



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**Μελέτη της απόκρισης του χρήστη μέσω μεθόδων καταγραφής και
ανάλυσης κινήσεων κέρσορα με σκοπό τη διερεύνηση της
επιλεκτικότητας βασικών χαρακτηριστικών του σχήματος σε
χαρτογραφικά υπόβαθρα**

Αθηνά Παππά
ΑΜ: 13052

Επιβλέπων:
Βασίλειος Κρασανάκης
Επίκουρος Καθηγητής ΠΑΔΑ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2021



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF SURVEYING AND
GEOINFORMATICS ENGINEERING

Diploma Thesis

Exploring user reaction through mouse movements tracking and analysis towards the examination of the selectivity of basic shape features on cartographic backgrounds

Athena Pappa
Registration Number: 13052

Supervisor:
Vassilios Krassanakis
Assistant Professor UNIWA

ATHENS, JULY 2021

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Βασίλειος Κρασανάκης (Επιβλέπων)	Επίκουρος Καθηγητής ΠΑΔΑ	
2	Αναστάσιος Κεσίδης	Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΑΔΑ	
3	Ιωάννης Κάτσιος	Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΑΔΑ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Παππά Αθηνά του Αριάν, με αριθμό μητρώου 13052 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



* Αθηνά Παππά /Φοιτήτρια

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

** Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μετά από αιτιολόγηση και έγκριση του επιβλέποντα, προβλέπεται χρονικός περιορισμός πρόσβασης (embargo) 6-12 μήνες. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο επιβλέπων καθηγητής, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):*

https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%B%CF%85_final.pdf

Copyright© Αθηνά Παππά, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και θέσεις που περιέχονται σε αυτήν την εργασία εκφράζουν την συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Επιβλέποντος, της Εξεταστικής Επιτροπής, του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής ή του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Β. Κρασανάκη, για την βοήθεια και την καθοδήγησή του καθώς και τις παρατηρήσεις του καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής αυτής. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλα τα άτομα που με βοήθησαν στο πειραματικό μέρος της παρούσας εργασίας.

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας περιεχομένων.....	6
Πίνακας εικόνων	8
Πίνακας πινάκων.....	9
Περίληψη	10
Abstract.....	11
Εισαγωγή	12
Κεφάλαιο 1^ο Οι μεταβλητές του χαρτογραφικού συμβολισμού.....	15
1.1 Οπτικοποίηση χαρτογραφικών δεδομένων και σύγχρονες μορφές χαρτών....	15
1.2 Κλίμακες μέτρησης χαρτογραφικών δεδομένων	16
1.3 Οπτικές μεταβλητές	17
1.4 Δυναμικές μεταβλητές	20
1.5 Ακουστικές μεταβλητές	23
Κεφάλαιο 2^ο Οπτική αντίληψη και προσοχή στους χάρτες	25
2.1 Οι έννοιες της οπτικής αντίληψης και προσοχής.....	25
2.1.1 Όραση	25
2.1.2 Οπτική αντίληψη και προσοχή	25
2.1.3 Χαρακτηριστικά που καθοδηγούν την προσοχή.....	26
2.2 Η σύνδεση του σταδίου της προ-προσοχής με τις μεταβλητές του χαρτογραφικού σχεδιασμού.....	28
2.3 Πειραματικές μελέτες σχετικές με τη μελέτη των μεταβλητών του χαρτογραφικού σχεδιασμού.....	28
Κεφάλαιο 3^ο Πειραματικές μέθοδοι στη χαρτογραφική έρευνα.....	34
3.1 Μέθοδοι καταγραφής και ανάλυσης χρόνων αντίδρασης	34
3.2 Μέθοδοι καταγραφής και ανάλυσης οφθαλμικών κινήσεων.....	34
3.2.1 Ηλεκτρο-οφθαλμογραφία	35
3.2.2 Ειδικοί φακοί επαφής.....	35
3.2.3 Κάμερες καταγραφής και ανάλυσης εικόνων	36
3.2.4 Καταγραφή βίντεο της αντανάκλασης της φωτεινής πηγής	36
3.3 Μέθοδοι καταγραφής και ανάλυσης κινήσεων κέρσορα.....	37
Κεφάλαιο 4^ο Σχεδιασμός χαρτογραφικού πειράματος	40
4.1 Σκοπός και μεθοδολογική προσέγγιση	40
4.2 Σχεδιασμός οπτικών ερεθισμάτων	41
4.2.1 Σχεδιασμός χαρτογραφικών υποβάθρων	41
4.2.2 Σχεδιασμός στόχων και περισπαστών	44

4.3	Συμμετέχοντες	47
4.4	Μεθοδολογία.....	48
4.4.1	Δημιουργία δοκιμαστικού πειράματος (demo).....	49
4.4.2	Προγραμματισμός πειράματος σε περιβάλλον MatMouse toolbox (MATLAB)	50
4.4.3	Δείκτες ανάλυσης και μέθοδοι οπτικοποίησης αποτελεσμάτων	55
Κεφάλαιο 5^ο Αποτελέσματα πειράματος.....		56
5.1	Ανάλυση Δεικτών	56
5.2	Υπολογισμός ποσοστών επιτυχίας	72
5.3	Οπτικοποίηση αποτελεσμάτων	75
Κεφάλαιο 6^ο Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα		78
6.1	Συμπεράσματα	78
6.2	Μελλοντικές προεκτάσεις.....	79
Βιβλιογραφία		80
Παράρτημα (Πηγαίος κώδικας MATLAB).....		84

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1. 1 Παράδειγμα α) ποιοτικής, β) τάξης, γ) διαστήματος, δ) αναλογικής κλίμακας	16
Εικόνα 1. 2 Οπτική μεταβλητή της θέσης	17
Εικόνα 1. 3 Οπτική μεταβλητή του σχήματος	18
Εικόνα 1. 4 Οπτική μεταβλητή του μεγέθους.....	18
Εικόνα 1. 5 Οπτική μεταβλητή της απόχρωσης	18
Εικόνα 1. 6 Οπτική μεταβλητή της έντασης.....	19
Εικόνα 1. 7 Οπτική μεταβλητή της αλλαγής προσανατολισμού	19
Εικόνα 1. 8 Οπτική μεταβλητή της υφής (Πηγή εικόνας: Κρασανάκης, 2014)	19
Εικόνα 1. 9 Οπτική μεταβλητή της διάρκειας κινούμενης εικόνας σε τρεις σκηνές (μικρή, μεσαία και μεγάλη διάρκεια) (Πηγή εικόνας: Κρασανάκης, 2014)	20
Εικόνα 1. 10 Οπτική μεταβλητή του βαθμού αλλαγής (Πηγή εικόνας: Κρασανάκης, 2014). Παρουσιάζονται οι περιπτώσεις αργού και γρήγορου βαθμού.	21
Εικόνα 1. 11 Οπτική μεταβλητή της σειράς ακολουθίας. Παρουσιάζεται μια σειρά ακολουθίας με γνώμονα την προβαλλόμενη ημερομηνία κάθε χάρτη (Πηγή εικόνας: Kraak & Ormeling, 2003)	21
Εικόνα 1. 12 Παράδειγμα της οπτικής μεταβλητής της συχνότητας	22
Εικόνα 1. 13 Οπτική μεταβλητή του συγχρονισμού σε παράδειγμα για την ανάδειξη βλάστησης και βροχόπτωσης (Πηγή εικόνας: Kraak & Ormeling 2003).....	22
Εικόνα 2. 1 Οφθαλμός (Πηγή εικόνας: Μαμμαράς et al., 2015)	25
Εικόνα 2. 2 Πιθανό χαρακτηριστικό (Πηγή εικόνας: Wolfe & Horowitz, 2004).....	27
Εικόνα 2. 3 Αδιαμφισβήτητο χαρακτηριστικό (Πηγή εικόνας: Wolfe & Horowitz, 2004).....	28
Εικόνα 2. 4 Παραδείγματα μελέτης με κλειστούς κύκλους και κύκλους με κενά (Πηγή εικόνας: Treisman & Gormican, 1988)	29
Εικόνα 2. 5 Παράδειγμα μελέτης Cheal & Lyon (1992).....	29
Εικόνα 2. 6 Σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν από τον Wolfe (2001) στην ψυχολογική έρευνα σχετικά με την οπτική ασυμμετρία (Πηγή εικόνας: Robinson, 2019).....	31
Εικόνα 2. 7 Χάρτης με την χρήση της μεταβλητής της έντασης ως ερέθισμα για την διεξαγωγή του πειράματος (Πηγή εικόνας: Garlandini & Fabrikant, 2009)	31
Εικόνα 2. 8 Χάρτης με γεωμετρικά σύμβολα (αριστερά) και ένας χάρτης με εικονογραφικά σύμβολα (δεξιά) (Πηγή εικόνας: Michaelidou et al., 2005).....	32
Εικόνα 2. 9 Παραδείγματα στόχων που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη των Ropelka et al. (Πηγή εικόνας: Ropelka et al., 2020)	32
Εικόνα 2. 10 Παράδειγμα του ερεθίσματος που χρησιμοποιήθηκε στον χάρτη για το πείραμα στην μελέτη των Ropelka et al. (δεξιά ο στόχος - αριστερά ο χάρτης) (Πηγή εικόνας: Ropelka et al., 2020)	33
Εικόνα 3. 1 Τεχνική ηλεκτρο-οφθαλμογραφίας (Πηγή εικόνας: Thankachan, 2018).....	35
Εικόνα 3. 2 Εμφύτευση επαγωγικού πηνίου σε φακό επαφής (Πηγή εικόνας: Πλαϊνής, 2006).....	35
Εικόνα 3. 3 Σύστημα καταγραφής κινήσεων οφθαλμού με ακινητοποίηση κεφαλιού (Πηγή εικόνας: Young, 1975)	36
Εικόνα 3. 4 Σύστημα καταγραφής κινήσεων οφθαλμού με ελεύθερη κίνηση (Πηγή εικόνας: Yu et al., 2010)	36
Εικόνα 3. 5 Παραδείγματα διαφημίσεων στην ιστοσελίδα που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη των : Navalpakkam et al. (Πηγή εικόνας: Navalpakkam et al., 2012)	38
Εικόνα 3. 6 Στόχοι πειράματος που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη του Hermens (Πηγή εικόνας: Hermens, 2018).....	39
Εικόνα 3. 7 Περιβάλλον πειράματος της μελέτης του Hermens (Πηγή εικόνας: Hermens, 2018).....	39
Εικόνα 4. 1 Διαδικασία διεξαγωγής πειράματος εξ αποστάσεως (Πηγή εικόνας: Krassanakis et al., 2021)	40
Εικόνα 4. 2 Περιβάλλον OpenStreetMap (Πηγή εικόνας: https://www.openstreetmap.org/#map=7/38.936/21.698).....	41
Εικόνα 4. 3 Περιβάλλον Inkscape	42
Εικόνα 4. 4 Τοποθέτηση διαστάσεων σε pixel	42
Εικόνα 4. 5 Χαρτογραφικά υπόβαθρα μελέτης. Ξεκινώντας από αυτό με τις λιγότερες λεπτομέρειες (α) προς αυτό με τις περισσότερες (δ)	43
Εικόνα 4. 6 Σύμβολα - στόχοι και περισπαστές πειράματος	44

Εικόνα 4. 7 Διαιρεμένος χάρτης του πειράματος σε δεκαέξι μέρη	44
Εικόνα 4. 8 Παράδειγμα εφαρμογής randbetween σε χάρτη του πειράματος	45
Εικόνα 4. 9 Περιοχή κέντρου τοπογραφικού υποβάθρου του πειράματος	45
Εικόνα 4. 10 Περιοχή περιφέρειας τοπογραφικού υποβάθρου του πειράματος	46
Εικόνα 4. 11 Τελικό προϊόν χάρτη	46
Εικόνα 4. 12 Εμφάνιση στόχου της μελέτης πριν την αναζήτηση	46
Εικόνα 4. 13 Φόρμα συλλογής προσωπικών δεδομένων.....	47
Εικόνα 4. 14 Φύλο συμμετεχόντων	47
Εικόνα 4. 15 Διάγραμμα με τις ηλικίες των συμμετεχόντων	48
Εικόνα 4. 16 Διάγραμμα με την ανάλυση της οθόνης των συμμετεχόντων	48
Εικόνα 4. 17 Περισταστές και στόχος demo	49
Εικόνα 4. 18 Χαρτογραφικά υπόβαθρα με απολήξεις του demo πειράματος	49
Εικόνα 4. 19 Τυχαίο δείγμα σειράς εμφάνισης εικόνων	50
Εικόνα 4. 20 Στίγμα κέρσορα κατά την αναζήτηση στόχου.....	51
Εικόνα 4. 21 Αποτελέσματα αρχείου «.txt» από το πείραμα.....	52
Εικόνα 4. 22 Απόσπασμα αρχείου εξαγωγής με τους χρόνους αντίδρασης	52
Εικόνα 4. 23 Εντολή checkcenter και αποτελέσματα του command window.....	53
Εικόνα 4. 24 Heatmap 2D	54
Εικόνα 4. 25 Heatmap 3D	55

Πίνακας πινάκων

Πίνακας 1. 1 Ταξινόμησης οπτικών μεταβλητών κατά τον Bertin (Πηγή πίνακα: Φιλιππακοπούλου et al., 2014)	19
Πίνακας 1. 2 Αποτελεσματικότητα δυναμικών μεταβλητών με βάση τις κλίμακες μέτρησης (Πηγή εικόνας: Φιλιππακοπούλου et al., 2004)	23
Πίνακας 1. 3 Σύνολο οπτικών – δυναμικών – ηχητικών μεταβλητών.....	24
Πίνακας 2. 1 Πίνακας με τα χαρακτηριστικά της προ- προσοχής για κάθε κατηγορία μεταβλητής (Πηγή πίνακα: Wolfe & Horowitz 2004).....	27
Πίνακας 5. 1 Πίνακας με τους δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για το παραπάμω διάγραμμα	57
Πίνακας 5. 2 Αποτελέσματα δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν για το διάγραμμα του κέντρου	58
Πίνακας 5. 3 Αποτελέσματα δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν για το διάγραμμα της περιφέρειας	59
Πίνακας 5. 4 Αποτελέσματα δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν για το διάγραμμα της απουσίας	59
Πίνακας 5. 5 Αποτελέσματα δεικτών που παρουσιάζονται στο διάγραμμα του 1ου υποβάθρου	61
Πίνακας 5. 6 Αποτελέσματα δεικτών που παρουσιάζονται στο διάγραμμα του 2ου υποβάθρου	65
Πίνακας 5. 7 Αποτελέσματα δεικτών που παρουσιάζονται στο διάγραμμα του 3ου υποβάθρου	66
Πίνακας 5. 8 Αποτελέσματα δεικτών που παρουσιάζονται στο διάγραμμα του 4ου υποβάθρου	70
Πίνακας 5. 9 Ποσοστά (%) επιτυχίας ανά οπτική σκηνή (c:κύκλος, r: ρόμβος, s:τρίγωνο, t:τετράγωνο, a:απουσία, k:κέντρο, p:περιφέρεια και 1, 2, 3, 4 χαρτογραφικά υπόβαθρα).....	73

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό τη μελέτη της απόκρισης χρηστών χάρτη, μέσω μεθόδων καταγραφής και ανάλυσης κινήσεων κέρσορα. Αντικείμενο της αποτελεί η διερεύνηση της επιλεκτικότητας βασικών χαρακτηριστικών του σχήματος σε διαφορετικά χαρτογραφικά υπόβαθρα. Στο πλαίσιο της εργασίας σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα χαρτογραφικό πείραμα, στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις χάρτες-υπόβαθρα, τέσσερις στόχοι και τέσσερις περισπαστές. Η τοπολογική ιδιότητα των στόχων είναι η οπή, ενώ οι περισπαστές είναι συμπαγείς σχήματα (μαύρου χρώματος). Τόσο οι στόχοι όσο και οι περισπαστές ανήκουν στην κατηγορία των γεωμετρικών σχημάτων. Τα τέσσερα χαρτογραφικά υπόβαθρα που δημιουργήθηκαν αποτέλεσαν τη βάση για την κατασκευή 48 οπτικών σκηνών, με δεκαέξι σύμβολα στην καθεμιά. Οι περιπτώσεις που μελετήθηκαν αφορούν στην εύρεση του στόχου στο κέντρο, στην περιφέρεια και στην απουσία του στόχου από την οπτική σκηνή. Συγκεκριμένα, κάθε οπτική σκηνή είτε περιέχει δεκαπέντε περισπαστές και ένα στόχο στο κέντρο ή την περιφέρεια ή δεκαέξι περισπαστές στη περίπτωση της απουσίας. Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε απομακρυσμένα (online) μέσω του λογισμικού AnyDesk. Ουσιαστικά, έγινε διαμοιρασμός της οθόνης του υπολογιστή στους συμμετέχοντες για την εκτέλεση του πειράματος. Στο πείραμα, συμμετείχαν συνολικά 30 υποκείμενα.

Αξιοποιώντας το λογισμικό MatMouse toolbox (Krassanakis & Kesidis, 2020) του οποίου ο πηγαίος κώδικας διανέμεται με ελεύθερη άδεια χρήσης και λειτουργεί σε περιβάλλον MATLAB, για κάθε συμμετέχοντα καταγράφηκε ο χρόνος αντίδρασης, δηλαδή ο χρόνος που χρειάστηκε από τη στιγμή που εμφανίστηκε η οπτική σκηνή να εντοπίσει το σύμβολο ή την απουσία αυτού καθώς και οι συντεταγμένες του κέρσορα μέχρι τη στιγμή του εντοπισμού του στόχου. Δημιουργήθηκαν θερμικοί χάρτες οι οποίοι, αναπαριστούν τη συμπεριφορά του κέρσορα όλων των συμμετεχόντων σε κάθε οπτική σκηνή (48 συνολικά). Η ανάλυση των δεδομένων βασίστηκε στον ορισμό συγκεκριμένων δεικτών οι οποίοι βασίστηκαν στις τιμές των χρόνων αντίδρασης. Από τα αποτελέσματα του πειράματος, προκύπτει ότι η απουσία του στόχου ήταν η διαδικασία αναζήτησης που χρειάστηκε τον περισσότερο χρόνο, ενώ οι χρονικές αποκρίσεις στην περιφέρεια και το κέντρο ήταν αρκετά κοντά χρονικά. Τα σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν και αυτά όμοιες αποκρίσεις, με το ρόμβο να παρουσιάζει μικρή χρονική αύξηση κατά την αναζήτηση σε σχέση με τα υπόλοιπα. Όσον αφορά τα υπόβαθρα, αυτά με περισσότερες λεπτομέρειες (κτίσματα, δασική περιοχή και οικιστική μαζί κλπ.) απαίτησαν περισσότερο χρόνο κατά την αναζήτηση.

Λέξεις κλειδιά: καταγραφή και ανάλυση κινήσεων κέρσορα, οπτική αναζήτηση, οπτική αντίληψη, στάδιο προ-προσοχή, θερμικοί χάρτες, πείραμα εξ αποστάσεως (μέσω διαδικτύου).

Abstract

The present diploma thesis aims to study map users' reaction, using mouse movements tracking and analysis techniques. The basic objective is to examine the selectivity of basic shape characteristics on different cartographic backgrounds. In the framework of the present work, a cartographic experiment was designed and performed in which four different cartographic backgrounds, four target and four distractor symbols were used. Targets' topological feature corresponded to the property of hole, while distractor symbols were compact (with black color). Based on the different backgrounds, 48 visual scenes were designed having sixteen symbol each. Both the cases of target location in the center and the periphery of the map were examined, while the case of target absent was also investigated. More specifically, each visual scene involves either fifteen distractors and one target or sixteen distractors for the cases of target absence. The experimental process took place remotely (online), using AnyDesk software. In practice, experimental monitor was shared to the participants during the experimental procedure. Totally, 30 subjects participated in the experiment.

Using the MATLAB toolbox MatMouse (Krassanakis & Kesidis, 2020), which source code is distributed with an open source license, for each participant the reaction times, referred to the time needed to locate the target symbol or to identify if the target is located on the examined background, as well as the corresponding mouse coordinates were recorded. For each visual scene, a heatmap (48 heatmaps in total), representing the overall mouse behavior produced by all participants, were generated. The analysis was based on the definition of specific indices based on the values of the captured reaction times. The results of the study indicate that target absence generated larger reaction times than the cases of target presence either in the center or in the periphery of the map. The reaction times of the different shapes used in the experiment were similar, while rhombus shape seems to be detected in slightly larger times. Cartographic backgrounds with more cartographic details (buildings, mixed green and house regions etc.) seem also to produce larger reaction times.

Keywords: mouse movements tracking and analysis, visual search, visual perception, pre-attentive stage, heatmaps, remote (online) experiment.

Εισαγωγή

Για την αναπαράσταση ενός φαινομένου σε έναν χάρτη, σημαντική είναι η επιλογή του κατάλληλου χαρτογραφικού συμβολισμού ο οποίος υλοποιείται μέσω των αντίστοιχων μεταβλητών. Ήδη από τον Lloyd (1997), γνωρίζουμε ότι το χρώμα είναι η πιο αποτελεσματική μεταβλητή και από τον Bertin (1967) ότι το σχήμα σαν μεταβλητή οδηγεί σε προσεκτική μελέτη («ένα προς ένα»). Παρόλα αυτά, η επιλογή της κατάλληλης μεταβλητής εξαρτάται και από το φαινόμενο που απεικονίζει. Η αποδοτικότητα (efficiency) και η αποτελεσματικότητα (effectiveness) αφορούν την ευστοχία μιας οπτικής μεταβλητής η οποία, αναπαριστά ένα αντικείμενο ή φαινόμενο να μεταδώσει το μήνυμα του χάρτη στον αναγνώστη με ταχύ τρόπο. Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός συμβόλων εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ ενός συμβόλου και των πληροφοριών που αντιπροσωπεύει.

Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα του χάρτη όπως για παράδειγμα, οι τεχνικές δεξιότητες του ατόμου που κατασκευάζει το χάρτη, η μέθοδος αναπαραγωγής, η ποσότητα πληροφοριών που παρουσιάζονται, η πολυπλοκότητα των μεθόδων συμβολισμού, η κατανόηση και η αντίληψη του χάρτη για το συμβολισμό, η εμπειρία του αναγνώστη καθώς και η σωματική και διανοητική του ικανότητα. Επίσης, η αποδοτικότητα μπορεί να επηρεαστεί από τα βοηθητικά στοιχεία σε μια στατική ή σε μια δυναμική απεικόνιση όπως ο τίτλος και το υπόμνημα του χάρτη και γενικότερα τα στοιχεία περιθωρίου του χάρτη.

Στη μελέτη του MacEachren (1982), αναφέρεται ότι η αποτελεσματικότητα ενός χάρτη ποικίλλει ανάλογα με τη χρήση στην οποία τίθεται ο χάρτης. Οι Garlandini and Fabrikian (2009) ασχολήθηκαν με την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα τεσσάρων οπτικών μεταβλητών (συγκεκριμένα ασχολήθηκαν με το μέγεθος, τον προσανατολισμό, την απόχρωση και το μοτίβο). Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, το μέγεθος είναι η ταχύτερη και ακριβέστερη μεταβλητή σε αντίθεση με τον προσανατολισμό που ήταν η λιγότερο αποδοτική. Σε μελέτη των Dong et al. (2012) το μέγεθος πάλι αναδείχθηκε ως το πιο αποτελεσματικό και αποδοτικό αλλά αυτή τη φορά σε δυναμικούς χάρτες.

Σύμφωνα με το Νάκο (2006) *«οι οπτικές μεταβλητές έχουν διαφορετικά επίπεδα αποτελεσματικότητας ως προς την κατανόησή τους και δεν είναι δυνατή η ταξινόμηση αυτών των επιπέδων, μια και η αποτελεσματικότητα κάθε οπτικής μεταβλητής εξαρτάται επίσης από το μέγεθος ή την έκταση του συμβόλου και το φόντο ή τα γειτονικά σύμβολα»*. Με την διεξαγωγή του πειράματος που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία εξετάζονται η μεταβλητή του σχήματος, της μοναδικότητας ενός χαρακτηριστικού (οπή), η πολυπλοκότητα του υποβάθρου και το σημείο εμφάνισης του στόχου (κέντρο, περιφέρεια και απουσία στόχου). Για την υλοποίηση της διαδικασίας αυτής, χρησιμοποιείται η παρακολούθηση των κινήσεων του κέρσορα,

Ο κέρσορας του υπολογιστή εφευρέθηκε για πρώτη φορά το 1968 από τον Douglas Engelbart. Ο όρος παρακολούθηση κέρσορα αναφέρθηκε αρχικά στον τρόπο με τον οποίο οι κινήσεις καταγράφηκαν και μεταδόθηκαν στον υπολογιστή. Η τεχνική αυτή αξιοποιείται ευρέως σε έρευνες βελτίωσης ιστοσελίδων και εφαρμογών καθώς και σε δοκιμές χρηστικότητας για τη βελτίωση των σελίδων (Αβούρης, 2015). Στη χαρτογραφία, η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται για μελέτες που αφορούν την εύρεση συμβόλων σε οπτικές σκηνές όπως η παρακάτω μελέτη (Krassanakis & Kesidis, 2020).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να καταλήξουμε στο ποιο σύμβολο είναι πιο αποτελεσματικό κατά την αναζήτησή του σε ένα χάρτη, σε ποιο σημείο είναι προτιμότερο να βρίσκεται (κέντρο, περιφέρεια), πόσο επηρεάζει η απουσία την

αναζήτηση και τέλος αν η πολυπλοκότητα ενός χάρτη επηρεάζει την αναζήτηση. Η μελέτη αυτή αποσκοπεί στον εμπλουτισμό των ήδη υπάρχοντων μελετών στο κομμάτι αυτό. Το πειραματικό κομμάτι βασίστηκε στην οπτική αντίληψη και την προσοχή. Με την έννοια οπτική αντίληψη αναφερόμαστε στην ικανότητα του ανθρώπου να αντιλαμβάνεται μια οπτική σκηνή, ενώ με την προσοχή, στην εστίαση της όρασης σε συγκεκριμένα αντικείμενά της.

Μέσω της καταγραφής των κινήσεων του κέρσορα δημιουργούνται χρονικές αποκρίσεις, οι οποίες μετέπειτα αναλύονται ώστε να προκύψουν τα συμπεράσματα της έρευνας. Αναλύοντας τις αποκρίσεις αυτές καταλήγουμε στους δείκτες της μέσης τιμής, της διαμέσου, της τυπικής απόκλισης, της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής καθώς και το εύρος τιμών. Οι δείκτες αυτοί υπολογίστηκαν για κάθε σύμβολο, χαρτογραφικό υπόβαθρο και περίπτωση θέσης του συμβόλου (κέντρο, περιφέρεια και απουσία στόχου). Τέλος, υπολογίστηκαν τα ποσοστά επιτυχίας με βάση την εύρεση ή όχι του στόχου, την αποδοτικότητα του χαρτογραφικού υποβάθρου και της θέσης του στόχου.

Η οπή επιλέχθηκε ως τοπολογική ιδιότητα του στόχου. Σύμφωνα με τους Wolfe & Hogowitz (1998), όταν ένα αντικείμενο διαφέρει με ένα μοναδικό χαρακτηριστικό από τους περισπαστές, τραβάει αυτόματα την προσοχή και η αναζήτηση γίνεται πιο αποτελεσματική. Αυτό αντιστοιχεί στο στάδιο της προ-προσοχής όπου κάποιο χαρακτηριστικό «ξεπροβάλει» στην οπτική σκηνή και έτσι δεν χρειάζεται ο χρήστης να ελέγξει «ένα-ένα» τα σύμβολα.

Παρακάτω παρατίθενται περιληπτικά τα περιεχόμενα του κάθε κεφαλαίου της παρούσας εργασίας.

Στο **1^ο κεφάλαιο** παρουσιάζεται το θεωρητικό κομμάτι των μεταβλητών του χαρτογραφικού συμβολισμού. Αρχικά, αναλύονται οι κλίμακες μέτρησης των χαρτογραφικών δεδομένων έπειτα, οι οπτικές, δυναμικές και ηχητικές μεταβλητές με παραδείγματα και εικόνες και τέλος, η αποδοτικότητα των οπτικών μεταβλητών.

Στο **2^ο κεφάλαιο** αναλύονται οι έννοιες της οπτικής αντίληψης, της οπτικής προσοχής και του σταδίου της προ-προσοχής. Επιπλέον, γίνεται αναφορά σε πειραματικές μελέτες στη χαρτογραφική έρευνα για τη μελέτη των μεταβλητών του σχεδιασμού από Έλληνες αλλά και ξένους χαρτογράφους.

Στο **3^ο κεφάλαιο** γίνεται μια σύντομη αναφορά σε πειραματικές μεθόδους που έχουν αξιοποιηθεί στη χαρτογραφική έρευνα και οι οποίες περιλαμβάνουν μεθόδους καταγραφής και ανάλυσης χρόνων αντίδρασης, οφθαλμικών κινήσεων καθώς και κινήσεων κέρσορα.

Στο **4^ο κεφάλαιο** αναπτύσσεται η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε για το σχεδιασμό τους χαρτογραφικού πειράματος. Περιγράφονται όλες οι διεργασίες που πραγματοποιήθηκαν για το σχεδιασμό τόσο των χαρτογραφικών υποβάθρων, όσο και τη δημιουργία των στόχων και των περισπαστών. Έπειτα, γίνεται αναφορά στους συμμετέχοντες του πειράματος, στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε χρησιμοποιώντας το MatMouse toolbox, καθώς και στους δείκτες ανάλυσης και τις μεθόδους οπτικοποίησης αποτελεσμάτων που αναπτύχθηκαν.

Στο **5^ο κεφάλαιο** αναλύονται τα αποτελέσματα του πειράματος μέσω της ανάλυσης δεικτών και της οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων. Δημιουργούνται πίνακες δεικτών με τα αντίστοιχα διαγράμματα τους. Ακολουθεί η ανάλυση του κάθε διαγράμματος ξεχωριστά καθώς και η σύγκριση μεταξύ τους.

Στο **6^ο κεφάλαιο** συνοψίζονται συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα επί του θέματος καθώς και μελλοντικές προεκτάσεις.

Μετά το τέλος του βου κεφαλαίου παρατίθενται οι βιβλιογραφικές και διαδικτυακές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της παραπάνω μελέτης,

καθώς και παράρτημα με τον πηγαίο κώδικα που χρησιμοποιήθηκε στο MATLAB για κάθε διεργασία

Κεφάλαιο 1^ο

Οι μεταβλητές του χαρτογραφικού συμβολισμού

1.1 Οπτικοποίηση χαρτογραφικών δεδομένων και σύγχρονες μορφές χαρτών

Οι McCormick et al. (1987) όρισαν την οπτικοποίηση ως «*μια μέθοδος πληροφορικής, ένα εργαλείο τόσο για την επεξεργασία οπτικών δεδομένων στον υπολογιστή όσο και για την παραγωγή εικόνων από πολύπλοκες και πολυδιάστατες βάσεις δεδομένων*». Οι MacEachren & ICA Commission of Visualization (1998) χαρακτήρισαν την οπτικοποίηση ως «*επιστημονική μέθοδος που ενσωματώνει τη δύναμη των υπολογιστών και την ανθρώπινη οξυδέρκεια*» (αναφέρεται σε Buckley et al., 2001). Οι Abler & MacEachren (1992) επέκτειναν τον ορισμό λέγοντας ότι η οπτικοποίηση δεν είναι απλά μια μέθοδος πληροφορικής αλλά τέχνη η οποία, βοηθά και εξαρτάται από τον άνθρωπο για τη δημιουργία της αλλά και την κατανόηση του φαινομένου που αναπαριστά.

Εν συντομία, με τον όρο οπτικοποίηση εννοούμε την αναπαράσταση δεδομένων χρησιμοποιώντας γραφικά, κίνηση, τρισδιάστατες απεικονίσεις και άλλα πολυμεσικά εργαλεία ώστε, ένα μήνυμα να γίνει κατανοητό. Παρέχει γρήγορη ανάλυση πολύπλοκων και μεγάλων σε μέγεθος δεδομένων, ενισχύει το μήνυμα που πρέπει να προωθηθεί και βοηθά τους συμμετέχοντες να κατανοήσουν εύκολα τα δεδομένα. Ο σκοπός της διαφέρει ανάλογα με τη χρησιμότητα του, π.χ. για εκπαιδευτικούς, επιχειρηματικούς, επιστημονικούς λόγους. Η διαδικασία της οπτικοποίησης βασίζεται τόσο στις κλίμακες μέτρησης όσο και στις μεταβλητές τις οποίες χρησιμοποιεί. Βασικό κομμάτι της είναι επίσης και η κατηγορία του χάρτη που θα χρησιμοποιηθεί.

Οι βασικές κατηγορίες χαρτών είναι (Κρασανάκης, 2014):

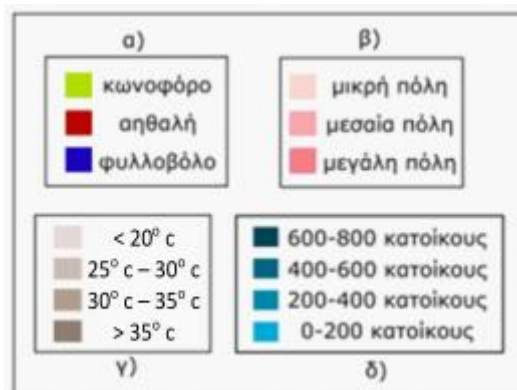
- ✓ **Στατικοί χάρτες:** ο συμβολισμός τους παραμένει σταθερός και μπορεί να είναι είτε σε έντυπη είτε σε ψηφιακή μορφή (π.χ. τουριστικός χάρτης, γεωφυσικός χάρτης κλπ.)
- ✓ **Δυναμικοί χάρτες – χάρτες κινούμενης εικόνας:** ο συμβολισμός σε αυτούς τους χάρτες αλλάζει συνεχόμενα κατά την διάρκεια του χρόνου (π.χ. χάρτης απεικόνισης ποσοστών πληθυσμού). Αυτοί με την σειρά τους χωρίζονται σε χάρτες με ελάχιστη ή καθόλου αλληλεπίδραση και με την δυνατότητα αλληλεπίδρασης
- ✓ **Χάρτες πολυμέσων:** χάρτες οι οποίοι συνδέουν τις γεωγραφικές πληροφορίες με πολυμέσα παραδείγματος χάρη με ήχο, εικόνες, βίντεο, έγγραφα κλπ.
- ✓ **Διαδραστικοί χάρτες:** χάρτες οι οποίοι επιτρέπουν την αλληλεπίδραση με τον χρήστη π.χ. αλλαγή κλίμακας, zoom in – out, προβολή διαφορετικών περιοχών κλπ.

1.2 Κλίμακες μέτρησης χαρτογραφικών δεδομένων

Τα γεωγραφικά δεδομένα αφορούν άμεσα ή έμμεσα συγκεκριμένες τοποθεσίες ή γεωγραφικές περιοχές. Όταν εντοπίζονται πάνω σε έναν χάρτη έχουν συντεταγμένες και είναι χωρικά προσανατολισμένα. Κατά τη δημιουργία ενός χάρτη αναγκαίο είναι να καθοριστεί ένα επίπεδο μέτρησης των απεικονιζόμενων στοιχείων (Νάκος, 2006). Τα επίπεδα μέτρησης ταξινομούνται βάσει των ακόλουθων κλιμάκων μέτρησης:

- ✓ **Ποιοτική κλίμακα:** χρησιμοποιείται για την κατηγοριοποίηση ποιοτικών δεδομένων με βάση την ιδιότητα τους, π.χ. ένα δάσος μπορεί να περιέχει κωνοφόρα δέντρα, αειθαλή ή φυλλοβόλα δέντρα.
- ✓ **Κλίμακα τάξης:** κατηγοριοποιεί τα δεδομένα σε ιεραρχική δομή χωρίς τη δυνατότητα σύγκρισης καθώς δεν ορίζεται με αριθμητικές τιμές, π.χ. μια πόλη μπορεί να χαρακτηριστεί μικρή, μεγάλη ή μεσαία.
- ✓ **Κλίμακα διαστήματος:** αποτελεί μια ποσοτική κατηγοριοποίηση η οποία έχει μονάδα μέτρησης και ορίζεται ανάλογα με το αντικείμενο που αναπαριστά. Δίνεται μια αυθαίρετη αφετηρία που μπορεί να πάρει την τιμή μηδέν, π.χ. η θερμοκρασία.
- ✓ **Αναλογική κλίμακα:** συνδέεται με την ποσοτική κατηγοριοποίηση. Η διαφορά με την κλίμακα διαστήματος είναι ότι στην προκειμένη περίπτωση υπάρχει η έννοια του απόλυτου μηδέν και υφίσταται πραγματική κλίμακα με αποστάσεις μεταξύ των οντοτήτων. Συνεπώς είναι δυνατή η σύγκριση καθώς υπάρχει συγκεκριμένη μονάδα μέτρησης. Επίσης, η αφετηρία μέτρησης είναι σταθερή (π.χ. το μέγεθος του πληθυσμού).

