

Ατομική Διπλωματική Εργασία

ΟΠΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΧΗ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΑΝΤΙΑΛΗΠΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ -
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΑΝΤΙΑΛΗΠΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

Κάλβαρη Μύρια

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2013

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Οπτική Προσοχή και Θεωρία του Αντιληπτικού Φορτίου - Μοντελοποίηση των
Επιδράσεων του Αντιληπτικού Φορτίου**

Κάλβαρη Μύρια

Επιβλέπων Καθηγητής
Χρίστος Ν. Σχίζας

Η ατομική Διπλωματική εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής, του τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2013

Ευχαριστίες

Με το τέλος της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου, κύριο Χρίστο Σχίζα, του τμήματος Πληροφορικής, που μου έδωσε την ευκαιρία, να μελετήσω ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα και να κατανοήσω μια νέα πτυχή της Πληροφορικής, που ήταν άγνωστη για μένα μέχρι στιγμής. Η εμπιστοσύνη που μου έδειξε όλο αυτό το διάστημα και η βοήθεια που μου παρείχε, με οδήγησαν στην επιτυχή ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Κλεάνθη Νεοκλέους, που συνεργάζεται με τον κύριο Σχίζα και ειδικεύεται στο συγκεκριμένο θέμα, για το ενδιαφέρον και τη βοήθεια, που μου παρείχε, ώστε να μπορέσω να αντεπεξέλθω στις απαιτήσεις της διπλωματικής μου εργασίας. Οι γνώσεις και η καθοδήγησή του, έπαιξαν σημαντικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους και συμφοιτητές μου, για τον χρόνο που αφιέρωσαν και την υπομονή που κατέδειξαν, κατά τη διάρκεια που εκτελούσαν το πείραμά μου, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην επιτυχή ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Περίληψη

Η μοντελοποίηση του συστήματος οπτικής προσοχής, αποτελεί μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες του εγκεφάλου. Η ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος, που να προσομοιώνει τις διεργασίες που διέπονται, κατά τη διάρκεια της οπτικής παρατήρησης, είναι ένα πολύ σημαντικό και παράλληλα ενδιαφέρον θέμα μελέτης. Μέσα από διάφορες πειραματικές μελέτες, που έγιναν τα προηγούμενα χρόνια, έγινε γνωστό ότι κατά τη διάρκεια της οπτικής παρατήρησης, τα υποκείμενα επηρεάζονται, από διαφόρων ειδών ερεθίσματα. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι να προσφερθούν πειραματικά δεδομένα, που θα βοηθήσουν στην ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος. κατά πόσο η οπτική σημαντικότητα (saliency), άσχετων, παραπλανητικών ερεθισμάτων και η ομοιότητά τους με το στόχο, μπορούν να επηρεάσουν τη σχετική επεξεργασία του στόχου.

Αρχικά, μελετήθηκαν τα βιολογικά μοντέλα, που αφορούν την προσοχή και δόθηκαν ορισμένες έννοιες, που σχετίζονται με το οπτικό σύστημα και τον τρόπο με τον οποίο μοντελοποιείται η τρισδιάστατη αντίληψη του κόσμου. Σε επόμενο στάδιο, ερευνήθηκαν διάφορες πειραματικές μελέτες, που αφορούν την οπτική προσοχή και επικεντρώνονται στο αντιληπτικό φορτίο των εργασιών, όπως και στην παραπλάνηση, που προκαλούν άσχετα ερεθίσματα. Επίσης, εστίασαμε σε ένα ιδιαίτερα σημαντικό υπολογιστικό μοντέλο, που προτάθηκε στα πλαίσια της μοντελοποίησης των διεργασιών που εκτελούνται στον εγκέφαλο, κατά την οπτική προσοχή, που σχεδιάστηκε στο εργαστήριο Υπολογιστικής Νοημοσύνης, του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Στόχος μου, ήταν να υλοποιήσω, μια πειραματική μελέτη, ώστε να συλλέξω πειραματικά δεδομένα, που να δείχνουν ότι, αυξάνοντας την οπτική σημαντικότητα, παραπλανητικών ερεθισμάτων, η αναζήτηση του στόχου, γίνεται πιο δύσκολη, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται αυξημένοι χρόνοι απόκρισης. Στο πείραμα που υλοποίησα, παρουσιάζονται στην οθόνη διάφορα γράμματα, σε κυκλική διάταξη, μεταξύ των οποίων βρίσκεται και το γράμμα στόχος. Σε κάποιο σχετικά απομακρυσμένο σημείο, εμφανίζεται ένα γράμμα, που μπορεί να είναι είτε συμβατό, είτε μη-συμβατό με το στόχο και να παρουσιάζεται άλλοτε με κόκκινο και άλλοτε με άσπρο χρώμα. Επομένως, αυξάνοντας την οπτική σημαντικότητα του παραπλανητικού ερεθίσματος (κόκκινο χρώμα), θα παρατηρήσουμε μεγαλύτερους

χρόνους απόκρισης. Έτσι, θα μπορέσουμε να δείξουμε ότι το υπολογιστικό μοντέλο, προσομοιώνει με ακρίβεια τις διεργασίες της οπτικής προσοχής.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	-1-
1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	-2-
1.2 Αναφορά στις διάφορες επιστήμες που ασχολούνται με το νου (Νευροπληροφορική, Γνωστική Ψυχολογία, Υπολογιστική Νοημοσύνη).....	-4-
Κεφάλαιο 2: Ανάλυση και επεξηγήσεις της οπτικής προσοχής.....	-7-
2.1 Πώς ο νους αντιλαμβάνεται και μοντελοποιεί τον κόσμο.....	-8-
2.2 Μελέτη της οπτικής προσοχής (αναφορά σε προγενέστερα πειράματα).....	-12-
2.3 Επιλεκτική Οπτική Προσοχή.....	-14-
Κεφάλαιο 3: Πειραματική Μελέτη.....	-18-
3.1 Πείραμα 1 – Efficient Visual Search Leads to Inefficient Distractor Rejection.....	-19-
3.2 Πείραμα 2 – Where Have We Gone Wrong?.....	-22-
3.3 Πείραμα 3 – Modelling Dilution Effects in Perceptual Load Search Tasks.....	-26-
3.4 Πείραμα 4 – A Salient Distractor does not Disrupt Conjunction Search.....	-34-
Κεφάλαιο 4: Πείραμα Οπτικής Προσοχής.....	-38-
4.1 Σκοπός Πειράματος.....	-39-
4.2 Μεθοδολογία και Σχεδιασμός Πειράματος.....	-41-
4.3 Ανάλυση Αποτελεσμάτων.....	-46-
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα.....	-53-
5.1 Συμπεράσματα Πειράματος.....	-54-
5.2 Προτεινόμενο Υπολογιστικό Μοντέλο βάση των συμπερασμάτων που προέκυψαν....	-59-
5.3 Μελλοντική Εργασία.....	-61-
Βιβλιογραφία.....	-64-
Παράρτημα Α.....	-66-
Παράρτημα Β.....	-73-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

1.1 Ιστορική Αναδρομή

1.2 Αναφορά στις διάφορες επιστήμες που ασχολούνται με το νου (Νευροπληροφορική, Γνωστική Ψυχολογία, Υπολογιστική Νοημοσύνη)

1.1 Ιστορική Αναδρομή

Τις τελευταίες δεκαετίες, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, έχουν γίνει απαραίτητοι στην καθημερινότητα του ανθρώπου και αποτελούν την πρακτική απόδειξη της επιστήμης των υπολογιστών. Ο άνθρωπος τα τελευταία χρόνια τείνει να αυτοματοποιήσει διάφορες αριθμητικές και λογικές πράξεις, καταφεύγοντας στην εφεύρεση υπολογιστικών μηχανών που βρίσκονται συνεχώς υπό εξέλιξη. Μέσα από την επιθυμία του να καλυτερεύσει και να απλοποιήσει τη ζωή του, ο άνθρωπος, αναζητά ακόμα πιο εξειδικευμένα εργαλεία και συσκευές, που οδηγούν στη συστηματική και ραγδαία πρόοδο της τεχνολογίας και ειδικότερα της πληροφορικής.

Από τα πρώτα κιόλας χρόνια της εμφάνισής του, ο άνθρωπος, εφηύρε μηχανικά εργαλεία που το βοηθούσαν να κάνει υπολογισμούς. Μια από τις πιο γνωστές εφευρέσεις, είναι ο άβακας, ο οποίος πρωτοεμφανίστηκε στη Βαβυλωνία, γύρο στο 3000 π.Χ.. Σε μεταγενέστερες εποχές, ο Σκοτσέζος εφευρέτης των λογαρίθμων, John Napier (1550-1617), θέλοντας να απλοποιήσει το έργο του πολλαπλασιασμού, ανακάλυψε τις “ράβδους του Napier”, όπως είχαν ονομαστεί, γύρο στο 1610, που αποτελούν ένα πρώιμο υπολογιστή. Λίγα χρόνια μετά, ο Charles Babbage (1791-1871), κατάφερε να δημιουργήσει δύο μηχανικές συσκευές: τη Μηχανή της Διαφοράς και τον πρόδρομο του σύγχρονου ψηφιακού υπολογιστή, την Αναλυτική Μηχανή. Στη συνέχεια, η Ada Augusta Byron (1815-1852), που διατηρούσε φιλική σχέση με τον Babbage, έγινε γνωστή ως “ο πρώτος προγραμματιστής του κόσμου”, χάρη σε αναφορά της που έκανε στην Αναλυτική Μηχανή του Babbage και στη δημιουργία του πρώτου αλγόριθμου, που προοριζόταν για επεξεργασία, από κάποια υπολογιστική μηχανή. Η ανάπτυξη και εφεύρεση υπολογιστικών συσκευών, συνεχίστηκε μέχρι και το τέλος του 19ου αιώνα, χωρίς όμως να σταματήσει εκεί.

Οι προσπάθειες για αυτοματοποίηση των υπολογισμών, δεν γίνονταν μόνο από τον κλάδο των Μαθηματικών. Αναπτύχθηκαν υπολογιστικές μηχανές για ειδικούς σκοπούς, όπως για παράδειγμα, το 1919, ο E.O. Carissan (1880-1925), αξιωματικός του Γαλλικού πεζικού, ανέπτυξε μια μηχανή, που είχε τη δυνατότητα να παραγοντοποιεί ακέραιους αριθμούς και

να ελέγχει κατά πόσο ένας ακέραιος αριθμός είναι πρώτος. Κατ' επέκταση, κατασκευάστηκαν ηλεκτρομηχανικές υπολογιστικές συσκευές, για ψυχαγωγικούς σκοπούς. Το 1928, στο Διεθνές Συνέδριο των Μαθηματικών, ο Γερμανός μαθηματικός David Hilbert (1862-1943), έθεσε το ερώτημα της αυτοματοποίησης μεθόδων, που μπορούν να αποφασίσουν οποιαδήποτε μαθηματική ή λογική πρόταση. Δηλαδή, πρότεινε να κατασκευαστεί, εάν ήταν δυνατό, μια μηχανή που να υπολογίζει εάν μια πρόταση είναι αληθής ή όχι. Απάντηση στο συγκεκριμένο πρόβλημα, το οποίο είχε ονομαστεί «Το Πρόβλημα του Τερματισμού» έδωσε, το 1936, ο Alan Turing, κατασκευάζοντας ένα σύστημα, που έδειχνε ότι υπάρχουν προβλήματα, τα οποία δεν λύνονται ούτε από μηχανές. Λίγα χρόνια μετά, κατά τη διάρκεια του πολέμου το 1940, η ανάγκη για επιβίωση, οδήγησε στη γένεση του ψηφιακού ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Αν και οι περίοδοι πολέμου οδηγούν σε παρακμή, εντούτοις, κατά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, η επιστήμη των υπολογιστών παρουσίασε ιδιαίτερη πρόοδο. Αναπτύχθηκε η επιστήμη της βαλλιστικής, που έχει ως αντικείμενο έρευνας την εκτόξευση, κίνηση και συμπεριφορά βλημάτων πυροβολικού, σε επίπεδο εφαρμογής. Επίσης, δημιουργήθηκαν υπολογιστικά προγράμματα, που χρησιμοποιούνταν για αποκρυπτογράφηση των στρατιωτικών κωδικών. Ο γνωστότερος ηλεκτρονικός υπολογιστής που εξυπηρετούσε τις στρατιωτικές υπηρεσίες ήταν ο ENIAC, ο οποίος σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από τους John Vincent Atanasoff (1904-1995) και John William Mauchly (1907-1980).

Κατά την περίοδο του 20ου αιώνα οι υπολογιστές συνέχισαν να εξελίσσονται σε επίπεδο υλικού και λογισμικού. Η ανακάλυψη του transistor και αργότερα, η δημιουργία μικρό-επεξεργαστών, έφερε την επανάσταση των υπολογιστών, σε επίπεδο υλικού. Τη δεκαετία του 1950, ανακαλύφθηκε η έννοια του μεταγλωττιστή, ενώ την ίδια εποχή ο Alan Turing εισήγαγε στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης, το Turing Test, στα πλαίσια της σκέψης και της συνείδησης. Στο τέλος της δεκαετίας του 1960, άρχισε να λειτουργεί το ARPAnet, που αντιπροσωπεύει τον πρόδρομο του σημερινού Internet. Επίσης, συνεχίστηκε η ανάπτυξη γλωσσών προγραμματισμού και λειτουργικών συστημάτων. Ένα από τα σημαντικότερα λειτουργικά συστήματα, το Unix, αναπτύχθηκε στα εργαστήρια Bell από τους Ken Thompson και Dennis Ritchie. Επιπλέον, ο Ritchie σε συνεργασία με τον Brian

Kernighan ανέπτυξαν μια πολύ σημαντική και ευρέως γνωστή γλώσσα προγραμματισμού, την C. Το Μάρτιο του 1976, εμφανίστηκε ο CRAY-1, ο πρώτος υπερυπολογιστής, ο οποίος μπορούσε να κάνει 160 εκατομμύρια πράξεις το δευτερόλεπτο. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι το 1981, παρουσιάστηκε στην αγορά, ο πρώτος επιτυχημένος φορητός ηλεκτρονικός υπολογιστής Osborne I.

Όπως μπορούμε να δούμε η πληροφορική ως επιστήμη, δεν ασχολείται μόνο με την επίλυση Μαθηματικών προβλημάτων, αλλά σχετίζεται και με πολλούς άλλους κλάδους, όπως για παράδειγμα η Φυσική, η Βιολογία, η Γενετική και η Ψυχολογία. Η πληροφορική γενικότερα ως επιστήμη, ασχολείται με την επεξεργασία και τη διαχείριση όλων των ειδών πληροφορίας, με τη σχεδίαση και τη κατασκευή λογισμικών συστημάτων, τη κατασκευή και χρήση δικτύων επικοινωνίας και τη βελτιστοποίηση της νοημοσύνης. Η παρούσα διπλωματική εργασία, έχει ως πεδίο έρευνας τη σχέση της Πληροφορικής και της Ψυχολογίας. Σε επόμενο κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά οι περιοχές που σχετίζονται με τους δύο αυτούς κλάδους.

1.2 Αναφορά στις διάφορες επιστήμες που ασχολούνται με το νου (Νευροπληροφορική, Γνωστική Ψυχολογία, Υπολογιστική Νοημοσύνη)

Ένας από τους κλάδους, που θα ασχοληθούμε, είναι η Νευροπληροφορική. Η Νευροπληροφορική είναι το πεδίο που ασχολείται με την οργάνωση των πληροφοριών της Νευροεπιστήμης, αναπτύσσοντας υπολογιστικά μοντέλα που περιγράφουν τις νοητικές λειτουργίες και εφαρμόζουν αναλυτικά εργαλεία, με απώτερο στόχο την ολοκλήρωση και την ανάλυση των πειραματικών δεδομένων. Επιπλέον, για να κατανοηθούν οι λειτουργίες του εγκεφάλου και να καταστεί δυνατή η εμβάθυνση των γνώσεών μας στον συγκεκριμένο τομέα έρευνας, είναι απαραίτητο, οι υποκατηγορίες που αποτελούν τον κλάδο της Νευροπληροφορικής (Γνωστική Ψυχολογία, Συμπεριφορική Νευροεπιστήμη, Συμπεριφορική Γενετική), να συνεχίσουν να μοιράζονται δεδομένα και ευρήματα, με αποτελεσματικό τρόπο.

Η ανάγκη για τη δημιουργία βάσεων δεδομένων που να μοιράζονται νευροεπιστημονικές πληροφορίες, όπως επίσης και της εύρεσης ενός τρόπου κατασκευής εργαλείων που να αυξάνουν τον όγκο και την τροπικότητα των νευροεπιστημονικών δεδομένων, οδήγησε το 1989, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, τις National Institute of Mental Health (NIMH), the National Institute of Drug Abuse (NIDA) και National Science Foundation (NSF), στη δημιουργία μιας προσεχτικής ανάλυσης και μελέτης του τομέα αυτού.

Στη παρούσα δεκαετία, έχει συλλεχθεί ένα μεγάλο ποσό πληροφοριών, που αφορούν τον εγκέφαλο και τις λειτουργίες του. Η επιστήμη της πληροφορικής, σε συνδυασμό με την επιστήμη του νου, παρήγαγε πλεονεκτήματα και στα δύο πεδία της επιστήμης. Από την μια άποψη, η πληροφορική μοντελοποίησε την επεξεργασία πληροφοριών του εγκεφάλου, μέσω ηλεκτρονικών τεχνολογιών και εφαρμογών για την οργάνωση βάσεων δεδομένων, την μοντελοποίηση των διεργασιών και την επικοινωνία στην έρευνα του εγκεφάλου. Από την άλλη, σημαντικές ανακαλύψεις στη Νευροεπιστήμη, οδήγησαν στην ανάπτυξη μεθόδων στις Τεχνολογίες της Πληροφορικής.

Αντιθέτως, η Γνωστική Ψυχολογία, που αποτελεί κατεύθυνση του κλάδου Ψυχολογίας, ασχολείται με την ερμηνεία των φαινομένων της αντίληψης και των νοητικών διεργασιών, με στόχο την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Κατ' επέκταση, το τμήμα Γνωστικής Ψυχολογίας εξετάζει και ερμηνεύει τις λειτουργίες της μνήμης, της προσοχής, της αντίληψης, της σκέψης, της δημιουργικότητας και της επίλυσης προβλημάτων. Ο συγκεκριμένος όρος πρωτοπαρουσιάστηκε και περιγράφηκε ρητά από τον Ulrich Neisser το 1967, στο βιβλίο του Cognitive Psychology, ώστε να δώσει τη δυνατότητα μελέτης εννοιών υψηλότερου επιπέδου, όπως παραδείγματος χάριν η σκέψη.

Επίσης, ο κλάδος της Γνωστικής Ψυχολογίας μελετά αναλυτικά τον μετασχηματισμό της πληροφορίας σε γνώση και επικεντρώνεται στην μελέτη των γνωστικών λειτουργιών κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των πληροφοριών. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο συγκεκριμένος κλάδος μοιράζεται το ίδιο αντικείμενο μελέτης με την Τεχνητή Νοημοσύνη, η οποία σχεδιάζει και υλοποιεί υπολογιστικά συστήματα, που αντιγράφουν

την ανθρώπινη συμπεριφορά και προσπαθούν να επιτύχουν ένα ορισμένο ποσοστό ευφυΐας, όπως η μάθηση, η εξαγωγή συμπερασμάτων, η επίλυση προβλημάτων κ.τ.λ..

Τέλος, η Υπολογιστική Νοημοσύνη, είναι ένας κλάδος που ασχολείται με την σχεδίαση και την υλοποίηση αλγορίθμων που βασίζονται σε φυσικές διαδικασίες και προσπαθεί να λύσει προβλήματα του πραγματικού κόσμου, που δεν μπορούν να λυθούν από παραδοσιακές προσεγγίσεις. Οι περιοχές με τις οποίες αλληλεπιδρά η υπολογιστική νοημοσύνη, είναι πολλές και κάποιες από αυτές περιγράφονται σε επόμενες παραγράφους.

Αρχικά, τα νευρωνικά δίκτυα, είναι μια πολύ γνωστή μέθοδος επίλυσης προβλημάτων που εμφανίζονται κυρίως στη βιολογία, στις επιχειρήσεις και στην ιατρική. Αντιπροσωπεύουν ένα είδος δικτύων που προσπαθούν να αντιγράψουν τη λογική του ανθρώπινου εγκεφάλου. Τη συγκεκριμένη ιδιότητα, την αποκτούν μέσα από την εκπαίδευσή τους με βοηθητικά παραδείγματα, τα οποία βοηθούν στην εκμάθηση του προβλήματος, που τείνουν να επιλύσουν. Για την εκπαίδευση τους, χρησιμοποιούνται κανόνες που τείνουν να ελαχιστοποιούν το λάθος, με στόχο την αποδοτικότερη επίλυση του προβλήματος.

Επίσης, ασχολείται με τους Γενετικούς Αλγόριθμους, οι οποίοι αποτελούνται από συστήματα επίλυσης προβλημάτων, που αφορούν αρχές της Γενετικής Εξέλιξης και της Κληρονομικότητας. Έχοντας ως δεδομένα, ένα πληθυσμό κωδικοποιημένων πιθανών λύσεων, εφαρμόζονται σε αυτά γενετικοί τελεστές, οι οποίοι αντιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο αναπαράγονται και μεταλλάσσονται τα χρωμοσώματα των κυττάρων, των ζωντανών οργανισμών, ώστε να επιλέγεται το καλύτερο.

Γενικότερα, οι εξειδικευμένοι τομείς που αναφέρθηκαν και περιγράφηκαν σε αυτό το κεφάλαιο, αφορούν την μοντελοποίηση του ανθρώπινου οργανισμού και χρησιμοποιούνται ώστε να προσφέρουν λύσεις σε προβλήματα, που ήταν δύσκολο να λυθούν με πειραματικές μελέτες σε ανθρώπους. Η αυτοματοποίηση πολλών εργασιών, είναι αδιαμφισβήτητα πολύ σημαντική στις μέρες μας. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, αναφέρεται κυρίως στην μοντελοποίηση του εγκεφάλου και συγκεκριμένα στη μοντελοποίηση των διεργασιών που διέπονται κατά τη λειτουργία, μιας εκ των πολύ σημαντικών γνωστικών λειτουργιών του εγκεφάλου, την οπτική προσοχή, η οποία μελετάται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

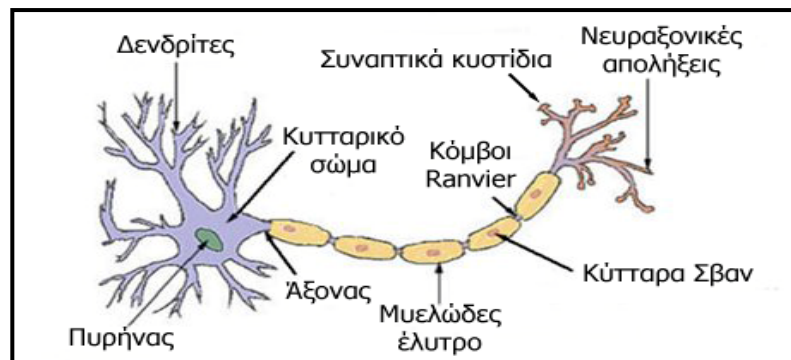
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ανάλυση και Επεξηγήσεις της Οπτικής Προσοχής

- 2.1** Πως ο νους αντιλαμβάνεται και μοντελοποιεί τον κόσμο
- 2.2** Μελέτη της οπτικής προσοχής
- 2.3** Επιλεκτική Οπτική Προσοχή

2.1 Πως ο νους αντιλαμβάνεται και μοντελοποιεί τον κόσμο

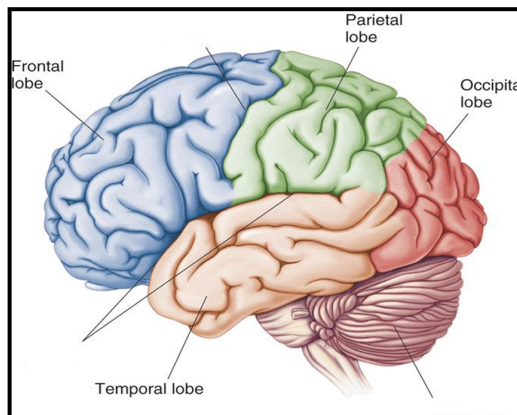
Ψυχολόγοι και ερευνητές σε όλο τον κόσμο προσπάθησαν κατά καιρούς να ορίσουν και να κατανοήσουν το νου. Υπάρχουν πολλές θεωρίες, σχετικές με το συγκεκριμένο θέμα, μια εκ των οποίων είναι αυτή των Premack και Woodruff του 1978, οι οποίοι πίστευαν ότι ο νους, είναι η ικανότητα του ατόμου να κατανοεί τις δικές του νοητικές καταστάσεις και αυτές των άλλων. Επίσης, η Hala το 1997, δήλωσε ότι ο νους, είναι η επίγνωση και η κατανόηση του τι σκέφτονται, τι αισθάνονται και τι κάνουν οι άλλοι, είναι σημαντικές για την αποτελεσματικότητα του ατόμου, στο κοινωνικό περιβάλλον. Για να κατανοήσουμε τις διεργασίες που διέπουν την οπτική προσοχή, θα ήταν χρήσιμο να μελετηθούν κάποια θέματα που αφορούν τον εγκέφαλο.

Αρχικά, πρέπει να αναφερθούμε στο γεγονός ότι, όλες οι γνωστικές λειτουργίες, όπως η σκέψη, η αντίληψη και η προσοχή, συνδέονται με τα συστήματα του εγκεφάλου. Ορισμένα συστήματα, όπως το οπτικό, αντιστοιχούν σε αισθητήριες ενότητες, τα συστατικά των οποίων, δεν είναι διαμοιρασμένα σε ξεχωριστά τμήματα του εγκεφάλου, αλλά είναι κατανεμημένα σε όλο τον εγκέφαλο και συνδέονται με μακρούς ινώδεις συνδέσμους, που ονομάζονται fiber tracts. Στις οπτικές περιοχές του εγκεφάλου, όπως για παράδειγμα στη V1, είναι τοπογραφικά τοποθετημένοι οι νευρώνες, που αποτελούν τη στοιχειώδη μονάδα επεξεργασίας του νευρικού συστήματος και είναι υπεύθυνοι για τη μεταβίβαση ηλεκτρικών σημάτων, μεταξύ των περιοχών του εγκεφάλου. Οι νευρώνες συγκεντρώνονται στο νεοφλοιό τμήμα του εγκεφάλου, που σχετίζεται με τις σύνθετες γνωστικές διεργασίες και αποτελεί ένα ιστό, στον οποίο βρίσκονται περίπου 100.000 νευρώνες, ανά κυβικό εκατοστό.



Σχήμα 2.1: Δομή Νευρώνα του εγκεφάλου και τα διάφορα μέρη από τα οποία αποτελείται.

