηθούν τα δεδομένα του dataframe.
- Η “fix_ocular_data(fileName)” χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της προηγούμενης συνάρτησης και ορίζει πιο csv αρχείο δεδομένων eye tracker θα επιλεχτεί για κανονικοποίηση.
- Η συνάρτηση “handle_ocular_input(newName)” καλείται σε επανάληψη από την app.py κατά την εναλλαγή διαφάνειας από τον χρήστη για να μετονομάσει το αρχείο csv που δημιουργήθηκε με βάση το νούμερο της σελίδας του. Αυτό γιατί όταν δημιουργείται ένα csv αρχείο για μια διαφάνεια, ανεξάρτητα από το ποια διαφάνεια είναι παίρνει το όνομα ocular_data_csv.csv και αν το όνομα αυτό δεν αλλάξει με βάση την διαφάνεια που αντιστοιχεί στα δεδομένα που εισάχθηκαν τότε θα υπάρχει επικάλυψη των δεδομένων των διαφανειών κατά την εισαγωγή των δεδομένων καταγραφής της επόμενης σελίδας. Όπως είναι σαφές αυτό είναι προβληματικό καθώς δεν θα διαχωρίζονται τα δεδομένα για κάθε διαφάνεια.
- Η “copy_csv(username,powerpointName)” καλείται μέσα στο αρχείο app.py και χρησιμοποιείται ώστε να αντιγράψει τα csv αρχεία που περιέχουν τα δεδομένα που καταγράφηκαν από τον eye tracker για κάθε διαφάνεια. Τα αρχεία αυτά αποθηκεύονται για κάθε χρήστη σε ξεχωριστό φάκελο με βάση και την παρουσίαση που σχετίζονται. Πιο συγκεκριμένα raw_csv_data\όνομα χρήστη\ όνομα παρουσίας\.
- Τέλος η συνάρτηση “deleteOcularData()” χρησιμοποιείται για να διαγράψει τα προσωρινά csv αρχεία του χρήστη που είναι αποθηκευμένα στο φάκελο ocular_data_csv. Αυτή η συνάρτηση καλείται μέσα στο app.py αμέσως μετά την ολοκλήρωση της δημιουργίας της σύνοψης του χρήστη.

4.3.2 Αρχείο `ocular_data_metric.py`

Στο `ocular_data_metric.py` μέσω της συνάρτησης:

“`getGazeData(dataFrame, paragraphlines, xPixelStart, yPixelStart, lineHeight, LineMargin)`” καταφέρνουμε να ταιριάζουμε το πλήθος των συντεταγμένων του χρήστη ανά csv αρχείο για κάθε διαφάνεια του PowerPoint με το αντίστοιχο στοιχείο του PowerPoint, ώστε να βρούμε το πόσο εστίασε ο χρήστης στο συγκεκριμένο στοιχείο. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι εικόνες και παράγραφοι από `textboxes`. Η συνάρτηση αυτή παίρνει σαν ορίσματα με την σειρά:

- Το `dataframe` του csv αρχείου της συγκεκριμένης διαφάνειας με τα δεδομένα της οφθαλμικής ιχνηλάτησης που κατέγραψε ο eye tracker, αφού κανονικοποιηθούν τα δεδομένα ώστε να μεταφερθούν οι άξονες x και y κατάλληλα για να είναι η αρχή των αξόνων στην κάτω αριστερή πλευρά της οθόνης.
- Έναν πίνακα που αποθηκεύεται σε κάθε κελί το μήκος της κάθε γραμμής της παραγράφου ενός `textbox`, στην περίπτωση της εικόνας δίνεται σαν είσοδος ένας πίνακας με ένα κελί με την τιμή 0.
- Το σημείο που αρχίζει το στοιχείο, είτε είναι εικόνα είτε κείμενο παραγράφου, στον x άξονα χωρίς τα περιθώρια (`margin`) για πιο ακριβή τοποθεσία σε τιμή `pixel`.
- Όμοια το σημείο στον y άξονα που ξεκινάει το στοιχείο του PowerPoint.
- Το ύψος που καταλαμβάνει ανά γραμμή αν είναι κείμενο, ή το ύψος της εικόνας σε `pixels`.
- Το περιθώριο κενού ανάμεσα των γραμμών (`line spacing`), στην περίπτωση που είναι εικόνα είναι 0.

Με βάση αυτά τα ορίσματα συνάρτηση αυτή χρησιμοποιούμε την βιβλιοθήκη `pandas` για να βρούμε μέσα από το `dataframe` ποια στοιχεία ταιριάζουν στους περιορισμούς που έχουμε βάλει που ορίζουν την θέση του κάθε στοιχείου στην οθόνη σε μορφή `pixels`. Η τιμή που επιστρέφει είναι ακέραιος αριθμός και στην συνέχεια αποθηκεύεται στα `synopsis data` στην βάση δεδομένων ταιριάζοντας με το αντίστοιχο στοιχείο του.

4.3.3 Αρχείο `classes.py`

Όπως περιγράφει και το όνομα του αρχείου σε αυτό έχουν οριστεί κλάσεις που χρησιμοποιούμε στην εφαρμογή. Οι κλάσεις αυτές αφορούν αντικείμενα σχετικά με τα στοιχεία του PowerPoint. Πιο συγκεκριμένα μέσα σε αυτό το αρχείο έχουμε τέσσερις κλάσεις την “Slide”, την “PowerPointObject”, την “TextBox” και την κλάση “Image”. Κάθε κλάση περιλαμβάνει και μία ειδική μέθοδο την “`__init__`” που αφορά ένα σύνολο εντολών το οποίο εκτελείται κάθε φορά που ένα νέο αντικείμενο δημιουργείται. Η ειδική αυτή μέθοδος καλείται `constructor` και ξεχωρίζει από τις υπόλοιπες μεθόδους της κλάσης. Αναλυτικότερα η κλάση Slide πέρα από τον `constructor` περιλαμβάνει τέσσερις μεθόδους την `getwidth`, την `getheight`, την `getSlidenum` και την `getValues`. Η `getwidth` επιστρέφει το

μήκος της διαφάνειας, η `getheight` το ύψος της, η `getSlideNum` το νούμερο της και τέλος η μέθοδος `getValues` επιστρέφει μια δομή λεξιλογίου (dictionary) της Python που περιέχει στοιχεία για την διαφάνεια όπως την ανάλυση της διαφάνειας και το νούμερό της.

Η κλάση `PowerPoint` παίρνει ως ορίσματα τα βασικά στοιχεία ενός αντικειμένου `PowerPoint` που είναι κοινά μεταξύ των εικόνων και του κειμένου. Αυτή η κλάση αποτελεί την κλάση «πατέρα» για την κλάση `TextBox` και την `Image`, οι οποίες θεωρούνται κλάσεις παιδιά της και κληρονομούν τα στοιχεία της. Καθεμία από αυτές τις δύο κλάσεις όμως έχουν επιπρόσθετα διαφορετικά άλλα ορίσματα με βάση το τι δεδομένα πληροφορίας δίνει το κάθε ένα. Για παράδειγμα το μήκος του κειμένου της κάθε γραμμής μιας παραγράφου και το όνομα της γραμματοσειράς που υπάρχει μόνο στην κλάση `TextBox` και όχι στην `Image`. Αντίστοιχα η κλάση `image` έχει σαν την τοποθεσία αποθήκευσης της φωτογραφίας μέσα στο διακομιστή που δεν υπάρχει στην `TextBox`. Αυτές οι κλάσεις χρησιμοποιούνται για να φτιάξουν τα αντίστοιχα αντικείμενα κειμένου παραγράφου `textbox` και εικόνας του `PowerPoint` και έχουν και οι δύο την μέθοδο `getValues` όπου επιστρέφουν πληροφορίες για τις τιμές του σε dictionaries που χρησιμοποιούνται μέσα στην `pptx_element_info` συνάρτηση και στο `app.py` για αποθήκευση στην βάση δεδομένων.

4.3.4 Αρχείο `pptx_element_info.py`

Το συγκεκριμένο αρχείο κώδικα είναι ένα από τα πιο βασικά και απαραίτητα αρχεία για την εφαρμογή μας. Με βάση τον κώδικα που έχει γραφτεί μέσα σε αυτό το αρχείο μπορούμε να προσδιορίσουμε για κάθε ένα στοιχείο εικόνας, κειμένου ή ομάδας και τον δύο την ακριβή τοποθεσία τους σε pixel στην οθόνη του χρήστη. Αυτό το αρχείο έχει την μεγαλύτερη πολυπλοκότητα από όλα τα υπόλοιπα της εφαρμογής καθώς υλοποιούνται δυναμικά πολλοί διαφορετικοί υπολογισμοί και υπολογίζονται πολλές διαφορετικές περιπτώσεις οργάνωσης στοιχείων σε μια παρουσίαση `PowerPoint`. Αυτό το αρχείο λόγω των χαρακτηριστικών του δίνει την δυνατότητα να έχει μεγαλύτερη ελευθερία ο χρήστης στην διαδικασία δημιουργίας των διαφανειών του. Λόγω της πολυπλοκότητας του ο κώδικας περιέχει πολλά αναλυτικά σχόλια που επεξηγούν την λειτουργία του και την μεθοδολογία που ακολουθείται. Σε αυτό τον κώδικα αντιμετωπίστηκαν πολλές δυσκολίες οι οποίες θα αναλυθούν σε παρακάτω κεφάλαιο αλλά προς το παρόν θα εξηγήσουμε παρακάτω τον τρόπο λειτουργίας του.

- Η συνάρτηση `“get_screen_res”` επιστρέφει την ανάλυση της οθόνης του χρήστη
- Η `“get_fonts()”` που διαβάζει το `fonts.txt` που περιέχει την συσχέτιση γραμματοσειρών του `PowerPoint` με τα αντίστοιχα ονόματα των `Windows`.
- Η `“get_pil_text_size(text, font_size, font_name)”` που χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη `pillow` δημιουργεί μία εικόνα με κείμενο με βάση το είδος και το μέγεθος μιας γραμματοσειράς. Αυτό χρησιμεύει στο να υπολογίζουμε πόσο μήκος σε pixels πάνει μια συγκεκριμένη γραμμή κειμένου.
- Η συνάρτηση `“emu_to_pixels(emuValue: int)”` που μετατρέπει την μονάδα μέτρησης `emu` (English metric units) που χρησιμοποιεί το `PowerPoint` σε pixels.

- Η “getScaleMultiplier(resolution)” ελέγχει την ανάλυση της οθόνης του χρήστη με την ανάλυση μιας συγκεκριμένης διαφάνειας του PowerPoint και επιστρέφει την τον πολλαπλασιαστική κλιμάκωσης την. Ο πολλαπλασιαστική κλιμάκωσης είναι το νούμερο με το οποίο πολλαπλασιάζονται όλες οι διαστάσεις των αντικειμένων μιας διαφάνειας όταν πάει σε πλήρη οθόνη η παρουσίαση του PowerPoint για να ταιριάζει με την μεγαλύτερη ανάλυση της οθόνης.
- Η “ScaleToScreenResolution(resolution,pixels)” χρησιμοποιεί την προηγούμενη ανάλυση για να κλιμακώσει την τιμή των pixels που εισάγονται στην συνάρτηση στην πλήρη ανάλυση της οθόνης. Αυτή η συνάρτηση χρησιμοποιείται για να ξέρουμε την ακριβή τοποθεσία των αντικειμένων σε κλιμακωμένη μορφή με βάση τις αποστάσεις των pixels.
- Η “splitInnerShapes(shapeElement)”, παίρνει ως όρισμα ένα στοιχείο textbox και διαβάζει το περιεχόμενο κείμενο του. Με βάση την μορφή του κειμένου, τις κενές γραμμές που έχει χωρίζει σε υπο-textboxes καθεμία από τις αρχικές παραγράφους του.
- Με την “getTextboxInfo(textboxShape)” συνάρτηση διαβάζουμε τα δεδομένα ενός στοιχείου textbox του PowerPoint. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν την σχετική θέση του στοιχείου μέσα στην διαφάνεια παρουσιάζοντας πόσο απέχει από τα άκρα της διαφάνειας, τα περιθώρια που χρησιμοποιεί το κενό της κάθε γραμμής που έχει οριστεί και το είδος και μέγεθος της γραμματοσειράς. Για την συγκεκριμένη διαδικασία χρειάζεται εμφωλευμένη προσπέλαση των στοιχείων του textbox λόγω της κληρονομικότητας της XML που ορίζεται από το PowerPoint.
- Η συνάρτηση “locateShape(shapeElement, resolution)” χρησιμοποιώντας δεδομένα από την προηγούμενη συνάρτηση και την ανάλυση της διαφάνειας του PowerPoint υπολογίζεται η ακριανή τοποθεσία του στοιχείου είτε είναι εικόνα είτε textbox στην διαφάνεια.
- Η “textbox(slideRes, slideNum, text_shape, group, objCounter, scaleMultiplier)” είναι μία από της πιο πολύπλοκες συναρτήσεις της εφαρμογής καθώς υπολογίζει με μεγάλη ακρίβεια την συγκεκριμένη θέση που καταλαμβάνει σε μια διαφάνεια το κείμενο της κάθε παραγράφου που περιέχει ένα στοιχείο textbox. Ανά κάθε παράγραφο ξέρουμε ακριβώς το σημείο που ξεκινάει, το μήκος και ύψος της κάθε γραμμής της, το πλήθος των γραμμών που έχει, την γραμματοσειρά που χρησιμοποιεί, την απόσταση της κάθε γραμμής μεταξύ τους το περιεχόμενο της παραγράφου και τα περιθώριά της. Αυτή η συνάρτηση υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας όλες τις προηγούμενες συναρτήσεις που δημιουργήσαμε σε συνδυασμό πολλών εμφωλευμένων επαναλήψεων για έλεγχο στοιχείων και υποπεριπτώσεων. Πιο συγκεκριμένα, η συνάρτηση αυτή ξεκινάει διαβάζοντας κάθε μία παράγραφο του textbox από πάνω προς τα κάτω, έτσι ανά παράγραφο αναλύονταν όλα τα στοιχεία της και για να προχωρήσει στην επόμενη γίνονταν άθροιση του χώρου που πιάνει στον y άξονα η ίδια η παράγραφος και σε συνδυασμό με βάση τον υπολογισμό των κενών γραμμών μέχρι την επόμενη παράγραφο, την απόσταση των γραμμών του κειμένου και των περιθωρίων του textbox υπολογίζονταν που ακριβώς ξεκινάει το κείμενο της επόμενης παραγράφου. Στο τέλος η συνάρτηση επιστρέφει μια λίστα με dictionaries με τις λεπτομέρειες των

στοιχείων των παραγράφων του textbox. Η αφαίρεση των περιθωρίων από το textbox για τον υπολογισμό της τοποθεσίας του κειμένου ήταν ζωτικής σημασίας για την εύρεση της ακριβούς τοποθεσίας του κειμένου που μας νοιάζει σαν πληροφορία. Ειδικά αφού χρησιμοποιούμε ένα εργαλείο υψηλής ακρίβειας όπως ο eye tracker για τον υπολογισμό της εστίασης της κόρης του ματιού ήταν απαραίτητο να δώσουμε όσο μεγαλύτερη ακρίβεια γίνεται και στην εύρεση της τοποθεσίας των σημείων που μας ενδιαφέρουν στο PowerPoint.

- Η συνάρτηση “picture(pptxName, slideRes, slideNum, picture_shape, group, objCounter, scaleMultiplier)” λειτουργεί παρόμοια με την προηγούμενη συνάρτηση αλλά δεν είναι τόσο πολύπλοκη καθώς χρειάζεται λιγότερα στοιχεία για την εξακρίβωση της θέσης της εικόνας. Ωστόσο έχει μια παραπάνω λειτουργικότητα που δεν έχει η “textbox”, δηλαδή την δυνατότητα εξαγωγής και αποθήκευσης της συγκεκριμένης εικόνας από το PowerPoint. Αυτό επιτυγχάνεται από την εξαγωγή του τύπου blob της εικόνας από το XML του PowerPoint και την αποκωδικοποίηση του στον αρχικό τύπο αρχείου εικόνας με το οποίο εισάχθηκε στην παρουσίαση.
- Τέλος η “gatherData(powerpointPath, powerpointName)” λειτουργεί σαν την αντίστοιχη κύρια συνάρτηση του αρχείου καθώς ρυθμίζει και οργανώνει τα δεδομένα που προκύπτουν από την συνάρτηση “textbox” και την “picture”. Η συνάρτηση αυτή ελέγχει τον τύπο των αρχείων της παρουσίασης και τις μεταξύ τους συσχετίσεις αν π.χ. κάποια εικόνα έχει ομαδοποιηθεί με κάποιο textbox. Ακόμα δίνει τη δυνατότητα να διαβάζονται πέρα από απλά textboxes, εικόνες και ομαδοποιήσεις τους και στοιχεία που έχουν οριστεί ως placeholders. Η συνάρτηση αυτή καλείται από το app.py κατά τη διαδικασία μεταφόρτωσης μιας παρουσίασης στην εφαρμογή. Η συνάρτηση αυτή επιστρέφει τρεις λίστες dictionaries με στοιχεία για τις παραγράφους, τις εικόνες και γενικές πληροφορίες για τις σελίδες της παρουσίασης του PowerPoint που εισάγονται στη βάση δεδομένων στους πίνακες textbox_elements, picture_elements και slides αντίστοιχα.