Στην Εικόνα 1.1 αναπαρίστανται τα παραδείγματα που παρατέθηκαν παραπάνω.



Εικόνα 1. 1 Παράδειγμα α) ποιοτικής, β) τάξης, γ) διαστήματος, δ) αναλογικής κλιμάκας

1.3 Οπτικές μεταβλητές

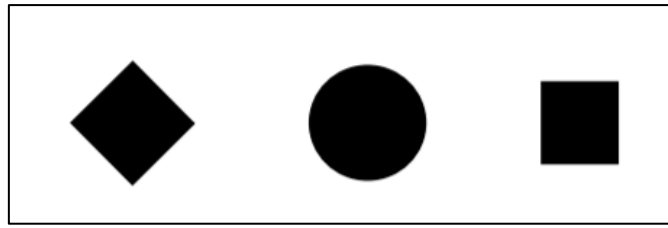
Ο σκοπός της δημιουργίας ενός χάρτη είναι η απεικόνιση ενός φαινομένου στο χώρο. Η δημιουργία του χαρτογραφικού συμβολισμού είναι απαραίτητη διαδικασία για την παραγωγή του. Τα σύμβολα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τα σημειακά, τα γραμμικά και τα επιφανειακά. Ο χαρτογραφικός συμβολισμός χρησιμοποιείται για την προβολή ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων, ακολουθώντας κάποιες αρχές σχεδιασμού. Οι αρχές αυτές αναφέρονται στις οπτικές μεταβλητές, σε στατικούς χάρτες (Bertin, 1983, αναφέρεται σε Νάκος, 2006). Οι κύριες οπτικές μεταβλητές των συμβόλων αναλύονται παρακάτω.

- ✓ **Θέση (position):** Ένα μέρος πάνω στο χάρτη προσδιορίζεται από τη θέση του δηλαδή, τις συντεταγμένες του στο χώρο. Πολλές φορές η θέση του συμβόλου πάνω σε ένα μέρος του χάρτη τοποθετείται στο κέντρο του. Αυτό σημαίνει ότι τα όρια του συμβόλου δεν συμπίπτουν με τα όρια του μέρους που απεικονίζει. Για παράδειγμα, η χρήση του αεροπλάνου σαν σύμβολο για ένα αεροδρόμιο θα βρίσκεται στο κέντρο του όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.2.



Εικόνα 1. 2 Οπτική μεταβλητή της θέσης

- ✓ **Σχήμα (Shape):** Το σχήμα ως οπτική μεταβλητή ορίζεται από το περίγραμμα του συμβόλου (είναι δηλαδή η μορφή του). Αλλάζοντας κανείς το περίγραμμα μπορεί να δημιουργήσει ποικιλία συμβόλων. Συνήθως χρησιμοποιούνται απλά γεωμετρικά (κύκλοι, τρίγωνα, τετράγωνα κλπ.) και εικονογραφικά σχήματα. (Εικόνα 1.3) (Νάκος, 2006). Το σχήμα χρησιμοποιείται για την απόδοση ποιοτικών δεδομένων. Για παράδειγμα, ένας κύκλος μπορεί να υποδηλώνει ένα μέρος στο χάρτη (π.χ. ένα κτίσμα, έναν σταθμό τρένου, μια τοποθεσία κλπ.).



Εικόνα 1. 3 Οπτική μεταβλητή του σχήματος

- ✓ **Μέγεθος (Size):** Η μεταβολή στο μέγεθος εκφράζεται με την έννοια του μήκους ή της επιφάνειας του συμβόλου (Νάκος, 2006). Χρησιμοποιώντας διαφορετικές διαστάσεις, επιτυγχάνεται ποικιλομορφία και μπορούν να προσδιοριστούν διαφορετικές περιπτώσεις. Για παράδειγμα, ένα μεγαλύτερο σε διαστάσεις σύμβολο υποδηλώνει μεγαλύτερη ποσότητα από ένα με μικρότερες διαστάσεις (Εικόνα 1.4). Αυτό συμβαίνει διότι ο οφθαλμός έχει την ικανότητα διαφοροποίησης αντικειμένων με διαφορετικό μέγεθος. Το παράδειγμα αυτό χρησιμοποιείται μόνο για περιπτώσεις ποσοτικής απεικόνισης.



Εικόνα 1. 4 Οπτική μεταβλητή του μεγέθους

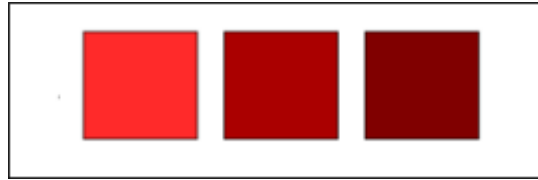
- ✓ **Απόχρωση (Hue):** Ο όρος απόχρωση χρησιμοποιείται όταν γίνεται αναφορά στα διαφορετικά χρώματα (κόκκινο, πράσινο κλπ.), (Εικόνα 1.5). Η απόχρωση χρησιμοποιείται σε όλες τις κατηγορίες των συμβόλων (σημειακά, γραμμικά και επιφανειακά) και για την απεικόνιση ποιοτικών διαφορών (Νάκος, 2006). Σύμφωνα με τον Wolfe (2002) θεωρείται από τους πιο αποδοτικούς τρόπους ώστε να ξεπροβάλει σε μια σκηνή ένας στόχος. Η απόχρωση αποτελεί μία από τις διαστάσεις του χρώματος. Συγκεκριμένα, η έννοια του χρώματος περιγράφεται από τον κορεσμό (ποσότητα λευκού που διαθέτει η απόχρωση) και την ένταση (ποσότητα μαύρου που διαθέτει η απόχρωση) (αναφέρεται σε Robinson, 2019).



Εικόνα 1. 5 Οπτική μεταβλητή της απόχρωσης

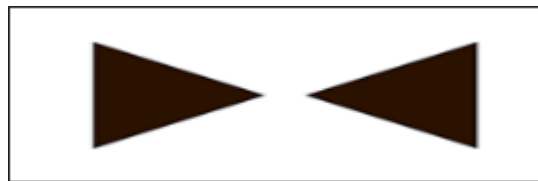
- ✓ **Ένταση (intensity):** Οι μεταβολές της έντασης είναι οι διαφοροποιήσεις ως προς την ένταση του φωτός οι οποίες, γίνονται αντιληπτές από το μάτι σαν τόνοι του γκρι όταν αυτό μεταβάλλεται από άσπρο σε μαύρο. Η μεταβολή της έντασης ισχύει για κάθε απόχρωση και χρησιμοποιείται για συμβολισμό ποσοτικών δεδομένων (Νάκος, 2006). Για παράδειγμα στην Εικόνα 1.6 φαίνεται η μεταβολή του κόκκινου χρώματος από πιο ανοιχτή σε πιο σκούρα ένταση.

Κεφάλαιο 1° Οι μεταβλητές του χαρτογραφικού συμβολισμού



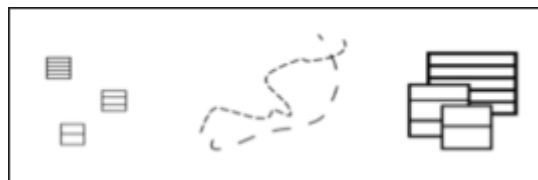
Εικόνα 1. 6 Οπτική μεταβλητή της έντασης

- ✓ **Προσανατολισμός (orientation):** Είναι πιθανό να εκφραστούν διαφορές των ίδιων συμβόλων με αλλαγή του προσανατολισμού τους (Εικόνα 1.7). Αυτή η μεταβλητή χρησιμοποιείται μόνο σε γραφικά στοιχεία ή σε γραμμικά σύμβολα και για την απεικόνιση ποιοτικών διαφοροποιήσεων (Νάκος, 2006).



Εικόνα 1. 7 Οπτική μεταβλητή της αλλαγής προσανατολισμού

- ✓ **Υφή (texture):** Υποδηλώνει ποιοτικές διαφορές χρησιμοποιώντας διαφορετικούς τύπους υφής και ποσοτικές διαφορές με τον ίδιο τύπο αλλά διαφορετική πυκνότητα (Σιδηρόπουλος, 2006). Για παράδειγμα, μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφορετικές υφές χρησιμοποιώντας διαφορετικό πάχος γραμμής, διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ αυτών, διαφορετικά είδη γραμμής (ευθεία, καμπύλη, διακεκομμένη κ.λπ.) αλλά και διαφορετικά σύμβολα (κουκίδες, γεωμετρικά σύμβολα). Στην Εικόνα 1.8 φαίνονται τρία παραδείγματα υφής με τη χρήση γραμμών.



Εικόνα 1. 8 Οπτική μεταβλητή της υφής
(Πηγή εικόνας: Κρασανάκης, 2014)

Στον Πίνακα 1.1 παρουσιάζεται η ταξινόμηση οπτικών μεταβλητών σύμφωνα με τον Bertin Βάσεις της αποδοτικότητας τους.

Πίνακας 1. 1 Ταξινόμησης οπτικών μεταβλητών κατά τον Bertin
(Πηγή πίνακα: Φιλιππακοπούλου et al., 2014)

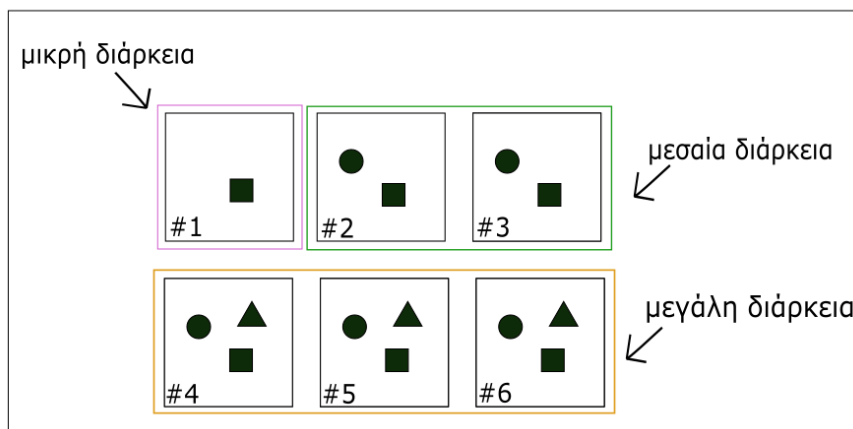
	Ποσοτική	Τάξης	Ποιοτική	
Θέση	Αποδεκτή	Αποδεκτή	Αποδεκτή	
Μέγεθος	Αποδεκτή	Αποδεκτή	Μη αποδεκτή	
Ένταση	Μη αποδεκτή	Αποδεκτή	Αποδεκτή	
Υφή	Μη αποδεκτή	Αποδεκτή	Αποδεκτή	
Απόχρωση	Μη αποδεκτή	Αποδεκτή	Αποδεκτή	
Προσανατολισμός	Μη αποδεκτή	Αποδεκτή	Αποδεκτή	
Σχήμα	Μη αποδεκτή	Αποδεκτή	Αποδεκτή	

Αποδεκτή
 Μη αποδεκτή

1.4 Δυναμικές μεταβλητές

Η χρησιμότητα των δυναμικών μεταβλητών είναι η υποστήριξη χαρτών κινούμενης εικόνας. Σε συνδυασμό με τις οπτικές μεταβλητές δημιουργούν τον συμβολισμό ενός χάρτη. Οι πρώτες δυναμικές μεταβλητές εισάχθηκαν από τους DiBiase et al. (1992) και ήταν η διάρκεια, ο βαθμός αλλαγής και η ακολουθία. Αργότερα, ο MacEachren (1995) συμπλήρωσε τις μεταβλητές του χρόνου απεικόνισης, της συχνότητας και του συγχρονισμού. Οι Kobben & Yaman (1995) υποστήριξαν ότι η συχνότητα και ο βαθμός αλλαγής είναι οι πιο αποτελεσματικές μεταβλητές, οι Kraak & Ormelling (2010) ότι η διάρκεια και η σειρά θεωρούνται οι πιο σημαντικές, ενώ η Blok (2005) αναφέρεται στη διάρκεια, τη σειρά, την ημερομηνία έκθεσης και τη συχνότητα. Παρακάτω αναλύεται κάθε δυναμική μεταβλητή ξεχωριστά.

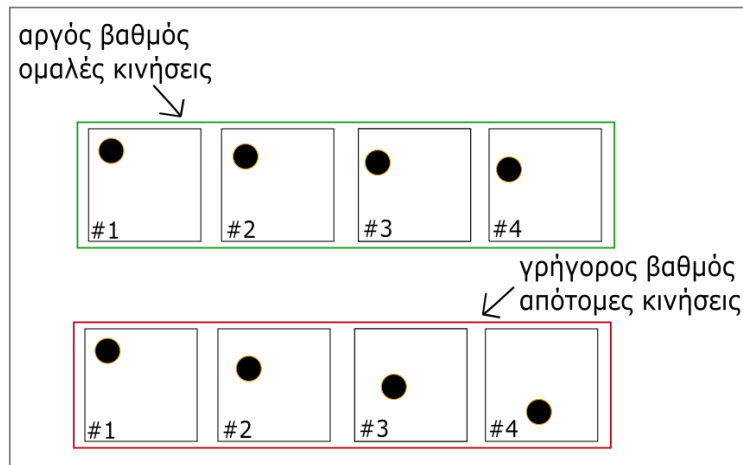
- ✓ **Διάρκεια (duration):** δηλώνει το χρόνο που ένα στοιχείο - καρέ (πλαισίων) ή σύνολο όμοιων καρέ είναι ορατό κατά τη διάρκεια μιας κινούμενης εικόνας. Πρόκειται για ποσοτική μεταβλητή (δηλαδή αναπαριστά ποσοτικά δεδομένα) με μονάδα μέτρησης το χρόνο. Όσα περισσότερα καρέ υπάρχουν με το ίδιο σύνολο στοιχείων μέσα σε αυτά, τόσο μεγαλύτερη διάρκεια λέμε ότι έχει το καρέ. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 1.9 παρουσιάζεται μια κινούμενη εικόνα που αποτελείται από τρεις σκηνές. Συγκεκριμένα, η πρώτη σκηνή είναι το πλαίσιο #1, η δεύτερη είναι τα πλαίσια #2 και #3 και η τρίτη σκηνή τα πλαίσια #4, #5 και #6. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω μεγαλύτερη διάρκεια έχει η σκηνή με τα περισσότερα καρέ. Στην περίπτωση μας η τρίτη σκηνή έχει μεγαλύτερη διάρκεια ενώ η πρώτη μικρότερη.



Εικόνα 1. 9 Οπτική μεταβλητή της διάρκειας κινούμενης εικόνας σε τρεις σκηνές (μικρή, μεσαία και μεγάλη διάρκεια) (Πηγή εικόνας: Κρασσανάκης, 2014)

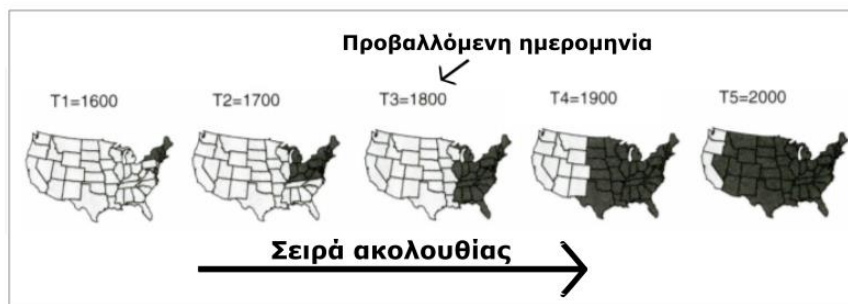
- ✓ **Βαθμός αλλαγής (rate of change):** εκφράζει το μέγεθος των αλλαγών στη μονάδα του χρόνου για κάθε ακολουθία καρέ. Ο βαθμός αλλαγής μπορεί να είναι σταθερός ή μεταβλητός. Μπορεί να ορισθεί ως το πηλίκο m/d όπου, m το μέγεθος των αλλαγών μεταξύ των σκηνών και d το μέγεθος της διάρκειας κάθε σκηνής. Αλλάζοντας την τιμή του m και διατηρώντας σταθερό το d αλλάζει και η ομαλότητα της κίνησης. Για παράδειγμα, αν αυξηθεί το m ενώ το d είναι σταθερό η κίνηση γίνεται πιο απότομη. Αν δεν συμβεί καμία αλλαγή το παραπάνω πηλίκο έχει μηδενική τιμή. Μικρή διάρκεια και μεγάλο μέγεθος αλλαγής, σημαίνει γρήγορος ρυθμός αλλαγής ενώ στην αντίθετη περίπτωση, αργός. Η αλλαγή της θέσης ενός συμβόλου στο καρέ είναι η αιτία της αλλαγής του. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 1.10 παρατηρούμε ότι στην πρώτη περίπτωση ο κύκλος αλλάζει θέση με

ομαλές κινήσεις άρα έχουμε αργό βαθμό αλλαγής, ενώ στη δεύτερη περίπτωση αλλάζει απότομα θέσεις άρα έχουμε γρήγορο βαθμό αλλαγής.



Εικόνα 1. 10 Οπτική μεταβλητή του βαθμού αλλαγής (Πηγή εικόνας: Κρασανάκης, 2014). Παρουσιάζονται οι περιπτώσεις αργού και γρήγορου βαθμού.

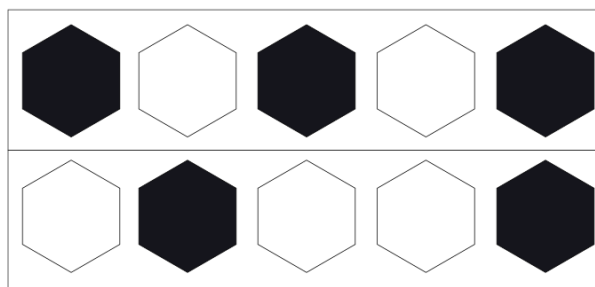
- ✓ **Σειρά ακολουθίας (order) και προβαλλόμενη ημερομηνία (display date):** πρόκειται για τη σειρά με την οποία εμφανίζονται τα καρτέλα οποία συνήθως ακολουθούν μια χρονολογική σειρά σε βάθος χρόνου. Παρόλα αυτά, μερικές φορές η ακολουθία δεν εξαρτάται από το χρόνο αλλά από την προβαλλόμενη ημερομηνία στα καρτέλα η οποία δηλώνει το χρόνο αναφοράς της αλλαγής τους. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 1.11 παρουσιάζεται ένα φαινόμενο στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής το οποίο, ακολουθεί χρονολογική σειρά και τα καρτέλα αλλάζουν σύμφωνα με την προβαλλόμενη ημερομηνία κατά αύξουσα σειρά.



Εικόνα 1. 11 Οπτική μεταβλητή της σειράς ακολουθίας. Παρουσιάζεται μια σειρά ακολουθίας με γνώμονα την προβαλλόμενη ημερομηνία κάθε χάρτη (Πηγή εικόνας: Kraak & Ormeling, 2003)

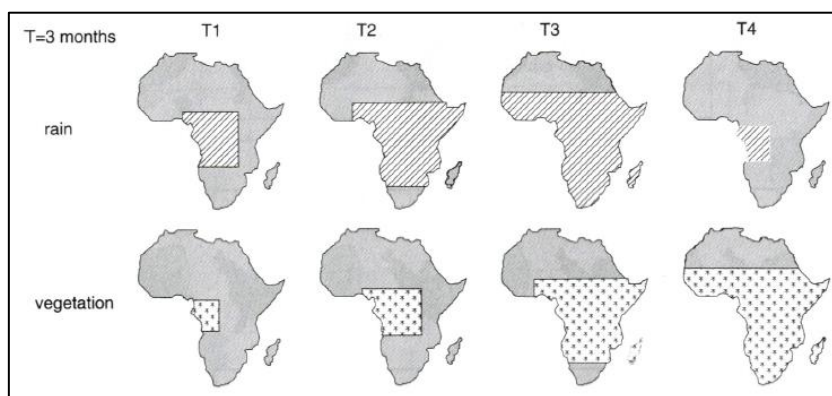
- ✓ **Συχνότητα (frequency):** αντιστοιχεί στον αριθμό των αναγνωρίσιμων σταδίων σε βάθος χρόνου. Η διάρκεια και η συχνότητα συνδέονται άμεσα καθώς ο όρος της μιας μπορεί να περιγράψει την άλλη (Κρασανάκης, 2014) (Εικόνα 1.12).

Κεφάλαιο 1° Οι μεταβλητές του χαρτογραφικού συμβολισμού



Εικόνα 1. 12 Παράδειγμα της οπτικής μεταβλητής της συχνότητας

- ✓ **Συγχρονισμός (Synchronization):** είναι η χρονική αντιστοιχία μεταξύ δύο ή περισσότερων χρονικών σειρών, οι οποίες πραγματοποιούνται με βάση το χρόνο της απεικόνισης. Ο συγχρονισμός απεικονίσεων παρέχει την δυνατότητα εύρεσης συσχετίσεων και προτύπων μεταξύ των απεικονιζόμενων δεδομένων (MacEachren, 1995, αναφέρεται σε Κρασανάκης, 2014). Στην Εικόνα 1.13 προβάλλεται ο συγχρονισμός μεταξύ δύο σειρών δεδομένων, της βλάστησης και της βροχόπτωσης.



Εικόνα 1. 13 Οπτική μεταβλητή του συγχρονισμού σε παράδειγμα για την ανάδειξη βλάστησης και βροχόπτωσης (Πηγή εικόνας: Kraak & Ormeling 2003)

Ο MacEachren (1995) ερεύνησε περαιτέρω τις παραπάνω μεταβλητές όσον αφορά την αποτελεσματικότητα τους ανάλογα με τις κλίμακες μέτρησης των οπτικών μεταβλητών (ονομαστική, τάξης, διαστήματος). Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι (Πίνακας 1.2):

1. Η μεταβλητή της διάρκειας και του βαθμού αλλαγής είναι πιο αποτελεσματική στην κλίμακα τάξης και διαστήματος
2. Η σειρά ακολουθίας είναι πιο αποτελεσματική στην κλίμακα τάξης
3. Η προβαλλόμενη ημερομηνία είναι πιο αποτελεσματική στην ονομαστική κλίμακα
4. Η συχνότητα είναι πιο αποτελεσματική στην κλίμακα τάξης
5. Ο συγχρονισμός είναι πιο αποτελεσματικός στην ονομαστική κλίμακα

Κεφάλαιο 1° Οι μεταβλητές του χαρτογραφικού συμβολισμού

Πίνακας 1. 2 Αποτελεσματικότητα δυναμικών μεταβλητών με βάση τις κλίμακες μέτρησης (Πηγή εικόνας: Φιλίππακοπούλου et al., 2004)

	Ονομαστική	Τάξης	Διαστήματος
Διάρκεια			
Βαθμός αλλαγής			
Σειρά ακολουθίας			
Προβαλλόμενη Ημερομηνία			
Συχνότητα			
Συγχρονισμός			

Αρκετά αποτελεσματικό	Οριακά αποτελεσματικό	Καθόλου αποτελεσματικό
-----------------------	-----------------------	------------------------

1.5 Ακουστικές μεταβλητές

Οι ηχητικές ή ακουστικές μεταβλητές χρησιμοποιούνται σε χάρτες που υποστηρίζουν πολυμέσα σε συνδυασμό με τις δυναμικές και τις οπτικές μεταβλητές. Εισήχθησαν από τον Krygier (1994) ορίζονται ως μεταβλητές αφηρημένου ήχου οι οποίες, μπορούν να αξιοποιηθούν για την απόδοση διαφοροποιήσεων μεταξύ γεωγραφικών δεδομένων. Στις ακουστικές μεταβλητές ανήκουν η θέση, η ένταση, το ύψος, η καταγραφή, το ηχόχρωμα, η διάρκεια, ο βαθμός μεταβολής, η ακολουθία και η μεγιστοποίηση/ελαχιστοποίηση ήχου οι οποίες αναφέρονται παρακάτω. Χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση τόσο ποιοτικών όσο και ποσοτικών δεδομένων. Εισήγαγε επίσης, τους ρεαλιστικούς ήχους οι οποίοι μπορούν να συνοδεύουν μια απεικόνιση (αναφέρεται σε Κρασσανάκης, 2014).

- ✓ **Θέση (location):** ορίζεται ως η θέση του ήχου σε ένα δισδιάστατο ή τρισδιάστατο χώρο. Αντιπροσωπεύει ονομαστικά δεδομένα και δεδομένα τάξεως.
- ✓ **Ένταση (loudness):** πρόκειται για το μέγεθος του ήχου με μονάδα μέτρησης το decibel και φανερώνει διαφορά τάξεως.
- ✓ **Ύψος (pitch):** αναφέρεται στη χαμηλή ή υψηλή συχνότητα (τόνος) ενός ήχου. Χρησιμοποιείται για ποσοτικές διαφοροποιήσεις και είναι η πιο αποδοτική για αυτές.
- ✓ **Καταγραφή (register):** αναφέρεται στη θέση ενός ή παραπάνω τόνων ανάμεσα στο εύρος των τόνων που είναι διαθέσιμες.
- ✓ **Ηχόχρωμα (timbre):** αποτελεί τη χροιά ενός ήχου.
- ✓ **Διάρκεια (duration):** πρόκειται για το μήκος του χρονικού διαστήματος κατά τον οποίο ακούγεται ή απουσιάζει ένας ήχος. Χρησιμοποιείται για αναπαράσταση ποσοτικών δεδομένων.
- ✓ **Βαθμός μεταβολής (degree of change):** αναφέρεται στη σχέση μεταξύ της διάρκειας του ήχου και της σιωπής σε βάθος χρόνου.
- ✓ **Ακολουθία (order):** ορίζεται ως η σειρά με την οποία παρουσιάζονται οι ήχοι.
- ✓ **Μεγιστοποίηση/Ελαχιστοποίηση (attack/decay):** είναι ο χρόνος που χρειάζεται ένας ήχος για να φτάσει στο μέγιστο/ελάχιστο του.

Κεφάλαιο 1° Οι μεταβλητές του χαρτογραφικού συμβολισμού

Στον Πίνακα 1.3 παρουσιάζονται συνοπτικά οι κατηγορίες των μεταβλητών που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο αυτό (οπτικές, δυναμικές, ηχητικές).

Πίνακας 1. 3 Σύνολο οπτικών – δυναμικών – ηχητικών μεταβλητών

Οπτικές Μεταβλητές	Δυναμικές Μεταβλητές	Ηχητικές μεταβλητές
Θέση	Διάρκεια	Θέση
Μέγεθος	Βαθμός αλλαγής	Ένταση
Ένταση	Σειρά ακολουθίας	Ύψος
Υφή	Προβαλλόμενη ημερομηνία	Καταγραφή
Απόχρωση	Συχνότητα	Ηχόχρωμα
Προσανατολισμός	Συγχρονισμός	Διάρκεια
Σχήμα		Βαθμός μεταβολής
		Ακολουθία
		Μεγιστοποίηση / Ελαχιστοποίηση ήχου

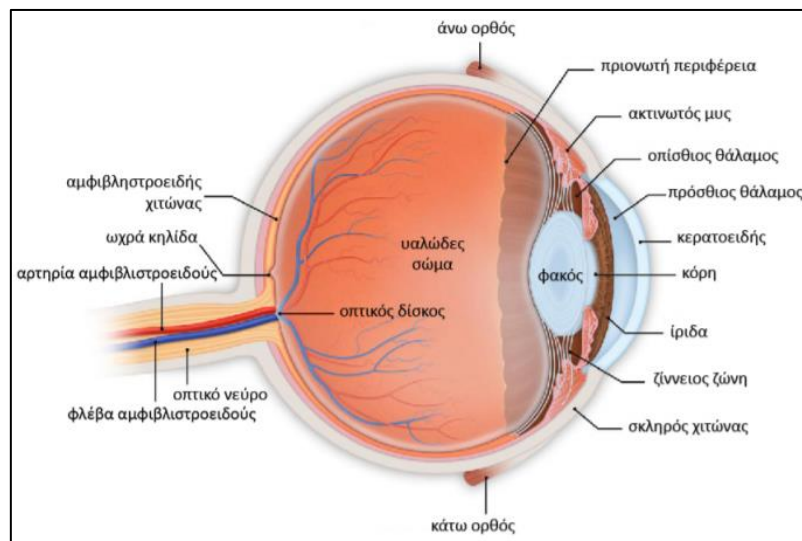
Κεφάλαιο 2°

Οπτική αντίληψη και προσοχή στους χάρτες

2.1 Οι έννοιες της οπτικής αντίληψης και προσοχής

2.1.1 Όραση

Η όραση αποτελεί τη μία από τις πέντε αισθήσεις του ανθρώπου. Το οφθαλμικό σύστημα είναι ο μηχανισμός που εξυπηρετεί τη διαδικασία της όρασης, ο οποίος περιέχει τον οφθαλμό, το οπτικό νεύρο και την περιοχή επεξεργασίας των σημάτων στον ανθρώπινο εγκέφαλο (οπτικός φλοιός). Η όραση είναι δυνατή μόνο όταν υπάρχει η παρουσία φωτός. Παρακάτω παρατίθεται ένα σχήμα που αναλύει τα μέρη του οφθαλμού (Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2. 1 Οφθαλμός (Πηγή εικόνας: Μαρμαράς et al., 2015)

2.1.2 Οπτική αντίληψη και προσοχή

Η αντίληψη έχει άμεση σχέση με την απόκτηση πληροφοριών με κύριο στόχο την κατανόηση του κόσμου γύρο μας. Στην έννοια της αντίληψης περιλαμβάνονται όλες οι απαραίτητες ενέργειες που εκτελούνται για την αναγνώριση, την οργάνωση και τη διαίσθηση ερεθισμάτων από το περιβάλλον μέσω των αισθητήριων οργάνων του ανθρώπου (Κρασανάκης, 2014). Είναι μια σύνθετη ψυχολογική διαδικασία με την οποία το άτομο προσπαθεί να αντιληφθεί και να ερμηνεύσει μηνύματα από τον εξωτερικό κόσμο, αναλύοντας τα χαρακτηριστικά ενός ερεθίσματος και συσχετίζοντας το με προηγούμενες εμπειρίες. Η έννοια της οπτικής αντίληψης συνδέεται άμεσα με εκείνες της οπτικής αναζήτησης και της οπτικής προσοχής, οι οποίες προηγούνται από αυτή.

Η οπτική προσοχή αναφέρεται στην ικανότητα του νευρικού συστήματος να εστιάζει σε συγκεκριμένα ερεθίσματα οποία, αποθηκεύονται σε έναν χώρο προσωρινά (Broadbent, 1958, αναφέρεται σε Γιουλτσή, 2006). Οι Keane et al. (1995), διαχώρισαν την προσοχή σε δύο περιπτώσεις, την εστιασμένη και την επιμερισμένη. Αργότερα το

1988, οι Treisman & Gormican κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ένα συνεχές είδος προσοχής με άκρα τις περιπτώσεις των Keane et al. (1995).

Η οπτική αναζήτηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής. Αντιστοιχεί στην αναζήτηση ενός συγκεκριμένου αντικείμενου (στόχος) σε μια σκηνή που περιέχει πολλά άλλα αντικείμενα (περισπαστές). Οι κλασικές θεωρίες επιλεκτικής προσοχής υποδηλώνουν ότι δύο στάδια ή τρόποι επεξεργασίας εμπλέκονται στην οπτική αναζήτηση (Treisman et al., 1980, Treisman 1988, Wolfe 1994):

1. ένα παράλληλο, προ-προσεκτικό στάδιο στο οποίο όλα τα οπτικά αντικείμενα υποβάλλονται σε επεξεργασία για την εξαγωγή του χάρτη προεξοχής και
2. ένα σειριακό στάδιο, κατά το οποίο η εστιακή προσοχή εκχωρείται σειριακά σε τοποθεσίες που επισημαίνονται στο χάρτη προεξοχής για τον προσδιορισμό επιλεγμένων στοιχείων.

Ουσιαστικά, η οπτική αναζήτηση είναι η διαδικασία οπτικής σάρωσης μιας σκηνής και διαμόρφωσης μιας νοητής εικόνας, συναρμολογούμενης από τον εγκέφαλο (Duchowski, 2007). Συναντάμε διάφορους ορισμούς όπως:

- του Wolfe (1998): *«η οπτική αναζήτηση αποτελεί το σύνολο εκείνων των οπτικών διεργασιών που τους επιτρέπουν να βρούμε αυτό που ψάχνουμε χρησιμοποιώντας το στοιχείο τους χωρικής προσοχής για να συνδυάσουμε τα χαρακτηριστικά των απεικονιζόμενων αντικειμένων μεταξύ τους»*
- των Koch et al. (1985): *«η οπτική αναζήτηση καθοδηγείται από την έξοδο τους μηχανισμού επιλογής που λειτουργεί σε έναν χάρτη προεξοχής»*
- των Nelson et al. (1997): *«μία από τους πιο βασικές εργασίες που εκτελούνται στο χάρτη είναι μια οπτική αναζήτηση όταν ο συμμετέχων πρέπει να προσδιορίσει τον απαιτούμενο στόχο» και άλλων.*

Σύμφωνα με τον Lloyd (1988), η οπτική αναζήτηση χωρίζεται σε τρία είδη (αναφέρεται σε Κρασανάκης, 2014):

1. **τη σειριακή αυτό-τερματιζόμενη αναζήτηση:** κάθε σύμβολο εξετάζεται ξεχωριστά μέχρι την εύρεση του επιθυμητού. Για παράδειγμα, για την εύρεση ενός στόχου εξετάζονται όλα τα στοιχεία της οπτικής σκηνής μέχρι την εύρεση του. Έπειτα, η αναζήτηση σταματά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι κάποια σύμβολα ίσως και να μην εξεταστούν.
2. **την παράλληλη αναζήτηση:** τα σύμβολα του χάρτη σαρώνονται όλα ταυτόχρονα.
3. **τη σειριακή εξαντλητική αναζήτηση:** κάθε σύμβολο εξετάζεται ξεχωριστά και στη συνέχεια όλα μαζί.

2.1.3 Χαρακτηριστικά που καθοδηγούν την προσοχή

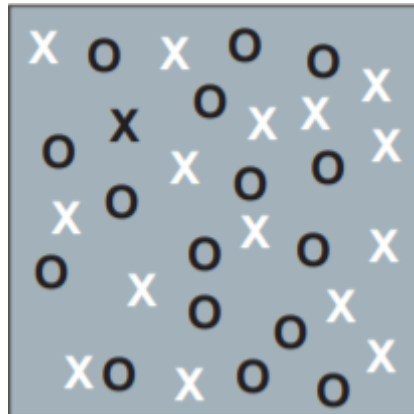
Στην μελέτη των Wolfe & Horowitz (2004), έγινε ταξινόμηση χαρακτηριστικών που είναι διαθέσιμα σε στάδιο προ-προσοχής και καθοδηγούν την προσοχή. Αυτά χωρίστηκαν σε πέντε κατηγορίες, τα αδιαμφισβήτητα, τα πιθανά, τα ενδεχόμενα, τα αβέβαια και τα πιθανά μη χαρακτηριστικά (Πίνακας 2.1).