Όσον αφορά τη δομή τους, οι νευρώνες αποτελούνται από τέσσερα βασικά μέρη. Το κυτταρικό σώμα, στο οποίο είναι τοποθετημένος ο πυρήνας και ασχολείται με την εκτέλεση των αναπαραγωγικών και μεταβολικών λειτουργιών του κυττάρου, δηλαδή, είναι υπεύθυνο για τη διατήρηση της ζωής του κυττάρου και για τη σύνδεση του νευρικού άξονα με τους δενδρίτες. Οι δενδρίτες με τη σειρά τους, είναι υπεύθυνοι για τη λήψη πληροφοριών από τους υπόλοιπους νευρώνες. Η λειτουργία της μάθησης, σχετίζεται με τη δημιουργία νέων νευρωνικών συνδέσεων, επομένως έχουμε αυξημένο μέγεθος διακλάδωσης των δενδριτών στον εγκέφαλο. Κατ' επέκταση, ο νευράξονας, ευθύνεται για τη μεταβίβαση ενός ηλεκτρικού σήματος από το τελικό άκρο, στους υπόλοιπους νευρώνες. Στο τελικό άκρο βρίσκονται τα τελικά κομβία, τα οποία αποτελούν μικρούς όζους στο τέλος του νευράξονα και δεν έχουν άμεση επαφή με τους δενδρίτες του γειτονικού άξονα, αλλά υπάρχει ένα μικρό κενό, που ονομάζεται σύναψη. Σύμφωνα με πειράματα που έχουν γίνει, οι συνάψεις είναι πολύ σημαντικές για τις ανθρώπινες γνωστικές λειτουργίες, αφού πολλές ασθένειες, όπως η νόσος Alzheimer, οφείλονται στην μειωμένη απόδοση της συναπτικής μεταβίβασης των νευρωνικών ώσεων. Μέχρι αυτό το σημείο, μελετήθηκαν οι νευρώνες, που αποτελούν τα κυριότερα κύτταρα, που ασχολούνται με τη μεταβίβαση πληροφοριών στον εγκέφαλο. Σε επόμενο στάδιο θα μελετηθούν οι περιοχές του εγκεφάλου και θα εστιάσουμε στην οπτική προσοχή, που είναι και το θέμα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.



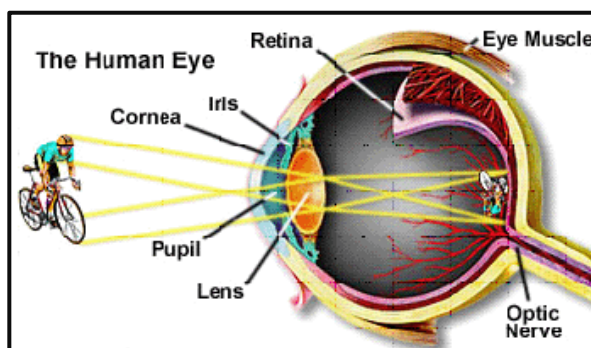
Σχήμα 2.2: Περιοχές του Εγκεφάλου

Κάθε ημισφαίριο του εγκεφάλου διαιρείται σε τέσσερις λοβούς. Αρχικά, έχουμε τον Μετωπιαίο λοβό, ο οποίος σχετίζεται με την ομιλία, ενώ το δεξί και το αριστερό κομμάτι του λοβού, είναι υπεύθυνα για διαφορετικές λειτουργίες. Το δεξί ημισφαίριο ασχολείται με της μη-λεκτικές πλευρές της ομιλίας, όπως για παράδειγμα το χιούμορ, ο τόνος της φωνής ή τα συναισθήματα και το αριστερό ημισφαίριο καθορίζει τα γλωσσικά επίπεδα, όπως η σύνταξη και η γραμματική. Η κυριότερη όμως λειτουργία του, έχει σχέση με την προσωπικότητα, τις συγκινήσεις και τη μετάφραση των σκέψεων σε πράξεις. Πίσω από το μετωπιαίο λοβό, έχουμε το Βρεγματικό λοβό, που είναι υπεύθυνος για την εκδήλωση των εκούσιων κινήσεων, όπως επίσης και για τη σύνθεση πληροφοριών που προέρχονται από διάφορες αισθήσεις. Σε περίπτωση βλάβης στον Βρεγματικό λοβό, παρατηρείται αδυναμία αναγνώρισης αντικειμένων, προβλήματα κατά την ανάγνωση, δυσκολία επίλυσης μαθηματικών πράξεων και αδυναμία επικέντρωσης της οπτικής προσοχής. Ο Κροταφικός λοβός, σχετίζεται κυρίως με την ακοή, την αντίληψη σύνθετων εικόνων, την κατανόηση της ομιλίας, όπως επίσης και με συμπεριφορές, που είναι υπεύθυνες για τα κίνητρα και το συναίσθημα. Τέλος, ο Ινιακός λοβός, έχει ως κύρια λειτουργία του, την επεξεργασία, ολοκλήρωση και ερμηνεία των οπτικών ερεθισμάτων και αποτελείται από τρία μέρη, τον πρωτοταγή οπτικό φλοιό, που χρησιμοποιείται για την αναγνώριση του μεγέθους, του χρώματος, του φωτός, της κίνησης κ.τ.λ. των οπτικών ερεθισμάτων, από τον οπτικό δευτεροταγή φλοιό, ο οποίος ερμηνεύει τις πληροφορίες που προέρχονται από τον πρωτοταγή οπτικό φλοιό και το θάλαμο και από τον τριτοταγή οπτικό φλοιό, που είναι υπεύθυνος για την ολοκλήρωση της επεξεργασίας πληροφοριών, συσχετίζοντας οπτικές και άλλες αισθητικές πληροφορίες, ώστε να είναι δυνατή η αναγνώριση των οπτικών ερεθισμάτων. Ας μελετήσουμε καλύτερα την όραση και τις λειτουργίες της, με στόχο να εμβαθύνουμε στον τομέα της προσοχής σε μετέπειτα στάδιο.

Αρχικά, θα ήταν χρήσιμο να ορίσουμε το «τι είναι αντίληψη». Η αντίληψη, αποτελεί τη διαδικασία κωδικοποίησης των πληροφοριών που λαμβάνουμε από τα αισθητήρια όργανα και αντιπροσωπεύει μια ζωντανή απόδειξη ότι η επεξεργασία και ερμηνεία των οπτικών ερεθισμάτων είναι διαφορετική για κάθε ανθρώπινο ον. Πριν φτάσουμε στο σημείο της επεξεργασίας, θα περιγράψουμε αναλυτικά την διαδικασία κωδικοποίησης των

πληροφοριών από το οπτικό σύστημα και τον τρόπο με τον οποίο καταλήγουν τελικά στον εγκέφαλο.

Η λειτουργία της όρασης, ξεκινά από τον κερατοειδή χιτώνα, ο οποίος πραγματοποιεί τα τρία τέταρτα της εστίασης και καταλήγει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Οι ακτίνες φωτός που εισέρχονται από τον κερατοειδή χιτώνα, χρησιμεύουν στην κατασκευή του ειδώλου του αντικειμένου που παρατηρείται, ενώ ο φακός ολοκληρώνει τη διαδικασία της εστίασης στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, όπου δημιουργείται τελικά το είδωλο. Οι οπτικοί υποδοχείς, είναι υπεύθυνοι για τη λήψη ενός συνόλου πληροφοριών, που μεταφέρονται κατά μήκος του οπτικού νεύρου, διαμέσου ινών, και καταλήγουν στο οπτικό χίασμα, όπου οι πληροφορίες χωρίζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε, από το ένα μισό του αμφιβληστροειδούς καταλήγουν στην αντίθετη πλευρά του εγκεφάλου, σχηματίζοντας έτσι ένα αντεστραμμένο ομοίωμα του ειδώλου. Αναλύοντας της διεργασίες που διέπουν την λειτουργία της όρασης, φτάνουμε στο σημείο να αναρωτηθούμε, ποιόν ακριβώς ρόλο έχει η οπτική προσοχή στην όλη διαδικασία.



Σχήμα 2.3: Αναπαράσταση Ερεθίσματος, στον οπτικό φλοιό

2.2 Μελέτη της Οπτικής Προσοχής

Η προσοχή, είναι ένα είδος γνωστικής διαδικασίας, κατά την οποία παρατηρείται επιλεκτική εστίαση σε ένα σημείο του χώρου, αγνοώντας άλλα αντικείμενα του περιβάλλοντος. Μπαίνοντας στη διαδικασία να παρατηρήσετε τον κόσμο γύρω σας, μπορείτε να αντιληφθείτε ότι, περιβάλλεστε από εκατομμύρια ερεθίσματα, που συμβάλουν στη διέγερση και των πέντε αισθήσεων. Για παράδειγμα μπορείτε να νιώσετε το δροσερό αεράκι, που φυσά, να ακούσετε κάποιο αυτοκίνητο που περνά, ή να παρατηρήσετε το χώρο, που σας περιτριγυρίζει. Υπάρχουν τέσσερις βασικές λειτουργίες που σχετίζονται άμεσα με την προσοχή, οι οποίες θα αναφερθούν και θα αναλυθούν σε αυτό το κεφάλαιο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Αρχικά, θα μιλήσουμε για την κατανεμημένη προσοχή, που αφορά το διαχωρισμό των νοητικών πόρων σε τμήματα, με στόχο την ταυτόχρονη επεξεργασία, περισσότερων του ενός είδους πληροφοριών, με αποτέλεσμα την εκτέλεση ποικίλων έργων, στο ίδιο χρονικό διάστημα. Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να φανταστούμε τι συμβαίνει την ώρα που οδηγούμε. Ένας οδηγός μπορεί εύκολα να μιλά ή να ακούει μουσική, ενώ συγχρόνως, παρατηρεί τι συμβαίνει στο δρόμο. Βέβαια, σε οποιαδήποτε περίπτωση εμποδίου που τείνει να αντιμετωπίσει, εστιάζει την προσοχή του στην οδήγηση, ακυρώνοντας οποιοδήποτε άλλο είδος πληροφορίας λάμβανε μέχρι στιγμής. Μια άλλη λειτουργία της προσοχής που θα αναφέρουμε, ονομάζεται επαγρύπνηση και ανίχνευση σήματος. Ενώ προσπαθούμε να ανιχνεύσουμε την εμφάνιση ενός συγκεκριμένου ερεθίσματος που μας ενδιαφέρει, βρισκόμαστε συνεχώς σε επαγρύπνηση και αναμένουμε να λάβουμε δράση, όταν καταφέρουμε να εντοπίσουμε τον στόχο που μας ενδιαφέρει. Μπορείτε για παράδειγμα να φανταστείτε ότι περπατάτε σε ένα σκοτεινό δρόμο και προσπαθείτε να ανιχνεύσετε επικίνδυνους θορύβους, ή φιγούρες. Επιπλέον, η προσοχή, συνδέεται άμεσα με τη λειτουργία της αναζήτησης, κατά την οποία προσπαθούμε να εντοπίσουμε συγκεκριμένα ερεθίσματα που μας ενδιαφέρουν. Η τελευταία λειτουργία, που σχετίζεται με την προσοχή, καλείται επιλεκτική προσοχή και αποτελεί το θέμα του επόμενου κεφαλαίου. Εν συντομία, η επιλεκτική προσοχή, αφορά την εστίαση της προσοχής μας σε μεμονωμένα ερεθίσματα, ώστε να αυξάνεται η ικανότητα μας να τα επεξεργαζόμαστε, χρησιμοποιώντας μια ποικιλία γνωστικών διαδικασιών.

Σύμφωνα με έρευνες, που έγιναν το 1994 από τους Posner και Dehaene, η λειτουργία της προσοχής «Δεν εντοπίζεται ούτε σε μια μεμονωμένη εγκεφαλική περιοχή, ούτε σε ολόκληρη την έκταση του εγκεφάλου». Πιο συγκεκριμένα, η Farah, ασχολήθηκε με την έρευνα ασθενών που έπασχαν από μονόπλευρη χωρική παραμέληση και παρουσίαζαν δυσλειτουργίες κατά τη διαδικασία της προσοχής. Ένα άτομο που πάσχει από τη συγκεκριμένη ασθένεια, τείνει να αγνοεί το μισό μέρος του οπτικού του πεδίου, ενώ έχει υποστεί αλλοιώσεις στον βρεγματικό λοβό. Η συγκεκριμένη ασθένεια βοήθησε την ερευνήτρια να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι, η διαδικασία της προσοχής είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μιας ποικιλίας συστημάτων που σχετίζονται με αυτή, τα οποία εμπλέκονται με αμοιβαίο τρόπο, το ένα στη λειτουργία του άλλου.

Εμβαθύνοντας στην έρευνα της προσοχής, είναι αξιόλογο να αναφέρουμε ότι, ο Posner, το 1995, κατάφερε να αναγνωρίσει ένα πρόσθιο σύστημα προσοχής στον μετωπιαίο λοβό, που ενεργοποιείται ενόσω εκτελούνται έργα, που αφορούν τη σημασιολογική αναγνώριση λέξεων και ένα οπίσθιο σύστημα στο βρεγματικό λοβό, το οποίο συνδέεται με μέρος του θαλάμου και με κάποιες περιοχές του μεσεγκεφάλου, που είναι απαραίτητες για τη κίνηση των οφθαλμών. Επιπλέον, το οπίσθιο σύστημα της προσοχής, χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις, που το άτομο χρειάζεται να εστιάσει την προσοχή του, άλλοτε κοντά η μακριά. Αφορά δηλαδή εκτέλεση έργων οπτικοχωρικής προσοχής.

Γενικότερα, η οπτική προσοχή, είναι ένα πληροφοριακό σύστημα, που χωρίζεται σε δύο στάδια επεξεργασίας. Αρχικά, η προσοχή κατανέμεται ομοιόμορφα, πάνω στην γενική, οπτική σκηνή και οι πληροφορίες που συλλέγονται, επεξεργάζονται παράλληλα. Στο επόμενο στάδιο, η προσοχή επικεντρώνεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή της οπτικής σκηνής, ενώ η επεξεργασία των πληροφοριών γίνεται πλέον σειριακά.

2.3 Επιλεκτική Προσοχή

Ο Αμερικάνος φιλόσοφος και ψυχολόγος William James, το 1890, πίστευε ότι, «Ο καθένας ξέρει τι είναι προσοχή. Είναι η κατάκτηση με το νου, με σαφή και έντονη μορφή, ενός απ' αυτά τα αντικείμενα ή νήματα της σκέψης που μοιάζουν ταυτόχρονα. Εστίαση, συγκέντρωση, συνειδητοποίηση, είναι η ουσία της. Σημαίνει απομάκρυνση από κάποια πράγματα, για να μπορέσουμε να χειριστούμε αποτελεσματικά άλλα...». Ειδικότερα, μπορούμε να πούμε ότι, η προσοχή είναι η διεργασία, κατά την οποία, επιλέγουμε τις πληροφορίες, με τις οποίες θέλουμε να αλληλεπιδράσουμε. Σύμφωνα με τον James, επειδή τις περισσότερες φορές, περιβαλλόμαστε από πολλά διαφορετικά οπτικά ερεθίσματα, χρησιμοποιούμε εστιασμένη προσοχή, ώστε να επιλέγουμε, να παρατηρούμε τα ερεθίσματα, που έχουν μεγαλύτερη σπουδαιότητα για μας. Τι εννοούμε όμως με τον όρο εστιασμένη προσοχή;

Αν προσπαθήσετε να παρατηρήσετε, το χώρο στον οποίο βρίσκεστε, θα αναληφθείτε ότι προσέχετε ένα αντικείμενο τη φορά, ή ένα μέρος του οπτικού χώρου που σας περιβάλλει. Ψυχολόγοι από όλο τον κόσμο έχουν προσπαθήσει, κατά καιρούς, να αποδείξουν ή να απορρίψουν τη θεωρία του James. Για παράδειγμα, ο Posner, πίστευε ότι η οπτική προσοχή μπορεί να παρομοιαστεί με ένα προβολέα, ο οποίος μπορεί να εστιάζει σε ένα συγκεκριμένο μέρος του οπτικού πεδίου. Αναλυτικότερα, ο Posner πίστευε ότι ανά πάσα χρονική στιγμή, παρατηρούμε ένα μικρό μέρος του χώρου που μας περιβάλλει, και μπορούμε να εστιάζουμε σε κάθε αντικείμενο, που έχει ενδιαφέρον. Από μια άλλη οπτική γωνία, οι Eriksen και James διατύπωσαν την άποψη ότι, η εστιασμένη προσοχή μοιάζει με ένα φακό, που μπορεί να μεγεθύνει ή να σμικρύνει την περιοχή εστίασης της προσοχής, κατά βούληση. Αυτή η πρόταση, μπορεί να θεωρηθεί ορθή, αν σκεφτούμε ότι, κατά τη διάρκεια που περπατάμε, βλέπουμε το χώρο γύρω μας σαν ένα σύνολο (μεγέθυνση), ενώ όταν συναντήσουμε κάποιο εμπόδιο, η προσοχή μας εστιάζεται στο εμπόδιο που συναντούμε (σμίκρυνση), ώστε να αποφύγουμε τη σύγκρουση.

Ποιο συγκεκριμένα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι, η εστιασμένη προσοχή χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, βάση του τρόπου με τον οποίο εστιάζουμε. Η πρώτη κατηγορία, ονομάζεται Ενδογενής ή Top-Down προσέγγιση και αναφέρεται στην προσοχή, που μεταφέρεται

συνειδητά από τον άνθρωπο σε συγκεκριμένο χώρο. Η συγκεκριμένη προσέγγιση, λαμβάνει χώρα κυρίως στον πρόσθιο οπτικό φλοιό και τα βασικά γάγγλια, ενώ έρευνες έδειξαν ότι οι συγκεκριμένες εκτελεστικές λειτουργίες, σχετίζονται και με άλλες πτυχές του εγκεφάλου, όπως η εργαζόμενη μνήμη. Αντιθέτως, η άλλη κατηγορία ονομάζεται Εξωγενής ή Bottom-Up προσέγγιση και περιγράφει την προσοχή, κατά την οποία ο ανθρώπινος εγκέφαλος εστιάζει ασυνείδητα σε κάτι, όπως για παράδειγμα όταν ακούσουμε ξαφνικά ένα εκκωφαντικό θόρυβο και η προσοχή μας εστιάζεται ακούσια σε αυτόν. Βάση ερευνών, η Bottom-Up προσέγγιση, σχετίζεται με τον βρεγματικό και τον κροταφικό φλοιό. Στο παρόν στάδιο, δεν έχει καταφέρει κανένας να ορίσει ρητά την επιλεγμένη οπτική προσοχή, εντούτοις, υπάρχουν πολλοί ερευνητές, που ασχολήθηκαν και συνεχίζουν να ασχολούνται με το συγκεκριμένο θέμα, θέτοντας, ο καθένας, τη δική του προσέγγιση στο θέμα, που είτε συμπίπτει, είτε αντιτίθεται, στις θεωρίες που παρουσιάστηκαν μέχρι στιγμής. Ας μιλήσουμε, λοιπόν, για τις θεωρίες Early και Late Selection.

Ο Broadbent, έδωσε το δικό του στίγμα στις θεωρίες της εστιασμένης, οπτικής προσοχής. Πίστευε ότι, η προσοχή χωρίζεται σε δύο στάδια. Αυτό της προ-προσοχής, κατά το οποίο, το σύστημα μεγάλης χωρητικότητας, εντοπίζει μόνο, τις απλές ιδιότητες ενός ερεθίσματος, ενώ, στη συνέχεια, οι αναπαραστάσεις του ερεθίσματος, περνούν διαμέσου του bottleneck συστήματος προσοχής, στο σύστημα μικρής χωρητικότητας, όπου αναλύονται οι ιδιότητες, που αφορούν την ταυτότητα του, καθώς επίσης και οι ιδιότητες που προσελκύουν περισσότερο την προσοχή. Σε γενικές γραμμές, η θεωρία Early Selection, συνεπάγεται ότι, μπορούμε να αναγνωρίζουμε, οτιδήποτε βλέπουμε, υπό την προϋπόθεση ότι, δίνουμε προσοχή σε αυτό, ενώ μπορούμε να εντοπίσουμε κάποια φυσικά χαρακτηριστικά τους, ακόμα και όταν δεν δίνουμε την απαραίτητη προσοχή. Μια από τις γνωστότερες θεωρίες, που αντιτίθενται της θεωρίας Early Selection, καλείται Late Selection και υποστηρίζει ότι, όλες οι αντιληπτές ιδιότητες των ερεθισμάτων, που παρουσιάζονται στο υποκείμενο, συλλέγονται από ένα σύστημα μεγάλης χωρητικότητας, έχοντας ως αποτέλεσμα, οι πληροφορίες, που κωδικοποιούνται, να μεταφέρονται συνειδητά, στο σύστημα μικρής χωρητικότητας, όπου αποθηκεύονται στη βραχύχρονη μνήμη. Πιο συγκεκριμένα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η θεωρία του Late Selection, απαιτεί ψηλότερη εγκεφαλική λειτουργία και επομένως μια πιο λεπτομερή ανάλυση των ερεθισμάτων, ενώ η θεωρία

Early Selection, γίνεται με πιο αυτόματο και άμεσο τρόπο, αφού το υποκείμενο, πιστεύεται ότι μπορεί να αναγνωρίσει το αντικείμενο, που βλέπει, από το πρώτο στάδιο επεξεργασίας.

Ένα πολύ ενδιαφέρον παράδειγμα, στα πλαίσια της εστιαζόμενης προσοχής είναι το «The Cocktail Party Phenomenon». Το παράδειγμα αυτό περιγράφει το φαινόμενο κατά το οποίο, όταν βρισκόμαστε σε ένα χώρο που εμφανίζει πολυκοσμία, μπορεί να μην ακούμε τι λένε οι υπόλοιποι γύρο μας, αλλά αν ακούσουμε το όνομά μας εστιάζουμε την προσοχή μας, προς την ομάδα ανθρώπων που το πρόφεραν. Συνεπώς, καταγράφουμε όλη τη συζήτηση, χωρίς να το αντιλαμβανόμαστε. Αυτό έρχεται σε αντιπαράθεση με την θεωρία Early Selection, που υποστηρίζει ότι, τα ερεθίσματα φιλτράρονται, με βάση τα φυσικά τους χαρακτηριστικά, ενώ η επεξεργασία της σημασίας τους, γίνεται σε μετέπειτα στάδιο.

Ένα από τα γνωστότερα πειράματα που έγιναν, στα πλαίσια της επιλεκτικής, οπτικής προσοχής, ήταν το Stroop Task, κατά το οποίο, τα υποκείμενα καλούνταν να αναγνωρίσουν τα χρώματα των γραμμάτων, μέσα από μια στήλη από λέξεις, που είτε είχαν άσχετο νόημα, ή ονόμαζαν κάποιο χρώμα, με τη δυσκολία ότι η λέξη «πράσινο», για παράδειγμα, εμφανιζόταν με μπλε χρώμα κ.τ.λ.

Yellow	Blue	Cat
Green	Orange	Elephant
Blue	Red	Tree
Red	Green	Dog
Purple	Yellow	Apple
Orange	Purple	Rose

Σχήμα 2.4: Παράδειγμα του Stroop Task

Το συγκεκριμένο παράδειγμα, έρχεται σε αντιπαράθεση, με τη θεωρία της επιλεκτικής προσοχής. Αν προσπαθήσετε να προφέρετε τα χρώματα που βλέπετε στην πιο πάνω εικόνα, θα προσέξετε ότι, χωρίς να το αντιλαμβάνεστε, μπαίνετε στη διαδικασία να διαβάζετε τη λέξη και όχι να αναγνωρίζετε το χρώμα. Επομένως, η θεωρία της επιλεκτικής προσοχής, παρουσιάζει αδυναμίες, όταν εμπλέκονται αυτόματες λειτουργίες, όπως για παράδειγμα η ανάγνωση. Η συγκεκριμένη θεωρία, είναι ευρέως γνωστή με την ονομασία Stroop Effect.

Γενικότερα, το θέμα της οπτικής προσοχής και ο τρόπος με τον οποίο επεξεργαζόμαστε τα οπτικά ερεθίσματα, που λαμβάνουμε, έγινε θέμα έρευνας, από πολλούς ερευνητές, οι απόψεις των οποίων, άλλοτε συγκρούονται και άλλοτε συμπίπτουν. Μια από τις γνωστότερες έρευνες που έγιναν, στα πλαίσια της οπτικής προσοχής, είναι αυτή των ερευνητών Nillie Lavie και Sally Cox, οι οποίες πίστευαν ότι, η επιλεκτική, οπτική προσοχή λειτουργεί πρόωρα (early selection), όταν το αντιληπτικό φορτίο είναι ψηλό, ενώ, σε αντίθετη περίπτωση, λειτουργεί μετέπειτα (late selection). Στο επόμενο κεφάλαιο, γίνεται μια περιεκτική ανάλυση του πειράματος, των Lavie and Cox, που αποτελεί και μια από τις θεμελιώδεις πηγές, της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ανάλυση και Επεξηγήσεις της Οπτικής Προσοχής

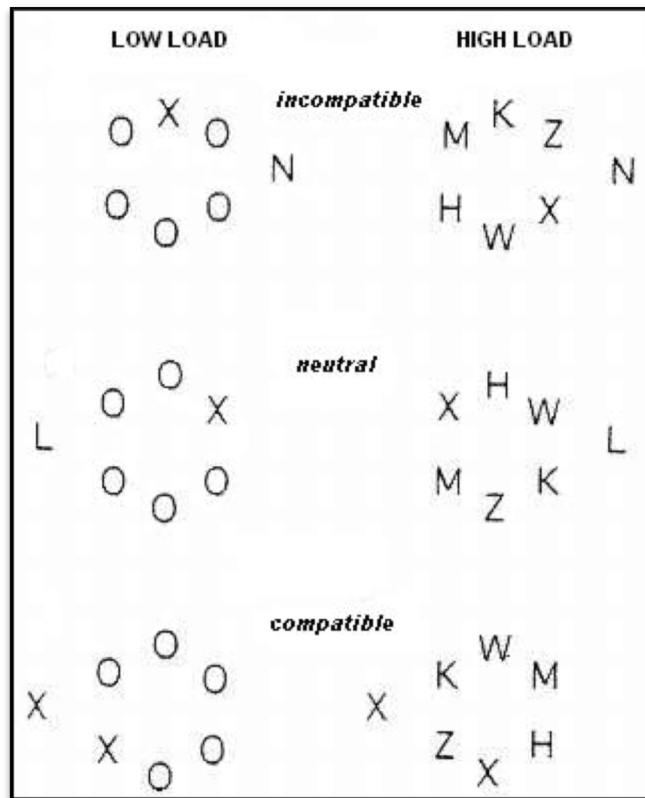
- 3.1** Πείραμα 1 – Efficient Visual Search Leads to Inefficient Distractor Rejection (Nillie Lavie & Sally Cox)
- 3.2** Πείραμα 2 – Where Have We Gone Wrong? (Hanna Benoni & Yehoshua Tsal)
- 3.3** Πείραμα 3 – Modelling Dilution Effects in Perceptual Load Search Tasks (Neokleous, Avramides & Schizas)
- 3.4** Πείραμα 4 – A Salient Distractor does not Disrupt Conjunction Search (Dominique Lamy and Yehoshua Tsal)

3.1 Πείραμα 1 – Efficient Visual Search Leads to Inefficient Distractor Rejection (Nillie Lavie & Sally Cox)

Όπως προανέφερα, υπήρχαν δύο διαφορετικές απόψεις, σχετικά με το μηχανισμό της οπτικής προσοχής. Η πρώτη, υποστήριζε ότι, γίνεται μια πρόωρη επιλογή των σημαντικών ερεθισμάτων, με τα οποία αλληλεπιδρούμε, ενώ σε μετέπειτα στάδιο, εκτελείται επεξεργασία σε όλα τα ερεθίσματα, σαν σύνολο. Αντιθέτως, η δεύτερη, θεωρεί ότι, σε πρώτο στάδιο, τα ερεθίσματα επεξεργάζονται σαν σύνολο ενώ, σε επόμενο στάδιο, γίνεται η επιλογή των σημαντικότερων από αυτά, στα οποία εκτελείται μια πιο λεπτομερής επεξεργασία. Σύμφωνα με τη θεωρία του αντιληπτικού φορτίου της Lavie, που πρωτοεμφανίστηκε το 1995, η λειτουργία της αντίληψης, είναι μια αυτόματη διαδικασία, δεδομένου ότι δεν γίνεται εκούσιος έλεγχος, με αποτέλεσμα να επεξεργάζονται πρώτα, ερεθίσματα με μεγαλύτερη προτεραιότητα, ενώ τα δευτερεύοντα εξυπηρετούνται εφόσον υπάρχουν εναπομείναντες, διαθέσιμοι πόροι στο σύστημα. Επομένως, η αντίληψη έχει περιορισμένη χωρητικότητα, ενώ παράλληλα δεσμεύεται, μέχρι να εξαντληθούν όλοι οι πόροι. Οι έρευνες της Nillie Lavie, αναφορικά με τη θεωρία του αντιληπτικού φορτίου, συνεχίστηκαν, σε συνεργασία με διάφορους ερευνητές, που είχαν παρόμοιες απόψεις. Συγκεκριμένα, θα μελετήσουμε το πείραμα που διεξήχθη το 1997, από τις Nillie Lavie και Sally Cox, όπου εκτιμήθηκε η ικανότητα των ατόμων να αγνοούν, άσχετα, παραπλανητικά ερεθίσματα, ως μια λειτουργία της οπτικής αναζήτησης.