4.3.5 Αρχείο create_synopsis.py

Το αρχείο create_synopsis είναι υπεύθυνο για την δημιουργία μιας νέας παρουσίασης PowerPoint με βάση τα στοιχεία που εστίασε περισσότερο ο χρήστης και το ποσοστό της πληροφορίας που επιθυμεί να κρατήσει ο χρήστης. Στην ουσία είναι υπεύθυνο για την δημιουργία της σύνοψης μιας παρουσίασης PowerPoint. Αυτή η λειτουργικότητα προσφέρεται με την υποστήριξη πολλών διαφορετικών συναρτήσεων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του τρόπου τοποθέτησης των στοιχείων στη νέα παρουσίαση. Παρακάτω παρουσιάζονται αυτές οι συναρτήσεις και η χρησιμότητά τους:

- Η λειτουργία της “folderCheck(name, presentationName)” συνάρτησης αποσκοπεί στην δημιουργία της κατάλληλης τοποθεσίας αποθήκευσης της καινούργιας παρουσίασης PowerPoint. Η συνάρτηση αυτή καλείται ακριβώς πριν την έναρξη της διαδικασίας δημιουργίας της σύνοψης ώστε να δημιουργήσει τον φάκελο

αποθήκευσης της παρουσίας και να ελέγξει αν υπάρχει ήδη ο φάκελος. Στην περίπτωση που υπάρχει σημαίνει πως να διαγράψει τα περιεχόμενα του καθώς περιέχει παλιά σύνοψη, με αυτό τον τρόπο θα αντικατασταθεί με την νέα που πρόκειται να δημιουργηθεί.

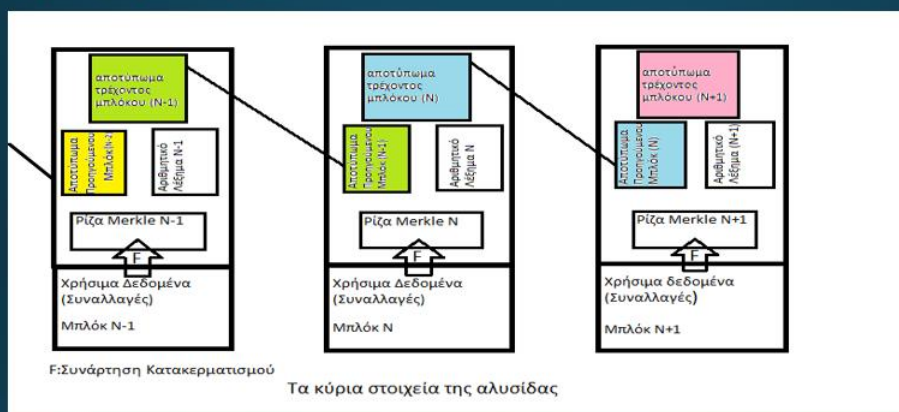
- Η `select_prs_data(prsDataList, percentageValue)` παίρνει ως όρισμα μια λίστα από dictionaries που αντιπροσωπεύουν στοιχεία του PowerPoint και ένα ακέραιο που αντανακλά το ποσοστό της πληροφορίας που επιθυμεί ο χρήστης να κρατήσει από την λίστα. Η λίστα αυτή είναι ήδη ταξινομημένη από αντικείμενα στα οποία έχει εστιάσει περισσότερο ο χρήστης προς αυτά που έχει εστιάσει λιγότερο. Η συνάρτηση επιστρέφει στο τέλος μια μειωμένη λίστα που κρατάει τα κορυφαία στοιχεία της λίστας με βάση το ποσοστό της επιλογής που δόθηκε ως όρισμα.
- Η `splitData(dataList)` χρησιμοποιείται στο `app.py` αμέσως μετά την `select_prs_data` ώστε να επιστρέψει δύο λίστες dictionaries που η πρώτη θα περιέχει τα `textbox` στοιχεία και η δεύτερα τα στοιχεία των εικόνων. Αυτό βοηθάει στο να κάνουμε δύο συγκεκριμένα καλέσματα στην βάση δεδομένων σε καθένα πίνακα `textbox_elements` και `picture_elements` και να πάρουμε τις λεπτομέρειες των στοιχείων που θέλουμε να εμφανίσουμε στην σύνοψη. Ωστόσο χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε ένα μετρητή θέσης ώστε όταν ενοποιήσουμε αργότερα τις δύο λίστες σε μία να ταξινομηθούν όπως ήταν αρχικά.
- Η συνάρτηση `slideCalculation(dataList)` παίζει τεράστιο ρόλο στον υπολογισμό των διαφανειών που χρειαζόμαστε με βάση τα στοιχεία που θέλουμε να εισάγουμε στην τελική παρουσίαση. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με βάση την προκαθορισμένη ανάλυση διαφάνειας από το PowerPoint που είναι 1280x720p. Για τον υπολογισμό του πόσα στοιχεία χωράνε μέσα σε μια διαφάνεια τέτοιου μεγέθους χρησιμοποιήσαμε ως μονάδα σύγκρισης τον y άξονα της διαφάνειας, μιας και ξέρουμε πως τα στοιχεία δεν έχουν πρόβλημα να χωρέσουν σε μήκος. Με αυτή την προσέγγιση προσθέτουμε θεωρητικά σε μια διαφάνεια αντικείμενα μέχρι να ανιχνεύσουμε υπερχειλίση στον y άξονα, την στιγμή που γίνεται υπερχειλίση καταγράφουμε σε ένα πίνακα με την χρήση μετρητή το πόσα αντικείμενα είχαν εισαχθεί πριν την υπερχειλίση, στη συνέχεια παίρνει το αντικείμενο που προκάλεσε την υπερχειλίση και το τοποθετεί στην επόμενη διαφάνεια και συνεχίζει την διαδικασία μέχρι την εξάντληση των αντικειμένων. Ωστόσο επειδή υπάρχει περίπτωση το στοιχείο που προκάλεσε την υπερχειλίση να ανήκει σε μια ομάδα αντικειμένων, τα οποία είναι αντικείμενα που εξορισμού πρέπει να εμφανιστούν στην ίδια διαφάνεια μαζί, εξετάζεται αν και ποια αντικείμενα που είχαν εισαχθεί πριν από την υπερχειλίση ανήκουν στην ίδια ομάδα. Τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα αφαιρούνται από αυτή την διαφάνεια και προστίθενται στην επόμενη μαζί με το στοιχείο που προκάλεσε την υπερχειλίση. Με την εξάντληση των στοιχείων η συνάρτηση επιστρέφει ένα ακέραιο που αντιπροσωπεύει το πλήθος των σελίδων που χρειάζονται για τα δεδομένα που θέλουμε να εμφανίσουμε και μια λίστα που περιέχει σε κάθε κελί ακέραιους αριθμούς που αφορούν τα πόσα στοιχεία χωράνε ανά διαφάνεια. Τέλος για την περίπτωση που κάποια μέτρηση `pixel` δεν είναι τόσο ακριβής όσο ήταν αναμενόμενο για να

εξασφαλίσουμε την σωστή εμφάνιση στην διαφάνεια προσθέτουμε 30 pixels ανά αντικείμενο στο y άξονα. Αργότερα στην δημιουργία της σύνοψης αυτά τα 30 pixel θα λειτουργήσουν ως κενό μεταξύ των αντικειμένων για να μην φαίνονται τόσο συνωστισμένα.

- Η συνάρτηση “groupCheck(dataList, pptxName)” διαβάζει και ελέγχει την λίστα των αντικειμένων που θέλουμε να εμφανίσουμε στην σύνοψη, αν και ποια από τα αντικείμενα που θέλουμε να εμφανίσουμε ανήκουν σε κάποια ομάδα. Αν βρει κάποιο αντικείμενο που ανήκει σε μια ομάδα σημειώνει την ομάδα του και κάνει κατάλληλο κάλεσμα στην βάση δεδομένων ώστε να πάρει τα υπόλοιπα αντικείμενα της ομάδας του και να τα προσθέσει στην λίστα ακριβώς δίπλα του. Έπειτα συνεχίζει την προσπέλαση της λίστας των αντικειμένων που θέλουμε να εμφανίσουμε στην τελική σύνοψη και επαναλαμβάνει την ίδια διαδικασία αποκόμισής από την βάση δεδομένων. Παρόλα αυτά αν ύστερα από κάλεσμα μιας συγκεκριμένης ομάδας αντικειμένου στην βάση δεδομένων διαβαστεί σε επανάληψη αντικείμενο αυτής της ομάδας προσπερνάτε και αφαιρείται από την λίστα γιατί αλλιώς θα εμφανιστούν πολλαπλές φορές ίδια αντικείμενα. Τα αντικείμενα μιας ομάδας μπορεί να μην ήταν αρχικά διπλά δίπλα στην λίστα γιατί όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η λίστα αυτή έχει δημιουργηθεί με σειρά κατάταξης με βάση το πλήθος των εστιάσεων σε ένα αντικείμενο.
- Με την συνάρτηση “synopsis_creation(username, presentationName, synopsisList)” “δημιουργείται η τελική σύνοψη του χρήστη, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που επέστρεψε η προηγούμενη συνάρτηση για το πλήθος των στοιχείων ανά διαφάνεια. Έτσι αξιοποιώντας τις διαθέσιμες πληροφορίες για το πόσα στοιχεία χωράνε σε μια διαφάνεια παίρνουμε τα ταξινομημένα στοιχεία και χρησιμοποιώντας μια λίγο πολύπλοκη και δυναμική επανάληψη με βάση το πλήθος των στοιχείων και το μήκος της λίστας που επιστρέφει η συνάρτηση “slideCalculation”, τοποθετούμε τα αντικείμενα της ταξινομημένης λίστας στις διαφάνειες με γραμματοσειρά “Calibri” και μέγεθος 18pt. Επίσης όπως αναφέραμε προηγουμένως κάθε στοιχείο που τοποθετείται υπολογίζεται με επιπρόσθετα 30 pixels για να μην είναι συνωστισμένα και να είναι πιο ευανάγνωστη η τελική παρουσίαση.

Παρακάτω στην Εικόνα 22, στην Εικόνα 23 και στην Εικόνα 24 παράδειγμα της σύνοψης της παρουσίασης Blockchain_Presentation.pptx από τον χρήστη testuser10 του πειράματος:

Δομή και Σχεδιασμός Αλυσίδας Μπλοκ



Ένα μπλοκ περιέχει το κρυπτογραφικό αποτύπωμα του προηγούμενου στην αλυσίδα, μπλοκ (previous block hash), δηλαδή έναν δείκτη που καθορίζει τη μοναδική ταυτότητα του προηγούμενου μπλοκ. Τα δεδομένα αυτά ανήκουν στην κατηγορία των σημαντικών δεδομένων.

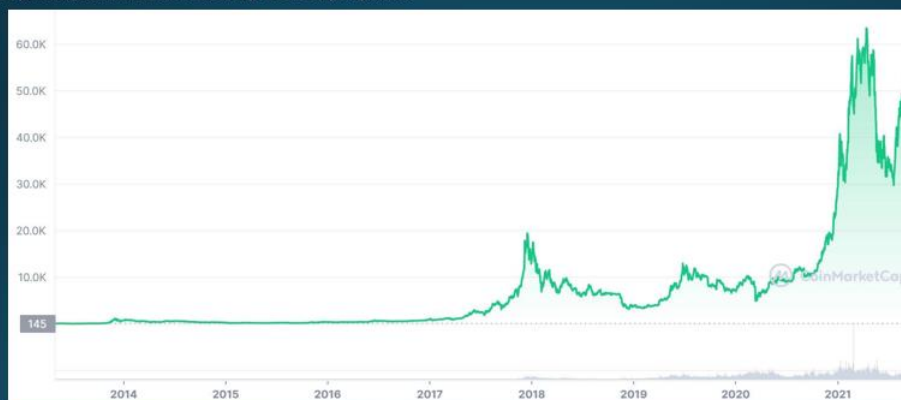
Από τις αρχές του 2011, άρχισαν να εμφανίζονται και άλλα κρυπτονομίσματα βασισμένα στον open source κώδικα του bitcoin και να αυξάνεται η χρήση του σε ηλεκτρονικές συναλλαγές.

Εικόνα 22: Πρώτη σελίδα σύνοψης χρήστη testuser10 για την Blockchain_Presentation παρουσίαση

Ένα μπλοκ περιέχει και τη χρονική του σφραγίδα ή χρόνο-σφραγίδα (timestamp). Πρόκειται για τον αριθμό των δευτερολέπτων που έχουν μεσολαβήσει από την 1η Ιανουαρίου του 1970 μέχρι την στιγμή της παραγωγής της χρονοσφραγίδας.

Παρακάτω βλέπουμε την αύξηση της τιμής το Bitcoin με την πάροδο του χρόνου

Από το 2018 και μετά λόγω της αύξησης του "Bitcoin mining" η τιμή του bitcoin αρχίζει να αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς επηρεάζοντας και τα υπόλοιπα κρυπτονομίσματα.



Εικόνα 23: Δεύτερη σελίδα σύνοψης χρήστη testuser10 για την Blockchain_Presentation παρουσίαση

Στην πρώτη διαφάνεια ο τίτλος «Δομή και Σχεδιασμός Αλυσίδας Μπλοκ» είναι αντικείμενο ομάδας με την εικόνα που ακολουθεί που επεξηγεί το μπλοκ. Όμοια στη δεύτερη διαφάνεια οι δύο τελευταίοι παράγραφοι είναι αντικείμενα ομάδας με το εικόνα γραφήματος

που ακολουθεί. Αυτά διευκρινίζονται τώρα για να δείχτεί η σωστή λειτουργία της εφαρμογής.

Κάθε μπλοκ περιέχει και το δικό του μοναδικό κρυπτογραφικό αποτύπωμα. Το αποτύπωμα αυτό καθορίζει τη μοναδική ταυτότητα του μπλοκ αυτού σε σχέση με τα υπόλοιπα της αλυσίδας.

Ένα δημόσιο καθολικό δίκτυο καταγράφει όλες τις συναλλαγές bitcoin και τα αντίγραφα διατηρούνται σε διακομιστές σε όλο τον κόσμο.

Τα NFT's ή Non Fungible Tokens μπορούν να είναι οτιδήποτε ψηφιακό όπως σχέδια και μουσική, αλλά προς το παρόν το μεγαλύτερο μέρος του τρέχοντος ενθουσιασμού είναι γύρω από τη χρήση της τεχνολογίας για την πώληση ψηφιακής τέχνης.

Τα blockchains είναι περισσότερο γνωστά για την χρήση τους σε συστήματα κρυπτονομισμάτων, όπως το Bitcoin.

Ακόμα ένα μπλοκ περιέχει το κρυπτογραφικό αποτύπωμα που προκύπτει από τη λειτουργία μιας συνάρτησης κατακερματισμού(hashing) πάνω στο σύνολο των εισαχθέντων συναλλαγών (transactions) στο μπλοκ. Οι συναλλαγές ανήκουν στην κατηγορία των Χρήσιμων Δεδομένων, ενώ το κρυπτογραφικό τους αποτύπωμα ανήκει στην κατηγορία των Σημαντικών Δεδομένων.

Στις 3 Ιανουαρίου 2009, δημιουργήθηκε το δίκτυο bitcoin με τον Satoshi Nakamoto να εξορύσσει το μπλοκ γένεσης του, το οποίο είχε ανταμοιβή 50 btc(bitcoin).

Εικόνα 24: Τρίτη σελίδα σύνοψης χρήστη testuser10 για την Blockchain_Presentation παρουσίαση

Παρατηρούμε πως τα αντικείμενα σε αυτές τις τρεις διαφάνειες δεν εμφανίζονται με την αρχική σειρά που είχαν στην παρουσίαση Blockchain_Presentation, ενώ εμφανίζονται με κενά μεταξύ τους που τα κάνει πιο εύκολα στον διαχωρισμό και στην ανάγνωση. Με βάση τα σχόλια του συγκεκριμένου χρήστη η σειρά που ακολουθούν τα στοιχεία της διαφάνειας ήταν όντως με βάση εκεί που θεωρεί ότι εστίαζε περισσότερο.