Κεφάλαιο 2° Οπτική αντίληψη και προσοχή στους χάρτες

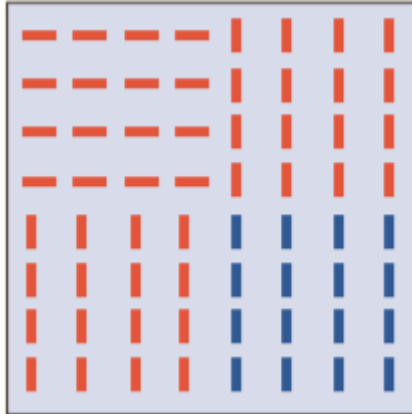
Πίνακας 2. 1 Πίνακας με τα χαρακτηριστικά της προ- προσοχής για κάθε κατηγορία μεταβλητής
(Πηγή πίνακα: Wolfe & Horowitz 2004)

Αδιαμφισβήτητα	Χρώμα, Κίνηση, Προσανατολισμός, Μέγεθος
Πιθανά	Τρεμοπαίξιμο, Πολωμένη φωτεινότητα, Μετατόπιση Vernier, Στερεοσκοπικό βάθος και κλίση, Εικονογραφικά συνθήματα βάθους, Σχήμα, Γραμμικές απολήξεις, Κλειστότητα, Τοπολογία, Καμπυλότητα
Ενδεχόμενα	Διεύθυνση φωτισμού (σκίαση), Λάμψη, Διαστολή, Αριθμός, Αναλογία διαστάσεων
Αβέβαια	Καινοτομία, Ταυτότητα γραμμάτων, Αλφαριθμητική κατηγορία
Μη πιθανά	Διατομή, Οπτική ροή, Αλλαγή χρώματος, Τρισδιάστατες τομές, Πρόσωπα, Όνομα παρατηρητή, Σημασιολογική κατηγορία

Ενίσχυσαν τα συμπεράσματα τους δημιουργώντας παραδείγματα που υποδείκνυαν κάποια από τα χαρακτηριστικά αυτά. Για να γίνει κατανοητή η λειτουργία αυτών των χαρακτηριστικών δίνονται κάποια παραδείγματα. Στην Εικόνα 2.2, στόχος είναι η εύρεση του σχήματος «X» σε μαύρη απόχρωση, έχοντας ως περισπαστές μαύρους κύκλους και άσπρα «X». Ως περισπαστής θεωρείται οποιοδήποτε χαρακτηριστικό πάνω σε έναν χάρτη το οποίο αποσπά την προσοχή του παρατηρητή από το ζητούμενο (στόχο). Στην περίπτωση αυτή συνδυάζεται το χαρακτηριστικό του σχήματος και της πολωμένης φωτεινότητας (πιθανά χαρακτηριστικά). Στην Εικόνα 2.3, φαίνεται η τμηματοποίηση των περιοχών υφής με βάση το χρώμα και τον προσανατολισμό (αδιαμφισβήτητα χαρακτηριστικά).



Εικόνα 2. 2 Πιθανό χαρακτηριστικό
(Πηγή εικόνας: Wolfe & Horowitz, 2004)



Εικόνα 2. 3 Αδιαμφισβήτητο χαρακτηριστικό
(Πηγή εικόνας: Wolfe & Horowitz, 2004)

2.2 Η σύνδεση του σταδίου της προ-προσοχής με τις μεταβλητές του χαρτογραφικού σχεδιασμού

Ο Neisser (1967) εισήγαγε την ιδέα του «προ-προσεκτικού» σταδίου οπτικής επεξεργασίας – όρασης πριν από το στάδιο της προσοχής. Αντιπροσωπεύει το στάδιο της όρασης πριν να εστιαστεί η προσοχή σε κάποιο ερέθισμα. Στο στάδιο αυτό γίνονται αντιληπτά τα βασικά χαρακτηριστικά του οπτικού πεδίου με παράλληλο τρόπο, ενώ ο παρατηρητής που αναζητά κάτι συγκεκριμένο στο οπτικό πεδίο το βλέπει να "ξεπροβάλλει" από αυτό. Η Treisman (1993) αναφέρει για την όραση πριν την προσοχή ότι είναι ένα στάδιο της αρχικής οπτικής εντύπωσης και λαμβάνει χώρα πριν από τη συνειδητή οπτική εμπειρία (αναφέρεται σε De Valois, 2002).

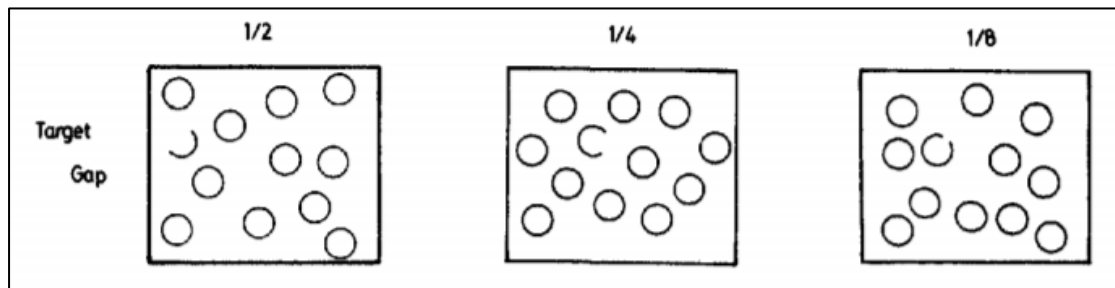
2.3 Πειραματικές μελέτες σχετικές με τη μελέτη των μεταβλητών του χαρτογραφικού σχεδιασμού

Οι εργασίες στο πλαίσιο της ψυχολογίας βοήθησαν περαιτέρω τους χαρτογράφους να αναπτύξουν κανόνες για τη δημιουργία οπτικής ιεραρχίας, προσδιορίζοντας ποιες οπτικές μεταβλητές επεξεργάζονται προ-προσεκτικά από το σύστημα οφθαλμού-εγκεφάλου (Treisman et al. 1980). Η επεξεργασία της προ-προσοχής οδηγεί συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που εμφανίζονται στην οθόνη να αναδύονται χωρίς να χρειάζεται ο χρήστης να ελέγξει κάθε σύμβολο ξεχωριστά. Για παράδειγμα, παρόλο που είναι πολύ εύκολο να εντοπιστούν τα σύμβολα με κόκκινο σχήμα στον χάρτη διότι η απόχρωση έχει επεξεργαστεί προ-προσεκτικά, δυσκολότερα αναγνωρίζονται τα σύμβολα με τετράγωνο σχήμα με μια ματιά. Αυτός συμβαίνει διότι το σχήμα δεν έχει επεξεργαστεί προ-προσεκτικά. Τα πράγματα περιπλέκονται με το συνδυασμό των οπτικών μεταβλητών. Λόγου χάρι, χρειάζεται αρκετός χρόνος για να διαφοροποιηθούν τα μπλε τετράγωνα από τους μπλε κύκλους επειδή ο συνδυασμός της απόχρωσης και του σχήματος δεν έχουν επεξεργαστεί προ-προσεκτικά και χρειάζονται σειριακή αναζήτηση (Kent & Vujakovic, 2017). Στην συνέχεια, παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν επί των μεταβλητών από ψυχολόγους και χαρτογράφους.

Ο ψυχολόγος Williams (1971) εξετάζοντας τις κινήσεις των οφθαλμών, χρησιμοποίησε 100 γεωμετρικά σύμβολα στα οποία εμπεριέχονταν ένας στόχος. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το χρώμα και η μοναδικότητα του χαρακτηριστικού υπερτερεί του μεγέθους και του σχήματος όταν πρόκειται για διάκριση αντικειμένων. Επίσης, συμπέρανε ότι όταν ένα αντικείμενο έχει παραπάνω από μια διαστάσεις ο

χρήστης επικεντρώνεται σε αυτή που είναι πιο εύκολα διαχωρίσιμη σε σχέση με τις υπόλοιπες (αναφέρεται σε Κρασανάκης, 2014).

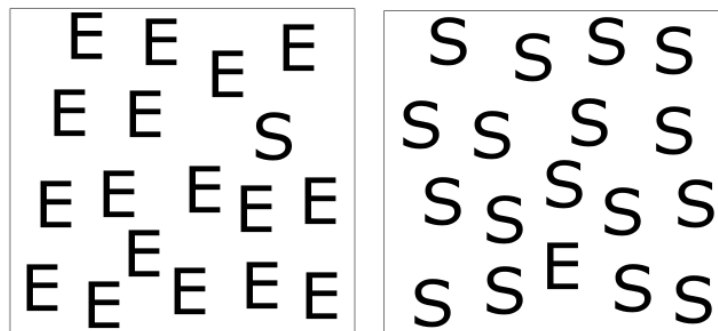
Οι Treisman & Souther (1985) σε μελέτη που διεξήγαγαν για τον οπτικό διαχωρισμό έφτασαν στο συμπέρασμα ότι, εάν η αναζήτηση για το A μεταξύ B είναι αποτελεσματική, αυτό δεν σημαίνει ότι και η αναζήτηση για το B μεταξύ A είναι αποτελεσματική. Για παράδειγμα, στον προσανατολισμό είναι ευκολότερο να βρεθεί μια κεκλιμένη γραμμή μεταξύ κάθετων γραμμών από ότι το αντίστροφο. Ο Treisman υποστήριξε ότι είναι ευκολότερο να βρεθεί μια απόκλιση από ένα κανονικό ερέθισμα (κάθετο) από το να βρούμε ένα κανονικό ερέθισμα μεταξύ των αποκλίσεων (Treisman et al., 1985). Διεξήγαγαν επίσης, μελέτη με κλειστούς κύκλους και κύκλους με κενά διαφορετικού μεγέθους ως στόχους όπως φαίνεται παρακάτω στην Εικόνα 2.4. Το αποτέλεσμα ήταν οι κύκλοι με τα κενά να «ξεπηδούν» σε σχέση με τους κλειστούς κύκλους και οι τελευταίοι, χρειάστηκαν σειριακή αυτοτερματιζόμενη αναζήτηση για να βρεθούν. Αυτό υποδηλώνει ότι τα κενά (τερματισμοί) είναι πιο εύκολα ανιχνεύσιμα και ανιχνεύονται στο στάδιο της προ-προσοχής (Treisman et al., 1988).



Εικόνα 2. 4 Παραδείγματα μελέτης με κλειστούς κύκλους και κύκλους με κενά (Πηγή εικόνας: Treisman & Gormican, 1988)

Συνεχίζοντας με το παράδειγμα του προσανατολισμού, ένα κεκλιμένο αντικείμενο προς τα δεξιά, εντοπίζεται ευκολότερα μεταξύ άλλων κατακόρυφων αντικειμένων επειδή έχει ένα μοναδικό χαρακτηριστικό (δεξιά κλίση). Ένας κατακόρυφος στόχος μεταξύ των κεκλιμένων περισπαστών προς τα δεξιά καθορίζεται από την απουσία κλίσης. Κατά συνέπεια, θα ήταν πιο δύσκολο να βρεθεί (Wolfe, 1994).

Οι Cheal & Lyon (1992) απέδειξαν σε πείραμα τους ότι ένας στόχος με περισσότερες απολήξεις από τους περισπαστές είναι πιο δύσκολος στην αναζήτηση. Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τα σχήματα «S» και «E» (Εικόνα 2.5). Αποτελεσματικότερη φάνηκε να είναι η αναζήτηση του στόχου με τις δύο απολήξεις («S») ανάμεσα σε αυτούς με τρεις απολήξεις («E») παρά το αντίστροφο.



Εικόνα 2. 5 Παράδειγμα μελέτης Cheal & Lyon (1992)

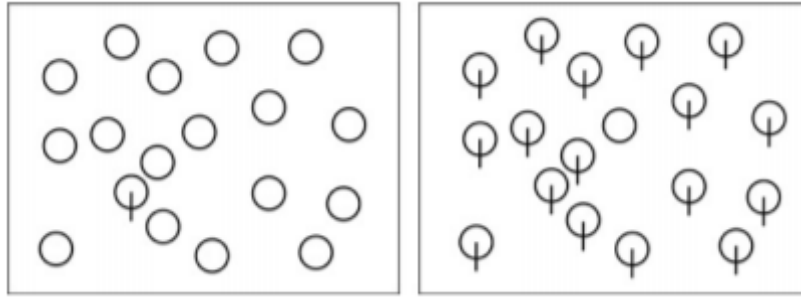
Οι Wolfe & Bennett (1997) διεξήγαγαν μια σειρά πειραμάτων για να εξετάσουν εάν είναι δυνατή η αποτελεσματική αναζήτηση για αντικείμενα - στόχους που μοιράζονται χαρακτηριστικά με περισπαστές αλλά, έχουν διαφορετικό σχήμα (τη μορφή ενός αντικειμένου ως σύνολο). Η αναζήτηση ήταν μη αποτελεσματική όταν οι στόχοι και οι περισπαστές είχαν τα ίδια χαρακτηριστικά μορφής αλλά διαφορετικό συνολικό σχήμα. Ο στόχος είχε επιπλέον μια μοναδική ορθή γωνία και επιπλέον έναν παρακείμενο κύκλο. Ούτε η γωνία, ούτε η αλλαγή της τοπολογίας που προέκυψε από τον παρακείμενο κύκλο λειτούργησε ως βασικό χαρακτηριστικό. Εξέτασαν επίσης, μια αναζήτηση συνδυασμού με απλά σχήματα. Επιθυμητή ήταν η αναζήτηση ενός αντικειμένου που είχε μια κορώνα και σημεία, μεταξύ αντικειμένων (περισπαστών) που είχαν είτε κορώνες είτε σημεία (αλλά όχι και τα δύο). Η τεχνική αυτή ήταν επίσης μη αποτελεσματική παρόλο που το σχήμα του στόχου ήταν διαφορετικό από το σχήμα των περισπαστών. Σε περιπτώσεις που ο στόχος είχε ένα μοναδικό χαρακτηριστικό (κορώνες ή σημεία), η αναζήτηση ήταν αποτελεσματική λόγω των ιδιοτήτων που έχουν αυτά τα μεμονωμένα κομμάτια (αναφέρεται σε Michaelidou et al., 2005).

Οι Wolfe & Horowitz (1998), σε μελέτη τους συμπέραναν ότι η αποτελεσματικότητα της αναζήτησης μειώνεται δραστικά εάν η σκηνή αλλάζει συνεχώς ενώ ο παρατηρητής προσπαθεί να την αναζητήσει. Όταν ένα αντικείμενο - στόχος διαφέρει από τους περισπαστές με ένα απλό οπτικό χαρακτηριστικό όπως, μια κόκκινη γραμμή μεταξύ πράσινων, ο στόχος τραβά αυτόματα την προσοχή κάποιου και μπορεί να ανιχνευθεί ανεξάρτητα από τον αριθμό των περισπαστών. Όταν οι στόχοι και οι περισπαστές διαφέρουν μόνο στη χωρική τους διάταξη, η αναζήτηση καθιστά απαιτητική την προσοχή και ο χρόνος αντίδρασης αυξάνεται.

Οι Eaton et al. (2005) διενήργησαν μια μελέτη για να δοκιμάσουν τρεις παραλλαγές γραφημάτων. Στη μελέτη αυτή, είτε τα δεδομένα που λείπουν κωδικοποιούνται ως μηδενικά, είτε δεν σχεδιάζονται στο γράφημα, είτε τα δεδομένα κωδικοποιούνται για να επιστήσουν την προσοχή στην ύπαρξή τους. Τα αποτελέσματά τους υποδηλώνουν ότι οι παρατηρητές μερικές φορές δεν παρατηρούν ποτέ τα δεδομένα που λείπουν έχουν κωδικοποιηθεί από μηδενικά (αναφέρεται σε Robinson, 2018). Αυτά τα αποτελέσματα συμπληρώνουν μια προηγούμενη εργασία στην ψυχολογία για την αξιολόγηση των οπτικών συνθημάτων που κατευθύνουν την προσοχή. Συγκεκριμένα, το θέμα της ασύμμετρης οπτικής αναζήτησης στην αντιληπτική επιστήμη έχει επικεντρωθεί στο πώς η ταχύτητα και η απόδοση της οπτικής αναζήτησης μπορεί να εξαρτάται από το αν είναι ή όχι παρόν ο στόχος (Treisman et al, 1985, 1988).

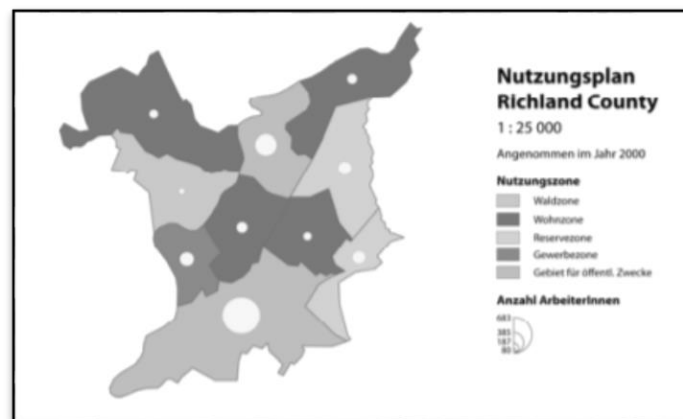
Αν και ο ακριβής μηχανισμός για την κατανόηση του γιατί συμβαίνει η οπτική ασυμμετρία παραμένει πηγή συνεχιζόμενης έρευνας (Moran et al, 2015), το φαινόμενο αυτό έχει βρεθεί σε πολλά πειράματα οπτικής αναζήτησης και μπορεί να εντοπιστεί κατά το χειρισμό του χρώματος, του προσανατολισμού, της κίνησης, του μεγέθους και άλλων κοινών οπτικών μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στο χαρτογραφικό σχεδιασμό (Vincent, 2011, αναφέρεται σε Robinson, 2019).

Η έως τώρα βιβλιογραφία υποδηλώνει ότι η αναγνώριση συμβόλων που περιλαμβάνουν ένα μοναδικό χαρακτηριστικό είναι ταχύτερη και ευκολότερη σε σύγκριση με αυτή που το χαρακτηριστικό απουσιάζει (Wolfe, 2001 αναφέρεται σε Robinson, 2019). Στην Εικόνα 2.6 εμφανίζονται τα σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.



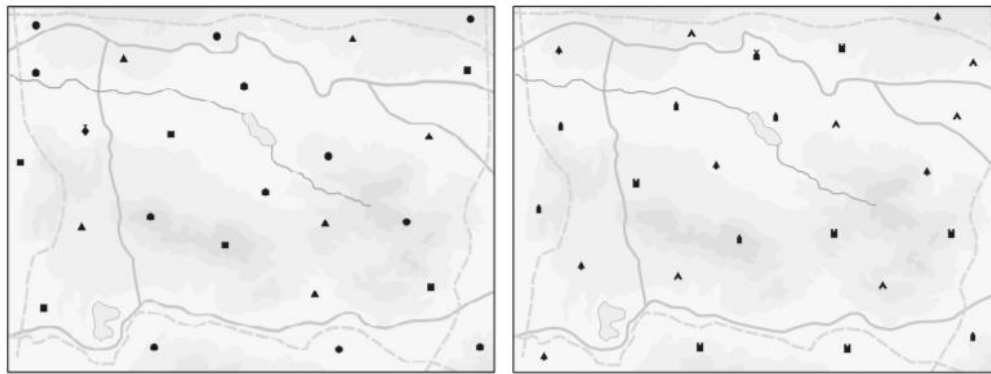
Εικόνα 2. 6 Σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν από τον Wolfe (2001) στην ψυχολογική έρευνα σχετικά με την οπτική ασυμμετρία (Πηγή εικόνας: Robinson, 2019)

Οι Garlandini & Fabrikant (2009) εξέτασαν το μέγεθος, την ένταση χρώματος και απόχρωσης και τον προσανατολισμός δηλαδή, τέσσερις βασικές οπτικές μεταβλητές χαρτογραφικού συμβολισμού. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 64 χάρτες ένας εκ των οποίων φαίνεται στην Εικόνα 2.7 και είκοσι συμμετέχοντες οι οποίοι όταν συνέβαινε κάποια αλλαγή στο οπτικό τους ερέθισμα αποκρίνονταν πατώντας ένα κουμπί. Έπειτα, απαντούσαν τρεις ερωτήσεις σχετικά με το αν υπήρξε αλλαγή ή όχι, το σημείο που συνέβη αλλά και τη φύση της αλλαγής. Το συμπέρασμα ήταν πως το μέγεθος ήταν η πιο αποτελεσματική και αποδοτική μεταβλητή, σε αντίθεση με τον προσανατολισμό που ήταν η λιγότερο αποδοτική.



Εικόνα 2. 7 Χάρτης με την χρήση της μεταβλητής της έντασης ως ερέθισμα για την διεξαγωγή του πειράματος (Πηγή εικόνας: Garlandini & Fabrikant, 2009)

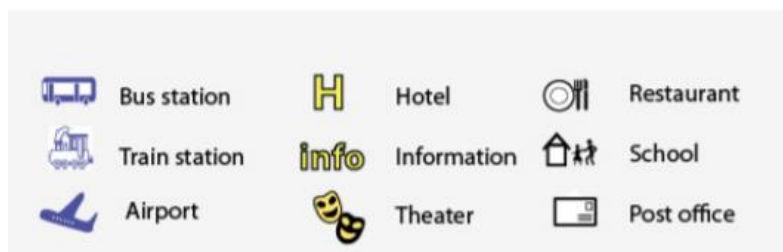
Στη μελέτη για την επίδραση των χαρακτηριστικών του σχήματος των Michaelidou et al. (2005), δημιουργήθηκε ένας χάρτης ως βάση για την παραγωγή άλλων και σχεδιάστηκαν δέκα γεωμετρικά σύμβολα και δώδεκα εικονογραφικά για να χρησιμεύσουν ως στόχοι και περισπαστές. Συνολικά δημιουργήθηκαν 120 χάρτες και δύο από αυτούς παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.8. Αποδείχθηκε ότι η εύρεση ενός συμβόλου είναι πιο αποδοτική όταν αυτό βρίσκεται στο κέντρο του χάρτη από ότι στην περιφέρεια ή αν απουσιάζει. Όσον αφορά τη μορφή του, ήταν πιο αποδοτική η εύρεση αν επρόκειτο για γεωμετρικό και όχι εικονογραφικό σύμβολο και αν υπήρχε ένα μοναδικό χαρακτηριστικό σε αυτό.



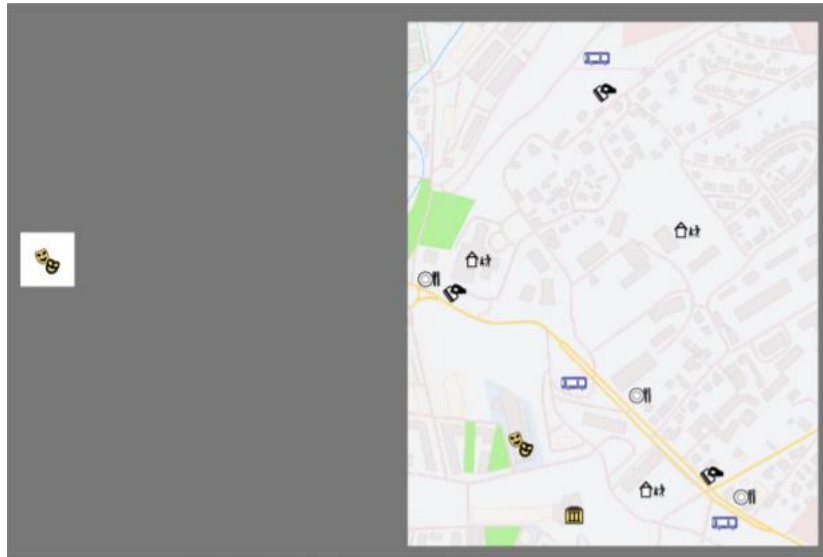
Εικόνα 2. 8 Χάρτης με γεωμετρικά σύμβολα (αριστερά) και ένας χάρτης με εικονογραφικά σύμβολα (δεξιά)
(Πηγή εικόνας: Michaelidou et al., 2005)

Σε μια σειρά μελετών (Krassanakis et al., 2011, Krassanakis, 2013), εξετάστηκε η επιλεκτικότητα της ύπαρξης μιας οπής σε γεωμετρικά και εικονογραφικά σύμβολα. Συμπεραίνεται ότι, η χρήση της οπής στην περίπτωση των αφηρημένων συμβόλων οδηγεί σε πιο αποτελεσματικές αναζητήσεις. Επιπλέον, οι διαδρομές σάρωσης της οπτικής σκηνής ήταν πιο περίπλοκες όταν τα σύμβολα - στόχοι βρίσκονταν στην περιφέρεια από ότι στο κέντρο ή αν απουσίαζαν. Παρόμοιο αποτέλεσμα προέκυψε επίσης σε μια πρόσφατη μελέτη που περιγράφεται από τον Burch (2017), η οποία υπογράμμισε ότι οι συμμετέχοντες στην έρευνα τείνουν να επικεντρώνονται στα βασικά σύμβολα του χάρτη κατά την αναζήτηση σε χάρτες μετρό (αναφέρεται σε Krassanakis & Cubylski, 2019).

Οι Popelka et al. (2020) επικεντρώθηκαν στις εργασίες οπτικής αναζήτησης. Στη μελέτη αυτή συμμετείχαν 24 φοιτητές πανεπιστημίου και τα σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν χωρίστηκαν σε 3 κατηγορίες, τα μπλε που αφορούσαν μέσα μεταφοράς, τα κίτρινα που αντιπροσώπευαν πολιτιστικά αντικείμενα και τέλος, άλλα αντικείμενα (Εικόνα 2.9). Σχεδιάστηκαν 60 χάρτες και ζητούμενο ήταν οι συμμετέχοντες να εντοπίσουν και να επιλέξουν με κλικ του κέρσορα ένα από τα σύμβολα (στόχο) που εμφανίζονταν στο χάρτη, όσο πιο γρήγορα μπορούσαν. Το σύμβολο που αναζητούσαν εμφανίζονταν στην αριστερή πλευρά του χάρτη και ο εντοπισμός του γινόταν στην δεξιά (Εικόνα 2.10). Κατέληξαν στο αποτέλεσμα που είχε και η μελέτη του Lloyd (1997), ότι πιο αποδοτικό είναι το φαινόμενο «pop-out» (αντικείμενο που ξεπροβάλλει στον χάρτη), η χρήση του κόκκινου χρώματος και η θέση του συμβόλου (πιο αποδοτικό το κέντρο από την περιφέρεια).



Εικόνα 2. 9 Παραδείγματα στόχων που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη των Popelka et al. (Πηγή εικόνας: Popelka et al., 2020)



Εικόνα 2. 10 Παράδειγμα του ερεθίσματος που χρησιμοποιήθηκε στον χάρτη για το πείραμα στην μελέτη των Rorzelka et al. (δεξιά ο στόχος - αριστερά ο χάρτης)
(Πηγή εικόνας: Rorzelka et al., 2020)

Κεφάλαιο 3°

Πειραματικές μέθοδοι στη χαρτογραφική έρευνα

3.1 Μέθοδοι καταγραφής και ανάλυσης χρόνων αντίδρασης

Τα δεδομένα που προκύπτουν από την υλοποίηση των πειραμάτων και των μελετών χρησιμοποιούνται μετέπειτα για την ανάλυση του ζητούμενου της έρευνας. Το πιο συχνό δεδομένο για ανάλυση σε αυτές τις περιπτώσεις είναι ο χρόνος αντίδρασης. Ως χρόνος αντίδρασης (reaction time) ορίζεται η διάρκεια του χρόνου που απαιτείται από τη στιγμή της εμφάνισης της οπτικής σκηνής μέχρι, να διαπιστωθεί από τον παρατηρητή αν ένας συγκεκριμένος στόχος είναι παρών ή απών.

Σε πειράματα εύρεσης στόχων η ανάλυση των χρόνων αντίδρασης αποτελεί σημαντικό κομμάτι της μελέτης. Ο Luce (1986) και ο Welford (1980) όρισαν τρία βασικά είδη χρόνου αντίδρασης (αναφέρεται σε Kosinski, 2013):

1. τα απλά πειράματα χρόνου αντίδρασης: υπάρχει ένα μόνο ερέθισμα και μια απόκριση
2. τη διαδικασία του χρόνου αντίδρασης διάκρισης: υπάρχουν πολλά ερεθίσματα με κάποια από αυτά να είναι παραπλανητικά (περισπαστές) και ο συμμετέχοντας καλείται να αναγνωρίσει το ερέθισμα – στόχο
3. τη διαδικασία χρόνου αντίδρασης με επιλογή: ο συμμετέχοντας καλείται να αντιδράσει εφόσον εμφανιστεί το σωστό ερέθισμα μπροστά του, πατώντας ένα πλήκτρο το οποίο θα εμφανιστεί στον υπολογιστή του

Οι χρόνοι αντίδρασης μετέπειτα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υπολογισθεί επιπρόσθετοι δείκτες, όπως η μέση τιμή (average), η διάμεσος (median), η τυπική απόκλιση (Standard deviation) η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή (max, min) και τέλος το εύρος τιμών (range). Από τους χρόνους αυτούς μπορούν να βρεθούν συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα ή όχι του συμβόλου αλλά και της ίδια της οπτικής σκηνής.

3.2 Μέθοδοι καταγραφής και ανάλυσης οφθαλμικών κινήσεων

Η καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων ή αλλιώς eye - tracking, επιτυγχάνεται μέσω συσκευών οι οποίες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με την τεχνική που χρησιμοποιούν για τη μέτρηση. Οι τεχνικές αυτές είναι η μέτρηση της απόστασης του οφθαλμού σε σχέση με το κεφάλι και η μέτρηση του προσανατολισμού του οφθαλμού στο χώρο (Young & Sheena, 1975). Μια άλλη κατηγοριοποίηση αφορά τα όργανα καταγραφής και περιλαμβάνει τις παρακάτω τεχνικές:

- την ηλεκτρο-οφθαλμογραφία
- τη χρήση σκληρών φακών επαφής
- την καταγραφή με κάμερες, οι οποίες αναλύουν εικόνες
- την καταγραφή βίντεο της αντανάκλασης της φωτεινής πηγής

3.2.1 Ηλεκτρο-οφθαλμογραφία

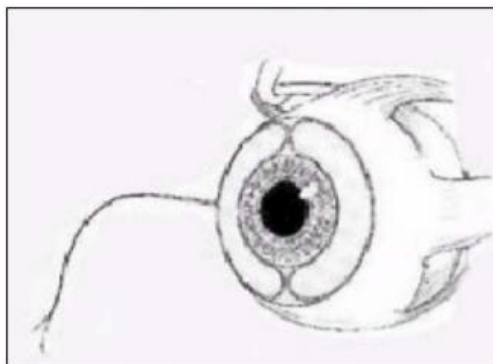
Η ηλεκτρο-οφθαλμογραφία (Εικόνα 3.1) αποτελεί μία τεχνική εντοπισμού του οφθαλμού, η οποία μετράει τις σχετικές θέσεις αυτού σε σχέση με το κεφάλι. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σε μελέτες όπως η ικανότητα ανάγνωσης και η οπτική κόπωση του παρατηρητή. Οι Mower et al. (1936) διαπίστωσαν ότι η θέση του ματιού μπορεί να αναγνωρισθεί με την τοποθέτηση ηλεκτροδίων γύρω από το μάτι, μετρώντας τα δυναμικά που δημιουργούνται λόγω κίνησης των οφθαλμών (αναφέρετε σε Young & Sheena, 1975).



Εικόνα 3. 1 Τεχνική ηλεκτρο-οφθαλμογραφίας
(Πηγή εικόνας: Thankachan, 2018)

3.2.2 Ειδικοί φακοί επαφής

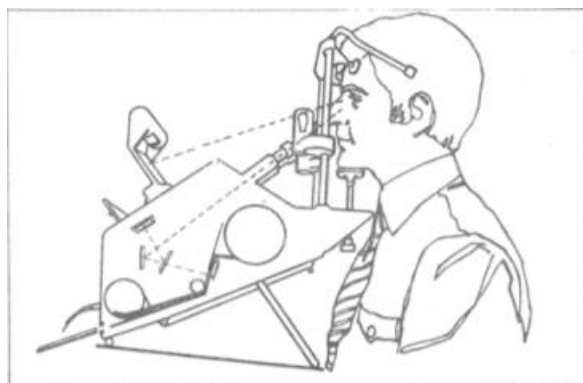
Στην περίπτωση αυτή η χρήση φακών επαφής (Εικόνα 3.2) καθιστούν δυνατό τον εντοπισμό της κίνησης του οφθαλμού με υψηλή ακρίβεια. Χρησιμοποιούνται σε δύο τεχνικές, την καταγραφή των κινήσεων ανακλώμενων ακτινών από σύστημα κατόπτρων και την καταγραφή της φάσης εναλλασσόμενου ηλεκτρικού δυναμικού, που δημιουργείται από την κίνηση εμφυτευμένου πηνίου σε φακό επαφής. Οι τεχνικές αυτές καθώς και η ηλεκτρο-οφθαλμογραφία, δεν είναι κατάλληλες για την καταγραφή του βλέμματος του παρατηρητή και η διαδικασία εκτέλεσης τους δεν είναι εφικτή σε καθημερινή εφαρμογή (Κρασανάκης, 2009).



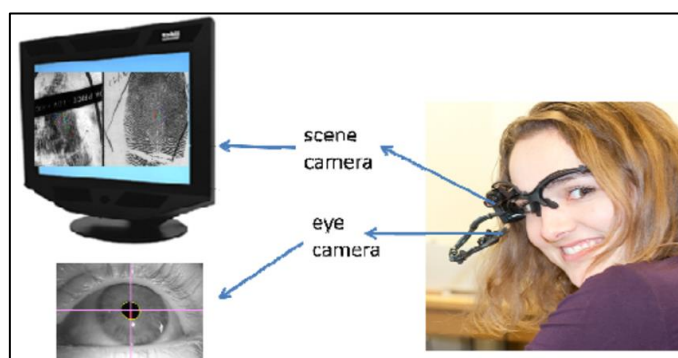
Εικόνα 3. 2 Εμφύτευση επαγωγικού πηνίου σε φακό επαφής
(Πηγή εικόνας: Πλαΐνης, 2006)

3.2.3 Κάμερες καταγραφής και ανάλυσης εικόνων

Η τεχνική αυτή βασίζεται στην ανάκλαση του φωτός από τον οφθαλμό. Εντοπίζεται συχνότερα στην καταγραφή οφθαλμικών κινήσεων, καθώς ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι μια κάμερα και ένας υπολογιστής με λογισμικό επεξεργασίας εικόνων. Βασική προϋπόθεση για την επιτυχία της, είναι η σωστή τοποθέτηση και σταθεροποίηση του κεφαλιού (Εικόνα 3.3) ή η μέτρηση πολλαπλών οφθαλμικών χαρακτηριστικών ώστε να διαχωρίζεται η κίνηση του κεφαλιού από αυτή των οφθαλμών (Εικόνα 3.4) (Κρασανάκης, 2009).



Εικόνα 3. 3 Σύστημα καταγραφής κινήσεων οφθαλμού με ακινητοποίηση κεφαλιού
(Πηγή εικόνας: Young, 1975)



Εικόνα 3. 4 Σύστημα καταγραφής κινήσεων οφθαλμού με ελεύθερη κίνηση
(Πηγή εικόνας: Yu et al.,2010)

3.2.4 Καταγραφή βίντεο της αντανάκλασης της φωτεινής πηγής

Οι Glenstrup & Engell-Nielsen (1995) κατηγοριοποίησαν τις τεχνικές που χρησιμοποιούν καταγραφή βίντεο στις παρακάτω μεθόδους (Κρασανάκης, 2009) :

- την ανίχνευση της περιφέρειας του κερατοειδούς χιτώνα
- την ανίχνευση της κόρης
- τη συσχέτιση ανάκλασης από την κόρη και τον κερατοειδή χιτώνα
- τη διπλή απεικόνιση ειδώλων Purkinje το οποίο σημαίνει ότι όταν υπέρυθρο φως πέσει πάνω στον οφθαλμό του χρήστη παρατηρούνται ανακλάσεις στα όρια μεταξύ των φακών και του κερατοειδούς
- την ανάκλαση από τον κερατοειδή χιτώνα του οφθαλμού και απεικόνιση του τελευταίου με χρήση τεχνητού νευρωνικού δικτύου

3.3 Μέθοδοι καταγραφής και ανάλυσης κινήσεων κέρσορα

Με τον όρο καταγραφή κινήσεων κέρσορα ή αλλιώς mouse-tracking, ορίζεται η παρακολούθηση των κινήσεων του κέρσορα καθώς και η συλλογή των θέσεων (x,y) και των χρόνων του μέσω ενός λογισμικού και έναν υπολογιστή. Στο διαδίκτυο διατίθενται πολλά λογισμικά εργαλεία για την πραγματοποίηση του σκοπού αυτού. Η μέθοδος αυτή παρατηρείται και σε άλλου είδους μελέτες εκτός της παρούσας.