Διαδικασία Πειράματος:

Αναλυτικότερα, το πείραμα, περιελάμβανε δύο είδη ερεθισμάτων, ανάλογα με το ύψος του αντιληπτικού φορτίου, που απαιτείτο, από το έργο, [χαμηλό (low load) ή ψηλό (high load)] ενώ οι συμμετέχοντες καλούνταν να αναγνωρίσουν το γράμμα, στόχο (X ή N), μεταξύ άσχετων, παραπλανητικών ερεθισμάτων (K, Z, M, X, H, W), που εμφανίζονταν, σε κυκλική διάταξη, στο κέντρο της οθόνης. Επίσης, σε κάποιο, σχετικά απομακρυσμένο σημείο, εμφανιζόταν ένα επιπλέον γράμμα, που ονομάστηκε παραπλανητής (distractor), όπου, για κάθε μια από τις πιθανές εικόνες, ήταν είτε συμβατός (compatible) με το στόχο, είτε μη-συμβατός (incompatible), είτε άσχετος (neutral). Για να κατανοηθούν καλύτερα, οι ορισμοί που δόθηκαν μέχρι στιγμής, μπορείτε να παρατηρήσετε τις πιο κάτω εικόνες:



Σχήμα 3.1: Παράδειγμα των οθονών, από το πείραμα της Lavie. Παρουσιάζονται οι διάφοροι συνδυασμοί αντιληπτικού φορτίου και παραπλανητή.

Αποτελέσματα/ Συμπεράσματα Πειράματος:

Για κάθε μια από τις πιο πάνω περιπτώσεις, είχαμε διαφορετικά αποτελέσματα, αναφορικά με το χρόνο αντίδρασης, κατά την παρουσία του στόχου, καθώς επίσης και διαφορετικά επίπεδα, οπτικών αναπαραστάσεων, κατά την οπτική παρατήρηση.

Σε περιπτώσεις που το αντιληπτικό φορτίο ήταν χαμηλό, ο στόχος προκαλούσε υψηλότερες τιμές πυροδότησης, σε σχέση με τα υπόλοιπα γράμματα. Αυτό συνέβαινε λόγω της καταστολής των νευρικών δραστηριοτήτων, που προκαλείτο διότι εμφανίζονταν, κοντά στο στόχο, ερεθίσματα με όμοια χαρακτηριστικά, με αποτέλεσμα ο στόχος να αποκτά οπτική σημαντικότητα. Επιπρόσθετα, οι χωρικές Top-Down αλληλεπιδράσεις, που προκαλούνταν στην κυκλική διάταξη, από τις οδηγίες που δίνονταν στα υποκείμενα, ενίσχυαν ακόμα περισσότερο την νευρική ενεργοποίηση του στόχου, με αποτέλεσμα η νευρική αναπαράστασή του distractor να καταστέλλεται σε κάποιο βαθμό, κατά το πρώτο στάδιο επεξεργασίας, ενώ προχωρούσε στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, έχοντας σημαντικά επίπεδα ενεργοποίησης. Στην περίπτωση που ο στόχος, ήταν συμβατός με τον

παραπλανητή, οι νευρώνες που ήταν υπεύθυνοι για την αναπαράσταση τους, δεν απέσπελλαν ανασταλτικά σήματα ο ένας στον άλλο, με αποτέλεσμα να είναι συνδεδεμένοι με τους ίδιους κόμβους της εργαζόμενης μνήμης.

Αναφορικά με τις περιπτώσεις, που παρουσίαζαν υψηλό αντιληπτικό φορτίο, όλα τα ερεθίσματα εμφάνιζαν τα ίδια επίπεδα νευρωνικής ενεργοποίησης, με αποτέλεσμα να στέλνουν ανασταλτικά σήματα μεταξύ τους. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, μια αυξημένη καθυστέρηση ανταπόκρισης, σε σχέση με το Low Load Condition, αφού η νευρική ενεργοποίηση του στόχου καταστέλλεται από την πλευρική αναστολή που ασκείται σε αυτόν. Επίσης, ο distractor δεν ασκούσε την ίδια παρεμβολή στο στόχο, αφού δεχόταν ανασταλτικά σήματα από όλα τα ερεθίσματα της κυκλικής διάταξης, με αποτέλεσμα να καταστέλλονται οι νευρικές του ενεργοποιήσεις στο πρώτο στάδιο επεξεργασίας.

Γενικότερα, μπορούμε να πούμε ότι η αναζήτηση του στόχου, στο High Load Condition, δεν ήταν τόσο αποδοτική, όσο στο Low Load Condition, αφού παρατηρήθηκαν μεγαλύτερα ποσοστά παραπλάνησης. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα, οδήγησαν τους ερευνητές Nillie Lavie και Sally Cox, να ορίσουν τη θεωρία του αντιληπτικού φορτίου, ως εξής: Η επεξεργασία των άσχετων ερεθισμάτων, μπορεί να αποτραπεί, ανάλογα με το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου. Σύμφωνα με την Early Selection Theory, μπορούμε να αναγνωρίσουμε ένα αντικείμενο, μόνο όταν εστιάσουμε την προσοχή μας σε αυτό, ενώ αναγνωρίζουμε κάποια φυσικά χαρακτηριστικά, ακόμα και όταν δεν δίνουμε την απαραίτητη προσοχή. Επομένως, η επιλεκτική προσοχή, λειτουργεί βάση της Early Selection Theory, όταν το αντιληπτικό φορτίο είναι υψηλό. Επιπρόσθετα, αναφορικά με τη Late Selection Theory, οι αντιληπτικές ιδιότητες των ερεθισμάτων, περνούν στη βραχύχρονη μνήμη αυτόματα και δεν επηρεάζονται από την προσοχή. Συνεπώς, η προσοχή λειτουργεί βάση αυτής της θεωρίας, όταν το αντιληπτικό φορτίο είναι μικρό.

Εν κατακλείδι, οι Nillie Lavie και Sally Cox, πρότειναν ότι η οπτική προσοχή επηρεάζεται από χωρικές, Top-Down αλληλεπιδράσεις, που προκαλούνται από τις οδηγίες που δίνονται στα υποκείμενα και ενισχύουν τη νευρική ενεργοποίηση του στόχου, ο οποίος στέλνει ανασταλτικά σήματα, προς τα υπόλοιπα ερεθίσματα. Στο υπό-κεφάλαιο που ακολουθεί, θα

μελετήσουμε ένα πείραμα, τα ευρήματα που οποίου, αντιτίθενται στις παρατηρήσεις που έγιναν στο παρόν πείραμα.

3.2 Πείραμα 2 – Where Have We Gone Wrong? (Hanna Bennoni & Yehoshua Tsal)

Σύμφωνα με τη θεωρία του αντιληπτικού φορτίου των Nillie Lavie και Sally Cox, που αναφέραμε στο προηγούμενο υπό-κεφάλαιο, προτείνεται ότι, κατά τη διάρκεια της οπτικής επεξεργασίας, όταν το αντιληπτικό φορτίο που παρουσιάζεται είναι μικρό, τότε εναπομείναντες πόροι του συστήματος, διαχέονται για την επεξεργασία άσχετων, παραπλανητικών ερεθισμάτων. Σε αντίθετη περίπτωση, όταν το αντιληπτικό φορτίο είναι μεγάλο, δεν απομένουν καθόλου ελεύθεροι πόροι, με αποτέλεσμα, άσχετα ερεθίσματα να μην τίθενται σε επεξεργασία. Έτσι, η παρεμβολή που ασκούν τα άσχετα ερεθίσματα, είναι πολύ μεγαλύτερη, όταν το αντιληπτικό φορτίο είναι μεγάλο. Συνεπώς, το αντιληπτικό φορτίο παίζει σημαντικό ρόλο κατά την οπτική παρατήρηση, εφόσον μπορεί να καθορίσει ποια ερεθίσματα, θα υποστούν επεξεργασία.

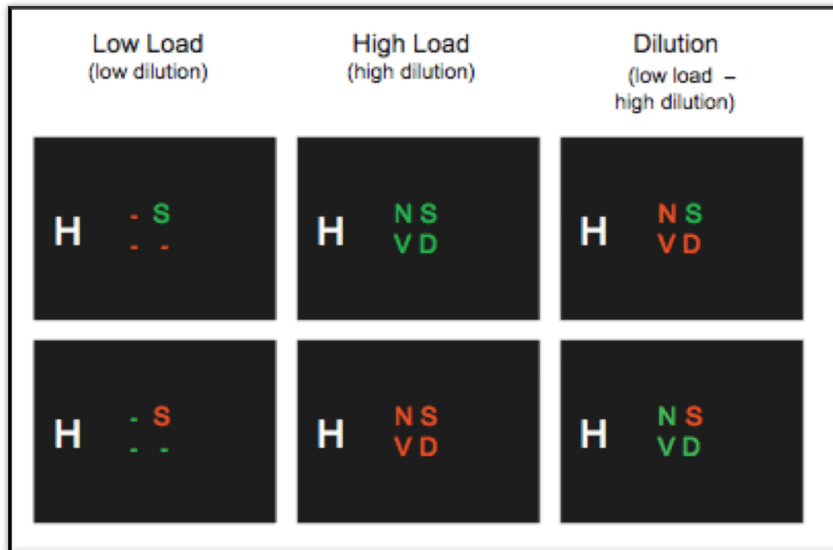
Πιο συγκεκριμένα, σε αυτό το πείραμα, προτείνεται ότι, προκειμένου να εκδηλωθεί η παρεμβολή που ασκούν τα άσχετα ερεθίσματα στο στόχο, πρέπει η αναπαράστασή τους, να είναι τόσο δυνατή, ώστε να μπορέσουν να εισχωρήσουν στη λεκτική μνήμη και να προκαλέσουν καθυστέρηση ανταπόκρισης, κατά την αναζήτηση του στόχου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, με την παρουσία εικόνων, με χαμηλό αντιληπτικό φορτίο, που θα περιέχουν μόνο το στόχο και τον παραπλανητή, καθώς επίσης και με εικόνες, με ψηλό αντιληπτικό φορτίο, με μόνη διαφορά, ότι θα προστεθούν επιπλέον άσχετα ερεθίσματα, που έχουν παρόμοιες ιδιότητες με τον παραπλανητή, ώστε να υποβαθμίζεται η ποιότητα της οπτικής του αναπαράστασης, μειώνοντας έτσι το ποσό της λεκτικής ανάλυσης, που θα υποστεί.

Σύμφωνα με το σχεδιασμό, του συγκεκριμένου πειράματος, στο Low Load Condition, ο στόχος εμφανιζόταν μόνος του, σε μια από τις πιθανές θέσεις, ενώ στο High Load Condition, ο στόχος εμφανιζόταν μεταξύ άλλων γραμμάτων. Η αποτελεσματικότητα της επιλογής, κατά την οπτική αναζήτηση του στόχου, μετρήθηκε βάση της επίδρασης, που ασκήθηκε από, ένα σχετικά απομακρυσμένο παραπλανητή. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα,

υπήρχε κάποια εμφανής παρεμβολή στο Low Load Condition, ενώ στο High Load Condition είχε μειωθεί ή ακόμα και εξαλειφθεί. Το συγκεκριμένο συμπέρασμα, συμπίπτει με τα ευρήματα, που πηγάζουν από τη θεωρία του αντιληπτικού φορτίου, με την παραδοχή ότι η μειωμένη παρεμβολή, που ασκείται στο High Load Condition, οφείλεται στο γεγονός ότι η οπτική αναζήτηση του στόχου, ήταν πιο απαιτητική, λόγω της παρουσίας άσχετων ερεθισμάτων, έχοντας ως αποτέλεσμα, τη μη επεξεργασία του παραπλανητή, λόγω έλλειψης πόρων. Προκειμένου οι Hanna Bennoni & Yehoshua Tsal, να διαχωρίσουν τα πιθανά αποτελέσματα, πρότειναν μια ενδιάμεση κατάσταση, που ονόμασαν Dilution Condition, κατά την οποία παρουσιάζονταν εικόνες με χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και αυξημένη παραπλάνηση (Low Load – High Dilution). Οι συγκεκριμένες οθόνες περιείχαν ουδέτερα γράμματα, που είχαν διαφορετικό χρώμα από το στόχο, ώστε να μπορούν να διακριθούν, επιτρέποντας έτσι, επεξεργασία χαμηλού φορτίου, ενώ ήταν ικανά να παραπλανήσουν τον distractor (High Dilution).

Διαδικασία Πειράματος:

Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες, να ανταποκρίνονται όσο γρηγορότερα μπορούσαν και με ακρίβεια, στην παρουσία του στόχου, αψηφώντας το άσχετο, παραπλανητικό γράμμα, που βρισκόταν σε κάποιο απομακρυσμένο σημείο της οθόνης. Πιο συγκεκριμένα, το γράμμα στόχος ήταν κάποιο εκ των H, K ή C, S ενώ, το παραπλανητικό γράμμα ήταν είτε το ίδιο (congruent), είτε διαφορετικό με το γράμμα στόχος (incongruent). Επιπρόσθετα, κατάφεραν να χωρίσουν το πείραμα σε τρία διαφορετικά μέρη, ανάλογα με το ποσοστό του αντιληπτικού φορτίου, που απαιτείτο, κατά την οπτική επεξεργασία, όπως επίσης και με την παρεμβολή που ασκούσε ο distractor στο έργο. Οι οθόνες που παρουσιάζονταν, ήταν οι εξής:



Σχήμα 3.2: Παραδείγματα οθονών, από το πείραμα των Benoni & Tsal. Παρουσιάζονται τα διάφορα είδη αντιληπτικού φορτίου και το είδος παραπλάνησης που περιέχουν.

Στην πρώτη περίπτωση, όπου το έργο απαιτούσε χαμηλό φορτίο, ο στόχος παρουσιαζόταν με κόκκινο χρώμα, ενώ στη θέση των άσχετων γραμμάτων υπήρχαν πράσινες, οριζόντιες γραμμές. Κατ' επέκταση, ο distractor ήταν άσπρος και βρισκόταν σε κάποιο απομακρυσμένο σημείο. Στη δεύτερη περίπτωση, κατά την οποία απαιτείτο υψηλό αντιληπτικό φορτίο, τα ουδέτερα γράμματα ήταν κόκκινα, όπως ο στόχος, ενώ στην τρίτη περίπτωση, παρουσιάζονταν με πράσινο χρώμα, ώστε ο distractor να ασκεί ουσιαστική παρεμβολή όμοια με το Low Load Condition, δεδομένου ότι απαιτούνται ελάχιστοι πόροι για την επεξεργασία ενός καλά διακρινόμενου στόχου. Η παρεμβολή που θα ασκεί, θα μειωθεί σε μεγάλο βαθμό, ή θα εξαλειφθεί, όπως στο High Load Condition, αφού η απλή παρουσία των ουδέτερων γραμμάτων, θα παραπλανήσει τη δράση της παρεμβολής του distractor.

Όπως παρατηρείτε από την περιγραφή του πειράματος, το χρώμα του στόχου ήταν το ίδιο σε όλες τις περιπτώσεις, ενώ τα χρώματα (κόκκινο, πράσινο), εναλλάσσονταν μεταξύ συμμετεχόντων, ώστε τα αποτελέσματα να μην επηρεάζονταν, από τυχόν διαφορές στο saliency. Εδώ είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι το saliency, περιγράφει την ποιότητα με την οποία, κάποιο ερέθισμα, ξεχωρίζει από τα γειτονικά του. Αυτός ο μηχανισμός, που

παρέχει η προσοχή, διευκολύνει την μάθηση και την επιβίωση, επιτρέποντας στους οργανισμούς, να εστιάζουν σε περιορισμένους αντιληπτικούς και γνωστικούς πόρους.

Αποτελέσματα/ Συμπεράσματα Πειράματος:

Σύμφωνα με τις προβλέψεις των ερευνητών, η παρεμβολή που ασκούσε ο παραπλανητής στο Low Load Condition, αλλά όχι στο High Load Condition, είχε εξαλειφθεί στο Dilution Condition. Αναλυτικότερα, προσθέτοντας σαφώς διακρινόμενα, ουδέτερα γράμματα, που απαιτούν επεξεργασία χαμηλού φορτίου, εξαλείφουν την παρεμβολή του distractor. Συνεπώς, η εξάλειψη της παρεμβολής, στο High Load Condition, δεν οφείλεται στο υψηλότερο αντιληπτικό φορτίο, αλλά ούτε στην παραπλάνηση, που ασκούν τα ουδέτερα γράμματα και επίσης στο Dilution Condition, δεν αύξησε καθόλου το Χρόνο Απόκρισης (Reaction Time - RT). Επομένως, ο στόχος τίθεται σε επεξεργασία, με προτεραιότητα, έναντι των ουδέτερων γραμμάτων και του παραπλανητή, καθώς ο στόχος είναι σαφώς διακρινόμενος και ενεργά επεξεργάσιμος, δεν ασκείται σε αυτόν παρεμβολή, από κανένα είδος άσχετων ερεθισμάτων. Επιπλέον, με την ανάλυση των αποτελεσμάτων, παρουσιάστηκαν τρία επιπλέον συμπεράσματα.

Αρχικά, η ουσιαστική παρεμβολή που ασκεί ο distractor στο Low Load Condition, δεν οφείλεται στην επεξεργασία χαμηλού φορτίου, αλλά στην απουσία παραπλάνησης, από τα ουδέτερα γράμματα. Επίσης, τα παρόντα αποτελέσματα, έδειξαν ότι, όταν η παραπλάνηση ελέγχεται επαρκώς, το αντιληπτικό φορτίο, δεν έχει καμιά επίδραση στην παρεμβολή του distractor και τέλος αναπαράγεται εν μέρει, η επίδραση του αντιληπτικού φορτίου, που περιγράφεται σε προηγούμενες μελέτες.

Τα πιο πάνω συμπεράσματα, οδήγησαν τους ερευνητές Hanna Bennoni & Yehoshua Tsai, να καταλήξουν σε μια νέα θεωρία, που ονόμασαν θεωρία παραπλάνησης. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη θεωρία, τα ουδέτερα γράμματα, έχουν παρόμοιες ιδιότητες με τον Distractor, με αποτέλεσμα, να υποβαθμίζουν την αναπαράστασή του, χωρίς να ασκείται οποιαδήποτε επίδραση, στην επεξεργασία του στόχου. Συνεπώς, ο στόχος τίθεται σε επεξεργασία, με προτεραιότητα, έναντι των ουδέτερων γραμμάτων.

3.3 Πείραμα 3 – Modeling Dilution Effects in Perceptual Load Search Tasks (Kleanthis C. Neokleous, Marios N. Avraamides and Christos N. Schizas)

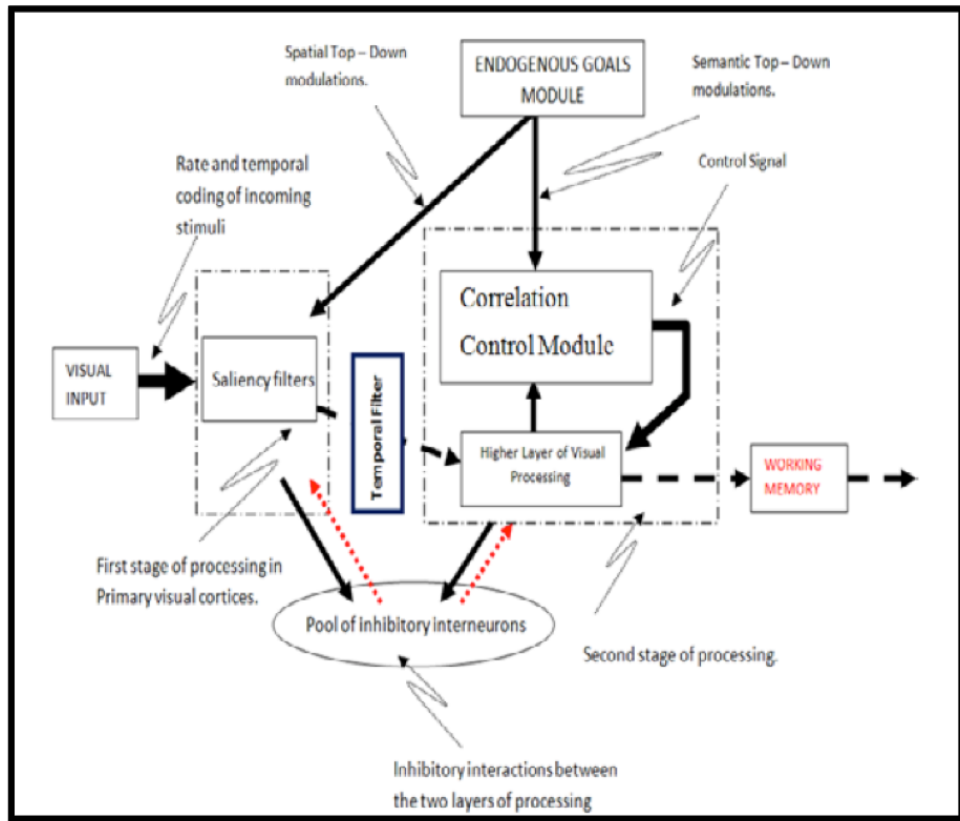
Οι Christos N. Schizas, Kleanthis C. Neokleous και Marios N. Avraamides, βασισμένοι στα πειράματα, που αναφέρονται στα προηγούμενα υπό-κεφάλαια, πρότειναν ένα υπολογιστικό μοντέλο, που προσομοιώνει τα ευρήματα ενός πειράματος, στο οποίο οι επιδράσεις που ασκεί το αντιληπτικό φορτίο, αποδόθηκαν στην παραπλάνηση, που προκαλεί ο distractor. Πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο, προσφέρει ένα τρόπο συνδυασμού των ευρημάτων που αντιτίθενται στη θεωρία του αντιληπτικού φορτίου, με αυτά που την υποστηρίζουν.

Όπως αναφέραμε προηγουμένως, η θεωρία του αντιληπτικού φορτίου, προϋποθέτει ότι, η επιλογή των ερεθισμάτων γίνεται βάση της Early ή Late Selection Theory, ανάλογα με το αντιληπτικό φορτίο των εργασιών. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα, στα οποία κατέληξαν οι Lavie και Cox, το 1997, οι συμμετέχοντες, χρειάζονταν περισσότερο χρόνο, να αναγνωρίσουν τον στόχο, όταν το αντιληπτικό φορτίο των εργασιών ήταν χαμηλό και ο distractor μη-συμβατός. Κάτι τέτοιο δεν συνέβαινε στις περιπτώσεις που το αντιληπτικό φορτίο ήταν ψηλό, αφού όπως υποστηρίζεται από τη θεωρία του αντιληπτικού φορτίου, η επιλογή γίνεται βάση της Early Selection Theory. Αντιθέτως, όταν το αντιληπτικό φορτίο είναι χαμηλό, η επιλογή γίνεται βάση της Late Selection Theory.

Με την πάροδο των χρόνων, υπήρξαν αρκετοί ερευνητές, των οποίων τα ευρήματα έρχονται σε αντιπαράθεση με αυτά που υποστηρίζει η Θεωρία του Αντιληπτικού Φορτίου. Για παράδειγμα, η μελέτη των Johnson et al, που έγινε το 2002, έδειξε ότι, προβλέποντας 100% τη θέση που μπορεί να πάρει ο στόχος, σε περιπτώσεις με χαμηλό αντιληπτικό φορτίο, εξαλείφει την παρεμβολή που ασκεί ο distractor, ανεξαρτήτως του γεγονότος ότι δεν μεταβάλλει το μέγεθος του φορτίου, του έργου. Επιπρόσθετα, οι Neokleous et al (2009), έφτασαν στο ίδιο συμπέρασμα, προβλέποντας τη θέση του στόχου, με ποσοστό 80%. Οι Torrablo και Beck, βάση της έρευνας, που έκαναν το 2008, υποστήριξαν ότι η θεωρία των Lavie και Cox είναι ανεπαρκής, διότι δεν ερμηνεύει ξεκάθαρα το αντιληπτικό φορτίο, ενώ η άποψη ότι η αντίληψη είναι περιορισμένης χωρητικότητας, δεν συνάδει με το τι είναι γνωστό μέχρι στιγμής, για τους μηχανισμούς του εγκεφάλου.