4.3.6 Αρχείο heatmapPlotting.py

Όπως αναφέραμε προηγουμένως μιας και το λογισμικό του eye tracker είναι κλειδωμένο έπρεπε να φτιάξουμε το δικό μας κώδικα για την εμφάνιση heatmap για να δούμε που εστιάζει κάθε χρήστης σε κάθε διαφάνεια. Αρχικά αναπτύξαμε τον κώδικα αυτού του αρχείου ώστε να δημιουργούνται και να αποθηκεύονται αυτόματα τα heatmaps του κάθε χρήστη σε κατάλληλο φάκελο “heatmaps” του κάθε χρήστη, κατά την διάρκεια δημιουργίας της σύνοψης. Ωστόσο ύστερα από δοκιμές είδαμε πως αυτό καθυστερούσε την δημιουργία της σύνοψης του χρήστη κατά περίπου ένα λεπτό. Αν και το ένα λεπτό δεν είναι μεγάλο χρονικό διάστημα δεν θα ήταν σωστό η εφαρμογή να καθυστερεί τον χρήστη για την δημιουργία δεδομένων που δεν τον αφορούν άμεσα, οπότε θα πρέπει ο διαχειριστής να τρέχει ξεχωριστά αυτό το πρόγραμμα στον δικό του χρόνο από την συνάρτηση “create_heatmap(username,

powerpointName)”) δίνοντας τα κατάλληλα για να δημιουργήσει και να ελέγξει τα ερευνητικά στοιχεία που θα προκύψουν από το heatmap. Το αρχείο αυτό αποτελείται από τρεις συναρτήσεις:

- Η “slide_screenshot(slideNum,username,powerpointName)”, η οποία βγάζει screenshot την συγκεκριμένη οθόνη του υπολογιστή που έχει οριστεί. Πιο συγκεκριμένα βγάζει screenshot την κάθε διαφάνεια της παρουσίασης που βλέπει ο εκάστοτε χρήστης με σηματοδότηση την αλλαγή της σελίδας. Αυτές οι εικόνες θα αποθηκευτούν σε μοναδική τοποθεσία για τον κάθε χρήστη, αν δεν υπάρχει αυτή η τοποθεσία που έχει καθοριστεί τότε δημιουργείται. Η τοποθεσία είναι της εξής μορφής “heatmaps\όνομα χρήστη\ όνομα παρουσίασης PowerPoint\”.
- Η “plot_heatmap(sldNum,username,powerpointName,df)” είναι η συνάρτηση που προσπελαύνει τα screenshots που δημιουργήθηκαν από την προηγούμενη συνάρτηση και μέσω των κανονικοποιημένων δεδομένων καταγραφής από τον eye tracker και την βοήθεια της βιβλιοθήκης matplotlib, με την συνάρτηση kdeplot, δημιουργείται heatmap πάνω στην εκάστοτε εικόνα διαφάνειας της παρουσίασης βάσει των δεδομένων του χρήστη για την σελίδα.
- Και τέλος η “create_heatmap(username, powerpointName)”. Αυτή η συνάρτηση όπως αναφέραμε προηγουμένως καλείται από τον διαχειριστή δίνοντας σαν ορίσματα το όνομα του χρήστη και το όνομα της παρουσίασης και δημιουργούνται στον αντίστοιχο φάκελο της συγκεκριμένης παρουσίασης του χρήστη στο φάκελο heatmaps τα heatmap με βάση τα κανονικοποιημένα δεδομένα που καταγράφηκαν από τον eye tracker για την κάθε διαφάνεια.

4.4 Βάση Δεδομένων και Αποθήκευση Αρχείων

4.4.1 Τύποι δεδομένων

Είναι σαφές πως σε μια εφαρμογή τέτοιου μεγέθους θα συναντήσουμε πολλούς διαφορετικούς τύπους δεδομένων που θα χρειαστεί να αποθηκεύσουμε είτε για επεξεργασία είτε για κάποιου είδους αναφορά. Καθένας από τους τύπους αυτών των δεδομένων μπορεί να χρειαστεί διαφορετικό τρόπο αποθήκευσης για να μην αλλοιωθεί το περιεχόμενο του. Στα πλαίσια της εφαρμογής μας συναντήσαμε διάφορους τύπους δεδομένων κάποιον από αυτούς ήταν:

- Εικόνες σε μορφή δεδομένων blob που μετατράπηκαν στον αρχικό τους τύπο π.χ. png ή jpeg,
- Αλφαριθμητικά, ακέραιοι, δεκαδικοί αριθμοί διπλής ακρίβειας
- Αρχεία τύπου PowerPoint
- Αρχεία τύπου csv για που προέκυψαν από τα δεδομένα που κατέγραψε ο eye tracker.

- Τα HTML, CSS και JavaScript αρχεία για τις ιστοσελίδες και τις παρουσιάσεις του PowerPoint

4.4.2 MySQL

Η βάση δεδομένων χρησιμεύει στην αποθήκευση δεδομένων που αφορούν τα στοιχεία σύνδεσης του χρήστη στην εφαρμογή. Μαζί με αυτά τα στοιχεία αποφασίσαμε να αποθηκεύσουμε τα στοιχεία των αντικειμένων των PowerPoint αρχείων και να αξιοποιήσουμε την σχεσιακή δυνατότητα που παρέχει η συγκεκριμένη βάση δεδομένων, ώστε να μπορούμε να καλούμε ότι δεδομένα χρειαζόμαστε εύκολα και γρήγορα. Η συγκεκριμένη δομή της βάσης δεδομένων που υλοποιήσαμε κάνει εύκολη την ανάγνωση της πληροφορίας που περιέχει και ακόμα πιο εύκολη την επεκτασιμότητα της, για παράδειγμα στην περίπτωση που θέλουμε να προσθέσουμε την ανάγνωση αντικειμένων σχημάτων του PowerPoint αρκεί να προστεθεί ένας νέος πίνακας που αποθηκεύει εκεί τα αντίστοιχα στοιχεία που αφορούν το συγκεκριμένο αντικείμενο.

4.4.3 Server storage

4.4.3.1 Εισαγωγή

Για τις ανάγκες της εφαρμογής αλλά και για την ερευνητική πλευρά της διπλωματικής χρειάζεται να αποθηκεύουμε τις εικόνες που περιέχει το αρχικό PowerPoint, τις συνόψεις που δημιουργούνται ανά χρήστη, τα heatmaps που επιλέγει να δημιουργήσει ο διαχειριστής, τα δυναμικά δημιουργούμενα αρχεία HTML και CSS ,ανά διαφάνεια παρουσίασης που μεταφορτώνει ο διαχειριστής, και τα μη κανονικοποιημένα οφθαλμικά δεδομένα σε csv αρχεία, που αποθηκεύονται ανά χρήστη και παρουσίασή στα raw_csv_data. Όλα αυτά τα δεδομένα αποθηκεύονται σε αντίστοιχους φακέλους, στον αποθηκευτικό χώρο του διακομιστή. Στην Εικόνα 25 παρουσιάζεται ο τρόπος δόμησης του αρχικού φακέλου της εφαρμογής.

__pycache__	25/6/2022 1:02 μμ	File folder	
flask_session	25/6/2022 3:31 μμ	File folder	
heatmaps	25/6/2022 1:01 μμ	File folder	
ocular_data_csv	18/6/2022 6:09 πμ	File folder	
raw_csv_data	25/6/2022 1:01 μμ	File folder	
static	25/6/2022 1:01 μμ	File folder	
synopsis	25/6/2022 1:01 μμ	File folder	
templates	25/6/2022 1:01 μμ	File folder	
tempPowerpointSlides	18/6/2022 6:09 πμ	File folder	
TobiiStream	25/6/2022 1:01 μμ	File folder	
uploads	25/6/2022 1:01 μμ	File folder	
app	25/6/2022 2:24 μμ	Python Source File	51 KB
Blockchain Presentation	18/5/2022 2:08 πμ	Microsoft PowerP...	717 KB
classes	8/5/2022 4:13 μμ	Python Source File	6 KB
create_synopsis	23/5/2022 1:14 πμ	Python Source File	33 KB
eye_tracking	9/3/2022 2:04 μμ	Python Source File	3 KB
fonts	14/4/2022 7:09 μμ	Text Document	34 KB
heatmapPlotting	2/6/2022 3:05 πμ	Python Source File	3 KB
html_converter_buttons	10/5/2022 4:45 πμ	Python Source File	12 KB
ocular_data_handler	24/5/2022 1:56 πμ	Python Source File	6 KB
ocular_data_metric	26/3/2022 9:16 πμ	Python Source File	2 KB
pptx_element_info	29/6/2022 1:18 πμ	Python Source File	35 KB
start_eyetracker_recording	4/3/2022 7:13 πμ	Python Source File	1 KB
startTobiiStream	28/2/2022 7:43 πμ	Python Source File	3 KB

Εικόνα 25: Τρόπος Δόμησης αρχικού φακέλου εφαρμογής

Κατά τη διαδικασία μεταφόρτωσης μιας παρουσίασης PowerPoint, από τον διαχειριστή, στην εφαρμογή αναλύονται αυτόματα τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται το PowerPoint και αποθηκεύονται στην βάση δεδομένων που έχει δημιουργηθεί. Ωστόσο επειδή θα ήταν καλό να αποθηκευτεί η ίδια παρουσίαση αναλλοίωτη δημιουργήθηκε ο φάκελος uploads που μέσα του έχει ένα υποφάκελο με το όνομα της παρουσίασης και μέσα περιέχει τις εικόνες που εξάχθηκαν από την παρουσίαση PowerPoint και την ίδια την παρουσίαση χωρίς αλλαγές.

Οι συνόψεις που δημιουργούνται για κάθε χρήστη αποθηκεύονται μέσα σε στο φάκελο synopsis σε ξεχωριστό φάκελο με βάση το όνομα χρήστη που έχουν και την παρουσίαση από την οποία προέκυψε. Είναι δηλαδή της εξής μορφής: “synopsis\όνομα χρήστη\όνομα παρουσίασης_όνομα χρήστη”.

Στον φάκελο raw_csv_data αποθηκεύονται με όμοιο τρόπο τα ακατέργαστα csv αρχεία που προέκυψαν από τον eye tracker ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περεταίρω έρευνα αν κριθεί αναγκαίο από τον διαχειριστή.

Τέλος, ο φάκελος heatmaps χρησιμοποιείται για την αποθήκευση εικόνων θερμικού χάρτη για κάθε χρήστη με βάση τα δεδομένα οφθαλμικής ιχνηλάτησης που συλλέχτηκαν κατά την διάρκεια της παρουσίασης που παρακολούθησε ο χρήστης.

4.5 Δυσκολίες κατά την Ανάπτυξη της Εφαρμογής

4.5.1 Εισαγωγή

Σε κάθε περίπτωση ανάπτυξης λογισμικού ή δημιουργίας μιας εφαρμογής θα συναντηθούν δυσκολίες και προβλήματα. Όμως με μια καλή προεργασία που περιλαμβάνει μελέτη σκοπιμότητας, έρευνα απαιτήσεων και πιθανές εναλλακτικές μεθόδους σε περίπτωση που κάτι δεν καταλήξει όπως είχε αρχικά υπολογιστεί θα βρεθεί εύκολα και γρήγορα λύση σε τυχόν προβλήματα. Ειδικά για μια εφαρμογή του βεληνεκούς που υλοποιήσαμε, μόνο και μόνο από το πλήθος των διαφορετικών τεχνολογιών και πακέτων που χρησιμοποιούνται θα μπορούσαν να πάνε πολλά πράγματα στραβά. Η έρευνα που πραγματοποιήσαμε στην αρχή του της διαδικασίας ανάπτυξης του λογισμικού, βοήθησε στην γρήγορη επίλυση των προβλημάτων που συναντήσαμε.

4.5.2 Περιορισμοί Λογισμικού και Επίλυση Προβλημάτων

Ένα από τα πιο βασικά προβλήματα που συναντήσαμε στην αρχή της ανάπτυξης της εφαρμογής ήταν ο κλειδωμένος eye tracker που οδήγησε σε αδυναμία καταγραφής των συντεταγμένων εστίασης και δυσκολία δημιουργίας μετρικών και θερμικών χαρτών μέσα από το λογισμικό της Tobii, καθώς και απλά σταμάτησαν να παρέχουν την αντίστοιχη άδεια. Για την λύση αυτού του προβλήματος χρησιμοποιήσαμε το TobiiStream από το [GazeTrack](#)¹⁵ σε συνδυασμό με την ανάπτυξη δικού μας κώδικα στην Python που να δίνει την ίδια λειτουργικότητα.

Ακόμα προέκυψαν προβλήματα στην αναγνώριση της γραμματοσειράς στις παρουσιάσεις PowerPoint, αφού οι γραμματοσειρές στο PowerPoint εμφανίζονταν με άλλα ονόματα από αυτά που αναγνώριζε η βιβλιοθήκη python-rpdx μέσω των Windows. Το πρόβλημα αυτό βασίζονταν κυρίως στην διάκριση πεζών-κεφαλαίων από το σύστημα, αλλά λύθηκε δημιουργώντας το fonts.txt που περιέχει σε μορφή dictionary της Python την συσχέτιση των γραμματοσειρών του PowerPoint με τις αντίστοιχες των Windows.

Ένα άλλο πρόβλημα που προσέξαμε κατά την δοκιμή του λογισμικού ήταν πως η γραμματοσειρά πρέπει πάντα να ορίζεται και να μην αφήνεται με την προεπιλεγμένη τιμή του PowerPoint γιατί για κάποιο λόγο μετά διαβάζεται ως κενή από την python-rpdx, ενώ ακόμα το ίδιο συμβαίνει με το μέγεθος γραμματοσειράς 18pt. Το PowerPoint το θεωρεί ως προεπιλογή και η python-rpdx το επιστρέφει και αυτό ως κενό. Το πρόβλημα αυτό βέβαια λύθηκε εύκολα από πλευράς κώδικας ελέγχοντας πως αν υπάρχει κείμενο και το μέγεθος της γραμματοσειράς είναι κενό τότε είναι 18pt.

Το PowerPoint Presenter δεν μπορούσε να ενσωματωθεί στην εφαρμογή μας γιατί ο χρήστης δεν θα μπορούσε να μπει πλήρη οθόνη στην παρουσίαση αφού τα Presenter είχαν περιορισμένη ανάλυση κλιμάκωσης και αυτό δημιουργούσε πρόβλημα. Χρειαζόμασταν

¹⁵ Πηγή <https://github.com/AugustoEst/gazetrack>

λοιπόν ένα τρόπο για να παρουσιάσουμε στον χρήστη τις διαφάνειες του PowerPoint. Η python-rptx βιβλιοθήκη δεν υποστηρίζει κάποιο τρόπο για να αποσπάσουμε την ίδια την διαφάνεια του PowerPoint σαν εικόνα. Πρέπει να βρούμε τρόπο να αποκτήσουμε την κάθε διαφάνεια του PowerPoint και να μπορούμε να την παρουσιάσουμε στον χρήστη στην εφαρμογή μας με δυναμικό χαρακτήρα με βάση την ανάλυση της οθόνης. Λόγω την ανάγκης της δυναμικότητας η χρήση στιγμιότυπων οθόνης βγαίνει εκτός από πιθανή λύση γιατί δεν θα γίνεται σωστά η κλιμάκωση των στοιχείων με βάση την ανάλυση της εκάστοτε οθόνης. Η λύση ωστόσο βρέθηκε με την βιβλιοθήκη aspose.slides. Η βιβλιοθήκη αυτή έδινε την δυνατότητα μετατροπής μιας παρουσίασης PowerPoint σε HTML και CSS κώδικα. Το aspose.slides όμως για μία παρουσίαση μετέτρεπε στην ίδια HTML σελίδα όλες τις διαφάνειες την μία κάτω από την άλλη και έβαζε γραμμή κύλισης για περιήγηση. Αυτό σαφέστατα δημιουργούσε πρόβλημα στον τρόπο συλλογής των δεδομένων από τον eye tracker. Ήταν εμφανές πως έπρεπε να διασπαστούν οι διαφάνειες του PowerPoint και να εκτελεστεί σε κάθε μία ξεχωριστά το aspose.slides. Η python-rptx όμως δεν υποστηρίζει την εξαγωγή μίας διαφάνειας σε μια νέα παρουσίαση, για αυτό αναπτύχθηκε κατάλληλος κώδικας που προσπευλαύνει την αρχική παρουσίαση τόσες φορές όσες είναι οι διαφάνειες της και κάθε φορά κρατάει μία διαφάνεια και διαγράφει τις υπόλοιπες. Έπειτα αποθηκεύει το αποτέλεσμα κάθε φορά σε μία προσωρινή παρουσίαση και καλείται η aspose.slides για να την μετατρέψει σε HTML. Όμως κάθε σελίδα HTML που παράγονταν είχε ένα εμφανές watermark που θα δημιουργούσε πρόβλημα στον τρόπο μελέτης των διαφανειών και θόρυβο στα δεδομένα καταγραφής από eye tracker, ενώ ακόμα η HTML σελίδα χρησιμοποιούσε λανθασμένη ανάλυση για την κλιμάκωση των στοιχείων. Για την λύση αυτών αναπτύξαμε κώδικα που επεξεργάζεται τα στοιχεία της HTML με την βιβλιοθήκη bs4 και προσθέσαμε επίσης κουμπιά περιήγησης για μετάβαση στις επόμενες HTML διαφάνειες της παρουσίασης.