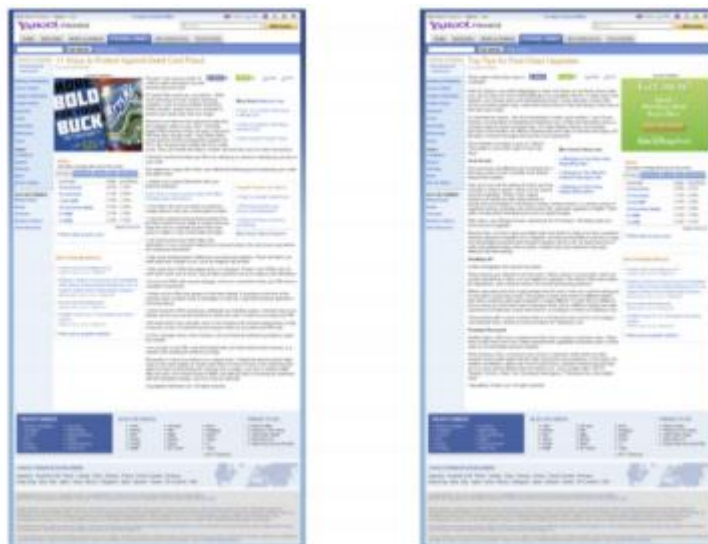
Η παρακολούθηση του κέρσορα εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στον τομέα της επεξεργασίας γλώσσας και έκτοτε εξαπλώθηκε στον κλάδο της ψυχολογίας. Μέχρι σήμερα η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της κοινωνικής γνώσης, τον έλεγχο δράσεων, τη λήψη αποφάσεων, τον έλεγχο αντίληψης κλπ.. Οι ερευνητές προσπαθούν να βγάλουν συμπεράσματα χρησιμοποιώντας τις αποκρίσεις που προκύπτουν όπως είναι οι χρόνοι αντίδρασης (RTs) ή τα ποσοστά σφάλματος (Freeman, 2010).

Οι Koop & Johnson (2013) πραγματοποίησαν μελέτη στην οποία εξέτασαν τις προτιμήσεις των συμμετεχόντων βάζοντάς τους να επιλέξουν ανάμεσα σε δύο εικόνες ποια προτιμούσαν κάνοντας κλικ σε αυτή. Η μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκε ως ένα πρώτο βήμα προς την επικύρωση της παρακολούθησης του κέρσορα στον τομέα της προτιμησιακής λήψης αποφάσεων (αναφέρεται σε Kieslich et al., 2019).

Χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο, οι Navalpakkam & Churchill (2012) σχεδίασαν ένα πείραμα στο οποίο μια διαφήμιση εμφανιζόταν σε μία από τις έξι θέσεις μιας ιστοσελίδας (επάνω αριστερά, επάνω δεξιά, στη μέση αριστερά, στη μέση δεξιά, κάτω αριστερά και κάτω δεξιά). Σκοπός του πειράματος είναι να βρεθεί σε πιο σημείο της ιστοσελίδας επικεντρώνεται η κίνηση του κέρσορα έχοντας διαφημίσεις. Οι περιπτώσεις που μελετήθηκαν είναι:

1. η εμφάνιση της διαφήμισης στην επάνω δεξιά γωνία της σελίδας
2. η εμφάνιση του 50% της διαφήμισης πάνω δεξιά της σελίδας και το υπόλοιπο 50% στις υπόλοιπες θέσεις
3. η εμφάνιση της διαφήμισης σε οποιαδήποτε θέση.

Κάθε συμμετέχοντας είδε έξι άρθρα τα οποία συνδυάστηκαν με διαφορετική διαφήμιση, σε οποιαδήποτε από τις έξι διαφορετικές θέσεις της ιστοσελίδας (Εικόνα 3.6). Τα δεδομένα που λήφθηκαν ήταν ο αριθμός επισκέψεων κέρσορα ανά στοιχείο, η παραμονή ανά επίσκεψη, ο συνολικός χρόνος παραμονής σε ένα σημείο με το ποντίκι, η απόσταση που διανύεται από το κέρσορα μεταξύ διαδοχικών επισκέψεων κλπ.. Διαπιστώθηκε ότι η δραστηριότητα του κέρσορα εστιάζεται σε μέρη της ιστοσελίδας που δεν υπάρχουν διαφημίσεις και ειδικότερα πάνω αριστερά.



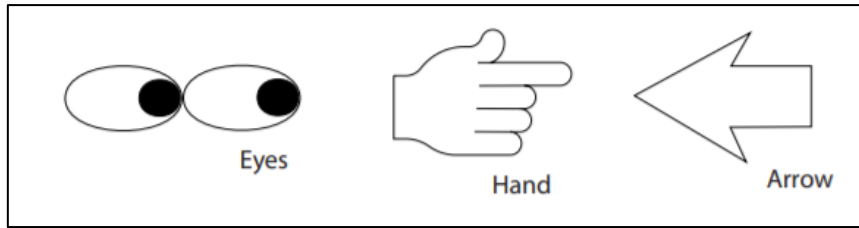
Εικόνα 3. 5 Παραδείγματα διαφημίσεων στην ιστοσελίδα που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη των : Navalrakkam et al. (Πηγή εικόνας: Navalrakkam et al., 2012)

Οι Freeman et al. (2011) διεξήγαγαν πείραμα στο οποίο οι συμμετέχοντες κατηγοριοποίησαν πρόσωπα (με βάση το χρώμα του δέρματος) διαφορετικής ενδυμασίας ως «Λευκό» ή «Μαύρο». Κατά την κατηγοριοποίηση, οι τροχιές των κινήσεων κέρσορα παρέκκλιναν προς την απάντηση «Μαύρο» όταν η ενδυμασία ήταν χαμηλής κατάστασης (π.χ. ρούχα επιστάτη), ακόμα και αν το πρόσωπο που προβαλλόταν ήταν «Λευκό» και αντιστρόφως. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα στερεότυπα του κάθε συμμετέχοντα μπορούν να οδηγήσουν σε μερική, αβέβαιη προκατάληψη στην αντίληψη, επηρεάζοντας έτσι τις τροχιές του κέρσορα και εν τέλει το αποτέλεσμα (αναφέρεται σε Hehman et al., 2014).

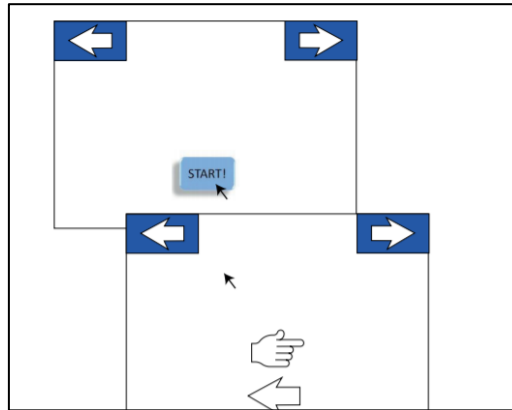
Οι Rodrigues et al. (2013) επικεντρώθηκαν σε έρευνα για τον προσδιορισμό των επιπέδων άγχους των μαθητών στην ηλεκτρονική μάθηση. Υλοποίησαν την παρακολούθηση κέρσορα και πληκτρολογίου στο Moodle (εκπαιδευτικό διαδικτυακό πρόγραμμα), όπου κατέγραψαν την ακρίβεια των κλικ του κέρσορα, τη διάρκεια των κλικ, την ποσότητα των κινήσεων, την κίνηση του κέρσορα, τα κλικ του κέρσορα και του πληκτρολογίου. Προσπάθησαν να δημιουργήσουν ένα ελεγχόμενο πείραμα όπου η μία ομάδα διενεργούσε το πείραμα υπό κανονικές συνθήκες, ενώ η άλλη ομάδα υπό συνθήκες άγχους. Ως αποτέλεσμα είχαν συγκρίσεις προφίλ κέρσορα και πληκτρολογίου για τους συμμετέχοντες υπό κανονικές συνθήκες και συνθήκες άγχους. Διαπίστωσαν ότι οι συμμετέχοντες με άγχος παρουσίασαν δραστική αύξηση σε όλες τις ενέργειες (κάτω πλήκτρο, πάνω πλήκτρο, κίνηση κέρσορα, κίνηση ροδέλας κέρσορα κλπ.) που πραγματοποιήθηκαν με τον κέρσορα και το πληκτρολόγιο.

Στη μελέτη του Hermens (2018), ζητήθηκε σε 150 παιδιά ηλικίας 3 έως 11 ετών να υποδείξουν την κατεύθυνση του στόχου μετακινώντας το κέρσορα τους. Τρεις εικόνες χρησιμοποιήθηκαν ως στόχοι, ένα χέρι, ένα βέλος και ένα ζευγάρι μάτια (Εικόνα 3.7). Στις επάνω γωνίες της οθόνης, εμφανίζονται δύο μπλε κουμπιά και στο κάτω μέρος της οθόνης ένα γαλάζιο κουμπί έναρξης με την ένδειξη 'START!'. Κάνοντας κλικ στο κουμπί, εμφανίζεται ο στόχος και οι περισπαστές (ως περισπαστές χρησιμοποιούνται όσοι στόχοι δεν αναζητούνται στην εκάστοτε εικόνα). Σκοπός του πειράματος είναι τα παιδιά να υποδείξουν αν ο στόχος ήταν στραμμένος ή έδειχνε προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά, και να το υποδείξει κάνοντας κλικ με το κέρσορα σε ένα από τα δύο κουμπιά απόκρισης στις δύο επάνω γωνίες της οθόνης (Εικόνα 3.8).

Κεφάλαιο 3^ο Πειραματικές μέθοδοι στη χαρτογραφική έρευνα



Εικόνα 3. 6 Στόχοι πειράματος που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη του Hermens
(Πηγή εικόνας: Hermens, 2018)



Εικόνα 3. 7 Περιβάλλον πειράματος της μελέτης του Hermens
(Πηγή εικόνας: Hermens, 2018)

Κεφάλαιο 4^ο

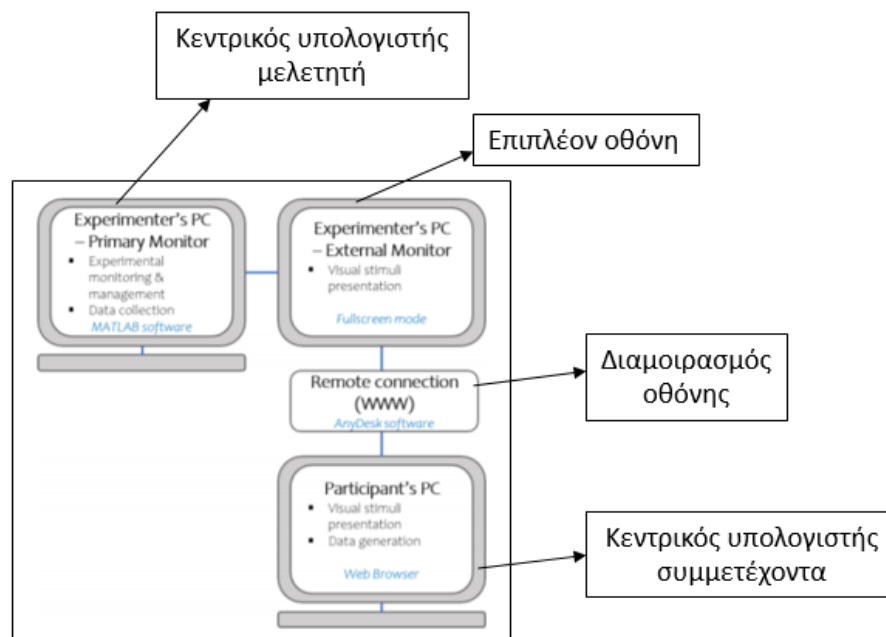
Σχεδιασμός χαρτογραφικού πειράματος

4.1 Σκοπός και μεθοδολογική προσέγγιση

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η διερεύνηση της επιλεκτικότητας του σχήματος σε συνδυασμό με την επίδραση των χαρτογραφικών υποβάθρων και των θέσεων των συμβόλων (κέντρο, περιφέρεια, απουσία στόχου). Σχεδιάστηκε και εκπονήθηκε ένα χαρτογραφικό πείραμα στο οποίο πραγματοποιήθηκε παρακολούθηση κινήσεων κέρσορα απομακρυσμένα μέσω υπολογιστή. Συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν χώρο-χρονικά δεδομένα καταγραφής κινήσεων κέρσορα τα οποία αποτέλεσαν τη βάση για την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στη συνέχεια.

Η ανάλυση των δεδομένων βασίστηκε στον προσδιορισμό συγκεκριμένων ποσοτικών δεικτών καθώς και στην ποιοτική αξιολόγηση σχετικών οπτικοποιήσεων που προέκυψαν. Οι δείκτες που υπολογίστηκαν είναι η μέση τιμή, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη τιμή, η μέγιστη τιμή και το εύρος τιμών. Στην συνέχεια, από τους δείκτες αυτούς δημιουργήθηκαν διαγράμματα. Έπειτα, υπολογίστηκαν τα ποσοστά επιτυχία επί της εκατό, για τις περιπτώσεις του σωστού εντοπισμού του στόχου. Οι περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση των ποσοστών είναι τα υπόβαθρα, το κάθε σύμβολο ξεχωριστά και οι θέσεις στις οποίες βρισκόντουσαν. Τέλος, έγινε καταγραφή συμπερασμάτων και αποτελεσμάτων με βάση τα διαγράμματα που δημιουργήθηκαν αλλά και από τους οπτικούς χάρτες που εξάχθηκαν.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το πείραμα πραγματοποιήθηκε μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή απομακρυσμένα, χρησιμοποιώντας το λογισμικό AnyDesk. Για να γίνει κατανοητή η διαδικασία που ακολουθήθηκε παραθέτετε μία εικόνα που περιγράφει την διαδικασία αυτή (Εικόνα 4.1).



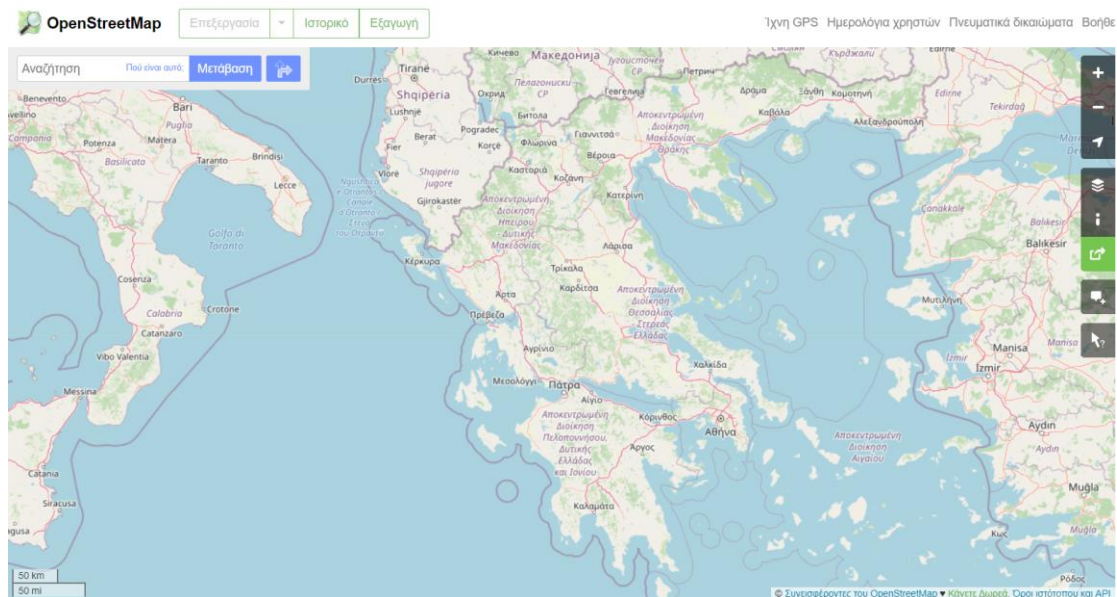
Εικόνα 4. 1 Διαδικασία διεξαγωγής πειράματος εξ αποστάσεως (Πηγή εικόνας: Krassanakis et al., 2021)

4.2 Σχεδιασμός οπτικών ερεθισμάτων

Τα υπόβαθρα που χρησιμοποιήθηκαν (μετά από τις αντίστοιχες τροποποιήσεις που περιγράφονται παρακάτω) ανακτήθηκαν από το OpenStreetMap (Εικόνα 4.2). Το OpenStreetMap αποτελεί μια βάση ανοικτών δεδομένων η οποία αναπτύσσεται από μια κοινότητα χαρτογράφων που συνεισφέρουν και διατηρούν χαρτογραφικά δεδομένα (π.χ.δρόμους, μονοπάτια, σιδηροδρομικούς σταθμούς κ.λπ.).

4.2.1 Σχεδιασμός χαρτογραφικών υποβάθρων

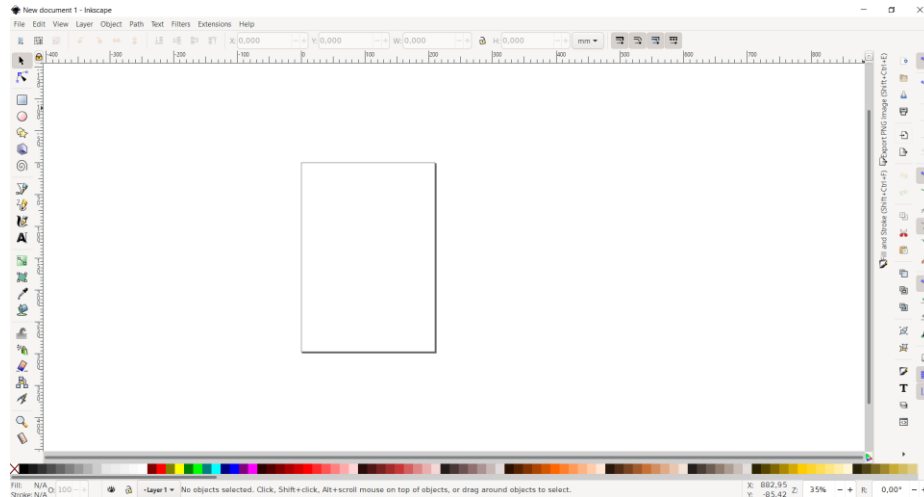
Η επιλογή των χαρτογραφικών υποβάθρων περιορίστηκε στην περιοχή της Ελλάδας και συγκεκριμένα εκτός της Αθήνας. Το σκεπτικό της απόφασης αυτής ήταν να μην υπάρχει επίγνωση της περιοχής που θα γίνει η αναζήτηση στόχων από τους συμμετέχοντες. Τα είδη των υποβάθρων που επιλέχθηκαν περιλαμβάνουν δασικές εκτάσεις, οικισμούς, δρόμους, οικοδομικά τετράγωνα, κτίσματα κλπ.. Σημαντική προϋπόθεση για την σωστή εκτέλεση του πειράματος, είναι η κλίμακα των χαρτών η οποία θα πρέπει να είναι ίδια σε όλα τα υπόβαθρα ώστε να υπάρχει ομοιομορφία στη διαδικασία. Η περιοχή του χάρτη που θα χρησιμοποιηθεί σαν χαρτογραφικό υπόβαθρο εξάγεται σε διανυσματική μορφή («.svg») με σκοπό να είναι επεξεργάσιμη στο Inkscape.



Εικόνα 4. 2 Περιβάλλον OpenStreetMap (Πηγή εικόνας: <https://www.openstreetmap.org/#map=7/38.936/21.698>)

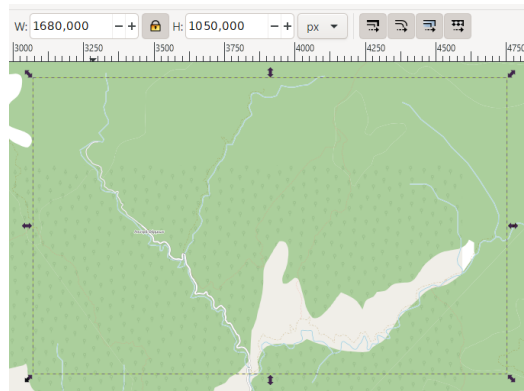
Το Inkscape (Εικόνα 4.3), είναι ένα ελεύθερο λογισμικό ανοιχτού κώδικα, το οποίο επιτρέπει την επεξεργασία διανυσματικών δεδομένων. Προσφέρει ένα πλούσιο σύνολο χαρακτηριστικών και χρησιμοποιείται ευρέως τόσο για καλλιτεχνικές όσο και για τεχνικές απεικονίσεις. Μπορεί να εισαγάγει και να εξαγάγει διάφορες μορφές αρχείων όπως «.svg», «.pdf», «.png» κ.α.. Στην προκειμένη περίπτωση παράγονται αρχεία μορφής «.svg».

Κεφάλαιο 4^ο Σχεδιασμός χαρτογραφικού πειράματος



Εικόνα 4. 3 Περιβάλλον Inkscape

Σε αυτό το σημείο αφαιρούνται αντικείμενα από το χάρτη στο εύρος που θα χρησιμοποιηθεί τα οποία, δεν χρειάζονται καθώς επηρεάζουν την οπτική αναζήτηση των συμμετεχόντων όπως σύμβολα, ονομασίες δρόμων, αρίθμηση κτιρίων κλπ. Δημιουργήθηκε ένα τετράγωνο πάνω στην εικόνα (χωρίς περίγραμμα και γέμισμα) το οποίο περιλαμβάνει την περιοχή ενδιαφέροντος. Κατόπιν, πραγματοποιήθηκε οριοθέτηση στο τετράγωνο ανάλογα με την ανάλυση της εικόνας που επιθυμούμε να εξάγουμε (1680 x 1050) σε pixel (Εικόνα 4.4).



Εικόνα 4. 4 Τοποθέτηση διαστάσεων σε pixel

Τέλος, για την ολοκλήρωση των χαρτογραφικών υποβάθρων γίνεται η εξαγωγή τους σε μορφή εικόνας «.png» με τις προαναφερθείσες διαστάσεις. Συνολικά επιλέχθηκαν τέσσερα υπόβαθρα για την διεξαγωγή του πειράματος (Εικόνα 4.5).

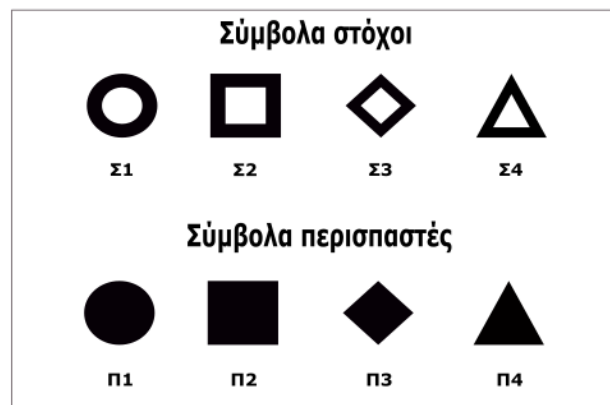
Κεφάλαιο 4^ο Σχεδιασμός χαρτογραφικού πειράματος



Εικόνα 4. 5 Χαρτογραφικά υπόβαθρα μελέτης. Ξεκινώντας από αυτό με τις λιγότερες λεπτομέρειες (α) προς αυτό με τις περισσότερες (δ)

4.2.2 Σχεδιασμός στόχων και περισπαστών

Στη μελέτη αυτή θα εξεταστεί η μεταβλητή της οπής σε γεωμετρικά σύμβολα. Η δημιουργία των συμβόλων που χρησιμοποιήθηκαν πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του Inkscaper. Τα σύμβολα χωρίζονται σε στόχους, δηλαδή αυτά που αναζητά ο παρατηρητής και σε περισπαστές, δηλαδή αυτά που προσπαθούν να του αποσπάσουν την προσοχή από τα σύμβολα - στόχους. Δημιουργήθηκαν τέσσερις στόχοι με οπή (κύκλος, τετράγωνο, τρίγωνο, ρόμβος) και τέσσερις περισπαστές (Εικόνα 4.6). Το μέγεθος των στόχων με οπή και των περισπαστών είναι ένα εκατοστό ή 35 pixel. Η Όλα τα σύμβολα έχουν το ίδιο μέγεθος και το ίδιο χρώμα δηλαδή το μαύρο εκτός από τους στόχους που περιλαμβάνουν και λευκές οπές.



Εικόνα 4. 6 Σύμβολα - στόχοι και περισπαστές πειράματος

Αφού δημιουργήθηκαν τα χαρτογραφικά υπόβαθρα και τα σύμβολα που θα χρησιμοποιηθούν στο πείραμα, επόμενη διεργασία είναι η κατανομή των συμβόλων στο χάρτη – υπόβαθρο. Το υπόβαθρο χωρίστηκε σε τέσσερα ίσα μέρη. Έπειτα, κάθε μέρος χωρίστηκε σε τέσσερα μικρότερα ίσα κομμάτια. Τέλος, έχουμε έναν χάρτη διαιρεμένο σε δεκαέξι ίσα μέρη (Εικόνα 4.7). Σκοπός του βήματος αυτού είναι η κατανομή των στόχων και των περισπαστών ομοιόμορφα σε όλο το υπόβαθρο.

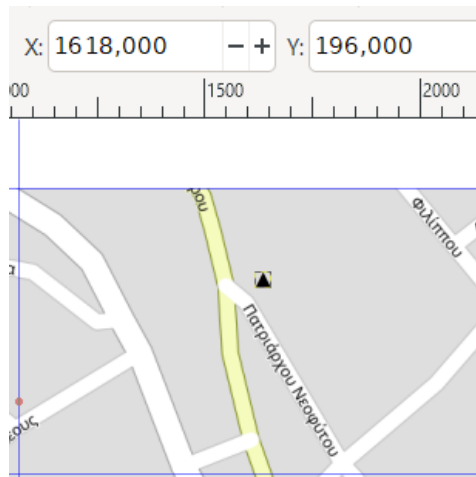


Εικόνα 4. 7 Διαιρεμένος χάρτης του πειράματος σε δεκαέξι μέρη

Εν συνεχεία, χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Excel και πιο συγκεκριμένα η εντολή *randbetween*. Η εντολή αυτή εμφανίζει έναν τυχαίο μεταβαλλόμενο αριθμό ανάμεσα σε ένα εύρος αριθμών που της έχει δοθεί. Συγκεκριμένα βρέθηκαν οι

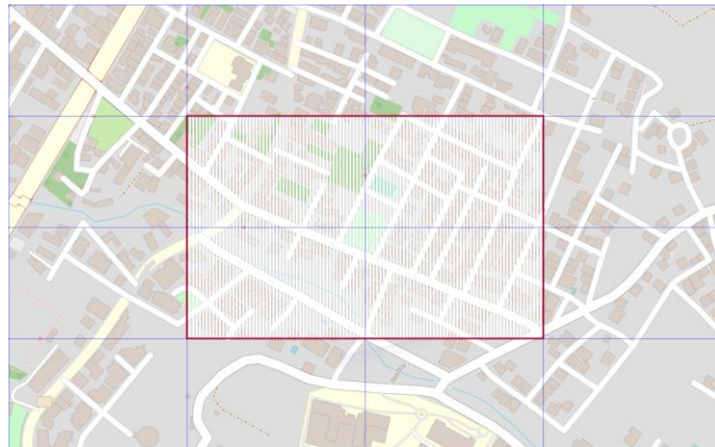
συντεταγμένες της πάνω αριστερά και της κάτω δεξιά γωνίας κάθε παραλληλογράμμου της διαιρεμένης εικόνας. Αποτέλεσμα της ενέργειας αυτής, είναι ένα ζεύγος X,Y (συντεταγμένες) που θα λάβει το κάθε σύμβολο για κάθε ένα από τα δεκαέξι ορθογώνια που δημιουργήθηκαν προηγουμένως.

Για παράδειγμα στο 2^ο ορθογώνιο της Εικόνας 4.7 αν τοποθετήσουμε ένα σύμβολο με συντεταγμένες X=1618, Y=196 σε pixel, η θέση του θα είναι αυτή που φαίνεται στην Εικόνα 4.8. Παρόλα αυτά, κάποιες συντεταγμένες αλλάχθηκαν διότι τα σύμβολα έφεραν πάνω σε δρόμους.

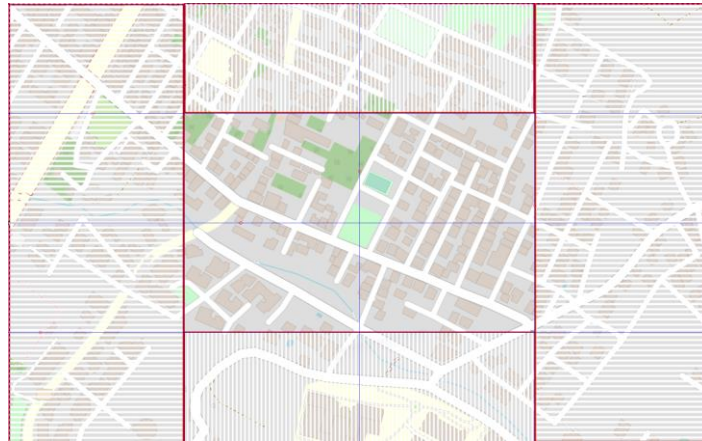


Εικόνα 4. 8 Παράδειγμα εφαρμογής *randbetween* σε χάρτη του πειράματος

Επόμενο βήμα είναι η κατανομή των στόχων και περιστατών στα τέσσερα χαρτογραφικά υπόβαθρα που επιλέχθηκαν για το πείραμα. Το υπόβαθρο χωρίστηκε σε δύο μέρη - περιπτώσεις το κέντρο και την περιφέρεια (Εικόνα 4.9 – 4.10). Στο κέντρο αντιστοιχούν τέσσερα παραλληλόγραμμα ενώ τα υπόλοιπα δώδεκα στην περιφέρεια.

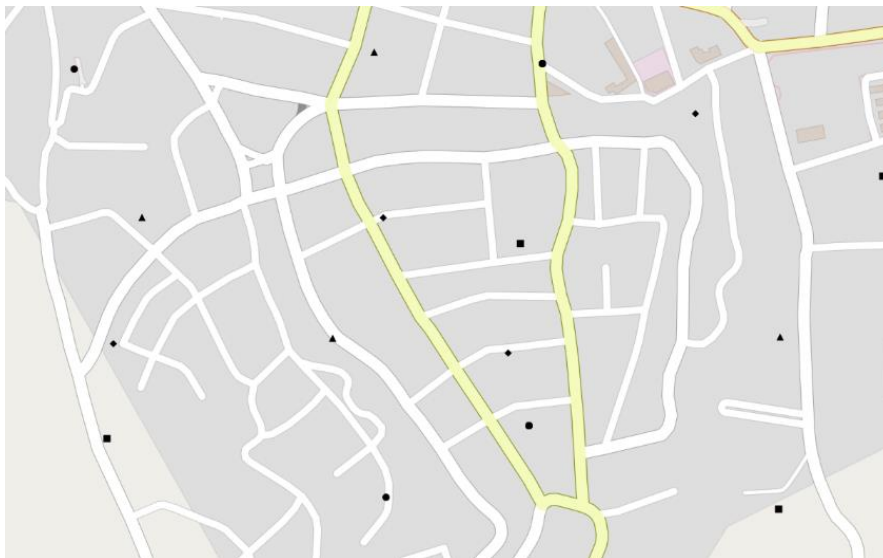


Εικόνα 4. 9 Περιοχή κέντρου τοπογραφικού υποβάθρου του πειράματος

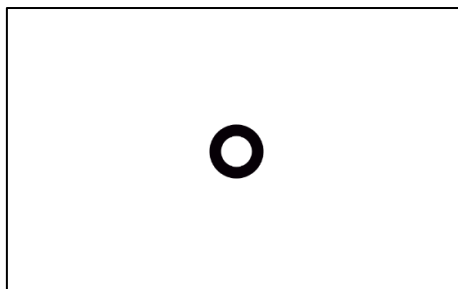


Εικόνα 4. 10 Περιοχή περιφέρειας τοπογραφικού υποβάθρου του πειράματος

Όλα τα σύμβολα - στόχοι τοποθετήθηκαν έτσι ώστε να εξαντληθούν όλες οι πιθανές θέσεις τόσο στο κέντρο όσο και στην περιφέρεια (Εικόνα 4.11). Στο πείραμα θα χρησιμοποιηθούν τέσσερα σύμβολα για τρεις περιπτώσεις (κέντρο, περιφέρεια, απουσία στόχου), δηλαδή συνολικά δώδεκα περιπτώσεις. Αυτές οι περιπτώσεις θα υλοποιηθούν σε τέσσερις διαφορετικούς χάρτες. Με βάση τα παραπάνω και για να καλυφθούν όλες οι περιπτώσεις είναι αναγκαίο να δημιουργηθούν 48 χάρτες. Σε κάθε χαρτογραφικό υπόβαθρο το σύμβολο - στόχος αλλά και οι περισπαστές βρίσκονται σε διαφορετική θέση. Πριν από κάθε χάρτη εμφανίζεται μια λευκή εικόνα με ένα από τα σύμβολα - στόχους στο κέντρο της, το οποίο σύμβολο καλείται να βρεθεί από τον συμμετέχοντα στον επόμενο χάρτη (Εικόνα 4.12).



Εικόνα 4. 11 Τελικό προϊόν χάρτη



Εικόνα 4. 12 Εμφάνιση στόχου της μελέτης πριν την αναζήτηση

4.3 Συμμετέχοντες

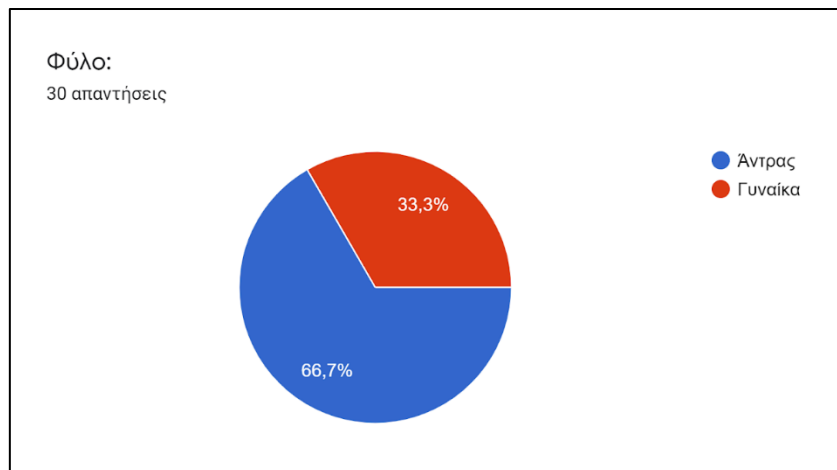
Για την πραγματοποίηση του πειράματος αυτού χρειάστηκε η έγκριση από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας του ΠΑΔΑ. Από την επιτροπή αυτή, μας δόθηκε το Έντυπο Συγκατάθεσης για Συμμετοχή σε Πρόγραμμα Έρευνας, στο οποίο ο συμμετέχοντας δίνει τη συγκατάθεση του για τη συμμετοχή και τη χρήση των δεδομένων που προκύπτουν από το μελετητή καθώς και η Φόρμα Συλλογής Προσωπικών Δεδομένων (Εικόνα 4.13) η οποία συμπληρώνεται από το μελετητή και περιέχει στοιχεία για το συμμετέχοντα όπως η ανάλυση οθόνης του, το φύλο η ηλικία κλπ.. Η ανάλυση της οθόνης ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες καθώς το πείραμα πραγματοποιήθηκε απομακρυσμένα (online).