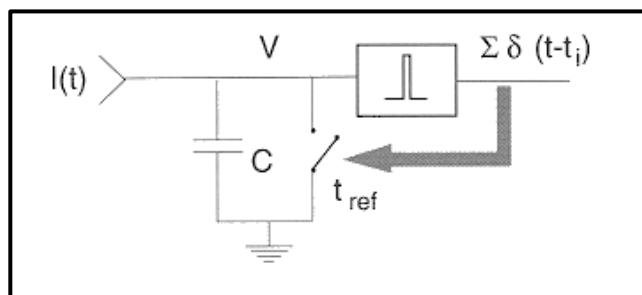
Όσον αφορά το υπολογιστικό μοντέλο, που προτείνεται στα πλαίσια αυτής της πειραματικής μελέτης, προσφέρει μια ρητή άποψη για τους πιθανούς νευρικούς μηχανισμούς, που δημιουργούν τα ευρήματα της Θεωρίας του Αντιληπτικού Φορτίου. Επιπρόσθετα, προσομοιώνει τα δεδομένα, μοντελοποιώντας τις συνεχείς, ανασταλτικές αλληλεπιδράσεις, που λαμβάνουν χώρα μεταξύ οπτικών ερεθισμάτων, που ανταγωνίζονται για την αναπαράστασή τους στον οπτικό φλοιό. Οι Bennoni και Tsal, χρησιμοποιώντας το Dilution Condition, έφτασαν στο συμπέρασμα ότι, σε έργα οπτικής αναζήτησης, οι παραπλανητές τίθενται σε επεξεργασία, ανεξαρτήτως του αντιληπτικού φορτίου. Ωστόσο, η παρεμβολή του distractor στο High Load Condition, έχει εξαλειφθεί, λόγω της παρεμβολής που ασκείται από τα ουδέτερα γράμματα. Επεκτείνοντας στην έρευνα των Benonni και Tsal, η συνολική καθυστέρηση, ήταν μικρότερη στο Low Load Condition, παρά στο High Load Condition, ενώ η παρεμβολή που ασκούσε ο distractor στο Low Load Condition, δεν εμφανιζόταν στο High Load Condition. Αντίθετα με τα ευρήματα, που έφερε στην επιφάνεια, η έρευνα των Lavie και Cox, ο distractor δεν ασκούσε καθόλου παρεμβολή, στο Dilution Condition, ασχέτως του γεγονότος ότι οι καθυστερήσεις σε αυτή την περίπτωση ήταν τόσο μικρές όσο και αυτές στο Low Load Condition. Συνεπώς, το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου εξαρτάται από το ποσοστό παραπλάνησης, που ασκείται στο στόχο, από άσχετα ερεθίσματα.

Το Υπολογιστικό Μοντέλο:



Σχήμα 3.3: Τα διάφορα μέρη του υπολογιστικού μοντέλου της επιλεκτικής οπτικής προσοχής.

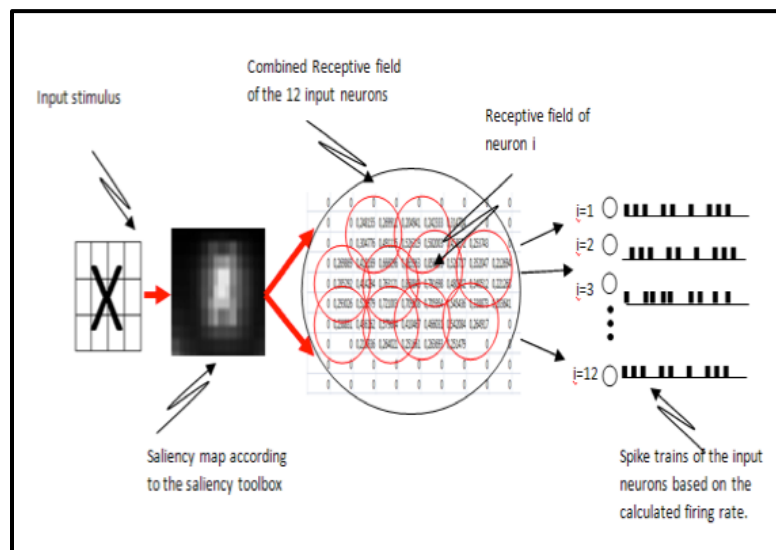
Το μοντέλο, που παρουσιάζεται στην πιο πάνω εικόνα, αποτελείται από νευρώνες, τύπου Integrate and Fire, σε συνδυασμό με ανιχνευτή σύμπτωσης (CD). Προσομοιώνει την προσοχή ως ένα συνεχές ρεύμα, νευρωνικής ενέργειας, που είναι αρχικοποιημένη με Bottom-up πληροφορίες, ενώ, στη συνέχεια, ενσωματώνονται κατώφλια, που οφείλονται σε Top-Down επεξεργασία. Εδώ είναι σημαντικό να δώσουμε μια σύντομη περιγραφή ενός Integrate and Fire νευρώνα. Αρχικά, παρατηρήστε την πιο κάτω εικόνα:



Σχήμα 3.4: Παράδειγμα νευρώνα τύπου Integrate and Fire

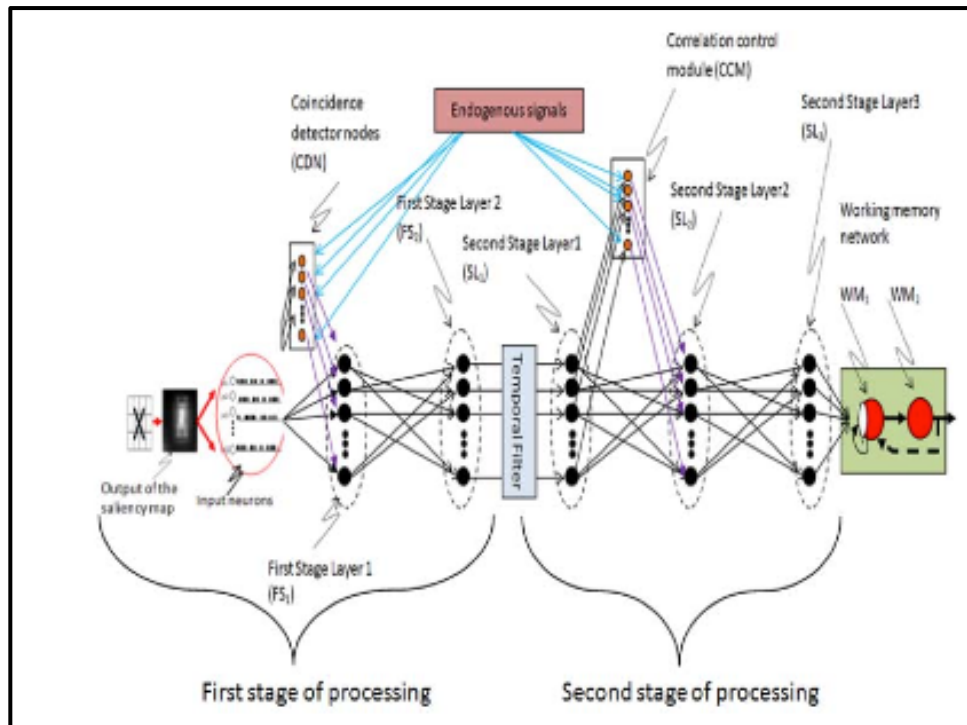
Σε ένα μοντέλο νευρώνα, τύπου Integrate and Fire, ο νευρώνας πυροβολεί οποτεδήποτε η τιμή του δυναμικού της μεμβράνης, ξεπεράσει την τιμή ενός κατώφλιου. Με την παραγωγή του δυναμικού ενεργείας, το δυναμικό της μεμβράνης, επιστρέφει στο δυναμικό ισορροπίας, το οποίο βρίσκεται πολύ πιο κάτω από το κατώφλι και αποτελεί την τιμή αρχικοποίησης του δυναμικού της μεμβράνης. Πιο συγκεκριμένα, το πιο πάνω μοντέλο, αποτελείται από δύο στάδια επεξεργασίας, που είναι υλοποιημένα με τύπο νευρωνικών δικτύων, που παράγουν δυναμικά ενεργείας και προσεγγίζουν καλύτερα τη λειτουργία ενός βιολογικού νευρώνα.

Στο πρώτο στάδιο επεξεργασίας, η μοντελοποίηση της οπτικής δραστηριότητας, έγινε χρησιμοποιώντας το saliency map, το οποίο καθορίζει την οπτική σημαντικότητα κάθε ερεθίσματος, ανάλογα με το πόσο διαφορετικό είναι ένα ερέθισμα, από αυτά που το περιβάλλουν. Πιο συγκεκριμένα, η οπτική σημαντικότητα, υποστηρίζεται από νευροψυχολογικά ευρήματα, που δείχνουν ότι, στην περιοχή V1 του οπτικού φλοιού, η ανταπόκριση ενός νευρώνα, μπορεί να καταστέλλεται σημαντικά, ή να ενισχύεται με την προσομοίωση, στη γειτονιά του δεικτικού της πεδίου. Κατά το πρώτο στάδιο επεξεργασίας, η νευρωνική δραστηριότητα μπορεί να διαμορφωθεί από χωρικούς Top-Down παράγοντες.



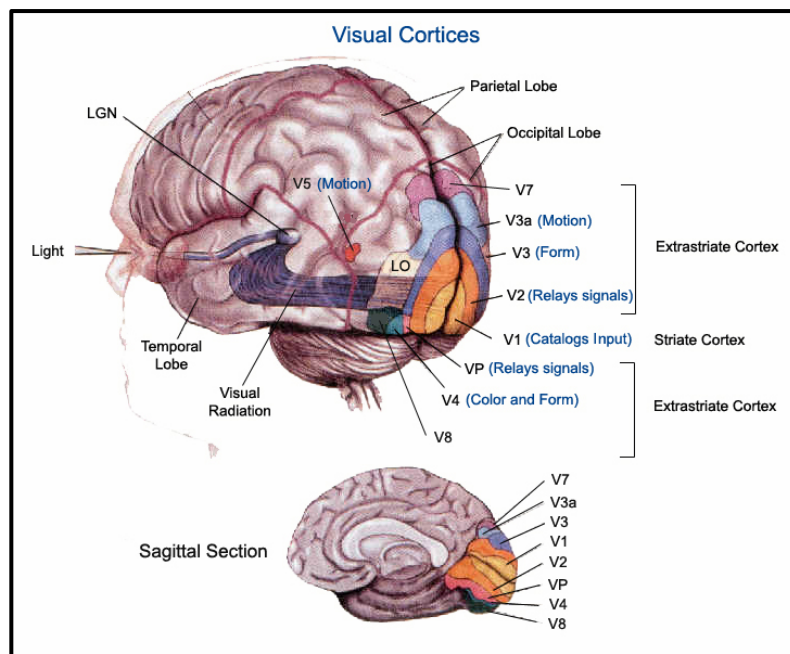
Σχήμα 3.5: Αρχικοποιημένες τιμές πυροδότησης, βάση ενός αλγορίθμου για saliency map

Στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, προσομοιώνεται η διαμόρφωση της νευρικής δραστηριότητας, που αναπαριστά τα οπτικά ερεθίσματα, από τη δραστηριότητα, που διατηρεί πληροφορίες, για το στόχο, όπως ορίζεται από τις οδηγίες. Αυτές οι διαμορφώσεις πηγάζουν από μελέτες που δείχνουν ότι, η νευρική δραστηριότητα της περιοχής V4 του οπτικού φλοιού, επηρεάζεται από Top-Down δραστηριότητα. Σύμφωνα με νευροψυχολογικές αποδείξεις, η υλοποίηση αυτών των επιδράσεων, ενισχύει και συγχρονίζει τη νευρωνική δραστηριότητα, ενισχύοντας τις τιμές πυροδότησης των νευρώνων, που ανταποκρίνονται στα συγκεκριμένα ερεθίσματα, ενώ την ίδια στιγμή, τα εξαναγκάζει να πυροδοτηθούν, με πιο συγχρονισμένους ρυθμούς. Ταυτόχρονα, καταστέλλονται οι τιμές πυροδότησης των νευρώνων, που αντιστοιχούν σε άσχετα ερεθίσματα, ενώ κατά τη διάρκεια του έργου οπτικής αναζήτησης, δημιουργούνται και διαμορφώνονται ενδογενείς στόχοι, που έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με το στόχο και χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της οπτικής εισόδου. Η αξιολόγηση κάθε ερεθίσματος, υπολογίζεται βάση των συσχετίσεων μεταξύ των spike trains, που αντιπροσωπεύουν τα ερεθίσματα και των spike trains, που διαμορφώνουν το στόχο, στις ενδογενείς ενότητες του στόχου. Εδώ θα χρειαστεί να ορίσουμε συνοπτικά τα spike trains. Ένα spike train, αποτελεί μίαν ακολουθία από δυναμικά ενεργείας, που προκαλούνται σε ένα νευρώνα, μια δεδομένη χρονική στιγμή. Οι συγκεκριμένες διεργασίες εκτελούνται στο Correlation Control Module. Ωστόσο, πριν επεξεργαστεί, η νευρωνική δραστηριότητα κάθε ερεθίσματος, περνά διαμέσου ενός φίλτρου, που αναγνωρίζει το χρονισμό των spikes, χωρίς να μεταβάλλει το μέσο χρόνο πυροδότησης.



Σχήμα 3.6: Bottom-Up και Top-Down αλληλεπιδράσεις, κατά την ανάπτυξη της νευρωνικής δραστηριότητας, στα δύο στάδια επεξεργασίας.

Κατά την εξέλιξη της νευρωνικής δραστηριότητας, μέσα από τα δύο στάδια επεξεργασίας, τα κωδικοποιημένα ερεθίσματα, ανταγωνίζονται, για να μπουν στην εργαζόμενη μνήμη, διαμέσου προωθητικών και ανασταλτικών αλληλεπιδράσεων, με αποτέλεσμα να διαμορφώνεται η δύναμη της νευρωνικής τους ανταπόκρισης. Η συγκεκριμένη θεωρία, είναι βασισμένη σε ευρήματα, που δείχνουν ότι, ο ανταγωνισμός στις περιοχές V1 και V3, που αφορά την οπτική αναπαράσταση ξεκινά όταν, δύο ή περισσότερα ερεθίσματα, εμπίπτουν στα δεκτικά πεδία του ίδιου ή γειτονικών κυττάρων.



Σχήμα 3.7: Οι διάφορες περιοχές του εγκεφάλου

Οι συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις, βελτιώνουν και συγχρονίζουν τη νευρωνική δραστηριότητα, που οδηγεί τελικά, στην επιλογή κάποιου συγκεκριμένου ερεθίσματος, για περαιτέρω επεξεργασία.

Υπολογιστικές Προσομοιώσεις:

Υπάρχουν τρεις σημαντικές πτυχές του μοντέλου, που αφορούν την προσομοίωση των δεδομένων:

1. Τα χωρικά Top-Down σήματα, ενισχύουν την νευρωνική δραστηριότητα των νευρώνων με δεκτικά πεδία που εμπίπτουν στην περιοχή αναζήτησης.
2. Η ανάλυση Saliency, παρήγαγε διαφορετικές τιμές, για ερεθίσματα, σε κάθε διαφορετική κατάσταση του προβλήματος.
3. Η νευρωνική αναπαράσταση ερεθισμάτων, που μοιάζουν με αναπαραστάσεις στόχων, που βρίσκονται στην ενδογενή ενότητα στόχων, ξεπερνούν κάποιο κατώφλι, είτε εμφανίζονται, είτε όχι.

Τα τρία σημεία που προανέφερα, επιτρέπουν στο στόχο, να μπει πρώτος στην εργαζόμενη μνήμη, αλλά με διαφορετική ταχύτητα, αναλόγως του μεγέθους του αντιληπτικού φορτίου των εργασιών.

Πως το μοντέλο προσομοιώνει τα πειραματικά δεδομένα;

Παρουσιάζονταν τρία διαφορετικά είδη εικόνων, αναλόγως του μεγέθους του αντιληπτικού φορτίου και του μεγέθους παραπλάνησης.

1. High Load – High Dilution

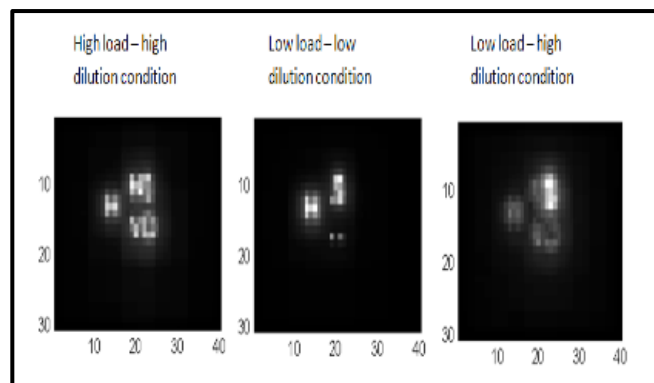
Η ανάλυση Saliency, παρήγαγε όμοιες τιμές για το στόχο και τα ουδέτερα γράμματα, ενώ για τον distractor η τιμή ήταν μεγαλύτερη, αφού είχε μεγαλύτερο μέγεθος. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η νευρωνική δραστηριότητα του distractor, από τα πρώτα στάδια επεξεργασίας, φτάνοντας στο δεύτερο στάδιο, με χαμηλά επίπεδα νευρωνικής ενεργοποίησης. Έτσι ο distractor είτε συμβατός, είτε όχι, με το στόχο, δεν μπορούσε να καθυστερήσει ιδιαίτερα την ανταπόκριση των υποκειμένων. Εκτός από την παρεμβολή, που ασκούσε ο distractor, ο στόχος δεχόταν ένα ποσό ισχυρών ανασταλτικών σημάτων από τα ουδέτερα γράμματα, με αποτέλεσμα, ο χρόνος που χρειάζεται ο στόχος, για να ξεπεράσει το κατώφλι πυροδότησης να αυξάνεται, έχοντας ως αποτέλεσμα την αυξημένη καθυστέρηση ανταπόκρισης, που παρατηρήθηκε στη συγκεκριμένη κατάσταση.

2. Low Load – Low Dilution

Σε αυτή την κατάσταση, ο στόχος και ο distractor, είχαν περίπου τα ίδια saliency values (του distractor ήταν μεγαλύτερο, λόγω μεγέθους). Αν και παρατηρήθηκαν ανασταλτικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δύο ερεθισμάτων, κατάφερναν τελικά και τα δύο να περάσουν στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, με υψηλά επίπεδα ενεργοποίησης, ώστε να ανταγωνίζονται τους στόχους/πρότυπα, που βρίσκονταν στην ενδογενή ενότητα στόχων. Ενώ ένας συμβατός distractor βοηθά την επεξεργασία του στόχου, εντούτοις, ένας μη-συμβατός, την αναστέλλει, με αποτέλεσμα να προκαλούνται μικρότερες καθυστερήσεις, σε σχέση με το High Load – High Dilution. Επιπρόσθετα, οι καθυστερήσεις ήταν μεγαλύτερες στις δοκιμές, που ο distractor ήταν μη-συμβατός, παρά στις δοκιμές που ο distractor ήταν συμβατός.

3. Low Load – High Dilution

Ο στόχος είχε μεγαλύτερο saliency value, σε σχέση με τα ουδέτερα γράμματα, αφού είχε διαφορετικό χρώμα. Επιπλέον, η νευρωνική δραστηριότητα όλων των γραμμάτων, ενισχύθηκε, ώστε να μοντελοποιηθούν χωρικές Top-Down επιδράσεις. Ομοίως με την πρώτη περίπτωση, ο distractor προχώρησε στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, με χαμηλή νευρωνική ενεργοποίηση, με αποτέλεσμα να ασκεί κάποια επιρροή στο στόχο. Η διαφορά μεταξύ της πρώτης και τρίτης περίπτωσης, είναι ότι ο στόχος επεξεργάστηκε γρηγορότερα και ευκολότερα.



Σχήμα 3.8: Οι τρεις καταστάσεις και το αποτέλεσμα, που έδωσε ο αλγόριθμος Saliency map, για κάθε μια από αυτές.

3.4 Πείραμα 4 – A Salient Distractor does not Disrupt Conjunction Search (Dominique Lamy and Yehoshua Tsal)

Είναι γενικά αποδεκτό ότι η αντίληψη του οπτικού κόσμου, αποτελείται από δύο στάδια. Το στάδιο της προκαταρκτικής ανάλυσης, που είναι παράλληλο και απεριόριστης χωρητικότητας και το στάδιο της πιο λεπτομερής ανάλυσης, που είναι σειριακό και λειτουργεί σε επιλεγμένα τμήματα του οπτικού πεδίου. Υπάρχουν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις της οπτικής προσοχής, κατά το στάδιο προκαταρκτικής ανάλυσης. Η πρώτη ονομάζεται Goal-Directed ή Top-Down προσέγγιση, που αναφέρεται στην ικανότητα των στόχων του παρατηρητή, να καθορίσει ποιες περιοχές και πια χαρακτηριστικά ή αντικείμενα θα επιλεγούν για περαιτέρω επεξεργασία. Η δεύτερη ονομάζεται Stimulus – Driven ή Bottom – Up και αναφέρεται στη χωρητικότητα συγκεκριμένων χαρακτηριστικών των ερεθισμάτων, που προσελκύουν την προσοχή.

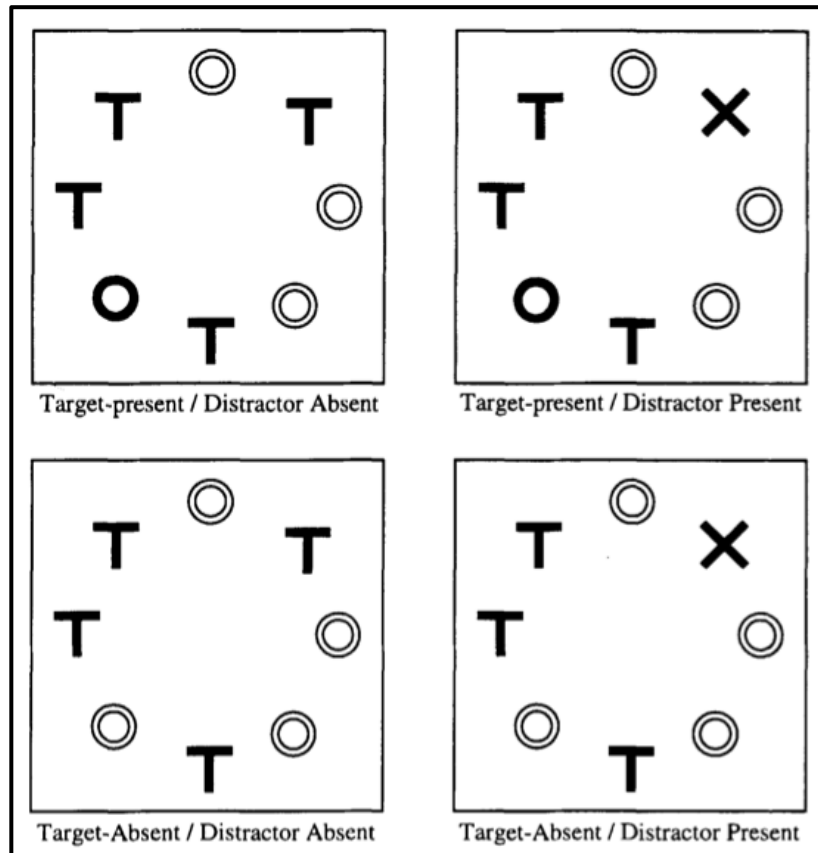
Κορυφαία μοντέλα οπτικής αναζήτησης, υποστηρίζουν ότι υπάρχουν Top-Down και Bottom-Up παράγοντες, που αλληλεπιδρούν, ώστε να καθοριστεί η προτεραιότητα της προσοχής. Για παράδειγμα, οι Treisman και Sato, με την θεωρία που έκαναν το 1990, γνωστή και ως Αναθεωρημένη Συνάθροιση Χαρακτηριστικών (Revised Feature Integration), πρότειναν ότι το επίπεδο προσοχής, που δίνουμε σε ένα ερέθισμα, είναι ανάλογη του αθροίσματος των Top-Down (εξαρτάται από το βαθμό συσχέτισης μεταξύ ενός ερεθίσματος και ενός συνόλου χαρακτηριστικών του στόχου, που καθορίζονται από τις οδηγίες) και Bottom-Up (πόσο διαφορετικό είναι από τα γειτονικά του ερεθίσματα) ενεργοποιήσεων.

Αυτές οι θεωρίες διαφέρουν ως προς το βαθμό, που θεωρούν ότι οι επιδράσεις οπτικής σημαντικότητας, οφείλονται στις απαιτήσεις των εργασιών. Ωστόσο, προβλέπουν ότι ένας οπτικά σημαντικός παραπλανητής, θα είναι αναδιοργανωτικός κατά την οπτική αναζήτηση, είτε επειδή κατέχει υψηλά επίπεδα bottom-up ενεργοποιήσεων, είτε επειδή επηρεάζεται περισσότερο από κατασταλτικά σήματα, παρά ένας οπτικά ασήμαντος παραπλανητής. Πολλές μελέτες που έγιναν τα τελευταία χρόνια και αναφέρονται στο συγκεκριμένο θέμα, πρότειναν ότι, οπτικά σημαντικοί παραπλανητές, είχαν πάντα μοναδικά χαρακτηριστικά (χρώμα, φωτεινότητα, σχήμα), φτάνοντας σε δύο σημαντικά συμπεράσματα:

1. Όταν η προσοχή κατευθύνεται από περαιτέρω γνώση, για την θέση του στόχου, κανένα είδος παραπλάνησης, δεν την επηρεάζει.
2. Όταν ο στόχος καθορίζεται από κάποιο μη-χωρικό χαρακτηριστικό, όπως π.χ. το χρώμα, τότε οπτικά σημαντικά ερεθίσματα, θα ελκύσουν την προσοχή, μόνο εάν τα υποκείμενα μπουν στη διαδικασία να ψάξουν για κάτι μοναδικό, αντί να ψάχνουν για τον ίδιο το στόχο.