Ένα σημαντικό πρόβλημα που συναντήσαμε ήταν ο ακριβής προσδιορισμός του μήκους σε pixels ενός κειμένου με βάση μιας συγκεκριμένης γραμματοσειράς. Αρχικά για τον υπολογισμό του μήκους χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη ctypes που υποστηρίζεται μόνο σε windows συστήματα, αλλά μετά από δοκιμές είδαμε πως το μήκους που επέστρεφε σε pixels δεν ήταν σωστό λόγω πολύ μικρής ακρίβειας. Το πρόβλημα αυτό έλυσε βιβλιοθήκη pillow που πρόσφερε πολύ καλύτερη ακρίβεια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί παντού επειδή εξαρτιούνται μόνο από την Python.

4.6 Κώδικας Εφαρμογής

Ο πλήρης κώδικας που αναλύθηκε σε αυτό το κεφάλαιο είναι διαθέσιμος στον παρακάτω σύνδεσμο στο αποθετήριο του Github. Εκεί θα βρείτε κατάλληλες οδηγίες και αναφορές για πως λειτουργεί ο κώδικας, τι προαπαιτούμενα έχει και πως μπορεί να εκτελεστεί ο κώδικας.

[Κώδικας εφαρμογής](#)¹⁶

¹⁶ Πηγή: <https://github.com/Vazeagle/Thesis-Web-App-for-Powerpoint-Synopsis-Based-On-Ocular-Data-Analysis>

5

Πειράματα Χρήσης της Εφαρμογής

5.1 Μεθοδολογία και Συνθήκες Πειράματος

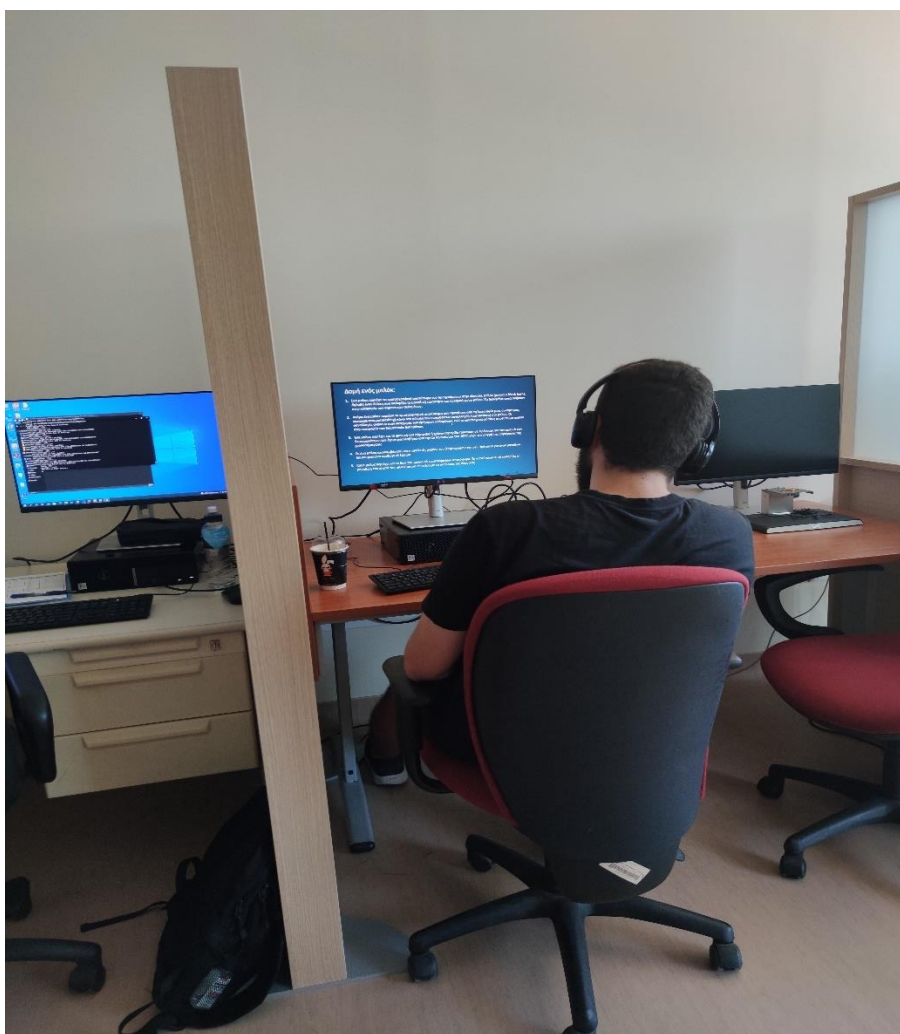
Για να ελέγξουμε την ορθή λειτουργία της εφαρμογής, το βαθμό ικανοποίησης του χρήστη και τη συσχέτιση των αποτελεσμάτων της σύνοψης ως προς τις γνώσεις του χρήστη για το συγκεκριμένο θέμα της παρουσίασης αποφασίσαμε να διεξάγουμε ένα πείραμα αξιολόγησης στο εργαστήριο. Για το πείραμα δημιουργήσαμε μια παρουσίαση PowerPoint η οποία ανέλυε τρία γνωστικά αντικείμενα με την σειρά, την τεχνολογία Blockchain, τα Bitcoin και τα NFT's. Η επιλογή των συγκεκριμένων θεμάτων αποφασίστηκε λόγω της επικαιρότητας τους την συγκεκριμένη περίοδο. Η παρουσίαση αποτελείται από εννιά διαφάνειες, οι οποίες περιέχουν κείμενο, εικόνες και ομαδοποιημένα αντικείμενα κείμενου και εικόνες. Ακόμα πρέπει να τονιστεί ότι κάποιες από την εικόνες συμβάλλουν απλά στην αισθητική της παρουσίασης ενώ άλλες περιέχουν χρήσιμη πληροφορία για τον χρήστη, με αυτό θέλουμε να εξετάσουμε αν οι όχι σημαντικές εικόνες θα αποσπάσουν πολύ την προσοχή του χρήστη σε σχέση με τις εικόνες που περιέχουν χρήσιμη πληροφορία.

Πριν ξεκινήσουμε τα πειράματα κάναμε εσωτερικές δοκιμές των συνθηκών του πειράματος για να δούμε πόσο χρόνο διαρκεί η διαδικασία για ένα χρήστη. Αυτό είναι αναγκαίο ώστε να ρυθμίσουμε το χρονικό περιθώριο του πειράματος και να κάνουμε κατάλληλο χρονοπρογραμματισμό για την οργάνωση του. Για την συγκεκριμένη παρουσίαση υπολογίσαμε πως κατά μέσο όρο χρειάζονται 20 λεπτά για το πείραμα. Ο χρήστης χρειάζεται περίπου 10 λεπτά για την μελέτη των διαφανειών ενώ τα υπόλοιπα 10 λεπτά εξηγούμε στον χρήστη τις λεπτομέρειες του πειράματος και της εφαρμογής. Στο τέλος του πειράματος υπολογίζεται έξτρα χρόνος για την απάντηση τυχόν ερωτήσεων του χρήστη.

Για την δήλωση της συμμετοχής των χρηστών χρησιμοποιήσαμε μια φόρμα google. Σε αυτή την φόρμα εμφανίζονταν οι διαθέσιμες ώρες του πειράματος και η τοποθεσία του εργαστηρίου που διεξάγονταν το πείραμα. Με βάση τον αναμενόμενο αριθμό των χρηστών ανά κάθε μέρα δημιουργούσαμε από πριν το λογαριασμό του χρήστη και δίναμε τα στοιχεία στον χρήστη για να συνδεθεί. Ακολουθήσαμε αυτή την λογική για να δημιουργούμε ανώνυμους λογαριασμούς χρηστών ώστε να μην χρειάζεται να μπαίνει ο χρήστης στην

διαδικασία εισαγωγής ψεύτικων δεδομένων για την εγγραφή στην εφαρμογή. Για το πείραμα οι χρήστες θα χρησιμοποιούν αρχικά ως ποσοστό για την σύνοψη το 30% και στο τέλος στην περίπτωση που δεν ικανοποιούνται μπορούν να τους εμφανιστεί νέα σύνοψη με κάποιο από τα υπόλοιπα διαθέσιμα ποσοστά που επέλεξαν.

Τέλος πρέπει να αναφερθούμε στο υλικό που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα: δύο οθόνες Dell ανάλυσης 1920x1080p, δύο ζευγάρια πληκτρολόγιου και ποντικιού και για υπολογιστή ο Dell OptiPlex 5090. Οι δύο οθόνες ήταν διαχωρισμένες μέσω ενός πάνελ και ο χρήστης έχει πρόσβαση μόνο στην μία στην οποία είναι ανοιγμένος περιηγητής και αναμένει τον χρήστη να κάνει σύνδεση στην εφαρμογή. Η δεύτερη οθόνη αποσκοπεί στο να ελέγχει ο διαχειριστής μέσω κάποιων αναδυόμενων παραθύρων αν υπάρξει κάποιο πρόβλημα στην διαδικασία και χαθεί η σύνδεση με τον eye tracker. Η Εικόνα 26 είναι φωτογραφία, η οποία τραβήχτηκε κατά την διάρκεια ενός πειράματος με την άδεια του χρήστη και απεικονίζει την οργάνωση του χώρου του πειράματος.



Εικόνα 26: Παράδειγμα πειράματος της εφαρμογής με τον eye tracker

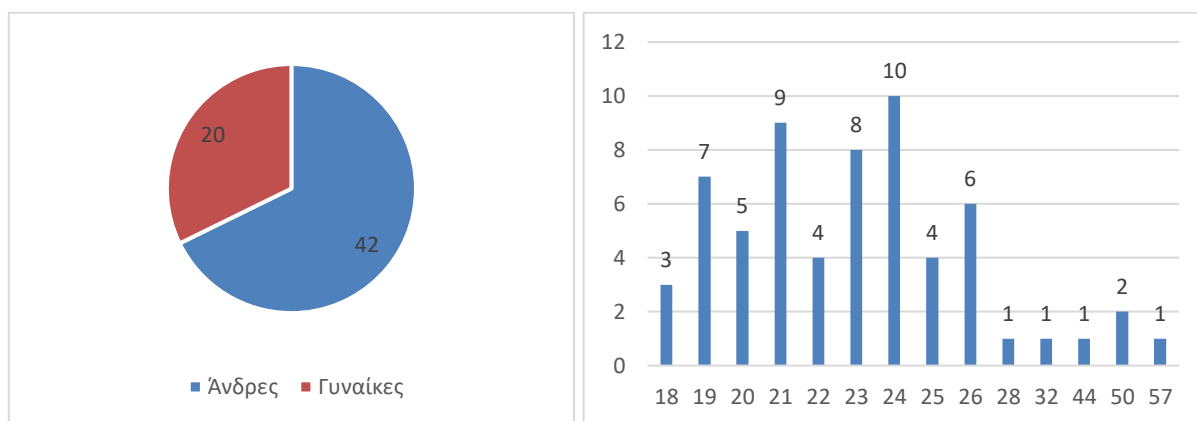
Το πρωτόκολλο του πειράματος είχε οργανωθεί ως εξής:

- Καλωσόρισμα του χρήστη στο εργαστήριο και υπογραφή φόρμας συγκατάθεσης για την παραμονή στο εργαστήριο και τη ελεύθερη χρήση των ανώνυμων δεδομένων του για την εξαγωγή της έρευνας.
- Παροχή βασικών οδηγιών του χρήστη για το πείραμα και τοποθέτηση του χρήστη στην κατάλληλη θέση για την διεξαγωγή του πειράματος.
- Πιθανή αλλαγή ύψους οθόνης υπολογιστή και καρέκλας του χρήστη με βάση τις προτιμήσεις του.
- Calibration του eye tracker με τον χρήστη.
- Σύνδεση στην εφαρμογή και πλοήγηση στις σελίδες της με παράλληλη επεξήγηση της κάθε μίας σελίδας στον χρήστη.
- Μελέτη των διαφανειών από τον χρήστη.
- Μελέτη σύνοψης που δημιουργήθηκε βάσει των οφθαλμικών δεδομένων του χρήστη.
- Συμπλήρωση ερωτηματολογίου. Σε περίπτωση μη ικανοποίησης του χρήστη με το ποσοστό της σύνοψης (30%), επιλέγει ένα άλλο ποσοστό από τις ρυθμίσεις από 10% έως 50% και βλέπει εκ νέου την νέα σύνοψη και την σύγκριση με την παλιά.

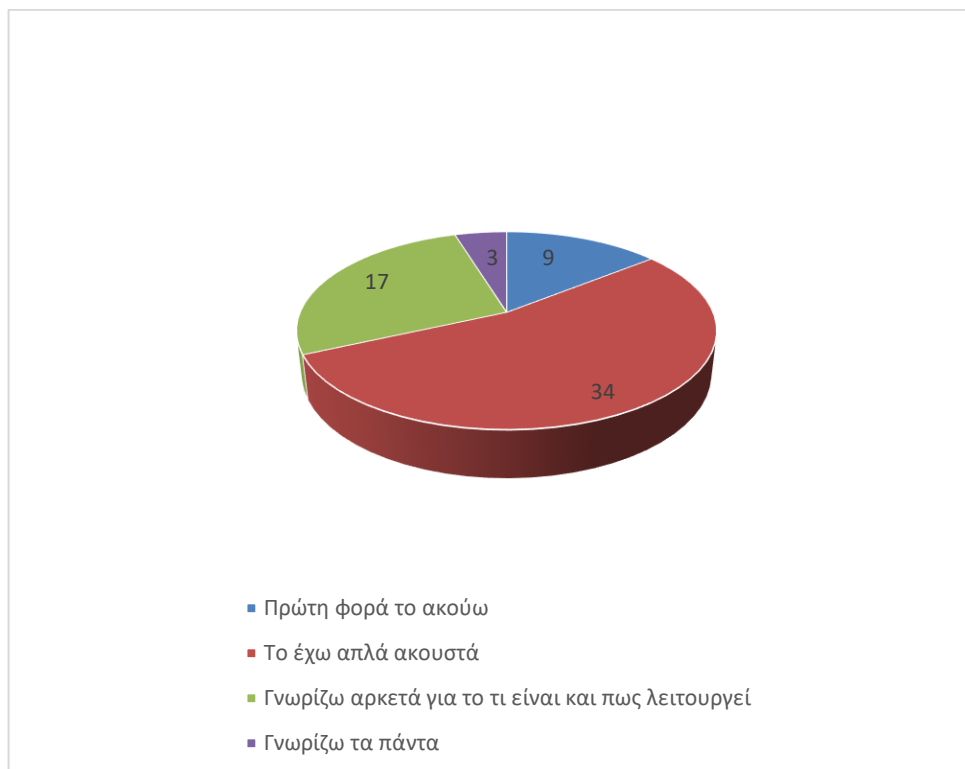
5.2 Ανάλυση Αποτελεσμάτων

5.2.1 Γραφήματα και Στατιστικά Δεδομένα Πειράματος

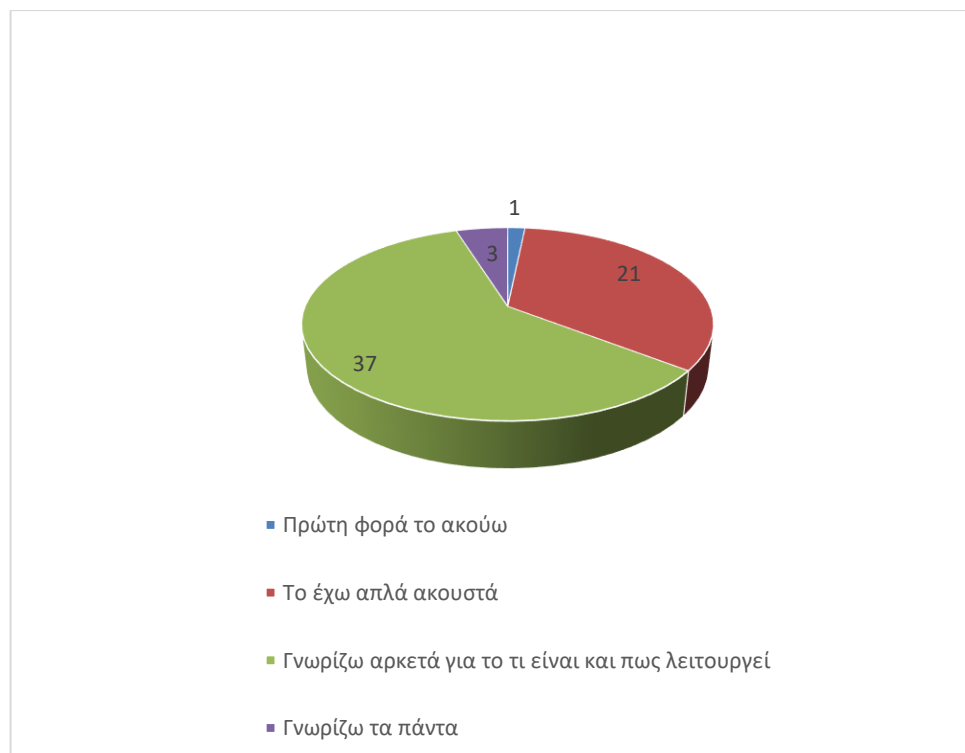
Τα πειράματα διήρκησαν τρεις εβδομάδες και συμμετείχαν 62 συμμετέχοντες. Με βάση τις απαντήσεις τους στα ερωτηματολόγια παρουσιάζονται παρακάτω μερικά γραφήματα που αναλύουν τα αποτελέσματά τους. Από τους 62 συμμετέχοντες οι 42 ήταν άντρες και οι 20 γυναίκες οι ηλικίες των συμμετεχόντων κυμαίνονταν από 18 έως 57 ετών, όπως στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Στατιστικά για το φύλο και την ηλικία των συμμετεχόντων