Φόρμα Συλλογής Προσωπικών Δεδομένων	
<i>(όλα τα δεδομένα συλλέγονται ανώνυμα και αποκλειστικά για λόγους περιγραφής του πειραματικού δείγματος)</i>	
Κωδικός συμμετέχοντα*	
Φύλο	
Ηλικία	
Υπαρξη ή μη προηγούμενης εμπειρίας με χαρτογραφικά προϊόντα	
Μέγεθος (σε ίντσες) της οθόνης που αξιοποιήθηκε για την ολοκλήρωση του πειράματος	
Ανάλυση (σε px) της οθόνης που αξιοποιήθηκε για την ολοκλήρωση του πειράματος	

**Συμπληρώνεται από την κα Αθηνά Παππά*

Εικόνα 4. 13 Φόρμα συλλογής προσωπικών δεδομένων

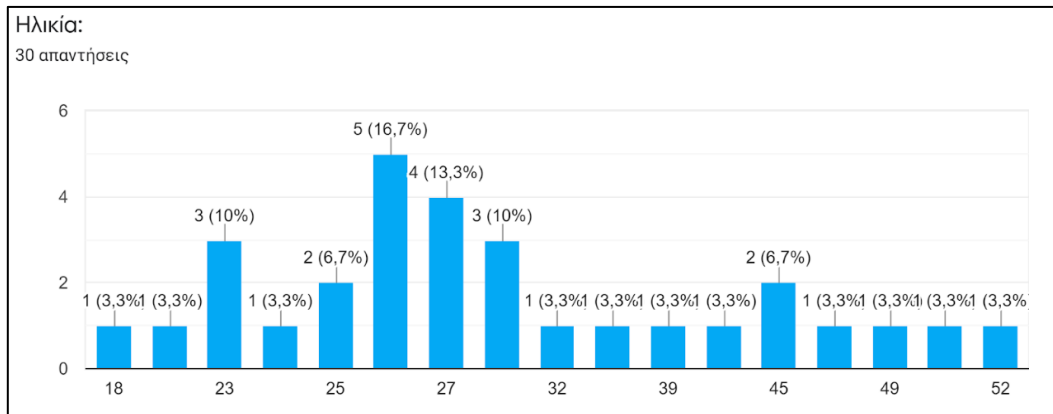
Ο αριθμός των συμμετεχόντων του πειράματος ανέρχεται στους 30. Το 66,7% (20) των συμμετεχόντων ήταν άντρες ενώ το υπόλοιπο 33,3% (10) γυναίκες (Εικόνα 4.14).



Εικόνα 4. 14 Φύλο συμμετεχόντων

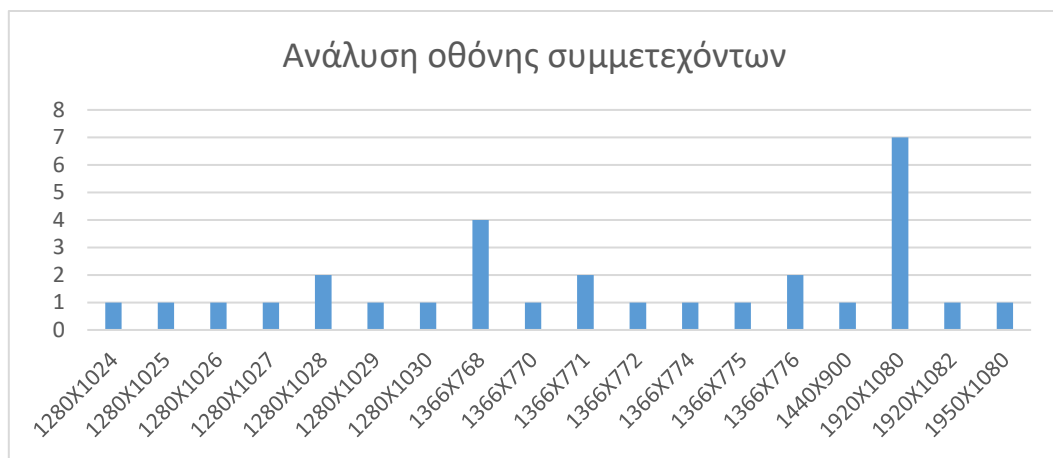
Οι ηλικίες των συμμετεχόντων κυμαίνονται από 18 έως 52 ετών. Υπήρξαν τρεις συμμετέχοντες ηλικίας 23 ετών, δύο ηλικίας 25 ετών, πέντε ηλικίας 26 ετών, τέσσερις ηλικίας 27 ετών, τρεις ηλικίας 30 ετών, δύο ηλικίας 45 ετών ενώ όλες οι υπόλοιπες

ηλικίες είχαν από έναν συμμετέχοντα (18, 21, 24, 32, 35, 39, 40, 46, 49, 50, 52) (Εικόνα 4.15).



Εικόνα 4. 15 Διάγραμμα με τις ηλικίες των συμμετεχόντων

Στην Εικόνα 4.16 αναφέρονται οι αναλύσεις της οθόνης που χρησιμοποιήθηκαν από τους συμμετέχοντες για την πραγματοποίηση του πειράματος. Από αυτές επτά οθόνες είχαν ανάλυση 1920x1080 pixel, τέσσερις 1366x768, από δύο είχαν οι 1280x1028, 1366x771 και 1366x776, ενώ όλες οι υπόλοιπες από μια. Παρόλα αυτά, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες οι διαδικασίες του πειράματος να πραγματοποιηθεί σε πλήρη οθόνη (full screen).



Εικόνα 4. 16 Διάγραμμα με την ανάλυση της οθόνης των συμμετεχόντων

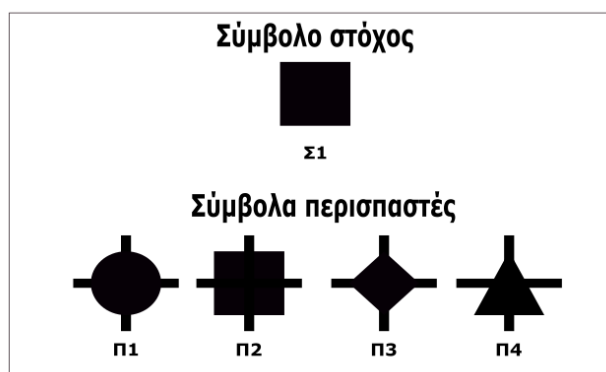
Σε κάθε συμμετέχοντα πριν την έναρξη του πειράματος δόθηκαν αναλυτικές οδηγίες, απαντήθηκαν τυχόν ερωτήσεις και έγινε η υπόδειξη του demo πειράματος.

4.4 Μεθοδολογία

Η διαδικασία του πειράματος πραγματοποιήθηκε ψηφιακά αξιοποιώντας την ελεύθερη έκδοση του λογισμικού απομακρυσμένης επιφάνειας εργασίας, Anydesk. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρξουν διαφορετικές συνθήκες όσον αφορά την ανάλυση της οθόνης του συμμετέχοντα, την απόσταση τους από αυτήν και γενικά τις συνθήκες που πραγματοποιήθηκε το πείραμα.

4.4.1 Δημιουργία δοκιμαστικού πειράματος (demo)

Για τις ανάγκες του πειράματος δημιουργήθηκε ένα δοκιμαστικό (demo) πείραμα, το οποίο ακολουθεί την ίδια διαδικασία με το κανονικό σε μικρότερο εύρος χαρτών. Σκοπός του είναι η εξοικείωση του συμμετέχοντα με τη διαδικασία και η απάντηση τυχόν ερωτήσεων, ώστε η μετέπειτα διαδικασία του πειράματος να πραγματοποιηθεί με επιτυχία. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει τρεις χάρτες – υπόβαθρα (Εικόνα 4.18), με βασικό ζητούμενο την εύρεση ενός στόχου ανάμεσα σε περισπαστές. Πριν από κάθε χαρτογραφικό υπόβαθρο εμφανίζεται το σύμβολο-στόχος που αναζητείται όπως ακριβώς και στο πείραμα. Χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά υπόβαθρα, περισπαστές και στόχοι από αυτά του πειράματος. Ως σύμβολο-στόχος έχει ορισθεί το τετράγωνο ενώ οι περισπαστές είναι γεωμετρικά σύμβολα με απολήξεις (Εικόνα 4.17).



Εικόνα 4. 17 Περισπαστές και στόχος demo



Εικόνα 4. 18 Χαρτογραφικά υπόβαθρα με απολήξεις του demo πειράματος

4.4.2 Προγραμματισμός πειράματος σε περιβάλλον MatMouse toolbox (MATLAB)

Η εργαλειοθήκη MatMouse (Krassanakis & Kesidis, 2020) είναι ένα εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία οπτικών πειραμάτων αναζήτησης και για ανάλυση πειραματικών δεδομένων κίνησης κέρσορα. Κύριες λειτουργίες της εργαλειοθήκης είναι η συλλογή δεδομένων κίνησης κέρσορα χρησιμοποιώντας ένα οπτικό ερέθισμα (*movement_track*), η παρουσίαση της ακολουθίας των οπτικών ερεθισμάτων σύμφωνα με την κρίση του μελετητή (*movement_track_seq*), η ανάλυση μετρήσεων κίνησης (*calc_metrics*) η οποία εξάγει βασικές μετρήσεις που σχετίζονται με την παραγόμενη τροχιά κάθε οπτικού ερεθίσματος (π.χ. χρόνος αντίδρασης) και τέλος η οπτικοποίηση (*show_visualizations*) και η παραγωγή θερμικών χαρτών (*show_heatmap*). Η εργαλειοθήκη υλοποιείται στο περιβάλλον του MATLAB. Το MatMouse μπορεί να λειτουργήσει με δύο θόνους συνδεδεμένες στον ίδιο υπολογιστή, όπου στη μία εικόνα πραγματοποιείται η διαδικασία του πειράματος και στην άλλη εικόνα ο ερευνητής βλέπει τα αποτελέσματα.

1^ο βήμα: Ακολουθία οπτικών ερεθισμάτων (*movement_track_seq*)

Σε αυτό το στάδιο δημιουργήθηκαν λίστες σε μορφή «.txt» (Εικόνα 4.19), οι οποίες περιλαμβάνουν τα ονόματα των εικόνων και τη σειρά με την οποία αυτές θα εμφανίζονται σε μια ακολουθία για την πραγματοποίηση του πειράματος. Έχουν δημιουργηθεί 30 αρχεία «.txt» στο Notepad++, ένα για κάθε συμμετέχοντα. Κάθε λίστα περιλαμβάνει 48 χάρτες με διαφορετική σειρά εμφάνισης. Πριν από κάθε χάρτη έχει τοποθετηθεί μια εικόνα με το σύμβολο-στόχο που θα χρειαστεί να αναζητήσει ο συμμετέχοντας (48 εικόνες). Συνολικά εμφανίζονται 96 οπτικές σκηνές (χάρτες και εικόνες-σύμβολα).

1	s.png
2	sa1.png
3	c.png
4	ca4.png
5	s.png
6	sa2.png
7	s.png
8	sk3.png
9	s.png
10	sa4.png
11	t.png
12	tk2.png
13	r.png
14	rk4.png
15	r.png
16	rk3.png
17	t.png
18	ta2.png

Εικόνα 4. 19 Τυχαίο δείγμα σειράς εμφάνισης εικόνων

2^ο βήμα: Παρακολούθηση κινήσεων κέρσορα (*movement_track*)

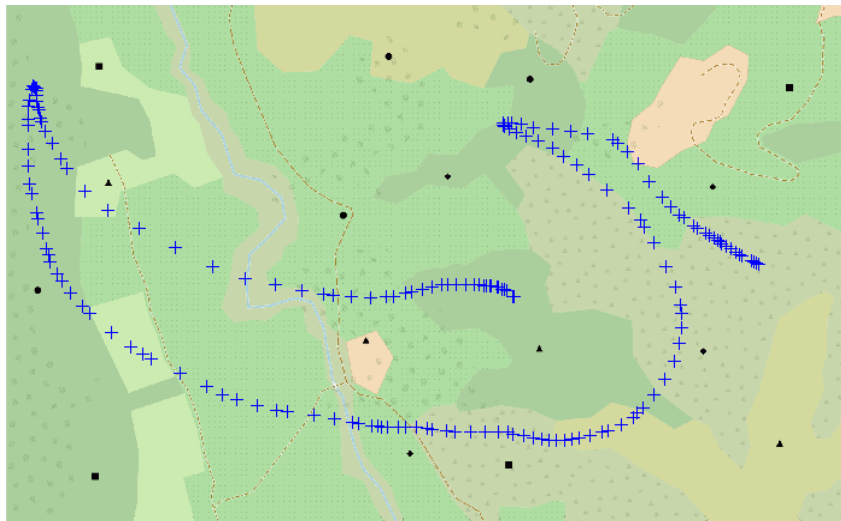
Πρόκειται για την αρχή του πειραματικού σταδίου η οποία ακολουθεί του δοκιμαστικού πειράματος. Περιλαμβάνει μια ακολουθία εικόνων (π.χ. png, jpeg κ.λπ.) με σύμβολα-στόχους που πρέπει να ανιχνευθούν μεταξύ πολλών περισπαστών. Η ακολουθία αυτή χρησιμοποιείται ως είσοδος, ενώ μετά την ολοκλήρωση της

διαδικασίας εξάγεται ένα αρχείο μορφής «.txt» για κάθε συμμετέχοντα, με χωρο-χρονικές πληροφορίες (x, y, t) (Krassanakis & Kesidis, 2020).

Κατά την διαδικασία του βήματος αυτού, σκοπός είναι ο εντοπισμός του στόχου και το κλικάρισμα πάνω σε αυτόν με τον κέρσορα.

Πιο συγκεκριμένα, το πείραμα ξεκινά όταν ο μελετητής «μοιράσει» την οθόνη του με το συμμετέχοντα και πατήσει το «Run» στο MATLAB ώστε να ξεκινήσει η προβολή των οπτικών σκηνών. Η εναλλαγή μεταξύ των οπτικών σκηνών γίνεται με το κλικ του κέρσορα σε οποιαδήποτε σημείο.

Κατά την έναρξη του πειράματος, στην οθόνη του συμμετέχοντα εμφανίζεται μια εικόνα με το σύμβολο που αναζητείται και έπειτα ο χάρτης που το περιέχει, με τη σειρά που έχει οριστεί από την ακολουθία. Είναι επιθυμητό από το συμμετέχοντα να κάνει αριστερό κλικ με τον κέρσορα του οπουδήποτε πάνω στην εικόνα που δείχνει το αναζητούμενο σύμβολο, ώστε να εμφανιστεί ο χάρτης με το στόχο και τους περισπαστές. Έπειτα, θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσει την οπτική του προσοχή και αντίληψη ώστε να εντοπίσει αν υπάρχει ή όχι ο εκάστοτε στόχος (Εικόνα 4.20). Αν αυτός εντοπιστεί, ο συμμετέχοντας κάνει αριστερό κλικ πάνω του. Σε αντίθετη περίπτωση, μπορεί να κάνει κλικ σε οποιοδήποτε σημείο στο χάρτη με την προϋπόθεση να έχει μετακινήσει τον κέρσορα του κέρσορα. Έτσι η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να προβληθούν οι 96 οπτικές σκηνές. Μετά τη λήξη του πειράματος, η οθόνη επιστρέφει στον editor του MATLAB.



Εικόνα 4. 20 Στίγμα κέρσορα κατά την αναζήτηση στόχου

Από την παραπάνω διεργασία εξάγεται αρχείο μορφής «.txt» (Εικόνα 4.21) το οποίο περιέχει το χρόνο που έκανε ο συμμετέχοντας να κάνει κλικ έχοντας βρει ή όχι το στόχο σε κάθε οπτική σκηνή και τις συντεταγμένες εκείνη τη χρονική στιγμή.

435485	tp4.png	15569	832.9514	529.1319
435486	15569	832.9514	529.1319	
435487	0.0001	832.9514	529.1319	
435488	0.0095	832.9514	529.1319	
435489	0.0102	832.9514	529.1319	
435490	0.0105	832.9514	529.1319	
435491	0.0109	832.9514	529.1319	
435492	0.0114	832.9514	529.1319	
435493	0.0120	832.9514	529.1319	

Εικόνα 4. 21 Αποτελέσματα αρχείου «.txt» από το πείραμα

3^ο βήμα: Ανάλυση μετρήσεων κίνησης (calc_metrics)

Η συνάρτηση αυτή χρησιμοποιεί ως είσοδο συντεταγμένες κίνησης και εξάγει βασικές μετρήσεις σε κάθε οπτικό ερέθισμα. Οι εξαγόμενες μετρήσεις περιλαμβάνουν το συνολικό χρόνο αντίδρασης (σε sec), το συνολικό μήκος τροχιάς (σε pixels) που υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την Ευκλείδεια απόσταση καθώς και ορισμένα βασικά στατιστικά στοιχεία (μέση, τυπική απόκλιση, ελάχιστη, μέγιστη και εύρος τιμών) (Krassanakis & Kesidis, 2020).

Ως αρχείο εισόδου της διαδικασία λαμβάνεται το αρχείο μορφής «.txt» με τις χωρο-χρονικές πληροφορίες που προέκυψε από το 2^ο βήμα. Στο περιβάλλον του MATLAB, έχει δημιουργηθεί μια επανάληψη (for) η οποία λαμβάνει υπόψιν μόνο τους χάρτες με τα σύμβολα και όχι τις εικόνες που δείχνουν ποιο σύμβολο πρέπει να εντοπιστεί. Κατά την ολοκλήρωση, εξάγεται ένα αρχείο μορφής «.txt» (Εικόνα 4.22) το οποίο περιέχει όλους τους χρόνους αντίδρασης, δηλαδή από τη στιγμή που εμφανίζεται ο χάρτης μέχρι τη στιγμή που γίνεται το κλικ πάνω σε αυτόν (σε sec).

1	3.4992
2	3.2249
3	4.7466
4	3.7591
5	1.9902
6	2.9932
7	3.2302
8	2.1003
9	3.5767
10	3.7049
11	1.6178
12	2.606
13	2.3218
14	1.9301
15	1.9888
16	2.649
17	1.8878
18	2.5804
19	3.1911

Εικόνα 4. 22 Απόσπασμα αρχείου εξαγωγής με τους χρόνους αντίδρασης

4^ο βήμα: Έλεγχος αποτελεσμάτων (checkcenter)

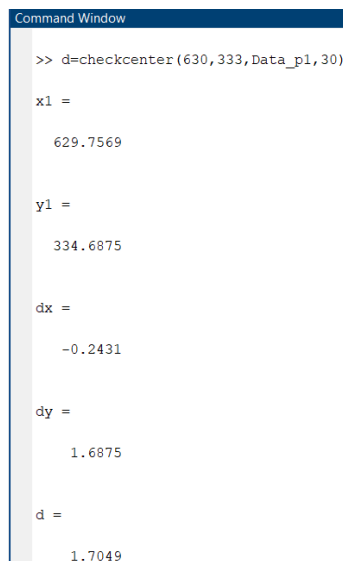
Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία του πειράματος από όλους τους συμμετέχοντες, πρέπει να ελεγχθούν τα αποτελέσματα για τυχόν αποκλίσεις από το στόχο. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να ελεγχθεί κάθε απόκριση, για κάθε σύμβολο, για κάθε χάρτη. Είναι αναγκαίο δηλαδή να αποκλειστούν οι χρόνοι στους οποίους ο συμμετέχοντας έκανε κλικ σε κάποιο άλλο σημείο του χάρτη εκτός του επιθυμητού.

Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε στο MATLAB μια συνάρτηση (function) η οποία λαμβάνει ως μεταβλητές εισόδου τα x, y (κατά το κλικ) κάθε συμμετέχοντα δηλαδή το αρχείο «.txt» που προέκυψε από το 3^ο βήμα, τις συντεταγμένες του στόχου και τον αριθμό του χάρτη στον οποίο βρίσκεται ο στόχος (από την αρχική ακολουθία).

Για να λειτουργήσει πληκτρολογούμε στο command window την εντολή (Εικόνα 4.23) `d=checkcenter(sx, sy, Data_p, nm)` όπου:

- d = η μεταβλητή που καλεί τη συνάρτηση `checkcenter`
- sx, sy = οι συντεταγμένες του ζητούμενου στόχου
- $Data_p$ = τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί προηγουμένως για τον εκάστοτε συμμετέχοντα
- nm (number of map) = ο αριθμός της σειράς εμφάνισης του χάρτη

Η παραπάνω συνάρτηση υπολογίζει τη διαφορά απόστασης του στόχου από το «κλικ» του συμμετέχοντα, με βάση τις δοθείσες συντεταγμένες. Ως όριο απόστασης του πραγματικού στόχου από το σημείο που έκανε κλικ ο συμμετέχοντας, έχουν οριστεί τα 35 px. Εν κατακλείδι, αν το αποτέλεσμα της απόστασης είναι μεγαλύτερο από 35 px, η μέτρηση αυτή απορρίπτεται. Η απόσταση πρέπει να είναι εντός του εύρους της κεντρικής όρασης (1^ο).



```

Command Window
>> d=checkcenter(630,333,Data_p1,30)

x1 =

    629.7569

y1 =

    334.6875

dx =

   -0.2431

dy =

     1.6875

d =

     1.7049
  
```

Εικόνα 4. 23 Εντολή `checkcenter` και αποτελέσματα του `command window`

5^ο βήμα: Οπτικοποιήσεις (`show_visualization`)

Η συνάρτηση `show_visualization` εξάγει 2D γραφήματα τροχιών κίνησης κέρσορα που δείχνουν τη χωρική διασπορά της μεμονωμένης οπτικής αναζήτησης και απεικονίζουν τις αποκλίσεις των οριζόντιων και των κατακόρυφων συντεταγμένων του κέρσορα στο χρόνο. Επιπλέον, υπολογίζεται σε κάθε σημείο τροχιάς η καμπυλότητα της διαδρομής σε μια 2D γραφική παράσταση ως γραμμή με διάφορα χρώματα. Ένα άλλο διάγραμμα 2D δείχνει τη διάρκεια που έχει σταθεί το κέρσορα σε κάθε σημείο ως κύκλο, του οποίου η ακτίνα εξαρτάται από την αντίστοιχη διάρκεια. Δημιουργείται επίσης μια

ετικέτα που δηλώνει το σημείο με τη μεγαλύτερη διάρκεια (Krassanakis & Kesidis, 2020).

6^ο βήμα: Παραγωγή θερμικών χαρτών (`show_heatmap`)

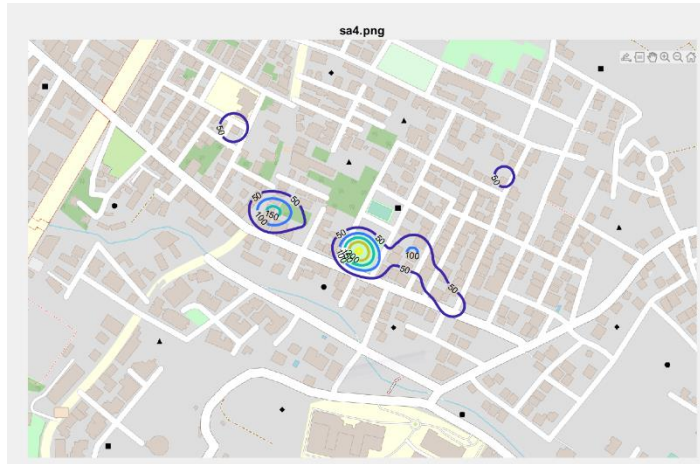
Το MatMouse υποστηρίζει επίσης τη δημιουργία θερμικών χαρτών κλίμακας του γκρι, οι οποίοι δείχνουν τη συνολική οπτική συμπεριφορά των συμμετεχόντων σε μια ερευνητική μελέτη (`show_heatmap`). Συγκεκριμένα, ο χάρτης θερμότητας κλίμακας του γκρι αποτελεί μια εικόνα όπου η τιμή κάθε εικονοστοιχείου αντιπροσωπεύει τις αντίστοιχες συχνότητες των υπαρχόντων σημείων του κέρσορα (Krassanakis & Kesidis, 2020).

Στη διαδικασία αυτή αρχείο εισόδου αποτελεί το εκάστοτε χαρτογραφικό υπόβαθρο ξεχωριστά καθώς και τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από όλους τους συμμετέχοντες για αυτό. Ως χειριστές του προγράμματος, «φορτώνουμε» τα δεδομένα όλων των συμμετεχόντων, δίνουμε πληροφορίες σε αυτό για τη σειρά που εμφανίζεται ο χάρτης στον καθένα και τέλος συγκεντρώνουμε τις πληροφορίες που έχουμε για τα x,y του κέρσορα κατά την κίνηση του (`Data_p.x`, `Data_p.y`) καθώς και τους χρόνους (`Data_p.t`). Οι ονομασίες των χαρτών κωδικοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολο να αναγνωρίσει κανείς το σύμβολο, την περίπτωση και το υπόβαθρο. Συγκεκριμένα τα ονόματα αποτελούνται από 3 στοιχεία δύο γράμματα και έναν αριθμό. Οι κωδικοποιήσεις για τα σύμβολα είναι: c:κύκλος, r:ρόμβος, t:τετράγωνο, s:τρίγωνο, για τις περιπτώσεις: k:κέντρο, p:περιφέρεια, a:απουσία ενώ για τα υπόβαθρα: 1:χάρτης 1, 2:χάρτης 2, 3:χάρτης 3, 4:χάρτης 4.

Ενδεικτικά χρησιμοποιώντας το χαρτογραφικό υπόβαθρο «sa4.png» (αντιστοιχεί στην περίπτωση της απουσίας του τριγώνου στο τέταρτο χαρτογραφικό υπόβαθρο) και δεδομένα για έξι συμμετέχοντες τα αποτελέσματα είναι τα εξής:



Εικόνα 4. 24 Heatmap 2D



Εικόνα 4. 25 Heatmap 3D

Στο χάρτη της Εικόνας 4.24, οι λευκές περιοχές αντιπροσωπεύουν πυκνότητα καταγραφών θέσεων κέρσορα δηλαδή, ότι σε αυτές τις περιοχές στάθηκαν περισσότερο οι κέρσορες των συμμετεχόντων. Η κατανομή αυτή γίνεται με βάση τους τόνους της κλίμακας του γκρι (0 έως 255). Ο δεύτερος χάρτης (Εικόνα 4.25) ακολουθεί την ίδια λογική, κάνοντας χρήση ισοϋψών.

4.4.3 Δείκτες ανάλυσης και μέθοδοι οπτικοποίησης αποτελεσμάτων

Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της ανάλυσης του πειράματος είναι οι εξής:

1. Μέση τιμή (average): το άθροισμα των παρατηρήσεων δια του πλήθους τους
2. Διάμεσος (median): η μέση τιμή μιας ομάδας αριθμών οι οποίοι έχουν ταξινομηθεί ανά μέγεθος
3. Τυπική απόκλιση (Standard deviation): αποτελεί ένα μέτρο της διασποράς των τιμών του δείγματος σε σχέση με την τιμή του μέσου όρου
4. Μέγιστη τιμή (max): η μέγιστη τιμή από ένα εύρος τιμών
5. Ελάχιστη τιμή (min): η ελάχιστη τιμή από ένα εύρος τιμών
6. Εύρος (range): η τιμή που προκύπτει αφαιρώντας από το μέγιστο, το ελάχιστο

Οι δείκτες μέση τιμή και διάμεσος απευθύνονται στην απόκριση των χρηστών, η τυπική απόκλιση στη διασπορά ενώ οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές στην ευρύτητα των τιμών.

Όσον αφορά την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι θερμικοί χάρτες κλίμακας του γκρι.

Κεφάλαιο 5^ο

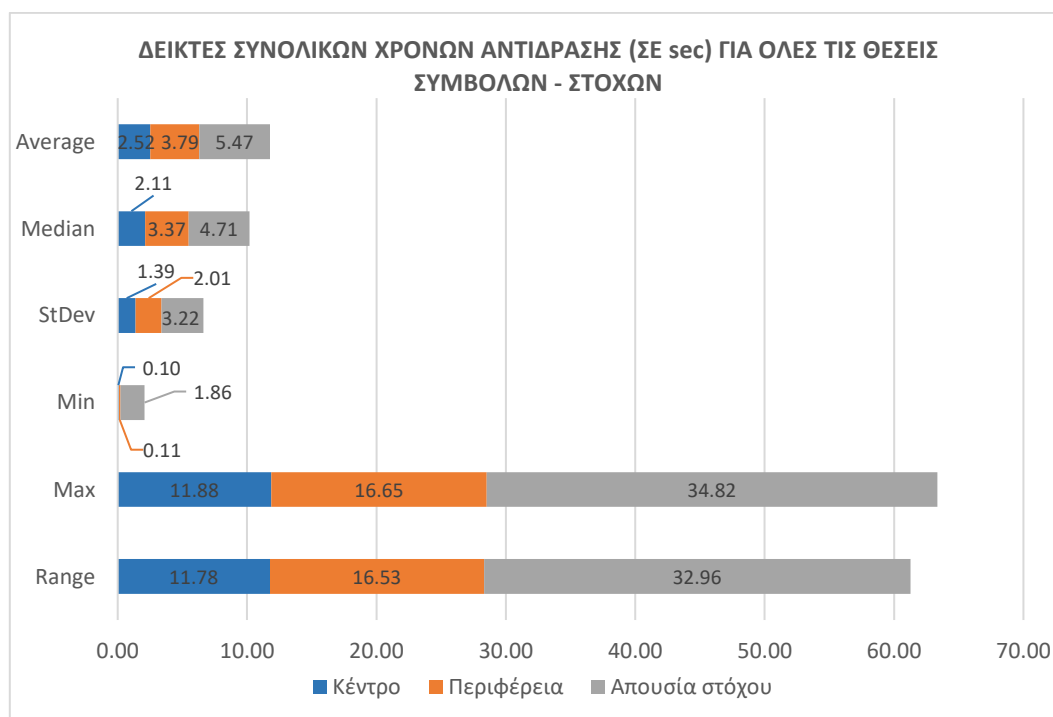
Αποτελέσματα πειράματος

5.1 Ανάλυση Δεικτών

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την διεξαγωγή του πειράματος σε περιβάλλον Microsoft Excel και παρακάτω παρατίθενται τόσο τα διαγράμματα και οι πίνακες των δεικτών, όσο και τα συμπεράσματα αυτών.

Διάγραμμα 1^ο: Δείκτες συνολικών χρόνων αντίδρασης (σε sec) για όλες τις θέσεις συμβόλων – στόχων

Για το πρώτο διάγραμμα πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός των συνολικών δεικτών των χρόνων αντίδρασης (σε sec) για κάθε θέση συμβόλου στα χαρτογραφικά υπόβαθρα (Πίνακας 5.1) και έπειτα δημιουργήθηκε το παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 5.1).



Εικόνα 5. 1 Διάγραμμα δεικτών συνολικών χρόνων αντίδρασης σε sec για όλες τις θέσεις συμβόλων - στόχων

Πίνακας 5. 1 Πίνακας με τους δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για το παραπάνω διάγραμμα

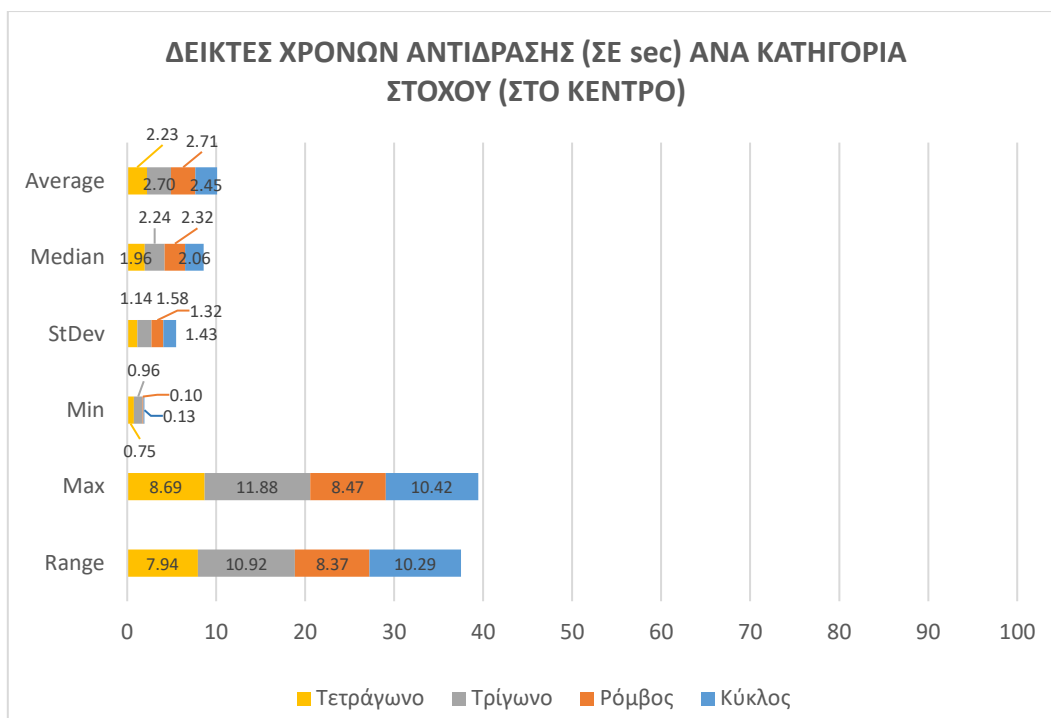
σε sec	Κέντρο	Περιφέρεια	Απουσία στόχου
Average	2.523	3.788	5.466
Median	2.114	3.371	4.705
StDev	1.390	2.005	3.218
Min	0.102	0.114	1.857
Max	11.877	16.647	34.820
Range	11.775	16.533	32.963

Σε όλους τους δείκτες παρουσιάζεται μέγιστο στην περίπτωση της απουσία του στόχου και ελάχιστο στην περίπτωση του στόχου στο κέντρο. Ο δείκτης μέσης τιμής (average) παρουσιάζει μέγιστο στα 5.47s και ελάχιστο στα 2.52s. Στην διάμεσο (median) εντοπίζεται μέγιστο στα 4.71s και ελάχιστο στα 2.11s. Για τον δείκτη της τυπικής απόκλισης (stdev) το μέγιστο εμφανίζεται στα 3.22s ενώ το ελάχιστο στα 1.39s. Στην ελάχιστη τιμή (min) παρατηρούμε μέγιστο στα 1.86s ενώ ελάχιστο στα 0.10s. Η μέγιστη τιμή παρουσιάζει μέγιστο στα 34.82s και ελάχιστο στα 11.88s. Τέλος, στο εύρος τιμών μέγιστο παρατηρείται στα 32.96s και το ελάχιστο στα 11.78s. Το εύρος τιμών παρουσιάζει μεγάλη ομοιότητα με την μέγιστη τιμή καθώς η πρώτη προκύπτει από την αφαίρεση της ελάχιστης τιμής από την μέγιστη τιμή.

Παρατηρούμε ότι οι τιμές μεταξύ της εύρεσης στόχου στο κέντρο και της περιφέρεια είναι πιο κοντά χρονικά σε σχέση με αυτές της απουσίας. Όλοι οι δείκτες παρουσιάζουν μέγιστο στην περίπτωση που ο στόχος απουσιάζει και ελάχιστο όταν αυτός βρίσκεται στο κέντρο. Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι αφιερώθηκε περισσότερος χρόνος για την εύρεση των στόχων στην περίπτωση που αυτά απουσίαζαν από το χαρτογραφικό υπόβαθρο. Παρατηρούμε επίσης ότι όταν ο στόχος βρισκόταν στην περιφέρεια, σύμφωνα με τους χρόνους απόκρισης, αφιερώθηκε λιγότερος χρόνος από τους συμμετέχοντες σε σχέση με την απουσία. Όταν ο στόχος βρισκόταν στο κέντρο ο χρόνος απόκρισης ήταν ακόμα μικρότερος. Μικρότεροι χρόνοι σημαίνει γρηγορότερη απόκριση από τον συμμετέχοντα και κατ' επέκταση αυτό σημαίνει ότι το υπόβαθρο, το εκάστοτε σύμβολο και η θέση στην οποία βρίσκεται, χρειάζονται λιγότερο χρόνο αναζήτησης σε σχέση με άλλους συνδυασμούς. Η σειρά δυσκολίας ανάμεσα στις τρεις περιπτώσεις ξεκινώντας από την πιο δύσκολη είναι η απουσία του στόχου, έπειτα ο στόχος στην περιφέρεια και τέλος ο στόχος στο κέντρο.