Μεθοδολογία:

Το συγκεκριμένο πείραμα, έγινε στα πλαίσια έρευνας των συνεπειών, που προκαλούνται από την οπτική σημαντικότητα των ερεθισμάτων, σε συνδυασμό με την απόδοση αναζήτησης, χρησιμοποιώντας ένα είδος χειραγώγησης, που επηρεάζει τη σχετική οπτική σημαντικότητα του στόχου, χωρίς να δίνει έμφαση στις Top-Down ενεργοποιήσεις. Τα υποκείμενα, κλήθηκαν να αναζητήσουν ένα πράσινο Ο (στόχος), μεταξύ πράσινων Τ και κόκκινων Ο, σε οθόνες που παρουσίαζαν ποικιλία μεγέθους στο αντιληπτικό φορτίο. Επιπλέον, σε κάποιο μέρος των οθονών, που εμφανίζονταν στα υποκείμενα, ένας από τους παραπλανητές, αντικαταστάθηκε από άλλον, με διαφορετικό σχήμα (πράσινο Χ), ή χρώμα (μπλε Ο). Ο συγκεκριμένος παραπλανητής, ήταν οπτικά σημαντικός, αφού είχε μοναδικά χαρακτηριστικά και η παρουσία του, επηρέαζε τη διανομή Bottom-Up ενεργοποιήσεων. Επιπρόσθετα, οι Top-Down ενεργοποιήσεις του, ήταν οι ίδιες με του παραπλανητή που αντικατάστησε, διότι διέφερε μόνο σε ένα χαρακτηριστικό σε σχέση με το στόχο, όπως και οι υπόλοιποι, ενώ ήταν μοναδικός είτε σε χρώμα, είτε σε σχήμα. Έτσι, σε περίπτωση που Bottom-Up ενεργοποιήσεις επηρεάζουν την αναζήτηση σύνδεσης (conjunction search), ασχέτως των απαιτήσεων του πειράματος, τότε η απόδοση θα επηρεαστεί από την από την παρουσία του οπτικά σημαντικού distractor, ενώ εάν τα υποκείμενα υιοθετήσουν Top-Down στρατηγικές, τότε η απόδοση θα μπορεί να συγκριθεί, είτε παρουσιάζεται ο παραπλανητής, είτε όχι. Πιο κάτω παρουσιάζονται σχετικές οθόνες, ώστε να γίνει πιο κατανοητή η δομή του πειράματος. Τα γράμματα με μαύρο χρώμα ήταν πράσινα, ενώ τα γράμματα με άσπρο χρώμα, ήταν κόκκινα:



Σχήμα 3.9: Παραδείγματα οθονών του πειράματος

Αποτελέσματα/Συμπεράσματα:

Οι ερευνητές, έδειξαν ότι η παρουσία ενός παραπλανητή, με αυξημένη οπτική σημαντικότητα, δεν προκαλεί καθυστέρηση σε περιπτώσεις, που εμφανίζεται ο στόχος, αλλά ασκεί μian αρκετά σημαντική παρεμβολή, σε περιπτώσεις στις οποίες ο στόχος δεν εμφανίζεται καθόλου. Επιπλέον, διάφορες Saliience-Based και Top-Down επεξεργασίες, αποτελούν διαφορετικούς τρόπους χειραγώγησης της προσοχής των υποκειμένων και δεν συμβάλλουν στην από κοινού κατανομή της οπτικής προτεραιότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Πείραμα Οπτικής Προσοχής

4.1 Σκοπός Πειράματος

4.2 Μεθοδολογία και Σχεδιασμός Πειράματος

4.3 Ανάλυση Αποτελεσμάτων

4.1 Σκοπός Πειράματος

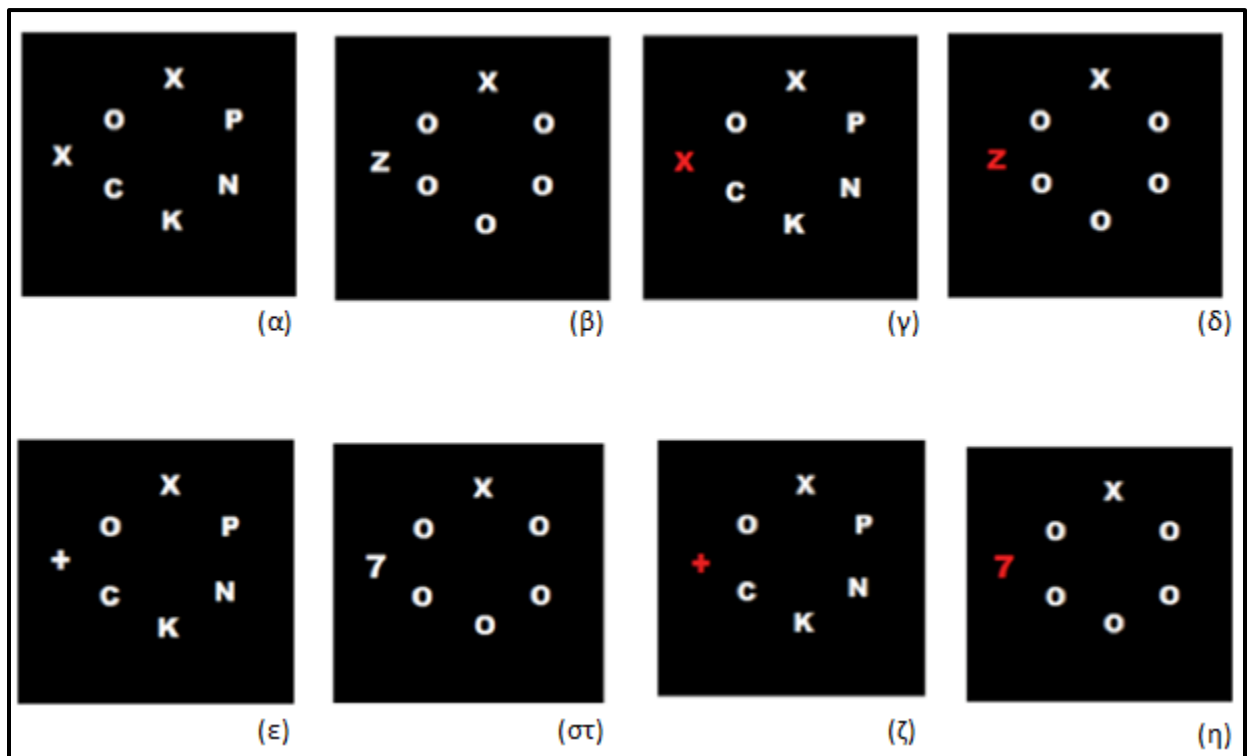
Η έρευνα, που έγινε, σχετικά με τη μελέτη της Οπτικής Προσοχής, από τους Kleanthis C. Neokleous, Marios N. Avraamides και Christos N. Schizas, είχε ως κύριο στόχο την μοντελοποίηση των διεργασιών, που εκτελούνται στον εγκέφαλο, κατά τη διάρκεια της οπτικής προσοχής. Δύο από τις μελέτες που εξετάστηκαν και αναλύθηκαν στο τρίτο κεφάλαιο, της παρούσας διπλωματικής εργασίας (3.1 και 3.2), συνδυάστηκαν, για την παραγωγή του υπολογιστικού μοντέλου, που πρότειναν, οι προαναφερόμενοι. Περισσότερες πληροφορίες, σχετικά με το υπολογιστικό μοντέλο, δόθηκαν στο υπό-κεφάλαιο 3.3, όπου γίνεται μια ρητή αναφορά της μελέτης και των αποτελεσμάτων, στα οποία κατέληξαν οι ερευνητές.

Σκοπός του πειράματος, είναι ο σχεδιασμός ενός νέου υπολογιστικού μοντέλου, που να προσομοιώνει της διεργασίες του εγκεφάλου. Το υπολογιστικό μοντέλο, θα συνδυάζει τα ευρήματα από τη Θεωρία του Αντιληπτικού Φορτίου της Nillie Lavie, τα ευρήματα από τη Θεωρία Παραπλάνησης των Bennoni & Tsal, την ιδέα του υπολογιστικού μοντέλου, που πρότειναν οι Neokleous, Avraamides & Schizas, όπως επίσης και τα συμπεράσματα, που θα εξαχθούν από το παρόν πείραμα.

Πιο συγκεκριμένα, θα γίνουν κάποιες αλλαγές στο πείραμα που εκτέλεσαν οι Nillie Lavie και Sally Cox το 1997, ώστε να αυξηθεί το ποσοστό της προσοχής, που καταλαμβάνει ο distractor (παραπλανητής), σε σχέση με τα υπόλοιπα ερεθίσματα, κατά τη διάρκεια της αναζήτησης. Αφού τα δύο γράμματα, στόχος και distractor, καταφέρουν να περάσουν στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, αναμένεται ότι, ένας οπτικά όμοιος distractor, θα λειτουργήσει με ενδιάμεσο τρόπο τρόπο. Με άλλα λόγια, αναμένεται ο μέσος χρόνος απόκρισης, σε οθόνες που ο παραπλανητής είναι όμοιος με το στόχο να είναι ενδιάμεσα των χρόνων που ο παραπλανητής είναι συμβατός και μη-συμβατός με το στόχο. Στο πιο κάτω πλαίσιο, παρουσιάζεται η

Target Incompatible with distractor Reaction Time	>
Target Similar with distractor Reaction Time	>
Target Compatible with distractor Reaction Time	

Ο βασικότερος στόχος, είναι η ενίσχυση της θεωρίας των Neokleous, Anraamides & Schizas, ότι η οπτική προσοχή, χωρίζεται σε δύο στάδια επεξεργασίας. Αναλυτικότερα, στο πρώτο στάδιο επεξεργασίας, γίνεται η επιλογή των οπτικά σημαντικών ερεθισμάτων, βάση του Saliency Map, το οποίο ενσωματώνει τις κανονικοποιημένες πληροφορίες, που λαμβάνονται από επιμέρους λίστες χαρακτηριστικών σε ένα συνολικό μέτρο ορατότητας. Σε αναλογία με κυκλικά περιβαλλόμενες αναπαραστάσεις, από στοιχειώδη οπτικά χαρακτηριστικά, το Bottom-Up Saliency, καθορίζεται βάση της διαφορετικότητας των ερεθισμάτων, από τα περιβάλλοντά του. Επομένως, μικρότερα κομμάτια πληροφοριών, συλλέγονται και ομαδοποιούνται, για την παραγωγή μιας ενιαίας εικόνας. Τα ερεθίσματα, με τα ψηλότερα ποσοστά οπτικής σημαντικότητας, επιλέγονται και προχωρούν στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, όπου η γνώση και οι προσδοκίες χρησιμοποιούνται για την καθοδήγηση της επεξεργασίας. Χωρικοί Top-Down παράγοντες, συμβάλουν στην αποτελεσματική επιλογή του στόχου. Στο πείραμα που σχεδιάστηκε, στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι, μια παραλλαγή του πειράματος των Nillie Lavie & Sally Cox. Πιο κάτω, παρουσιάζονται δείγματα από τις οθόνες του πειράματος, από τις οποίες διακρίνονται οι αλλαγές που έγιναν στο πείραμα, που προανέφερα, ώστε να αυξηθεί η οπτική σημαντικότητα του distractor.



Σχήμα 4.1: Δείγματα από τις οθόνες του πειράματος που εκτέλεσα.

Οι πρώτες δύο εικόνες (α και β), αποτελούν παρόμοιες εικόνες, με αυτές που παρουσιάστηκαν στο πείραμα της Lavie. Μπορούμε να διακρίνουμε εικόνες με ψηλό (α) και χαμηλό (β) αντιληπτικό φορτίο, καθώς επίσης και εικόνες με συμβατό (α) ή μη-συμβατό (β) παραπλανητή. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι έγιναν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί, αναφορικά με το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου και της συμβατότητας του παραπλανητή, με το στόχο. Οι εικόνες (γ) και (δ), εμφανίζονται με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς, όπως και στην πρώτη περίπτωση, με τη μόνη διαφορά ότι ο distractor παρουσιάζεται με κόκκινο χρώμα, ώστε να αυξηθεί η οπτική του σημαντικότητα. Αναφορικά με τις εικόνες (ε) και (στ), ο distractor είναι πάντα μη-συμβατός με το στόχο, αλλά έχει παρόμοιο σχήμα, δηλαδή, για το γράμμα X, ο distractor συμβολιζόταν με το σύμβολο +, ενώ για το γράμμα Z, ο distractor συμβολιζόταν με τον αριθμό 7. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο, ο distractor, αν και ήταν πάντα μη-συμβατός, εντούτοις περιείχε παρόμοια χαρακτηριστικά με το στόχο. Τέλος, οι εικόνες (ζ) και (η), συνδυάζουν τα χαρακτηριστικά των δύο ενδιάμεσων ομάδων από εικόνες.

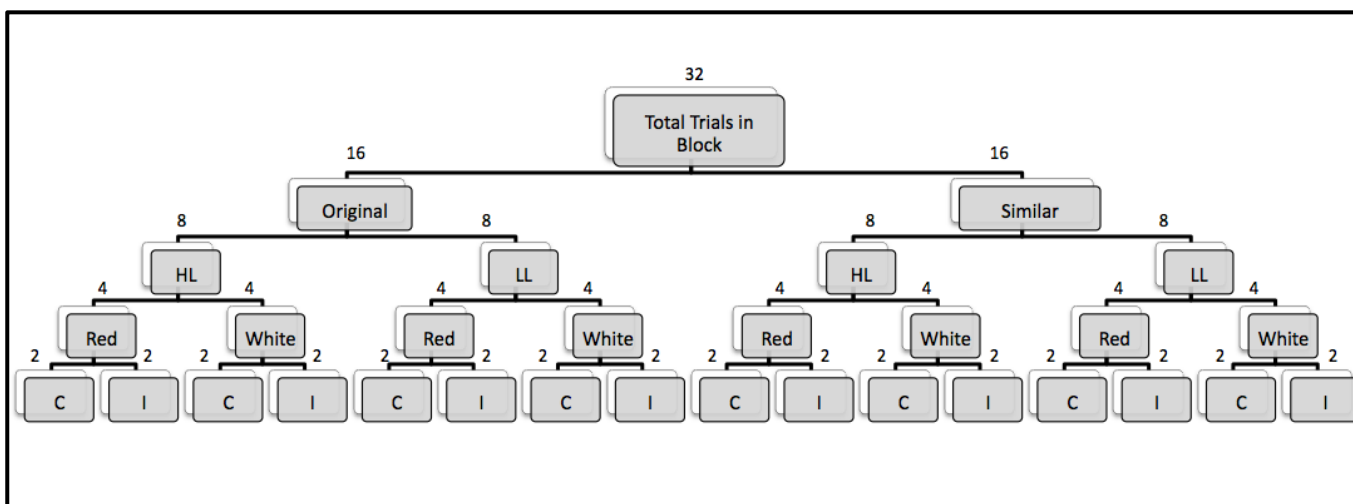
4.2 Μεθοδολογία και Σχεδιασμός Πειράματος

Ένας από τους κύριους στόχους μου, ήταν να υλοποιήσω ένα σωστό πείραμα, ώστε να πάρω τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, που θα οδηγήσουν τελικά, στα αναμενόμενα συμπεράσματα. Σε συνεργασία με τον διδακτορικό φοιτητή, του Πανεπιστημίου Κύπρου, Κλεάνθη Νεοκλέους, που κατέχει σε μεγάλο βαθμό το θέμα της Προσοχής και ασχολήθηκε κυρίως με τη μοντελοποίηση, της Οπτικής Προσοχής, κατάφερα να σχεδιάσω και να υλοποιήσω το συγκεκριμένο πείραμα.

Το πείραμα διεξήχθη σε 23 άτομα, ηλικίας 20-50 ετών, με φυσιολογική ή διορθωμένη όραση. Η εκτέλεση του πειράματος και η καταγραφή των αποτελεσμάτων, έγιναν σε υπολογιστή DELL 15 ιντσών . Η ανάλυση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων, έγινε με τη χρήση του λογισμικού της Microsoft Office Excel. Το πείραμα διαρκούσε κατά μέσο όρο 7 λεπτά και οι συμμετέχοντες, κατά τη διάρκεια του πειράματος, βρίσκονταν σε απομονωμένο, ήσυχο χώρο, με τα αναγκαία επίπεδα φωτισμού. Οι συμμετέχοντες δέχονταν τις απαραίτητες οδηγίες και τους λύνονταν οποιεσδήποτε απορίες, χωρίς αυτό να επηρεάζει

τη λειτουργικότητα του πειράματος. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του πειράματος, τα υποκείμενα βρίσκονταν σε απόσταση 50 – 60 cm από την οθόνη. Το πείραμα υλοποιήθηκε, με τη χρήση του λογισμικού Neurobehavioral Systems Presentation, ένα ειδικό εργαλείο, που σχεδιάστηκε για την ανάπτυξη συμπεριφοριστικών πειραμάτων.

Ουσιαστικά, το πείραμα που υλοποίησα, αποτελεί μια παραλλαγή του πειράματος των Nillie Lavie και Sally Cox. Συγκεκριμένα, αποτελείται από τρία Blocks, κάθε ένα από τα οποία περιλαμβάνει 32 trials. Κάθε εικόνα, εμφανίζεται στην οθόνη για 100ms και στη συνέχεια, το πρόγραμμα περιμένει να λάβει ανταπόκριση, από το υποκείμενο (πατώντας το πλήκτρο X ή Z). Για να προχωρήσει στην επόμενη εικόνα, χρειάζεται να πληκτρολογήσει το space. Οι αλλαγές στις εικόνες, και η αύξηση της οπτικής σημαντικότητας του distractor, έγιναν για να εξετάσουμε κατά πόσο η μοντελοποίηση των διεργασιών του υπολογιστικού μοντέλου, που πρότειναν οι Neokleous, Avraamides και Schizas είναι σωστές.



Σχήμα 4.2: Δέντρο που παρουσιάζει τα διάφορα είδη εικόνων, που παρουσιάζονται στο πείραμα.

Όπως μπορούμε να διακρίνουμε, από το πιο πάνω δέντρο, κάθε block, αποτελείται από 32 trials, τα 16 από τα οποία είναι Original, δηλαδή έχουν ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά με το πείραμα της Lavie, ενώ τα υπόλοιπα 16, παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά, με μόνη διαφορά ότι ο παραπλανητής δεν είναι ποτέ απόλυτα συμβατός με το στόχο, αλλά αναπαρίσταται από κάποιο γράμμα που μοιάζει με ένα εκ των δύο στόχων. Πιο

συγκεκριμένα, για το γράμμα-στόχο X, έχουμε ως similar distractor, το σύμβολο +, ενώ για το γράμμα στόχο Z, τον αριθμό 7. Επιπλέον, για κάθε μια από τις ομάδες, που αναφέραμε πιο πάνω, έχουμε δύο υπό-ομάδες, που αποτελούνται από 8 εικόνες. Κάθε μια από τις υπό-ομάδες, εμφανίζει είτε ψηλό αντιληπτικό φορτίο (High Load – HL) ή χαμηλό αντιληπτικό φορτίο (Low Load - LL). Επιπρόσθετα, κάθε υπό-ομάδα HL ή LL, χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, των 4 εικόνων, στις οποίες ο παραπλανητής εμφανίζεται είτε με κόκκινο χρώμα (Red), είτε με άσπρο χρώμα (White). Τέλος, κάθε κατηγορία, χωρίζεται σε δύο υπό-κατηγορίες, με 2 εικόνες η κάθε μια, όπου ο distractor είναι είτε συμβατός (Compatible - C), είτε μη-συμβατός (Incompatible - I) με το στόχο. Η σειρά με την οποία εμφανίζονται οι εικόνες, κάθε block, γίνεται τυχαία και ο στόχος αναπαρίσταται, τις μισές φορές με το γράμμα Z και στις υπόλοιπες με το γράμμα X, ώστε να μην υπάρχουν αμφισβητήσεις, σχετικά με τα αποτελέσματα, που να οφείλονται στο σχήμα του στόχου.

Το φόντο του πειράματος, είναι χρώματος μαύρου, ενώ τα γράμματα όπως και ο στόχος εμφανίζονται με άσπρο χρώμα, εκτός από τις περιπτώσεις που ο distractor είναι κόκκινος. Το μέγεθος τους είναι 36p, ενώ το σύμβολο +, που εμφανίζεται ως παραπλανητής σε μερικές περιπτώσεις, έχει μέγεθος 42p, ώστε να μην υπάρχουν διαφορές μεταξύ εκείνου και των υπόλοιπων γραμμάτων. Όλες οι εικόνες, υλοποιούνται με τον εξής τρόπο: Κάθε ένα από τα διάφορα γράμματα, όπως επίσης και ο στόχος, λαμβάνουν κάποια θέση στην οθόνη, από τις εξής συντεταγμένες:

X	Y
0	100
0	-100
80	-35
80	35
-80	35
-80	-35

Επίσης, ο παραπλανητής εμφανίζεται στη θέση με συντεταγμένες (-175,0). Μια τελική εικόνα, έχει την εξής μορφή:



Σχήμα 4.3: Μορφή τελικής εικόνας

Αρχικά οι συμμετέχοντες εκτελούν ένα δοκιμαστικό block, που αποτελείται από 10 trials, ώστε να μπορέσουν να εξοικειωθούν με το πείραμα και να είναι πλέον έτοιμοι, να αντεπεξέλθουν με το σωστό τρόπο, στο κυρίως πείραμα. Η σειρά με την οποία εμφανίζονται τα trials, επιλέγεται τυχαία, ενώ μετά την εμφάνιση κάθε εικόνας, εμφανίζεται μια κενή εικόνα, όπου οι συμμετέχοντες έχουν όσο χρόνο επιθυμούν για να απαντήσουν. Ωστόσο, επειδή οι οδηγίες που τους δίνονται, απαιτούν να απαντούν το γρηγορότερο δυνατόν, δεν παρατηρείται άσκοπη καθυστέρηση. Οι χρόνοι απόκρισης, το είδος της εικόνας, το γράμμα στόχος, όπως επίσης και η απάντηση που έδωσαν τα υποκείμενα, καταγράφονται σε ειδικά αρχεία που ονομάζονται Log Files, μετά από σχετικό προγραμματισμό, που έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού Presentation. Πιο κάτω, δίνεται παράδειγμα ενός τέτοιου αρχείου:

Iteration:	Code:	RT:	Response:	Target:
1	LLCW_09	538	2	2
2	LLCR_25	430	2	2
3	HLCR_19	401	2	2
4	HLIW_06	1080	1	2
5	Similar_HLCR_49	895	1	1
6	Similar_LLCR_57	860	2	2
7	HLCR_17	1456	1	1
8	HLIR_21	831	1	1
9	HLIW_07	1503	1	1
10	HLCW_03	931	2	2
11	Similar_LLIR_62	1552	2	2
12	LLIR_29	1040	1	1
13	Similar_HLIW_38	1545	2	2
14	LLCW_10	833	1	1
15	Similar_HLCW_35	1300	2	2

Σχήμα 4.4: Παράδειγμα Log File

Κάθε ένας από τους κωδικούς των εικόνων, συμβολίζει ένα μικρό χαρακτηριστικό της εικόνας. Για παράδειγμα, η λέξη Similar μπροστά από κάποιον κωδικό, σημαίνει ότι ο παραπλανητής, που εμφανίζεται στη συγκεκριμένη εικόνα, είναι πανομοιότυπος με το στόχο (+ ή 7), ενώ οι υπόλοιποι, αντιπροσωπεύουν παραδείγματα του αυθεντικού πειράματος της Lavie. Επιπρόσθετα, ο συνδυασμός χαρακτήρων HL ή LL, δηλώνουν το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου. Το ψηλό αντιληπτικό φορτίο συμβολίζεται ως HL (High Load), ενώ το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο με LL (Low Load). Τα άλλα δύο γράμματα, περιγράφουν κάποια χαρακτηριστικά του παραπλανητή. Πιο συγκεκριμένα, τα γράμματα C και I, συμβολίζουν τη συμβατότητα του παραπλανητή με το στόχο. Το γράμμα C, δηλώνει ότι ο παραπλανητής είναι συμβατός με το στόχο (Compatible), ενώ το γράμμα I, ότι είναι μη-συμβατός (Incompatible). Τέλος, τα γράμματα W και R, αντιπροσωπεύουν το χρώμα, με το οποίο εμφανίζεται ο παραπλανητής, δηλαδή W για White και R για Red.

Η Τρίτη στήλη σε σειρά, με κεφαλίδα RT αντιπροσωπεύει το χρόνο απόκρισης (Reaction Time) των υποκειμένων, ανάλογα με την εικόνα που τους παρουσιάστηκε. Οι δύο επόμενες στήλες, αντιπροσωπεύουν αντίστοιχα, την απάντηση που έδωσε το υποκείμενο και την απάντηση που θα έπρεπε να δώσει, όσον αφορά το γράμμα στόχο που εμφανιζόταν σε κάθε εικόνα. Ο κωδικός αριθμός 1, αντιπροσωπεύει το γράμμα-στόχο X, ενώ το 2, το γράμμα-στόχο Z. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται εύκολα διάκριση μεταξύ σωστών και λανθασμένων απαντήσεων που δόθηκαν, έτσι ώστε οι σωστές, να μπορούν να συμπεριληφθούν στα αποτελέσματα, από τα οποία θα εξάγουμε συμπεράσματα.

Το πιο πάνω αρχείο, δημιουργείται από το Presentation, με την επιπλέον δυνατότητα, ο προγραμματιστής, να μπορεί να συμπεριλάβει στο αρχείο Log file, τις τιμές που επιθυμεί, ώστε να γίνεται πιο εύκολη η ανάλυση των αποτελεσμάτων. Το αρχείο δημιουργείται δυναμικά κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος και είναι διαφορετικό για κάθε υποκείμενο, όχι μόνο στους χρόνους απόκρισης, αλλά και στην σειρά με την οποία εμφανίζονται οι εικόνες.

4.3 Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Βάση του υπολογιστικού μοντέλου, που πρότειναν οι Neokleous, Avraamides & Schizas, που συνδυάζει τα ευρήματα των δύο μεγάλων θεωριών, αυτή του αντιληπτικού φορτίου της Nillie Lavie και αυτή της παραπλάνησης, των Bennoni & Tsal, είναι γεγονός ότι το αντιληπτικό φορτίο, όπως και η παραπλάνηση, που προκαλούν άσχετα ερεθίσματα στο στόχο, παίζουν ρόλο στην οπτική προσοχή. Οι προσδοκίες μας, από το συγκεκριμένο πείραμα, είναι να ενισχύσουμε την θεωρία των πρώτων. Με λίγα λόγια, θέλουμε να δείξουμε ότι, η λειτουργία της οπτικής προσοχής συνδυάζει τις δύο θεωρίες.

Οι Bennoni & Tsal, παρατήρησαν ότι η παρεμβολή που ασκούσε ο distractor, ήταν εμφανής στο Low Load Condition, ενώ στο High Load Condition ήταν εκπληκτικά μειωμένη ή και μηδενική. Επίσης, στην ενδιάμεση κατάσταση ή Dilution Condition, όπως ονομάστηκε, είχε εξαλειφθεί, παρόλο που οι χρόνοι απόκρισης ήταν παρόμοιοι, όπως και στο Low Load Condition. Επομένως, σαφώς διακρινόμενα ερεθίσματα, που απαιτούν επεξεργασία χαμηλού φορτίου, εξαλείφουν την παρεμβολή του παραπλανητή και έτσι ο στόχος τίθεται σε επεξεργασία, αφού δεν ασκείται σε αυτόν παρεμβολή. Επίσης, η παρεμβολή που εμφανίζεται στο Low Load Condition, οφείλεται στην απουσία των άσχετων γραμμάτων και όχι στο μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου, συνεπώς, το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου, εξαρτάται από το ποσοστό παραπλάνησης που ασκείται στο στόχο. Εν κατακλείδι, οι παραπλανητές, (distractor και ουδέτερα γράμματα) τίθενται σε επεξεργασία, ανεξαρτήτως του μεγέθους του αντιληπτικού φορτίου.