Σχήμα 2: Γνώσεις χρηστών σχετικά με την τεχνολογία Blockchain

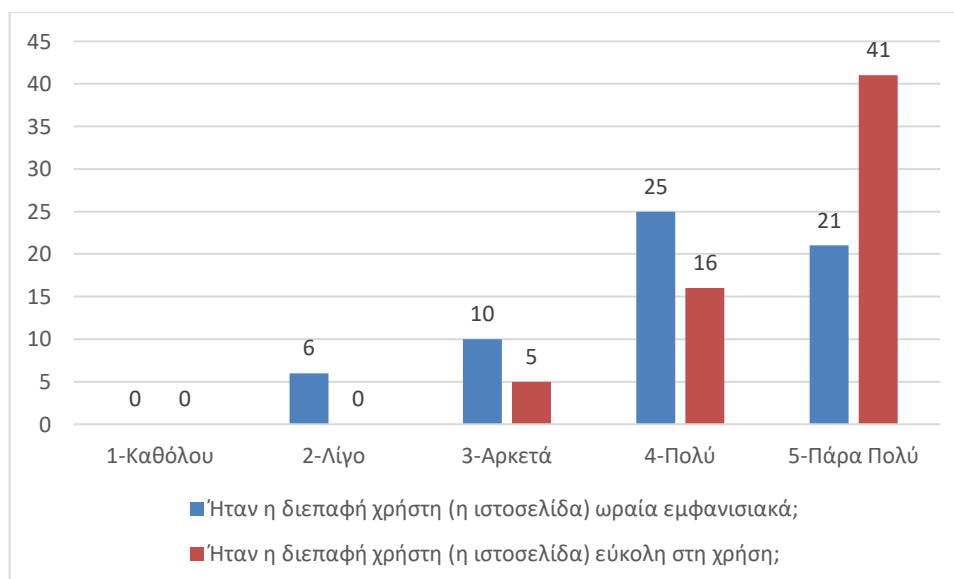


Σχήμα 3: Γνώσεις χρηστών σχετικά με την το Bitcoin



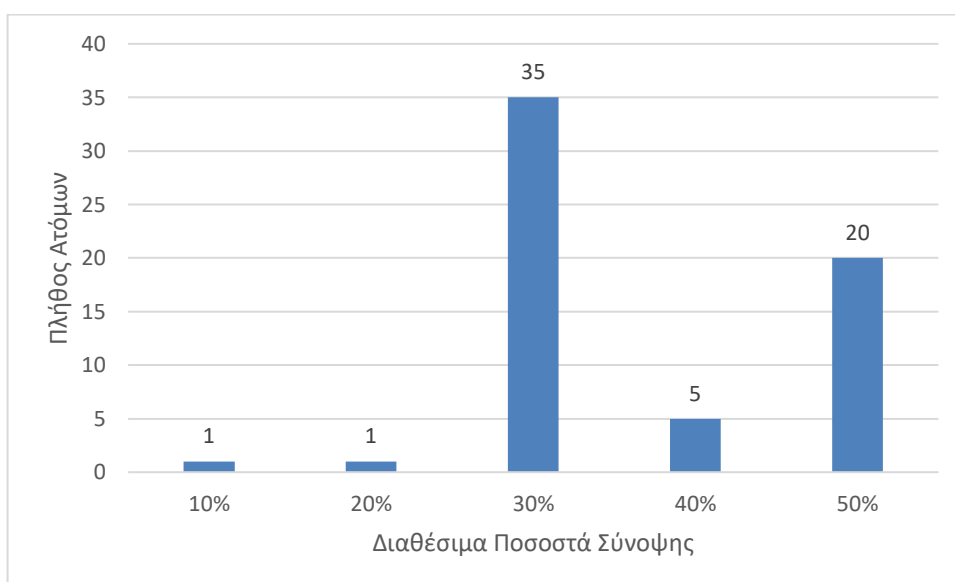
Σχήμα 4: Γνώσεις χρηστών σχετικά με τα NFT's

Από τα σχήματα Σχήμα 2, Σχήμα 3 και Σχήμα 4 είναι εύκολο να δει κανείς πως από τους συμμετέχοντες του πειράματος η πλειοψηφία είχε απλά ακουστά τις τεχνολογίες του Bitcoin και του NFT χωρίς κάποια συγκεκριμένη γνωστή προς το αντικείμενό τους, ωστόσο αυτό αλλάζει για το Bitcoin όπου φαίνεται πως οι χρήστες να είναι πιο εξοικειωμένοι με το θέμα του και να γνωρίζουν παραπάνω πληροφορίες.



Σχήμα 5: Γνώμη χρηστών για την εμφάνιση και την ευκολία χρήσης της εφαρμογής Ez-Synopsis

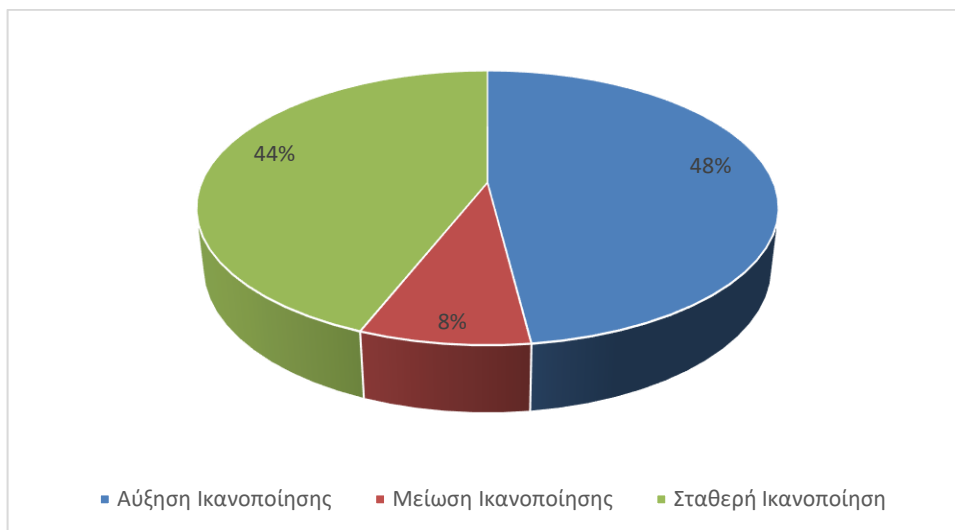
Όσον αφορά την γνώμη των χρηστών για την χρήση και την εμφάνιση της διαδικτυακής εφαρμογής όπως φαίνεται από το γράφημα από το Σχήμα 5 οι περισσότεροι χρήστες βρήκαν την εφαρμογή πάρα πολύ εύκολη στην χρήση και ως προς την εμφάνιση της πολύ ωραία. Με βάση τα στοιχεία του γραφήματος φαίνεται πως η διεπαφή χρήστη που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε έπεσε μέσα στις αρχικές προσδιαγραφές της εύχρηστιας και της καλής εμφάνισης. Αν και από ότι φαίνεται στον τομέα της αισθητικής εμφάνισης θα μπορούσε να γίνει κάποια βελτίωση για να ικανοποιηθούν περισσότεροι χρήστες.



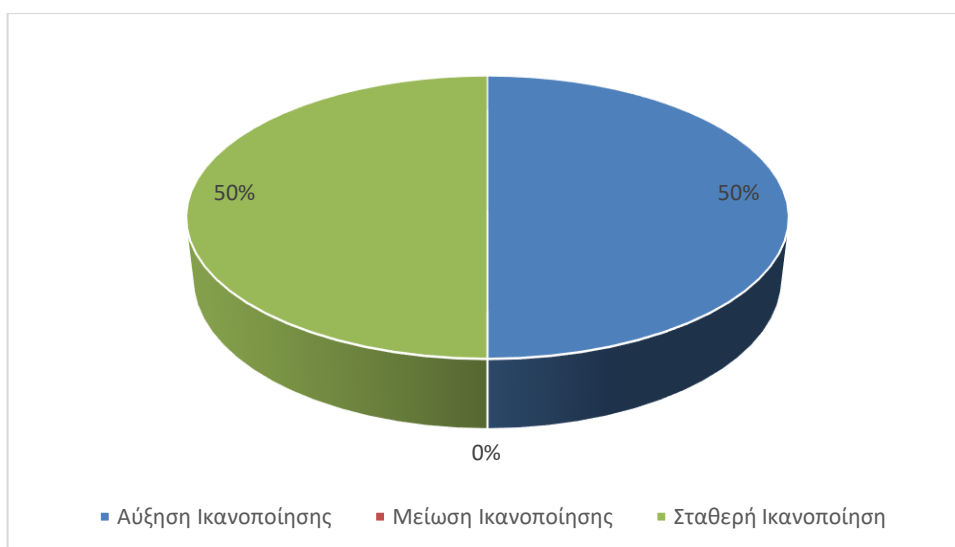
Σχήμα 6: Ποσοστά επιλογής ποσοστών σύνοψης από χρήστες

Με βάση τα τελικά επιλεγμένα ποσοστά σύνοψης της παρουσίασης όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 6, ο μέσος όρος (mean) για τους 62 χρήστες του ποσοστού είναι 36,613%. Ωστόσο αυτός ο υπολογισμός αν και μαθηματικά είναι σωστός στην πράξη αποτελεί λανθασμένη μέτρηση. Για τον σωστό υπολογισμό αυτού του ποσοστού πρέπει να λάβουμε υπόψιν και το βαθμό ικανοποίησης της σύνοψης του εκάστοτε χρήστη. Δηλαδή πρέπει να συγκρίνουμε τον παλιό με τον νέο (αν υπάρχει) βαθμό ικανοποίησης. Στην περίπτωση που ο νέος βαθμός ικανοποίησης είναι μικρότερος από τον αρχικό αυτό σημαίνει ότι χρήστης προτιμάει τον αρχικό καλύτερα. Το ίδιο ακριβώς θεωρούμε στην περίπτωση που ο βαθμός ικανοποίησης έμεινε σταθερός. Αντίθετα αν ο νέος βαθμός ικανοποίησης είναι μεγαλύτερος τότε κρατάμε αυτόν για τις μετρήσεις μας.

Στα διαγράμματα Σχήμα 7, Σχήμα 8 εξετάζονται δύο κατηγορίες, η μία είναι οι χρήστες που επέλεξαν πως θέλουν μεγαλύτερο ποσοστό σύνοψης από το 30% και η άλλη είναι οι χρήστες που ήθελαν μικρότερο ποσοστό σύνοψης από το 30%.



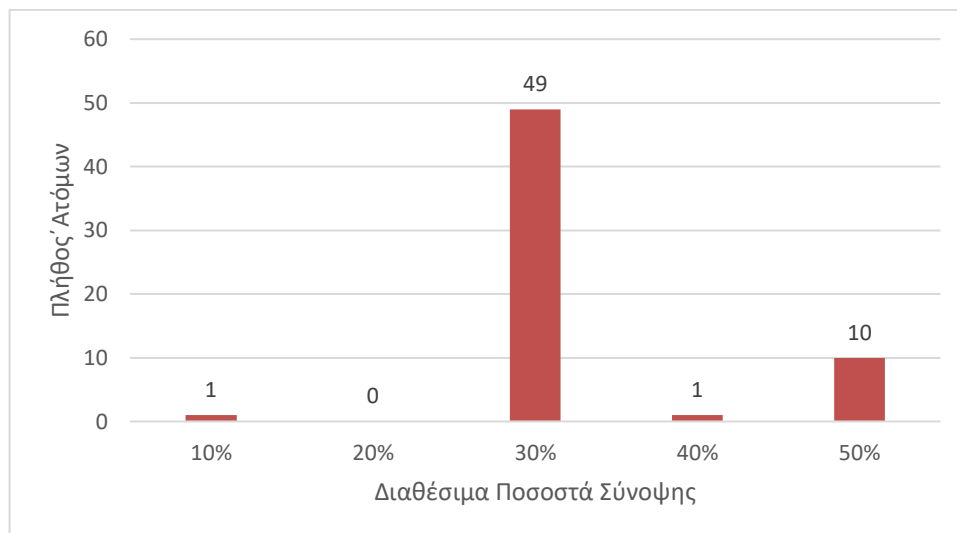
Σχήμα 7: Βαθμολογία αποτελεσμάτων σύνοψης με ποσοστό σύνοψης μεγαλύτερο του 30%



Σχήμα 8: Βαθμολογία αποτελεσμάτων σύνοψης με ποσοστό σύνοψης μικρότερο του 30%

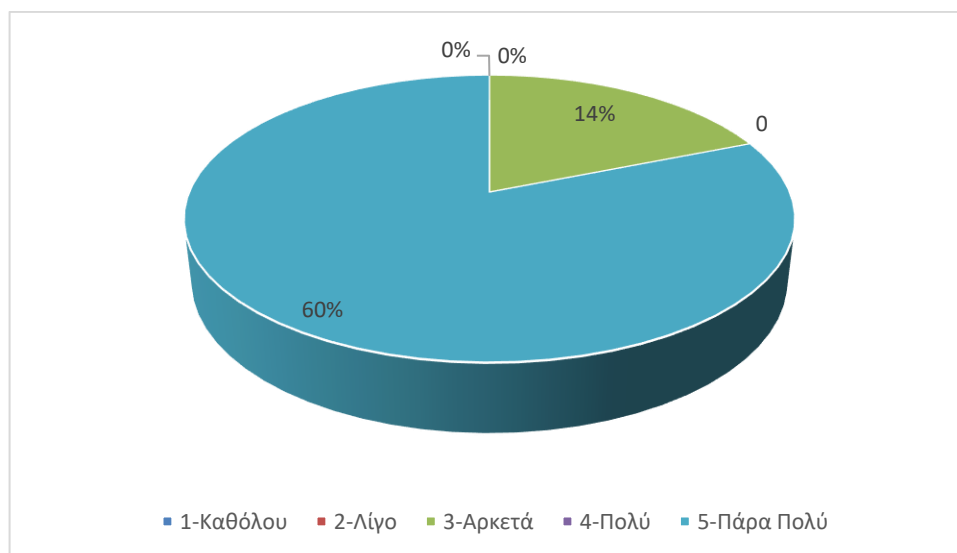
Βάσει των στοιχείων από το Σχήμα 7 και Σχήμα 8, βλέπουμε πως τελικά από τους χρήστες 25 που επέλεξαν ποσοστό σύνοψης μεγαλύτερο του 30% οι 13 (52%) προτιμούν το αρχικό ποσοστό 30%, ενώ από τους 2 χρήστες που επέλεξαν ποσοστό μικρότερο του 30% ο ένας προτίμησε καλύτερα το αρχικό καθώς δεν είχε ουσιαστική διαφορά για αυτόν. Έτσι καθίσταται σαφές πως αν δοκιμάσουμε να βρούμε τώρα πάλι τον πραγματικό μέσο όρο για το καλύτερο ποσοστό της σύνοψης από 36,613% το ποσοστό θα αρχίσει να πλησιάζει περισσότερο το 30%. Κάνοντας τις πράξεις το πραγματικό ποσοστό είναι 32,58%.

Τα νέα δεδομένα με τα οποία βρέθηκε αυτό το ποσοστό παρουσιάζονται στο Σχήμα 9



Σχήμα 9: Πραγματική προτίμηση ποσοστού σύνοψης από τους χρήστες

Στη συνέχεια εξετάζουμε τον βαθμό ικανοποίησης από την σύνοψη των χρηστών που παρέμειναν από την αρχή με ποσοστό σύνοψης 30%, για αναφορά το πλήθος αυτών των χρηστών ήταν 35.