Διάγραμμα 2^ο: Δείκτες χρόνων αντίδρασης (σε sec) ανά κατηγορία στόχου

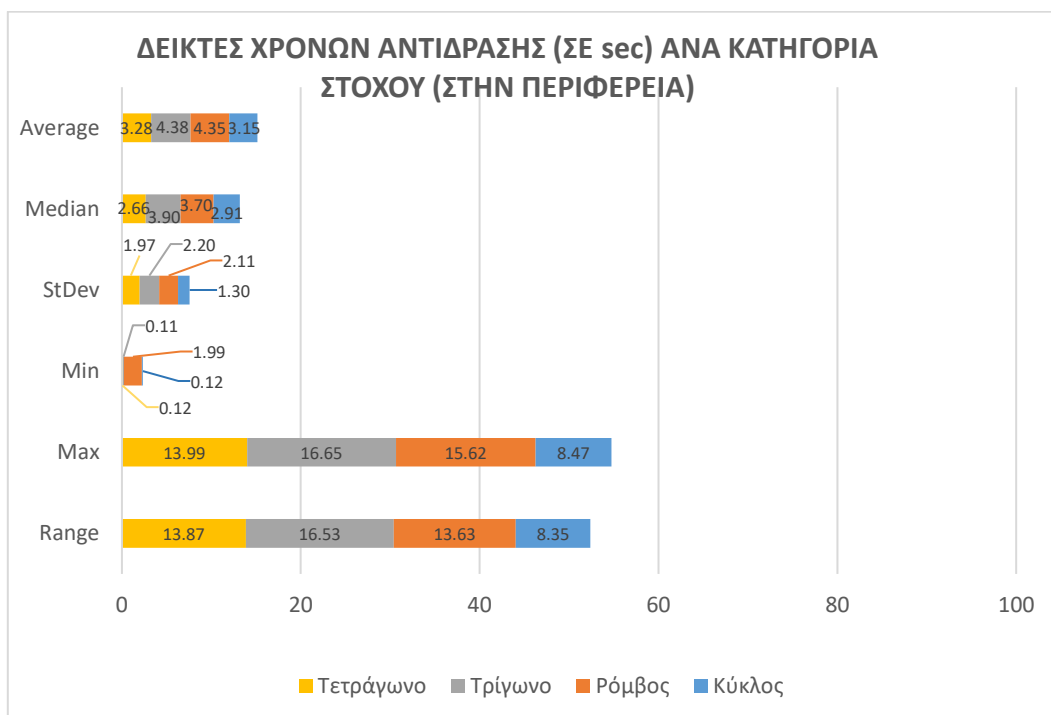
Το 2^ο διάγραμμα αποτελείται από μια ομάδα τριών διαγραμμάτων στα οποία υπολογίστηκαν οι πίνακες (Πίνακας 5.2, 5.3, 5.4) με τους συνολικούς δείκτες (μέση τιμή, τυπική απόκλιση κλπ.) των χρόνων αντίδρασης (σε sec). Έπειτα, δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα (Εικόνα 5.2, 5.3 και 5.4) για κάθε θέση συμβόλου (κέντρο, περιφέρεια, απουσία) στα χαρτογραφικά υπόβαθρα. Μελετώντας τα διαγράμματα και τους πίνακες των δεικτών, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα και παρατηρήσεις.



Εικόνα 5. 2 Διάγραμμα δεικτών συνολικών χρόνων αντίδρασης (σε sec) για το κέντρο

Πίνακας 5. 2 Αποτελέσματα δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν για το διάγραμμα του κέντρου

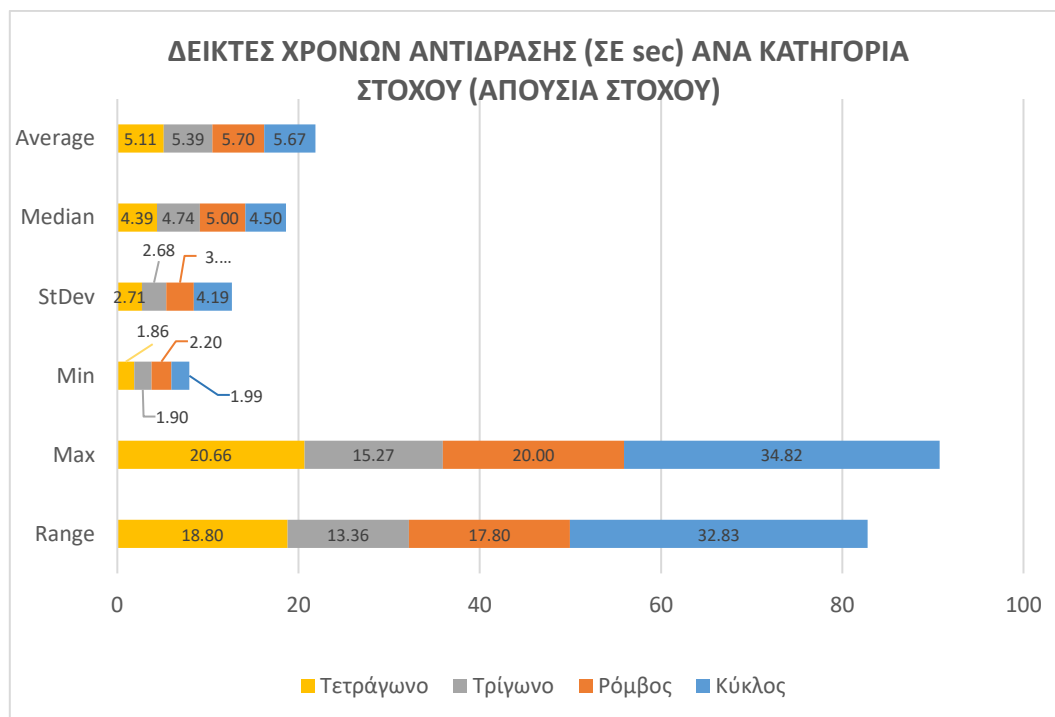
ΚΕΝΤΡΟ	Average	Median	StDev	Min	Max	Range
Κύκλος	2.445	2.059	1.429	0.130	10.418	10.288
Ρόμβος	2.714	2.315	1.323	0.102	8.474	8.372
Τρίγωνο	2.701	2.243	1.585	0.959	11.877	10.918
Τετράγωνο	2.230	1.959	1.144	0.748	8.686	7.938



Εικόνα 5. 3 Διάγραμμα δεικτών συνολικών χρόνων αντίδρασης (σε sec) για την περιφέρεια

Πίνακας 5. 3 Αποτελέσματα δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν για το διάγραμμα της περιφέρειας

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Average	Median	StDev	Min	Max	Range
Κύκλος	3.152	2.912	1.302	0.118	8.472	8.354
Ρόμβος	4.345	3.699	2.107	1.991	15.621	13.630
Τρίγωνο	4.377	3.903	2.197	0.114	16.647	16.533
Τετράγωνο	3.278	2.662	1.972	0.124	13.994	13.870



Εικόνα 5. 4 Διάγραμμα δεικτών συνολικών χρόνων αντίδρασης (σε sec) κατά την απουσία

Πίνακας 5. 4 Αποτελέσματα δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν για το διάγραμμα της απουσίας

ΑΠΟΥΣΙΑ	Average	Median	StDev	Min	Max	Range
Κύκλος	5.667	4.504	4.188	1.987	34.820	32.833
Ρόμβος	5.696	4.995	3.068	2.204	20.001	17.797
Τρίγωνο	5.394	4.737	2.678	1.904	15.267	13.363
Τετράγωνο	5.106	4.386	2.709	1.857	20.659	18.802

Για τον δείκτη της μέσης τιμής (average) στην περίπτωση του στόχου στο κέντρο, παρατηρείται μεγαλύτερη τιμή στο σύμβολο του **ρόμβου** (2.71s) και μικρότερη στο σύμβολο του **τετραγώνου** (2.23s). Όταν ο στόχος βρίσκεται στην περιφέρεια, μεγαλύτερη μέση τιμή έχει το σύμβολο του **τριγώνου** (4.38s) και μικρότερη του **κύκλου** (3.15s). Όταν ο στόχος απουσιάζει μεγαλύτερη μέση τιμή έχει το σύμβολο του **ρόμβου** (5.70s) και μικρότερη του **τετραγώνου** (5.11s). Συγκριτικά ανάμεσα στα τρία διαγράμματα μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσιάζει το σύμβολο του **ρόμβου** στην περίπτωση της απουσίας (5.70s), ενώ μικρότερη αυτό του **τετραγώνου** στην περίπτωση που βρίσκεται στο κέντρο (2.23s). Παρατηρείται ότι οι τιμές της μέσης τιμής μεταξύ των τριών περιπτώσεων παρουσιάζουν μικρές χρονικές διαφορές και στα τρία διαγράμματα.

Για τις τιμές του δείκτη της διαμέσου (median), στην περίπτωση που ο στόχος βρίσκεται στο κέντρο, παρατηρείται μεγαλύτερη τιμή στο σύμβολο του **ρόμβου** (2.32s) και μικρότερη σε αυτό του **τετραγώνου** (1.96s). Όταν το σύμβολο βρίσκεται στην περιφέρεια, μεγαλύτερη διάμεσο έχει αυτό του **τριγώνου** (3.90s) και μικρότερη του

τετραγώνου (2.66s). Κατά την απουσία του συμβόλου από το χαρτογραφικό υπόβαθρο, μεγαλύτερη διάμεσο έχει το σύμβολο του **ρόμβου** (5.00s) και μικρότερη του **τετραγώνου** (4.39s). Ανάμεσα στα τρία διαγράμματα, μεγαλύτερη διάμεσος παρατηρείται στο σύμβολο του **ρόμβου** στην περίπτωση της απουσίας (5.00s) και μικρότερη στο σύμβολο του **τετραγώνου** στην περίπτωση του κέντρου (1.96s). Και σε αυτήν την περίπτωση οι τιμές παρουσιάζουν μικρές χρονικές διαφορές.

Σχετικά με τον δείκτη της τυπικής απόκλισης (stdev), στην περίπτωση του στόχου που εμφανίζεται στο κέντρο παρατηρείται μεγαλύτερη τιμή στο σύμβολο του **τριγώνου** (1.58s) και μικρότερη σε αυτό του **τετραγώνου** (1.14s). Στην περίπτωση της περιφέρειας, μεγαλύτερη τυπική απόκλιση έχει το σύμβολο του **τριγώνου** (2.20s) και μικρότερη του **κύκλου** (1.30s). Στην περίπτωση που το σύμβολο απουσιάζει, μεγαλύτερη τυπική απόκλιση έχει το σύμβολο του **κύκλου** (4.19s) και μικρότερη του **τριγώνου** (2.68). Συγκρίνοντας τις τρεις περιπτώσεις μεγαλύτερη τυπική απόκλιση έχει το σύμβολο του **κύκλου** στην περίπτωση της απουσίας (4.19s) ενώ μικρότερη του **τετραγώνου** στην περίπτωση του κέντρου (1.14s). Οι χρονικές διαφορές μεταξύ των περιπτώσεων είναι μικρές στις περιπτώσεις της περιφέρειας και του κέντρου, κάτι που δεν ισχύει για την περίπτωση της απουσίας.

Ο δείκτης της ελάχιστης τιμής (min) παρουσιάζει μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** όταν αυτό εμφανίζεται στο κέντρο, (0.96s) ενώ ελάχιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (0.10s). Στην περίπτωση της περιφέρειας παρατηρείται μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (1.99s) ενώ ελάχιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (0.11s). Όταν απουσιάζει ο στόχος, μέγιστο ανάμεσα στα min παρουσιάζει το σύμβολο του **ρόμβου** (2.20s) ενώ ελάχιστο του **τετραγώνου** (1.86s). Μεταξύ των τριών περιπτώσεων μέγιστο στα min παρουσιάζει το σύμβολο του **ρόμβου** στην περίπτωση της απουσίας (2.20s) και ελάχιστο το σύμβολο του **ρόμβου** στην περίπτωση που αυτός εμφανίζεται στο κέντρο (0.10s). Συγκρίνοντας τις χρονικές διαφορές, στην περίπτωση που το σύμβολο βρίσκεται στο κέντρο ή απουσιάζει, υπάρχουν μικρές χρονικές ανακατατάξεις. Στην περίπτωση της περιφέρειας παρατηρείται το σύμβολο του **ρόμβου** να ξεφεύγει σε χρόνο σε σχέση με τα άλλα τρία σύμβολα που έχουν τις ίδιες τιμές (0.11s με 0.12s).

Όσον αφορά τη μέγιστη τιμή (max), παρουσιάζεται μέγιστο στο σύμβολο του **τετραγώνου** όταν αυτό βρίσκεται στο κέντρο (11.88s), ενώ ελάχιστο σε αυτό του **ρόμβου** (8.47s). Στην περίπτωση της περιφέρειας εμφανίζει μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (16.65s) και ελάχιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (8.47s). Στην απουσία του στόχου, παρουσιάζεται μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (34.82s) και ελάχιστο σε αυτό του **τριγώνου** (15.27s). Αναλύοντας και τα τρία διαγράμματα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι μέγιστο παρουσιάζεται στο σύμβολο του **κύκλου** στην περίπτωση της απουσίας (34.82s) και ελάχιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (8.47s) στην περίπτωση της περιφέρειας, αλλά και στο σύμβολο του **ρόμβου** (8.47s) στην περίπτωση του κέντρου. Στην κατηγορία του κέντρου οι χρόνοι διαφέρουν κατά 3s, στην περιφέρεια από 5s έως 8s ενώ στην απουσία του συμβόλου από 5s έως 20s.

Για τον δείκτη του εύρους τιμών (range) οι παρατηρήσεις είναι ίδιες με αυτές της μέγιστης τιμής. Αυτό προκύπτει διότι για η εύρεση του δείκτη αυτού προκύπτει όταν γίνεται αφαίρεση της ελάχιστης τιμής από την μέγιστη. Σε κάθε περίπτωση παρατηρούμε ότι οι χρόνοι της μέγιστης τιμής είναι κατά πολύ μεγαλύτεροι από αυτούς της ελάχιστης.

Ποσοστιαία παρατηρείται ότι μέγιστες τιμές παρουσιάζει το σύμβολο του **τριγώνου** στην περιφέρεια σε τέσσερις από τους πέντε δείκτες (ποσοστό 80%), του **ρόμβου** κατά τη απουσία σε τρεις από τους πέντε (ποσοστό 60%), του **ρόμβου** στο κέντρο σε δύο από τους πέντε (ποσοστό 40%) και το σύμβολο του **κύκλου** όταν απουσιάζει σε δύο από τους πέντε δείκτες (ποσοστό 40%). Ελάχιστες παρατηρείται

στην περίπτωση του κέντρου, στο σύμβολο του **τετραγώνου**, σε τρεις από τους πέντε δείκτες (ποσοστό 60%), σε έναν από τους πέντε (ποσοστό 20%) στην περιφέρεια και σε τρεις από τους πέντε όταν απουσιάζει (ποσοστό 60%). Το σύμβολο του **κύκλου** σε τρεις από τους πέντε (ποσοστό 60%) στην περιφέρεια, του **τριγώνου** σε δύο από τους πέντε όταν απουσιάζει (ποσοστό 40%) και σε έναν από τους πέντε (ποσοστό 20%) στην περιφέρεια. Τέλος το σύμβολο του **ρόμβου** σε δύο από τους πέντε στο κέντρο (ποσοστό 40%).

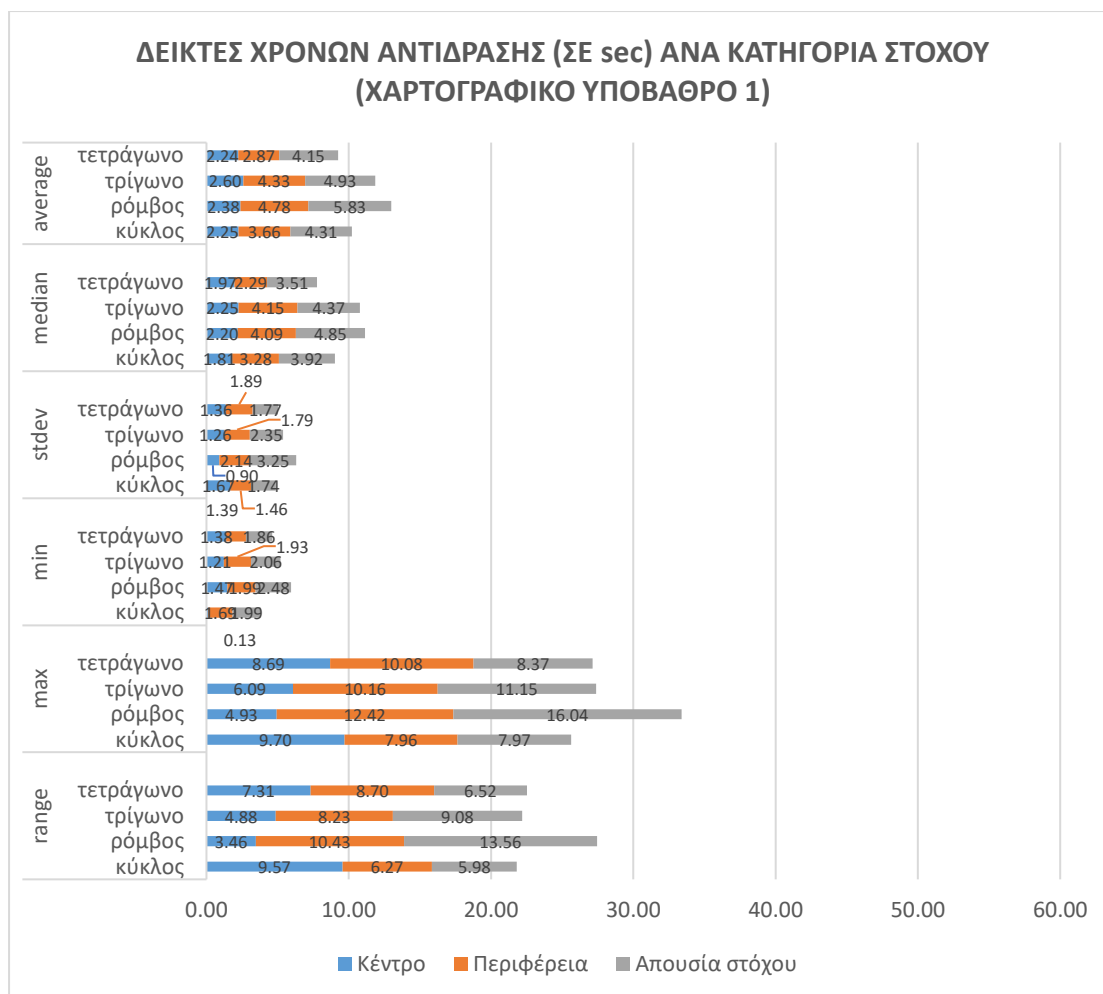
Συνοψίζοντας όλες τις παραπάνω παρατηρήσεις συμπεραίνουμε ότι οι μέγιστες τιμές συναντώνται στην περίπτωση της απουσία των συμβόλων, ενώ οι ελάχιστες στα σύμβολα που εμφανίζονται στο κέντρο. Αυτό σημαίνει ότι όταν τα σύμβολα απουσίαζαν από το χαρτογραφικό υπόβαθρο ο συμμετέχοντας χρειάστηκε περισσότερο χρόνο στην αναζήτησή τους. Παρατηρώντας τα διαγράμματα ξεκινώντας από αυτό του κέντρου, έπειτα της περιφέρειας και τέλος της απουσίας του στόχου, διακρίνετε ότι υπάρχει αύξηση στις τιμές σε όλους τους δείκτες, κάτι που οφείλεται στους χρόνους απόκρισης. Αυτό μας κάνει να συμπεραίνουμε ότι οι συμμετέχοντες χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να εντοπίσουν ότι το σύμβολο/στόχος απουσιάζει από την οπτική σκηνή.

Διάγραμμα 3^ο: Διαγράμματα ανά χαρτογραφικό υπόβαθρο

Στο κομμάτι αυτό, πραγματοποιήθηκε ανάλυση αποτελεσμάτων για την εύρεση των χρόνων αντίδρασης ανά δείκτη και κατηγορία στόχου, ξεχωριστά για κάθε ένα από τα τέσσερα χαρτογραφικά υπόβαθρα. Ουσιαστικά παρουσιάζονται τέσσερα διαγράμματα (Εικόνα 5.5, 5.6, 5.7 και 5.8) με τους πίνακές τους (Πίνακας 5.5, 5.6, 5.7 και 5.8) όσα είναι δηλαδή και τα χαρτογραφικά υπόβαθρα.

Πίνακας 5. 5 Αποτελέσματα δεικτών που παρουσιάζονται στο διάγραμμα του 1ου υποβάθρου

σε sec		Κέντρο	Περιφέρεια	Απουσία στόχου
average	κύκλος	2.25	3.66	4.31
	ρόμβος	2.38	4.78	5.83
	τρίγωνο	2.60	4.33	4.93
	τετράγωνο	2.24	2.87	4.15
median	κύκλος	1.81	3.28	3.92
	ρόμβος	2.20	4.09	4.85
	τρίγωνο	2.25	4.15	4.37
	τετράγωνο	1.97	2.29	3.51
stdev	κύκλος	1.67	1.46	1.74
	ρόμβος	0.90	2.14	3.25
	τρίγωνο	1.26	1.79	2.35
	τετράγωνο	1.36	1.89	1.77
min	κύκλος	0.13	1.69	1.99
	ρόμβος	1.47	1.99	2.48
	τρίγωνο	1.21	1.93	2.06
	τετράγωνο	1.38	1.39	1.86
max	κύκλος	9.70	7.96	7.97
	ρόμβος	4.93	12.42	16.04
	τρίγωνο	6.09	10.16	11.15
	τετράγωνο	8.69	10.08	8.37
range	κύκλος	9.57	6.27	5.98
	ρόμβος	3.46	10.43	13.56
	τρίγωνο	4.88	8.23	9.08
	τετράγωνο	7.31	8.70	6.52



Εικόνα 5. 5 Διάγραμμα δεικτών χρόνων αντίδρασης (σε sec) ανά κατηγορία στόχου για το 1ο χαρτογραφικό υπόβαθρο

Για το **πρώτο χαρτογραφικό υπόβαθρο** (Εικόνα 5.5 και Πίνακας 5.5) και το δείκτη της μέσης τιμής (average), παρουσιάζεται μέγιστο στην περίπτωση της απουσίας του συμβόλου του **ρόμβου** (5.83s) και ελάχιστο του **τετραγώνου** όταν βρίσκεται στο κέντρο (2.24s). Συγκρίνοντας τις τρεις περιπτώσεις για το πρώτο υπόβαθρο στην περίπτωση της μέσης τιμής, καταλήγουμε ότι στο κέντρο μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **τριγώνου** (2.60s) και ελάχιστο του **τετραγώνου** (2.24s), ενώ στην περιφέρεια και την απουσία, μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **ρόμβου** (4.78s και 5.83s) και ελάχιστο του **τετραγώνου** (2.87s και 4.15s).

Για τη διάμεσο (median), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **ρόμβου** κατά την απουσία (4.85s) και ελάχιστο του **κύκλου** όταν βρίσκεται στο κέντρο (1.81s). Ανάμεσα στις τρεις περιπτώσεις στο κέντρο μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **τετραγώνου** (2.25s) και ελάχιστο του **κύκλου** (1.81s), ενώ στην περιφέρεια και την απουσία, μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **ρόμβου** (4.09s και 4.85s) και ελάχιστο του **τετραγώνου** (2.29s και 3.51s).

Στην τυπική απόκλιση (Stdev), το σύμβολο του **ρόμβου** παρουσιάζει μέγιστο κατά την απουσία (3.25s) καθώς και ελάχιστο στο κέντρο (0.90s). Παρατηρώντας τις τρεις περιπτώσεις, το σύμβολο του **κύκλου** παρουσιάζει μέγιστο στο κέντρο (1.67s) και ελάχιστο το σύμβολο του **ρόμβου** (0.90s), ενώ στην περιφέρεια και στην απουσία, μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **ρόμβου** (2.14s και 3.25s) και ελάχιστο του **κύκλου** (1.46s και 1.74s).

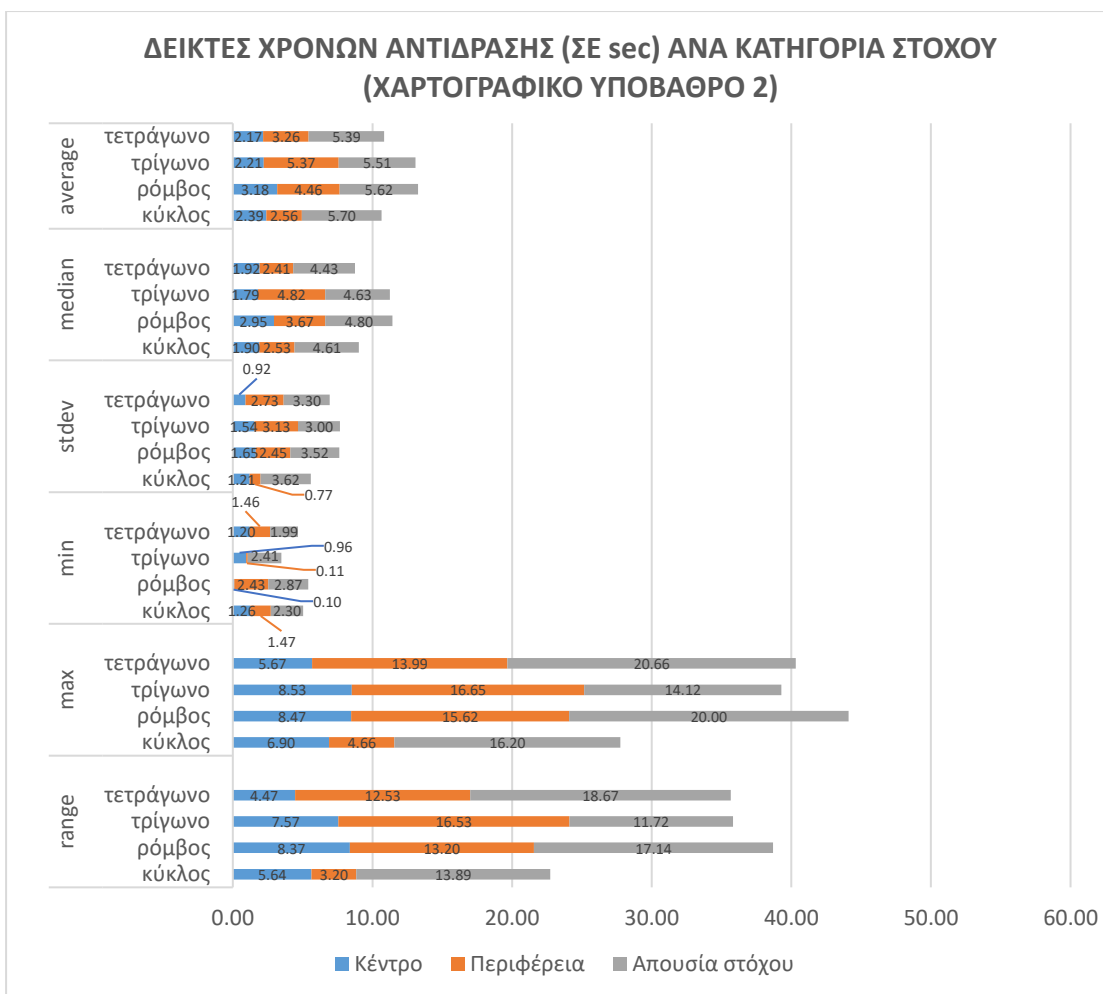
Για την ελάχιστη τιμή (min), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **ρόμβου** κατά την απουσία (2.48s) και ελάχιστο του **κύκλου** όταν αυτό εντοπίζεται στο κέντρο (0.13s). Στις τρεις περιπτώσεις διακρίνουμε ότι, στο κέντρο μέγιστο παρουσιάζεται στο σύμβολο του **ρόμβου** (1.47s) και ελάχιστο στο **κύκλου** (0.13s), ενώ στην περιφέρεια και την απουσία, μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (1.99s και 2.48s) και ελάχιστο στο **τετράγωνο** (1.39s και 1.86s).

Για τη μέγιστη τιμή (max), το σύμβολο του **ρόμβου** παρουσιάζει μέγιστο κατά την απουσία (16.04s) καθώς και ελάχιστο στο κέντρο (4.93s). Στις τρεις περιπτώσεις παρατηρούμε στο κέντρο μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (9.70s) και ελάχιστο στο **ρόμβου** (4.93s), ενώ στην περιφέρεια και την απουσία μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (12.42s και 16.04s) και ελάχιστο στο **κύκλου** (7.96s και 7.97s).

Για το εύρος τιμών (range), το σύμβολο του **ρόμβου** παρουσιάζει μέγιστο κατά την απουσία (13.56s), καθώς και ελάχιστο στο κέντρο (3.46s). Συγκρίνοντας τις τρεις περιπτώσεις το κέντρο παρουσιάζει μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (9.57s) και ελάχιστο στο **ρόμβου** (3.46s), ενώ η περιφέρεια και η απουσία μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (10.43s και 13.56s) και ελάχιστο στο **κύκλου** (6.27s και 5.98s). Παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή με το εύρος τιμών έχει μέγιστα και ελάχιστα τις ίδιες ακριβώς περιπτώσεις και σύμβολα.

Συγκεντρώνοντας όλα τα συμπεράσματα του πρώτου χαρτογραφικού υποβάθρου παρατηρούμε ότι η περίπτωση του συμβόλου του **ρόμβου** κατά την απουσία παρουσιάζει μέγιστο σε όλους τους δείκτες. Αυτό σημαίνει ότι ανάμεσα στις τρεις περιπτώσεις και τα τέσσερα σύμβολα, **η απουσία και το σύμβολο του ρόμβου** είναι αυτά που ανάγκασαν τους συμμετέχοντες να τα αναζητούν περισσότερη ώρα από τα υπόλοιπα. Επίσης, για τους δείκτες της μέσης τιμής, της διαμέσου και της ελάχιστης τιμής παρουσιάζονται μέγιστα και ελάχιστα στα ίδια σύμβολα (**ρόμβος, τετράγωνο**). Το ίδιο ισχύει και για τους άλλους τρεις δείκτες (τυπική απόκλιση, μέγιστη τιμή, εύρος τιμών) για τα σύμβολα **ρόμβος – κύκλος**.

Από τα αποτελέσματα αυτά μπορούμε να πούμε ότι ο συνδυασμός των περιπτώσεων αυτών με τα παραπάνω σύμβολα εντοπίστηκαν πιο εύκολα και γρήγορα από τους συμμετέχοντες. Για την περίπτωση της απουσίας, ο συνδυασμός του συμβόλου του **ρόμβου** στο μέγιστο και του **τετράγωνου** στο ελάχιστο, εμφανίζεται σε τρεις από τους έξι δείκτες (50%). Στους υπόλοιπους τρεις, εμφανίζεται ο συνδυασμός μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** και ελάχιστο στο **κύκλου** (50%). Στην περίπτωση της περιφέρειας, ο συνδυασμός του συμβόλου του **ρόμβου** στο μέγιστο και του **κύκλου** στο ελάχιστο εμφανίζεται σε τρεις από τους έξι δείκτες (50%), ενώ στους υπόλοιπους τρεις εμφανίζεται ο συνδυασμός μέγιστου του **ρόμβου** και ελάχιστο του **τετράγωνου** (50%). Οι τιμές μεταξύ των δεικτών φαίνεται να έχουν μικρές διαφορές εξαιρώντας τους δείκτες μέγιστης τιμής και εύρος τιμών.



Εικόνα 5. 6 Διάγραμμα δεικτών χρόνων αντίδρασης (σε sec) ανά κατηγορία στόχου για το 2^ο χαρτογραφικό υπόβαθρο

Πίνακας 5. 6 Αποτελέσματα δεικτών που παρουσιάζονται στο διάγραμμα του 2ου υποβάθρου

σε sec		Κέντρο	Περιφέρεια	Απουσία στόχου
average	κύκλος	2.39	2.56	5.70
	ρόμβος	3.18	4.46	5.62
	τρίγωνο	2.21	5.37	5.51
	τετράγωνο	2.17	3.26	5.39
median	κύκλος	1.90	2.53	4.61
	ρόμβος	2.95	3.67	4.80
	τρίγωνο	1.79	4.82	4.63
	τετράγωνο	1.92	2.41	4.43
stdev	κύκλος	1.21	0.77	3.62
	ρόμβος	1.65	2.45	3.52
	τρίγωνο	1.54	3.13	3.00
	τετράγωνο	0.92	2.73	3.30
min	κύκλος	1.26	1.47	2.30
	ρόμβος	0.10	2.43	2.87
	τρίγωνο	0.96	0.11	2.41
	τετράγωνο	1.20	1.46	1.99
max	κύκλος	6.90	4.66	16.20
	ρόμβος	8.47	15.62	20.00
	τρίγωνο	8.53	16.65	14.12
	τετράγωνο	5.67	13.99	20.66
range	κύκλος	5.64	3.20	13.89
	ρόμβος	8.37	13.20	17.14
	τρίγωνο	7.57	16.53	11.72
	τετράγωνο	4.47	12.53	18.67

Όσον αφορά το 2^ο χαρτογραφικό υπόβαθρο (Εικόνα 5.6, Πίνακας 5.6), στο δείκτη της μέσης τιμής (average) παρουσιάζεται μέγιστο στην περίπτωση της απουσίας του συμβόλου του **κύκλου** (5.70s) και ελάχιστο στο **τετράγωνο** όταν αυτό βρίσκεται στο κέντρο (2.17s). Ανάμεσα στις τρεις περιπτώσεις το κέντρο παρουσιάζει μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (3.18s) και ελάχιστο στο **τρίγωνο** (2.21s), η περιφέρεια μέγιστο στο σύμβολο του **τρίγωνο** (5.37s) και ελάχιστο στο **κύκλου** (2.56s) και η απουσία μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (5.70s), ενώ ελάχιστο στο **τετράγωνο** (5.39s).

Στη διάμεσος (median), μέγιστο παρουσιάζεται στο σύμβολο του **τρίγωνο** στην περιφέρεια (4.82s) καθώς και ελάχιστο όταν βρίσκεται στο κέντρο (1.79s). Ανά περίπτωση παρατηρούμε στο κέντρο μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (2.95s) και ελάχιστο στο **τρίγωνο** (1.79s), στην περιφέρεια μέγιστο στο σύμβολο του **τρίγωνο** (4.82s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (2.41s) και τέλος κατά την απουσία του στόχου μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (4.80s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (4.43s).

Στην τυπική απόκλιση (Stdev), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **κύκλου** κατά την απουσία (3.62s) καθώς και ελάχιστο στην περιφέρεια (0.77s). Στις τρεις περιπτώσεις διακρίνουμε για το κέντρο μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (1.65s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (0.92s), στη περιφέρεια μέγιστο στο σύμβολο του **τρίγωνο** (3.13) και ελάχιστο στο **κύκλου** (0.77s) και στην απουσία του στόχου μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (3.62s) και ελάχιστο στο **τρίγωνο** (3.00s).

Στην ελάχιστη τιμή (min), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **ρόμβου** κατά την απουσία (2.87s) καθώς και ελάχιστο στο κέντρο (0.10s). Παρατηρούμε στο κέντρο μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (1.26s) και ελάχιστο στο **ρόμβου** (0.10s), στην περιφέρεια μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (2.43s) και ελάχιστο στο **τρίγωνο** (0.11s) και στην απουσία μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (2.87s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (1.99s).

Στη μέγιστη τιμή (max), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **τετραγώνου** όταν απουσιάζει (20.66s) και ελάχιστο το σύμβολο του **κύκλου** στην περιφέρεια (4.66s). Κοιτώντας τις περιπτώσεις ξεχωριστά, στο κέντρο μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **τριγώνου** (8.53s) και ελάχιστο του **τετραγώνου** (5.67s), στην περιφέρεια μέγιστο το σύμβολο του **τριγώνου** (16.65s) και ελάχιστο του **κύκλου** (4.66s) και στην απουσία μέγιστο το σύμβολο του **τετραγώνου** (20.66s) και ελάχιστο του **τριγώνου** (14.12s).

