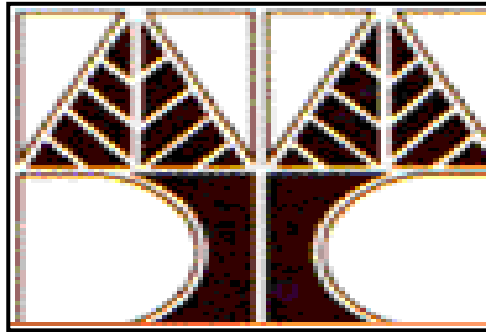


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ
ΕΣΤΙΑΣΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ

ΧΡΙΣΤΙΑΝΑ Σ. ΧΡΙΣΤΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΧΡΙΣΤΟΣ Ν. ΣΧΙΖΑΣ

ΜΑΙΟΣ 2010

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας της πληροφορικής που παρατηρείται από τη δεκαετία του 80 μέχρι και τις μέρες μας, ο άνθρωπος έχει υιοθετήσει τον υπολογιστή και γενικότερα την επιστήμη της πληροφορικής στη καθημερινή του ζωή. Αρχικά ο πρώτος υπολογιστής υλοποιήθηκε με σκοπό να εκτελεί μαθηματικές πράξεις, όμως η επιστήμη της πληροφορίας προϋπήρχε από την εποχή του Αριστοτέλη. Με τη πάροδο των χρόνων, οι προγραμματιστές ανάλαβαν να τον μετατρέψουν από ένα απλό ηλεκτρονικό μηχάνημα σε μηχάνημα με τεράστιες δυνατότητες για διευκόλυνση και εξυπηρέτηση των ανθρώπινων αναγκών. Σήμερα πολλοί ερευνητές προσπαθούν να δημιουργήσουν υπολογιστές που να μιμούνται τον ανθρώπινο τρόπο σκέψης. Κατά καιρούς κάποιои έχουν παρομοιάσει τον ανθρώπινο εγκέφαλο με ένα υπολογιστή όπου το υλικό (hardware) το αποτελούν οι νευρώνες του εγκεφάλου και το λογισμικό (software) η σκέψη, δηλαδή το μυαλό. Έτσι ένας μεγάλος αριθμός επιστημόνων, μελετά τον τρόπο σκέψης και λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου, με απώτερο σκοπό να προγραμματίσουν τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, το μηχάνημα ή το μοντέλο κατάλληλα για να λειτουργεί με τον ίδιο περίπου τρόπο όπως ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Οι προσπάθειες που γίνονται αποβλέπουν στον εντοπισμό των παραγόντων που συμβάλουν στη δημιουργία διαφόρων συμπεριφορών.

Έτσι και εμείς με τη σειρά μας θελήσαμε να συνεισφέρουμε σε αυτό το σημαντικό τμήμα της πληροφορικής μελετώντας και μοντελοποιώντας τον τρόπο λειτουργίας της προσοχής και συγκεκριμένα το ρόλο της εστίασης της προσοχής. Αρχικός στόχος της διπλωματικής μας είναι η έρευνα της οπτικής προσοχής και της εστίασης της οπτικής προσοχής. Συγκεκριμένα, πως ο ανθρώπινος εγκέφαλος λαμβάνοντας όλα τα εισερχόμενα ερεθίσματα μπορεί να επικεντρωθεί σε ένα από αυτά και να αγνοήσει τα υπόλοιπα; Για την καλύτερη προσέγγιση του θέματος υλοποιήσαμε δυο πειράματα με σκοπό τα αποτελέσματα τους να μας δώσουν απαντήσεις σε σημαντικά ερωτήματα που βασίζονται στη εστίαση της προσοχής.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύουμε διάφορες έννοιες που χρησιμοποιούνται στη διπλωματική αυτή όπως είναι η μνήμη, η οποία αποτελείται από δυο είδη, τη

βραχύχρονη και τη μακρόχρονη μνήμη. Αναφέρουμε τον τρόπο λειτουργίας της λειτουργικής μνήμης καθώς και τα μέρη που την αποτελούν. Για να μπορέσουν οι πληροφορίες να αποθηκευτούν στη λειτουργική μνήμη πρέπει τα οπτικά ερεθίσματα να εισέλθουν από την αίσθηση της όρασης στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Έτσι η επόμενη έννοια που αναλύουμε είναι η οπτική προσοχή, η οποία μας παρέχει το σημαντικότερο κομμάτι του περιβάλλοντος στο οποίο ζει ο άνθρωπος. Όμως λόγω του μεγάλου αριθμού πληροφοριών που λαμβάνει ο άνθρωπος από το οπτικό περιβάλλον του, η οπτική επιλεκτική προσοχή αναλαμβάνει να επιλέξει τη σημαντικότερη πληροφορία η οποία θα αποθηκευτεί στη λειτουργική μνήμη. Για την επιλογή της σημαντικότερης πληροφορίας σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι μηχανισμοί επιλεκτικής οπτικής προσοχής. Η έννοια της εστίασης της προσοχής, η οποία διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην έρευνα μας αφού θελήσαμε από τα πειράματά μας να ερευνήσουμε πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος της στην επιλογή της σημαντικότερης πληροφορίας και αγνόησης των άσχετων ερεθισμάτων. Για τον εντοπισμό των σημαντικότερων ερεθισμάτων, τα υπολογιστικά μοντέλα της οπτικής προσοχής δημιουργούν τον saliency χάρτη πάνω στον οποίο αποτυπώνονται τα σημαντικότερα ερεθίσματα που προκύπτουν από τα πιο έντονα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που προβάλλονται στην οπτική σκηνή.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται διάφορα υπολογιστικά μοντέλα που έχουν δημιουργηθεί κατά καιρούς από διάφορους σημαντικούς επιστήμονες. Τα διάφορα αυτά μοντέλα διαφοροποιούνται ανάλογα με τη στρατηγική που εφαρμόζεται για να επιλεγεί η αισθητήρια εισαγωγή και να παρουσιαστεί το μεγαλύτερο ερέθισμα. Αρχικά αναλύουμε το μοντέλο του Itti L. το οποίο ήταν επέκταση του μοντέλου του Koch C. και Ulfman S. και αποτέλεσε πηγή έμπνευσης για πολλούς επιστήμονες. Αναλύουμε τον τρόπο λειτουργίας του μοντέλου αυτού για τη δημιουργία του saliency χάρτη. Στη συνέχεια παρουσιάζουμε ένα άλλο υπολογιστικό μοντέλο με το οποίο θα διερευνήσουμε την οπτική προσοχή σε διάφορες περιπτώσεις. Σε αυτό το υπολογιστικό μοντέλο η προσοχή καθοδηγείται από τους bottom-up και top-down μηχανισμούς με στόχο να γίνει κατανοητή η νευρωνική αλληλεπίδραση.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τη βιβλιογραφία από προηγούμενες μελέτες οπτικής προσοχής, αφού το θέμα αυτό αποτέλεσε πόλο έλξης για πολλούς επιστήμονες. Οι μελέτες αυτές ασχολήθηκαν με το πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος του αντιληπτικού φορτίου για την επιλογή της κατάλληλης πληροφορίας απορρίπτοντας τις άσχετες πληροφορίες. Η Lavie N. παρουσίασε τη Θεωρία του αντιληπτικού φορτίου, η οποία υποστηρίζει ότι η επεξεργασία των άσχετων ερεθισμάτων μπορεί να αποτραπεί ανάλογα με το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου. Δηλαδή στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο λόγω του περιορισμένου αριθμού πόρων που έχει στη διάθεση του ο ανθρώπινος εγκέφαλος μετά την επεξεργασία της οπτικής σκηνής δεν μπορεί να επεξεργαστεί άσχετα ερεθίσματα. Ενώ στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο ο ανθρώπινος εγκέφαλος από την επεξεργασία της οπτικής σκηνής έχει διαθέσιμους πόρους με αποτέλεσμα αυτοί να χρησιμοποιούνται από τον εγκέφαλο για την επεξεργασία άσχετων ερεθισμάτων.

Ακολουθώς αναφέρουμε μια άλλη έρευνα που πραγματοποίησε ο Johnson D. Ο Johnson D υποστήριξε μια διαφορετική άποψη από αυτή της Lavie N.. Στόχος του Johnson D. με το πείραμα του, ήταν να αποδείξει ότι το αντιληπτικό φορτίο δεν είναι ο μόνος παράγοντας που καθορίζει εάν η προσοχή θα εστιαστεί αποτελεσματικά στο στόχο και θα αγνοηθεί η επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος. Αυτό το πέτυχε με τη χρήση ενός ενδογενούς συνθηματικού που ήταν ένα βέλος.

Τέλος παρουσιάζουμε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο Κύπρου το Μάιο του 2009. Στην έρευνα αυτή μελετήθηκε η προσθήκη ενός ενδιάμεσου αντιληπτικού φορτίου και πως αυτό επηρεάζει ή όχι την επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τα πειράματα που υλοποιήσαμε για τη μελέτη της σημαντικότητας της εστίασης της προσοχής. Περιγράφουμε λεπτομερώς τον τρόπο λειτουργίας των πειραμάτων, το λογισμικό καθώς επίσης και τον εξοπλισμό που έχει χρησιμοποιηθεί. Αναλύουμε τα αποτελέσματα των πειραμάτων χρησιμοποιώντας ένα στατιστικό πρόγραμμα και διατυπώνουμε τα δικά μας συμπεράσματα. Τα αποτελέσματα αυτά τα συγκρίνουμε με τα αποτελέσματα που έχουμε πάρει από το υπολογιστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται στην έρευνα αυτή.

Στο πέμπτο και τελευταίο στάδιο αναφέρουμε τα τελικά μας συμπεράσματα που προκύπτουν μέσα από τα πειράματα και το υπολογιστικό μοντέλο. Περιγράφουμε τη δική μας συνεισφορά στην επιστήμη της πληροφορικής και τις μελλοντικές έρευνες που μπορούν να γίνουν για εντοπισμό των παραγόντων που επηρεάζουν τον τρόπο λειτουργίας τους ανθρώπινου εγκεφάλου, έχοντας σαν στόχο πάντα τη δημιουργία ενός πληροφοριακού νευρωνικού δικτύου, το οποίο θα βασίζεται στην οπτική επιλεκτική προσοχή.

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ
ΕΣΤΙΑΣΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ**

Χριστιάνα Χρίστου

Η Διατριβή αυτή
Υποβλήθηκε προς Μερική Εκπλήρωση των
Απαιτήσεων για την Απόκτηση
Τίτλου Σπουδών Master
σε Προηγμένες Τεχνολογίες Πληροφορικής
στο
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Συστήνεται προς Αποδοχή
από το Τμήμα Πληροφορικής

Μάιος, 2010

ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

Διατριβή Master

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΕΣΤΙΑΣΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ

Παρουσιάστηκε από

Χριστιάνα Χρίστου

Ερευνητικός Σύμβουλος Χρίστος Ν. Σχίζας

Όνομα Ερευνητικού Συμβούλου

Μέλος Επιτροπής Μάριος Αβρααμίδης

Όνομα Μέλους Επιτροπής

Μέλος Επιτροπής Χριστάκης Χριστοδούλου

Όνομα Μέλους Επιτροπής

Πανεπιστήμιο Κύπρου

Μάιος, 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η διπλωματική εργασία αποτελεί μέρος ολοκλήρωσης του μεταπτυχιακού μου προγράμματος Προηγμένες Τεχνολογίες Πληροφορικής. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Κύριο Χρίστο Σχίζα για τις συμβουλές, την καθοδήγηση και το χρόνο που αφιέρωσε κατά τη διάρκεια της ολοκλήρωσης της διπλωματικής μου.

Ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω προς τον επίκουρο καθηγητή Μάριο Αβρααμίδη του τμήματος ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Κύπρου, ο οποίος μου παρείχε το λογισμικό και την τεχνική υποστήριξη για την δημιουργία και εξαγωγή των αποτελεσμάτων των πειραμάτων.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διδακτορικό φοιτητή Κλεάνθη Νεοκλέους, ο οποίος με εκτενείς συζητήσεις για το θέμα της διατριβής μου με καθοδηγούσε για να αντιληφθώ σωστά τα σημαντικότερα σημεία της διπλωματικής μου.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια μου για τη βοήθεια και υποστήριξη που μου προσέφεραν όλο αυτό τον καιρό για την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού μου. Τη διπλωματική αυτή την αφιερώνω στη κόρη μου Ευτυχία ως ελάχιστη τιμή για τις ώρες που δεν πέρασα κοντά της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	
1.1. Μνήμη.....	1
1.2. Λειτουργική μνήμη.....	1-2
1.3. Οπτική προσοχή.....	2-3
1.4. Εστίαση της προσοχής	3-4
1.5. Επιλεκτική οπτική προσοχή - μηχανισμοί επιλεκτικής οπτικής προσοχής (bottom up και top-down).	4-7
1.6. Bottom up και saliency χάρτης.....	7-9
2. Υπολογιστικά μοντέλα:	
2.1. Υπολογιστικό μοντέλο Itti και Koch	9-13
2.2. Υπολογιστικό μοντέλο προσοχής.....	13-18
3. Προηγούμενες πειραματικές μελέτες	
3.1. Ιστορική εξέλιξη προσοχής–προηγούμενες μελέτες οπτικής προσοχής..	19-22
3.2. Θεωρία αντιληπτικού φορτίου	22-29
3.3. Ενδογενές σύνθημα για αποφυγή επεξεργασία άσχετων ερεθισμάτων ...	29-30
3.4. Θεωρία αντιληπτικού φορτίου – ενδιάμεσο αντιληπτικό φορτίο	31-32
4. Σχεδίαση και υλοποίηση πειράματος εστίασης προσοχής	
4.1. Επιλεκτική προσοχή επηρεάζεται από τη χωρική τοποθέτηση	33-36
4.2. Υλοποίηση πειράματος για τη μελέτη του focus of attention.....	36-37
4.3. Στόχοι πειράματος	38
4.4. Ανάλυση 1 ^{ου} πειράματος	38-40
4.4.1. Περιγραφή 1 ^{ου} πειράματος.....	40-42
4.4.2. Ανάλυση αποτελεσμάτων 1 ^{ου} πειράματος	42-44
4.4.3. Συμπεράσματα 1 ^{ου} πειράματος	44-47
4.4.4. Ανάλυση ακρίβειας 1 ^{ου} πειράματος.....	47-48
4.5. Ανάλυση αποτελεσμάτων με χρήση υπολογιστικού μοντέλου	49-50
4.6. Ανάλυση 2 ^{ου} πειράματος	
4.6.1. Περιγραφή 2 ^{ου} πειράματος.....	51-52
4.6.2. Ανάλυση αποτελεσμάτων 2 ^{ου} πειράματος	53-54
4.6.3. Συμπεράσματα 2 ^{ου} πειράματος	54-56

4.6.4.	Ανάλυση ακρίβειας 2 ^{ου} πειράματος.....	56-57
5.	Τελικά συμπεράσματα	58-59
5.1.	Συνεισφορά στην επιστήμη της πληροφορικής	59-60
5.2.	Μελλοντική έρευνα	60-62
6.	Αναφορές	63-64
7.	Παραρτήματα.....	65-98

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Μνήμη

Στο περιβάλλον του ανθρώπου υπάρχουν διάφορα ερεθίσματα όπως οπτικά, ακουστικά, οσφρητικά, γευστικά και ερεθίσματα αφής. Αυτά τα ερεθίσματα αφού εισέλθουν στον ανθρώπινο εγκέφαλο μέσω των πέντε αισθήσεων, η μνήμη αναλαμβάνει την συγκράτηση και αποθήκευση των πληροφοριών που προέρχονται από τις αισθήσεις αυτές. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να παραμείνουν αποθηκευμένες στη μνήμη για μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι υπάρχουν δυο είδη μνήμης, η βραχυχρόνια και η μακροχρόνια μνήμη. Η βραχυχρόνια μνήμη συγκρατεί τη πληροφορία για μικρό χρονικό διάστημα δηλαδή για λίγα λεπτά, ώρες ή ακόμη και λίγες μέρες αν υπάρξει επανάληψη της πληροφορίας. Στη περίπτωση όμως που υπάρχει συνεχείς επανάληψη και επεξεργασία της ίδιας πληροφορίας, τότε η πληροφορία αποθηκεύεται στη μνήμη για μέρες, μήνες μέχρι και χρόνια. Η μνήμη αυτή καλείται μακροχρόνια μνήμη. Οι πληροφορίες στη μνήμη οργανώνονται κυρίως με βάση τη σημασία τους, κωδικοποιούνται και ταξινομούνται έτσι ώστε να υπάρχει μια λογική σύνδεση μεταξύ των πληροφοριών αυτών. Οι πληροφορίες αυτές αποθηκεύονται στη λειτουργική μνήμη, όμως οι χωρητικότητά της είναι περιορισμένη και ως εκ τούτου επιλέγονται οι σημαντικότερες οι οποίες και αποθηκεύονται. Μερικές έρευνες υποστηρίζουν ότι η χωρητικότητά της λειτουργικής μνήμης είναι μεγαλύτερη κατά τα πρώτα χρόνια της ζωής του ανθρώπου και μπορεί να αυξηθεί με την εξάσκηση.

1.2. Λειτουργική μνήμη

Η λειτουργική μνήμη αναφέρετε σ' ένα σύστημα του εγκεφάλου το οποίο, παρέχει προσωρινή αποθήκευση των πληροφοριών. Η μνήμη αυτή αποτελεί μέρος της βραχυπρόθεσμης μνήμης που περιλαμβάνει την προσωρινή ολοκλήρωση, την επεξεργασία και την ανάκτηση των πληροφοριών. Οι πληροφορίες αυτές προέρχονται από τις πέντε αισθήσεις, δηλαδή μέσω της λειτουργικής μνήμης μπορούμε να συγκρατούμε για μικρό χρονικό διάστημα εικόνες, ήχους, αριθμούς, λέξεις και πολλές άλλες πληροφορίες.

Η λειτουργική μνήμη αποτελείται από το phonological loop, το Visuo- special sketchpad και το central executive. Το phonological loop είναι υπεύθυνο για την προσωρινή αποθήκευση ηχητικών πληροφοριών που προέρχονται από την αίσθηση της ακοής. Αν οι πληροφορίες αυτές επαναληφθούν τότε θα συνεχίζουν οι πληροφορίες αυτές να είναι αποθηκευμένες στη λειτουργική μνήμη, αν όμως δεν επαναληφθούν τότε θα υπάρξει εξασθένηση της πληροφορίας αυτής. Το visuo- special sketchpad είναι υπεύθυνο για την προσωρινή αποθήκευση οπτικών πληροφοριών που προέρχονται από την αίσθηση της όρασης. Το central executive διαχειρίζεται όλα τα συστατικά της μνήμης για να γίνεται καλύτερη διαχείριση των πληροφοριών.

1.3. Οπτική προσοχή

Οι περισσότερες πληροφορίες που φτάνουν στον ανθρώπινο εγκέφαλο προέρχονται από τα οπτικά ερεθίσματα, δηλαδή την οπτική προσοχή (visual saliency). Από την οπτική προσοχή μπορούμε να λάβουμε το πιο σημαντικό κομμάτι του περιβάλλοντος όπως το αντιλαμβανόμαστε μέσω της αίσθησης της όρασης και γενικότερα μέσω του οπτικού συστήματος μας. Ο εγκέφαλος, εκτός από τις πληροφορίες που λαμβάνει από την αίσθηση της όρασης συνεχώς αποκτά νέες πληροφορίες από το φυσικό περιβάλλον μέσω των άλλων αισθήσεων. Η επεξεργασία αυτών των πολλών πληροφοριών είναι πολύ δύσκολη αφού οι πόροι που διαθέτει είναι περιορισμένοι με αποτέλεσμα να μην μπορεί να επεξεργαστεί όλα αυτά τα δεδομένα. Επομένως, ο εγκέφαλος αποφασίζει ποιες πληροφορίες είναι σχετικές και επιλέγονται για περαιτέρω επεξεργασία. Ενώ αντίθετα κάποιες άλλες πληροφορίες που δεν είναι τόσο σημαντικές θα διαγραφούν. Η επιλογή της σημαντικότητας ή όχι των πληροφοριών γίνεται δια μέσου κάποιων φιλτραρισμάτων. Αυτή η διαδικασία της επιλογής και του καθορισμού προτεραιοτήτων των εισερχόμενων πληροφοριών ονομάζεται επιλεκτική προσοχή.

Ο James το 1980 (James W. (1980)) είπε: «Η ανθρώπινη οπτική προσοχή χρησιμεύει στο να εξουσιοδοτεί τους πόρους του εγκεφάλου γρήγορα και αποτελεσματικά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να επεξεργάζεται τεράστιες ποσότητες πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στο περιβάλλον».

Η περιορισμένη ικανότητα της οπτικής προσοχής επιβεβαιώνεται από το ότι μόνο ένα περιορισμένο μέρος των οπτικών πληροφοριών υποβάλλεται σε επεξεργασία από το υψηλό επίπεδο του οπτικού συστήματος του ανθρώπου. Θεωρείτε ότι υπάρχουν δυο επίπεδα οπτικής προσοχής η προ-προσεχτική προσοχή (pre- attentive) και η προσεχτική προσοχή.

Η προ-προσεχτική προσοχή σαρώνει την οπτική σκηνή γρηγορότερα και εντοπίζει τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της σκηνής και τα κωδικοποιεί. Αν υπάρχουν απλές αλλαγές σε μια ιδιότητα της οπτικής σκηνής αναγνωρίζονται αυτόματα, αν όμως υπάρχουν σύνθετες διαφορές τότε δεν εντοπίζονται. Ενώ αντίθετα η προσεχτική προσοχή μπορεί να διακρίνει και τις σύνθετες διαφορές, αφού η προσοχή μπορεί να εστιαστεί σε περισσότερες λεπτομέρειες από αυτές που παρουσιάζονται στην οπτική σκηνή.

1.4. Εστίαση της προσοχής

Εκτός από τους ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν τη προσοχή υπάρχει και η εστίαση της προσοχής. Σε αυτή τη περίπτωση, η προσοχή εστιάζεται από πριν σε μια περιοχή είτε με τη παρουσίαση ενός συνθηματικού είτε με τον καθορισμό κάποιων πλαισίων όπου ο παρατηρητής θα μελετά αυτή τη περιοχή για να εντοπίσει το στόχο που έχει θέσει. Έτσι υπάρχει λιγότερη πιθανότητα τα άσχετα ερεθίσματα που προβάλλονται στο οπτικό πεδίο του παρατηρητή να επηρεάσουν τη προσοχή του. Κατά καιρούς πολλοί επιστήμονες έχουν ασχοληθεί με τα αποτελέσματα της εστίασης της προσοχής σε σχέση με το αντιληπτικό φορτίο στη διαδικασία της επιλεκτικής προσοχής, στην περίπτωση που οι στόχοι και τα άσχετα ερεθίσματα είναι ευδιάκριτα αντικείμενα που καταλαμβάνουν ξεχωριστές θέσεις. Η οπτική επεξεργασία είναι ένας στόχος που συχνά κατευθύνεται από διάφορους παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες απασχολούν το ενδιαφέρον των ερευνητών, στην προσπάθειά τους να καθορίσουν πως η προσοχή μπορεί επιλεκτικά να επεξεργαστεί μόνο τις σχετικές πληροφορίες μεταξύ των διαφόρων άλλων ανταγωνιστικών πληροφοριών που υπάρχουν στο οπτικό περιβάλλον του ανθρώπου. Με τη μέθοδο της εστίασης της προσοχής σε μια συγκεκριμένη περιοχή της οπτικής σκηνής σχεδόν εξαλείφεται η πιθανότητα της επεξεργασίας άσχετων ερεθισμάτων. Αυτό

παρατηρείται ακόμα και όταν εμφανίζονται ερεθίσματα που επιτρέπουν τη βέλτιστη εστίαση της προσοχής, όπως η Θεωρία του Johnson το 2002 (Johnson D. (2002)). Η Θεωρία αυτή έδειξε ότι ένα σύνθημα που υποδηλώνει τη θέση του στόχου δηλαδή ένα βέλος που παρουσιάζεται στο κέντρο πριν από το στόχο μειώνει οποιαδήποτε παρέμβαση του άσχετου ερεθίσματος στη περίπτωση του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου, δηλαδή υπάρχει μια πρόωρη επιλογή στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο, ενώ μέχρι τώρα γνωρίζαμε ότι η πρόωρη επιλογή παρουσιαζόταν μόνο στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο.