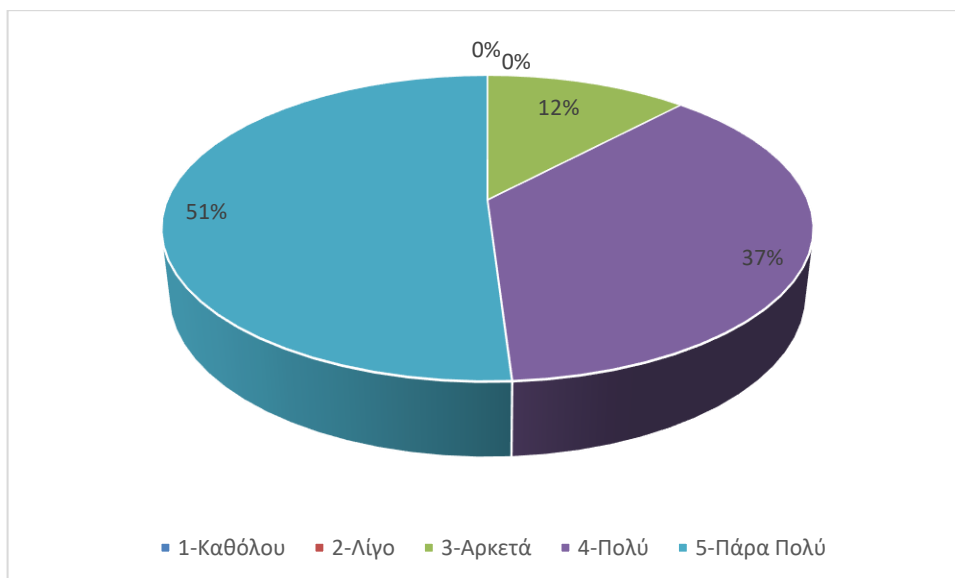


Σχήμα 10: Βαθμολογία Ικανοποίησης των αποτελεσμάτων της σύνοψης των χρηστών που παρέμειναν με ποσοστό σύνοψης 30%

Από το Σχήμα 10 παρατηρούμε πως, από τους 35 χρήστες που δεν χρειάστηκαν την δημιουργία νέας σύνοψης με ποσοστό μεγαλύτερο ή μικρότερο του 30%, το 60% αυτού του πληθυσμού έμεινε πάρα πολύ ευχαριστημένοι από τα αποτελέσματα της σύνοψης, ενώ μόνο το 14% δήλωσε πως ήταν πολύ ικανοποιημένοι. Από τους συνολικούς χρήστες που πήραν μέρος στο πείραμα και δήλωσαν εξ αρχής πως ήταν πάρα πολύ ικανοποιημένοι από την πρώτη σύνοψη του 30% δεν χρειάστηκαν να δοκιμάσουν άλλο ποσοστό, πράγμα το οποίο είναι

λογικό. Οι περισσότεροι που δήλωσαν θέληση να δοκιμάσουν άλλα ποσοστά σύνοψης για την παρουσίαση ήταν αυτοί που δήλωσαν χαμηλότερη σχετικά ικανοποίηση από τα αποτελέσματα της αρχικής. Παρόλα αυτά αυτό δεν εγγυάται πως οι νέες συνόψεις θα τους ικανοποιήσουν παραπάνω.

Με βάση το Σχήμα 9, που παρουσιάζει τα πραγματικά δεδομένα ικανοποίησης της αρχικής σύνοψης, τα οποία προέκυψαν συγκρίνοντας το βαθμό της ικανοποίησης της νέας σύνοψης (όπου ισχύει) με την παλιά για καθένα χρήστη, προέκυψαν και τα εξής δεδομένα ικανοποίησης Σχήμα 11:



Σχήμα 11: Νέα βαθμολογία ικανοποίησης των αποτελεσμάτων της σύνοψης των χρηστών με την πραγματική τιμή του ποσοστό σύνοψης 30%

Για περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων που συλλέχτηκαν από το πείραμα είναι αναγκαία η εισαγωγή ορισμένων μετρικών. Μετρικές όπως ο μέσος όρος (mean), διασπορά πληθυσμού (population variance) και τυπική απόκλιση πληθυσμού (population standard deviation). Η σημασία του μέσου όρου είναι αυτεξήγητη και έχει χρησιμοποιηθεί στις προηγούμενες μετρικές που κάναμε. Οπότε μένει να εξηγήσουμε τις άλλες δύο πριν τις χρησιμοποιήσουμε.

- **Populaton variance:** Η διασπορά του πληθυσμού μπορεί να οριστεί ως ο μέσος όρος των αποστάσεων από κάθε σημείο δεδομένων σε ένα συγκεκριμένο πληθυσμό στο μέσο τετράγωνο (μαθηματική δύναμη) και δείχνει πώς τα σημεία των δεδομένων απλώνονται μέσα στον πληθυσμό.
- **Pop standard deviation:** Η τυπική απόκλιση είναι ένα μέτρο που υποδεικνύει πόσο οι τιμές του συνόλου των δεδομένων αποκλίνουν (απλώνονται) από τη μέση τιμή. Δηλαδή η τυπική απόκλιση δείχνει αν τα δεδομένα σας είναι κοντά στη μέση τιμή (mean) ή κυμαίνονται πολύ μακριά της. Όσο πιο κοντά είναι η τιμή της στο 0 τόσο πιο αξιόπιστη είναι η μέση τιμή.

Μελετώντας την φόρμα ερωτηματολογίου που συμπλήρωσαν οι χρήστες αποφασίσαμε να διασπάσουμε τα δεδομένα τους σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από τους χρήστες που επέλεξαν μόνο το ποσοστό σύνοψης 30%, η δεύτερη αποτελείται από τα άτομα που διάλεξαν ως ποσοστό σύνοψης μεγαλύτερο του 30% και η τρίτη ομάδα όσοι επέλεξαν κάτω του 30%. Σε καθεμία από αυτές τις ομάδες αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε τις προαναφερθείσες μετρικές ώστε να ερευνήσουμε την σχέση των γνώσεων που έχουν οι χρήστες για την κάθε μία τεχνολογία που αναφέρεται στη σύνοψη που επέλεξαν. Στα σχήματα Σχήμα 12, Σχήμα 13 και Σχήμα 14 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τους.

Για την πρώτη ομάδα(Ποσοστό Σύνοψης=30%)

Γνώσεις του Συνόλου Σχετικά με την Τεχνολογία Blockchain		
Population Variance	Mean	Population Standard Deviation
0.444081633	2.114285714	0.666394502

Γνώσεις του Συνόλου Σχετικά με το Bitcoin		
Population Variance	Mean	Population Standard Deviation
0.329795918	2.685714286	0.574278607

Γνώσεις του Συνόλου Σχετικά με τα NFT's		
Population Variance	Mean	Population Standard Deviation
0.542040816	2.171428571	0.736234213

SUM of Mean/3
2.323809524

Σχήμα 12: Μετρικές για τις σχετικές γνώσεις των χρηστών με ποσοστό σύνοψης 30%

Για την δεύτερη ομάδα(Ποσοστό Σύνοψης=>30%)

Γνώσεις του Συνόλου Σχετικά με την Τεχνολογία Blockchain		
Population Variance	Mean	Population Standard Deviation
0.6016	2.28	0.775628777

Γνώσεις του Συνόλου Σχετικά με το Bitcoin		
Population Variance	Mean	Population Standard Deviation
0.3776	2.68	0.614492

Γνώσεις του Συνόλου Σχετικά με τα NFT's		
Population Variance	Mean	Population Standard Deviation
0.48	2.4	0.69282

SUM of Mean/3
2.453333

Σχήμα 13: Μετρικές για τις σχετικές γνώσεις των χρηστών με ποσοστό σύνοψης μεγαλύτερο του 30%

Για την Τρίτη ομάδα(Ποσοστό Σύνοψης=<30%)

Γνώσεις του Συνόλου Σχετικά με την Τεχνολογία Blockchain		
Population Variance	Mean	Population Standard Deviation
0.25	2.5	0.5

Γνώσεις του Συνόλου Σχετικά με το Bitcoin		
Population Variance	Mean	Population Standard Deviation
0.25	2.5	0.5

Γνώσεις του Συνόλου Σχετικά με τα NFT's		
Population Variance	Mean	Population Standard Deviation
0.25	3.5	0.5

SUM of Mean/3
2.5

Σχήμα 14: Μετρικές για τις σχετικές γνώσεις των χρηστών με ποσοστό σύνοψης μικρότερο του 30%

Από τα στοιχεία των μετρικών για όλες τις ομάδες παρατηρούμε πως στο σύνολο τους το mean που αφορά την γνώση του Bitcoin είναι σε όλες κοντά στο 2,6 και το population standard deviation του Bitcoin είναι το μικρότερο σε κάθε ομάδα. Αυτό σημαίνει πως το Bitcoin για καθεμία από τις ομάδες αποτελεί πιο κοινή γνώση από ότι η τεχνολογία Blockchain και τα NFT's. Επιπλέον παρατηρούμε πως η ομάδα με ποσοστό σύνοψης ίσο με 30% έχει το μικρότερο αριθμό σε σύνολο population standard variation αυτό σημαίνει πως πλησιάζει το αντίστοιχο mean της ομάδας για καθένα από τα θέματα που παρουσιάζονται. Έτσι η πρώτη ομάδα θα μπορούσε να θεωρηθεί πιο πλούσια σε γνώση από τις άλλες δύο που έχουν ποσοστά σύνοψης αντίστοιχα μεγαλύτερο και μικρότερο του 30%. Επίσης με αυτά τα στοιχεία θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει πως ο λόγος που η δεύτερη ομάδα ήθελε ποσοστό σύνοψης μεγαλύτερο από 30%, είναι για να συμπεριληφθεί περισσότερη χρήσιμη πληροφορία στην τελική παρουσίαση, εξαιτίας της σχετικά μεγαλύτερης έλλειψης των γνώσεων στα θέματα που αναλύονταν στην αρχική παρουσίαση.

5.2.2 Heatmaps με Βάση τα Δεδομένα των Χρηστών

Όλα τα heatmaps που δημιουργήθηκαν για κάθε χρήστη του πειράματος είναι διαθέσιμα μέσα στον φάκελο heatmaps της εφαρμογής. Όπως αναφέραμε προηγουμένως η εφαρμογή είναι διαθέσιμη στο GitHub στο εξής σύνδεσμο: [Κώδικας εφαρμογής¹⁷](https://github.com/Vazeagle/Thesis-Web-App-for-Powerpoint-Synopsis-Based-On-Ocular-Data-Analysis).

Τα heatmaps θεωρούνται μία από τις πιο χρήσιμες πηγές συλλογής πληροφοριών πειραματικών δεδομένων και χρησιμοποιούνται πολύ συχνά για την ανάλυση δεδομένων από

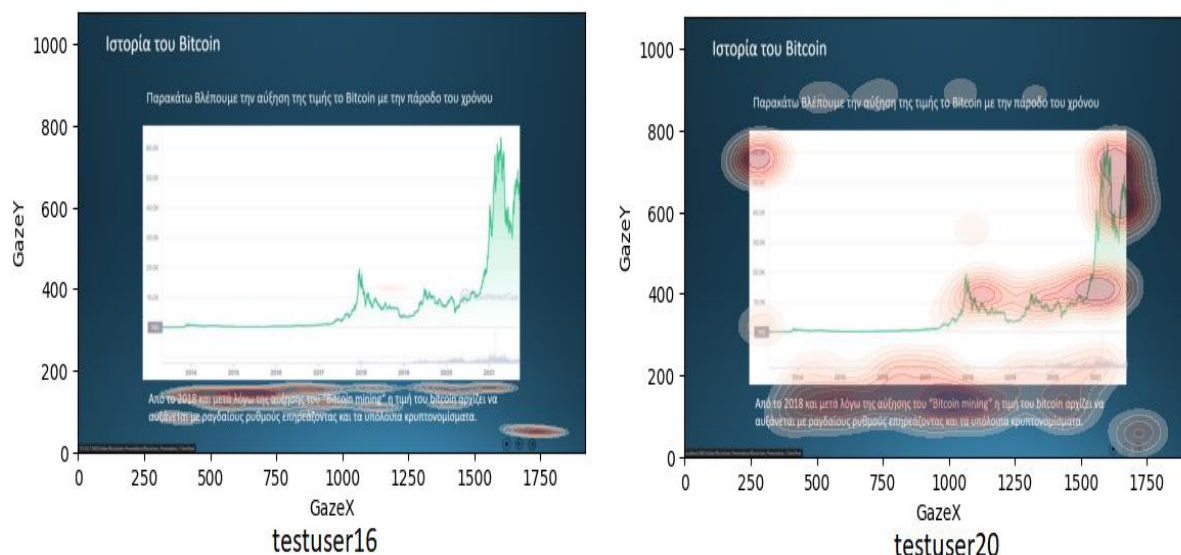
¹⁷ Πηγή: <https://github.com/Vazeagle/Thesis-Web-App-for-Powerpoint-Synopsis-Based-On-Ocular-Data-Analysis>

eye trackers. Μέσα από την ανάλυση και την σύγκριση των heatmaps των χρηστών μπορούμε να εξάγουμε πολύτιμες πληροφορίες για τον τρόπο που αλληλοεπιδρούν με τις διαφάνειες. Με αυτά τα δεδομένα μπορούμε να αξιολογήσουμε ποια αντικείμενα από τις διαφάνειες τραβάνε περισσότερο την προσοχή του χρήστη, είτε από θέμα περιεχομένου είτε από θέμα αισθητικής εμφάνισης.

Πιο συγκεκριμένα μελετώντας τα heatmaps των χρηστών σε συνδυασμό με τα στοιχεία που συλλέξαμε από το ερωτηματολόγιο γίνεται εμφανές ότι οι χρήστες εστίαζαν περισσότερο σε περιοχές όπου παρείχαν πληροφορίες που δεν γνώριζαν. Αυτό διαπιστώνεται εύκολα αν εξετάσουμε τα heatmaps των χρηστών που δήλωσαν πως είτε είχαν απλά ακουστά είτε άκουγαν για πρώτη φορά κάποια από τις τεχνολογίες (Blockchain, Bitcoin και NFT's) που εξηγούνταν στην παρουσίαση. Παρόλα αυτά τα heatmaps έχουν ένα σοβαρό ελάττωμα, τα δεδομένα που εξάγονται από αυτά μπορεί να μην αντιπροσωπεύουν ουσιαστική πληροφορία και μπορούμε έτσι να οδηγηθούμε σε λανθασμένες ερμηνείες τους. Για αυτό είναι καλή τεχνική να λειτουργούν συνδυαστικά μαζί με άλλες πληροφορίες για την πιο σωστή ερμηνεία των δεδομένων.

Ακόμα με την χρήση των δεδομένων του heatmap ο διαχειριστής μπορεί να εντοπίσει τα σημεία της παρουσίασης που επικεντρώνεται ο χρήστης και πιθανώς που του προκάλεσαν ενδιαφέρον. Αυτό δίνει πληροφορίες στον διαχειριστή για το πως μπορεί να βελτιώσει τις διαφάνειές του και σε τί σημεία πιθανώς θα έπρεπε να δώσει μεγαλύτερη βαρύτητα κατά την διάρκειά της παρουσίασης των διαφανειών του σε κάποιο μάθημα (σε περίπτωση που πρόκειται για κάποιο εκπαιδευτικό), καθώς τα στοιχεία που είχαν κεντρίσει το ενδιαφέρον των χρηστών μπορεί να υποδηλώνουν σημεία που ήταν δύσκολα προς κατανόηση.

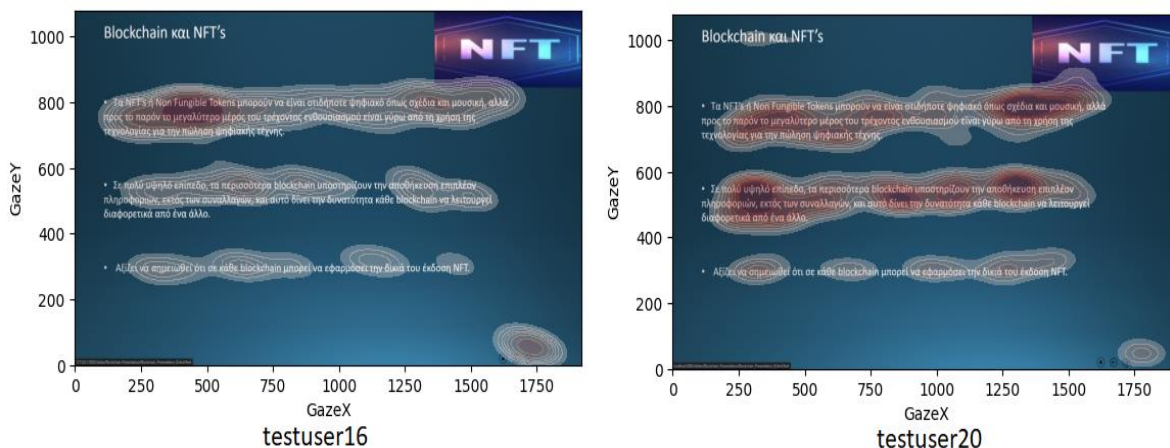
Μια επιπλέον παρατήρηση που προέκυψε μελετώντας τα heatmaps και τις συνόψεις των χρηστών, είναι πως όσον αφορά τις εικόνες που περιέχει η παρουσίαση, με την εξαίρεση μικρού αριθμού χρηστών, οι περισσότεροι εστίασαν μόνο στις εικόνες που περιλαμβάνουν ουσιαστική πληροφορία, όπως η εικόνα δομής του Blockchain και το διάγραμμα αύξησης της τιμής του Bitcoin. Ενώ ακόμα φάνηκε πως κάποιοι χρήστες είχαν εστιάσει ελάχιστα είτε και καθόλου σε ορισμένα αντικείμενα κειμένου της παρουσίασης. Τα ποσοστά αυτών των χρηστών ήταν πολύ μικρά και το φαινόμενο αυτό δεν είχε κάποια επαναλαμβανόμενη συνήθεια. Εικάζουμε πως τα αντικείμενα αυτά καθαυτά δεν είναι το πρόβλημα αλλά απλά για κάποιο λόγο ο χρήστης προτίμησε να μην εστιάσει πολύ σε αυτά είτε τα προσπέρασε τελείως. Παρακάτω στις εικόνες Εικόνα 27 και Εικόνα 28 θα παρουσιάσουμε ενδεικτικά μερικά διαφορετικά heatmaps από δύο χρήστες.