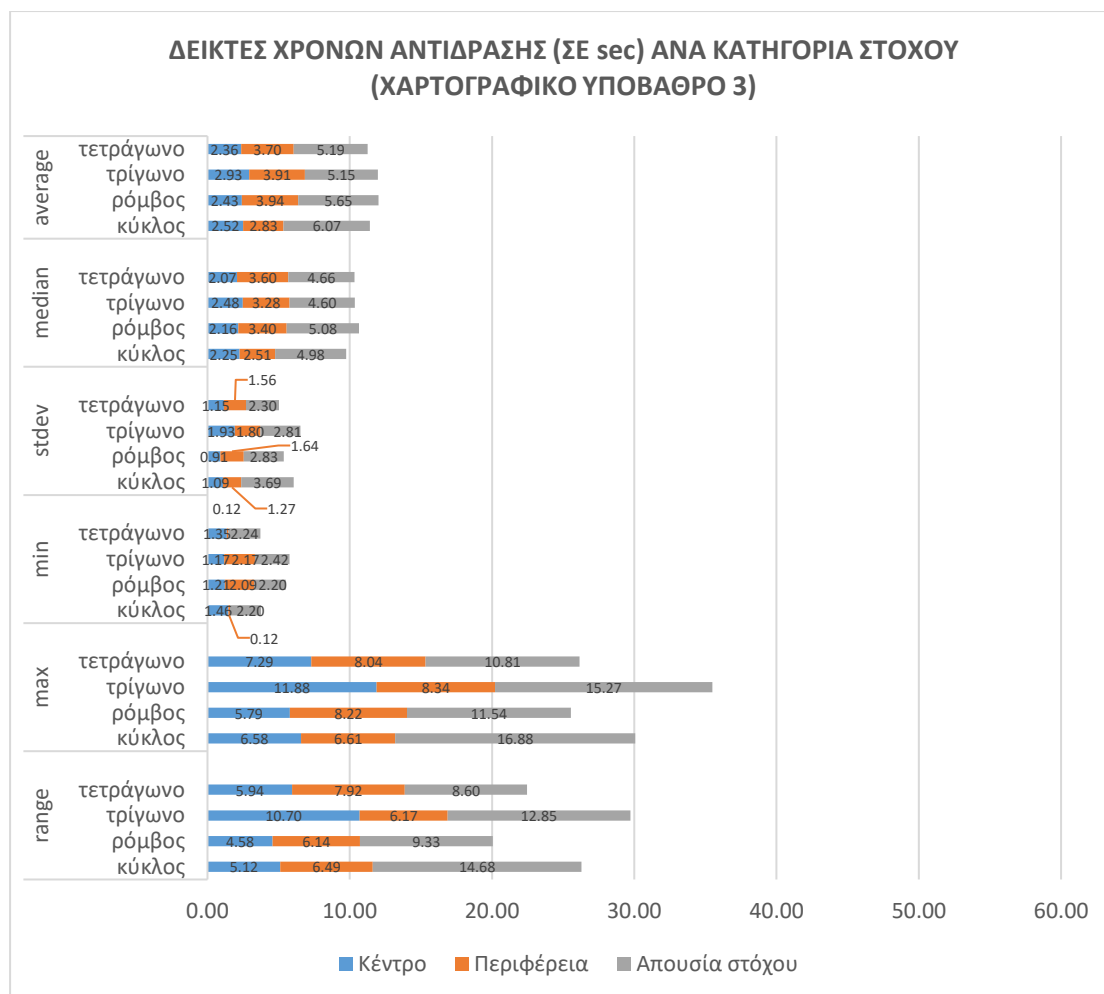
Στο εύρος τιμών (range), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **τετραγώνου** κατά την απουσία (18.67s) και ελάχιστο του **κύκλου** όταν βρίσκεται στην περιφέρεια (3.20s). Ανά περίπτωση στο κέντρο, μέγιστο εμφανίζεται στο σύμβολο του **ρόμβου** (8.37s) και ελάχιστο του **τετραγώνου** (4.47s), στην περιφέρεια μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (16.53s) και ελάχιστο του **κύκλου** (3.20s) και τέλος στην απουσία, μέγιστο στο σύμβολο του **τετραγώνου** (18.67s) και ελάχιστο του **τριγώνου** (11.72s).

Συμπερασματικά για το 2^ο υπόβαθρο παρατηρούμε ότι οι μέγιστες αποκρίσεις εμφανίζονται κυρίως κατά την απουσία, εκτός μιας περίπτωσης που εμφανίζεται στην περιφέρεια. Όσον αφορά τις μέγιστες – ελάχιστες αποκρίσεις, στην περίπτωση του κέντρου ο συνδυασμός των συμβόλων **ρόμβος - τρίγωνο** και **ρόμβος - τετράγωνο**, εμφανίζονται από δύο φορές.

Στην περιφέρεια ο συνδυασμός μέγιστη – ελάχιστη απόκριση, εμφανίζεται τέσσερις φορές με τα σύμβολα **τρίγωνο - κύκλος** και στην απουσία από δύο φορές με τα σύμβολα **ρόμβος - τετράγωνο** και **τετράγωνο - τρίγωνο**. Συνολικά το σύμβολο του **ρόμβου** ως μέγιστο και του **τετραγώνου** ως ελάχιστο μέγεθος, εμφανίζονται σε επτά από τα δεκαοκτώ ζευγάρια μέγιστου - ελάχιστου αντιστοίχως. Οι τιμές μεταξύ των δεικτών φαίνεται να έχουν μικρές διαφορές εξαιρώντας τους δείκτες μέγιστης τιμής και εύρος τιμών.

Πίνακας 5. 7 Αποτελέσματα δεικτών που παρουσιάζονται στο διάγραμμα του 3ου υποβάθρου

σε sec		Κέντρο	Περιφέρεια	Απουσία στόχου
average	κύκλος	2.52	2.83	6.07
	ρόμβος	2.43	3.94	5.65
	τρίγωνο	2.93	3.91	5.15
	τετράγωνο	2.36	3.70	5.19
median	κύκλος	2.25	2.51	4.98
	ρόμβος	2.16	3.40	5.08
	τρίγωνο	2.48	3.28	4.60
	τετράγωνο	2.07	3.60	4.66
stdev	κύκλος	1.09	1.27	3.69
	ρόμβος	0.91	1.64	2.83
	τρίγωνο	1.93	1.80	2.81
	τετράγωνο	1.15	1.56	2.30
min	κύκλος	1.46	0.12	2.20
	ρόμβος	1.21	2.09	2.20
	τρίγωνο	1.17	2.17	2.42
	τετράγωνο	1.35	0.12	2.24
max	κύκλος	6.58	6.61	16.88
	ρόμβος	5.79	8.22	11.54
	τρίγωνο	11.88	8.34	15.27
	τετράγωνο	7.29	8.04	10.81
range	κύκλος	5.12	6.49	14.68
	ρόμβος	4.58	6.14	9.33
	τρίγωνο	10.70	6.17	12.85
	τετράγωνο	5.94	7.92	8.60



Εικόνα 5. 7 Διάγραμμα δεικτών χρόνων αντίδρασης (σε sec) ανά κατηγορία στόχου για το 3ο χαρτογραφικό υπόβαθρο

Στην περίπτωση του **τρίτου χαρτογραφικού υποβάθρου** (Εικόνα 5.7, Πίνακας 5.7), στο δείκτη της μέσης τιμής (average) παρουσιάζεται μέγιστο στην περίπτωση της απουσίας του συμβόλου του **κύκλου** (6.07s) και ελάχιστο στο **τετράγωνο** όταν βρίσκεται στο κέντρο (2.36s). Ανά περίπτωση παρουσιάζει μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (2.93s) και ελάχιστο στο **τετράγωνο** (2.36s) όταν βρίσκονται στο κέντρο, μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (3.94s) και ελάχιστο στο **κύκλου** (2.83s) για την περιφέρεια και μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (6.07s) και ελάχιστο στο **τριγώνου** (5.15s) όταν αυτά απουσιάζουν.

Στην διάμεσος (median), μέγιστο παρουσιάζεται στην απουσία του συμβόλου του **ρόμβου** (5.08s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (2.07s) στην περίπτωση του κέντρου. Αναλύοντας μια-μια τις περιπτώσεις παρατηρούμε ότι στο κέντρο έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (2.48s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (2.07s), στην περιφέρεια έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **τετραγώνου** (3.60s) και ελάχιστο στο **κύκλου** (2.51s) και τέλος στην απουσία του στόχου έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (5.08s) και ελάχιστο στο **τριγώνου** (4.60s).

Για την τυπική απόκλιση (Stdev), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **κύκλου** (3.69s) κατά την απουσία του στόχου και ελάχιστο του **ρόμβου** (0.91s) όταν εμφανίζεται στο κέντρο. Συγκεκριμένα, παρατηρούμε στο κέντρο μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (1.93s) και ελάχιστο στο **ρόμβου** (0.91s), στην περιφέρεια

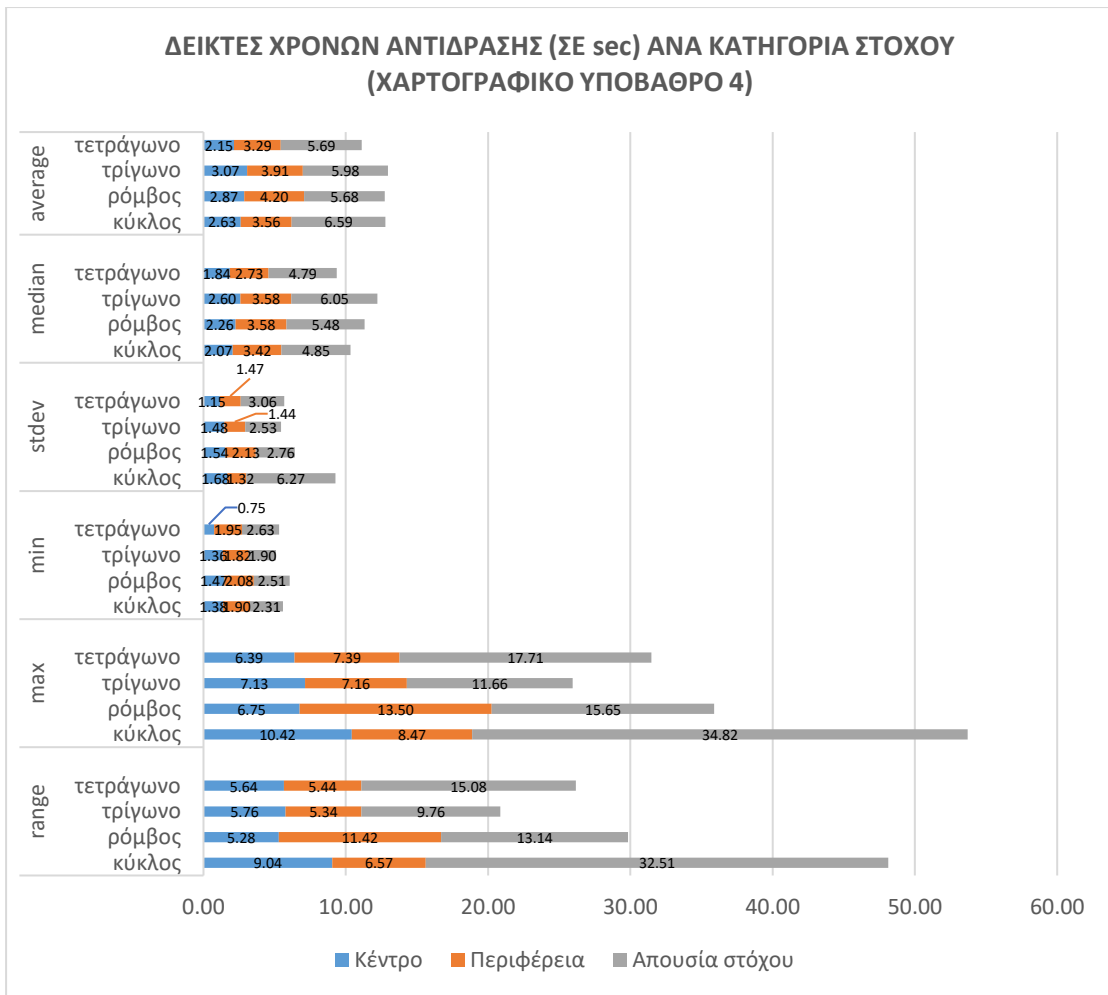
μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (1.80s) και ελάχιστο στο **κύκλου** (1.27s) ενώ στην απουσία έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (3.69s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (2.30s).

Στην ελάχιστη τιμή (min), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **τριγώνου** (2.42s) κατά την απουσία και ελάχιστο του **κύκλου** και του **τετραγώνου** (0.12s) στην περιφέρεια. Στις τρεις περιπτώσεις παρατηρούμε μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (1.46s) και ελάχιστο στο **τριγώνου** (1.17s) για το κέντρο, μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (2.17s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** και του **κύκλου** (0.12s) για την περιφέρεια, μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (2.47s) και ελάχιστο στο **ρόμβου** και του **κύκλου** (2.20s) για την απουσία συμβόλου.

Στη μέγιστη τιμή (max), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **κύκλου** (16.88s) κατά την απουσία και ελάχιστο του **ρόμβου** (5.79s). Στο κέντρο έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (11.88s) και ελάχιστο του **ρόμβου** (5.79s), στην περιφέρεια μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (8.34s) και ελάχιστο στο **κύκλου** (6.61s) και τέλος στην απουσία έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (16.88s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (10.81s).

Στο εύρος τιμών (range), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **κύκλου** (14.68s) κατά την απουσία και ελάχιστο του **ρόμβου** (4.58s) όταν βρίσκεται στο κέντρο. Κατά περίπτωση, στο κέντρο έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (10.70s) και ελάχιστο στο **ρόμβου** (4.58s), στην περιφέρεια έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **τετραγώνου** (7.92s) και ελάχιστο στο **ρόμβου** (6.14s) και τέλος στην απουσία έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (14.68s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (8.60s).

Και σε αυτό το χαρτογραφικό υπόβαθρο παρατηρούμε ότι μέγιστο εμφανίζεται κυρίως στην απουσία του στόχου. Διακρίνουμε ότι η περίπτωση απουσία του συμβόλου του **κύκλου** εμφανίζεται ως μέγιστο σε τέσσερις από τους έξι δείκτες (66,6%). Στην περίπτωση του κέντρου ο συνδυασμός μέγιστο – ελάχιστο για τα σύμβολα **τρίγωνο - ρόμβος**, εμφανίζεται τρεις φορές (50%) όπως και στην περίπτωση της απουσίας ο συνδυασμός **κύκλος - τετράγωνο**. Στην περιφέρεια δεν υπάρχει κάποιος συνδυασμός που να επικρατεί. Το σύμβολο του **τρίγωνο** εμφανίζεται ως μέγιστο σε εννέα και το **τετράγωνο** ως ελάχιστο σε έξι από τα δεκαοκτώ ζευγάρια μεγίστου – ελαχίστου. Οι τιμές μεταξύ των δεικτών φαίνεται να έχουν μικρές διαφορές εξαιρώντας τους δείκτες μέγιστης τιμής και εύρος τιμών.



Εικόνα 5. 8 Διάγραμμα δεικτών χρόνων αντίδρασης (σε sec) ανά κατηγορία στόχου για το 4ο χαρτογραφικό υπόβαθρο

Πίνακας 5. 8 Αποτελέσματα δεικτών που παρουσιάζονται στο διάγραμμα του 4ου υποβάθρου

σε sec		Κέντρο	Περιφέρεια	Απουσία στόχου
average	κύκλος	2.63	3.56	6.59
	ρόμβος	2.87	4.20	5.68
	τρίγωνο	3.07	3.91	5.98
	τετράγωνο	2.15	3.29	5.69
median	κύκλος	2.07	3.42	4.85
	ρόμβος	2.26	3.58	5.48
	τρίγωνο	2.60	3.58	6.05
	τετράγωνο	1.84	2.73	4.79
stdev	κύκλος	1.68	1.32	6.27
	ρόμβος	1.54	2.13	2.76
	τρίγωνο	1.48	1.44	2.53
	τετράγωνο	1.15	1.47	3.06
min	κύκλος	1.38	1.90	2.31
	ρόμβος	1.47	2.08	2.51
	τρίγωνο	1.36	1.82	1.90
	τετράγωνο	0.75	1.95	2.63
max	κύκλος	10.42	8.47	34.82
	ρόμβος	6.75	13.50	15.65
	τρίγωνο	7.13	7.16	11.66
	τετράγωνο	6.39	7.39	17.71
range	κύκλος	9.04	6.57	32.51
	ρόμβος	5.28	11.42	13.14
	τρίγωνο	5.76	5.34	9.76
	τετράγωνο	5.64	5.44	15.08

Στο 4^ο χαρτογραφικό υπόβαθρο (Εικόνα 5.8, Πίνακας 5.8) στο δείκτη της μέσης τιμής (average) παρουσιάζεται μέγιστο στην περίπτωση της απουσίας του συμβόλου του **κύκλου** (6.59s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (2.15s), όταν αυτό εμφανίζεται στο κέντρο. Ανά περίπτωση, στο κέντρο έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (3.07s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (2.15s), στην περιφέρεια, μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (4.20s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (3.29s) και στην απουσία, μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (6.59s) και ελάχιστο στο **ρόμβου** (5.68s).

Στην διάμεσος (median), μέγιστο παρουσιάζεται στην απουσία του συμβόλου του **τριγώνου** (6.05s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (1.84s) όταν αυτό εμφανίζεται στο κέντρο. Ανάμεσα στις τρεις περιπτώσεις παρατηρούμε ότι στο κέντρο, εμφανίζεται μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (2.60s) και ελάχιστο του **τετραγώνου** (1.84s), στην περιφέρεια έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** και του **τριγώνου** (3.58s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (2.73s) και τέλος στην απουσία έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **τριγώνου** (6.05s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (4.79s).

Για την τυπική απόκλιση (Stdev), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **κύκλου** (6.27s) κατά την απουσία και ελάχιστο του **τετράγωνου** (1.15s) όταν βρίσκεται στο κέντρο. Αναλυτικότερα, στο κέντρο έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (1.68s) και ελάχιστο στο **τετράγωνου** (1.15s), στην περιφέρεια έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (2.13s) και ελάχιστο στο **τριγώνου** (1.44s), ενώ στην απουσία έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (6.27s) και ελάχιστο στο **τριγώνου** (2.53s).

Στην ελάχιστη τιμή (min), μέγιστο στην απουσία παρουσιάζει το σύμβολο του **τετραγώνου** (2.63s) καθώς και ελάχιστο (0.75s) στο κέντρο. Κοιτώντας τις περιπτώσεις ξεχωριστά, στο κέντρο συναντάμε μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (1.47s) και ελάχιστο στο **τετράγωνου** (0.75s), στην περιφέρεια μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (2.09s) και ελάχιστο στο **τριγώνου** (1.82s) και στην απουσία μέγιστο στο σύμβολο του **τετραγώνου** (2.63s) και ελάχιστο στο **τριγώνου** (1.90s).

Στη μέγιστη τιμή (max), μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **κύκλου** (34.82s) κατά την απουσία και ελάχιστο του **τετραγώνου** (639s) όταν εμφανίζεται στο κέντρο.

Παρατηρώντας τις τρεις περιπτώσεις, στο κέντρο παρουσιάζεται μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (10.42s) και ελάχιστο στο **τετραγώνου** (6.39s), στην περιφέρεια έχουμε μέγιστο στο σύμβολο του **ρόμβου** (13.50s) και ελάχιστο στο **τριγώνου** (7.16s) ενώ στην απουσία, μέγιστο στο σύμβολο του **κύκλου** (34.82s) και ελάχιστο στο **τριγώνου** (11.66s).

Στο εύρος τιμών (range), μέγιστο παρουσιάζει στην απουσία το σύμβολο του **κύκλου** (32.51s) και ελάχιστο του **ρόμβου** (5.28s) όταν βρίσκεται στο κέντρο. Συγκρίνοντας τις τρεις περιπτώσεις για το 4^ο υπόβαθρο, στην περίπτωση του εύρους τιμών καταλήγουμε ότι στο κέντρο μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **κύκλου** (9.04s) και ελάχιστο του **ρόμβου** (5.28s), στην περιφέρεια μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **ρόμβου** (11.42s) και ελάχιστο του **τριγώνου** (5.34s), ενώ στην απουσία μέγιστο παρουσιάζει το σύμβολο του **κύκλου** (32.51s) και ελάχιστο του **τριγώνου** (9.76s).

Διακρίνοντας το 4^ο διάγραμμα συνολικά, παρατηρούμε ότι η περίπτωση της απουσία του συμβόλου του **κύκλου**, εμφανίζεται ως μέγιστο σε τρεις από τους έξι δείκτες (50%). Ο συνδυασμός του συμβόλου του **ρόμβου** ως μέγιστο και του **τριγώνου** ως ελάχιστο, εμφανίζεται συνολικά σε τέσσερις από τους έξι δείκτες για την περίπτωση της περιφέρειας (66,6%), ενώ το σύμβολο του **κύκλου** ως μέγιστο και του **τριγώνου** ως ελάχιστο τρεις φορές στην περίπτωση της απουσίας (50%). Οι τιμές μεταξύ των δεικτών φαίνεται να έχουν μικρές διαφορές στους δείκτες τυπική απόκλιση, διάμεσο και ελάχιστη τιμή, ενώ στους υπόλοιπους οι διαφορές είναι μεγαλύτερες.

Συμπερασματικά για όλα τα διαγράμματα ανά δείκτη διακρίνουμε τα εξής:

1. Στη μέση τιμή στην περίπτωση του κέντρου, οι τιμές είναι όλες κοντά στα 2 με 3 sec, στη περιφέρεια από 2 έως 4 sec με εξαίρεση το τρίγωνο στο 2^ο διάγραμμα που φτάνει τα 5 sec και στην απουσία από 5 μέχρι 6 sec εκτός του πρώτου διαγράμματος που είναι όλα στα 4 sec.
2. Οι τιμές του δείκτη της διαμέσου στην περίπτωση του κέντρου, είναι από 1 έως 2 sec, στην περιφέρεια από 2 έως 4 sec και στην απουσία από 3 έως 5 sec εκτός από το σύμβολο του τριγώνου στο 4^ο διάγραμμα που φτάνει τα 6 sec
3. Στην τυπική απόκλιση, στην περίπτωση του κέντρου οι τιμές είναι κοντά στο 1 sec, στην περιφέρεια όλα τα διαγράμματα είναι από το 1 έως το 2 sec εκτός από το 2^ο διάγραμμα που φτάνει τα 3 sec και στην απουσία από 1 έως 3 sec εκτός από το 4^ο διάγραμμα που είναι από 2 έως 6 sec
4. Σχετικά με την ελάχιστη τιμή στην περίπτωση του κέντρου οι τιμές είναι από 0,1 έως 1 sec, στην περιφέρεια από 0,1 έως 2 sec και στην απουσία είναι όλα στα 2 sec εκτός από το πρώτο διάγραμμα που έχει και τιμές κοντά στα 1 sec
5. Στην μέγιστη τιμή, στην περίπτωση του κέντρου οι τιμές είναι από 4 έως 9 sec στο πρώτο διάγραμμα, από 5 έως 8 sec στο δεύτερο, από 5 έως 11 sec στο τρίτο και από 6 έως 10 sec στο τέταρτο. Διακρίνουμε δηλαδή παρόμοιες τιμές μεταξύ πρώτου – δεύτερου και τρίτου – τέταρτου. Στην περιφέρεια 7 έως 12 sec στο πρώτο, 4 έως 16 sec στο δεύτερο, 6 έως 8 sec στο τρίτο και 7 sec έως 13 στο τέταρτο. Στην απουσία οι τιμές είναι μεγαλύτερες με αποτέλεσμα να ξεπερνούν κατά αρκετά δευτερόλεπτα τις υπόλοιπες. Συγκεκριμένα στο πρώτο διάγραμμα έχουμε 7 με 16 sec, στο δεύτερο 14 με 20 sec, στο τρίτο 10 με 16 sec και στο τέταρτο 11 με 34 sec
6. Για την περίπτωση του εύρους τιμών παρατηρούνται τα ίδια συμπεράσματα με της μέγιστης τιμής με διαφορά μερικών δευτερολέπτων η οποία προκύπτει λόγω της αφαίρεσης του ελαχίστου από το μέγιστο

Τόσο από τους χρόνους απόκρισης όσο και από τα ίδια τα διαγράμματα, παρατηρείται ότι πηγαίνοντας από το πρώτο διάγραμμα στο τέταρτο (αφορά τα διαγράμματα των χαρτογραφικών υποβάθρων) οι τιμές αυξάνονται. Αυτό σημαίνει ότι οι συμμετέχοντες χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να εντοπίσουν το σύμβολο - στόχο ή την απουσία του. Άρα το χαρτογραφικό υπόβαθρο σε κάθε περίπτωση έχει σημαντικό ρόλο στην αναζήτηση. Μια άλλη παρατήρηση στους χρόνους υποδηλώνει ότι εκτός του υποβάθρου σημαντικό ρόλο έχει και το σημείο στο οποίο βρίσκεται ή όχι ο στόχος. Διακρίνονται μεγαλύτερες χρονικές στιγμές στην περίπτωση που ο στόχος απουσιάζει από ότι στις υπόλοιπες περιπτώσεις. Οι χρόνοι στο κέντρο και στην περιφέρεια κυμαίνονται από 1 έως 4 sec ενώ στην απουσία ξεκινάνε από 5 sec. Αυτό συμβαίνει λόγω της έλλειψης του στόχου, διότι ο συμμετέχοντας είναι αναγκασμένος να παρατηρήσει όλα τα σύμβολα του χάρτη. Σε διαφορετική περίπτωση υπάρχει πιθανότητα ο στόχος να εντοπιστεί χωρίς να χρειαστεί ο συμμετέχοντας να ανατρέξει σε όλα τα σύμβολα. Οπότε καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η απουσία του στόχου στο τέταρτο χαρτογραφικό υπόβαθρο, αποτελεί τον συνδυασμό που απαιτεί περισσότερο χρόνο απόκρισης.

Στους τρεις πρώτους δείκτες (μέση τιμή, διάμεσο, τυπική απόκλιση) οι χρόνοι μεταξύ των τριών περιπτώσεων είναι όμοιοι. Αυτό αλλάζει στους υπόλοιπους τρεις δείκτες (ελάχιστη, μέγιστη τιμή, εύρος τιμών) που οι χρονικές αποκρίσεις είναι μεγαλύτερες, ειδικά στην περίπτωση της απουσίας.

Ανατρέχοντας στα διαγράμματα μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα και για το ποιο σύμβολο – στόχος χρειάστηκε περισσότερο χρόνο εντοπισμού. Στο πρώτο διάγραμμα (υπόβαθρο 1) οι μεγαλύτερες χρονικές στιγμές σε πλειοψηφία εμφανίζονται στο σύμβολο του **ρόμβου** και του **τριγώνου**. Στο δεύτερο διάγραμμα (υπόβαθρο 2) πάλι οι μέγιστες τιμές εντοπίζονται στο σύμβολο του **ρόμβου** και του **τριγώνου** όμως και οι τιμές του **κύκλου** σε κάποιες περιπτώσεις είναι αρκετά κοντά. Στο τρίτο διάγραμμα (υπόβαθρο 3) τα πράγματα αλλάζουν και οι μέγιστες τιμές συναντώνται στο σύμβολο του **ρόμβου** και του **κύκλου**. Τέλος στο τέταρτο διάγραμμα (υπόβαθρο 4), στις περισσότερες περιπτώσεις μέγιστες τιμές παρουσιάζονται στο σύμβολο του **ρόμβου** και του **τριγώνου**, αλλά υπάρχουν και τιμές του συμβόλου του **κύκλου** πολύ κοντά σε αυτές. Εν κατακλείδι, τα σύμβολα **τρίγωνο** και **ρόμβος** είναι αυτά που έκαναν τους συμμετέχοντες να διαθέσουν περισσότερο χρόνο αναζήτησης. Συνδυαστικά με τις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι η απουσία, το τέταρτο υπόβαθρο και τα σύμβολα **ρόμβος** και **τρίγωνο** ήταν αυτά που χρειάστηκαν τον περισσότερο για να γίνουν αντιληπτά.

5.2 Υπολογισμός ποσοστών επιτυχίας

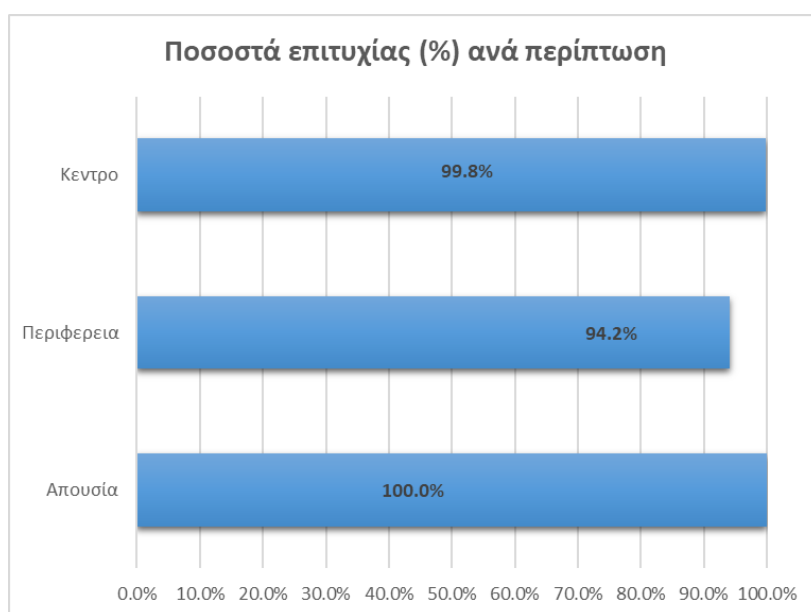
Για τον υπολογισμό των ποσοστών επιτυχίας χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι περιπτώσεις του σωστού εντοπισμού του στόχου. Στην περίπτωση της οπτικής σκηνής τα ποσοστά υπολογίστηκαν με βάση πόσες σωστές απαντήσεις είχαμε στους 30 συμμετέχοντες. Σε όλες τις περιπτώσεις έγινε υπολογισμός μέσω του δείκτη του μέσου όρου. Υπολογίζοντας τα ποσοστά επιτυχίας (Πίνακας 5.9) ανά χαρτογραφικό υπόβαθρο, σύμβολο και περίπτωση, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι, το σύμβολο του τριγώνου που εντοπίζεται στην περιφέρεια στο δεύτερο χαρτογραφικό υπόβαθρο, συγκέντρωσε το μικρότερο ποσοστό (73,3%). Αμέσως μετά ακολουθεί το σύμβολο του ρόμβου στην περιφέρεια στο δεύτερο χαρτογραφικό υπόβαθρο, με ποσοστό επιτυχίας 83,3% καθώς και στην περιφέρεια του πρώτου χαρτογραφικού υποβάθρου με ποσοστό

90%. Με ποσοστό 93,3% συναντάμε το σύμβολο του ρόμβου σε κέντρο και περιφέρεια στα υπόβαθρα 2 και 4, του τριγώνου και του κύκλου, στην περιφέρεια και το κέντρο, στο πρώτο υπόβαθρο και το τρίτο υπόβαθρο. Τα σύμβολα του κύκλου, τετραγώνου και τριγώνου στην περιφέρεια και το κέντρο, για τα υπόβαθρα τρία και τέσσερα παρουσιάζουν ποσοστό επιτυχίας 96,7%. Όλες οι περιπτώσεις της απουσίας του στόχου έχουν ποσοστό επιτυχίας 100%. Το συνολικό ποσοστό επιτυχίας όλων των οπτικών σκηνών ανέρχεται σε 97,4%.

Πίνακας 5. 9 Ποσοστά (%) επιτυχίας ανά οπτική σκηνή
(c:κύκλος, r: ρόμβος, s:τρίγωνο, t:τετράγωνο, a:απουσία, k:κέντρο, p:περιφέρεια και 1, 2, 3, 4 χαρτογραφικά υπόβαθρα)

οπτική σκηνή	ποσοστό επιτυχίας	οπτική σκηνή	ποσοστό επιτυχίας	οπτική σκηνή	ποσοστό επιτυχίας	οπτική σκηνή	ποσοστό επιτυχίας
ca1.png	100.0%	ra1.png	100.0%	sa1.png	100.0%	ta1.png	100.0%
ca2.png	100.0%	ra2.png	100.0%	sa2.png	100.0%	ta2.png	100.0%
ca3.png	100.0%	ra3.png	100.0%	sa3.png	100.0%	ta3.png	100.0%
ca4.png	100.0%	ra4.png	100.0%	sa4.png	100.0%	ta4.png	100.0%
ck1.png	96.7%	rk1.png	100.0%	sk1.png	100.0%	tk1.png	100.0%
ck2.png	100.0%	rk2.png	93.3%	sk2.png	100.0%	tk2.png	100.0%
ck3.png	100.0%	rk3.png	100.0%	sk3.png	96.7%	tk3.png	100.0%
ck4.png	100.0%	rk4.png	93.3%	sk4.png	96.7%	tk4.png	96.7%
cp1.png	96.7%	rp1.png	90.0%	sp1.png	93.3%	tp1.png	100.0%
cp2.png	100.0%	rp2.png	83.3%	sp2.png	73.3%	tp2.png	100.0%
cp3.png	93.33%	rp3.png	100.0%	sp3.png	96.7%	tp3.png	96.7%
cp4.png	96.7%	rp4.png	93.3%	sp4.png	90.0%	tp4.png	100.0%

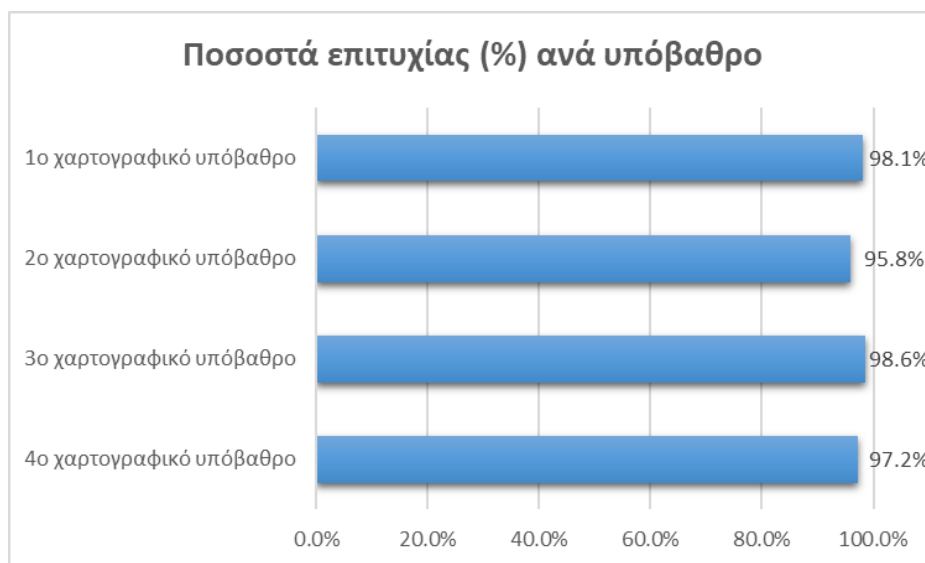
Εξετάζοντας ξεχωριστά την κάθε περίπτωση (Εικόνα 5.9), η απουσία παρουσιάζει ποσοστό επιτυχίας 100%, το κέντρο 99,8% και η περιφέρεια 94,2%. Τα ποσοστά αυτά υπολογίστηκαν βγάζοντας τον μέσο όρο όλων των οπτικών σκηνών κάθε περίπτωσης επί της εκατό.



Εικόνα 5. 9 Ποσοστά επιτυχίας (%) ανά περίπτωση

Παρατηρώντας κάθε χαρτογραφικό υπόβαθρο ξεχωριστά (Εικόνα 5.10) διακρίνουμε ποσοστό επιτυχίας 98,1% στο πρώτο υπόβαθρο, 95,8% στο δεύτερο,

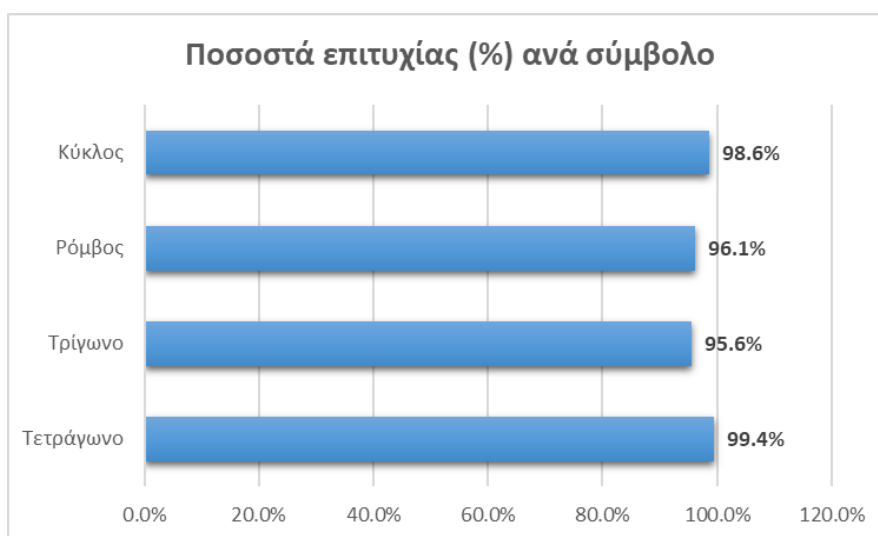
98,6% στο τρίτο και 97,2% στο τέταρτο. Καταλήξαμε σε αυτά τα ποσοστά μετά τον υπολογισμό του μέσου όρου κάθε υποβάθρου ξεχωριστά επί της εκατό.