1.5. Επιλεκτική οπτική προσοχή - μηχανισμοί επιλεκτικής οπτικής προσοχής (bottom up και top-down)

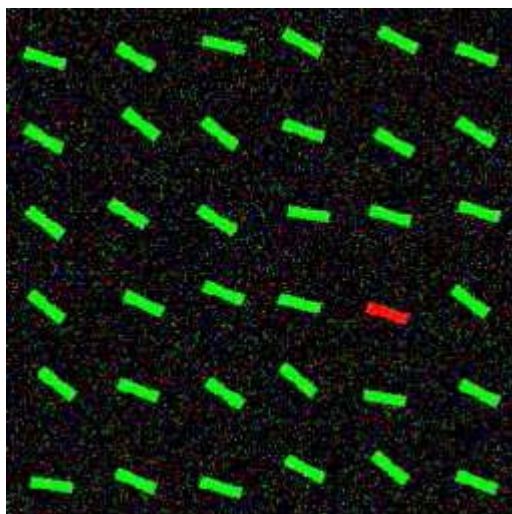
Με δεδομένο τον μεγάλο αριθμό πληροφοριών και των περιορισμένων υπολογιστικών πόρων, ο ανθρώπινος εγκέφαλος πρέπει να επιλέγει τις καταλληλότερες πληροφορίες από το οπτικό περιβάλλον που θα επεξεργαστεί στη συνέχεια. Ο μηχανισμός που αναλαμβάνει την επιλογή των σημαντικότερων πληροφοριών λέγεται επιλεκτική οπτική προσοχή. Η επιλεκτική οπτική προσοχή αναλαμβάνει να κατευθύνει το βλέμμα και κατ' επέκταση το ενδιαφέρον του ανθρώπου προς τα αντικείμενα που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στο οπτικό περιβάλλον του. Ο μηχανισμός αυτός μπορεί να είναι bottom-up ή top-down. Με το μηχανισμό αυτό ο άνθρωπος επιλέγει τις πιο σχετικές πληροφορίες σύμφωνα με τα κριτήρια που έχει καθορίσει έκτων προτέρων (top-down) ή σύμφωνα με εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν την προσοχή του (bottom-up).

Ο Itti (Itti L. (2007)) είπε: «Η **οπτική σημαντικότητα (Visual Saliency)** είναι η ευδιάκριτη, υποκειμενική και αντιληπτική ποιότητα που κάνει μερικά στοιχεία στον κόσμο να ξεχωρίσουν από τα γειτονικά τους και προσελκύουν αμέσως την προσοχή μας». Αυτή η άποψη φαίνεται να συμφωνεί με την **ΘΕΩΡΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ** που προτάθηκε το 1980 από την Treisman και τους συναδέλφους της (Treisman A. (1980)). Η Θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι μόνο τα απλά οπτικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως το χρώμα, ο προσανατολισμός, το μέγεθος και η χωρική συχνότητα υπολογίζονται με ένα παράλληλο τρόπο για να καθοδηγήσουν την προσοχή του ανθρώπου προς τα σημαντικότερα σημεία της οπτικής σκηνής.

Η προσοχή του ανθρώπου, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, καθοδηγείται από τους bottom-up και τους Top-Down μηχανισμούς. Οι Top-Down μηχανισμοί εστιάζουν τη προσοχή του παρατηρητή προς ένα συγκεκριμένο στόχο χωρίς να επηρεάζεται από άλλους παράγοντες. Η Top-down επεξεργασία είναι γνωστή επίσης ως **εξαρτώμενοι οδηγοί προσοχής στόχου (task dependent attention)**. Η αναζήτηση αυτή αφορά τον εντοπισμό ενός συγκεκριμένου στόχου που είναι αποθηκευμένος στη μνήμη ανάμεσα από διάφορους άλλους πιθανούς στόχους που προβάλλονται στο οπτικό του πεδίο. Είναι μια πιο αργή επεξεργασία η οποία κατευθύνει τη προσοχή για την πραγματοποίηση ενός συγκεκριμένου έλεγχου. Η top-down επεξεργασία λαμβάνει υπόψη την εσωτερική κατάσταση του οργανισμού όπως για παράδειγμα, τους στόχους που έχει ο οργανισμός εκείνη την στιγμή και τις προσωπικές εμπειρίες του.

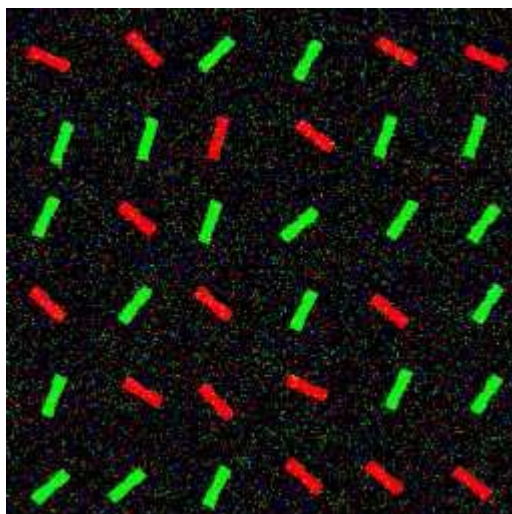
Στο bottom-up μηχανισμό ο παρατηρητής ενώ έχει αρχικά ένα καθορισμένο στόχο να εντοπίσει στο οπτικό περιβάλλον του, επηρεάζεται από άλλους εξωγενείς παράγοντες και η προσοχή του ελκύεται από διάφορα άσχετα ερεθίσματα. Ο Itti (Itti (2003)) είπε ότι η Bottom-up επεξεργασία είναι ένας γρήγορος, ασυναίσθητος και οδηγούμενος από τα διάφορα ερεθίσματα υπολογισμός. Διάφοροι εξωγενείς παράγοντες προκαλούν την προσοχή του ατόμου έτσι ώστε να λαμβάνονται κάποιες εικόνες οι οποίες είναι ανεξάρτητες από το στόχο. Στη bottom-up επεξεργασία δεν λαμβάνεται υπόψη η εσωτερική κατάσταση του οργανισμού αλλά μόνο η δεδομένη αισθητήρια είσοδο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δυο παραδείγματα χρήσης των bottom-up και top-down μηχανισμών (Treisman A (1980)). Η πιο κάτω εικόνα παρουσιάζει ένα παράδειγμα όπου στόχος είναι η οριζόντια κόκκινη γραμμή που βρίσκεται ανάμεσα σε ένα σύνολο από οριζόντιες πράσινες γραμμές. Αυτό που κάνει τον παρατηρητή να προσέξει τον κόκκινο αυτό στόχο είναι ο Bottom-up μηχανισμός όπου κατευθύνει την προσοχή του ατόμου προς τον κόκκινο οριζόντιο στόχο έστω και αν αρχικά είχε θέση σαν στόχο τον εντοπισμό κάποιου άλλου ερεθίσματος από την εικόνα.1.1.



Εικόνα 1. 1: Παράδειγμα bottom – up μηχανισμού (Kastener S. & Leslie U.(2000))

Υπάρχουν όμως στόχοι που απαιτούν το συνδυασμό δύο ή περισσότερων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων για να προσδιοριστούν. Όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 1.2 ο στόχος πρέπει να είναι κόκκινος και κατακόρυφος άρα χρειάζεται δυο χαρακτηριστικά για να προσδιοριστεί.



Εικόνα 1. 2: Παράδειγμα Top - down μηχανισμού (Kastener S. & Leslie U.(2000))

Στη περίπτωση της σύνθετης αναζήτησης στόχων, ο χρόνος αντίδρασης αυξάνεται γραμμικά ανάλογα με τον αριθμό των άσχετων ερεθισμάτων. Σε αυτό το πείραμα λόγω της ύπαρξης σύνθετων κριτηρίων επιλογής χρησιμοποιείται ο top-down μηχανισμός για

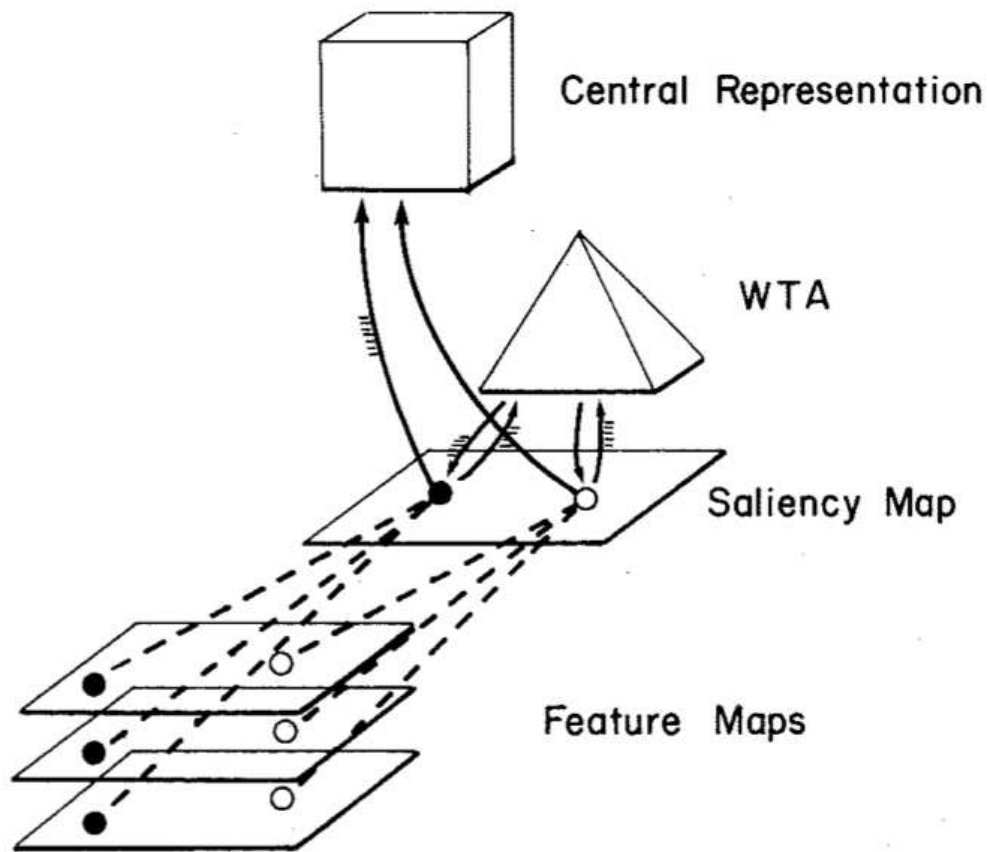
τον καθορισμό συγκεκριμένων κριτηρίων. Η Treisman και ο Gelade (Treisman A (1980)) ερμηνεύουν το φαινόμενο αυτό, ως τμηματική επεξεργασία του συνδυασμού των διαφόρων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Η θεωρία ολοκλήρωσης των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων (**Feature Integration Theory**) που πρότειναν το 1980 θεωρείται ως πρωτοπόρος σε αυτόν τον τομέα. Η Θεωρία αυτή προέκυψε από τα πειράματα της οπτικής αναζήτησης που είχαν χρησιμοποιηθεί ως βάση για πολλά υπολογιστικά μοντέλα της bottom-up ανάπτυξης της προσοχής. Η Feature Integration θεωρία πρότεινε ότι μόνο τα πολύ απλά οπτικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα υπολογίζονται κατά μαζικά παράλληλο τρόπο μέσα από ολόκληρη την οπτική σκηνή, στις πρόωρες οπτικές περιοχές επεξεργασίας συμπεριλαμβανομένου του αρχικού οπτικού φλοιού. Η προσοχή είναι απαραίτητη για να δεσμεύσει εκείνα τα πρόωρα χαρακτηριστικά γνωρίσματα στις περιπλοκότερες αντιπροσωπεύσεις του αντικειμένου.

Η πρώτη βιολογικά εύλογη υπολογιστική αρχιτεκτονική για την οπτική προσοχή, που είναι στενά συνδεδεμένη με τη **Feature Integration** Θεωρία, προτάθηκε από τον Koch και τον Ullman (Koch, C & Ullman, S (1985)). Οι δυο αυτοί ερευνητές πρότειναν ένα μοντέλο για την οπτική προσοχή που περιγράφει πώς τα απλά οπτικά επεξεργασμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα συνδέονται για να δημιουργήσουν τον Saliency χάρτη.

1.6. Bottom-up και saliency χάρτης

Ο saliency χάρτης δημιουργείται από τα υπολογιστικά μοντέλα της οπτικής προσοχής που αναλαμβάνει τον εντοπισμό των σημαντικότερων ερεθισμάτων που προκύπτουν από τα πιο έντονα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της προβαλλόμενης εικόνας και αποτυπώνονται σε αυτό το χάρτη. Η ένταση σε κάθε σημείο είναι ανάλογη της σημαντικότητας και του βαθμού που είναι αξιοπρόσεκτα τα ερεθίσματα. Το αντικείμενο που είναι πιο έντονο στη προβαλλόμενη εικόνα είναι αυτό που θα αποθηκευθεί μετέπειτα στη λειτουργική μνήμη. Αυτός ο χάρτης είναι ένας δυσδιάστατος τοπογραφικός χάρτης που αντιπροσωπεύει την οπτική σημαντικότητα ή τα αντικείμενα προσοχής, μιας ιδιαίτερης σκηνής ή μιας εικόνας ή μιας φωτογραφίας ή ενός συνόλου από εικόνες όπως σε ένα βίντεο ή τον κινηματογράφο. Συνδυάζει τα διάφορα οπτικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως είναι το χρώμα και ο προσανατολισμός σε πολλές διαστάσεις, σε έναν

ομαλοποιημένο χάρτη σε μια ιδιαίτερη θέση που αντιστοιχεί στο εμφανέστερο αντικείμενο της εικόνας. Ο saliency χάρτης λαμβάνει τις εισόδους από την πρόωρη οπτική επεξεργασία και παρέχει μια αποδοτική στρατηγική ελέγχου από την οποία η εστίαση της προσοχής ανιχνεύει τον saliency χάρτη κατά σειρά μέχρι να μειωθεί η σημαντικότητα των αντικειμένων της οπτικής σκηνής. Σε αυτό το μοντέλο, η εικόνα 1.3 διευκρινίζει πέντε βασικά βήματα.



Εικόνα 1. 3:Βήματα δημιουργίας Saliency χάρτη (Itti L. (2000)).

Βήμα 1: Πρόωρη αντιπροσώπευση.

Διάφορα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως είναι το χρώμα, η κίνηση, ο προσανατολισμός, το τρεμούλιασμα, αντιπροσωπεύονται παράλληλα στους διαφορετικούς τοπογραφικούς αποκαλούμενους χάρτες χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Αυτή η παράλληλη αντιπροσώπευση περιγράφηκε επίσης από τη θεωρία ολοκλήρωσης

χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Σε κάθε χάρτη χαρακτηριστικών γνωρισμάτων τα τοπικά αντικείμενα προσοχής ενισχύονται.

Βήμα 2: *Εκλεκτική χαρτογράφηση.*

Οι τοπογραφικοί χάρτες που δημιουργούνται από το Βήμα 1, χαρτογραφούνται σε μια κεντρικότερη αντιπροσώπευση που είναι ο saliency χάρτη

Βήμα 3:

Γίνονται ταξινομήσεις με μια μη γραμμική επεξεργασία που ενισχύει τα απομονωμένα μέγιστα.

Βήμα 4:

Χρησιμοποιώντας ένα Winner-Take-All (WTA) κύκλωμα, όπου πρώτοι ανέφεραν ο Feldman και ο Ballard(Feldman J. A & Ballard D. H(1982)) , επιλέγετε μια απλή θέση, η οποία είναι η πιο ενεργή, από τον saliency χάρτη.

Βήμα 5: *Παραμπόδιση επιστροφής.*

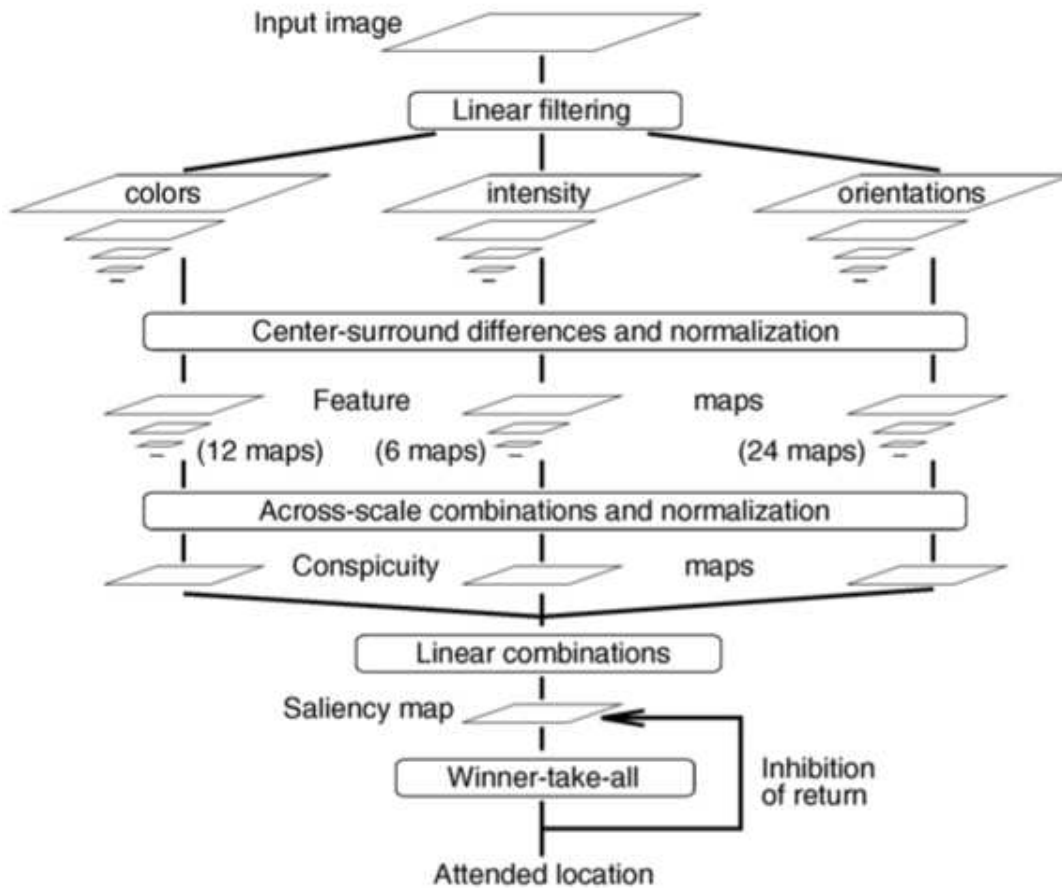
Ενώ η διαδικασία WTA επιβεβαιώνει ότι μόνο μια θέση στο χάρτη saliency επιλέγεται για την περαιτέρω επεξεργασία, η παραμπόδιση επιστροφής είναι ένας μηχανισμός όπου εγγυάται ότι η δεύτερη εμφανής θέση δεν είναι η ίδια με την πρώτη, το τρίτο δεν είναι το ίδιο με το δεύτερο και ούτω καθεξής. Αυτό σημαίνει ότι εξαφανίζεται η εμφανέστερη περιοχή μετά από τον πρώτο υπολογισμό σε κάθε χάρτη και ακολουθείται η ίδια διαδικασία.

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

2.1. Υπολογιστικό μοντέλο Itti και Koch

Ο Itti και οι συνεργάτες του το 1998 (Itti L.(1998)) επέκτειναν την υπολογιστική εφαρμογή που δημιούργησαν ο Koch και ο Ullman (Koch, C & Ullman, S (1985)). Το μοντέλο αυτό στηρίζεται στα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως το χρώμα, η ένταση, ο προσανατολισμός, η κίνηση και το χρονικό τρεμούλιασμα. Στα χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά γνωρίσματα, οι πληροφορίες εξάγονται στα αρχικά στάδια επεξεργασίας του αρχικού οπτικού φλοιού. Ενώ στα υψηλού επιπέδου χαρακτηριστικά γνωρίσματα υποβάλλονται σε επεξεργασία τα υψηλότερα στάδια, στη φλοιώδη ιεραρχία. Το μοντέλο αυτό τοποθετεί το οπτικό ερέθισμα σε έναν αριθμό τοπογραφικών χαρτών με χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Ακολούθως διάφορα χωρικά σημεία ανταγωνίζονται μεταξύ τους με βάση πιο από αυτά προκαλεί την μεγαλύτερη προσοχή. Έτσι με αυτό τον τρόπο τα σημεία που ξεχωρίζουν είναι αυτά που παρουσιάζονται στους χάρτες. Αυτοί οι χάρτες σχηματίζουν ένα κύριο χάρτη τον saliency χάρτη, ο οποίος αποτελεί το μέτρο της σημασίας κάθε σημείου. Στη συνέχεια το μοντέλο επιλέγει την ιεραρχία των σημαντικότερων περιοχών μέσα στην εικόνα. Το μοντέλο αυτό μπορεί να κάνει παράλληλη υλοποίησης.

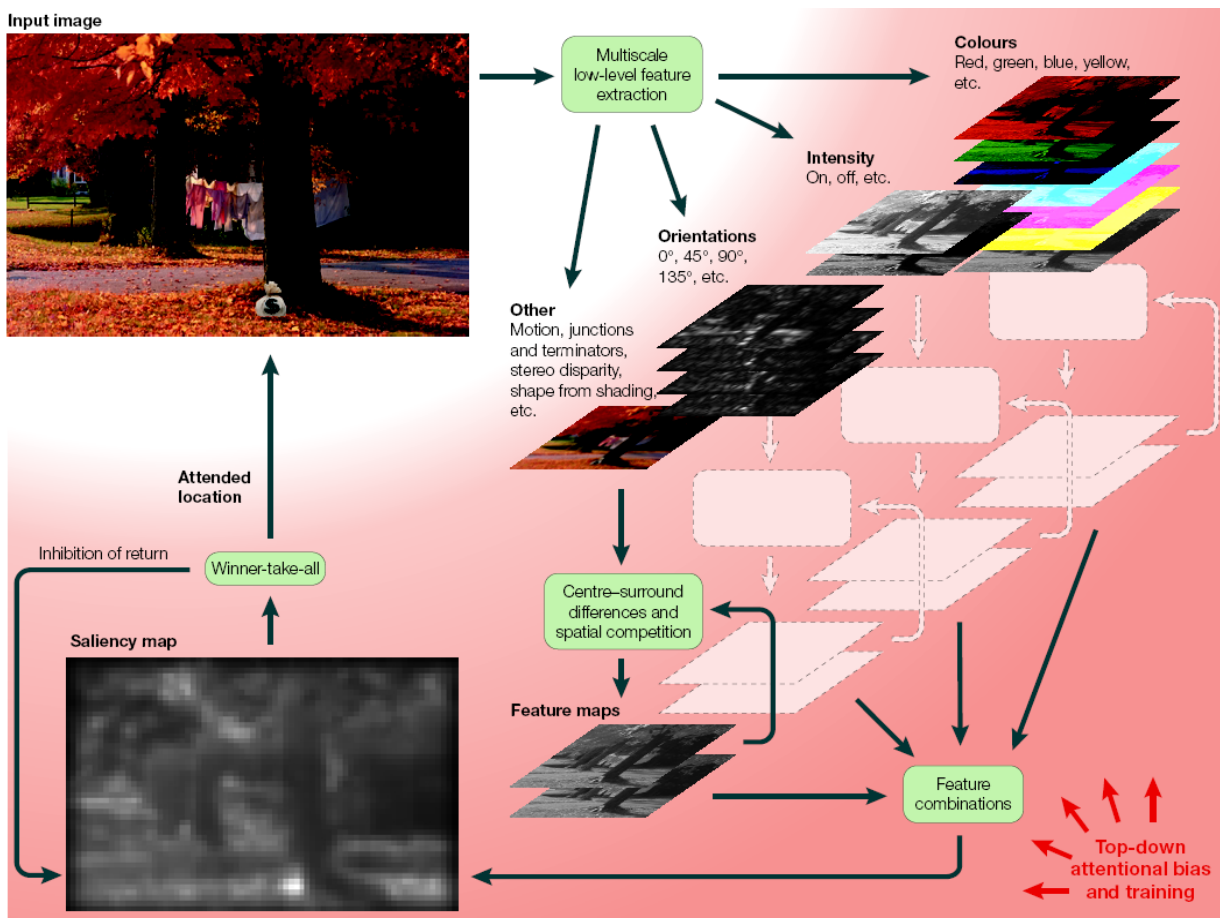
Θεωρώντας ότι έχουμε σαν είσοδο μια έγχρωμη εικόνα ακολουθούνται τα βήματα που παρουσιάζονται στην εικόνα 2.1 για να δημιουργηθεί ο τελικός saliency χάρτης.



Εικόνα 2. 1: Διαγραμματική παρουσίαση μοντέλου Itti και Koch (Itti L. (2000)).