Σύμφωνα με τη θεωρία της Lavie, τα ερεθίσματα με μεγαλύτερη προτεραιότητα επεξεργάζονται πρώτα, ενώ τα υπόλοιπα, επεξεργάζονται σε μετέπειτα στάδιο, εφόσον υπάρχουν διαθέσιμοι πόροι στο σύστημα. Στο Low Load Condition, ο στόχος είχε υψηλότερες τιμές πυροδότησης, ενώ και στόχος και παραπλανητής, συνεχίζουν στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας. Αντιθέτως, στο High Load Condition, όλα τα ερεθίσματα εμφανίζουν την ίδια νευρωνική ενεργοποίηση, ενώ έχουμε υψηλότερες τιμές στο χρόνο ανταπόκρισης, σε σχέση με το Low Load Condition. Συνεπώς, η αναζήτηση στο High Load Condition, δεν ήταν τόσο αποδοτική, όσο στο Low Load Condition, αφού παρουσιάζονταν υψηλότερα ποσοστά παραπλάνησης άρα η επεξεργασία άσχετων ερεθισμάτων, μπορεί να αποτραπεί,

αναλόγως του μεγέθους του αντιληπτικού φορτίου. Τέλος, προτείνεται ότι η προσοχή επηρεάζεται από χωρικές Top-Down αλληλεπιδράσεις, που πηγάζουν από τις οδηγίες.

Οι Neokleous, Anraamides & Schizas, τόνισαν ότι η διαφορά μεταξύ των δύο θεωριών, παρουσιάζεται στην ενδιάμεση κατάσταση Dilution Condition, στην πειραματική μελέτη των Benonni & Tsal. Σύμφωνα με αυτή, ο παραπλανητής, δεν ασκούσε καθόλου παρεμβολή στο στόχο, ασχέτως του αντιληπτικού φορτίου του έργου. Επομένως, το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου, εξαρτάται από το ποσοστό παραπλάνησης που ασκείται στο στόχο. Κατ' επέκταση, το υπολογιστικό μοντέλο που πρότειναν, συνδυάζει τις δύο θεωρίες και προσομοιώνει την προσοχή ως ένα συνεχές ρεύμα νευρωνικής ενέργειας, που είναι αρχικοποιημένη με Bottom-Up πληροφορίες, ενώ στη συνέχεια, ενσωματώνονται κατώφλια, που οφείλονται σε Top-Down επεξεργασία.

Στόχος μου είναι, μέσα από το πείραμα, να ενισχύσω την άποψη που υποστηρίζει το συνδυασμό των δύο θεωριών, αυξάνοντας την οπτική σημαντικότητα του παραπλανητή. Αναμένεται ότι, ο μέσος χρόνος απόκρισης, σε οθόνες που ο παραπλανητής είναι μη-συμβατός με το στόχο, να είναι μεγαλύτερος, παρά σε οθόνες που ο παραπλανητής είναι όμοιος με το στόχο. Συνάμα, η δεύτερη ομάδα, αναμένεται να παρουσιάζει μεγαλύτερο μέσο χρόνο απόκρισης, με μια τρίτη ομάδα ερεθισμάτων, στα οποία ο παραπλανητής είναι συμβατός με το στόχο. Πιο κάτω, ακολουθεί η ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Περιγραφή της Ανάλυσης των Αποτελεσμάτων:

Όπως αναφέραμε σε προηγούμενο υπό-κεφάλαιο, οι απαντήσεις των υποκειμένων, αποθηκεύονταν δυναμικά, σε ειδικά αρχεία που ονομάζονται Log Files. Επίσης, η σειρά εμφάνισης των ερεθισμάτων, εναλλασσόταν τυχαία μεταξύ υποκειμένων, αν και το πλήθος ερεθισμάτων από κάθε κατηγορία, ήταν σταθερός (6), για κάθε συμμετέχοντα.

Με σκοπό την ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων σε κατηγορίες και την απαλοιφή των λανθασμένων απαντήσεων, υλοποιήθηκε πρόγραμμα σε Java, το οποίο παίρνει σαν είσοδο ένα αρχείο, που περιέχει τα ονόματα όλων των Log Files και επιστρέφει ένα άλλο, που περιέχει τους χρόνους απόκρισης, ανά κατηγορία, για όλες τις σωστές απαντήσεις. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα, παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α.

Στη συνέχεια, εισήγαμε το συγκεκριμένο αρχείο στην Microsoft Office Excel και για κάθε κατηγορία, υπολογίσαμε το μέσο όρο των χρόνων απόκρισης, όπως επίσης και την τυπική απόκλιση η οποία υπολογίζεται ως εξής:

Έστω το σύνολο τιμών: {2, 4, 4, 4, 5, 5, 7, 9}

Ο μέσος όρος των πιο πάνω αριθμών υπολογίζεται ως: $2 + 4 + 4 + 4 + 5 + 5 + 7 + 9 = 5$

Για να υπολογίσουμε την τυπική απόκλιση του συνόλου, χρειάζεται να υπολογίσουμε το τετράγωνο της διαφοράς κάθε στοιχείου, από το μέσο όρο:

$(2 - 5)^2 = (-3)^2 = 9$	$(5 - 5)^2 = (0)^2 = 0$
$(4 - 5)^2 = (-1)^2 = 1$	$(5 - 5)^2 = (0)^2 = 0$
$(4 - 5)^2 = (-1)^2 = 1$	$(7 - 5)^2 = (2)^2 = 4$
$(4 - 5)^2 = (-1)^2 = 1$	$(9 - 5)^2 = (4)^2 = 16$

Σε επόμενη φάση, υπολογίζουμε την τετραγωνική ρίζα του μέσου όρου των αριθμών, που πήραμε από το προηγούμενο βήμα:

$$\sqrt{\frac{9+1+1+1+0+0+4+16}{8}} = 2$$

Για τον υπολογισμό δύο τυπικών αποκλίσεων από το μέσο όρο, διπλασιάζουμε τον αριθμό που πήραμε από την προηγούμενη εξίσωση. Για να κατανοήσουμε τον τρόπο που χρησιμοποιούμε την τυπική απόκλιση, για την επιλογή των αποτελεσμάτων, ας δούμε τι γίνεται, στο πιο πάνω παράδειγμα, για μια τυπική απόκλιση. Επιλέγουμε τα στοιχεία, που βρίσκονται στο εύρος μιας τυπικής απόκλισης, από το μέσο όρο. Αφού ο μέσος όρος είναι 5 και για μια τυπική απόκλιση, έχουμε τον αριθμό 2, τότε το εύρος αριθμών που επιλέγονται, βάση της κανονικής κατανομής, υπολογίζεται ως $(5 - 2) = 3$ και $(5 + 2) = 7$, δηλαδή (3 , 7), όπου 3 είναι ο μικρότερος αριθμός και 7 ο μέγιστος. Από το προηγούμενο παράδειγμα, απορρίπτουμε τους αριθμούς 2 και 9, που είναι εκτός του εύρους. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία, που περιγράφηκε πιο πάνω, με μόνη διαφορά, ότι οι υπολογισμοί έγιναν βάση δύο τυπικών αποκλίσεων.

Στη συνέχεια, αφού αφαιρέσαμε τους χρόνους απόκρισης, για τους οποίους δόθηκαν λανθασμένες απαντήσεις, όπως επίσης και τους χρόνους που απέκλιναν περισσότερο από δύο τυπικές αποκλίσεις, εφαρμόσαμε ανάλυση ANOVA, ή Ανάλυση Διασποράς όπως ονομάζεται, ώστε να πάρουμε μια πιο αναλυτική περιγραφή των αποτελεσμάτων. Πιο κάτω, δίνεται μια περιγραφή της Ανάλυσης Διασποράς και συγκεκριμένα, της one-way ANOVA, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία

Ανάλυση Διασποράς – Analysis Of Variance (ANOVA):

Η one-way Ανάλυση Διασποράς, είναι μια επέκταση του t-test, που χρησιμοποιείται ώστε να καθοριστούν οποιεσδήποτε στατιστικά σημαντικές διαφορές, μεταξύ των αριθμητικών μέσων, τριών ή περισσότερων ανεξάρτητων πληθυσμών.

Με στόχο την εκτέλεση μιας one-way ANOVA, απαιτούνται μια εξαρτημένη μεταβλητή, που είναι κατηγορηματική, με τρεις ή περισσότερες ομάδες και μια ανεξάρτητη μεταβλητή, που είναι συνεχής. Αναλυτικότερα, μια εξαρτημένη μεταβλητή ή, διαφορετικά, πειραματική ή μεταβλητή πρόβλεψης, είναι μια μεταβλητή που χειραγωγείται σε ένα πείραμα, ώστε να παρατηρήσουμε τις επιπτώσεις μιας εξαρτημένης μεταβλητής, που πολλές φορές ονομάζεται και μεταβλητή αποτελέσματος. Έστω ότι ένας καθηγητής, ζητά από 100 μαθητές, να συμπληρώσουν ένα test μαθηματικών και επίσης, ότι θέλει να γνωρίζει, ποίοι μαθητές είχαν καλύτερες επιδόσεις, από άλλους. Ο καθηγητής, αντιμετωπίζει μια δυσκολία στο να απαντήσει κάτι τέτοιο, διότι υπάρχουν μαθητές, που αφιερώνουν περισσότερο χρόνο να μελετήσουν, ενώ άλλοι, είναι απλά πιο έξυπνοι. Επομένως, η εξαρτημένη μεταβλητή, είναι ο βαθμός, που παίρνει τιμές, από 0 μέχρι 100 και οι ανεξάρτητες μεταβλητές, είναι ο χρόνος που αφιερώθηκε για μελέτη (σε ώρες) και η εξυπνάδα, που μετρήθηκε χρησιμοποιώντας το IQ test. Ο στόχος του καθηγητή, είναι να ερευνήσει κατά πόσο αυτές οι ανεξάρτητες μεταβλητές, έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή στην εξαρτημένη μεταβλητή. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι παρόλο που ο στόχος του πειράματος, είναι αυτός που προαναφέρθηκε, ο καθηγητής μπορεί να θέλει να εξετάσει κατά πόσο υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Όπως μπορούμε να αντιληφθούμε, στο συγκεκριμένο πείραμα, οι ανεξάρτητες μεταβλητές, είναι

οι δεκαέξι διαφορετικοί τύποι ερεθισμάτων ενώ η εξαρτημένη μεταβλητή, είναι ο χρόνος απόκρισης.

Επιπρόσθετα, η one-way Ανάλυση Διασποράς, χρησιμοποιείται είτε για τον καθορισμό των διαφορών, μεταξύ τριών ή περισσότερων ανεξάρτητων ομάδων, είτε για τον καθορισμό διαφορών μεταξύ καταστάσεων, είτε για τον καθορισμό αλλαγών στα αποτελέσματα.

Κατ' επέκταση, κάποιες φορές, είναι σημαντικό να ορίζουμε την μηδενική και την εναλλακτική υπόθεση, ώστε να μπορούμε να δηλώσουμε πια δεδομένα απορρίφθηκαν και πια έγιναν δεκτά, μετά το τέλος του πειράματος. Η μηδενική υπόθεση απαιτεί τους μέσους όρους κάθε ομάδας, να είναι ίσοι και συμβολίζεται ως H_0 , ενώ η εναλλακτική υπόθεση, χρησιμοποιείται όταν τουλάχιστον ένας μέσος, είναι διαφορετικός από τους υπόλοιπους.

Τέλος, η Ανάλυση Διασποράς, υποθέτει ότι, για όλα τα επίπεδα της ανεξάρτητης μεταβλητής, η εξαρτημένη ακολουθεί την κανονική κατανομή και δεν υπάρχουν ακραίες τιμές. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό, SPSS, της IBM, έκδοση 21. Πιο κάτω, εμφανίζεται ο πίνακας, της One-Way ANOVA, βάση των αποτελεσμάτων που πήραμε, από το SPSS.

Descriptives								
ReactionTime								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
SHLCW	100	898.29	287.562	28.756	841.23	955.35	462	1573
SHLIW	115	884.31	296.494	27.648	829.54	939.08	445	1777
SLLCW	112	655.44	124.671	11.780	632.09	678.78	401	942
SLLIW	124	663.08	160.597	14.422	634.53	691.63	358	1051
SHLCR	102	895.85	291.107	28.824	838.67	953.03	417	1692
SHLIR	112	897.23	297.833	28.143	841.47	953.00	390	1587
SLLCR	117	682.57	152.252	14.076	654.69	710.45	400	1075
SLLIR	125	704.28	183.234	16.389	671.84	736.72	378	1271
HLCW	105	886.05	250.152	24.412	837.64	934.46	454	1544
HLIW	95	878.02	282.827	29.017	820.41	935.64	419	1552
LLCW	120	714.10	168.581	15.389	683.63	744.57	341	1232
LLIW	114	735.08	234.760	21.987	691.52	778.64	404	1407
HLCR	110	877.11	290.285	27.678	822.25	931.97	401	1744
HLIR	99	901.15	380.034	38.195	825.36	976.95	404	1904
LLCR	119	662.13	137.431	12.598	637.18	687.07	385	1014
LLIR	109	702.91	209.687	20.084	663.10	742.72	377	1402
Total	1778	784.01	260.667	6.182	771.88	796.13	341	1904

Σχήμα 4.19: Πίνακας με τα αναλυτικά αποτελέσματα από το test One-Way ANOVA.

Όπως μπορούμε να δούμε, στον πιο πάνω πίνακα, παρουσιάζονται για κάθε ομάδα ερεθισμάτων ο μέσος όρος, η τυπική απόκλιση, το τυπικό σφάλμα και κάποια περεταίρω στατιστικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, παρουσιάζεται ο πίνακας ANOVA, κατά τον οποίο, βάση της στήλης “Sig”, μπορούμε να καταλάβουμε κατά πόσο οι μέσοι όροι είναι στατιστικά σημαντικοί. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, όπως φαίνεται και στην επόμενη εικόνα, το συγκεκριμένο πεδίο έχει την τιμή .000, που σημαίνει ότι οι μέσοι όροι είναι άνισοι μεταξύ τους (υπάρχει έστω και ένας που είναι διάφορος των υπολοίπων) αυτό σημαίνει το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό.

ANOVA					
ReactionTime					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	18426900.8	15	1228460.06	21.156	.000
Within Groups	102315850	1762	58068.019		
Total	120742751	1777			

Σχήμα 4.20: Πίνακας που παρουσιάζει τα στατιστικά στοιχεία της ανάλυσης ANOVA.

Η στατιστική ανάλυση ANOVA, παρέχει μια πιο ακριβή ανάλυση των αποτελεσμάτων και συγκεκριμένα, δείχνει τον τρόπο με τον οποίο η εξαρτημένη μεταβλητή, που στην συγκεκριμένη περίπτωση, είναι ο χρόνος απόκρισης των συμμετεχόντων, κατανέμεται ομοιόμορφα, πάνω στην ανεξάρτητη μεταβλητή, που αντιπροσωπεύει, τους 16 διαφορετικούς τύπους ερεθισμάτων, με τους οποίους αλληλεπιδρά το υποκείμενο.

Όπως αναφέραμε και προηγούμενος, στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας, ήταν να μπορέσουμε να κατανοήσουμε καλύτερα, τις σχέσεις μεταξύ των διαφόρων τύπων ερεθισμάτων και να κατορθώσουμε, να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι, αυξάνοντας την οπτική σημαντικότητα του παραπλανητή, αυξάνεται και ο χρόνος απόκρισης των υποκειμένων, που οφείλετε κατά κύριο λόγο, στο ποσοστό παραπλάνησης, που ασκείται στο στόχο, από τον παραπλανητή. Επίσης ήθελα να δείξω ότι, αυξάνοντας την ομοιότητα μεταξύ στόχου και παραπλανητή, δεν παρατηρείται τόσο μεγάλη διαφορά, στους χρόνους

απόκρισης, μεταξύ συμβατού και μη συμβατού παραπλανητή, που σημαίνει ότι, ένας οπτικά όμοιος παραπλανητής, δεν προκαλεί τόσο μεγάλα ποσοστά παραπλάνησης, εντούτοις, τη μειώνει.

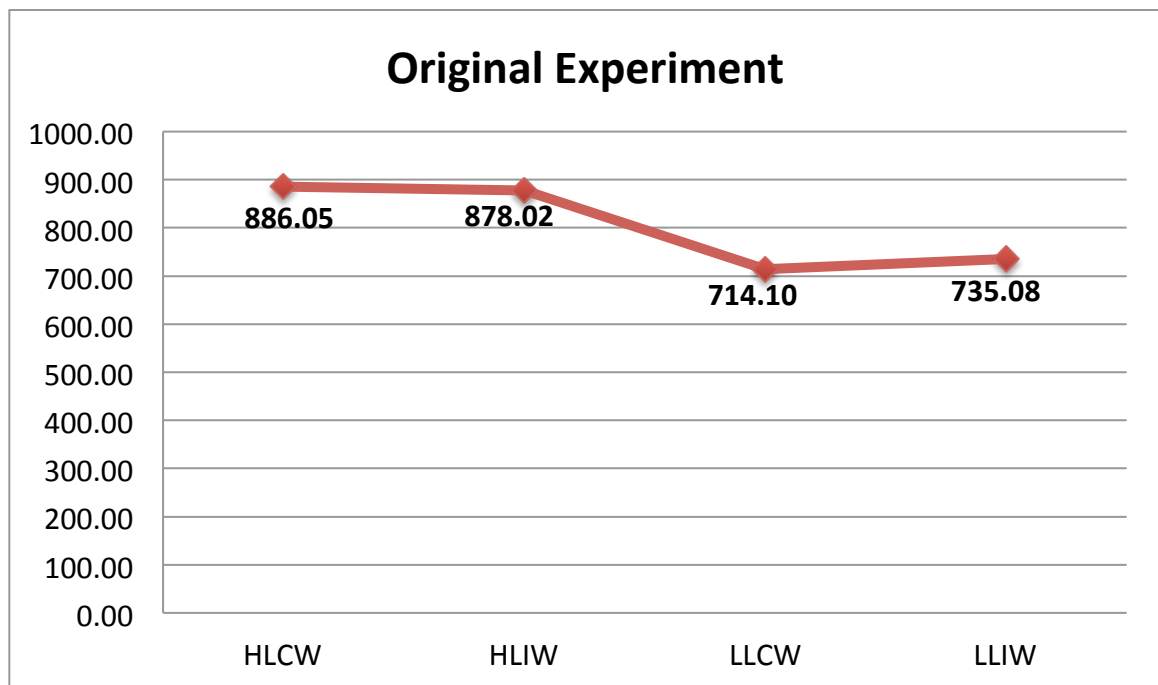
Στο επόμενο κεφάλαιο, περιγράφονται ρητά οι συγκεκριμένες παρατηρήσεις, που όπως θα δούμε, προκύπτουν με επιτυχία, από τα αποτελέσματα, που εξάχθηκαν από τη πειραματική διαδικασία, που ακολούθησα. Επιπλέον, θα περιγράψω τον τρόπο με τον οποίο, τα συγκεκριμένα συμπεράσματα, μοντελοποιούνται σε τελικό στάδιο, από το υπολογιστικό μοντέλο, που πρότειναν οι Kleanthis C. Neokleous, Marios N. Avraamides και Christos N. Schizas, το 2012.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα

- 5.1 Συμπεράσματα Πειράματος
- 5.2 Προτεινόμενο Υπολογιστικό Μοντέλο βάση των συμπερασμάτων που προέκυψαν
- 5.3 Μελλοντική Εργασία

5.1 Συμπεράσματα Πειράματος

Σύμφωνα με την ανάλυση των αποτελεσμάτων, που λήφθηκαν από το πείραμα, που περιγράφηκε πιο πάνω, κατέληξα σε πολλά συμπεράσματα, κάποια από τα οποία εξετάστηκαν και παρουσιάστηκαν και σε άλλες μελέτες. Όπως ανέφερα και προηγουμένως, το πείραμα που εκτέλεσα, στηρίχτηκε στο πείραμα που εκτέλεσε η Nillie Lavie, ώστε να εξετάσει τους παράγοντες που επηρεάζουν την οπτική αναζήτηση. Με το πείραμά της η Nillie Lavie, πρότεινε μια θεωρία, η οποία υποστηρίζει ότι σε περιπτώσεις που το έργο απαιτεί χαμηλό αντιληπτικό φορτίο, άσχετα ερεθίσματα τείνουν να επεξεργάζονται, λόγω εναπομεινάντων πόρων στο σύστημα, ενώ Top-Down αλληλεπιδράσεις, που προκαλούνται από τις οδηγίες που δίνονται στα υποκείμενα, ενισχύουν τη νευρική ενεργοποίηση του στόχου, ο οποίος στέλνει ανασταλτικά σήματα στα υπόλοιπα ερεθίσματα.

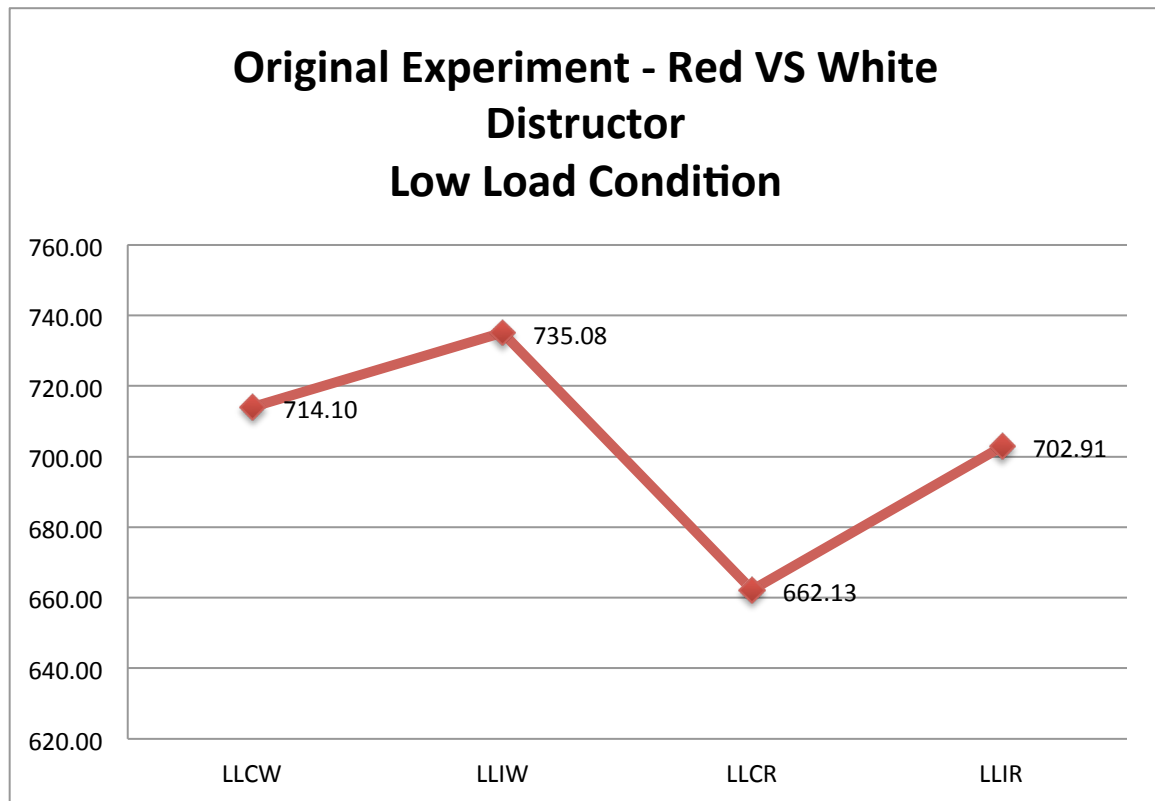


Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στις δύο περιπτώσεις, που το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου είναι μεγάλο, η μεταξύ τους διαφορά, στο μέσο χρόνο απόκρισης, είναι σχετικά μικρή, σε σύγκριση με τις περιπτώσεις, που το απαιτούμενο αντιληπτικό φορτίο είναι μικρό. Συνεπώς, τα συμπεράσματα που προκύπτουν, συνάδουν με τη θεωρία του αντιληπτικού φορτίου, που πρότεινε η προαναφερθείσα ερευνήτρια. Επομένως, όταν το

αντιληπτικό φορτίο είναι μικρό, άσχετα ερεθίσματα τίθενται σε επεξεργασία, αφού έχουμε μια αύξηση του χρόνου απόκρισης, στις περιπτώσεις που ο παραπλανητής είναι μη-συμβατός, έναντι των περιπτώσεων που είναι συμβατός.

Σύμφωνα με το υπολογιστικό μοντέλο, για τις περιπτώσεις, που το αντιληπτικό φορτίο του έργου, είναι μικρό, τόσο ο στόχος, όσο και ο παραπλανητής, καταφέρνουν να περάσουν στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, με παρόμοιες τιμές οπτικής σημαντικότητας (saliency). Εκεί, ανταγωνίζονται τα ερεθίσματα που βρίσκονται στις ενδογενής ενότητες στόχων. Ενώ ένας συμβατός παραπλανητής, στέλνει ανασταλτικά σήματα στο στόχο, εντούτοις, παρατηρούνται μικρότεροι χρόνοι απόκρισης, σε σχέση με περιπτώσεις με μη-συμβατό παραπλανητή.

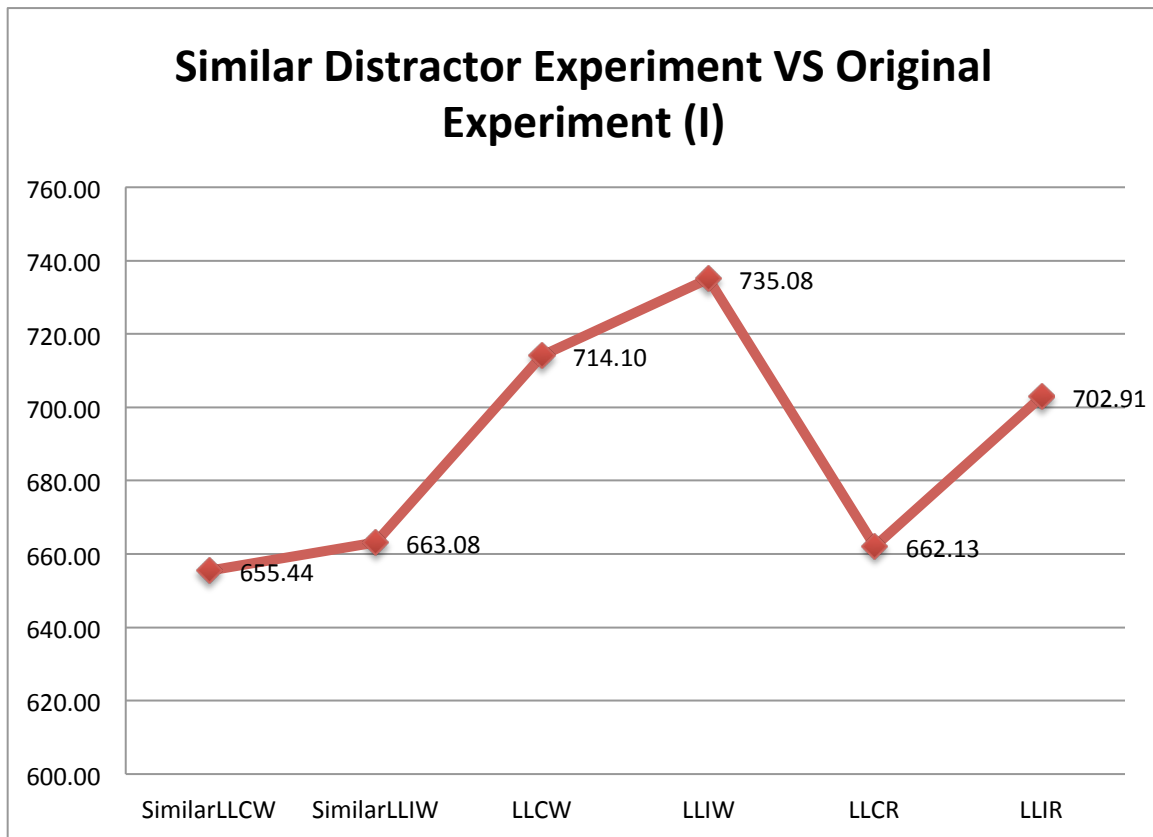
Αναφορικά με τα ερεθίσματα, που παρουσιάζουν όμοια χαρακτηριστικά με το πείραμα της Lavie, με μόνη διαφορά το χρώμα του παραπλανητή (κόκκινο), παρατηρήθηκε κάποια αύξηση στο χρόνο απόκρισης, όπως διακρίνεται και από την παρακάτω γραφική παράσταση:



Η διαφορά μεταξύ των δύο διαφορετικών περιπτώσεων, με χαμηλό αντιληπτικό φορτίο, που παρουσιάζονται πιο πάνω, είναι σαφώς διακριτή. Μπορούμε να δούμε ότι στις περιπτώσεις που ο παραπλανητής παρουσιάζεται με κόκκινο χρώμα (δύο τελευταία σημεία), η κλίση είναι μεγαλύτερη, παρά στην πρώτη περίπτωση. Αυτό συμβαίνει, διότι ο κόκκινος παραπλανητής, επιτυγχάνει μεγαλύτερη τιμή οπτικής σημαντικότητας, με αποτέλεσμα να προκαλεί μεγαλύτερο ποσοστό παραπλάνησης στο στόχο. Επομένως, ένας οπτικά σημαντικότερος παραπλανητής, στέλνει περισσότερα ανασταλτικά σήματα στο στόχο, με αποτέλεσμα να προκαλεί καθυστέρηση ανταπόκρισης.