Εικόνα 5. 10 Ποσοστά επιτυχίας (%) ανά υπόβαθρο

Σύμφωνα με την Εικόνα 5.10 το πρώτο υπόβαθρο φαίνεται να έχει μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας από τα υπόλοιπα. Παρατηρούμε ότι δεύτερο έρχεται το τρίτο υπόβαθρο, έπειτα το τέταρτο και τέλος το δεύτερο υπόβαθρο. Παρόλο που οι διαφορές μεταξύ των υποβάθρων είναι ελάχιστες, είναι θεμιτό να αναφερθούν. Είναι πιθανό το τέταρτο χαρτογραφικό υπόβαθρο να έχει μικρότερο ποσοστό επιτυχίας λόγω των πολλών λεπτομερειών του (οικιστική περιοχή με δρόμους και οικοδομικά τετράγωνα. Παρομοίως, το δεύτερο υπόβαθρο περιέχει μεγάλες τονικές αλλαγές (πράσινη έκταση, οικιστική περιοχή και δύο μεγάλους δρόμους). Οι λεπτομέρειες αυτές μπορεί να επηρέασαν την οπτική αναζήτηση του συμμετέχοντα αποσπώντας έτσι την προσοχή του.

Τέλος, παρατηρώντας τα ποσοστά επιτυχίας για κάθε σύμβολο (Εικόνα 5.11) ξεχωριστά διακρίνουμε ότι μεγαλύτερο ποσοστό έχει το σύμβολο του τετράγωνου (99,4%), έπειτα του κύκλου (98,6%), ακολουθεί του ρόμβου (96,1%) και τέλος του τριγώνου (95,6%). Και σε αυτή την περίπτωση η διαφορές μεταξύ των ποσοστών είναι μικρές.

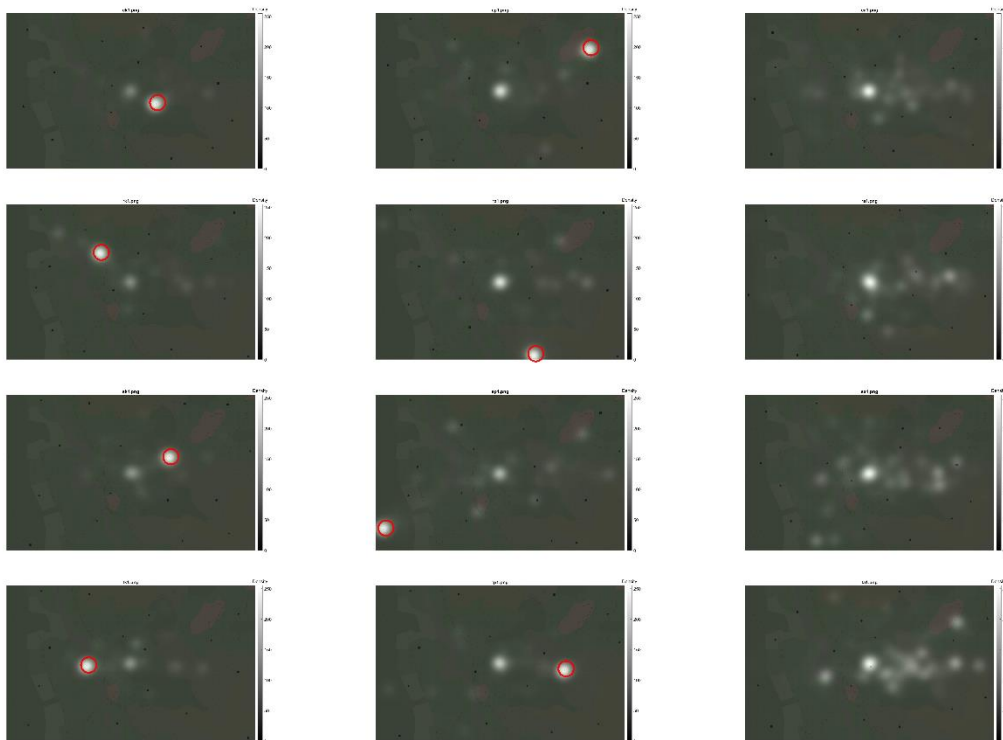


Εικόνα 5. 11 Ποσοστά επιτυχίας (%) ανά σύμβολο

Συμπερασματικά, τα μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας εντοπίστηκαν στην περίπτωση της απουσίας του συμβόλου, στο τρίτο χαρτογραφικό υπόβαθρο και στο σύμβολο του τετραγώνου. Αντίστοιχα, τα μικρότερα παρατηρήθηκαν στην περιφέρεια, στο δεύτερο χαρτογραφικό υπόβαθρο και στο σύμβολο του τριγώνου.

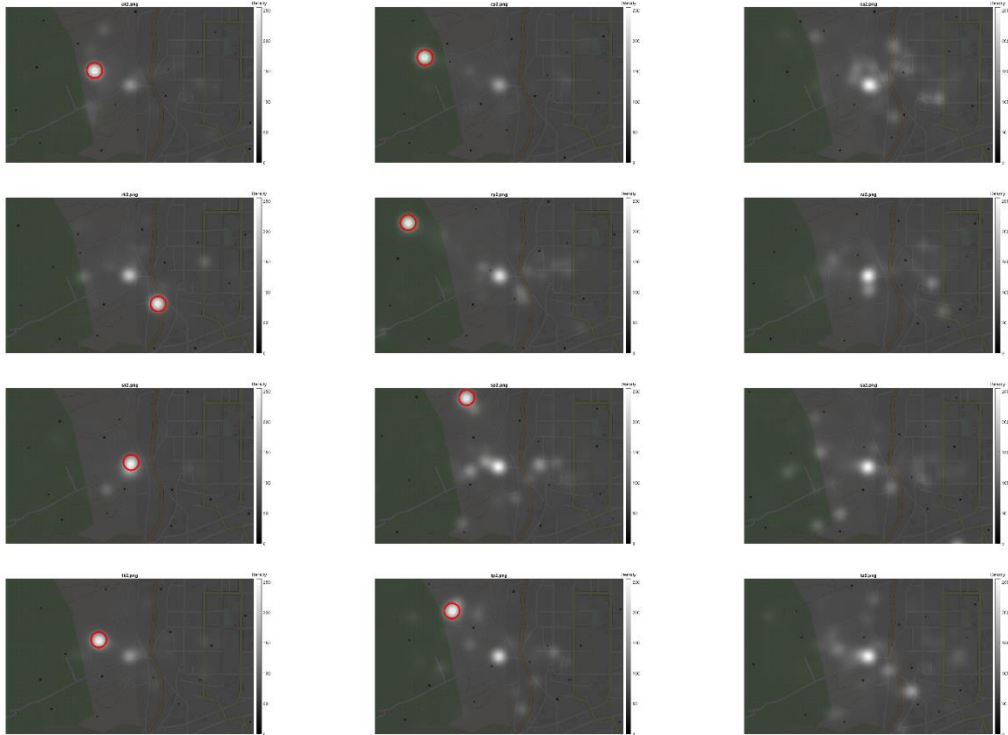
5.3 Οπτικοποίηση αποτελεσμάτων

Οι παρακάτω θερμικοί χάρτες προέκυψαν από την χρήση των 2D χαρτών στο 6^ο βήμα της διαδικασίας του πειράματος. Στα τέσσερα χαρτογραφικά υπόβαθρα τα σύμβολα τοποθετήθηκαν σε διαφορετικές θέσεις, ανάλογα με την περίπτωση που υπήρχε (κέντρο, περιφέρεια, απουσία). Η πρώτη στήλη αφορά το κέντρο, η δεύτερη την περιφέρεια, και η τρίτη την απουσία. Στις περιπτώσεις του κέντρου και της περιφέρειας το σύμβολο – στόχος έχει επισημανθεί με έναν κόκκινο κύκλο.

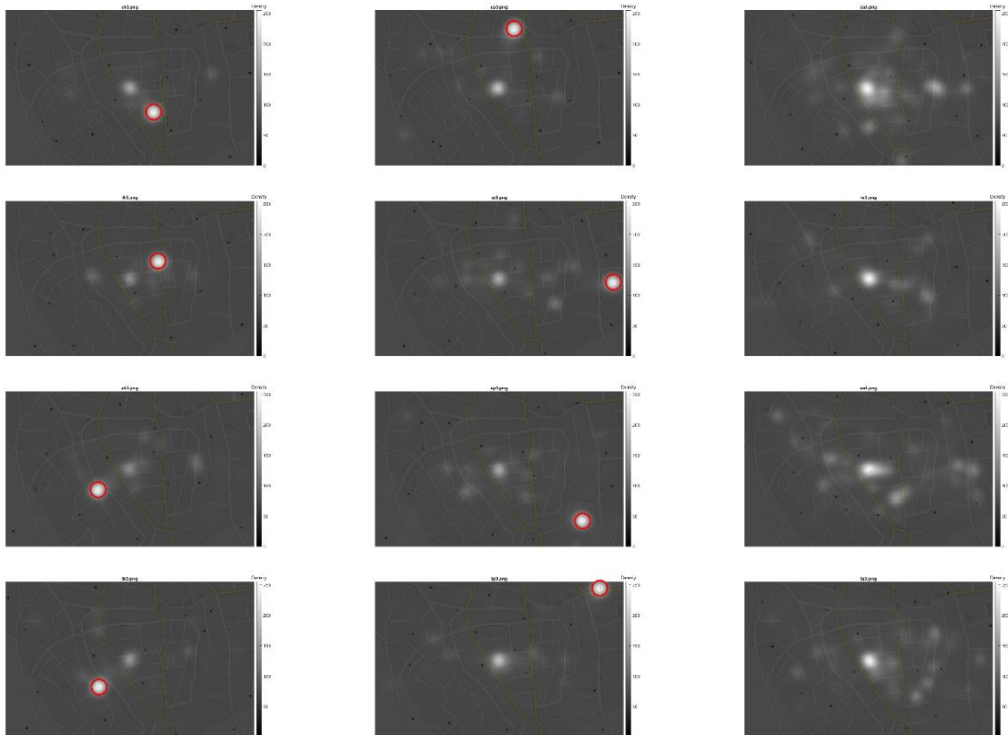


Εικόνα 5. 12 Heatmaps 1^ο χαρτογραφικού υποβάθρου πειράματος

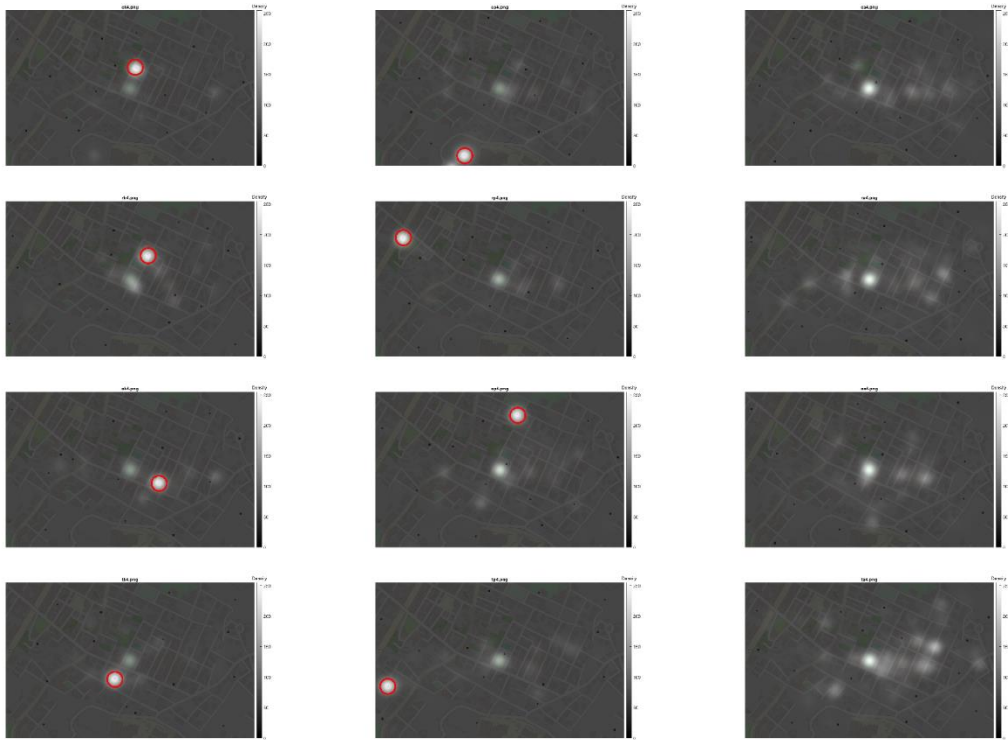
Κεφάλαιο 5^ο: Αποτελέσματα πειράματος



Εικόνα 5. 13 Heatmaps 2ου χαρτογραφικού υποβάθρου πειράματος



Εικόνα 5. 14 Heatmaps 3ου χαρτογραφικού υποβάθρου πειράματος



Εικόνα 5. 15 Heatmaps 4ου χαρτογραφικού υποβάθρου πειράματος

Ανατρέχοντας στα heatmaps, παρατηρείται ότι υπάρχουν μεγάλες συγκεντρώσεις της θέσης του κέρσορα και σε άλλα σημεία εκτός του στόχου. Μια περίπτωση είναι αυτή του κέντρου, όπου συνήθως ο κέρσορας παρέμενε από τους συμμετέχοντες όσο αυτοί αναζητούσαν τον στόχο. Παράλληλα διακρίνεται ότι στην πλειονοφία των heatmaps εκτός από το κέντρο, υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση και γύρω από αυτό κάτι το οποίο δεν συμβαίνει στην περιφέρεια. Μία άλλη εκδοχή για την συγκέντρωση σε άλλα σημεία εκτός του στόχου είναι ο κέρσορας να παραμένει ακίνητος στο σημείο που ήταν ο στόχος της προηγούμενης οπτικής σκηνής. Ως αποτέλεσμα έχουμε έντονες λευκές περιοχές παρόμοιες σε ένταση με αυτή του στόχου, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το πλήθος εγγραφών του κέρσορα. Τέλος, παρατηρείται να εμφανίζονται περισσότερες λευκές περιοχές οι οποίες αντιπροσωπεύουν πλήθος εγγραφών σημείου κέρσορα στα δεξιά του υποβάθρου.

Κεφάλαιο 6^ο

Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

6.1 Συμπεράσματα

Ο συνδυασμός της εργαλειοθήκης του MatMouse και του λογισμικού AnyDesk που αξιοποιήθηκε αποδείχθηκε επιτυχής για την εκτέλεση του πειράματος καθώς, διαθέτει πλήθος εξαγόμενων πληροφοριών για επεξεργασία και ανάλυση σε σχέση με την απλή καταγραφή των χρόνων αντίδρασης.

Παρατηρώντας τους χρόνους αντίδρασης καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η περίπτωση στην οποία το σύμβολο απουσιάζει απαιτεί περισσότερο χρόνο αναζήτησης από τις άλλες περιπτώσεις. Αυτό συμβαίνει διότι ο συμμετέχοντας θα πρέπει να παρατηρήσει όλα τα σύμβολα στον χάρτη μέχρι να βεβαιωθεί ότι ο στόχος απουσιάζει. Σε αντίθετη περίπτωση, είναι πιθανό ο στόχος να βρεθεί προτού προλάβει ο συμμετέχοντας να τα διακρίνει όλα. Όταν ο στόχος υπάρχει στο χαρτογραφικό υπόβαθρο, μικρότερες χρονικές αποκρίσεις συναντώνται στην περίπτωση του συμβόλου στο κέντρο και έπειτα στις περιφέρειες. Σε παρόμοια μελέτη η οποία αφορούσε τον σχεδιασμό συμβόλων σε χάρτη σημείων και τα αποτελέσματα αυτών για το προ-προσεκτικό στάδιο των χαρακτηριστικών του σχήματος, που διεξάχθηκε από τους Michaelidou et al. (2005) κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα ότι χρειάστηκε περισσότερος χρόνος αναζήτησης ενός στόχου όταν αυτός βρισκόταν στην περιφέρεια από ότι στο κέντρο. Οι τιμές της περιφέρειας και του κέντρου βρίσκονται πιο κοντά σε σχέση με αυτές της απουσίας του στόχου. Παρόλα αυτά, οι χρονικές διαφορές ήταν αρκετά μικρές. Η πλειοψηφία των μεγίστων τιμών στους δείκτες που υπολογίστηκαν βρέθηκαν στην περίπτωση της απουσίας του συμβόλου. Πιο συγκεκριμένα, στο σύμβολο του ρόμβου και του τριγώνου συγκεντρώθηκαν τα περισσότερα μέγιστα.

Όσον αφορά τους δείκτες, η μέση τιμή, η διάμεσος και η τυπική απόκλιση παρουσίαζαν κοντινές τιμές μεταξύ τους σε σχέση με τους υπόλοιπους. Η μέγιστη τιμή και το εύρος τιμών παρουσίαζαν μικρές διαφορές καθώς, η δεύτερη προκύπτει από την αφαίρεση της ελάχιστης τιμής από την πρώτη. Στην περίπτωση υπολογισμού των δεικτών των χαρτογραφικών υποβάθρων, οι χρόνοι παρουσιάζουν αυξητική τάση καθώς προχωράμε από το πρώτο διάγραμμα (πρώτο χαρτογραφικό υπόβαθρο) στο τέταρτο (τέταρτο χαρτογραφικό υπόβαθρο). Συνολικά για τα σύμβολα και τα χαρτογραφικά υπόβαθρα ο συνδυασμός που απαιτεί περισσότερο χρόνο είναι η απουσία του συμβόλου του ρόμβου στο τέταρτο χαρτογραφικό υπόβαθρο.

Στην περίπτωση των ποσοστών επιτυχίας ανά περίπτωση (κέντρο, περιφέρεια, απουσία στόχου) όλες οι τιμές παρουσιάζουν ομοιότητες. Μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας εντοπίζεται στην απουσία του στόχου, έπειτα στο κέντρο και τέλος στην περιφέρεια. Άρα οι συμμετέχοντες στην περιφέρεια έκανα περισσότερα λάθη και εντόπισαν λιγότερα σύμβολα από τις άλλες περιπτώσεις. Σχετικά με τα υπόβαθρα, μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας είχε το τρίτο υπόβαθρο, ακολουθεί το πρώτο, έπειτα το τέταρτο και τελευταίο το δεύτερο. Πιθανόν αυτό να συνέβη διότι το δεύτερο υπόβαθρο περιλαμβάνει πολλές λεπτομέρειες όπως δασική έκταση, οικιστική περιοχή και μεγάλους δρόμους ενώ το τέταρτο, πρόκειται για οικιστική περιοχή με πολλές λεπτομερείς κτισμάτων. Τέλος για την περίπτωση των συμβολών, μέγιστο ποσοστό

παρουσιάζει το τετράγωνο, έπειτα ο κύκλος, αμέσως μετά ο ρόμβος και τελευταίο το τρίγωνο. Ο συνδυασμός με το μικρότερο ποσοστό επιτυχίας είναι το σύμβολο του τριγώνου στην περιφέρεια, στο δεύτερο χαρτογραφικό υπόβαθρο.

Από τους θερμικούς χάρτες που προέκυψαν διακρίνουμε μεγάλες συγκεντρώσεις του κέρσορα και σε άλλα σημεία εκτός του στόχου. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε λεπτομέρειες του χάρτη που τράβηξαν την προσοχή του συμμετέχοντα ή ότι σε εκείνη την θέση βρισκόταν σε προηγούμενη οπτική σκηνή ο στόχος. Οι θέσεις αυτές συναντώνται κυρίως γύρω από το κέντρο.

Τα προβλήματα που συναντήθηκαν κατά την εκτέλεση του πειράματος αφορούσαν κυρίως την ποιότητα του ίντερνετ του εκάστοτε συμμετέχοντα. Σε πολλές περιπτώσεις ο συμμετέχων αναγκάστηκε να κάνει το πείραμα πάνω από μια φορά διότι η σύνδεση χανόταν και το πείραμα αναγκαστικά τερματιζόταν. Παρόλα αυτά, και το λογισμικό του MATLAB σε κάποιες περιπτώσεις δεν αποκρινόταν με αποτέλεσμα το πείραμα να διεξαχθεί ξανά από την αρχή ή ακόμα και να χαθούν δεδομένα ήδη ολοκληρωμένων πειραμάτων.

6.2 Μελλοντικές προεκτάσεις

Το παραπάνω πείραμα που αφορά την μελέτη της απόκρισης του χρήστη για την διερεύνηση της επιλεκτικότητας βασικών χαρακτηριστικών του σχήματος, θα μπορούσε να διεξαχθεί μελλοντικά με περισσότερους συμμετέχοντες και να γίνει χρήση στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων με στατιστικά τεστ. Χρησιμοποιώντας σύμβολα με διαφορετικές εντάσεις ή/και αποχρώσεις, θα μπορούσε να μελετηθεί και η έννοια του χρώματος πιο συνολικά. Πιθανόν να γινόταν σύγκριση της χρησιμότητας τόσο μεταξύ των αποχρώσεων και των εντάσεων, όσο και μεταξύ των υποβάθρων με τις μεταβλητές αυτές. Παρομοίως, με την χρήση της μεταβλητής του προσανατολισμού ή της υψής. Η χρήση δυναμικών ή ηχητικών μεταβλητών θα ήταν ενδιαφέρουσα σε σύγκριση με τα γεωμετρικά σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν στην προκειμένη. Με τον τρόπο αυτό θα καταλήγαμε σε συμπεράσματα για την αποδοτικότητα των συμβόλων. Πιθανό θα ήταν το πείραμα όπως έχει να διεξαχθεί σε γνώστες χαρτογραφίας αλλά και σε άτομα τα οποία δεν έχουν καμία σχέση με το αντικείμενο. Η μελέτη και η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο αυτών ομάδων, θα ήταν χρήσιμη σε μελλοντικές μελέτες δημιουργίας χαρτών.

Εξελίσσοντας την παραπάνω διαδικασία μελλοντικά, εκτός από την παρακολούθηση του κέρσορα, ενδέχεται να προστεθεί και η παρακολούθηση του οφθαλμού. Ο συμμετέχοντας θα υποβαλλόταν στην ίδια ακριβώς διαδικασία με τη διαφορά ότι θα φορούσε για παράδειγμα ειδικούς φακούς επαφής. Έτσι, ο χρόνος απόκρισης για τον εντοπισμό ή τη συνειδητοποίηση της απουσίας του συμβόλου θα καταγράφεται με δύο τρόπους. Ο μελετητής με τη σειρά του θα έχει τη δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων και να καταλήξει σε συμπεράσματα από αυτά.

Ενδιαφέρουσα επίσης θα ήταν η χρήση ενός χαρτογραφικού υποβάθρου με πολλές λεπτομέρειες (κτήρια, δρόμους, ποτάμια, οικιστική, αστική, βιομηχανική περιοχή, δασώδης περιοχή κλπ.) όπου, κατά την εναλλαγή των οπτικών σκηνών θα γινόταν αφαίρεση κάποιων στοιχείων. Στην περίπτωση αυτή, το υπόβαθρο θα γινόταν λιγότερο πολύπλοκο πλησιάζοντας προς το τέλος του πειράματος. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να μελετηθεί κατά πόσο τα στοιχεία αυτά επηρεάζουν την αναζήτηση του στόχου ή όχι και σε τι βαθμό.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

Γιουλτσή, Ε. (2006), Η επίδραση της όρασης μετά την προσοχή στην οπτική αναζήτηση, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Ψυχολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ).

Κρασανάκης, Β. (2009), Καταγραφή του ίχνους της οπτικής αναζήτησης: μια μέθοδος διερεύνησης της επιλεκτικότητας της οπής ως βασικού χαρακτηριστικού του σχήματος, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κρασανάκης, Β. (2014), Ανάπτυξη μεθοδολογίας ανάλυσης οφθαλμικών κινήσεων για τη μελέτη της οπτικής αντίληψης σε χάρτες κινούμενης εικόνας, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κρασανάκης Β. (2020), Ειδικά Κεφάλαια Οπτικοποίησης Χαρτογραφικών Δεδομένων, Σημειώσεις μαθήματος, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Μαρμαράς, Ν., & Ναθαναήλ, Δ. (2015). Όραση, Φωτισμός.

Νάκος Β. (2006), Γραφισμός και Αρχές Οπτικοποίησης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Πλαϊνής Σ. (2006), Ινστιτούτο οπτικής και όρασης, Οφθαλμικές Κινήσεις, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα «Οπτική και Όραση».

Φιλιππακοπούλου Β., Νάκος Β., Στάμου Λ., Μιχαηλίδου Ε. (2004), Πρόγραμμα Ενίσχυσης Βασικής Έρευνας ΕΜΠ «ΘΑΛΗΣ», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Ξενόγλωσση

Buckley, A. R., Gahegan, M., & Clarke, K. (2000), Geographic visualization as an emerging research theme in GIScience. University Consortium for Geographic Information Science.

Cheal, M., & Lyon, D. R. (1992), Attention in visual search: Multiple search classes. *Perception & Psychophysics*, 52(2), 113-138.

Freeman, J. B., & Ambady, N. (2010), MouseTracker: Software for studying real-time mental processing using a computer mouse-tracking method. *Behavior research methods*, 42(1), 226-241.

Garlandini, S., & Fabrikant, S. I. (2009), Evaluating the effectiveness and efficiency of visual variables for geographic information visualization. In *International Conference on Spatial Information Theory* (pp. 195-211). Springer, Berlin, Heidelberg.

Helman, E., Stolier, R. M., & Freeman, J. B. (2015), Advanced mouse-tracking analytic techniques for enhancing psychological science. *Group Processes & Intergroup Relations*, 18(3), 384-401.

Hermens, F. (2018), When do arrows start to compete? A developmental mouse-tracking study. *Acta psychologica*, 182, 177-188.

Kent, A. J., & Vujakovic, P. (2017), Maps and identity. In *The Routledge Handbook of Mapping and Cartography* (pp. 413-426). Routledge.

De Valois, K. K. (Ed.). (2000), *Seeing*. Academic Press.

Kosinski, R. J. (2008). A literature review on reaction time. *Clemson University*, 10(1).

Koch, C., & Ullman, S. (1987), Shifts in selective visual attention: towards the underlying neural circuitry. In *Matters of intelligence* (pp. 115-141). Springer, Dordrecht.

Kieslich, P. J., Henninger, F., Wulff, D. U., Haslbeck, J. M., & Schulte-Mecklenbeck, M. (2019), Mouse-Tracking: A Practical Guide to Implementation and Analysis 1. In *A handbook of process tracing methods* (pp. 111-130). Routledge.

Kraak, M. J., & Ormeling, F. (2020), *Cartography: visualization of geospatial data*. CRC Press.

Krassanakis V., Filippakopoulou V., Nakos B. (2011), The influence of attributes of shape in map reading process, *Proceedings of the 25th International Cartographic Conference*, Paris, France.

Krassanakis V. (2013), Exploring the map reading process with eye movement analysis, In P. Kiefer, I. Giannopoulos, M. Raubal, M. Hegarty, *Eye Tracking for Spatial Research*, *Proceedings of the 1st International Workshop (in conjunction with COSIT 2013)*, Scarborough, United Kingdom, pp. 2-7.

Krassanakis, V., Kesidis, A. L. (2020), MatMouse: A Mouse Movements Tracking and Analysis Toolbox for Visual Search Experiments, *Multimodal Technologies and Interaction*, 4(4), 83.

Krassanakis, V., Kesidis L. A., Pappa A., & Misthos L.-M. (2021), Performing cartographic visual search experiments online: opportunities and challenges. Workshop on Adaptable Research Methods For Empirical Research with Map Users, ICA Commission on Cognitive Visualization, Virtual Workshop.

Keane, B. P., & Pylyshyn, Z. W. (2006), Is motion extrapolation employed in multiple object tracking? Tracking as a low-level, non-predictive function. *Cognitive psychology*, 52(4), 346-368.

MacEachren, A. M. (1995), *How maps work: Representation, visualization, and design*. Department of Geography. Pennsylvania State University. The Guilford Press, New York.

Michaelidou E., Filippakopoulou V., Nakos B., Petropoulou A. (2005), Designing Point Map Symbols: The effect of preattentive attribute of shape, *Proceedings of the 22nd International Cartographic Conference*.

Navalpakkam, V., & Churchill, E. (2012), Mouse tracking: measuring and predicting users' experience of web-based content. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 2963-2972).

Nelson, E., Dow, D., Lukinbeal, C., & Farley, R. (1997), Visual search processes and the multivariate point symbol. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 34(4), 19-33.

Robinson, A. C. (2019), Representing the presence of absence in cartography. *Annals of the American Association of Geographers*, 109(1), 286-300.

Rodrigues, M., Gonçalves, S., Carneiro, D., Novais, P., & Fdez-Riverola, F. (2013), Keystrokes and clicks: Measuring stress on e-learning students. In *Management intelligent systems* (pp. 119-126). Springer, Heidelberg.

Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980), A feature-integration theory of attention. *Cognitive psychology*, 12(1), 97-136.

Treisman, A., & Souther, J. (1985), Search asymmetry: a diagnostic for preattentive processing of separable features. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114(3), 285.

Treisman, A., & Gormican, S. (1988), Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries. *Psychological review*, 95(1), 15.

Thankachan, B. (2018), Haptic feedback to gaze events, MSc thesis, University of Tampere.

Young, L. R., & Sheena, D. (1975). Survey of eye movement recording methods. *Behavior research methods & instrumentation*, 7(5), 397-429.

Horowitz, T. S., & Wolfe, J. M. (1998), Visual search has no memory. *Nature*, 394(6693), 575-577.

Wolfe, J. M., & Horowitz, T. S. (2004), What attributes guide the deployment of visual attention and how do they do it?. *Nature reviews neuroscience*, 5(6), 495-501.

Wolfe, J. M. (1994), Guided search 2.0 a revised model of visual search. *Psychonomic bulletin & review*, 1(2), 202-238.

Young, L. R., & Sheena, D. (1975), Survey of eye movement recording methods. *Behavior research methods & instrumentation*, 7(5), 397-429.

Yu, C., Busey, T., & Vanderkolk, J. (2010), Discovering correspondences between fingerprints based on the temporal dynamics of eye movements from experts. In *International Workshop on Computational Forensics* (pp. 160-172). Springer, Berlin, Heidelberg.

Stachon Z., Sasinka C., Konecny M., Popelka S., Lacko D. (2020), An eye-tracking analysis of visual search task on cartographic stimuli, 8th International Conference on Cartography and GIS.

Παράρτημα (Πηγαίος κώδικας MATLAB)

1^{ος} Κώδικας: Παρακολούθηση κινήσεων κέρσορα

```
clear;
close all;

ImageFilename='DemoExpMap1.png';
Data_DemoExpMap1=movement_track(ImageFilename,1,'Data_DemoExpMap1.txt');

figure;
Im=imread(ImageFilename);
H=size(Im,1);
W=size(Im,2);
image(Im);
axis image off;
hold on;
set(gca,'position',[0 0 1 1],'xlim',[0 W],'ylim',[0 H]);

plot(Data_DemoExpMap1.x,Data_DemoExpMap1.y,'b+');

save Data_DemoExpMap1
```

2^{ος} Κώδικας: Ανάλυση μετρήσεων κίνησης

```
clear;
close all;
clc;

disp('-----');

load Data_p31
export=[];
%για i από 2 έως 96 ανά 2
for i=2:2:96
%για κάθε αριθμό στο data_p
Data=Data_p31(i);

%χρόνος αντίδρασης
[react]=calc_metrics2(Data);

%εξαγωγή χρόνου αντίδρασης
export=[export; react];

end
export
csvwrite('calc31.txt',export)
```

3^{ος} Κώδικας: Έλεγχος αποτελεσμάτων

```
%εύρεση xy στόχων και συμμετεχόντων
%nm=number of maps, sx,sy= συντεταγμένες στόχων
function d=checkcenter(sx,sy,Data_p4,nm)

Data_p4=Data_p4(nm);
x=Data_p4.x;
y=Data_p4.y;

%εύρος x
n=length(x);
x1=x(n);
y1=y(n);

%διαφορά στόχου-κλίκ
dx=x1-sx;
dy=y1-sy;

%υπολογισμός απόστασης
d=sqrt((dx^2)+(dy^2));

end
```

4^{ος} Κώδικας: Παραγωγή θερμικών χαρτών

```
clear;
close all;

disp('-----');

ImageFilename='tp4.png';

load Data_p1;
load Data_p3;
load Data_p4;
load Data_p5;
load Data_p6;
load Data_p7;
load Data_p8;
load Data_p9;
load Data_p11;
load Data_p12;
load Data_p13;
load Data_p15;
load Data_p16;
load Data_p17;
load Data_p19;
load Data_p20;
load Data_p21;
load Data_p22;
load Data_p23;
```

```
load Data_p24;  
load Data_p26;  
load Data_p27;  
load Data_p28;  
load Data_p30;  
load Data_p31;  
load Data_p32;  
load Data_p33;  
load Data_p34;  
load Data_p35;  
load Data_p36;
```

```
Data_p1=Data_p1(32);  
Data_p3=Data_p3(66);  
Data_p4=Data_p4(40);  
Data_p5=Data_p5(10);  
Data_p6=Data_p6(66);  
Data_p7=Data_p7(96);  
Data_p8=Data_p8(96);  
Data_p9=Data_p9(16);  
Data_p11=Data_p11(62);  
Data_p12=Data_p12(4 );  
Data_p13=Data_p13(48);  
Data_p15=Data_p15(46);  
Data_p16=Data_p16(26);  
Data_p17=Data_p17(18);  
Data_p19=Data_p19(14);  
Data_p20=Data_p20(66);  
Data_p21=Data_p21(36);  
Data_p22=Data_p22(40);  
Data_p23=Data_p23(52);  
Data_p24=Data_p24(72);  
Data_p26=Data_p26(22);  
Data_p27=Data_p27(22);  
Data_p28=Data_p28(40);  
Data_p30=Data_p30(54);  
Data_p31=Data_p31(4);  
Data_p32=Data_p32(48);  
Data_p33=Data_p33(70);  
Data_p34=Data_p34(56);  
Data_p35=Data_p35(38);  
Data_p36=Data_p36(8);
```

```
Data_all.t=[Data_p1.t;Data_p3.t;Data_p4.t;Data_p5.t;Data_  
p6.t;Data_p7.t;Data_p8.t;Data_p9.t;Data_p11.t;Data_p12.t;  
Data_p13.t;Data_p15.t;Data_p16.t;Data_p17.t;Data_p19.t;Da  
ta_p20.t;Data_p21.t;Data_p22.t;Data_p23.t;Data_p24.t;Data  
_p26.t;Data_p27.t;Data_p28.t;Data_p30.t;Data_p31.t;Data_p  
32.t;Data_p33.t;Data_p34.t;Data_p35.t;Data_p36.t];
```

```
Data_all.x=[Data_p1.x;Data_p3.x;Data_p4.x;Data_p5.x;Data_p6.x;Data_p7.x;Data_p8.x;Data_p9.x;Data_p11.x;Data_p12.x;Data_p13.x;Data_p15.x;Data_p16.x;Data_p17.x;Data_p19.x;Data_p20.x;Data_p21.x;Data_p22.x;Data_p23.x;Data_p24.x;Data_p26.x;Data_p27.x;Data_p28.x;Data_p30.x;Data_p31.x;Data_p32.x;Data_p33.x;Data_p34.x;Data_p35.x;Data_p36.x];
```

```
Data_all.y=[Data_p1.y;Data_p3.y;Data_p4.y;Data_p5.y;Data_p6.y;Data_p7.y;Data_p8.y;Data_p9.y;Data_p11.y;Data_p12.y;Data_p13.y;Data_p15.y;Data_p16.y;Data_p17.y;Data_p19.y;Data_p20.y;Data_p21.y;Data_p22.y;Data_p23.y;Data_p24.y;Data_p26.y;Data_p27.y;Data_p28.y;Data_p30.y;Data_p31.y;Data_p32.y;Data_p33.y;Data_p34.y;Data_p35.y;Data_p36.y];
```

```
HeatMap=show_heatmap(Data_all, 'tp4.png', 32, 6, 'tp4heat.png', 'tp42D', 'tp43D', 1, 1);
```