Στο πρώτο στάδιο του μοντέλου αυτού εφαρμόζεται στην αρχική εικόνα ένας γραμμικός 5*5 γκαουσιανός πυρήνας σε εννέα διαφορετικές χωρικές κλίμακες. Η πρώτη κλίμακα αποτελείται από την αρχική εικόνα I και κάθε ανώτερη κλίμακα προκύπτει με την επεξεργασία της προηγούμενης της με ένα γκαουσιανό φίλτρο και την υποδειγματοληψία του σε κλίμακα 1:2. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κλίμακες από 1:1 που είναι η αρχική εικόνα I με μηδενική κλίμακα ως 1:256 που αντιστοιχεί στην $8^{\text{η}}$ κλίμακα. Στο βήμα 2 δημιουργούνται οι χάρτες χαρακτηριστικών γνωρισμάτων όπως είναι οι χάρτες έντασης, χρώματος και προσανατολισμού για κάθε επίπεδο της γκαουσιανής πυραμίδας. Στη συνέχεια στους χάρτες που δημιουργούνται στο βήμα 2 εφαρμόζεται μια λειτουργία κέντρου-πλασιού που ακολουθείται από μια κορονικοποίηση. Οι διαφορές του κέντρου-πλασιού (σ) μεταξύ μιας λεπτής κλίμακας (c) και μιας πιο χοντλής κλίμακας (s) υπολογίζονται. Έτσι προκύπτουν οι αντίστοιχοι χάρτες των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Η πρώτη ομάδα των χαρτών αυτού του είδους αφορά τις διάφορες

εντάσεις μεταξύ των διαφόρων κλιμάκων. Έτσι δημιουργούνται οι χάρτες διαφοράς έντασης κέντρου πλαισίου, οι χάρτες διαφοράς χρώματος κέντρου πλαισίου και στη συνέχεια οι χάρτες διαφοράς προσανατολισμού κέντρου πλαισίου. Αφού δημιουργηθούν οι χάρτες διαφοράς στο βήμα 4 δημιουργούνται οι χάρτες αντικειμένων προσοχής. Σε αυτό το βήμα, συνδυάζοντας αυτούς τους 42 χάρτες κάποια αντικείμενα διακρίνονται σημαντικά σε ένα μικρό αριθμό χαρτών και κάποια άλλα αντικείμενα μπορεί να καλυφθούν με θόρυβο ή να είναι λιγότερο σημαντικά. Έτσι δημιουργούνται κάποιοι επιμέρους χάρτες χαρακτηριστικών γνωρισμάτων με βάση κάποιο τελεστή κανονικοποίησης. Με βάση αυτούς τους χάρτες δημιουργείται ο τελικός saliency χάρτης. Η εικόνα 2.2 παρουσιάζει την σχηματική αναπαράσταση της πορείας του μοντέλου του Itti και Koch για τη δημιουργία του saliency χάρτη.



Εικόνα 2. 2: Παρουσίαση μοντέλου Itti και Koch(Itti L. (2000)).

Στόχος είναι να υπάρξει ένας ενιαίος χάρτης, στον οποίο το εμφανέστερο αντικείμενο μιας εικόνας να ξεχωρίζει περισσότερο από τα άλλα και να έχει ένα μηχανισμό που να μοντελοποιεί τη μετατόπιση στο επόμενο εμφανέστερο αντικείμενο. Αυτό επιτυγχάνεται με μια winner-take-all (WTA) νευρωνική εφαρμογή δικτύων. Μετά από την δεδομένη παρακολουθούμενη θέση, το winner-take-all network συγκλίνει προς την επόμενη εμφανέστερη θέση και επαναλαμβάνει την διαδικασία για να παραχθούν τα μονοπάτια της προσοχής. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ο saliency χάρτης και το εμφανέστερο σημείο διακρίνεται περισσότερο.

2.2. Υπολογιστικό μοντέλο προσοχής

Πολλά επιτυχή μοντέλα που χρησιμοποιούν τον bottom-up έλεγχο προσοχής βασίζονται στο saliency χάρτη. Αυτό που διαφοροποιεί αυτά τα μοντέλα, είναι η στρατηγική που εφαρμόζεται για να επιλέγει η αισθητήρια εισαγωγή και να παρουσιαστεί το μεγαλύτερο ερέθισμα. Στη παρούσα μελέτη για την ανάλυση του bottom-up μηχανισμού θα χρησιμοποιήσουμε ένα υπολογιστικό μοντέλο με τη βοήθεια του οποίου θα διερευνήσουμε την οπτική προσοχή σε διάφορες περιπτώσεις (Neokleous K.). Σε αυτό το υπολογιστικό μοντέλο η προσοχή καθοδηγείται από τους bottom-up και top-down μηχανισμούς με στόχο να γίνει κατανοητή η νευρωνική αλληλεπίδραση.

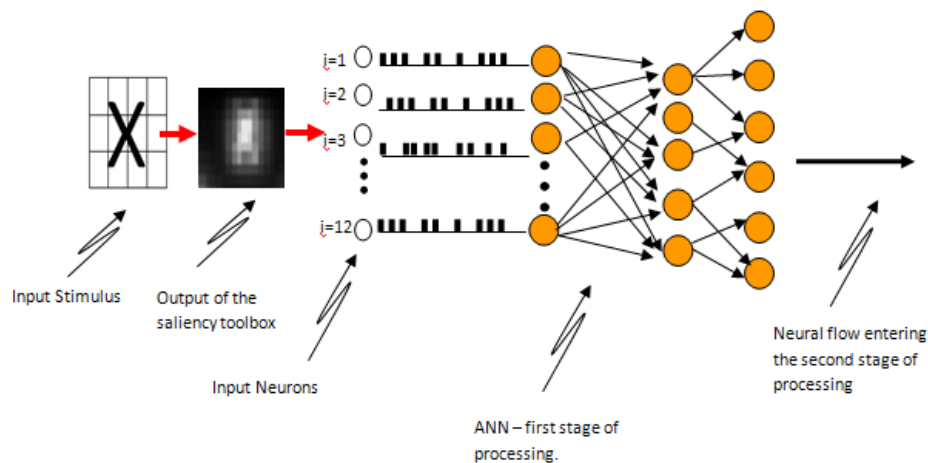
Το μοντέλο αυτό αντιπροσωπεύεται από ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο (artificial neural network - ANN). Το πρώτο στάδιο είναι υπεύθυνο για τις bottom-up ανταγωνιστικές νευρωνικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφόρων οπτικών ερεθισμάτων, ενώ το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει τις top-down αλληλεπιδράσεις που χειρίζονται ανάλογα με τη νευρωνική δραστηριότητα. Κατά τη διάρκεια των δυο σταδίων, τα κωδικοποιημένα ερεθίσματα ανταγωνίζονται μεταξύ τους έτσι ώστε να έχουν πρόσβαση στη λειτουργική μνήμη.

Η διαγραμματική παρουσίαση της λειτουργίας του μοντέλου παρουσιάζεται στην εικόνα 2.3. Κατά την διάρκεια του ανταγωνισμού των κωδικοποιημένων ερεθισμάτων, τα top-down σήματα μπορούν να παρέμβουν και να χειριστούν τη νευρωνική δραστηριότητα που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο ερέθισμα. Οι χωρικές top-down πληροφορίες

χρησιμοποιούνται για να κωδικοποιήσουν το ερέθισμα αυτό δημιουργώντας ένα σύνολο από spikes. Το αρχικό ποσοστό εκτυρσοκροτήσεων των νευρώνων εισαγωγής υπολογίζεται σύμφωνα με το saliency χάρτη που δίνεται από την εργαλειοθήκη σημαντικότητας της Matlab.

Κάθε ερέθισμα που εισάγετε στο οπτικό πεδίο κωδικοποιείται μέσω του μοντέλου ανάλογα με την δραστηριότητα εκτυρσοκρότησης των 12 εισαγόμενων νευρώνων οι οποίοι συνδέονται με μια χωρική θέση στο δεκτικό πεδίο. Το ποσοστό εκτυρσοκροτήσεων ή η συχνότητα των spikes των εισαγόμενων νευρώνων υπολογίζεται με βάση τη σημαντικότητα κάθε ερεθίσματος. Κάθε pixel της εικόνας του saliency χάρτη ανήκει σε μια περιοχή που καθορίζει τη χωρική θέση ενός ορισμένου ερεθίσματος. Στη συνέχεια, ένας απλός αλγόριθμος μετασχηματίζει τις τιμές των pixel που αντιστοιχούν σε κάθε ερέθισμα του saliency χάρτη, σε ένα ανάλογο ποσοστό εκτυρσοκροτήσεων για κάθε έναν από τους 12 εισαγόμενους νευρώνες

Στη πιο κάτω εικόνα παρατηρούμε ότι μετά την παρουσίαση της οπτικής σκηνής δημιουργείται χρησιμοποιώντας την εργαλειοθήκη της Matlab ένας saliency χάρτη. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας ένα αλγόριθμο, μετασχηματίζονται οι τιμές του κάθε pixel του saliency χάρτη σε ποσοστά εκτυρσοκροτήσεων για κάθε ένα από τους 12 εισαγόμενους νευρώνες. Αν δυο ή περισσότερα ερεθίσματα παρουσιάζονται την ίδια ώρα ή σε ένα παρόμοιο ή κοντινό δεκτικό πεδίο, τότε ο συναγωνισμός των ερεθισμάτων που θα έχουν πρόσβαση στη λειτουργική μνήμη είναι μεγάλος. Με βάση τη σημαντικότητα κάθε εισερχόμενου ερεθίσματος θα επηρεαστεί ο νευρώνας που ανταποκρίνεται στο ερέθισμα συναγωνισμού. Το αποτέλεσμα από την επεξεργασία του κάθε ερεθίσματος θα πηγαίνει προς το δεύτερο στάδιο της επεξεργασίας.

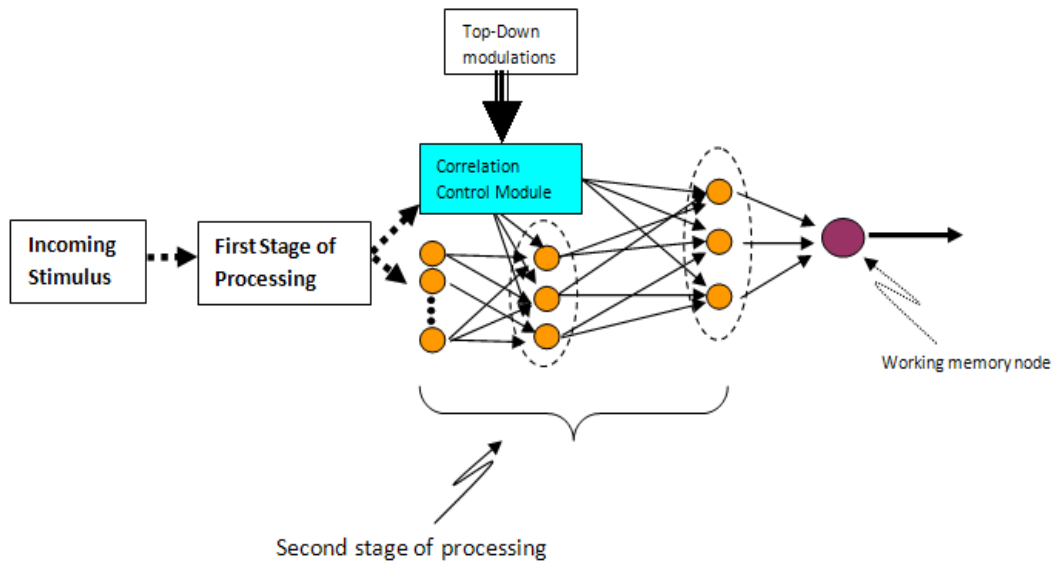


Εικόνα 2. 4: Πρώτο στάδιο επεξεργασίας υπολογιστικού μοντέλου (Neokleous K.)

Το δεύτερο στάδιο της επεξεργασίας του μοντέλου περιλαμβάνει τις top-down σημαντικές αλληλεπιδράσεις που διαχειρίζονται τη νευρωνική δραστηριότητα ανάλογα. Η νευρωνική δραστηριότητα επηρεάζεται από τη σημασιολογική top-down προσοχή κυρίως στη περιοχή V4, που είναι ένα ενδιάμεσο στάδιο οπτικής επεξεργασίας αντικειμένων στον εγκέφαλο. Στο στάδιο αυτό εξετάζεται η συσχέτιση μεταξύ των εισερχόμενων ερεθισμάτων και των top-down σημάτων. Αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ αυτών των σημάτων τότε θα υπάρχει συγχρονισμός της δραστηριότητας του νευρώνα στο ANN του δεύτερου σταδίου της επεξεργασίας.

Όταν οι νευρωνικές πληροφορίες από το πρώτο στάδιο περάσουν μέσα από τη σημασιολογική ενότητα ελέγχου συσχετισμού, τότε με βάση το βαθμό συσχετισμού που έχει το συγκεκριμένο ερέθισμα με το ενδογενές top-down σήμα θα παραχθεί ένα σχετικό σήμα ελέγχου που θα ενισχύει τη νευρωνική δραστηριότητα του. Η ενότητα ελέγχου συσχετισμού αποτελείται κυρίως από νευρώνες αντίχνευσης σύμπτωσης, οι οποίοι θα πυροβολήσουν μόνο εάν δυο ή περισσότεροι από τους νευρώνες εισαγωγής πυροβολήσουν χρονικά ο ένας κοντά στον άλλο. Η ταυτόχρονη άφιξη των μετά συναπτικών δυναμικών που παράγονται από τους δύο εισαγόμενους νευρώνες, μπορεί να ωθήσουν το δυναμικό της μεμβράνης του νευρώνα στόχου πάνω από το σημείο ισορροπίας και να δημιουργήσει ένα δυναμικό ενεργείας. Στη περίπτωση όμως που οι δυο εισόδοι είναι πολύ μακρινοί, τότε η εκπόλωση της πρώτης εισόδου μπορεί να έχει το χρόνο να ρίξει σημαντικά το δυναμικό της μεμβράνης και έτσι να αποτρέψει το δυναμικό

της μεμβράνης του νευρώνα στόχου να φτάσει το σημείο ισορροπίας και να πυροβολήσει με την εμφάνιση της δεύτερης εισόδου. Στην ενότητα ελέγχου συσχετισμού, κάθε νευρώνας ανιχνευτών σύμπτωσης έχει δύο εισόδους των οποίων η πρώτη συνδέεται με ένα δίκτυο αρμόδιο για τον καθορισμό των αρχικών τιμών του ενδογενούς στόχου και η δεύτερη είσοδος όπου οι νευρώνες παράγουν τιμές από το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας.



Εικόνα 2. 5: Δεύτερο στάδιο επεξεργασίας (Neokleous K.)

Ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ ενός εισερχόμενου ερεθίσματος και ενός σήματος που αντιπροσωπεύει τους ενδογενείς στόχους είναι βασισμένος σε μια ορισμένη πιθανότητα που λέγεται «πιθανότητα της ομοιότητας». Αυτή η πιθανότητα απεικονίζει το βαθμό ομοιότητας των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων ενός εισερχόμενου ερεθίσματος με εκείνα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του καθορισμένου στόχου. Αρχικά, όταν ένα ερέθισμα εισάγεται από το οπτικό πεδίο, τότε θα πραγματοποιηθούν οι διάφορες υπολογιστικές αλληλεπιδράσεις που εκτελούνται στο πρώτο στάδιο της επεξεργασίας. Από αυτή τη φάση θα παραχθεί μια σειρά από spikes που δημιουργούνται από τους νευρώνες. Αυτή η σειρά από spikes θα περάσει μέσω ενός φίλτρου που αλλάζει τη χρονική εμφάνιση κάθε spike για να είναι πιο κοντά στη σειρά των spikes από το ενδογενές σήμα. Ο χρόνος κάθε spike μπορεί να αλλάξει ή να μείνει όπως είναι, με βάση ένα μηχανισμό που χρησιμοποιεί την πιθανότητα της ομοιότητας. Αυτός ο μηχανισμός

προτάθηκε αρχικά από τον Crick και τον Koch (1990). Σύμφωνα με τον Crick και τον Koch, η αλλαγή της δομής της σειράς των spikes που εμπίπτουν στην εστίαση της προσοχής αντιπροσωπεύει την επιλεκτική προσοχή στο νευρικό επίπεδο.

Μετά την ολοκλήρωση και της δεύτερης φάσης οι νευρώνες εξόδου συνδέονται με τους συγκεκριμένους κόμβους της λειτουργικής μνήμης. Εάν η νευρωνική δραστηριότητα που αντιστοιχεί σε ένα ορισμένο ερέθισμα είναι αρκετά ικανοποιητική τότε το ερέθισμα θα έχει πρόσβαση και θα ενεργοποιήσει τους κόμβους της λειτουργικής μνήμης με αποτέλεσμα το συγκεκριμένο ερέθισμα να γίνει συνειδητά αντιληπτό.

3. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω ο ανθρώπινος εγκέφαλος συνεχώς κατακλύζεται από ερεθίσματα που προέρχονται από τις πέντε αισθήσεις. Αυτές οι πληροφορίες είναι σχετικές ή άσχετες με το στόχο. Στην ενδογενή προσοχή (top-down) ο άνθρωπος δεν λαμβάνει υπόψη τα άσχετα ερεθίσματα, αντίθετα τα αγνοεί γιατί καθοδηγεί τη προσοχή του προς ένα συγκεκριμένο στόχο που έχει θέσει εκ των προτέρων. Στην ενδογενή προσοχή ο εντοπισμός του ερεθίσματος που ικανοποιεί το στόχο που έχει τεθεί από τον άνθρωπο εντοπίζεται γρηγορότερα. Ενώ στην εξωγενή προσοχή (bottom-up) αρχικά ο άνθρωπος έχει θέσει κάποιο στόχο για να τον καθοδηγεί, ενώ στη συνέχεια λόγω των δυνατών άσχετων ερεθισμάτων που υποβάλλονται σε επεξεργασία από τον ανθρώπινο εγκέφαλο εισέρχονται άσχετες πληροφορίες στη λειτουργική μνήμη. Η σημαντικότητα των ερεθισμάτων εξαρτάται από διάφορα χαρακτηριστικά όπως είναι η ένταση, το χρώμα και ο προσανατολισμός.

3.1. Ιστορική εξέλιξη προσοχής– προηγούμενες μελέτες οπτικής προσοχής

Μια σημαντική Θεωρία που υποστήριξε η Lavie(Nilli Lavie(1995)) και οι συνεργάτες της αναφερόταν στην ανάλυση ενός μοντέλου φορτίων και πως αυτό επηρεάζει τη συγκέντρωση της προσοχής. Στο μοντέλο αυτό μελετήθηκε κατά πόσο η προσοχή του ατόμου στρέφεται προς ένα συγκεκριμένο στόχο όταν ταυτόχρονα πολλά άλλα ερεθίσματα παρουσιάζονται στη προβαλλόμενη σκηνή. Από τα πειράματα προέκυψε το συμπέρασμα ότι στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο, αποτρέπεται η επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος και αυτό είναι αποτέλεσμα της εξάντλησης της διαθεσιμότητας των πόρων της προσοχής με αποτέλεσμα να μην μπορεί να γίνει επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος. Αντίθετα, όταν γίνεται επεξεργασία στόχων σε χαμηλό αντιληπτικό φορτίο παρατηρείται επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος. Αυτό οφείλεται στην ύπαρξη διαθέσιμων πόρων προσοχής που θα στραφούν προς την επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος. Έτσι στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο υπάρχει μεταγενέστερη επιλογή ενώ στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο υπάρχει πρόωρη επιλογή.

Η πρόωρη επιλογή, προτάθηκε αρχικά από τον Broadbent (Broadbent, D. E. (1958)). Ο Broadbent πρότεινε ένα κλασσικό μοντέλο φίλτρου όπου είχε ένα περιορισμένο κανάλι ικανοτήτων. Ο ρόλος του φίλτρου αυτού ήταν η φυσική διάκριση των σχετικών και άσχετων πληροφοριών. Η φυσική διάκριση, αποδείχθηκε ανεπαρκής για την επιλεκτική επεξεργασία, δεδομένου ότι υπήρχαν πολλές παρουσιάσεις που έδιναν σημασία στο άσχετο ερέθισμα αφού ήταν πιο ευδιάκριτο από το στόχο είτε λόγω της θέσης του, είτε λόγω του χρώματος του, είτε λόγω του μεγέθους του, είτε ακόμη και από ένα συνδυασμό αυτών των ιδιοτήτων. Επομένως μπορούμε να πούμε ότι η φυσική διάκριση είναι ένας απαραίτητος αλλά όχι ικανοποιητικός όρος για την επιλεκτική επεξεργασία. Οι σαφείς φυσικές διακρίσεις επιτρέπουν στα σχετικά ερεθίσματα να διαφοροποιηθούν πιο εύκολα από τα άσχετα ερεθίσματα. Έτσι τα άσχετα ερεθίσματα θα αποκλειστούν από την πλήρη αντιληπτική επεξεργασία. Η αιτία για αυτό τον αποκλεισμό δεν είναι η φυσική διάκριση, αλλά η υπερφόρτωση του αντιληπτικού συστήματος. Μόλις ξεπεραστεί το όριο ικανοτήτων, θα απαιτηθεί η επιλογή των πληροφοριών που θα υποβληθούν σε επεξεργασία. Σε αυτή την περίπτωση θα διεξαχθεί η επιλεκτική επεξεργασία. Όταν όμως τα σχετικά ερεθίσματα δεν απαιτούν όλη την διαθέσιμη προσεκτική ικανότητα, τα άσχετα ερεθίσματα θα συλλάβουν ακούσια την εφεδρική ικανότητα και έτσι θα γίνει η επεξεργασία τους.

Στη συνέχεια η Treisman (Treisman, A., & Riley, J. G. A. (1969)) ανέπτυξε το κλασσικό μοντέλο φίλτρου του Broadbent και πρότεινε ότι το νευρωνικό σύστημα αναγκάζεται να χρησιμοποιήσει οποιαδήποτε χαρακτηριστικά συστήματα έχει στη διάθεση του, εκτός αν αυτά είναι ήδη πλήρως κατειλημμένα με άλλες δοκιμές. Η Treisman και ο Geffen (Treisman, A. M, & Geffen, G. (1967)) , υποστήριξαν ότι η αντίληψη είναι μια περιορισμένη διαδικασία που απαιτεί την επιλεκτική προσοχή για να προχωρήσει. Συνεπώς, η επιλεκτική προσοχή εμφανίζεται νωρίς μετά από τη στοιχειώδη ανάλυση των φυσικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται για να διακρίνουν τα επιλεγμένα και τα μη επιλεγμένα ερεθίσματα. Κατά συνέπεια, τα άσχετα ερεθίσματα δεν γίνονται αντιληπτά πλήρως. Σε αντίθεση, η προσέγγιση για τη μεταγενέστερη επιλογή που παρουσιάστηκε από τον Deutch το 1963 και το 1967 και στη συνέχεια από τον Norman το 1968 υποθέτει ότι η αντίληψη είναι μια απεριόριστη διαδικασία, η οποία

μπορεί να εκτελεσθεί με ένα αυτόματο παράλληλο τρόπο χωρίς να υπάρχει ανάγκη για επιλογή. Η επιλογή σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση εμφανίζεται αργά στη διαδικασία, μετά από την πλήρη αντίληψη, προκειμένου να δοθεί η σχετική απάντηση.

Ο Kahneman και ο Chajczyk (Kahneman, D., & Chajczyk, D. (1983), διαπίστωσαν ότι η επίδραση της συμβατότητας μιας άσχετης λέξης μειώθηκε εμφανώς όταν προστέθηκε μια δεύτερη ουδέτερη λέξη ή ακόμα και όταν προστέθηκε μια σειρά xs στην επίδειξη. Ο Kahneman και ο Chajczyk κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η προσθήκη ενός άσχετου ουδέτερου στοιχείου μειώνει τους διαθέσιμους πόρους για την επεξεργασία του ασυμβίβαστου άσχετου ερεθίσματος. Στις επιδείξεις που χρησιμοποίησαν στα πειράματα τους ο Kahneman και ο Chajczyk, πρόσθεσαν ένα ουδέτερο άσχετο αντικείμενο με αποτέλεσμα την αύξηση του αντιληπτικού φορτίου και την μείωση της αντιληπτικής σημαντικότητας του άσχετου ερεθίσματος.

Στη συνέχεια ο Kahneman και η Treisman (Kahneman, D., & Treisman, A. (1984)) πρότειναν ότι αυτή η αλλαγή από την πρόωρη προς την μεταγενέστερη επιλογή ήταν το αποτέλεσμα μιας παραδειγματικής μετατόπισης μέσα στον τομέα της προσοχής. Ο Kahneman και η Treisman εξέτασαν τον ρόλο του αντιληπτικού φορτίου στους επιλεκτικούς στόχους της προσοχής. Πρότειναν ότι το αντιληπτικό φορτίο είναι ο σημαντικότερος καθοριστικός παράγοντας της πρόωρης ή της μεταγενέστερης επιλογής.

Ο Johnson και οι συνεργάτες του το 1990 μέτρησαν τα αποτελέσματα της ταυτότητας των άσχετων στοιχείων μεταξύ των έγκυρων και άκυρων συνθημάτων, που έδειχναν τη θέση των στόχων σε κυκλικές σειρές με οκτώ διαφορετικά γράμματα. Παρατήρησαν ότι στη περίπτωση που ο στόχος εισαγόταν εγκύρως γινόταν πρόωρη επιλογή και στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο.