Οι πιο πάνω ενέργειες, περιγράφονται ρητά από το υπολογιστικό μοντέλο, που περιγράφηκε στην ενότητα 3.3. Συγκεκριμένα, κατά το πρώτο στάδιο επεξεργασίας, τα ερεθίσματα, παίρνουν κάποια τιμή σημαντικότητας, βάση του αλγορίθμου Saliency, με αποτέλεσμα, ο παραπλανητής να έχει υψηλότερη τιμή στο saliency map, λόγω του διαφορετικού έντονου χρώματος. Έτσι, στόχος και παραπλανητής, καταφέρνουν να περάσουν στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας. Ενώ συγκρίνονται τοπικά με τους ενσωματωμένους στόχους, που βρίσκονται αποθηκευμένοι, στο Temporal Filter, ο παραπλανητής στέλνει μεγαλύτερο ποσό ανασταλτικών σημάτων στο στόχο, λόγω της υψηλότερης τιμής οπτικής σημαντικότητας. Ενισχύοντας όμως την νευρωνική δραστηριότητα, όλων των γραμμών με Top-Down χωρικές αλληλεπιδράσεις, στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, τελικά ο στόχος, καταφέρνει να εισχωρήσει στην εργαζόμενη μνήμη, με κάποια αυξημένη καθυστέρηση.

Κομμάτι της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, ήταν να αυξήσουμε την ομοιότητα μεταξύ στόχου και παραπλανητή. Αλλάζοντας το σχήμα του παραπλανητή, από X ή Z σε + ή 7, σύμφωνα με τις προβλέψεις μας, καταφέραμε να μειώσουμε το ποσοστό επιρροής του παραπλανητή προς το στόχο. Η επόμενη γραφική παράσταση, συσχετίζει τις περιπτώσεις στις οποίες, ο παραπλανητής ήταν όμοιος με άσπρο χρώμα και τις περιπτώσεις που ο παραπλανητής ήταν συμβατός ή μη-συμβατός, με άσπρο και κόκκινο χρώμα.

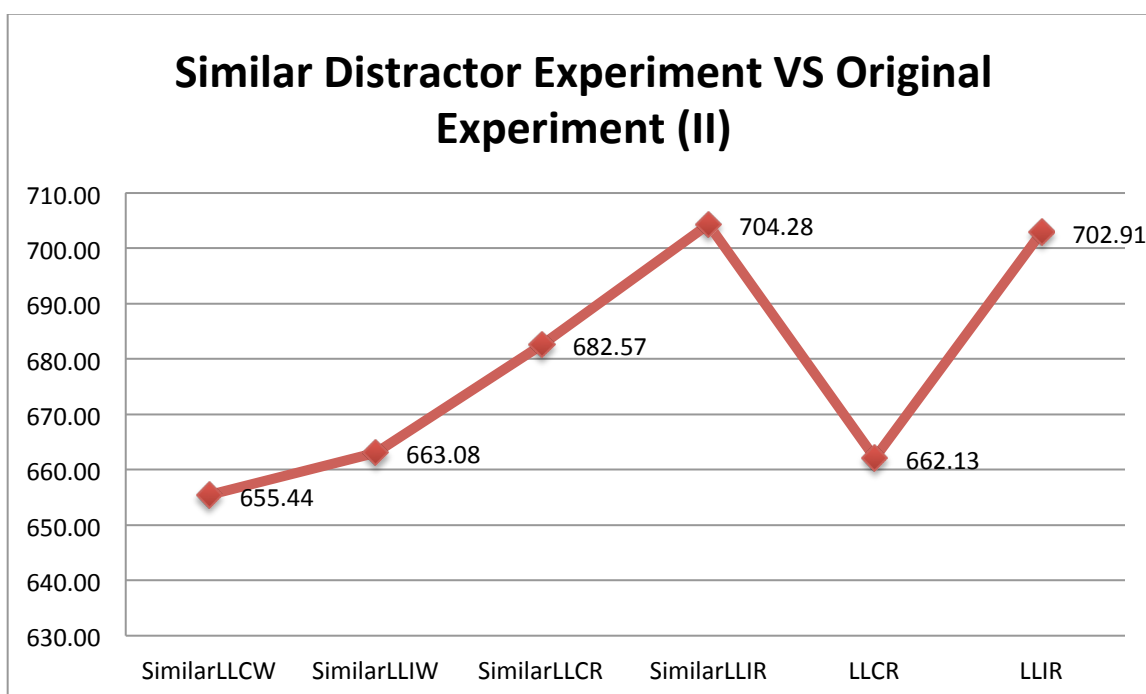


Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η κλίση μεταξύ των αντίστοιχων περιπτώσεων χαμηλού αντιληπτικού φορτίου, είναι περισσότερο εμφανής όταν ο παραπλανητής παρουσιάζεται με κόκκινο χρώμα και λιγότερο, όταν ο παραπλανητής είναι όμοιος και με άσπρο χρώμα, ενώ οι περιπτώσεις που ο παραπλανητής ήταν άσπρος (Original Experiment), κατατάσσονται στο ενδιάμεσο. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα δείχνουν αρχικά ότι, αυξάνοντας την ομοιότητα μεταξύ στόχου και παραπλανητή, εμφανίζεται κάποια παρεμβολή στο στόχο, που ορίζεται από τη διαφορά μεταξύ Incompatible – Compatible, αλλά δεν είναι τόσο μεγάλη, όση όταν ο παραπλανητής ήταν απόλυτα συμβατός ή μη-συμβατός.

Σύμφωνα με το μοντέλο, στόχος και παραπλανητής, περνούν στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας και συγκρίνονται με τους διαμορφωμένους ενδογενής στόχους του μοντέλου. Εντούτοις, ο στόχος, καταφέρνει να φτάσει στην εργαζόμενη μνήμη, σε πολύ μικρότερο

χρονικό διάστημα, εφόσον ο παραπλανητής, δεν αποστέλλει μεγάλο ποσοστό ανασταλτικών σημάτων στο στόχο.

Τέλος, αναφορικά με την τελευταία ομάδα ερεθισμάτων, επιδιώξαμε τη δημιουργία μιας ενδιάμεσης κατάστασης. Αυξήσαμε την ομοιότητα μεταξύ στόχου και παραπλανητή, όπως επίσης και την οπτική σημαντικότητα του παραπλανητή, αλλάζοντας το χρώμα του σε κόκκινο. Η πιο κάτω γραφική παράσταση, συγκρίνει τις περιπτώσεις στις οποίες, ο παραπλανητής είναι όμοιος με άσπρο χρώμα, όμοιος με κόκκινο χρώμα και απόλυτα συμβατός ή μη-συμβατός, με κόκκινο χρώμα.



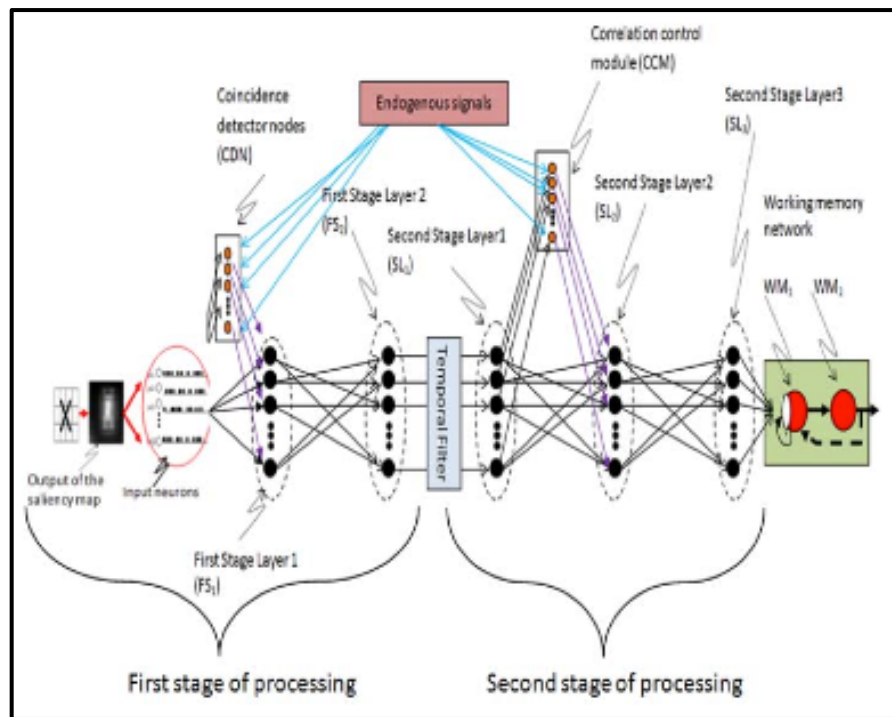
Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η αλλαγή του χρώματος του παραπλανητή, αύξησε το χρόνο απόκρισης. Αυτό το εύρημα επιβεβαιώνει το γεγονός ότι, ένας οπτικά σημαντικότερος παραπλανητής, στέλνει μεγαλύτερο ποσό ανασταλτικών σημάτων στο στόχο, με αποτέλεσμα να προκαλεί καθυστέρηση ανταπόκρισης. Όμως, η έλλειψη συμβατότητας, παίζει σημαντικό ρόλο, πράγμα που προκύπτει παρατηρώντας τις κλήσεις μεταξύ απόλυτα συμβατού-μη συμβατού, κόκκινου παραπλανητή και όμοιου, κόκκινου παραπλανητή.

Ολοκληρώνοντας, η αύξηση της οπτικής σημαντικότητας του παραπλανητή, συνάδει με το ποσοστό παραπλάνησης, που ασκείται στο στόχο, αφού παρατηρούνται μεγαλύτεροι χρόνοι απόκρισης. Το συγκεκριμένο εύρημα, περιγράφεται ρητά από το προτεινόμενο υπολογιστικό μοντέλο, όπως θα οριστεί και στο επόμενο υπό-κεφάλαιο.

5.2 Προτεινόμενο Υπολογιστικό Μοντέλο, βάση των συμπερασμάτων που προέκυψαν

Τα ευρήματα του συγκεκριμένου πειράματος, μπορούν να περιγραφούν ρητά από το υπολογιστικό μοντέλο, που πρότειναν οι Kleanthis C. Neokleous, Christos N. Schizas και Marios N. Avraamides. Η υπόθεσή τους ότι, η οπτική προσοχή συνδυάζει τα ευρήματα των δύο μεγάλων θεωριών, αυτή του αντιληπτικού φορτίου της Nillie Lavie και αυτή της παραπλάνησης των Benonni και Tsal, είναι σωστή.

Σύμφωνα με το υπολογιστικό μοντέλο, στο πρώτο στάδιο επεξεργασίας, καθορίζεται η οπτική σημαντικότητα κάθε ερεθίσματος, ενώ στέλνονται ανασταλτικά σήματα προς οπτικά ασήμαντα ερεθίσματα. Στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, προσομοιώνεται η νευρική δραστηριότητα, που αναπαριστά τα οπτικά ερεθίσματα, από τη δραστηριότητα που διατηρεί πληροφορίες για το στόχο, ενώ καταστέλλονται ολοκληρωτικά, οπτικά άσχετα ερεθίσματα. Παράλληλα, στόχος και παραπλανητής, ανταγωνίζονται για να μουν στην εργαζόμενη μνήμη. Η επόμενη εικόνα, παρουσιάζει το υπολογιστικό μοντέλο που πρότειναν οι προαναφερόμενοι, ενώ δίνεται μια περιεκτική περιγραφή του μοντέλου, στο κεφάλαιο 3.3.



Σχήμα 5.1: Bottom-Up και Top-Down αλληλεπιδράσεις, κατά την ανάπτυξη της νευρωνικής δραστηριότητας, στα δύο στάδια επεξεργασίας.

Σύμφωνα με την περιγραφή, που δόθηκε στο προηγούμενο υπό-κεφάλαιο, ο κόκκινος παραπλανητής, περνά στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, με ψηλότερη τιμή οπτικής σημαντικότητας από το στόχο, αποστέλλοντας του, κάποιο ποσό ανασταλτικών σημάτων, που είναι σαφώς μεγαλύτερο, σε σχέση με άλλες περιπτώσεις. Με την εφαρμογή των Top-Down αλληλεπιδράσεων, βάση των οδηγιών που δόθηκαν στα υποκείμενα, ο στόχος, καταφέρνει να υπερνικήσει τον παραπλανητή και να φτάσει πρώτος στην εργαζόμενη μνήμη, με κάποια καθυστέρηση.

5.3 Μελλοντική Εργασία

Όπως μπορούμε να αντιληφθούμε, η μοντελοποίηση των διεργασιών, που σχετίζονται με την οπτική προσοχή, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό βήμα, όχι μόνο για την επιστήμη της πληροφορικής, αλλά και για την Ψυχολογία, την Ιατρική, την Εκπαίδευση και πολλές άλλες. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα που προέκυψαν, από το παρόν πείραμα, το υπολογιστικό μοντέλο, που πρότειναν οι Kleanthis C. Neokleous, Christos N. Schizas και Marios N. Anraamides, αποτελεί μια πολύ σημαντική πρόοδο, στο συγκεκριμένο τομέα. Ξεκινώντας με μια υπόθεση, που τελικά βγήκε αληθής, μπορούμε σε τελικό στάδιο να υποστηρίξουμε τη θεωρία τους, περί μοντελοποίησης της οπτικής προσοχής. Για να μπορέσουμε όμως να πούμε με σιγουριά, ότι το συγκεκριμένο μοντέλο, είναι απόλυτα αντιπροσωπευτικό, πρέπει να γίνουν επιπλέον μελέτες, ώστε να μπορέσει όχι μόνο να ενισχυθεί η θεωρία των ερευνητών, αλλά επίσης, να δοθούν λύσεις σε πολλά προβλήματα, που σχετίζονται με τον τομέα της οπτικής προσοχής.

Το υπολογιστικό μοντέλο, αποτελείται από νευρώνες, τύπου Integrate and Fire, σε συνδυασμό με ανιχνευτή σύμπτωσης (CD). Προσομοιώνει την προσοχή ως ένα συνεχές ρεύμα, νευρωνικής ενέργειας, που είναι αρχικοποιημένη με Bottom-up πληροφορίες, ενώ, στη συνέχεια, ενσωματώνονται κατώφλια, που οφείλονται σε Top-Down επεξεργασία. Εδώ είναι σημαντικό να δώσουμε μια σύντομη περιγραφή ενός Integrate and Fire νευρώνα. Αρχικά, παρατηρείστε την πιο κάτω εικόνα:

Στο πρώτο στάδιο επεξεργασίας, η μοντελοποίηση της οπτικής δραστηριότητας, έγινε χρησιμοποιώντας το saliency map, το οποίο καθορίζει την οπτική σημαντικότητα κάθε ερεθίσματος, ανάλογα με το πόσο διαφορετικό είναι ένα ερέθισμα, από αυτά που το περιβάλλουν. Πιο συγκεκριμένα, η οπτική σημαντικότητα, υποστηρίζεται από νευροψυχολογικά ευρήματα, που δείχνουν ότι, στην περιοχή V1 του οπτικού φλοιού, η ανταπόκριση ενός νευρώνα, μπορεί να καταστέλλεται σημαντικά, ή να ενισχύεται με την προσομοίωση, στη γειτονιά του δεικτικού της πεδίου. Κατά το πρώτο στάδιο επεξεργασίας, η νευρωνική δραστηριότητα μπορεί να διαμορφωθεί από χωρικούς Top-Down παράγοντες.

Στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, προσομοιώνεται η διαμόρφωση της νευρικής δραστηριότητας, που αναπαριστά τα οπτικά ερεθίσματα, από τη δραστηριότητα, που διατηρεί πληροφορίες, για το στόχο, όπως ορίζεται από τις οδηγίες. Αυτές οι διαμορφώσεις πηγάζουν από μελέτες που δείχνουν ότι, η νευρική δραστηριότητα της περιοχής V4 του οπτικού φλοιού, επηρεάζεται από Top-Down δραστηριότητα. Σύμφωνα με νευροψυχολογικές αποδείξεις, η υλοποίηση αυτών των επιδράσεων, ενισχύει και συγχρονίζει τη νευρωνική δραστηριότητα, ενισχύοντας τις τιμές πυροδότησης των νευρώνων, που ανταποκρίνονται στα συγκεκριμένα ερεθίσματα, ενώ την ίδια στιγμή, τα εξαναγκάζει να πυροδοτηθούν, με πιο συγχρονισμένους ρυθμούς. Ταυτόχρονα, καταστέλλονται οι τιμές πυροδότησης των νευρώνων, που αντιστοιχούν σε άσχετα ερεθίσματα, ενώ κατά τη διάρκεια του έργου οπτικής αναζήτησης, δημιουργούνται και διαμορφώνονται ενδογενείς στόχοι, που έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με το στόχο και χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της οπτικής εισόδου. Η αξιολόγηση κάθε ερεθίσματος, υπολογίζεται βάση των συσχετίσεων μεταξύ των spike trains, που αντιπροσωπεύουν τα ερεθίσματα και των spike trains, που διαμορφώνουν το στόχο, στις ενδογενείς ενότητες του στόχου. Οι συγκεκριμένες διεργασίες εκτελούνται στο Correlation Control Module. Ωστόσο, πριν επεξεργαστεί, η νευρωνική δραστηριότητα κάθε ερεθίσματος, περνά διαμέσου ενός φίλτρου, που αναγνωρίζει το χρονισμό των spikes, χωρίς να μεταβάλλει το μέσο χρόνο πυροδότησης.

Επιπλέον μελέτες, που θα μπορούσαν να γίνουν, με στόχο την περαιτέρω ενίσχυση του υπολογιστικού μοντέλου, που περιγράφεται πιο πάνω, είναι αρκετές. Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να αυξήσουμε την οπτική σημαντικότητα, επιπλέον άσχετων ερεθισμάτων, ώστε να δούμε κατά πόσο αυξάνεται ο χρόνος απόκρισης, όταν περισσότερα από ένα ερεθίσματα, προσπαθούν να περάσουν στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας. Επίσης, θα μπορούσαμε να αφαιρέσουμε εντελώς το στόχο, από την κυκλική διάταξη, ενώ ο παραπλανητής, θα είχε τα ίδια χαρακτηριστικά με προηγουμένως. Έτσι, αναμένεται ότι, ο παραπλανητής, θα ασκεί κάποια επιρροή, που θα αυξάνει το ποσοστό παραπλάνησης και το χρόνο απόκρισης των υποκειμένων.

Γενικότερα, θα μπορούσαν να γίνουν πολλών ειδών μελέτες, στο τομέα της οπτικής προσοχής και ειδικότερα στη μοντελοποίησή της. Αν και οι λειτουργίες φαίνονται απλές και κατανοητές, εντούτοις, υπολογιστικά μοντέλα, που προσομοιώνουν τη γνώση των διεργασιών του εγκεφάλου, αναφορικά με την προσοχή ή άλλες γνωστικές λειτουργίες, μπορούν να θεωρηθούν χρήσιμα.

Βιβλιογραφία

- [1] Benoni H. & Tsal Y. (2010) Where have we gone wrong? Perceptual load does not affect selective attention. Department of Psychology, Tel Aviv University
- [2] Christos N. Schizas, «Εισαγωγή στην Υπολογιστική Νοημοσύνη», Συστήματα Υπολογιστικής Νοημοσύνης – Σημειώσεις Διαλέξεων, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2013
- [3] Dominique Lamy & Yehoshua Tsal, “A salient Distractor does not Disrupt Conjunction Search”, Tel Aviv University
- [4] I. A. Rybak , V. I. Gusakova, A. V. Golovan, L. N. Podladchikova, and N. A. Shevtsova, “BMV: Behavioral Model of Visual Perception and Recognition”, A. B. Kogan Research Institute for Neurocybernetics, Rostov State University, Rostov-on-Don, Russia
- [5] Kleanthis C. Neokleous, Christos N. Schizas & Marios N, Avraamides (2012). Modeling Dilution Effects In Perceptual Load Search Tasks. Department of Computer Science. University of Cyprus
- [6] Lavie, N. & Cox, S. (1997). On the efficiency of attentional selection: Efficient visual search results in inefficient rejection of distraction. Psychological Science, 8, 395-398
- [7] Marios N. Avraamides, «Προσοχή 1» και «Προσοχή 2», Γνωστική Ψυχολογία, Τμήμα Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2011
- [8] Neuroinformatics <http://en.wikipedia.org/wiki/Neuroinformatics>
- [9] One Way Anova, <https://statistics.laerd.com>
- [10] Theory of Mind, http://en.wikipedia.org/wiki/Theory_of_mind
- [11] Βασιλάκη Ελένη, «Φύση και Ανάπτυξη της Θεωρίας του Νου», Σεμινάριο: Θέματα Γνωστικής Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης
- [12] Πέτρος Ρούσσοις, «Προσοχή», Γνωστική Ψυχολογία 1
- [13] Σημειώσεις Γνωστικής Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο Ηρακλείου, 2012, «Προσοχή»
- [14] Συνείδηση, <http://el.wikipedia.org/wiki/Συνείδηση>

- [15] Τάσση Διονυσία, Τερτζιώτη Αλίκη, «Εγκέφαλος και Γνωστικές Λειτουργίες», Πανεπιστήμιο Κρήτης, Σχολή Επιστημών Αγωγής, 2010
- [16] «Μια σύντομη Ιστορία της πληροφορικής» Γραμμένη από τον Jeffrey Shallit για το μάθημα CS 134 του Πανεπιστημίου του Waterloo το καλοκαίρι του 1995. Μια μετάφραση της σελίδας αυτής στα Γαλλικά έχει γίνει από την Anne Dicky του Πανεπιστημίου του Bordeaux.
- [17] “Visual Perception”
<http://www.maclester.edu/academics/psychology/whathap/ubnrp/aesthetics/perception.html>
- [18] Neurobehavioral Systems Presentation Documentation
http://www.neurobs.com/menu_presentation/menu_documentation/documentation_view
- [19] Perceptual Load <http://www.slideshare.net/sanzon5/perceptual-load-2583181>
- [20] Computational Modeling of Visual Attention
http://www.cnb.cmu.edu/cns/papers/Itti_Koch_NRN01.pdf
- [21] Είδη Μεταβλητών <http://statistics.scientist.gr/14.pdf>
- [22] Early and Late Selection Theories of Attention
<http://plato.stanford.edu/entries/attention/>

Παράρτημα Α

Log File Processing

```
import java.io.*;

import java.util.ArrayList;

public class FileProc {

    public static void main(String[] args) {

        // TODO Auto-generated method stub

        // SIMILAR

        ArrayList<Double> SHLCW = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> SHLIW = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> SLLCW = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> SLLIW = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> SHLCR = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> SHLIR = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> SLLCR = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> SLLIR = new ArrayList<Double>();

        // ORIGINAL

        ArrayList<Double> HLCW = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> HLIW = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> LLCW = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> LLIW = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> HLCR = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> HLIR = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> LLCR = new ArrayList<Double>();
        ArrayList<Double> LLIR = new ArrayList<Double>();

        int c1[]=new int[16];

        int i=0;
```

```

        int sum[]=new int[16];
        for(i=0;i<16;i++)
            sum[i]=0;
    try {
        PrintWriter out = new PrintWriter(new BufferedWriter(new FileWriter("Wrong.txt")));
        FileInputStream fstream = new FileInputStream("Results.txt");
        DataInputStream in1 = new DataInputStream(fstream);
        BufferedReader br1 = new BufferedReader(new InputStreamReader(in1));
        String strLine;
        String fname;
        while ((fname=br1.readLine())!= null){
            FileInputStream fstream1 = new FileInputStream(fname);
            DataInputStream in = new DataInputStream(fstream1);
            BufferedReader br = new BufferedReader(new InputStreamReader(in))
            // FileWriter f = new FileWriter("averages.txt");
            // BufferedWriter out = new BufferedWriter(f);
            br.readLine();
            br.readLine();
            br.readLine();
            while ((strLine = br.readLine()) != null) {
                // System.out.println(strLine);
                String[] words = strLine.split("\\t+");
                String name = words[1];
                name = name.substring(0, name.lastIndexOf('_'));
                //System.out.println(name);
                if(Integer.parseInt(words[3])!=Integer.parseInt(words[4])){
                    if (name.startsWith("Similar")) {
                        if (name.equals("Similar_HLCW")) {

```

```

        SHLCW.add (Double.parseDouble(words[2]));
    }
    if (name.equals("Similar_LLCW"))
        SLLCW.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("Similar_HLIW"))
        SHLIW.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("Similar_LLIW"))
        SLLIW.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("Similar_HLCR"))
        SHLCR.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("Similar_LLCR"))
        SLLCR.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("Similar_HLIR"))
        SHLIR.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("Similar_LLIR"))
        SLLIR.add(Double.parseDouble(words[2]));
} else {
    if (name.equals("HLCW"))
        HLCW.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("LLCW"))
        LLCW.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("HLIW"))
        HLIW.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("LLIW"))
        LLIW.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("HLCR"))
        HLCR.add(Double.parseDouble(words[2]));
    if (name.equals("LLCR"))