Εικόνα 27: Παράδειγμα heatmap δύο διαφορετικών χρηστών στην ίδια διαφάνεια -1

Όπως φαίνεται από την Εικόνα 27 ο χρήστης testuser16 (στο αριστερό μέρος) εστίασε ελάχιστα στην εικόνα της διαφάνειας ενώ σε αντίθεση ο testuser20 (στο δεξί μέρος) πέρασε περισσότερο χρόνο στην εστίαση της. Ακόμα είναι εμφανές πως ο testuser 16 προσπέρασε το κείμενο πριν την εικόνα της τιμής του Bitcoin.

Όμοια στο heatmap Εικόνα 28 μπορούμε να δούμε πως πάλι ο testuser 20 έχει εστιάσει περισσότερο στα αντικείμενα της διαφάνειας. Αξιολογώντας αυτά τα δεδομένα παράλληλα με τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου για τους συγκεκριμένους δύο χρήστες παρατηρούμε πως, ενώ ο testuser16 έχει δηλώσει μικρότερο ποσοστό γνώσης των θεμάτων που αναλύονται στην παρουσίαση παράλληλα έχει εστιάσει λιγότερο στα αντίστοιχα γνωστικά αντικείμενά στις διαφάνειες. Σε αντίθεση ο testuser20 με βάση τα heatmaps φαίνεται πως έχει εστιάσει σε όλα τα αντικείμενα που αφορούν τα γνωστικά αντικείμενα που αναλύονται στις διαφάνειες αλλά έχει δώσει μεγαλύτερη βάση στα στοιχεία που δεν είχε τόσο καλή γνώση. Ο testuser20 δήλωσε πως όσον αφορά την τεχνολογία των NFT και των Bitcoin έχει λειτουργικές γνώσεις στα θέματα αυτά, ενώ δεν έχει τόσο καλές γνώσεις στο κομμάτι του Blockchain. Ελέγχοντας στην συνέχεια το πλήθος από τα ταιριάσματα ανά αντικείμενο (στήλη occurrenceNum στον πίνακα synopsis_data) στην βάση δεδομένων και αξιολογώντας την τελική σύνοψη που δημιουργήθηκε για τον χρήστη αυτό βλέπουμε πως πράγματι τα δεδομένα συνάδουν καθώς στην τελική σύνοψη όπως και στην βάση δεδομένων οι πληροφορίες αφορούν επί το πλείστον δεδομένα για την τεχνολογία Blockchain.



Εικόνα 28: Παράδειγμα heatmap δύο διαφορετικών χρηστών στην ίδια διαφάνεια -2

Αυτή η μεθοδολογία που αναλύθηκε για την σύγκριση των heatmaps των testuser16 και testuser 20 χρησιμοποιήθηκε και για τον έλεγχο των heatmaps των υπόλοιπων χρηστών. Μέσα από την ανάλυση τους διαπιστώθηκε πως το περιεχόμενο της σύνοψης ακολουθούσε ίδια λογική με αυτή του testuser20. Δηλαδή η σύνοψη βασίζονταν σε στοιχεία που ο χρήστης δεν είχε τόσο καλή γνώση και η εστίαση του σε αυτά φαίνεται και από τα heatmaps.

Εξαίρεση αποτελεί το heatmap του χρήστη testuser5 ο οποίος αγνόησε εσκεμμένα όπως δήλωσε ορισμένα σημεία της παρουσίασης γιατί είχε την περιέργεια να δει αν θα του εμφανιστούν ή όχι στην τελική σύνοψη. Όπως ήταν αναμενόμενο από τον τρόπο λειτουργίας της εφαρμογής τα σημεία που δεν εστίασε καθόλου δεν εμφανίστηκαν στην σύνοψη, κατά τα άλλα ο χρήστης δήλωσε πως έμεινε ευχαριστημένος γιατί όντως τα σημεία που εστίασε πραγματικά του εμφανίστηκαν στην τελική σύνοψη με τον τρόπο που ήθελε.

5.3 Συμπεράσματα Πειραμάτων

Από τα πειράματα που διεξήχθησαν μπορέσαμε να αποσπάσουμε πολλές χρήσιμες πληροφορίες. Μια αρκετά ενδιαφέρουσα πληροφορία ήταν πως ο τρόπος που αντιλαμβάνεται κάποιος ότι μελετάει μια παρουσίαση, μπορεί να διαφέρει από τον πραγματικό τρόπο που επεξεργάζεται το περιεχόμενο της. Τα οπτικά εφέ όπως οι εικόνες τραβούν σε μεγαλύτερο βαθμό το ενδιαφέρον του χρήστη ωστόσο χρειάζεται κριτική σκέψη έτσι ώστε να εστιάζει μόνο σε εικόνες που προσφέρουν χρήσιμη πληροφορία και όχι σε εικόνες που χρησιμοποιούνται μόνο λόγω της ελκυστικής τους εμφάνισης.

Με βάση τα δεδομένα που αναλύσαμε εκτενώς στο προηγούμενο κεφάλαιο παρατηρούμε πως σε μεγάλο ποσοστό οι πληροφορίες που εμφανίστηκαν στην σύνοψη είναι πληροφορίες στις οποίες ο χρήστης παρουσίαζε κάποιου είδους έλλειψη γνώσης. Ακόμα αποδείχτηκε πως για να αναλυθούν σωστά τα heatmaps πρέπει η πληροφορία που παρέχουν να συνδυαστεί με άλλα δεδομένα όπως στην περίπτωση μας με τα δεδομένα της οφθαλμικής ιχνηλάτησης που

αποθηκευτήκαν στη βάση δεδομένων και τα δεδομένα του ερωτηματολογίου που απάντησαν οι χρήστες.

Μερικοί χρήστες ανέφεραν στο τέλος του πειράματος πως πίστευαν ότι είχαν εστιάσει σε συγκεκριμένα σημεία στο κείμενο της παρουσίασης και δεν περιλήφθηκαν στο ποσοστό των 30%, ωστόσο η πληροφορία που έψαχναν να βρουν βρίσκονταν λόγω της κατάταξής τους στα μεγαλύτερα ποσοστά της σύνοψής είτε 40% είτε 50%. Παρόλα αυτά διατρέχοντας στα δεδομένα του eye tracker και του heatmap σε συνδυασμό με τα στοιχεία του ερωτηματολογίου συμπεράναμε πως όλα εμφανίζονταν όπως έπρεπε με βάση την λειτουργία της εφαρμογής και το πιο πιθανό ήταν ο χρήστης να θεωρούσε εν μέρει υποσυνείδητα πως είχε εστιάσει σε ένα συγκεκριμένο σημείο ενώ στην πραγματικότητα το βλέμμα του υποδήλωνε ότι κοίταγε αλλού.

Μελετώντας επίσης τις συνόψεις του κάθε χρήστη παρατηρήθηκε πως οι χρήστες εστίαζαν πολύ περισσότερο με μεγαλύτερη ευκολία σε εικόνες που εμπεριέχουν κάποια χρήσιμη πληροφορία, παρά σε αντικείμενα κειμένων.

Ακόμα συμπεράναμε πως με βάση το καλύτερο ποσοστό σύνοψης με βάση τα αντικείμενα που εστιάζει ένας χρήστης σε μία παρουσίαση PowerPoint είναι τιμές που υπάρχουν κοντά στο 30%. Συγκεκριμένα στο πείραμα μας βρήκαμε ως mean συνόλου το ποσοστό σύνοψης 32,58%. Ωστόσο σε αυτό το σημείο πρέπει να κάνουμε μια παρατήρηση πως το ποσοστό αυτό θέλει ιδιαίτερη μεταχείριση, γιατί το ποσοστό αυτό δεν εμφανίζει τις πληροφορίες με βάση το πλήθος των διαφανειών αλλά με βάση την ποσότητα της πληροφορίας που περιέχει μια παρουσίαση. Για παράδειγμα αν έχουμε 100 γεμάτες σελίδες με 10 στοιχεία η κάθε μία και επιλέξουμε το 10% τότε θα κρατήσει για την σύνοψη 100 στοιχεία, τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε μία σύνοψη από αρκετές σελίδες (όσες σελίδες χρειάζονται για την αναπαράσταση των 100 στοιχείων). Οπότε πιθανώς σε παρουσιάσεις με μεσαίο πλήθος πληροφορίας και οι διαφάνειες δεν είναι πλήρως γεμάτες το ποσοστό σύνοψης 30% λογικά θα ικανοποιεί τους χρήστες. Σε αντίθεση σε πολύ μεγάλες παρουσιάσεις μπορεί για μια περίληψη να συμφέρει να επιλεγεί μικρότερο ποσοστό σύνοψης. Βέβαια όλα αυτά στο τελικό κομμάτι εξαρτώνται από το τί προτιμάει ο εκάστοτε χρήστης με βάση την πληροφορία που θα ήθελε να του παρουσιαστεί στην σύνοψη του.

Η εφαρμογή λειτουργεί με βάση τις αρχικές προδιαγραφές που είχαμε θέσει, προσφέροντας ένα εύχρηστο και αισθητικά όμορφο περιβάλλον διεπαφής χρήστη, όπως προέκυψε και με βάση τα σχόλια των χρηστών στο ερωτηματολόγιο.

6

Συμπεράσματα και Προοπτικές

6.1 Βασικά Συμπεράσματα της Διπλωματικής Εργασίας

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας εξετάστηκε η χρήση πολλών διαφορετικών τεχνολογιών για την δημιουργία μιας διαδικτυακής εφαρμογής. Η ανάπτυξη της εφαρμογής “Ez-Synopsis” και η πειραματική εφαρμογή της, όπως παρουσιάστηκε σε αυτή την διπλωματική εργασία, αποτελεί αντιπροσωπευτικό παράδειγμα χρήσης της τεχνολογίας eye tracking στον τομέα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Η τεχνολογία αυτή φαίνεται πως αποτελεί ένα θέμα που προκαλεί διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον στους ερευνητές και αυτό φαίνεται μέσα και από τα στοιχεία της βιβλιογραφικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε. Καθίσταται σαφές πως οι eye trackers βρίσκουν ολοένα και περισσότερες εφαρμογές στην καθημερινή μας ζωή.

Σε μια διαδικτυακή εφαρμογή ο βαθμός της ικανοποίησης του χρήστη και η ευκολία πρόσβασης και χρήσης των υπηρεσιών της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το σωστό στήσιμό της διεπαφής του χρήστη. Καλό είναι η εφαρμογή να έχει ένα σχετικά απλό σύστημα πλοήγησης και αισθητικά αρεστή εμφάνιση, χωρίς όμως να τραβάει τη προσοχή του χρήστη υπερβολικά και να καταλήγει να τον αποσπά από την εργασία του.

Αποδείχτηκε πως η χρήση κατάλληλα οργανωμένων παρουσιάσεων PowerPoint μπορεί να αποτελεί σημαντικό εργαλείο εκμάθησης πληροφοριών και μπορεί εύκολα να βρει χρήσεις και στον τομέα της εκπαίδευσης αλλά και των επιχειρήσεων.

Μέσα από τα πειράματα που διεξάχθηκαν από την χρήση της εφαρμογής, δείξαμε πως ένα καλό ποσοστό διατήρησης πληροφορίας για την σύνοψη μιας παρουσίασης είναι το 30%. Πράγματι οι χρήστες των πειραμάτων εστίαζαν περισσότερο σε σημεία στην παρουσίαση που αφορούσαν γνωστικά θέματα για τα οποία δεν είχαν τόσο γνώση πάρα σε αυτά τα οποία ήξεραν ήδη. Τα heatmaps σαν μέθοδος εξόρυξης πληροφορίας πειραματικών δεδομένων από μόνα τους είναι τελεσίδικα και μπορούν να οδηγήσουν σε λάθος συμπεράσματα. Τα heatmaps πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνάρτηση με άλλα δεδομένα για να μεταφραστεί καλύτερα η συμπεριφορά των χρηστών και το τελικό αποτέλεσμα να έχει μεγαλύτερη ακρίβεια και ερευνητική ευστάθεια.

6.2 Μελλοντικές Εργασίες

Παρότι η εφαρμογή είναι αρκετά πλήρης στο σύνολο της πάντα σε κάθε λογισμικό υπάρχει χώρος για βελτίωση και προσθήκες νέων λειτουργιών. Στην τρέχουσα έκδοση της εφαρμογής μας ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η κατάταξη των αντικειμένων της παρουσίασης που χρησιμοποιούνται στην σύνοψή βασίζεται στον χρόνο εστίασης του χρήστη στο συγκεκριμένο αντικείμενο. Αν το αντικείμενο της εστίασης είναι ένα πάρα πολύ μεγάλο κείμενο, είναι φυσικό ο χρήστης να θέλει περισσότερο χρόνο να το διαβάσει, σε σχέση με μια μικρή πρόταση κειμένου. Ας υποθέσουμε ότι συμβαίνει αυτό και ο χρήστης θέλει χρονικά 20 δευτερόλεπτα για να διαβάσει το μεγαλύτερο κείμενο και 5 δευτερόλεπτα για το μικρό, αν εστιάσει για 20 δευτερόλεπτα στο μικρό κείμενο και απλά διαβάσει το μεγάλο στο τέλος και τα δύο αντικείμενα θα έχουν την ίδια κατάταξη με βάση τον χρόνο που πέρασε ο χρήστης στο κάθε ένα ακόμα και αν εστίασε περισσότερο στο μικρό κείμενο. Έτσι καθίσταται σαφές πως αυτός ο τρόπος κατάταξης μπορεί να δημιουργήσει σοβαρή ανισότητα στα αποτελέσματα της σύνοψης καθώς και μπορεί να βλάψει βαθύτατα τον βαθμό ικανοποίησης του χρήστη. Στη παρουσίαση που χρησιμοποιήσαμε για τα πειράματά μας φροντίσαμε τα κείμενα να έχουν ως επί το πλείστον παρόμοιο μέγεθος ώστε να αποφευχθεί η λάθος μέτρηση, ωστόσο αυτό δεν θα είναι δυνατόν να γίνεται συνέχεια σε όλες τις παρουσιάσεις. Καθίσταται σαφές ότι πρέπει να βρεθεί μια πιο μόνιμη λύση σε αυτό το θέμα. Καταλήξαμε πως μια ιδέα για την βελτιστοποίηση της εφαρμογής μας και λύση αυτού του προβλήματος είναι η χρήση της τεχνολογίας της τεχνητής νοημοσύνης για να αλλάξει ο τρόπος με τον οποίο βαθμολογείται το κάθε αντικείμενο της παρουσίασης στην κατάταξη.

Πιο συγκεκριμένα θα μπορούσε να γίνει ανάπτυξη νευρωνικών δικτύων που να δύνανται να καταλάβουν το σημασιολογικό περιεχόμενο ενός αντικειμένου κειμένου της παρουσίασης και να μπορούν να διασπάσουν την σημαντική πληροφορία δημιουργώντας την περίληψή του, ενώ ακόμα με την χρήση μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης θα μπορεί να αξιολογηθεί η σημαντικότητα του εκάστοτε αντικειμένου (κειμένου ή εικόνας) και να χρησιμοποιηθεί και αυτό στην διαδικασία βαθμολόγησης των αντικειμένων.

Βέβαια για να γίνει εφικτό κάτι τέτοιο χρειάζονται πάρα πολλά πειράματα με μεγάλη συμμετοχή χρηστών και κατάλληλες αξιολογήσεις, γιατί χρειάζονται πάρα πολλά δεδομένα ώστε το νευρωνικό δίκτυο να εκπαιδευτεί σωστά και να φτάσει σε ένα καλό επίπεδο να καταλαβαίνει τα περιεχόμενα ενός κειμένου. Τα πολλά δεδομένα μας δίνουν καλή ακρίβεια, σε σχέση όμως με την επιλογή του κατάλληλου νευρωνικού δικτύου και την αντίστοιχα κατάλληλη ρύθμιση των παραμέτρων του. Μόνο έτσι θα μπορέσει να δουλεύει σωστά και αποδοτικά το νέο σύστημα.