Ο Miller (1991) ερεύνησε πιο άμεσα την επίδραση του αντιληπτικού φορτίου με τη σύγκριση των αποτελεσμάτων συμβατότητας του άσχετου ερεθίσματος με ένα κεντρικό στόχο που ενσωματώθηκε στις παρουσιάσεις δύο, τεσσάρων ή οκτώ στοιχείων. Ο Miller διαπίστωσε ότι η συμβατότητα του άσχετου στόχου είχε επιπτώσεις στις απάντησης στο

χαμηλό αντιληπτικό φορτίο, με την παρουσίαση δύο στοιχείων. Η εξάλειψη της συμβατότητας του αποτελέσματος του άσχετου ερεθίσματος δεν μπορεί να αποδοθεί στην μειωμένη αντιληπτική σημασία της με τα μεγάλα μεγέθη παρουσιάσεων επειδή τα γράμματα παρουσιάστηκαν μόνο σε μια κεντρική κυκλική σειρά περιλαμβάνοντας το στόχο και τα άλλα γράμματα που δεν αποτελούσαν στόχο. Ενώ το άσχετο ερέθισμα εμφανίστηκε στην εξωτερική όψη του κύκλου όπως πάντα και ήταν πολύ μεγάλο.

3.2. Θεωρία αντιληπτικού φορτίου

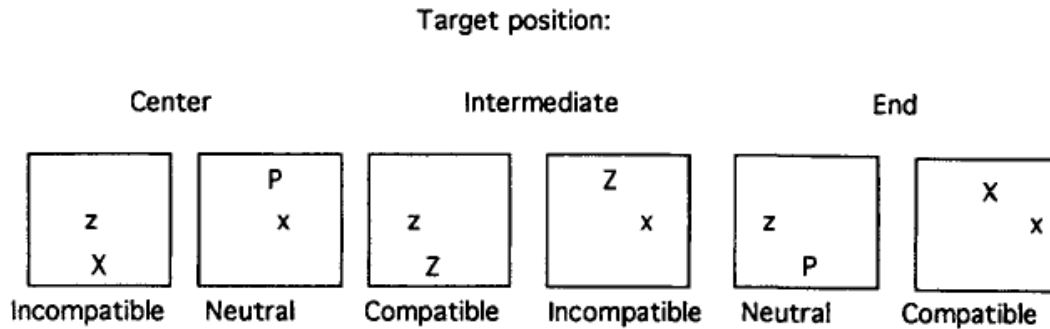
Η Lavie το 1995 και ο COX το 1997 πραγματοποίησαν μία σειρά πειραμάτων συμπεριφοράς που αξιολογούσαν τα αποτελέσματα του αντιληπτικού φορτίου στην επεξεργασία των άσχετων ερεθισμάτων. Οι συμμετέχοντες επιτάχυναν τις απαντήσεις τους αποφασίζοντας εάν ένα κεντρικό γράμμα όπου αποτελούσε το στόχο ήταν ένα από τα δυο καθορισμένα γράμματα στόχου, προσπαθώντας να αγνοήσουν το άσχετο ερέθισμα. Το άσχετο ερέθισμα και ο στόχος θα μπορούσαν να είναι είτε σύμφωνα δηλαδή το άσχετο ερέθισμα και ο στόχος να είναι το γράμμα X, είτε ασύμφωνα όπου το άσχετο ερέθισμα να είναι το γράμμα X και ο στόχος να είναι το γράμμα Z. Επιπλέον ο στόχος εμφανιζόταν μαζί με άλλα πέντε γράμματα O, σε αυτή τη περίπτωση υπήρχε χαμηλό αντιληπτικό φορτίο γιατί η διάκριση του στόχου ήταν εύκολη, ενώ όταν το γράμμα στόχος ήταν μεταξύ άλλων πέντε διαφορετικών γραμμάτων που δεν αποτελούσαν το στόχο τότε υπήρχε υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Από μελέτες που έχουν γίνει έχει διαπιστωθεί ότι τα αποτελέσματα της παρέμβασης του άσχετου ερεθίσματος μειώνονται στους στόχους του υψηλού αντιληπτικού φορτίου σε σχέση με το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Αυτή η διαπίστωση αναλύεται στη συνέχεια εκτενέστερα.

Πραγματοποιήθηκαν κάποια πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι χειρισμοί για το φορτίο, με σκοπό την απαλοιφή της παρέμβασης του άσχετου ερεθίσματος στις παρουσιάσεις υψηλού φορτίου. Σχεδόν σε όλα τα πειράματα χρησιμοποιήθηκε το παράδειγμα Eriksen (Eriksen B. & Eriksen C. (1974)), το οποίο έγινε αποδεκτό ως διαγνωστικό πείραμα για τη πρόωρη ή μεταγενέστερη επιλογή, με την καινοτομία του χειρισμού του φορτίου στη σχετική επεξεργασία. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να δώσουν την απάντηση επιλογής τους για να καθορίσουν την ταυτότητα του γράμματος που

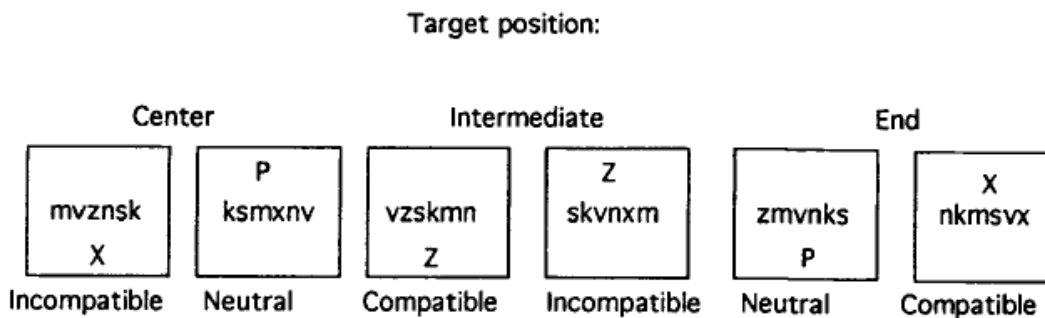
αποτελούσε το στόχο. Ο στόχος αυτός εμφανιζόταν πάντα στην κεντρική περιοχή της παρουσίασης. Το άσχετο ερέθισμα θα μπορούσαν να είναι ασυμβίβαστο, ουδέτερο ή συμβατό σε σχέση με την απάντηση στόχου. Το άσχετο αυτό ερέθισμα τοποθετήθηκε μακριά από το στόχο, επάνω ή κάτω από το κέντρο. Στις παρουσιάσεις αυτές μετρήθηκαν οι χρόνοι αντίδρασης (RTs) που ποικίλουν ανάλογα με την επεξεργασία ή όχι του άσχετου ερεθίσματος και από το αντιληπτικό φορτίο. Αν για παράδειγμα μεγαλώσει το μέγεθος των γραμμμάτων που παρουσιάζονται τότε θα αυξηθεί το φορτίο του στόχου. Δηλαδή οι παρουσιάσεις με μεγαλύτερο μέγεθος στα γράμματα των στοιχείων παρέχουν μια άμεση αύξηση στην ποσότητα των πληροφοριών που παρουσιάζονται, έτσι υπάρχει υψηλό αντιληπτικό φορτίο.

Κάθε παρουσίαση περιέχει ένα στόχο και ένα άσχετο ερέθισμα. Το άσχετο ερέθισμα θα μπορούσε να είναι συμβατό, ασύμβατο ή ουδέτερο σε σχέση με την απάντηση του στόχου. Το άσχετο ερέθισμα είναι πιο ευδιάκριτο από το στόχο αφού είχε μεγαλύτερο μέγεθος. Το αντιληπτικό φορτίο είχε δύο επίπεδα το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και το υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο, ο στόχος εμφανίζεται στη μια από τις έξι πιθανές θέσεις, ενώ οι άλλες πέντε θέσεις είναι κενές. Στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο, οι πέντε άλλες θέσεις καταλαμβάνονται από ουδέτερα γράμματα δηλαδή πέντε διαφορετικά γράμματα σε σχέση με το στόχο. Και στις δυο περιπτώσεις υπήρχε ένα γράμμα στόχος, όπου θα μπορούσε να ήταν είτε το X είτε το Z. Ένα από αυτά τα δυο γράμματα εμφανίζεται τυχαία σε μια από τις έξι θέσεις που παρουσιάζονται στο κέντρο της παρουσίασης. Στην κατάσταση χαμηλού αντιληπτικού φορτίου εμφανίζεται μόνο το γράμμα στόχος, ενώ στην κατάσταση υψηλού αντιληπτικού φορτίου το γράμμα στόχος παρουσιάζεται με άλλα πέντε άσχετα γράμματα (k, s, m, v και n). Αυτά τα πέντε άσχετα γράμματα καταλαμβάνουν τις άλλες θέσεις σε μια τυχαία διάταξη. Όλα τα γράμματα παρουσιάζονται με ένα ανοικτό γκριζο χρώμα πάνω σε ένα μαύρο φόντο. Το άσχετο ερέθισμα μπορεί να είναι ασυμβίβαστο, συμβατό ή ουδέτερο σε σχέση με το στόχο. Κάθε μια από τις τρεις αυτές κατηγορίες του άσχετου ερεθίσματος εμφανίζονται εξίσου συχνά με κάθε μια από τις θέσεις στόχων.

Πριν από κάθε παρουσίαση, εμφανίζεται ένα ανοικτό γκριζο σημείο σταθεροποίησης στο κέντρο της παρουσίασης για 1 δευτερόλεπτο. Αυτό αντικαθιστάτε αμέσως από την παρουσίαση των διαφόρων στόχων. Αυτοί οι στόχοι εμφανίζονται για 50ms. Οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν τα αριθμητικά πλήκτρα στη δεξιά πλευρά του πληκτρολογίου του υπολογιστή για τις απαντήσεις τους. Πιέζουν το πλήκτρο μηδέν για το γράμμα Z και το πλήκτρο δύο για το γράμμα X όσο πιο γρήγορα μπορούν αλλά προσπαθούν να αποφύγουν τα λάθη. Οι συμμετέχοντες καθοδηγήθηκαν να αγνοήσουν το άσχετο ερέθισμα και ενημερώθηκαν για την περιστασιακή παρουσία ασυμβίβαστων άσχετων ερεθισμάτων. Οι μισοί από τους συμμετέχοντες εκτέλεσαν την κατάσταση χαμηλό αντιληπτικό φορτίο προς υψηλό αντιληπτικό φορτίο και οι άλλοι μισοί εκτέλεσαν την αντίστροφη κατάσταση. Κάθε συμμετέχοντας πέρασε μέσω 10 φραγμών με 72 δοκιμές κάθε φορά. Οι πρώτοι 2 φραγμοί θεωρήθηκαν σαν πρακτική και τα αποτελέσματά τους αγνοήθηκαν από την ανάλυση. Μετά από τους πρώτους 6 φραγμούς έγινε ένα διάλειμμα 5 λεπτών. Οι συμμετέχοντες ξεκινούσαν κάθε φραγμό με την επιλογή του διαστήματος από το πληκτρολόγιο. Τα παραδείγματα των παρουσιάσεων φαίνονται στην εικόνα 3.1:



High load - Relevant set size 6



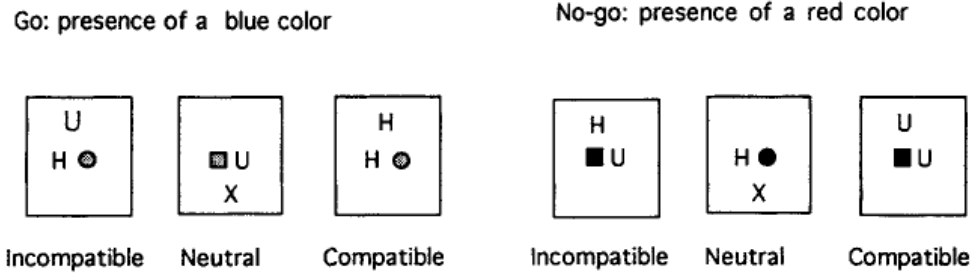
Εικόνα 3. 1: Πείραμα Lavie για χαμηλό και υψηλό αντιληπτικό φορτίο. (Lavie N. (1995))

Στο πείραμα αυτό στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο, αφού γίνει η επεξεργασία του στόχου υπάρχει μια εφεδρική διαθεσιμότητα πόρων, η οποία θα διατεθεί ακούσια για την επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος. Στην κατάσταση υψηλού αντιληπτικού φορτίου, όπου γίνεται προσπάθεια εντοπισμού του στόχου μεταξύ άλλων πέντε ουδέτερων γραμμάτων χρησιμοποιούνται όλοι οι διαθέσιμοι πόροι προσοχής και δεν υπάρχει καμία εφεδρική ικανότητα για την επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος. Επομένως, η παρέμβαση του άσχετου ερεθίσματος παρουσιάζεται στη κατάσταση χαμηλού αντιληπτικού φορτίου και όχι στη κατάσταση υψηλού αντιληπτικού φορτίου.

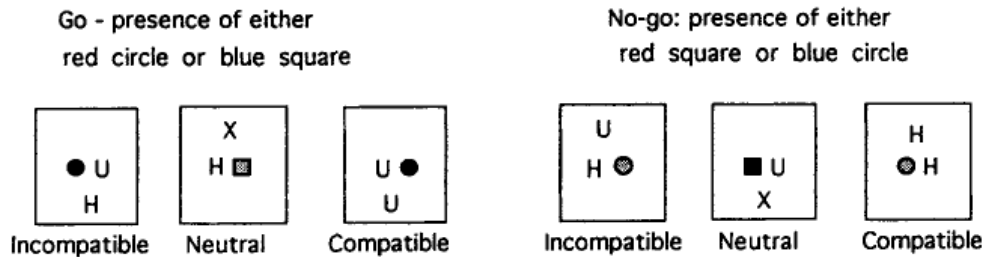
Τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού έδειξαν ότι η μείωση του μεγέθους του φορτίου αύξησε την παρέμβαση του άσχετου ερεθίσματος, ενώ αντίθετα όταν αυξήθηκε το μέγεθος του φορτίου μειώθηκε η παρέμβαση του άσχετου ερεθίσματος.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ένα άλλο πείραμα όπου δίπλα από το γράμμα που αποτελούσε το στόχο παρουσιάστηκε ένα επιπρόσθετο σχήμα. Ο στόχος εμφανίζεται στο κέντρο της παρουσίασης και στα δεξιά ή στα αριστερά του υπήρχε ένα χρωματισμένο σχήμα όπου θα μπορούσε να είναι είτε ένας κύκλος είτε ένα τετράγωνο, με μπλε ή με κόκκινο χρώμα. Επίσης υπήρχε ένα άσχετο ερέθισμα που θα μπορούσε να είναι συμβατό, ουδέτερο ή ασυμβίβαστο σε σχέση με τον στόχο. Το άσχετο αυτό ερέθισμα εμφανίζεται επάνω ή κάτω από το κέντρο. Σε αυτό το πείραμα η απάντηση εξαρτάται από το χαρακτηριστικό γνώρισμα του χρώματος που έχει το σχήμα ή από τον συνδυασμό των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων της μορφής του σχήματος και του χρώματος του. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να δώσουν την απάντηση τους για το γράμμα στόχο όταν το χρώμα του σχήματος ήταν μπλε και να συγκρατήσουν την απάντηση τους όταν το χρώμα ήταν κόκκινο. Δεν είχε σημασία αν το σχήμα ήταν κύκλος ή τετράγωνο. Στην περίπτωση όπου υπήρχε απαίτηση συνδυασμού της μορφής του σχήματος και του χρώματος τότε για να είναι κατάλληλη η απάντηση έπρεπε το σχήμα να είναι είτε ένα μπλε τετράγωνο είτε ένας κόκκινος κύκλος για να δοθεί η κατάλληλη απάντηση, στην αντίθετη περίπτωση δηλαδή αν ο κύκλος ήταν μπλε ή το τετράγωνο ήταν κόκκινο οι συμμετέχοντες έπρεπε να αποκρύψουν την απάντηση τους. Κατά συνέπεια, οι συμμετέχοντες έπρεπε τώρα να επεξεργαστούν και το χρώμα και τη μορφή για να αναφέρουν την απάντηση παρά απλά να επεξεργάζονται μόνο το χρώμα του. Αυτά που αναφέρθηκαν πιο πάνω φαίνονται στην εικόνα 3.

Low load - Color features



High load - Conjunctions of colors and shapes

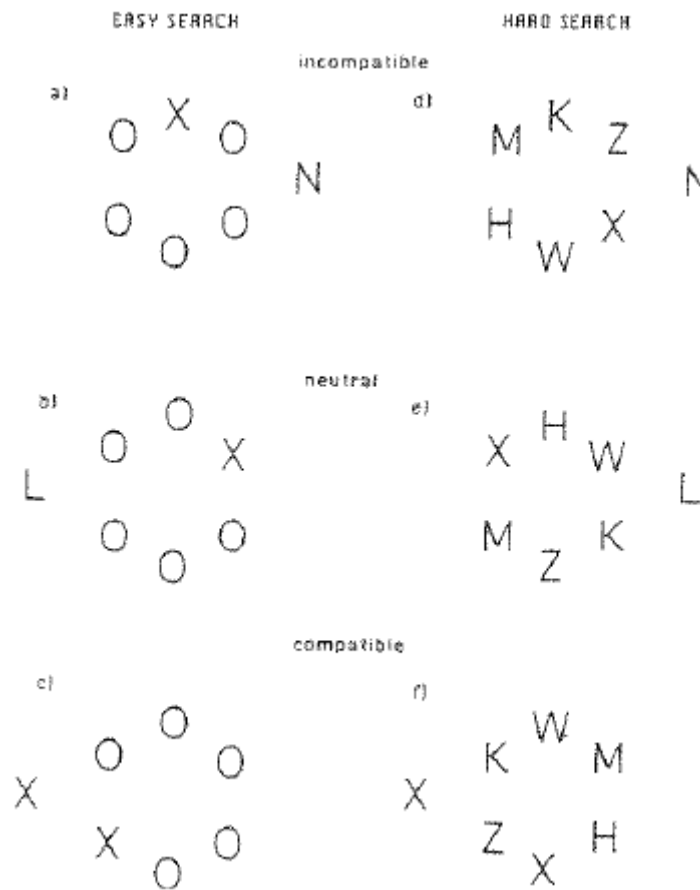


Εικόνα 3. 2: Πείραμα Lavie για χαμηλό και υψηλό αντιληπτικό φορτίο με go/ no-go σύνθημα. (Lavie N. (1995))

Από το πείραμα αυτό προκύπτει το συμπέρασμα ότι το επίπεδο του αντιληπτικού φορτίου καθορίζει το βαθμό επεξεργασίας του άσχετου ερεθίσματος. Στην περίπτωση όπου έπρεπε να ανιχνευθεί μόνο το χαρακτηριστικό γνώρισμα χρώματος υπήρχε ελάχιστη ή καθόλου αύξηση στο φορτίο της σχετικής επεξεργασίας με αποτέλεσμα αμέσως η εφεδρική ικανότητα να ανατρέχει αυτόματα στο άσχετο ερέθισμα. Αν όμως υπήρχε συνδυασμός των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων τότε απαιτούνταν περισσότερες ικανότητες προσοχής και έτσι έμεναν λιγότερες ικανότητες για την επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος με αποτέλεσμα να μειώνονται οι πιθανότητες παρέμβασης.

Η Lavie το 1997 (Lavie, N., & Cox, S. (1997)) επανέλαβε το πείραμα της αλλά τα γράμματα ήταν τοποθετημένα σε κύκλο και όχι σε γραμμή όπως ήταν στα προηγούμενα πειράματα. Υπήρχαν δυο περιπτώσεις υψηλού αντιληπτικού φορτίου και χαμηλού

αντιληπτικού φορτίου. Στα πειράματα του υψηλού αντιληπτικού φορτίου το γράμμα στόχος παρουσιαζόταν μαζί με άλλα πέντε γράμματα όπου ήταν το k, m, h, w και z σε κυκλική σειρά. Κοντά στο κύκλο αριστερά ή δεξιά εμφανιζόταν ένα άσχετο γράμμα. Το άσχετο αυτό γράμμα μπορούσε να είναι συμβατό, ουδέτερο ή ασύμβατο X, N ή L. Στη περίπτωση του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου το γράμμα στόχος εμφανιζόταν μαζί με πέντε γράμματα O. Στόχος των πειραμάτων αυτών ήταν οι παρατηρητές να εντοπίσουν το γράμμα στόχο αγνοώντας το άσχετο ερέθισμα με τον καλύτερο χρόνο αντίδρασης. Στην εικόνα 3.3 απεικονίζεται το πείραμα αυτό.



Εικόνα 3. 3: Πείραμα Lavie με χαμηλό και υψηλό αντιληπτικό φορτίο. (Lavie, N., & Cox, S. (1997))

Συμπέρασμα αυτών των πειραμάτων ήταν ότι στη περίπτωση του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου παρατηρείται μια μεταγενέστερη επιλογή και πραγματοποιείται επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος λόγω της ύπαρξης διαθέσιμων πόρων. Ενώ στη περίπτωση του υψηλού αντιληπτικού φορτίου λόγω της έλλειψης πόρων γίνεται πρόωγη επιλογή και δεν γίνεται επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος.

3.3. Ενδογενές σύνθημα για αποφυγή επεξεργασία άσχετων ερεθισμάτων

Μια άλλη σημαντική μελέτη που πραγματοποίησαν ο Johnson και οι συνεργάτες του (Johnson D. (2002)) διαφώνησε με τη Θεωρία της Lavie. Ο Johnson υποστήριξε ότι ένα ενδογενές σύνθημα που ήταν ένα βέλος που υποδείκνυε τη θέση του στόχου μείωνε την παρέμβαση του άσχετου ερεθίσματος στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Στόχος του πειράματος αυτού ήταν να υποστηρίξει ότι το αντιληπτικό φορτίο δεν είναι ο μόνος παράγοντας που καθορίζει εάν η προσοχή θα εστιαστεί αποτελεσματικά στο στόχο και θα αγνοηθεί η επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος.

Στο πείραμα αυτό το γράμμα στόχος μπορούσε να είναι το γράμμα X ή το γράμμα N. Στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο εμφανιζόταν το γράμμα στόχος μαζί με άλλα πέντε γράμματα O σε κυκλική διάταξη. Ενώ στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο παρουσιαζόταν το γράμμα στόχος μαζί με πέντε άλλα γράμματα που ήταν K, M, Z, W και H. Δίπλα από τον κύκλο εμφανιζόταν το άσχετο ερέθισμα που μπορούσε να ήταν συμβατό, ασύμβατο ή ουδέτερο X, N ή L. Στο κέντρο του κύκλου βρισκόταν ένα βέλος όπου αποτελούσε το σύνθημα και υποδείκνυε τη θέση του στόχου. Το βέλος αυτό εμφανιζόταν πριν από την παρουσίαση του γράμματος στόχου, των άλλων πέντε γραμμάτων και του άσχετου ερεθίσματος. Σε κάθε παρουσίαση παρουσιαζόταν πριν την επίδειξη ένας σταυρός σταθεροποίησης για 1000ms. Όμως στις παρουσιάσεις που υπήρχε συνθηματικό βέλος, ο σταυρός σταθεροποίησης εμφανιζόταν για 800 ms και το συνθηματικό βέλος για 200 ms. Η επίδειξη των γραμμάτων παρουσιαζόταν στην οθόνη για 100 ms και μετά εμφανιζόταν μια μαύρη οθόνη όπου ο παρατηρητής έπρεπε να επιλέξει από το πληκτρολόγιο το γράμμα στόχο που προβλήθηκε στην οθόνη όσο το δυνατό γρηγορότερα αγνοώντας το άσχετο ερέθισμα. Από την εικόνα 3.4 μπορούμε να δούμε το πείραμα αυτό με και χωρίς συνθηματικό βέλος.