```

```

LLCR.add(Double.parseDouble(words[2]));

        if (name.equals("HLIR"))
            HLIR.add(Double.parseDouble(words[2]));
        if (name.equals("LLIR"))
            LLIR.add(Double.parseDouble(words[2]));} } }

br.close();}
br1.close();
c1[0]=SHLCW.size();
c1[1]=SHLIW.size();
c1[2]=SLLCW.size();
c1[3]=SLLIW.size();
c1[4]=SHLCR.size();
c1[5]=SHLIR.size();
c1[6]=SLLCR.size();
c1[7]=SLLIR.size();
c1[8]=HLCW.size();
c1[9]=HLIW.size();
c1[10]=LLCW.size();
c1[11]=LLIW.size();
c1[12]=HLCR.size();
c1[13]=HLIR.size();
c1[14]=LLCR.size();
c1[15]=LLIR.size();
out.println("SimilarHLCW");
for(i=0;i<SHLCW.size();i++){
    out.println(SHLCW.get(i));
}

```

```

out.println("\nSimilarHLIW");
for(i=0;i<SHLIW.size();i++){
    out.println(SHLIW.get(i));
}
out.println("\nSimilarLLCW");
for(i=0;i<SLLCW.size();i++){
    out.println(SLLCW.get(i));
}
out.println("\nSimilarLLIW");
for(i=0;i<SLLIW.size();i++){
    out.println(SLLIW.get(i));
}
out.println("SimilarHLCR");
for(i=0;i<SHLCR.size();i++){
    out.println(SHLCR.get(i));
}
out.println("\nSimilarHLIR");
for(i=0;i<SHLIR.size();i++){
    out.println(SHLIR.get(i));
}
out.println("\nSimilarLLCR");
for(i=0;i<SLLCR.size();i++){
    out.println(SLLCR.get(i));
}
out.println("\nSimilarLLIR");
for(i=0;i<SLLIR.size();i++){
    out.println(SLLIR.get(i));
}

```

```

out.println("\nHLCW");
for(i=0;i<HLCW.size();i++){
    out.println(HLCW.get(i));
}
out.println("\nHLIW");
for(i=0;i<HLIW.size();i++){
    out.println(HLIW.get(i));
}
out.println("\nLLCW");
for(i=0;i<LLCW.size();i++){
    out.println(LLCW.get(i));
}
out.println("\nLLIW");
for(i=0;i<LLIW.size();i++){
    out.println(LLIW.get(i));
}
out.println("HLCR");
for(i=0;i<HLCR.size();i++){
    out.println(HLCR.get(i));
}
out.println("\nHLIR");
for(i=0;i<HLIR.size();i++){
    out.println(HLIR.get(i));
}
out.println("\nLLCR");
for(i=0;i<LLCR.size();i++){
    out.println(LLCR.get(i));
}

```

```

        out.println("\nLLIR");
        for(i=0;i<LLIR.size();i++){
            out.println(LLIR.get(i));
        }
        out.close();
        System.out.println("File Created Successfully");
    } catch (Exception e) { // Catch exception if any
        e.printStackTrace();
        System.out.println("Exception");
        System.err.println("Error: " + e.getMessage());
    }
}
}

```

Παράρτημα Β

Κώδικας Πειράματος Χρησιμοποιώντας το Λογισμικό Presentation

```
no_logfile=true;
response_matching=simple_matching;
#header
scenario= "FINAL.sce";
active_buttons=4;
button_codes=1,2,3,4;
#default_max_responses=120;
default_background_color=0,0,0;

begin;
#####
#
#SDL Part
#####
#

#Letter Definition

text{caption="X"; font_size=36; font_color=255,255,255;}t1;
text{caption="Z"; font_size=36; font_color=255,255,255;}t2;

text{caption="K"; font_size=36; font_color=255,255,255;}l1;
text{caption="H"; font_size=36; font_color=255,255,255;}l2;
text{caption="V"; font_size=36; font_color=255,255,255;}l3;
text{caption="N"; font_size=36; font_color=255,255,255;}l4;
text{caption="W"; font_size=36; font_color=255,255,255;}l5;
text{caption="O"; font_size=36; font_color=255,255,255;}l6;

text{caption="X"; font_size=36; font_color=255,0,0;}r1;
text{caption="Z"; font_size=36; font_color=255,0,0;}r2;

text{caption="+"; font_size=42; font_color=255,255,255;}s1;
text{caption="7"; font_size=36; font_color=255,255,255;}s2;

text{caption="+"; font_size=42; font_color=255,0,0;}sr1;
text{caption="7"; font_size=36; font_color=255,0,0;}sr2;

text{caption="V"; font_size=36; font_color=255,0,0;}n;

#define "thank you" text
text {caption="Thank you for participating.";font_size=28;font_color=255,255,255;}inst00;
```

```

#define instruction 1
text{caption="Press space to continue...";font_size=48;font_color=255,255,255;} inst1;

#define instruction 2
text{caption="Three Blocks of a 32 trials will be presented to
you.";font_size=28;font_color=255,255,255;} inst2;

#define instruction 3
text{caption=" Choose between the letters Z and
X,";font_size=28;font_color=255,255,255;} inst3;

#define instruction 4
text{caption="the one which occurs on the region of the circular
area.";font_size=28;font_color=255,255,255;} inst4;

#define instruction 5
text{caption="A Block of 10 testing trials(maximum) will be presented to
you.";font_size=28;font_color=255,255,255;} inst5;

#define instruction 6
text{caption="Press space to continue OR enter to
exit...";font_size=42;font_color=255,255,255;} inst6;

#define instruction 7
text{caption="When you are ready to begin the experiment, press space to
continue.";font_size=28;font_color=255,255,255;} inst7;

#define instruction 8
text{caption="When you are ready to continue the experiment, press space to
continue.";font_size=24;font_color=255,255,255;} inst8;

#####
#
STIMULI DEFINITION
#####
#####

#@#@#@#@#@#@#@#@#@#@LAVIE EXPERIMENT#@#@#@#@#@#@#@#@#@#@

#%%%%%%%%%%%%%%WHITE DISTRACTOR%%%%%%%%%%%%%%

#*****HIGH LOAD CONDITION*****

#////////COMPATIBLE DISTRACTOR/////////
#picture 1
picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l1;

```

```

x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text t1;
x=-175; y=0;
}pic1;

```

```

#picture 2
picture {
text l1;
x=0; y=100;
text t1;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text t1;
x=-175; y=0;
}pic2;

```

```

#picture 3
picture {
text l1;
x=0; y=100;
text l2;
x=0; y=-100;
text t2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text t2;
x=-175; y=0;
}pic3;

```

```

#picture 4

```

```

picture{
text l1;
x=0; y=100;
text l2;
x=0; y=-100;
text l3;
x=80; y=35;
text t2;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text t2;
x=-175; y=0;
}pic4;

```

#####INCOMPATIBLE DISTRACTOR#####

```

#picture 5
picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l1;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text t2;
x=-175; y=0;
}pic5;

```

```

#picture 6
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text t2;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;

```

```
text t1;  
x=-175; y=0;  
}pic6;
```

```
#picture 7  
picture{  
text l1;  
x=0; y=100;  
text l2;  
x=0; y=-100;  
text t1;  
x=80; y=35;  
text l3;  
x=-80; y=35;  
text l4;  
x=-80; y=-35;  
text l5;  
x=80; y=-35;  
text t2;  
x=-175; y=0;  
}pic7;
```

```
#picture 8  
picture{  
text l1;  
x=0; y=100;  
text l2;  
x=0; y=-100;  
text l3;  
x=80; y=35;  
text t2;  
x=-80; y=35;  
text l4;  
x=-80; y=-35;  
text l5;  
x=80; y=-35;  
text t1;  
x=-175; y=0;  
}pic8;
```

```
*****LOW LOAD CONDITION*****
```

```
#####COMPATIBLE DISTRACTOR#####
```

```
#picture 9  
picture{  
text t2;  
x=0; y=100;
```

```

text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text t2;
x=-175; y=0;
}pic9;

```

```

#picture 10
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text t1;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text t1;
x=-175; y=0;
}pic10;

```

```

#picture 11
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text t2;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text t2;
x=-175; y=0;
}pic11;

```

```

#picture 12
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text t1;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text t1;
x=-175; y=0;
}pic12;

```

#####INCOMPATIBLE DISTRACTOR#####

```

#picture 13
picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text t2;
x=-175; y=0;
}pic13;

```

```

#picture 14
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text t2;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;

```

```

x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text t1;
x=-175; y=0;
}pic14;

```

```

#picture 15
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text t1;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text t2;
x=-175; y=0;
}pic15;

```

```

#picture 16
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text t2;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text t1;
x=-175; y=0;
}pic16;

```

%%%%%%%%%%%%%%RED DISTRATOR%%%%%%%%%%%%%%

*****HIGH LOAD CONDITION*****

//////////COMPATIBLE DISTRATOR//////////

```

#picture 1

```

```

picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l1;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text r1;
x=-175; y=0;
}pic17;

```

```

#picture 2
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text t1;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text r1;
x=-175; y=0;
}pic18;

```

```

#picture 3
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text l2;
x=0; y=-100;
text t2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text r2;

```

```
x=-175; y=0;  
}pic19;
```

```
#picture 4  
picture{  
text l1;  
x=0; y=100;  
text l2;  
x=0; y=-100;  
text l3;  
x=80; y=35;  
text t2;  
x=-80; y=35;  
text l4;  
x=-80; y=-35;  
text l5;  
x=80; y=-35;  
text r2;  
x=-175; y=0;  
}pic20;
```

```
#####INCOMPATIBLE DISTRACTOR#####
```

```
#picture 5  
picture{  
text t1;  
x=0; y=100;  
text l1;  
x=0; y=-100;  
text l2;  
x=80; y=35;  
text l3;  
x=-80; y=35;  
text l4;  
x=-80; y=-35;  
text l5;  
x=80; y=-35;  
text r2;  
x=-175; y=0;  
}pic21;
```

```
#picture 6  
picture{  
text l1;  
x=0; y=100;  
text t2;  
x=0; y=-100;  
text l2;  
x=80; y=35;
```

```

text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text r1;
x=-175; y=0;
}pic22;

```

```

#picture 7
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text l2;
x=0; y=-100;
text t1;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text r2;
x=-175; y=0;
}pic23;

```

```

#picture 8
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text l2;
x=0; y=-100;
text l3;
x=80; y=35;
text t2;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text r1;
x=-175; y=0;
}pic24;

```

```

#*****LOW LOAD CONDITION*****

```

#####COMPATIBLE DISTRATOR#####

```
#picture 9
picture{
text t2;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text r2;
x=-175; y=0;
}pic25;
```

```
#picture 10
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text t1;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text r1;
x=-175; y=0;
}pic26;
```

```
#picture 11
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text t2;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
```

```

text l6;
x=80; y=-35;
text r2;
x=-175; y=0;
}pic27;

```

```

#picture 12
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text t1;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text r1;
x=-175; y=0;
}pic28;

```

#####INCOMPATIBLE DISTRACTOR#####

```

#picture 13
picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text r2;
x=-175; y=0;
}pic29;

```

```

#picture 14
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text t2;
x=0; y=-100;

```

```

text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text r1;
x=-175; y=0;
}pic30;

```

```

#picture 15
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text t1;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text r2;
x=-175; y=0;
}pic31;

```

```

#picture 16
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text t2;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text r1;
x=-175; y=0;
}pic32;

```

#@@@@@@@@@@@@@@@@SIMILAR DISTRACTOR@@@@@@@@@@@@@@@@

%%%%%%%%%%%%%%%WHITE DISTRACTOR%%%%%%%%%

*****HIGH LOAD CONDITION*****

//////////COMPATIBLE DISTRACTOR//////////

```
#picture 1
picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l1;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text s1;
x=-175; y=0;
}pic33;
```

```
#picture 2
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text t1;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text s1;
x=-175; y=0;
}pic34;
```

```
#picture 3
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text l2;
x=0; y=-100;
text t2;
```

```

x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text s2;
x=-175; y=0;
}pic35;

```

```

#picture 4
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text l2;
x=0; y=-100;
text l3;
x=80; y=35;
text t2;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text s2;
x=-175; y=0;
}pic36;

```

#####INCOMPATIBLE DISTRACTOR#####

```

#picture 5
picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l1;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text s2;
x=-175; y=0;
}pic37;

```

```

#picture 6
picture{

```

```

text l1;
x=0; y=100;
text t2;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text s1;
x=-175; y=0;
}pic38;

```

```

#picture 7
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text l2;
x=0; y=-100;
text t1;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text s2;
x=-175; y=0;
}pic39;

```

```

#picture 8
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text l2;
x=0; y=-100;
text l3;
x=80; y=35;
text t2;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text s1;
x=-175; y=0;

```

```
}pic40;
```

```
*****LOW LOAD CONDITION*****
```

```
#####COMPATIBLE DISTRACTOR#####
```

```
#picture 9
picture{
text t2;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text s2;
x=-175; y=0;
}pic41;
```

```
#picture 10
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text t1;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text s1;
x=-175; y=0;
}pic42;
```

```
#picture 11
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text t2;
```

```

x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text s2;
x=-175; y=0;
}pic43;

```

```

#picture 12
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text t1;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text s1;
x=-175; y=0;
}pic44;

```

#####INCOMPATIBLE DISTRACTOR#####

```

#picture 13
picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text s2;
x=-175; y=0;
}pic45;

```

```

#picture 14

```

```

picture{
text l6;
x=0; y=100;
text t2;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text s1;
x=-175; y=0;
}pic46;

```

```

#picture 15
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text t1;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text s2;
x=-175; y=0;
}pic47;

```

```

#picture 16
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text t2;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text s1;

```

```
x=-175; y=0;
}pic48;
```

```
%%%%%%%%%%%%%%RED DISTRACTOR%%%%%%%%%%%%%%
```

```
*****HIGH LOAD CONDITION*****
```

```
#####COMPATIBLE DISTRACTOR#####
```

```
#picture 1
picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l1;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text sr1;
x=-175; y=0;
}pic49;
```

```
#picture 2
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text t1;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text sr1;
x=-175; y=0;
}pic50;
```

```
#picture 3
picture{
text l1;
x=0; y=100;
```

```

text l2;
x=0; y=-100;
text t2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text sr2;
x=-175; y=0;
}pic51;

```

```

#picture 4
picture{
text l1;
x=0; y=100;
text l2;
x=0; y=-100;
text l3;
x=80; y=35;
text t2;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text sr2;
x=-175; y=0;
}pic52;

```

#####INCOMPATIBLE DISTRACTOR#####

```

#picture 5
picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l1;
x=0; y=-100;
text l2;
x=80; y=35;
text l3;
x=-80; y=35;
text l4;
x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text sr2;

```

```
x=-175; y=0;  
}pic53;
```

```
#picture 6  
picture{  
text l1;  
x=0; y=100;  
text t2;  
x=0; y=-100;  
text l2;  
x=80; y=35;  
text l3;  
x=-80; y=35;  
text l4;  
x=-80; y=-35;  
text l5;  
x=80; y=-35;  
text sr1;  
x=-175; y=0;  
}pic54;
```

```
#picture 7  
picture{  
text l1;  
x=0; y=100;  
text l2;  
x=0; y=-100;  
text t1;  
x=80; y=35;  
text l3;  
x=-80; y=35;  
text l4;  
x=-80; y=-35;  
text l5;  
x=80; y=-35;  
text sr2;  
x=-175; y=0;  
}pic55;
```

```
#picture 8  
picture{  
text l1;  
x=0; y=100;  
text l2;  
x=0; y=-100;  
text l3;  
x=80; y=35;  
text t2;  
x=-80; y=35;  
text l4;
```

```

x=-80; y=-35;
text l5;
x=80; y=-35;
text sr1;
x=-175; y=0;
}pic56;

```

```

*****LOW LOAD CONDITION*****

```

```

////////////////COMPATIBLE DISTRACTOR////////////////

```

```

#picture 9
picture{
text t2;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text sr2;
x=-175; y=0;
}pic57;

```

```

#picture 10
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text t1;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text sr1;
x=-175; y=0;
}pic58;

```

```

#picture 11
picture{

```

```

text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text t2;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text sr2;
x=-175; y=0;
}pic59;

```

```

#picture 12
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text t1;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text sr1;
x=-175; y=0;
}pic60;

```

#####INCOMPATIBLE DISTRACTOR#####

```

#picture 13
picture{
text t1;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;

```

```

x=80; y=-35;
text sr2;
x=-175; y=0;
}pic61;

```

```

#picture 14
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text t2;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text sr1;
x=-175; y=0;
}pic62;

```

```

#picture 15
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text t1;
x=80; y=35;
text l6;
x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text sr2;
x=-175; y=0;
}pic63;

```

```

#picture 16
picture{
text l6;
x=0; y=100;
text l6;
x=0; y=-100;
text l6;
x=80; y=35;
text t2;

```

```

x=-80; y=35;
text l6;
x=-80; y=-35;
text l6;
x=80; y=-35;
text sr1;
x=-175; y=0;
}pic64;

#define a black picture
picture{background_color=0,0,0;}black;

#define trials for all images and instructions

#####
#TRIAL
#####
array{
#LAVIE WHITE
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100; #define trial duration at 100ms
picture pic1; #present picture "pic1"
code="HLCW_01";
}trial1;

trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic3;
code="HLCW_03";
}trial3;

trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic6;
code="HLIW_06";
}trial6;

trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic7;
code="HLIW_07";
}trial7;

trial{

```

```
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic9;
code="LLCW_09";
}trial8;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic10;
code="LLCW_10";
}trial9;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic13;
code="LLIW_13";
}trial10;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic14;
code="LLIW_14";
}trial11;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic17;
code="HLCR_17";
}trial12;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic19;
code="HLCR_19";
}trial13;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic21;
code="HLIR_21";
}trial14;
```

```
trial{
start_delay=500;
```

```
trial_duration=100;  
picture pic22;  
code="HLIR_22";  
}trial15;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic25;  
code="LLCR_25";  
}trial16;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic26;  
code="LLCR_26";  
}trial17;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic29;  
code="LLIR_29";  
}trial18;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic30;  
code="LLIR_30";  
}trial19;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic33;  
code="Similar_HLCW_33";  
}trial20;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic35;  
code="Similar_HLCW_35";  
}trial21;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;
```

```
picture pic37;  
code="Similar_HLIW_37";  
}trial22;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic38;  
code="Similar_HLIW_38";  
}trial23;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic41;  
code="Similar_LLCW_41";  
}trial24;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic42;  
code="Similar_LLCW_42";  
}trial25;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic45;  
code="Similar_LLIW_45";  
}trial26;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic46;  
code="Similar_LLIW_46";  
}trial27;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic49;  
code="Similar_HLCR_49";  
}trial28;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic51;
```

```
code="Similar_HLCR_51";  
}trial29;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic53;  
code="Similar_HLIR_53";  
}trial30;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic54;  
code="Similar_HLIR_54";  
}trial31;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic57;  
code="Similar_LLCR_57";  
}trial32;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic58;  
code="Similar_LLCR_58";  
}trial33;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic61;  
code="Similar_LLIR_61";  
}trial34;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic62;  
code="Similar_LLIR_62";  
}trial35;  
}pictures1;
```

```
#ARRAY 2  
array{  
trial{  
start_delay=500;
```

```
trial_duration=100;  
picture pic2;  
code="HLCW_02";  
}trial67;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic4;  
code="HLCW_04";  
}trial66;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic5;  
code="HLIW_05";  
}trial65;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic8;  
code="HLIW_08";  
}trial64;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic11;  
code="LLCW_11";  
}trial63;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic12;  
code="LLCW_12";  
}trial62;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic15;  
code="LLIW_15";  
}trial61;
```

```
trial{
```

```
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic16;
code="LLIW_16";
}trial60;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic18;
code="HLCR_18";
}trial59;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic20;
code="HLCR_20";
}trial58;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic23;
code="HLIR_23";
}trial57;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic24;
code="HLIR_24";
}trial56;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic27;
code="LLCR_27";
}trial55;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic28;
code="LLCR_28";
}trial54;
```

```
trial{
start_delay=500;
```

```
trial_duration=100;  
picture pic31;  
code="LLIR_31";  
}trial53;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic32;  
code="LLIR_32";  
}trial52;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic34;  
code="Similar_HLCW_34";  
}trial51;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic36;  
code="Similar_HLCW_36";  
}trial50;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic39;  
code="Similar_HLIW_39";  
}trial49;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic40;  
code="Similar_HLIW_40";  
}trial48;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic43;  
code="Similar_LLCW_43";  
}trial47;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;
```

```
picture pic44;  
code="Similar_LLCW_44";  
}trial46;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic47;  
code="Similar_LLIW_47";  
}trial45;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic48;  
code="Similar_LLIW_48";  
}trial44;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic50;  
code="Similar_HLCR_50";  
}trial43;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic52;  
code="Similar_HLCR_52";  
}trial42;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic55;  
code="Similar_HLIR_55";  
}trial41;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic56;  
code="Similar_HLIR_56";  
}trial40;
```

```
trial{  
start_delay=500;  
trial_duration=100;  
picture pic60;
```

```
code="Similar_LLCR_60";
}trial39;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic59;
code="Similar_LLCR_59";
}trial38;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic64;
code="Similar_LLIR_64";
}trial37;
```

```
trial{
start_delay=500;
trial_duration=100;
picture pic63;
code="Similar_LLIR_63";
}trial36;
}pictures2;
```

```
trial{
picture black;
target_button=1,2,3;
duration=target_response;
code="black";
}blk;
```

##INSTUCTION TRIALS

```
trial{
picture{
text inst1;
x=0; y=0;
}instr1;
target_button=3; #target button required "space"
duration=target_response; #duration of trial: until response is given
code="space";
}in1;
```

```
trial{
picture{
text inst6;
x=0; y=0;
}instr2;
target_button=3,4; #target button required "space" or "enter"
```

```

duration=target_response; #duration of trial: until response is given
code="spaceORenter";
}in2;

```

```

trial{
picture{
text inst7;
x=0; y=0;
}instr7;
target_button=3; #target button required "space"
duration=target_response; #duration of trial: until response is given
code="spaceeee";
}in7;

```

```

trial{
picture{
text inst8;
x=0; y=0;
}instr8;
target_button=1,2; #target button required "X" or "Z"
duration=target_response; #duration of trial: until response is given
code="spaceeee";
}in8;

```

```

trial{
trial_duration=8000;
picture{
text inst2;
x=-25; y=50;
text inst3;
x=-25; y=0;
text inst4;
x=-25; y=-50;
}instr3;
code="odigia";
}instruction;

```

```

trial{
trial_duration=8000;
picture{
text inst5;
x=-25; y=50;
text inst3;
x=-25; y=0;
text inst4;
x=-25; y=-50;
}instr4;
code="odigia1";
}instruction2;

```

```

trial{
trial_duration=6000;
picture {
text inst00;
x=-25;y=0;
}thx;
code="THANK_YOU";
}thnx;

#####
#####
#PCL PART
#####
#####

begin_pcl;

output_file log1=new output_file; #create new output file
log1.open("Results.txt", false); #open output file named "Results.txt"

#present the instruction
log1.print(string(instruction.trial_type()));

#print the column names in the log file
log1.print("RESULTS\n\nInteration: \tCode: \t\t RT: \t\t Responce:\t Target: ");

#VARIABLES DEFINITION
string kodikos;#TRIAL CODE
string res; #RESULT
int stoxos=0; #
int target=0;#TARGET
int rt=0; #REACTION TIME

#counters
int i=0;
int j=0;
int x=0;
int k=0;

#present testing trials' instruction
instruction2.present();

#PRESS SPACE TO CONTINUE instruction
in1.present();

#shuffle pictures2 array
pictures2.shuffle();

```

```

#testing block
loop x=1 until x>10
begin

#present the first picture in the array
pictures2[x].present();

blk.present();#PRESENT THE BLACK PICTURE

in2.present(); #PRESS SPACE TO CONTINUE instruction

stimulus_data last0=stimulus_manager.last_stimulus_data();

#check if the subject wants to continue
if(last0.button()==4) then
x=pictures2.count()+1;
end;
x=x+1;
end;

in7.present();

x=0;

#present main experiment's instruction
instruction.present();

#PRESS SPACE TO CONTINUE
in1.present();

k=1;

#create 3 blocks of 32 trials
loop i=1 until i>3 #3 total blocks

begin

#shuffle pictures' table
pictures1.shuffle(); #shuffle pictures1
pictures2.shuffle(); #shuffle pictures2

begin
j=0;
x=x+1;

#present all the pictures in the block
loop j=1 until j>pictures1.count()

```

```

begin

if(i==2)then
#present the pictures in the second table
pictures2[j].present();
else

#present the pictures in the 1st table
pictures1[j].present();

end;


stimulus_data last1=stimulus_manager.last_stimulus_data();

#get the code of the last trial presented
kodikos=last1.event_code(); #GET THE TRIAL'S CODE

#get the response given
stoxos=last1.button(); #BUTTON PRESSED

blk.present();#PRESENT THE BLACK PICTURE
log1.print("\n");


response_data last=response_manager.last_response_data();

#response time= last stimuli presented - last response given
rt=last.time()-last1.time();

####FILE PRINTING

#log1.print("\n");
#print the number of iteration
log1.print(k);

#print the picture's code
log1.print("\t\t"+kodikos);


log1.print("\t\t\t");
log1.print(rt);

#save the last response given
res=string(last.code());

log1.print("\t\t"+res);

```

```

#####
#
####Check the which is the target letter
#####
#

if(kodikos=="HLCW_01" || kodikos=="HLCW_02" || kodikos=="HLIW_05" ||
kodikos=="HLIW_07" || kodikos=="LLCW_10"
|| kodikos=="LLCW_12" || kodikos=="LLIW_13" || kodikos=="LLIW_15" ||
kodikos=="HLCR_17" || kodikos=="HLCR_18" || kodikos=="HLIR_21" ||
kodikos=="HLIR_23" || kodikos=="LLCR_26"
|| kodikos=="LLCR_28" || kodikos=="LLIR_29" || kodikos=="LLIR_31" ||

kodikos=="Similar_HLCW_33" || kodikos=="Similar_HLCW_34" ||
kodikos=="Similar_HLIW_37" || kodikos=="Similar_HLIW_39" ||
kodikos=="Similar_LLCW_42"
|| kodikos=="Similar_LLCW_44" || kodikos=="Similar_LLIW_45" ||
kodikos=="Similar_LLIW_47" ||
kodikos=="Similar_HLCR_49" || kodikos=="Similar_HLCR_50" ||
kodikos=="Similar_HLIR_53" || kodikos=="Similar_HLIR_55" ||
kodikos=="Similar_LLCR_58"
|| kodikos=="Similar_LLCR_60" || kodikos=="Similar_LLIR_61" ||
kodikos=="Similar_LLIR_63" )then
target=1; #target is 'X'
else
target=2; #target is 'Z'
end;
log1.print("\t\t");

#print the target letter in the file
log1.print(target);

in1.present();
rt=0;
j=j+1;
k=k+1;

end;
in8.present();

end;

i=i+1;
end;
thnx.present();

```