Για την πλήρη εμπειρία διαδικτυακής εφαρμογής και την τελική έκδοση της εφαρμογής στο ευρύτερο κοινό πρέπει να περιμένουμε από την Tobii την ολοκλήρωση της δημιουργία ενός websocket και αντίστοιχου API για την μεταφορά δεδομένων του eye tracker στο web. Αν αυτό δεν υλοποιηθεί γρήγορα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν άλλα μέσα όπως διαφορετικός eye tracker που να παρέχει αυτή την λειτουργία. Σε αυτή την περίπτωση θα χρειαστεί αλλαγές ο τρέχον κώδικας στην διαδικασία σύνδεσης με τον eye tracker, ωστόσο ο

πυρήνας της διαδικτυακής εφαρμογής και οι βάσεις του υπόλοιπου κώδικα για την επεξεργασία και αποθήκευση των δεδομένων θα παραμείνουν τα ίδια.

Τέλος από πλευρά της διαδικτυακής εφαρμογής το αρχείο `app.py` θα μπορούσε να αλλάξει οργάνωση και να χρησιμοποιηθούν Flask blueprints. Αυτό δεν θα επηρεάσει κάπου την λειτουργικότητα της εφαρμογής παρά μόνο την οργάνωση και την οπτική ευκολία ανάγνωσης του συγκεκριμένου κώδικα. Επίσης θα μπορούσε να ολοκληρωθεί η λειτουργικότητα της επιβεβαίωσης του email του χρήστη και οι λειτουργίες που χρειάζονται για την επαναφορά του κωδικού πρόσβασής μιας και τα θεμέλια για την υποστήριξη αυτών των δυνατοτήτων της εφαρμογής υπάρχουν ήδη και θα ήταν σχετικά εύκολο να υλοποιηθεί.

Βιβλιογραφία- Αναφορές

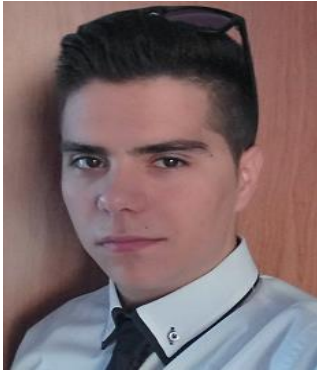
- [1] Jesse James Garrett, “Ajax: A New Approach to Web Applications,” in 2007.
- [2] The Editors of Encyclopaedia Britannica, *Microsoft PowerPoint*. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/technology/Microsoft-PowerPoint>
- [3] New York Times, “Microsoft Buys Software Unit,” *new york times*. <https://www.nytimes.com/1987/07/31/business/company-news-microsoft-buys-software-unit.html>
- [4] L. Flynn, *The Microsoft Office Bundles 4 Programs*. [Online]. Available: <https://books.google.com/books?id=lzAEAAAAMBAJ&pg=PA17>
- [5] Dennis Austin, “Powerpoint Timeline to 1995,” 2017. [Online]. Available: <http://www.gbuwizards.com/files/powerpoint-timeline-to-1995-dennis-austin.pdf>
- [6] Robert Gaskins, *Sweating Bullets: Notes about Inventing PowerPoint*, 2017. [Online]. Available: https://books.google.gr/books?id=RC_5OCQJ7YC&redir_esc=y
- [7] Meinald T. Thielsch, Isabel Perabo, “Use and Evaluation of Presentation Software,” 2016. [Online]. Available: http://www.thielsch.org/download/paper/Thielsch_Perabo_2012.pdf
- [8] The Editors of Encyclopædia Britannica, *Microsoft PowerPoint*. [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20170828152107/https://www.britannica.com/technology/Microsoft-PowerPoint>
- [9] R. Gaskins, “PowerPoint at 20: Back to Basics,” *Commun. ACM*, vol. 50, no. 12, pp. 15–17, 2007, doi: 10.1145/1323688.1323710.
- [10] “PowerPoint FAQ,” in 2013. [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20130510103008/http://www.bitbetter.com/powerfaq.htm>
- [11] dtardon, emendelson, osnola, strbafridrich, *libmwaw*, 2016. [Online]. Available: <https://sourceforge.net/projects/libmwaw/>
- [12] Microsoft, “[MS-PPT]: PowerPoint (.ppt) Binary File Format,” 2021. [Online]. Available: https://docs.microsoft.com/en-us/openspecs/office_file_formats/ms-ppt/6be79dde-33c1-4c1b-8ccc-4b2301c08662?redirectedfrom=MSDN
- [13] Microsoft, *File formats that are supported in PowerPoint*. [Online]. Available: <https://support.microsoft.com/en-us/office/file-formats-that-are-supported-in-powerpoint-252c6fa0-a4bc-41be-ac82-b77c9773f9dc?ui=en-us&rs=en-us&ad=us>
- [14] Microsoft, “Open XML Formats and file name extensions,” [Online]. Available: <https://support.microsoft.com/en-us/office/open-xml-formats-and-file-name-extensions-5200d93c-3449-4380-8e11-31ef14555b18?ui=en-us&rs=en-us&ad=us>
- [15] Microsoft, “Introducing the Office (2007) Open XML File Formats,” in 2014. [Online]. Available: [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/office/developer/office-2007/aa338205\(v=office.12\)?redirectedfrom=MSDN](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/office/developer/office-2007/aa338205(v=office.12)?redirectedfrom=MSDN)
- [16] ECMA-376, “Office Open XML file formats,” in 2021. [Online]. Available: <https://www.ecma-international.org/publications-and-standards/standards/ecma-376/>
- [17] “Office Open XML (OOXML, ISO/IEC 29500, ECMA 376) Format Family,” in 2017. [Online]. Available: <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/fdd/fdd000395.shtml>

- [18] “PPTX (Office Open XML, Presentation ML) ISO 29500:2008-2016, also ECMA-376, Editions 1-5.,” in 2017. [Online]. Available: <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/fdd/fdd000399.shtml>
- [19] Library of Congress, “Setting Standards (Office Open XML and PDF/A),” in 2017. [Online]. Available: https://www.digitalpreservation.gov/series/challenge/formats_challenge.html
- [20] Ziff Davis, ““The 800-Pound Gorilla of the Presentation Market”,” in 2017. [Online]. Available: <https://www.webcitation.org/6bxj2eryp?url=https://filetea.me/t1sEVBHlotISPCAVUKpeg2F5A>
- [21] Microsoft, “Working with presentation slides (Open XML SDK),” in 2022. [Online]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/office/open-xml/working-with-presentation-slides>
- [22] Microsoft, “Open XML SDK,” 2021. [Online]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/office/open-xml/open-xml-sdk> Microsoft
- [23] Laguna State Polytechnic University - Santa Cruz, “4 uses of powerpoint in governance and citizen,” [Online]. Available: <https://www.coursehero.com/file/p3bo9bs/4-Uses-of-PowerPoint-in-Governance-and-citizen-services-As-you-know-so-far-that/>
- [24] S. Kaplan, “Strategy and PowerPoint: An Inquiry into the Epistemic Culture and Machinery of Strategy Making,” *Organization Science*, vol. 22, no. 2, pp. 320–346, 2011, doi: 10.1287/orsc.1100.0531.
- [25] T. L. Childers and M. J. Houston, “Conditions for a Picture-Superiority Effect on Consumer Memory,” *J Consum Res*, vol. 11, no. 2, p. 643, 1984, doi: 10.1086/209001.
- [26] Robert A Bartsch and Kristi M Cobern, “Effectiveness of PowerPoint presentations in lectures,” *Computers & Education*, vol. 41, no. 1, pp. 77–86, 2003, doi: 10.1016/S0360-1315(03)00027-7.
- [27] Roy B Lowry, “Electronic Presentation of Lectures – Effect upon Student Performance,” [Online]. Available: <https://edu.rsc.org/download?ac=517078>
- [28] A. Szabo and N. Hastings, “Using IT in the undergraduate classroom: should we replace the blackboard with PowerPoint?,” *Computers & Education*, vol. 35, no. 3, pp. 175–187, 2000, doi: 10.1016/S0360-1315(00)00030-0.
- [29] N. J. Wade, “Pioneers of eye movement research,” *i-Perception*, vol. 1, no. 2, pp. 33–68, 2010, doi: 10.1068/i0389.
- [30] E. B. Huey, *The psychology and pedagogy of reading: With a review of the history of reading and writing and of methods, texts and hygiene in reading / Edmund Burke Huey*. Bristol: Thoemmes, 1998.
- [31] J. I. Pascal, “Controlled Reading; A Correlation of Diagnostic, Teaching, and Corrective Techniques,” *Archives of Ophthalmology*, vol. 17, no. 6, pp. 1156–1158, 1937, doi: 10.1001/archophth.1937.00850060212021.
- [32] R. Dodge and T. S. Cline, “The angle velocity of eye movements,” *Psychological Review*, vol. 8, no. 2, pp. 145–157, 1901, doi: 10.1037/h0076100.
- [33] G. M. Stratton, “Symmetry, linear illusions, and the movements of the eye,” *Psychological Review*, vol. 13, no. 2, pp. 82–96, 1906, doi: 10.1037/h0072441.
- [34] *How adults read*, 1937.
- [35] A. L. Yarbus, *Eye Movements and Vision*. New York, NY: Springer, 2013.
- [36] A. Mohamed, M. Da Perreira Silva, and V. Courboulay, *A history of eye gaze tracking*.
- [37] M. SCAIFE and J. S. BRUNER, “The capacity for joint visual attention in the infant,” *Nature*, vol. 253, no. 5489, pp. 265–266, 1975, doi: 10.1038/253265a0.

- [38] F. Kaplan and V. V. Hafner, “The Challenges of Joint Attention,” *IS*, vol. 7, no. 2, pp. 135–169, 2006, doi: 10.1075/is.7.2.04kap.
- [39] C. R. Siu and K. M. Murphy, “The development of human visual cortex and clinical implications,” *Eye and brain*, vol. 10, pp. 25–36, 2018, doi: 10.2147/EB.S130893.
- [40] D. A. Robinson, “A Method of Measuring Eye Movement Using a Scieral Search Coil in a Magnetic Field,” *IEEE Transactions on Bio-medical Electronics*, vol. 10, no. 4, pp. 137–145, 1963, doi: 10.1109/TBMEL.1963.4322822.
- [41] K. Holmqvist and R. Andersson, *Eye-tracking: A comprehensive guide to methods, paradigms and measures*, 2017.
- [42] Thomas Elbert, Werner Lutzenberger, Brigitte Rockstroh, and Niels Birbaumer, “Removal of ocular artifacts from the EEG — A biophysical approach to the EOG,” *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, vol. 60, no. 5, pp. 455–463, 1985, doi: 10.1016/0013-4694(85)91020-X.
- [43] S. Conversy, C. Hurter, and S. Chatty, “A descriptive model of visual scanning,” in *Proceedings of the 3rd BELIV'10 Workshop on BEyond time and errors: novel evaLuation methods for Information Visualization - BELIV '10*, New York, New York, USA, 2010.
- [44] T. Blascheck, K. Kurzhals, M. Raschke, M. Burch, D. Weiskopf, and T. Ertl, “State-of-the-Art of Visualization for Eye Tracking Data,” 2014.
- [45] K. Harezlak and P. Kasprowski, “Application of eye tracking in medicine: A survey, research issues and challenges,” *Computerized medical imaging and graphics : the official journal of the Computerized Medical Imaging Society*, vol. 65, pp. 176–190, 2018, doi: 10.1016/j.compmedimag.2017.04.006.
- [46] Maria K. Eckstein, Belén Guerra-Carrillo, Alison T. Miller Singley, and Silvia A. Bunge, “Beyond eye gaze: What else can eyetracking reveal about cognition and cognitive development?,” *Developmental Cognitive Neuroscience*, vol. 25, pp. 69–91, 2017, doi: 10.1016/j.dcn.2016.11.001.
- [47] J. Nielsen and K. Pernice, *Eyetracking Web Usability: New Riders*, 2010.
- [48] V. Sundstedt, “Gazing at Games: An Introduction to Eye Tracking Control,” *Synthesis Lectures on Computer Graphics and Animation*, vol. 5, no. 1, pp. 1–113, 2012, doi: 10.2200/S00395ED1V01Y201111CGR014.
- [49] J. Turner, E. Velloso, H. Gellersen, and V. Sundstedt, “EyePlay,” in *Proceedings of the first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play*, Toronto Ontario Canada, 2014, pp. 465–468.
- [50] Michael Schiessl, Sabrina Duda, Andreas Thölke, and Rico Fischer, “Eye tracking and its application in usability and media research,” *MMI Interakt*, vol. 6, 2003.
- [51] M. Wedel and R. Pieters, “Eye Tracking for Visual Marketing,” *FNT in Marketing*, vol. 1, no. 4, pp. 231–320, 2006, doi: 10.1561/1700000011.
- [52] C. Was, F. J. Sansosti, and B. Morris, Eds., *Eye-tracking technology applications in educational research*. Hershey PA: Information Science Reference, 2017.
- [53] Victoria Drake, *SQL injection and XSS: what white hat hackers know about trusting user input*. [Online]. Available: <https://www.freecodecamp.org/news/sql-injection-and-xss-what-white-hat-hackers-know-about-trusting-user-input/>
- [54] Introduction to Python - 2018 Edition By Mark Lassofoff, *Mark Lassofoff*, 2018. [Online]. Available: <https://www.kobo.com/ww/en/ebook/introduction-to-python-2018-edition>
- [55] Guido van Rossum, ““The History of Python: A Brief Timeline of Python”,” 2009. [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20200605032200/https://python-history.blogspot.com/2009/01/brief-timeline-of-python.html>

- [56] Liz Burton, William Albert, and Mark Flynn, “A Comparison of the Performance of Webcam vs. Infrared Eye Tracking Technology,” *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 58, no. 1, pp. 1437–1441, 2014, doi: 10.1177/1541931214581300.
- [57] Oracle Corporation, “What is MySQL?,” Retrieved Jun. 2022. [Online]. Available: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/what-is-mysql.html>
- [58] Rohan Pearce, “Dead database walking: MySQL's creator on why the future belongs to MariaDB,” 2013. [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20200703115804/https://www.computerworld.com/article/3463901/dead-database-walking-mysql-s-creator-on-why-the-future-belongs-to-mariadb.html>
- [59] MySQL AB, “MySQL Made Faster Save Money, Space and Energy with Sun Systems for MySQL Contact Sales USA - Toll Free: +1-866-221-0634 USA - From abroad: +1-208-327-6494 USA - Subscription Renewals: +1-866-830-4410 Latin America: +1 512 535 7751 UK: +44 845 399 1124 Ireland: +353 1 6919191 Germany: +49 89 420 95 98 95 France: +33 1 70 61 48 95 Sweden: +46 730 207 871 Benelux: +31 6 25003558 Italy: +39 06-99268193 Israel: +31 6 25003558 Spain & Portugal: + 34 933905461 Other EMEA countries: +353 1 6919191 Australia/NZ: +61 2 42314328 Asia Pacific: +81 3 5843 1140 Contact Us Online » MySQL Enterprise Get Your "Virtual DBA Assistant" Today! Buy Now » MySQL Newsletter - Subscribe Today! Which Should I Use: MySQL Enterprise or MySQL Community Server?,” 2009. [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20090409055908/http://www.mysql.com/products/which-edition.html>
- [60] Kai 'Oswald' Seidler, *Interview with Kai Seidler from the XAMPP project*. [Online]. Available: <http://download.nust.na/pub6/mysql/tech-resources/interviews/kai-seidler-xampp.html>
- [61] Apache Friends, *XAMPP*, 2002. [Online]. Available: <https://www.apachefriends.org/>
- [62] W3C, *HTML History*. [Online]. Available: <https://www.w3schools.in/html/history>
- [63] educationecosystem.com, *Introduction to HTML/CSS Programming Language*. [Online]. Available: <https://educationecosystem.com/guides/programming/html-css/history>
- [64] *JavaScript*. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/JavaScript>
- [65] Augusto Esteves, *GazeTrack: Eye-tracking for Processing (Tobii EyeX and 4C)*. [Online]. Available: <http://web.tecnico.ulisboa.pt/~augusto.esteves/GazeTrack/>

Σύντομο Βιογραφικό Συγγραφέα



Ο Στυλιανός Βαζαίος γεννήθηκε στην Αθήνα το 1998. Το Σεπτέμβριο του 2016 ξεκίνησε να φοιτά στο Πανεπιστήμιο Πατρών στο τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής. Μητρική του γλώσσα είναι τα Ελληνικά ωστόσο μιλάει άπταιστα Αγγλικά και Γερμανικά. Έχει εργαστεί στην εταιρεία Citrix Greece M.E.P.E σαν Cloud Dev Engineer σε δύο διαφορετικά Internships. Χειρίζεται καλά τις υπηρεσίες Microsoft Azure, Azure SDK, Azure CLI και Amazon AWS και έχει πολύ καλές γνώσεις στις γλώσσες προγραμματισμού Python, Java, JavaScript, C, C++, SQL, PowerShell scripting, HTML και CSS. Ακόμα είναι εξοικειωμένος με τη χρήση λειτουργικών συστημάτων Windows και Linux. Μετά την αποπεράτωση των σπουδών του, στόχος του είναι η παρακολούθηση μεταπτυχιακού προγράμματος στον τομέα του H.C.I. (Human Computer Interaction).

Επικοινωνία: vazaios.stylianos@gmail.com