	<u>Low-Load Condition</u>		<u>High-Load Condition</u>	
	a	O	b	K
<u>No-Cue</u>	O	O	X	M
L	+		N	+
	N	O	W	Z
	O			H
	c	O	d	H
<u>Valid-Cue</u>	O	X	M	K
L	↗		N	↓
	O	O	W	Z
	O			N

Εικόνα 3. 4: Πείραμα Johnson με ενδογενές σύνθημα σε χαμηλό και υψηλό αντιληπτικό φορτίο. (Johnson D. (2002))

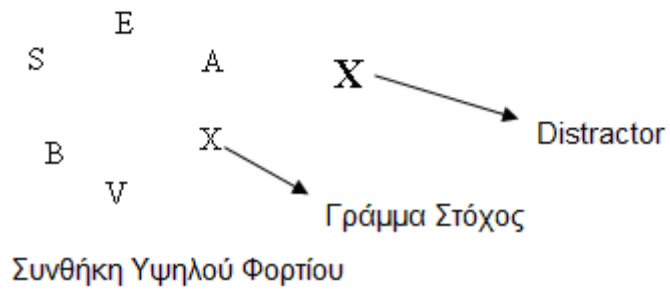
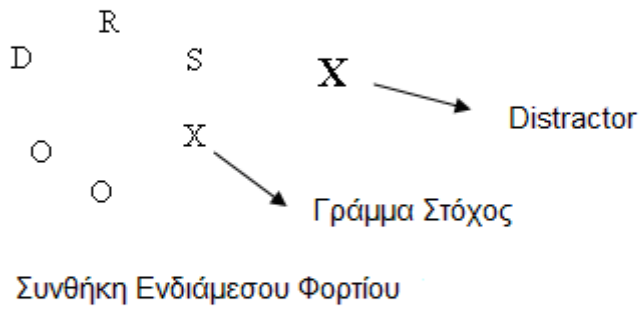
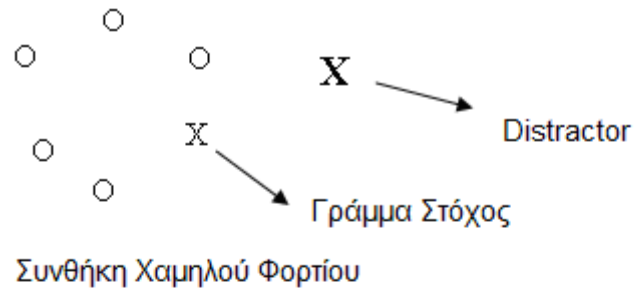
Από τα αποτελέσματα του πειράματος διαπιστώθηκε ότι στη περίπτωση που δεν υπήρχε συνθηματικό βέλος ο χρόνος αντίδρασης αυξανόταν και επηρεαζόταν από την επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος περισσότερο στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Στη περίπτωση που υπήρχε έγκυρο συνθηματικό ο χρόνος αντίδρασης ήταν μικρότερος σε σχέση με την περίπτωση που δεν ήταν έγκυρο το συνθηματικό κυρίως στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο.

Η Θεωρία του Johnson πρόσθεσε εκτός από το παράγοντα του αντιληπτικού φορτίου που επηρεάζει τη προσοχή, ένα σύνθημα το οποίο δείχνει τη θέση του στόχου. Αυτό το σύνθημα βοήθησε τους συμμετέχοντες στο να εντοπίσουν γρηγορότερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια το στόχο χωρίς να επηρεάζονται από το άσχετο ερέθισμα. Αυτή η παρατήρηση ήταν πιο εμφανής στη κατάσταση χαμηλού αντιληπτικού φορτίου αφού με τη παρουσία του συνθηματικού βέλους γίνεται πρόωρη επιλογή και δεν γίνεται επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος.

3.4. Θεωρία αντιληπτικού φορτίου – ενδιάμεσο αντιληπτικό φορτίο

Σε μια άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε το Μάιο του 2009 (Κάτια Νικολάου (2009)) στο Πανεπιστήμιο Κύπρου, μελετήθηκε η Θεωρία του αντιληπτικού φορτίου σε χαμηλό, ενδιάμεσο και υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Η έρευνα αυτή είχε ως βάση τη Θεωρία της Lavie. Η καινοτομία της έρευνας αυτής ήταν η εισαγωγή του ενδιάμεσου αντιληπτικού φορτίου. Στο πείραμα αυτό τα γράμματα παρουσιάζονταν σε κύκλο. Υπήρχε ένα γράμμα στόχος που ήταν το γράμμα X ή Z, τρία άλλα άσχετα γράμματα που μπορούσαν να είναι M, K, N, H, W και τα υπόλοιπα δυο γράμματα ήταν το γράμμα O. Επίσης εμφανιζόταν και ένα άσχετο ερέθισμα που μπορούσε να είναι το γράμμα X, Z ή L. Αυτό το άσχετο ερέθισμα εμφανιζόταν αριστερά ή δεξιά από τον κύκλο και μπορούσε να είναι συμβατό, ασύμβατο ή ουδέτερο. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να προσδιορίσουν το γράμμα στόχο με όσο το δυνατό μικρότερο χρόνο αντίδρασης και να αγνοήσουν το άσχετο ερέθισμα.

Από τα πειράματα αυτά προέκυψε το συμπέρασμα ότι υπάρχει επίδραση του άσχετου ερεθίσματος και στις τρεις συνθήκες αντιληπτικού φορτίου ακόμη και στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Το αποτέλεσμα αυτό δεν συμφωνεί με τα αποτελέσματα της Lavie. Η Lavie υποστήριξε ότι η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος εμφανιζόταν μόνο στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Ενώ στην έρευνα της Κάτιας Νικολάου υπήρχε επίδραση του άσχετου ερεθίσματος και στα τρία είδη αντιληπτικού φορτίου. Το αποτέλεσμα αυτό απέδωσε στην ύπαρξη του ενδιάμεσου αντιληπτικού φορτίου, που βοήθησε τους συμμετέχοντες στη σταδιακή μετάβαση τους από το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο στο υψηλό.



Εικόνα 3. 5: Πείραμα με χαμηλό, ενδιάμεσο και υψηλό αντιληπτικό φορτίο. (Κάτια Νικολάου (2009))

4. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΕΣΤΙΑΣΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ

4.1. Επιλεκτική προσοχή επηρεάζεται από τη χωρική τοποθέτηση

Από τις πιο πάνω μελέτες που υποστήριξαν αρκετοί ερευνητές είχαν σαν βάση την άποψη της Lavie. Θεωρούν δηλαδή ότι η επιλεκτική προσοχή καθορίζεται από το φορτίο των πληροφοριών του αντιληπτικού συστήματος του παρατηρητή. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω σε περίπτωση ύπαρξης διαθέσιμων πόρων η προσοχή του παρατηρητή θα προχωρά ακούσια μετά από την επεξεργασία του στόχου προς το άσχετο ερέθισμα μέχρι να καταναλωθούν όλοι οι διαθέσιμοι πόροι. Στη περίπτωση του υψηλού αντιληπτικού φορτίου υπάρχουν ελάχιστοι ή καθόλου διαθέσιμοι πόροι για επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος έτσι όλοι οι πόροι καταναλώνονται για την επεξεργασία του στόχου.

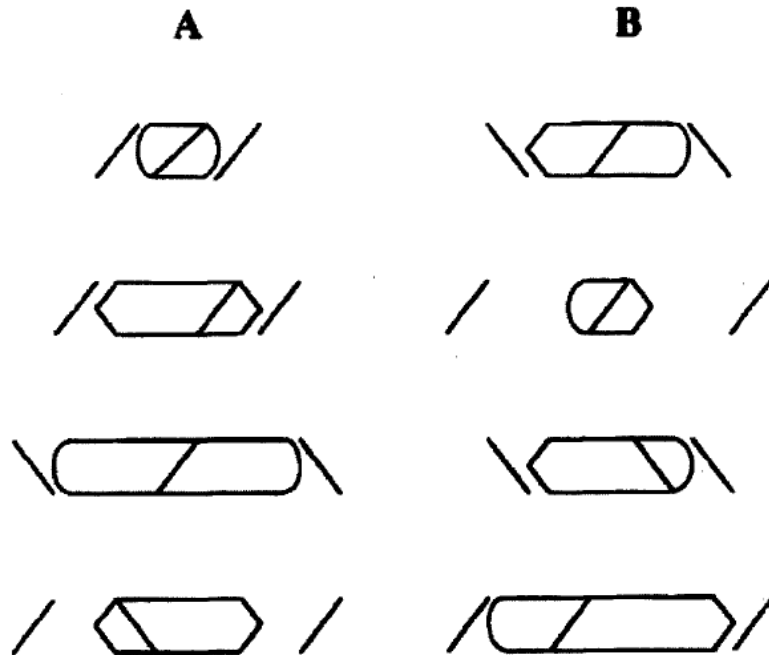
Ένας άλλος ερευνητής ο Johnson παρουσίασε στα πειράματα του ένα βέλος στο κέντρο του κύκλου πριν από το στόχο και υποδείκνυε τη θέση του. Αυτό το βέλος μείωνε οποιαδήποτε παρέμβαση του άσχετου ερεθίσματος στη περίπτωση του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου. Δηλαδή υπάρχει μια πρόωρη επιλογή στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και αυτό έρχεται σε αντιπαράθεση με τη Θεωρία της Lavie όπου υποστήριξε ότι η πρόωρη επιλογή παρουσιάζεται μόνο στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο.

Ο C.W. Eriksen και ο ST James το 1986 (ZHE CHEN) ανέφεραν ότι η χωρική έκταση της εστίασης της προσοχής επηρεάζει το βαθμό επεξεργασίας του άσχετου ερεθίσματος. Υποστήριξαν ότι όταν αυξάνεται η περιοχή της εστίασης της προσοχής, η λανθάνουσα κατάσταση της απάντησης των συμμετεχόντων γίνεται πιο μακροχρόνια. Έτσι για να επιβεβαιώσουν αυτή την υποστήριξη τους δημιούργησαν ένα μοντέλο που το ονόμασαν «zoom-lens(ζουμ-φακών)». Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η περιοχή της εστίασης της προσοχής αλλάζει ανάλογα με τις απαιτήσεις του στόχου και η αποδοτικότητα της επεξεργασίας είναι μια αντίστροφη λειτουργία της χωρικής έκτασης της εστίασης της προσοχής. Όταν ένας στόχος απαιτεί την επεξεργασία των ερεθισμάτων σε μια καθορισμένη περιοχή, η εστίαση της προσοχής γίνεται σχετικά μικρή. Δεδομένου ότι η έκταση της εστίασης της προσοχής μειώνεται, η πυκνότητα των πόρων επεξεργασίας

μέσα στην παρακολουθούμενη περιοχή αυξάνεται, αυτό οδηγεί σε μια πιο αποδοτική επεξεργασία. Σε αντίθεση, όταν τα σχετικά ερεθίσματα καταλαμβάνουν μια ευρεία περιοχή, η εστίαση της προσοχής επεκτείνεται. Αυτό, οδηγεί στη μείωση της πυκνότητας των πόρων που είναι διαθέσιμοι για επεξεργασία, με αποτέλεσμα να γίνεται λιγότερο αποδοτική επεξεργασία. Επιπλέον περιορίζοντας την εστίαση της προσοχής προς τη θέση του στόχου τα άσχετα ερεθίσματα βρίσκονται έξω από τα όρια της εστίασης της προσοχής και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της παρέμβασης του άσχετου ερεθίσματος.

Αυτή η σχέση ανάμεσα στην εστίαση της προσοχής και της παρέμβασης έχει μελετηθεί από διάφορους μελετητές. Ο C.W. Eriksen και ST James το 1986 παρουσίασαν στους συμμετέχοντες τα ερεθίσματα όπου στη πρώτη περίπτωση ήταν ένα γράμμα στόχος και επτά άλλα ουδέτερα γράμματα, ενώ στην δεύτερη περίπτωση ήταν ένα γράμμα στόχος μαζί με έξι ουδέτερα γράμματα και ένα ασύμβατο γράμμα. Στην πρώτη περίπτωση ο χρόνος αντίδρασης των συμμετεχόντων ήταν μεγαλύτερος σε σχέση με την δεύτερη περίπτωση. Αυτό οφειλόταν στο ότι στην δεύτερη περίπτωση μειώθηκε ο αριθμός των θέσεων. Ο LaBerge, ο Brown, ο Carter, ο Bash και ο Hartley το 1991 απόδειξαν με την έρευνα τους ότι η επίδραση των άσχετων ερεθισμάτων θα μπορούσε να μειωθεί στην περίπτωση που περιοριζόταν η προσοχή. Στις επιδείξεις τους παρουσίασαν στους συμμετέχοντες ένα ψηφίο στόχο που ακολουθήτο από ένα άλλο γράμμα στόχο καθώς επίσης και ένα άσχετο ερέθισμα που μπορούσε να είναι ουδέτερο ή συμβατό ή ασύμβατο γράμμα. Ο συμμετέχοντας έπρεπε να ανταποκριθεί και στους δυο στόχους. Από την έρευνα τους, προέκυψε το συμπέρασμα ότι με τη μείωση της διάρκειας της παρουσίας του πρώτου στόχου μειώνεται η παρέμβαση του άσχετου ερεθίσματος. Αυτή η συμπεριφορά αποδίδεται στη μείωση της συγκέντρωσης της προσοχής. Επομένως προτείνεται ότι η χωρική έκταση της εστίασης της προσοχής διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στην επιλεκτική προσοχή.

Ο Eriksen, ο Pan και ο Botella το 1993 (Pan, K., & Eriksen, C.W(1993)) πραγματοποίησαν ένα άλλο πείραμα για να αξιολογηθεί η παρακολουθούμενη περιοχή στο οπτικό πεδίο. Τα ερεθίσματα που χρησιμοποίησαν παρουσιάζονται στην εικόνα 4.1.



Εικόνα 4. 1: Πείραμα όπου καθορίζονται τα πλαίσια προσοχής από τις πλάγιες γραμμές αριστερά και δεξιά από το ορθογώνιο σχήμα. Αν οι δυο άκρες του σχήματος είναι ίδιες τότε το σύνθημα καθορισμού της κλίσης της εσωτερικής πλάγιας γραμμής είναι go, σε αντίθετη περίπτωση είναι no-go. (Pan, K., & Eriksen, C.W(1993))

Στο πείραμα αυτό ο στόχος ήταν μια γραμμή που έκλινε είτε προς τα δεξιά είτε προς τα αριστερά και βρισκόταν μέσα σ' ένα οριζόντιο σχήμα. Το οριζόντιο αυτό σχήμα καθόριζε την οπτική περιοχή. Εάν οι άκρες του σχήματος ήταν ίδιες το σύνθημα ήταν go και ακολούθως γινόταν διάκριση της κατεύθυνσης της κλίσης της γραμμής με την κινήσει ενός μοχλού είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω. Εξωτερικά από το σχήμα ήταν τα άσχετα ερεθίσματα όπου ήταν δυο γραμμές που ήταν είτε συμβατές είτε ασυμβίβαστες με τη γραμμή στόχου που εμφανιζόταν μέσα στο σχήμα. Τα οριζόντια σημεία του σχήματος ήταν διαφορετικά καθώς επίσης και η θέση των άσχετων ερεθισμάτων από την άποψη της απόστασή τους από τις άκρες του σχήματος. Η θέση της γραμμής στόχου ήταν είτε στη μέση του σχήματος είτε πιο κοντά σε μια από τις δυο άκρες. Η παρακολουθούμενη περιοχή ήταν δυνατό να αλλάξει με την αλλαγή της απόστασης του άσχετου ερεθίσματος από τις άκρες της παρακολουθούμενης περιοχής. Από το πείραμα αυτό μετριόταν ο χρόνος αντίδρασης για το προσδιορισμό της κλίσης του στόχου.

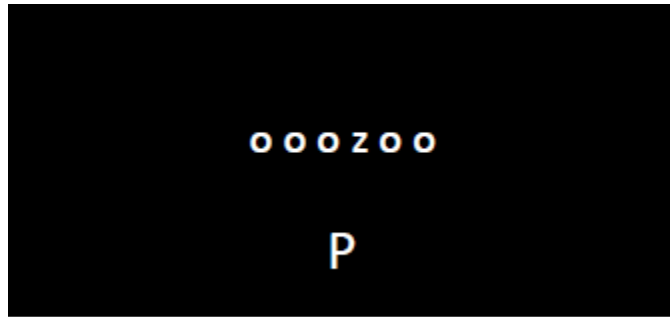
Τα αποτελέσματα των πειραμάτων έδειξαν ότι η σημαντικότερη αλλαγή ήταν η απόσταση των άσχετων ερεθισμάτων από τις άκριες της παρακολουθούμενης περιοχής παρά η απόσταση των άσχετων ερεθισμάτων από τη γραμμή στόχο. Αυτό οφείλετε στο ότι με την αλλαγή της θέσης των άσχετων ερεθισμάτων αυξανόταν η παρακολουθούμενη περιοχή και αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση της παρέμβασης των άσχετων ερεθισμάτων.

4.2. Υλοποίηση πειράματος για τη μελέτη του focus of attention.

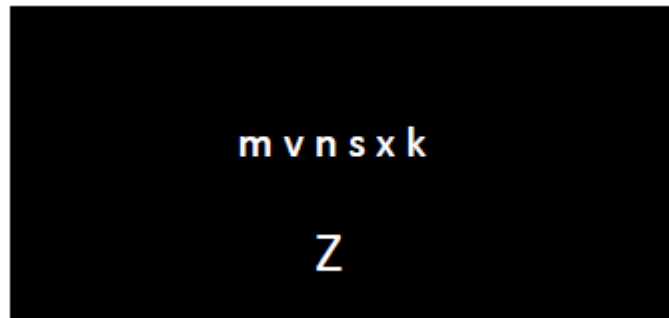
Όπως έχουμε διαπιστώσει από την πιο πάνω μελέτη, πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει την επίδραση του αντιληπτικού φορτίου στη προσοχή. Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας έχουμε σαν στόχο την υλοποίηση ενός πειράματος που να βασίζεται στη Θεωρία της Lavie για το αντιληπτικό φορτίο αλλά θα επεκτινουμε την έρευνα αυτή μελετώντας την απόδοση της προσοχής και κατεπέκταση το χρόνο αντίδρασης καθορίζοντας το σημείο εστίασης της προσοχής. Με αυτό τον τρόπο θελήσαμε να καθορίσουμε στους συμμετέχοντες τη περιοχή εστίασης της προσοχής, απαλείφοντας έτσι την πιθανότητα επεξεργασίας άσχετων ερεθισμάτων. Με το πείραμα αυτό αναμένουμε μείωση της διαφοράς στο χρόνο αντίδρασης ανάμεσα στη περίπτωση του συμβατού και ασύμβατου άσχετου ερεθίσματος κυρίως στη συνθήκη του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου.

Πραγματοποιήσαμε ένα πείραμα που αποτελείτο από τέσσερα μέρη. Αρχικά επαναλάβουμε το πείραμα της Lavie για να επιβεβαιώσουμε και εμείς με τη σειρά μας, την επίδραση του αντιληπτικού φορτίου στη προσοχή συμφωνώντας ή διαφωνώντας μαζί της. Στόχος ήταν οι συμμετέχοντες να εντοπίσουν το γράμμα στόχο (X ή Z) ανάμεσα σε άλλα πέντε γράμματα που δεν αποτελούσαν στόχο όσο το δυνατό γρηγορότερα και με ακρίβεια αγνοώντας το άσχετο γράμμα που εμφανιζόταν είτε πάνω, είτε κάτω από τη γραμμή εμφάνισης των άλλων έξι γραμμάτων και είχε πάντα μεγαλύτερο μέγεθος από τα άλλα. Το άσχετο αυτό γράμμα μπορούσε να είναι συμβατό (αν το γράμμα στόχος είναι το X, το άσχετο γράμμα να είναι X ή αν το γράμμα στόχος είναι το Z, το άσχετο γράμμα να είναι Z), ασύμβατο (αν το γράμμα στόχος είναι το X, το άσχετο γράμμα να είναι Z ή αν το γράμμα στόχος είναι το Z, το άσχετο γράμμα να είναι X) ή ουδέτερο (αν το γράμμα

στόχος είναι το X ή το Z το άσχετο γράμμα είναι το P). Τα έξι γράμματα καθώς επίσης και το άσχετο γράμμα είχαν άσπρο χρώμα ενώ η οθόνη είχε μαύρο χρώμα. Πριν την προβολή των γραμμάτων εμφανιζόταν ένας σταυρός σταθεροποίησης στο κέντρο της μαύρης οθόνης με άσπρο χρώμα. Υπήρχαν δυο περιπτώσεις πειραμάτων, η περίπτωση του υψηλού αντιληπτικού φορτίου, όπου παρουσιαζόταν το γράμμα στόχος X ή Z και τα άλλα πέντε γράμματα ήταν διαφορετικά (M, V, N, S, K). Στη δεύτερη περίπτωση του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου παρουσιαζόταν το γράμμα στόχος και μαζί με αυτό εμφανιζόνταν άλλα πέντε γράμματα O. Αυτές οι δυο περιπτώσεις παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.3 και στην Εικόνα 4.2 αντίστοιχα.



Εικόνα 4. 2: Πείραμα Lavie (Χαμηλό αντιληπτικό φορτίο)



Εικόνα 4. 3: Πείραμα Lavie (Υψηλό αντιληπτικό φορτίο)

Στη συνέχεια όμως θελήσαμε να μελετήσουμε πόσο σημαντική είναι η επίδραση της εστίασης της προσοχής σε μια συγκεκριμένη περιοχή και έτσι προχωρήσαμε στην υλοποίηση του τρίτου και τέταρτου μέρους του πειράματος.

4.3. Στόχοι πειράματος

Πολλοί ερευνητές και επιστήμονες έχουν πραγματοποιήσει αμέτρητα πειράματα και έρευνες για τον τρόπο λειτουργίας της προσοχής και κατεπέκταση τους παράγοντες που επηρεάζουν την προσοχή του ατόμου. Η Lavie και οι συνεργάτες της για παράδειγμα έχουν υποστηρίξει ότι η εστίαση της προσοχής σε ένα στόχο εξαρτάτε πάντα από το αντιληπτικό φορτίο. Μελέτησαν δυο συνθήκες, το υψηλό αντιληπτικό φορτίο και το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Από τα αποτελέσματα των πειραμάτων διαπίστωσαν ότι στη συνθήκη του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου παρατηρείται μια μεταγενέστερη επιλογή λόγω της ύπαρξης διαθέσιμων πόρων για επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος. Ενώ στη συνθήκη του υψηλού αντιληπτικού φορτίου παρατηρείται μια πρόωρη επιλογή γιατί ο εντοπισμός του στόχου είναι ένα δύσκολο έργο σε αυτή τη περίπτωση και υπάρχει σχεδόν πλήρης χρησιμοποίηση των διαθέσιμων πόρων του εγκεφάλου με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν διαθέσιμοι πόροι για επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος.

Εμείς με τη σειρά μας προσπαθήσαμε να επεκτείνουμε τη μελέτη της προσοχής θέτοντας σαν στόχο τον εντοπισμό της επιρροής της εστίασης της προσοχής του συμμετέχοντα στη περιοχή των έξι προβαλλόμενων γραμμάτων ένα από τα οποία ήταν και το γράμμα στόχος. Με αυτό τον τρόπο, το άσχετο ερέθισμα θα βρισκόταν έξω από την καθορισμένη περιοχή. Με το πείραμα αυτό θέλαμε να μελετήσουμε αν η εστίαση της προσοχής του ατόμου στη περιοχή των έξι γραμμάτων που αποτελούσαν στόχο, επηρεάζει το χρόνο αντίδρασης στη συνθήκη του υψηλού αντιληπτικού φορτίου αλλά κυρίως στη συνθήκη του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου.

4.4. Ανάλυση 1^{ου} πειράματος

Έχουμε κάνει μια εκτενή αναφορά σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί και αφορούν την οπτική προσοχή και την εστίαση της προσοχής σε μια οπτική περιοχή. Στις μελέτες αυτές έχει μελετηθεί η ικανότητα του παρατηρητή να επιλέγει τις σχετικές πληροφορίες και να αγνοεί τις άσχετες. Με βάση τη Θεωρία της Lavie που υποστήριξε ότι σε περίπτωση ύπαρξης διαθέσιμων πόρων από τον εντοπισμό του στόχου, ο παρατηρητής θα επεξεργαστεί το άσχετο ερέθισμα και θα πραγματοποιηθεί μεταγενέστερη επιλογή. Ενώ στη περίπτωση της μη ύπαρξης διαθέσιμων πόρων δεν θα γίνει επεξεργασία του

άσχετου ερεθίσματος και θα γίνει πρόωρη επιλογή. Μια άλλη μελέτη που είναι αρκετά σημαντική και μας έχει παροτρύνει για περαιτέρω επεξεργασία είναι αυτή των ερευνητών Eriksen, Pan και Botella. Οι ερευνητές αυτοί υποστήριξαν ότι ο χρόνος αντίδρασης του παρατηρητή αυξάνεται όταν μεγαλώνει η παρακολουθούμενη περιοχή καθώς επίσης η πιθανότητα επεξεργασίας των άσχετων ερεθισμάτων μειώνεται σε αυτή τη περίπτωση.

Με δεδομένη τη σημαντικότητα της δυνατότητας του ατόμου να επιλέγει τις απαραίτητες πληροφορίες απορρίπτοντας τα άσχετα ερεθίσματα θελήσαμε και εμείς να απαντήσουμε κάποια ερωτήματα που πολλοί ερευνητές έθεσαν κατά καιρούς. Ένα από τα σημαντικότερα ερωτήματα που μας απασχόλησε ήταν, κατά πόσο θα επηρεαζόταν η προσοχή του συμμετέχοντα εάν εστιαζόταν η προσοχή του σε μια συγκεκριμένη περιοχή αγνοώντας το άσχετο γράμμα. Θα εξαλειφόταν η επίδραση του άσχετου γράμματος και στη περίπτωση του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου;

Για το σχεδιασμό του πειράματος αυτού χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο E-Prime. Από το πείραμα αυτό στοχεύουμε να δώσουμε απάντηση στα ερωτήματα που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Για την εστίαση της προσοχής του συμμετέχοντα στη περιοχή των έξι πιθανών στόχων, παρουσιάσαμε πριν από την προβολή των γραμμάτων ένα σχήμα όπου καθόριζε το πλαίσιο εστίασης της προσοχής. Πριν από την προβολή των γραμμάτων παρουσιαζόταν το σχήμα που είχε μορφή ορθογωνίου όπως φαίνεται στην εικόνα 4.4 και 4.5.



Εικόνα 4. 4: Εστίαση προσοχής με σύνθημα Go



Εικόνα 4. 5: Εστίαση προσοχής με σύνθημα No Go

Οι συμμετέχοντες έπρεπε να εντοπίσουν το γράμμα στόχο X ή Z που βρισκόταν ανάμεσα σε άλλα 5 γράμματα σε ευθεία γραμμή. Στη περίπτωση του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου αυτά τα πέντε γράμματα ήταν O, ενώ στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο τα πέντε γράμματα ήταν διαφορετικά (M, V, N, S, K). Στο κάτω ή στο πάνω μέρος αυτών των έξι γραμμάτων παρουσιαζόταν ένα άσχετο γράμμα όπου μπορούσε να είναι συμβατό (αν το γράμμα στόχος είναι το X και το άσχετο γράμμα είναι το X ή αν το γράμμα στόχος είναι το Z, το άσχετο γράμμα είναι Z), ασύμβατο (αν το γράμμα στόχος είναι το X, το άσχετο γράμμα είναι Z ή αν το γράμμα στόχος είναι το Z, το άσχετο γράμμα είναι X) ή ουδέτερο (αν το γράμμα στόχος είναι το X ή το Z το άσχετο γράμμα είναι το P). Οι συμμετέχοντες έπρεπε να καθορίσουν το γράμμα στόχο που εμφανιζόταν στην οθόνη X ή Z, μόνο όταν το ορθογώνιο είχε τη μορφή της εικόνας 4.4. Δηλαδή μόνο όταν οι δυο κάθετες πλευρές του ορθογωνίου είχαν την ίδια μορφή. Στη περίπτωση που οι δυο κάθετες γραμμές ήταν διαφορετικές τότε οι συμμετέχοντες έπρεπε να μην δώσουν απάντηση και να περιμένουν την εμφάνιση της επόμενης προβολής.

4.4.1. Περιγραφή 1^ο πειράματος

Συμμετέχοντες

Στο πείραμα έλαβαν μέρος τριάντα δυο άτομα. Οι ηλικίες τους κυμαίνονταν από 15 μέχρι 40 χρονών και το μορφωτικό επίπεδο τους ήταν από τη μέση και ανώτατη εκπαίδευση. Η όραση τους ήταν κανονική.

Πειραματική Σχεδίαση

Το θέμα σχεδίασης που χρησιμοποιήθηκε σε αυτό το πείραμα ήταν $2 \times 2 \times 3$. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο τύπος του αντιληπτικού φορτίου (Υψηλό και Χαμηλό), το συνθηματικό (Go/ No Go) και ο τύπος συμβατότητας του άσχετου ερεθίσματος (συμβατό, ασύμβατο ή ουδέτερο). Οι συμμετέχοντες κλίθηκαν να εκτελέσουν 4 blocks πειραματικών δοκιμών με 72 δοκιμές. Πριν από κάθε πειραματική δοκιμή υπήρχε και ένα block δοκιμής εξάσκησης με 12 δοκιμές. Επομένως οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν 288 δοκιμές από τις οποίες οι 144 ήταν για το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και οι άλλες 144 για το υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Επίσης

εκτέλεσαν 24 δοκιμές εξάσκησης για το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και 24 άλλες δοκιμές εξάσκησης για το υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Σε 72 δοκιμές εμφανιζόταν έγκυρο συνθηματικό και στις άλλες 72 δοκιμές εμφανιζόταν άκυρο συνθηματικό. Το άσχετο ερέθισμα το οποίο εμφανιζόταν στις δοκιμές στο πάνω ή στο κάτω μέρος της ευθείας γραμμής των γραμμάτων στόχων μπορούσε να είναι συμβατό (compatible), ασύμβατο (incompatible) ή ουδέτερο (neutral) στο 1/3 των δοκιμών αντίστοιχα.

Υλικό και συσκευές

Το πείραμα σχεδιάστηκε και παρουσιάστηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό E-Prime. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε επιτραπέζιο υπολογιστή σε δωμάτιο κατάλληλα διαμορφωμένο για τη πειραματική μελέτη. Η απόσταση των συμμετεχόντων από την οθόνη του υπολογιστή ήταν 60cm.

Συνθηματικό εστίασης προσοχής

Το συνθηματικό εστίασης της προσοχής παρουσιαζόταν για 400 ms μετά από την παρουσίαση του σημείου σταθεροποίησης. Το συνθηματικό αυτό ήταν ένα ορθογώνιο σχήμα που ήταν τοποθετημένο στο κέντρο της οθόνης ακριβώς στη θέση που εμφανίζονταν τα εξι γράμματα που αποτελούσαν πειθανό στόχο. Το συνθηματικό ήταν Go (εικόνα 4.4) αν οι δυο κάθετες γραμμές του ορθογωνίου ήταν οι ίδιες, ενώ στην αντίθετη περίπτωση που οι δυο κάθετες γραμμές του σχήματος ήταν διαφορετικές τότε το σύνθημα ήταν No Go (εικόνα 4.5). Το ορθογώνιο αυτό σχήμα καθόριζε την περιοχή εστίασης της προσοχής.

Οπτικός Στόχος Αναζήτησης

Στη συνέχεια εμφανίζονταν τα ερεθίσματα του οπτικού στόχου αναζήτησης (6 γράμματα). Η διάταξη αναζήτησης παρέμεινε στην οθόνη για 100ms. Στη συνθήκη υψηλού αντιληπτικού φορτίου η ευθεία διάταξη αποτελείτο από το γράμμα στόχο (X ή Z) και από πέντε άσχετα γράμματα (M, V, N, S, K) τα οποία είχαν τα ίδια φυσικά χαρακτηριστικά με τους δυο πιθανούς στόχους. Στη συνθήκη χαμηλού αντιληπτικού φορτίου ο στόχος εμφανίστηκε μαζί με πέντε γράμματα O. Και στις δυο συνθήκες αντιληπτικού φορτίου, ένα άσχετο γράμμα (X, Z ή P) εμφανιζόταν ταυτόχρονα πάνω ή

κάτω από την ευθεία γραμμή των προβαλλόμενων γραμμάτων. Το άσχετο αυτό γράμμα ήταν συμβατό (αν το γράμμα στόχος ήταν το X, το άσχετο γράμμα ήταν X ή αν το γράμμα στόχος ήταν το Z, το άσχετο γράμμα ήταν Z), ασύμβατο (αν το γράμμα στόχος ήταν το X, το άσχετο γράμμα ήταν Z ή αν το γράμμα στόχος ήταν το Z, το άσχετο γράμμα ήταν X) ή ουδέτερο (αν το γράμμα στόχος ήταν το X ή το Z το άσχετο γράμμα ήταν το P) στο 1/3 των δοκιμών αντίστοιχα. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αγνοήσουν το άσχετο ερέθισμα και να προσδιορίσουν ποιο γράμμα στόχος εμφανίστηκε (X ή Z) όσο γρηγορότερα μπορούσαν και με ακρίβεια (εικόνα 4.2 και εικόνα 4.3). Καθοδηγήθηκαν να επιλέξουν το πλήκτρο «0» από το αριθμητικό πληκτρολόγιο για το γράμμα στόχο X και το πλήκτρο «2» για το Z με το μεγάλο και το δεικτικό δάκτυλο τους αντίστοιχα. Οι συμμετέχοντες έπρεπε μέσα σε 2000ms να δώσουν την απάντησή τους. Στη περίπτωση που ήταν No Go τότε ο συμμετέχοντας έπρεπε να περιμένει να περάσουν αυτά τα 2000ms χωρίς να δώσει απάντηση και μετά να εμφανιστεί η επόμενη προβολή. Για κάθε δοκιμή καταγραφόταν ο χρόνος αντίδρασης και η ακρίβεια της απάντησης.

Πρόβλεψη

Με βάση τη Θεωρία του αντιληπτικού φορτίου της Lavie αναμένουμε ότι οι συμμετέχοντες θα έχουν μικρότερο χρόνο αντίδρασης στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο απ' ό,τι στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο, λόγω της διαθεσιμότητας των πόρων. Αυτό θα προέκυπτε με την επιβεβαίωση της Θεωρίας της Lavie. Στη περίπτωση του Go / No go αναμένουμε ότι στη περίπτωση του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου λόγω της εστίασης της προσοχής του ατόμου στη περιοχή των έξι γραμμάτων δεν θα παρατηρηθεί επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος. Αυτό θα επιβεβαιωθεί με τη μείωση της διαφοράς ανάμεσα στο χρόνο αντίδρασης στη περίπτωση που το άσχετο ερέθισμα είναι συμβατό ή ασύμβατο. Στη περίπτωση του υψηλού αντιληπτικού φορτίου δεν προσδοκούμε να υπάρξει σημαντική διαφορά λόγω της ύπαρξης περιορισμένων πόρων για επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος.

4.4.2. Ανάλυση Αποτελεσμάτων 1^ο πειράματος

Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS για την πραγματοποίηση ανάλυσης ANOVA. Η ανάλυση αυτή στοχεύει στη διερεύνηση της επίδρασης του

αντιληπτικού φορτίου (υψηλό και χαμηλό), του συνθηματικού (Go / No go) και της συμβατότητας του άσχετου γράμματος (συμβατό, ασύμβατο και ουδέτερο). Αρχικά έγινε συλλογή των δεδομένων του πειράματος και στη συνέχεια επιλέχθηκαν οι σημαντικότερες μεταβλητές για την πραγματοποίηση της ανάλυσης ANOVA. Ο αριθμός των λανθασμένων απαντήσεων δεν λύφθηκε υπόψη για την ανάλυση λόγω του μικρού αριθμού τους σε σχέση με το συνολικό αριθμό δοκιμών. Η ανάλυση ANOVA έγινε σύμφωνα με τις διάμεσες τιμές του χρόνου αντίδρασης.

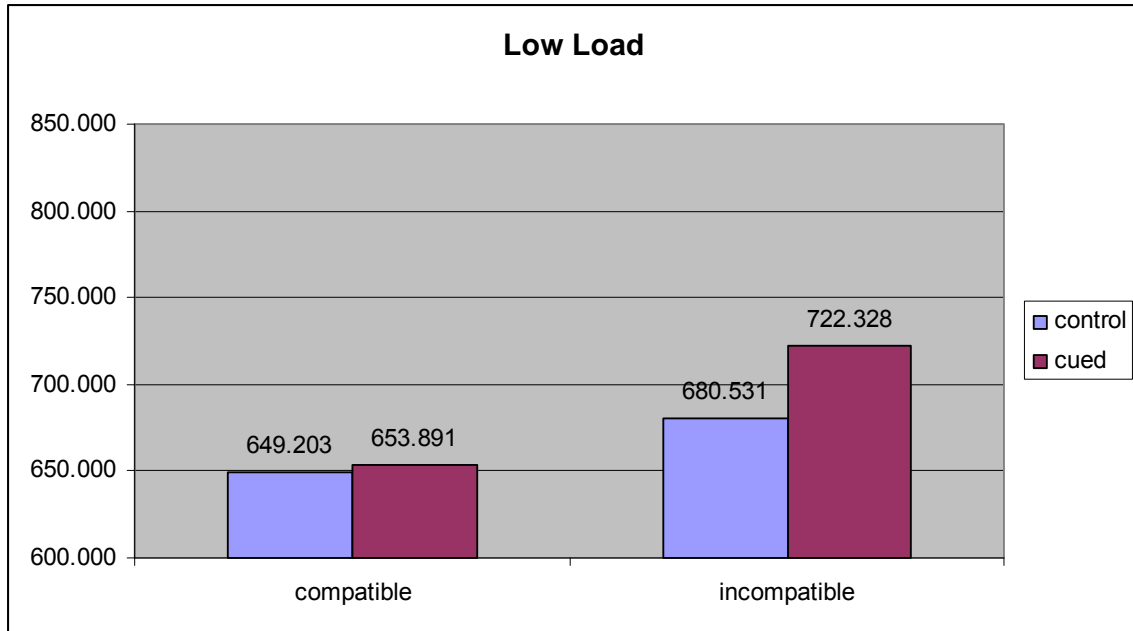
Από την ανάλυση των διάμεσων τιμών του χρόνου αντίδρασης η κύρια επίδραση του φορτίου ($F(1,31)=79.66$, $p<0.001$) είναι στατιστικά σημαντική. Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνει ότι η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στις δυο συνθήκες του αντιληπτικού φορτίου (υψηλό και χαμηλό) είναι στατιστικά σημαντική. Οι συμμετέχοντες στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο απαντούσαν πολύ πιο γρήγορα από ότι στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Για επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων αυτών πραγματοποιήσαμε σύγκριση κατά ζεύγη (pair-wise comparisons) η οποία έδειξε ότι υπάρχει μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του υψηλού και χαμηλού αντιληπτικού φορτίου ($p<0.001$). Δηλαδή οι συμμετέχοντες είναι γρηγορότεροι στις δοκιμές χαμηλού αντιληπτικού φορτίου και πιο αργοί στις δοκιμές υψηλού αντιληπτικού φορτίου. Ο παράγοντας της εστίασης της προσοχής με το ορθογώνιο σχήμα πριν την προβολή των πιθανών γραμμάτων στόχων (Go / No go), φαίνεται ότι δεν είναι στατιστικά σημαντικός ($F(1,31)=2.965$, $p=0.095$), αυτό επιβεβαιώνει ότι η εστίαση της προσοχής του ατόμου σε μια περιοχή (Go / No Go) δεν είναι στατιστικά σημαντική. Όπως στη ανάλυση του αντιληπτικού φορτίου έτσι και εδώ πραγματοποιήσαμε σύγκριση κατά ζεύγη η οποία έδειξε $p>0.05$ ($p=0.095$) με αποτέλεσμα να επιβεβαιώνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στη συνθήκη Go / No Go. Οι συμμετέχοντες στη περίπτωση αυτή απαντούσαν γρηγορότερα στη συνθήκη του υψηλού αντιληπτικού φορτίου σε σχέση με του χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Στη συνέχεια μελετώντας τα αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι υπάρχει σημαντική επίδραση της συμβατότητας του άσχετου γράμματος με το γράμμα στόχο ($F(2,62)=7.081$, $p<0.05$). Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνει ότι η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στο τύπο της συμβατότητας (συμβατό, ασύμβατο, ουδέτερο) είναι στατιστικά σημαντική. Όπως και στις πιο πάνω περιπτώσεις έτσι και εδώ

πραγματοποιήσαμε σύγκριση κατά ζεύγη για πιο ακριβή συμπεράσματα και διαπιστώσαμε ότι μεταξύ του ουδέτερου και ασύμβατου άσχετου γράμματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.05$) καθώς επίσης και μεταξύ του ασύμβατου και συμβατού άσχετου ερεθίσματος όπου η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($p < 0.001$). Επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι συμμετέχοντες είναι γρηγορότεροι στις δοκιμές με τα συμβατά άσχετα ερεθίσματα, πιο αργοί στις δοκιμές με ουδέτερα άσχετα ερεθίσματα και ακόμη πιο αργοί στις δοκιμές ασύμβατων άσχετων ερεθισμάτων. Στη συνέχεια πραγματοποιήσαμε ανάλυση για τις μεταβλητές φορτίο * συνθηματικό και διαπιστώσαμε ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των δυο αυτών μεταβλητών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($F(1,31)=0.063$, $p=0.803$). Ακολούθως αναλύσαμε τις μεταβλητές φορτίο * συμβατότητας προέκυψε το συμπέρασμα ότι υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα σε αυτές τις δυο μεταβλητές ($F(2,62)=7.339$, $p < 0.001$). Στη περίπτωση ανάλυσης των μεταβλητών συνθηματικού * συμβατότητας υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση ($F(2,62)=4.617$, $p < 0.05$). Στο τέλος αναλύσαμε τα αποτελέσματα φορτίου * συνθηματικού * συμβατότητας αλλά διαπιστώσαμε ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των μεταβλητών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($F(2,62)=0.044$, $p=0.957$).

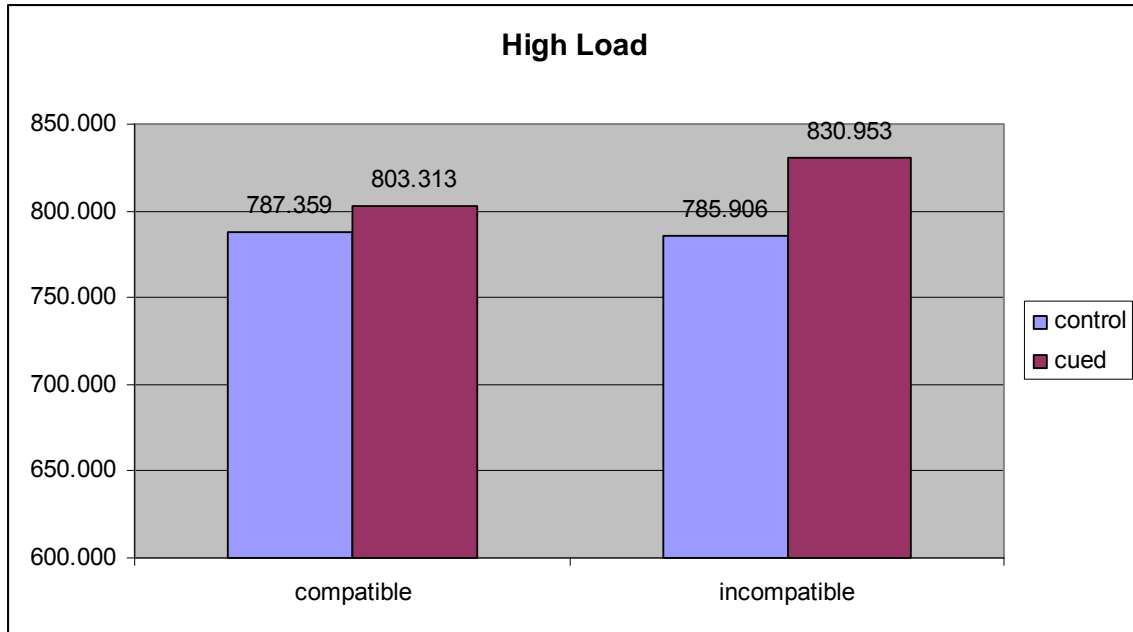
Στη συνέχεια πραγματοποιήσαμε pair-wise t-test για τη σύγκριση των μεταβλητών συμβατό, ασύμβατο στη περίπτωση συνθηματικού και όχι. Στη περίπτωση του υψηλού αντιληπτικού φορτίου παρατηρείται σημαντική στατιστική διαφορά ανάμεσα στις δοκιμές όπου το άσχετο ερέθισμα ήταν συμβατό και ασύμβατο όταν υπήρχε συνθηματικό Go / No Go ($t(31)=2.2$, $p < 0.05$). Ενώ στη περίπτωση που δεν υπήρχε συνθηματικό στις δοκιμές δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο ($t(31)=0.1$, $p=0.927$). Επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρείται στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και στη περίπτωση παρουσίασης του συνθηματικού ($t(31)=5.23$, $p < 0.01$) και στη περίπτωση μη παρουσίασης του ($t(31)=2.4$, $p < 0.05$) όταν το συνθηματικό είναι συμβατό και ασύμβατο. (Παράρτημα I)

4.4.3. Συμπεράσματα 1^ο πειράματος

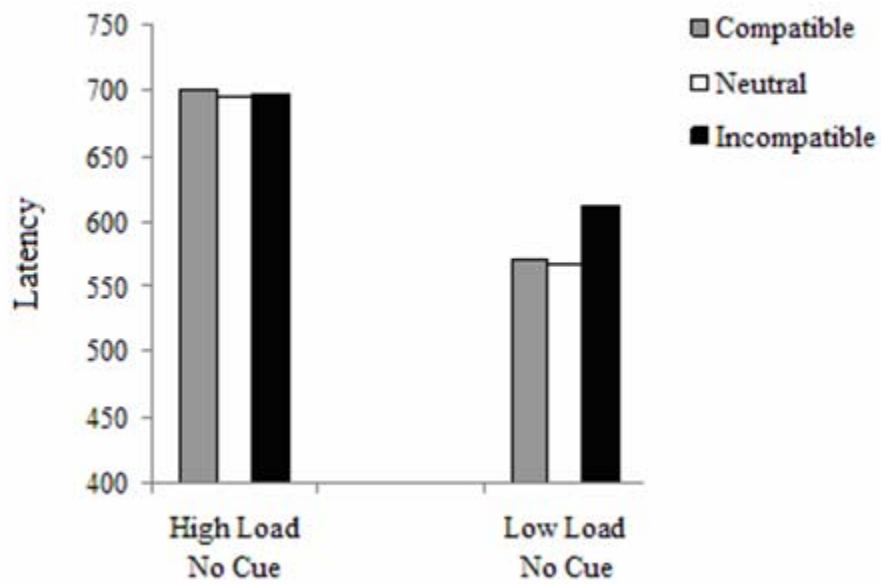
Στην εικόνα 4.6 παρουσιάζουμε την διαγραμματική παρουσίαση των αποτελεσμάτων του πειράματος που έχει επεξηγηθεί πιο πάνω για τη περίπτωση του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου, ενώ στην εικόνα 4.7 παρουσιάζουμε την διαγραμματική παρουσίαση για το υψηλό αντιληπτικό φορτίο.



Εικόνα 4. 6: Διαγραμματική παρουσίαση πειραματικής μελέτης εστίαση προσοχής χαμηλού αντιληπτικού φορτίου (Go / No Go).



Εικόνα 4. 7: Διαγραμματική παρουσίαση πειραματικής μελέτης εστίαση προσοχής υψηλού αντιληπτικού φορτίου(Go / No Go).



Εικόνα 4. 8: Διαγραμματική παρουσίαση πειραματικής μελέτης Lavie σε υψηλό και χαμηλό αντιληπτικό φορτίο.

Από τις γραφικές παραστάσεις 4.6 και 4.7 μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος παρατηρείται κυρίως στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Αυτό ήταν αναμενόμενο αφού στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο υπάρχουν περισσότεροι διαθέσιμοι πόροι για επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα από τη διαφορά που υπάρχει στους χρόνους αντίδρασης μεταξύ του τύπου συμβατότητας και των δυο συνθηκών του αντιληπτικού φορτίου. Στη περίπτωση του υψηλού αντιληπτικού φορτίου δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά ανάμεσα στους χρόνους αντίδρασης γιατί δεν υπάρχει επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος.

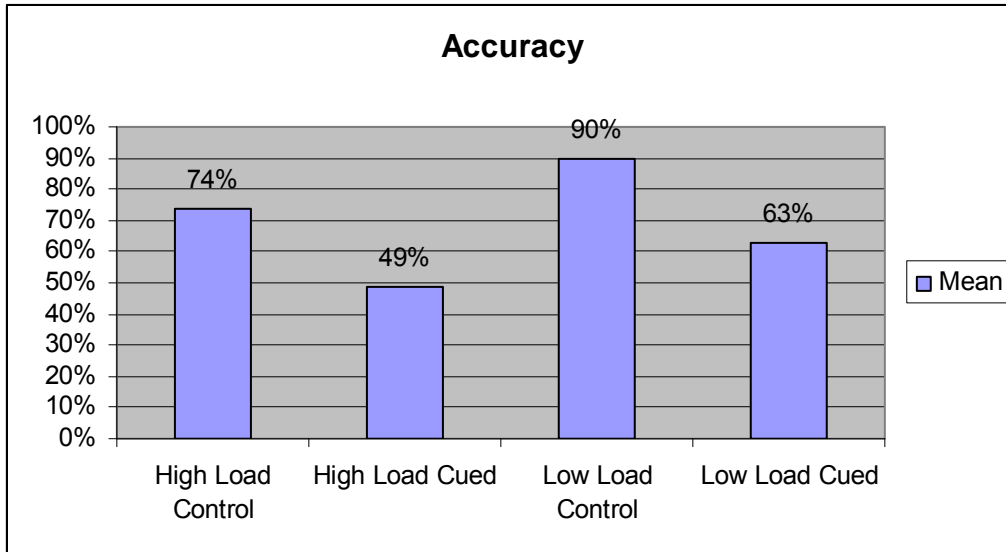
Αυτό το αποτέλεσμα συμβαδίζει με το αποτέλεσμα της θεωρίας της Lavie που παρουσιάζεται διαγραμματικά στην εικόνα 4.8. Από το διάγραμμα αυτό φαίνεται ότι στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο οι χρόνοι αντίδρασης είναι περίπου στο ίδιο επίπεδο άρα δεν υπάρχει επίδραση του άσχετου ερεθίσματος, ενώ στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο υπάρχει επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος.

Στη περίπτωση ύπαρξης συνθηματικού Go / No Go παρατηρούμε ότι υπάρχει αύξηση στο χρόνο αντίδρασης ακόμη και στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Αλλά μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Αυτό μπορεί να αποδοθεί σε δυο παράγοντες, είτε στον οπτικό παράγοντα όπου με τη προσθήκη του συνθηματικού εστίασης της προσοχής στο πείραμα αμέσως ορισμένοι από τους διαθέσιμους πόρους χρησιμοποιούνταν για την επεξεργασία του συνθηματικού με αποτέλεσμα να υπάρχει αύξηση του χρόνου αντίδρασης. Ο δεύτερος παράγοντας που ίσως προκάλεσε αυτή την καθυστέρηση είναι ο χρόνος που χρειάστηκαν οι συμμετέχοντες για να πάρουν την απόφαση αν η απάντηση είναι Go ή No Go. Έτσι με τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος θελήσαμε να υλοποιήσουμε ακόμη ένα πείραμα που θα μας βοηθούσε να διευκρινίσουμε ποιος από αυτούς τους δυο παράγοντες επηρεάζει τους χρόνους αντίδρασης των συμμετεχόντων.

4.4.4. Ανάλυση ακρίβειας 1^ο πειράματος

Στο πείραμα αυτό η ακρίβεια των απαντήσεων είναι μόνο 67%. Πιο συγκεκριμένα διαπιστώνουμε ότι στη περίπτωση συνθηματικού Go / No Go η ακρίβεια είναι πολύ

μικρή. Συγκεκριμένα στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο η ακρίβεια είναι μόλις 49% ενώ στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο είναι 63%. Στη περίπτωση που δεν υπάρχει το συνθηματικό Go / No Go η ακρίβεια για το υψηλό αντιληπτικό φορτίο 74% ενώ για το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο 90%. Τα αποτελέσματα της ακρίβειας φαίνονται στην εικόνα 4.9.



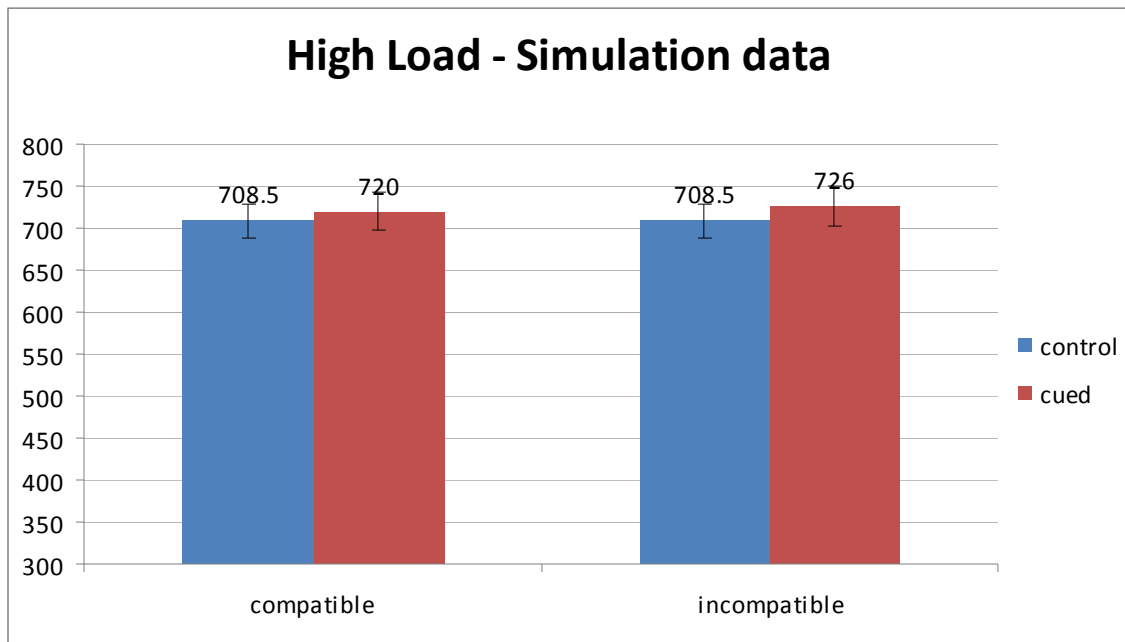
Εικόνα 4. 9: Διαγραμματική παρουσίαση ακρίβειας για πείραμα 1.

Επομένως με τα πιο πάνω αποτελέσματα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι δυο πιθανοί λόγοι μπορεί να οδηγούν σε αυτά τα αποτελέσματα. Ο πρώτος λόγος είναι η εστίαση της προσοχής όπου πραγματοποιείται με αποτέλεσμα να γίνεται μεγαλύτερη επεξεργασία του άσχετους ερεθίσματος αφού υπάρχουν διαθέσιμοι πόροι. Ενώ ο δεύτερος λόγος που πιθανόν να δικαιολογεί αυτή τη συμπεριφορά είναι η καθυστέρηση που προκαλείται για να παρθεί η απόφαση αν το σύνθημα είναι Go ή No Go.

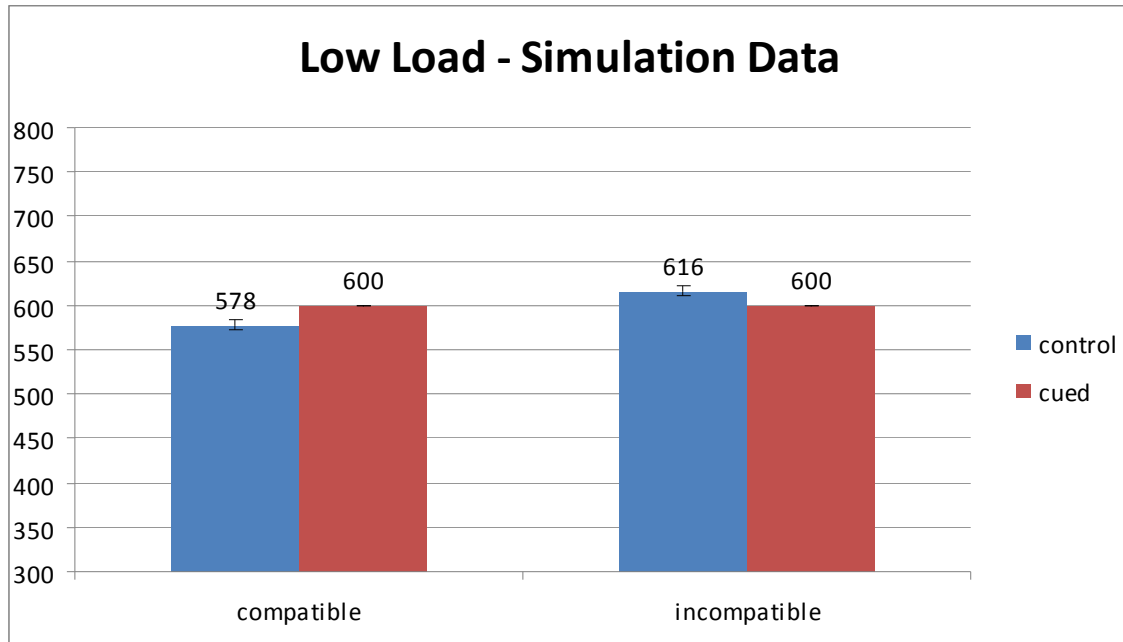
Τα συμπεράσματα από το πρώτο πείραμα μας οδήγησαν στην ανάγκη δημιουργίας ενός άλλου πειράματος με σκοπό να διαπιστώσουμε ποιος από τους δυο παράγοντες επηρέασε τους συμμετέχοντες για να δημιουργηθούν αυτά τα αποτελέσματα. (Παράρτημα II).

4.5. Ανάλυση αποτελεσμάτων με χρήση υπολογιστικού μοντέλου

Από τα αποτελέσματα του πρώτου πειράματος δεν είχαμε ξεκάθαρα συμπεράσματα. Έτσι κάνοντας χρήση του υπολογιστικού μοντέλου θελήσαμε να διαπιστώσουμε αν τα αποτελέσματα από το υπολογιστικό μοντέλο συμπίπτουν ή διαφοροποιούνται από τα αποτελέσματα του πειράματος. Έτσι προέκυψαν οι γραφικές παραστάσεις της εικόνας 4.10 και 4.11.



Εικόνα 4. 10: Υψηλό αντιληπτικό φορτίο από υπολογιστικό μοντέλο



Εικόνα 4. 11: Χαμηλό αντιληπτικό φορτίο από υπολογιστικό μοντέλο

Από τα αποτελέσματα του πειράματος προκύπτει ότι στη περίπτωση που δεν υπάρχει εστίαση προσοχής, το ποσοστό εκπυρσοκροτήσεων είναι αυξημένο στη περιοχή που προβάλλονται τα έξι γράμματα που αποτελούν τους πιθανούς στόχους. Ενώ στη περιοχή του άσχετου ερεθίσματος δεν υπάρχουν αυξημένες εκπυρσοκροτήσεις, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι συμμετέχοντες είχαν καθοδηγηθεί να μην παρατηρούν την περιοχή του άσχετου ερεθίσματος αλλά τη γραμμή με τα έξι πιθανά γράμματα στόχου.

Στη περίπτωση ύπαρξης εστίασης της προσοχής (cue) τα top-down σήματα αυξήθηκαν περισσότερο στη περιοχή της εστιασμένης περιοχής, με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα ποσοστά εκπυρσοκροτήσεων των νευρώνων που αντιστοιχούν σε κάθε ερέθισμα της περιοχής αυτής. Συγκεκριμένα με την αύξηση του ποσοστού εκπυρσοκροτήσεων η δύναμη του καθ' ενός από τα έξι ερεθίσματα μεγαλώνει. Αυτό προκαλεί πιο μεγάλο inhibition ανάλογα με το inhibition που προκαλεί το κάθε ερέθισμα σύμφωνα με τη δύναμη του. Έτσι η δύναμη του άσχετου ερεθίσματος δεν επηρεάζει το γράμμα στόχο. Αυτός είναι και ο λόγος που βλέπουμε από την εικόνα 4.10 και 4.11 ότι αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασης στη περίπτωση ύπαρξης εστίασης της προσοχής.

4.6. Ανάλυση 2^ο πειράματος

4.6.1. Περιγραφή 2ου πειράματος:

Συμμετέχοντες

Στο πείραμα έλαβαν μέρος είκοσι άτομα. Οι ηλικίες τους κυμαίνονταν από 15 μέχρι 40 χρονών και το μορφωτικό επίπεδο τους ήταν από τη μέση και ανώτατη εκπαίδευση. Η όραση τους ήταν κανονική.

Πειραματική Σχεδίαση

Το θέμα σχεδίασης που χρησιμοποιήθηκε σε αυτό το πείραμα ήταν $2 \times 2 \times 3$. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο τύπος του αντιληπτικού φορτίου (Υψηλό και Χαμηλό), το συνθηματικό και ο τύπος συμβατότητας του άσχετου ερεθίσματος (συμβατό, ασύμβατο ή ουδέτερο). Οι συμμετέχοντες κλίθηκαν να εκτελέσουν 4 blocks πειραματικών δοκιμών με 100 δοκιμές. Πριν από κάθε πειραματική δοκιμή υπήρχε και ένα block δοκιμής εξάσκησης με 12 δοκιμές. Επομένως οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν 400 δοκιμές από τις οποίες οι 200 ήταν για το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και οι 200 για το υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Επίσης εκτέλεσαν 24 δοκιμές εξάσκησης για το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και 24 άλλες δοκιμές εξάσκησης για το υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Σε 200 δοκιμές εμφανιζόταν συνθηματικό. Το άσχετο ερέθισμα το οποίο εμφανιζόταν στις δοκιμές στο πάνω ή στο κάτω μέρος της ευθείας γραμμής των γραμμάτων στόχων μπορούσε να είναι συμβατό (compatible), ασύμβατο (incompatible) ή ουδέτερο (neutral) στο 1/3 των δοκιμών αντίστοιχα.

Υλικό και συσκευές

Το πείραμα σχεδιάστηκε και παρουσιάστηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό E-Prime. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε επιτραπέζιο υπολογιστή σε δωμάτιο κατάλληλα διαμορφωμένο για πειραματικές μελέτες. Η απόσταση των συμμετεχόντων από την οθόνη του υπολογιστή ήταν 60cm.

Συνθηματικό εστίασης προσοχής

Το συνθηματικό εστίασης της προσοχής παρουσιαζόταν για 400 ms μετά από την παρουσίαση του σημείου σταθεροποίησης. Το συνθηματικό αυτό ήταν ένα ορθογώνιο σχήμα που ήταν τοποθετημένο στο κέντρο της οθόνης ακριβώς στη θέση που εμφανίζονταν τα έξι γράμματα που αποτελούσαν πιθανό στόχο. Στο ορθογώνιο αυτό σχήμα οι δυο κάθετες πλευρές ήταν ίδιες ή διαφορετικές. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να παρατηρούν αυτές τις δυο πλευρές αν είναι ίδιες ή διαφορετικές και απαντούσαν σε όλες τις περιπτώσεις. Το ορθογώνιο αυτό σχήμα καθόριζε την περιοχή εστίασης της προσοχής.

Οπτικός Στόχος Αναζήτησης

Στη συνέχεια εμφανίζονταν τα ερεθίσματα του οπτικού στόχου αναζήτησης (6 γράμματα). Η διάταξη αναζήτησης παρέμεινε στην οθόνη για 400ms. Στη συνθήκη υψηλού αντιληπτικού φορτίου η ευθεία διάταξη αποτελείτο από το γράμμα στόχο (X ή Z) και από πέντε άσχετα γράμματα (M, V, N, S, K) τα οποία είχαν τα ίδια φυσικά χαρακτηριστικά με τους δυο πιθανούς στόχους. Στη συνθήκη χαμηλού αντιληπτικού φορτίου ο στόχος εμφανίστηκε μαζί με πέντε γράμματα O. Και στις δυο συνθήκες αντιληπτικού φορτίου, ένα άσχετο γράμμα (X, Z ή P) εμφανιζόταν ταυτόχρονα πάνω ή κάτω από την ευθεία γραμμή των προβαλλόμενων γραμμάτων. Το άσχετο αυτό γράμμα ήταν συμβατό (αν το γράμμα στόχος ήταν το X, το άσχετο γράμμα ήταν X ή αν το γράμμα στόχος ήταν το Z, το άσχετο γράμμα ήταν Z), ασύμβατο (αν το γράμμα στόχος ήταν το X, το άσχετο γράμμα ήταν Z ή αν το γράμμα στόχος ήταν το Z, το άσχετο γράμμα ήταν X) ή ουδέτερο (αν το γράμμα στόχος ήταν το X ή το Z το άσχετο γράμμα ήταν το P) στο 1/3 των δοκιμών αντίστοιχα. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αγνοήσουν το άσχετο ερέθισμα και να προσδιορίσουν ποιο γράμμα στόχος εμφανίστηκε (X ή Z) όσο γρηγορότερα μπορούσαν και με ακρίβεια (εικόνα 4.2 και εικόνα 4.3). Καθοδηγήθηκαν να επιλέξουν το πλήκτρο «0» από το αριθμημένο πληκτρολόγιο για το γράμμα στόχο X και το πλήκτρο «2» για το Z με το μεγάλο και το δεικτικό δάκτυλο τους αντίστοιχα. Οι συμμετέχοντες έπρεπε μέσα σε 2000ms να δώσουν την απάντησή τους. Για κάθε δοκιμή καταγραφόταν ο χρόνος αντίδρασης και η ακρίβεια της απάντησης.

4.6.2. Ανάλυση αποτελεσμάτων 2^ο πειράματος

Όπως και στο πρώτο πείραμα έτσι και εδώ χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS για την πραγματοποίηση ανάλυσης ANOVA. Ο αριθμός των λανθασμένων απαντήσεων δεν λήφθηκε υπόψη για την ανάλυση λόγω του μικρού αριθμού τους σε σχέση με το συνολικό αριθμό δοκιμών. Η ανάλυση ANOVA έγινε σύμφωνα με τις διάμεσες τιμές του χρόνου αντίδρασης.

Από την ανάλυση των διάμεσων τιμών του χρόνου αντίδρασης η κύρια επίδραση του φορτίου ($F(1,19)=53.635$, $p<0.001$) είναι στατιστικά σημαντική. Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνει ότι η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στις δυο συνθήκες του αντιληπτικού φορτίου (υψηλό και χαμηλό) είναι στατιστικά σημαντική. Οι συμμετέχοντες στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο απαντούσαν πολύ πιο γρήγορα από ότι στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Για επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων αυτών πραγματοποιήσαμε σύγκριση κατά ζεύγη (pair-wise comparisons) η οποία έδειξε ότι υπάρχει μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του υψηλού και χαμηλού αντιληπτικού φορτίου ($p<0.001$). Δηλαδή οι συμμετέχοντες είναι γρηγορότεροι στις δοκιμές χαμηλού αντιληπτικού φορτίου και πιο αργοί στις δοκιμές υψηλού αντιληπτικού φορτίου. Οι συμμετέχοντες στη περίπτωση αυτή απαντούσαν γρηγορότερα στη συνθήκη του υψηλού αντιληπτικού φορτίου σε σχέση με του χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Μελετώντας τα αποτελέσματα του πειράματος διαπιστώνουμε ότι υπάρχει σημαντική επίδραση της συμβατότητας του άσχετου γράμματος με το γράμμα στόχο ($F(2,38)=4.962$, $p<0.05$). Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνει ότι η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στο τύπο της συμβατότητας (συμβατό, ασύμβατο, ουδέτερο) είναι στατιστικά σημαντική. Όπως και στη περίπτωση του φορτίου έτσι και εδώ πραγματοποιήσαμε σύγκριση κατά ζεύγη για πιο ακριβή συμπεράσματα και διαπιστώσαμε ότι μεταξύ του ουδέτερου και ασύμβατου άσχετου γράμματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p<0.05$) καθώς επίσης και μεταξύ του ασύμβατου και συμβατού άσχετου ερεθίσματος όπου η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($p<0.001$). Επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι συμμετέχοντες είναι γρηγορότεροι στις δοκιμές με τα συμβατά άσχετα ερεθίσματα, πιο αργοί στις δοκιμές με ουδέτερα άσχετα ερεθίσματα και ακόμη πιο αργοί στις δοκιμές ασύμβατων άσχετων ερεθισμάτων. Στη

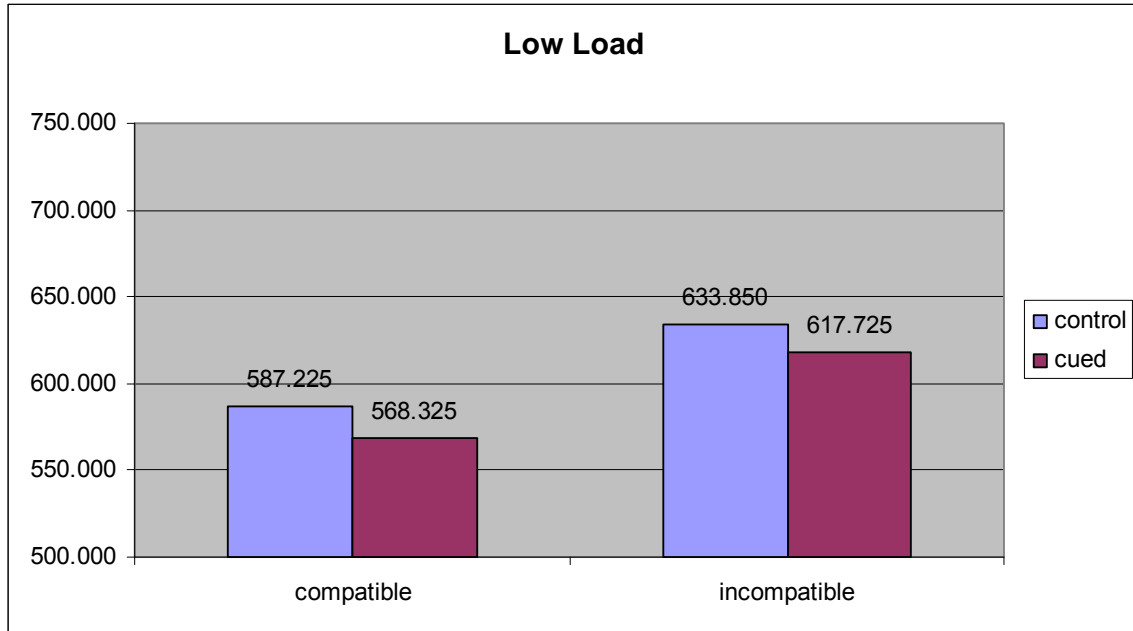
συνέχεια πραγματοποιήσαμε ανάλυση για τις μεταβλητές φορτίο * συνθηματικό και διαπιστώσαμε ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των δυο αυτών μεταβλητών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($F(1,19)=1.427$, $p<0.05$). Ακολούθως αναλύσαμε τις μεταβλητές φορτίο * συμβατότητας προέκυψε το συμπέρασμα ότι υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα σε αυτές τις δυο μεταβλητές ($F(2,38)=9.259$, $p<0.001$). Στη περίπτωση ανάλυσης των μεταβλητών συνθηματικού * συμβατότητας όπου δεν υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση ($F(2,38)=0.664$, $p=0.547$). Στο τέλος αναλύσαμε τα αποτελέσματα φορτίου * συνθηματικού * συμβατότητας αλλά διαπιστώσαμε ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των μεταβλητών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($F(2,38)=0.044$, $p=0.727$).

Στη συνέχεια πραγματοποιήσαμε pair-wise t-test για τη σύγκριση των μεταβλητών συμβατό. Στη περίπτωση του υψηλού αντιληπτικού φορτίου παρατηρείται σημαντική στατιστική διαφορά ανάμεσα στις δοκιμές όπου το άσχετο ερέθισμα ήταν συμβατό και ασύμβατο όταν υπήρχε συνθηματικό Go / No Go ($t(19)=0.454$, $p>0.05$). Στις περιπτώσεις ύπαρξης συνθηματικού μόνο όταν δεν υπάρχει εστίαση της προσοχής δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Ενώ στη περίπτωση που δεν υπήρχε συνθηματικό στις δοκιμές δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο ($t(19)=4,188$, $p<0.927$). Επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρείται στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και στη περίπτωση παρουσίας του συνθηματικού ($t(19)=5.560$, $p<0.01$) και στη περίπτωση μη παρουσίας του ($t(19)=5.560$, $p<0.01$) όταν το συνθηματικό είναι συμβατό και ασύμβατο. (Παράρτημα III).

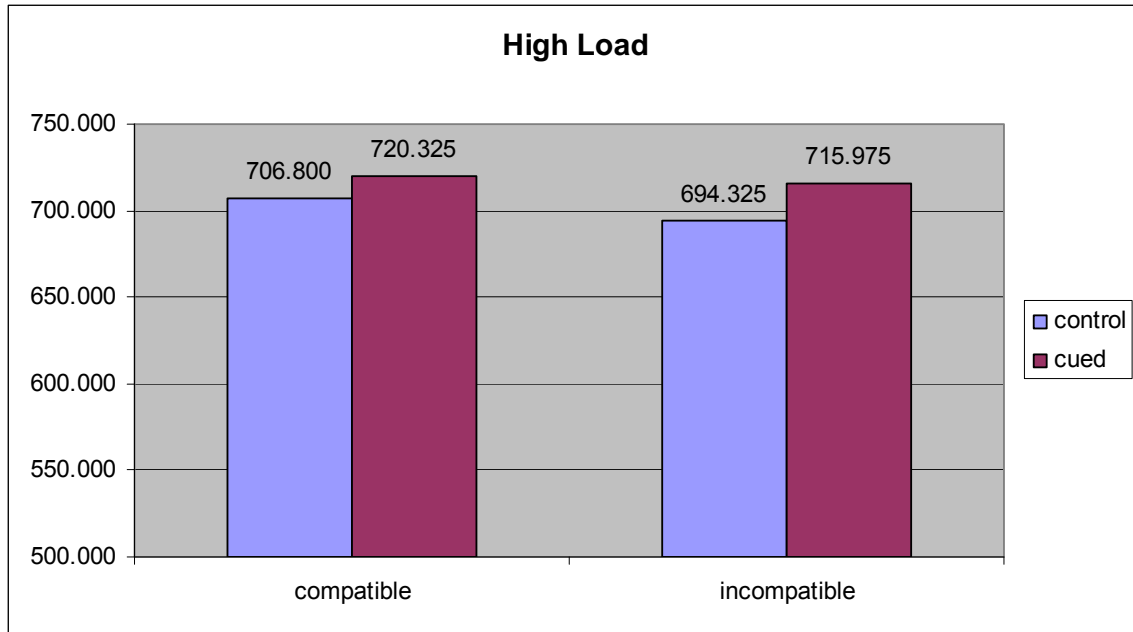
4.6.3 Συμπεράσματα 2^{ov} πειράματος

Στις πιο κάτω εικόνες εικόνα 4.12 και εικόνα 4.13 παρουσιάζονται διαγραμματικά τα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος στους χρόνους αντίδρασης. Από αυτά τα δυο διαγράμματα μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι υπάρχει επίδραση του άσχετου ερεθίσματος και στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Όμως στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο υπάρχει μεγαλύτερη επίδραση του άσχετου ερεθίσματος, αφού υπάρχει μεγάλη διαφορά ανάμεσα στους χρόνους αντίδρασης μεταξύ

του τύπου συμβατό και ασύμβατο. Ενώ στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά ανάμεσα στους χρόνους αντίδρασης στους δυο τύπους συμβατότητας. Από αυτά τα αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι η εστίαση της προσοχής δεν επηρεάζει σημαντικά τους χρόνους αντίδρασης.



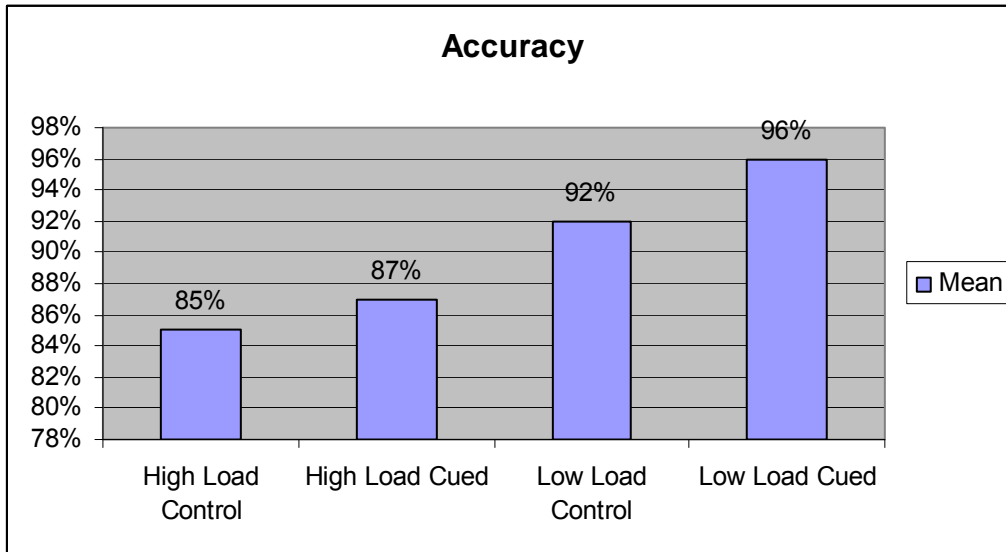
Εικόνα 4. 12: Διαγραμματική παρουσίαση πειραματικής μελέτης εστίαση προσοχής χαμηλού αντιληπτικού φορτίου



Εικόνα 4. 13: Διαγραμματική παρουσίαση πειραματικής μελέτης εστίαση προσοχής υψηλού αντιληπτικού φορτίου

4.6.4. Ανάλυση ακρίβειας 2^ο πειράματος

Εκτός από το χρόνο αντίδρασης μελετήσαμε και την ακρίβεια των απαντήσεων των συμμετεχόντων. Ενώ στο πρώτο πείραμα η ακρίβεια στη περίπτωση ύπαρξης συνθηματικού Go / No Go η ακρίβεια των απαντήσεων μειωνόταν και για το υψηλό αντιληπτικό φορτίο και για το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Στο δεύτερο πείραμα που μελετούσαμε μόνο την επίδραση της προσοχής παρατηρούμε ότι η ακρίβεια για το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο είναι 92% όταν δεν υπάρχει συνθηματικό εστίασης της προσοχής, ενώ όταν υπάρχει συνθηματικό είναι 96%. Στο υψηλό αντιληπτικό φορτίο η ακρίβεια είναι 85% όταν δεν υπάρχει συνθηματικό εστίασης της προσοχής, ενώ όταν υπάρχει συνθηματικό είναι 87%. Γενικά η ακρίβεια από το δεύτερο πείραμα είναι 90% και για τις δυο συνθήκες αντιληπτικού φορτίου. Στη συνέχεια εικόνα 4.14 παρουσιάζουμε διαγραμματική την ακρίβεια για το πείραμα 2 (Παράρτημα IV)..



Εικόνα 4. 14: Διαγραμματική παρουσίαση ακρίβειας για παράδειγμα 2.

5. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εδώ και πολλά χρόνια πολλοί ερευνητές πραγματοποιούν διάφορες έρευνες με θέμα την προσοχή. Θεωρήσαμε ότι θα ήταν σημαντικό αν και εμείς με τη σειρά μας μελετούσαμε ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την προσοχή του ατόμου αφού οι επιστήμη της πληροφορικής σε συνεργασία με άλλες επιστήμες κάνουν έρευνες για τη δημιουργία ηλεκτρονικών μηχανών που θα μπορούν να υιοθετήσουν ανθρώπινες συμπεριφορές. Έτσι στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας μελετήσαμε το παράγοντα εστίασης της προσοχής του ατόμου συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αυτά με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το υπολογιστικό μοντέλο που αναλύσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Με τη διαπίστωση των πραγματικών παραγόντων που επηρεάζουν την ανθρώπινη συμπεριφορά η επιστήμη της πληροφορικής συμβάλει στη δημιουργία μηχανών που μιμούνται και υιοθετούν ανθρώπινες συμπεριφορές. Με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν μηχανές που θα μπορούν σε ορισμένο βαθμό να αντιδρούν ανάλογα με τις αισθητήριες εισόδους που λαμβάνουν από το περιβάλλον, όπως περίπου και ο άνθρωπος.

Για τη μελέτη της σημαντικότητας της εστίασης της προσοχής δημιουργήσαμε ένα πείραμα στο οποίο η προσοχή εστιαζόταν σε έξι πιθανά γράμματα στόχου. Από αυτό το πείραμα αναμέναμε ότι δεν θα υπήρχε επεξεργασία άσχετου ερεθίσματος. Αντιθέτως, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος και στις δυο συνθήκες αντιληπτικού φορτίου.

Αυτή τη συμπεριφορά την αποδώσαμε σε δυο πιθανούς λόγους. Ο πρώτος λόγος αποδόθηκε στο γεγονός ότι η εστίαση της προσοχής κάλυπτε τη γραμμή στην οποία παρουσιάζονταν τα έξι γράμματα που αποτελούσαν το πιθανό στόχο. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα η δύναμη αυτών των ερεθισμάτων να είναι η ίδια. Τα έξι αυτά γράμματα επηρέαζαν το ένα το άλλο με αποτέλεσμα να προκαλείται μεγαλύτερη καθυστέρηση στο χρόνο αντίδρασης.

Ο δεύτερος λόγος που ίσως προκάλεσε αυτή τη συμπεριφορά ήταν η απόφαση που κλίθηκαν να παίρνουν οι συμμετέχοντες κατά την εκτέλεση του πειράματος αν θα

δώσουν απάντηση ή όχι. Η απόφαση αυτή φαίνεται ότι ίσως προκάλεσε αυτή τη καθυστέρηση και στις δυο συνθήκες αντιληπτικού φορτίου γιατί γινόταν χρήση της λειτουργικής μνήμης.

Επομένως ο λόγος που προκάλεσε αυτό το αποτέλεσμα δεν είναι ξεκάθαρος έτσι αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε το υπολογιστικό μοντέλο που περιγράψαμε στο κεφάλαιο 2. Με το υπολογιστικό μοντέλο αυξήσαμε την ένταση των ερεθισμάτων στη περιοχή προβολής των πιθανών στόχων. Τα αποτελέσματα με την αύξηση αυτή ήταν να αυξηθούν οι χρόνοι αντίδρασης και στις δυο περιπτώσεις αντιληπτικού φορτίου.

Στη συνέχεια υλοποιήσαμε ένα δεύτερο πείραμα στο οποίο ερευνήσαμε ποιος από τους δυο παράγοντες προκάλεσε τα αποτελέσματα του πρώτου πειράματος, δημιουργώντας καθυστέρηση στο χρόνο αντίδρασης και μειώνοντας το ποσοστό ακρίβειας των απαντήσεων των συμμετεχόντων. Στο πείραμα αυτό απαλείψαμε το παράγοντα απόφαση με αποτέλεσμα να επηρεάζει μόνο η εστίαση της προσοχής. Έτσι οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να παρατηρούν το ορθογώνιο εστίασης της προσοχής και να δίνουν απάντηση σε όλες τις περιπτώσεις.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι συμφωνούμε με τη θεωρία της Lavie, απαλείφοντας τον παράγοντα εστίασης της προσοχής. Δηλαδή η εστίαση της προσοχής δεν επηρέασε τον τρόπο αντίδρασης των συμμετεχόντων αλλά μόνο το αντιληπτικό φορτίο. Άρα η καθυστέρηση που προέκυψε στο πρώτο πείραμα οφειλόταν στην απόφαση που έπρεπε να πάρουν οι συμμετέχοντες αν θα απαντήσουν ή όχι.

5.1. Συνεισφορά στην επιστήμη της πληροφορικής

Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής αναλύσαμε τις διάφορες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί από σημαντικούς ερευνητές για τη μελέτη της προσοχής και τους παράγοντες που την επηρεάζουν. Κίνητρο για την υλοποίηση των πειραμάτων της έρευνας μας, αποτέλεσε η Θεωρία της Lavie. Η έρευνα αυτή υποστηρίζει ότι το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου επηρεάζει την επεξεργασία ή όχι των άσχετων ερεθισμάτων.

Δηλαδή εάν ένας στόχος δεν χρειαστεί όλους τους διαθέσιμους πόρους του εγκεφάλου, τότε οι διαθέσιμοι πόροι θα διατεθούν για την επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος.

Με τα δικά μας πειράματα, αρχικά θελήσαμε να δούμε αν συμφωνούμε ή διαφωνούμε με τη σημασία του αντιληπτικού φορτίου όπως υποστήριξε η Lavie. Στη συνέχεια μελετήσαμε τη σημαντικότητα της εστίασης της προσοχής. Από τα αποτελέσματα του πρώτου πειράματος προέκυψε η ανάγκη για δημιουργία δεύτερου πειράματος για να γίνει διευκρίνιση των παραγόντων που επηρέασαν την αύξηση του χρόνου αντίδρασης. Από το δεύτερο πείραμα διαπιστώσαμε ότι η εστίαση της προσοχής δεν διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο interference, έτσι προέκυψε το συμπέρασμα ότι ο πιθανός λόγος που προκάλεσε τα αποτελέσματα αυτά στο go / no go από το πρώτο πείραμα οφειλόταν στην ανάγκη λήψης απόφασης από τους συμμετέχοντες και όχι στην εστίαση της προσοχής.

Μέσα από τα πειράματα της εργασίας αυτής θέλαμε να συνεισφέρουμε και εμείς στην επιστήμη της πληροφορικής. Διαπιστώσαμε ότι σημαντικό ρόλο στη προσοχή διαδραματίζει η απόφαση που παίρνει το άτομο αν είναι ένα οπτικό ερέθισμα σημαντικό ή όχι. Η εστίαση της προσοχής δεν είναι τόσο σημαντική όσο πιστεύαμε όταν ξεκινήσαμε τη διπλωματική αυτή. Αυτό επιβεβαιώνεται από το δεύτερο πείραμα και από το υπολογιστικό μοντέλο. Το υπολογιστικό μοντέλο λόγω της αύξησης του ποσοστού εκκυρσοκρότησης στη περιοχή των έξι γραμμμάτων παρουσίασε αυξημένους χρόνους αντίδρασης.

Οι πιο πάνω διαπιστώσεις ίσως βοηθήσουν κάποιους άλλους ερευνητές που θα ασχοληθούν με τον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου. Ερευνητές που ασχολούνται με την υπολογιστική νοημοσύνη μπορούν να λάβουν υπόψη τους τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα μας και να υλοποιήσουν μηχανές ικανές να μιμηθούν ανθρώπινες συμπεριφορές.

5.2. Μελλοντική έρευνα

Η έρευνα στην επιστήμη της πληροφορικής μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση λογισμικών όπου θα μπορούν να μιμηθούν ανθρώπινες συμπεριφορές

και αντιδράσεις. Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τα θέματα αυτά τόσο από τον κλάδο της πληροφορικής όσο και από τον κλάδο της ψυχολογίας. Οι επιστήμονες από τον κλάδο της πληροφορικής δημιουργούν τα πειράματα, τα υπολογιστικά μοντέλα και τέλος τα λογισμικά προγράμματα, ενώ οι επιστήμονες από τον κλάδο της ψυχολογίας αναλύουν τα αποτελέσματα και τις συμπεριφορές των πειραμάτων, δίνοντας πιθανούς λόγους που ίσως προκάλεσαν αυτές τις συμπεριφορές.

Μια επιπλέον μελλοντική εργασία η οποία θα παρείχε σημαντικές πληροφορίες για τον τρόπο λειτουργίας της προσοχής και αποτελεί επέκταση της δικής μας έρευνας είναι η χρήση συστήματος παρακολούθησης κίνησης ματιών (eye tracking). Δηλαδή θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε το δεύτερο πείραμα που έχουμε κάνει χωρίς τροποποιήσεις, κάνοντας χρήση συστήματος παρακολούθησης κίνησης ματιών (eye tracking). Ο λόγος που θα επαναλαμβάναμε το πείραμα αυτό με τη χρήση του συστήματος παρακολούθησης ματιών (eye tracking) είναι για να διαπιστώσουμε αν πράγματι οι συμμετέχοντες παρατηρούσαν τις δυο κάθετες γραμμές του ορθογωνίου, αν ήταν οι ίδιες ή διαφορετικές. Με αυτή τη τροποποίηση θα αποβαλλόταν και η παραμικρή αμφιβολία μη επεξεργασίας των δυο κάθετων πλευρών του ορθογωνίου.

Μια άλλη παραλλαγή στα πιο πάνω πειράματα θα αφορούσε τη μελέτη της σημασίας του χρώματος και της εστίασης της προσοχής. Η εστίαση της προσοχής θα περιλάμβανε μόνο τρία από τα έξι γράμματα και θα άλλαζε το χρώμα του γράμματος του αποτελούσε το στόχο. Με αυτό τον τρόπο τα τρία γράμματα που θα ήταν σημαντικότερα θα είχαν μεγαλύτερη ένταση σαν ερεθίσματα σε σχέση με τα άλλα τρία. Παράλληλα με την αλλαγή του χρώματος του γράμματος που αποτελούσε το στόχο θα ήταν μεγαλύτερη η ένταση της δύναμης του ερεθίσματος αυτού. Το πείραμα αυτό θα γινόταν για μελέτη του ρόλου που διαδραματίζει το χρώμα και η εστίαση της προσοχής σε μικρότερη περιοχή.

Το θέμα αυτό θα απασχολήσει για πολλά χρόνια ακόμη τους ερευνητές, όχι μόνο στο κλάδο της πληροφορικής αλλά και σε πολλούς άλλους κλάδους όπως είναι ο κλάδος της ιατρικής, της ψυχολογίας, της φιλοσοφίας και άλλοι. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος αποτελεί ένα από τα δυσκολότερα θέματα του ερευνητικού τομέα. Η συνεργασία όλων των

κλάδων είναι απαραίτητη για την καλύτερη μοντελοποίηση του ανθρώπινου τρόπου σκέψης. Η έρευνα στον τομέα αυτό δεν έχει τέλος, όμως η συνεισφορά στο τομέα της υπολογιστικής νοημοσύνης είναι πολύ σημαντική για τη δημιουργία υπολογιστικών συστημάτων, λογισμικών που θα βοηθούν τη ζωή του ανθρώπου. Για να μπορέσουμε να εφαρμόσουμε την υπολογιστική νοημοσύνη σ' ένα ηλεκτρονικό μηχάνημα θα πρέπει πρώτα να καταλάβουμε τον τρόπο λειτουργίας της δικής μας νοημοσύνης, του ανθρώπινου εγκεφάλου. Το έργο είναι δύσκολο, χρειάζεται όμως συνεχή προσπάθεια και συνεργασία.

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Broadbent, D. E. «Perception and communication» New York: Pergamon, (1958).
2. Eriksen B. & Eriksen C «Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task» Perception & Psychophysics, 16, 143-149, (1974).
3. Fatma Konuskan «Visual Saliency and Biological Inspired Text Detection» ,15-24, (2008)
4. Feldman, J. A. & Ballard D. H. «Connectionist models and their properties». Cognitive Science, 6, 205-254, (1982).
5. Francis C. & Koch C. «Consciousness and Neuroscience» Cerebral Cortex, Vol 8, 97-107, (1990).
6. Itti L. «A Model of Saliency-Based Visual Attention for Rapid Scene Analysis» IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20, (1998).
7. Itti, L. & C. Koch «A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention». IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20, 1254-1259, (2000)
8. Itti L. «Models of Bottom-up and Top-down Visual Attention» PhD thesis, California Institute of Technology, (2000).
9. Itti L. «Visual Attention» University of Southern California. (2003)
10. Itti L. «Visual saliency» In scholarpedia – the free peer-reviewed encyclopedia, vol 2, 3327(2007).
11. James, W.(1980) Principles of Psychology. Dover Publications, New York.
12. Johnson D, McGrath A. & McNeil C. «CUING INTERACTS WITH PERCEPTUAL LOAD IN VISUAL SEARCH», Psychological Science, 13, 284-287, (2002).
13. Kahneman, D., & Chajczyk, D. «Tests of the automaticity of reading: Dilution of Stroop effects "by color-irrelevant stimuli» Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 9, 497-509, (1983).
14. Kahneman, D., & Treisman, A. «Changing views of attention and automaticity» In R. Parasuraman & D. R. Davies, 29-61, (1984).
15. Kastner S. & Leslie U. «Mechanisms of visual attention in the human cortex», Annu. Rev. Neurosci, 23, 315-333, (2000).

16. Kleantlis Neokleous “A coincidence detector neural network model of selective attention” Department of Computer Science, Department of Psychology, University of Cyprus, Διδακτορικός φοιτητής.
17. Kleantlis Neokleous «A Neural Network Computational model of visual selective attention», Department of Computer Science, Department of Psychology, University of Cyprus, Διδακτορικός φοιτητής.
18. Koch, C & Ulfman, S «Shift in selective visual attention» towards the underlying neural circuitry. *Human Neurobiology*, 4, 219-227,(1985).
19. Lavie, N. «Perceptual Load as a Necessary Condition for Selective Attention» *Journal of Experimental Psychology* , 21, 451-468, (1995).
20. Lavie, N., & Cox, S. «On the efficiency of visual selectivity attention: Efficient visual search leads to inefficient distractor rejection.» *Psychological Science*, 8, 395-398, (1997).
21. Miller, J. «The flanker compatibility effect as a function of visual angle attentional focus, visual transients, and perceptual load» *Perception & Psychophysics*, 49, 270-288, (1991).
22. Pan, K., & Eriksen, C.W. «Attentional distribution in the visual field during same-different judgments as assessed by response competition.» *Perception & Psychophysics*, 65-70, (1993).
23. Treisman, A. M., & Geffen, G. «Selective attention: Perception and response? » *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol 19, 1-17, (1967).
24. Treisman, A., & Riley, J. G. A. «Is selective attention selective perception or selective response? » *Journal of Experimental Psychology*, 79, 27-34, (1969).
25. Treisman, A «A feature-integration theory of attention» *Cognitive Psychology*, 12,97-136, (1980).
26. ZHE CHEN «Attentional focus, processing load, and Stroop interference», *Perception & Psychophysics*, 6, 888-900 (2003).
27. Κάτια Νικολάου (2009) «πληροφορικό σύστημα πειραματικής μελέτης οπτικής προσοχής» Department of Computer Science, University of Cyprus, Μεταπτυχιακή φοιτήτρια.

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Ι:

Ανάλυση χρόνου αντίδρασης πρώτου πειράματος:

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

load	cue	compatibility	Dependent Variable	
1	1	1	hiloalControl.neutral	
		2	hiloalControl.compatible	
		3	hiloalControl.incompatible	
	2	1	1	hiloalNarrow.neutral
			2	hiloalNarrow.compatible
			3	hiloalNarrow.incompatible
2	1	1	loloalControl.neutral	
		2	loloalControl.compatible	
		3	loloalControl.incompatible	
	2	1	1	loloalNarrow.neutral
			2	loloalNarrow.compatible
			3	loloalNarrow.incompatible

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
hiloalControl.neutral	805,2656	168,04488	32
hiloalControl.compatible	787,3594	163,94237	32
hiloalControl.incompatible	785,9063	185,32645	32
hiloalNarrow.neutral	819,5625	170,21688	32
hiloalNarrow.compatible	803,3125	179,72258	32
hiloalNarrow.incompatible	830,9531	168,30825	32
loloalControl.neutral	650,6562	138,02801	32
loloalControl.compatible	649,2031	175,87605	32

loadControl.incompatible	680,5313	158,90938	32
loadNarrow.neutral	661,2344	131,03016	32
loadNarrow.compatible	653,8906	128,21421	32
loadNarrow.incompatible	722,3281	130,85387	32

Multivariate Tests^b

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
load	Pillai's Trace	,720	79,657 ^a	1,000	31,000	,000	,720
	Wilks' Lambda	,280	79,657 ^a	1,000	31,000	,000	,720
	Hotelling's Trace	2,570	79,657 ^a	1,000	31,000	,000	,720
	Roy's Largest Root	2,570	79,657 ^a	1,000	31,000	,000	,720
cue	Pillai's Trace	,087	2,965 ^a	1,000	31,000	,095	,087
	Wilks' Lambda	,913	2,965 ^a	1,000	31,000	,095	,087
	Hotelling's Trace	,096	2,965 ^a	1,000	31,000	,095	,087
	Roy's Largest Root	,096	2,965 ^a	1,000	31,000	,095	,087
compatibility	Pillai's Trace	,357	8,323 ^a	2,000	30,000	,001	,357
	Wilks' Lambda	,643	8,323 ^a	2,000	30,000	,001	,357
	Hotelling's Trace	,555	8,323 ^a	2,000	30,000	,001	,357
	Roy's Largest Root	,555	8,323 ^a	2,000	30,000	,001	,357
load * cue	Pillai's Trace	,002	,063 ^a	1,000	31,000	,803	,002
	Wilks' Lambda	,998	,063 ^a	1,000	31,000	,803	,002
	Hotelling's Trace	,002	,063 ^a	1,000	31,000	,803	,002
	Roy's Largest Root	,002	,063 ^a	1,000	31,000	,803	,002
load * compatibility	Pillai's Trace	,295	6,288 ^a	2,000	30,000	,005	,295
	Wilks' Lambda	,705	6,288 ^a	2,000	30,000	,005	,295
	Hotelling's Trace	,419	6,288 ^a	2,000	30,000	,005	,295

	Roy's Largest Root	,419	6,288 ^a	2,000	30,000	,005	,295
cue * compatibility	Pillai's Trace	,236	4,628 ^a	2,000	30,000	,018	,236
	Wilks' Lambda	,764	4,628 ^a	2,000	30,000	,018	,236
	Hotelling's Trace	,309	4,628 ^a	2,000	30,000	,018	,236
	Roy's Largest Root	,309	4,628 ^a	2,000	30,000	,018	,236
load * cue * compatibility	Pillai's Trace	,003	,049 ^a	2,000	30,000	,952	,003
	Wilks' Lambda	,997	,049 ^a	2,000	30,000	,952	,003
	Hotelling's Trace	,003	,049 ^a	2,000	30,000	,952	,003
	Roy's Largest Root	,003	,049 ^a	2,000	30,000	,952	,003

a. Exact statistic

b. Design: Intercept

Within Subjects Design: load + cue + compatibility + load * cue + load * compatibility + cue * compatibility + load * cue * compatibility

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
load	1,000	,000	0	.	1,000	1,000	1,000
cue	1,000	,000	0	.	1,000	1,000	1,000
compatibility	,879	3,868	2	,145	,892	,943	,500
load * cue	1,000	,000	0	.	1,000	1,000	1,000
load * compatibility	,927	2,261	2	,323	,932	,990	,500
cue * compatibility	,988	,359	2	,836	,988	1,000	,500
load * cue * compatibility	,984	,478	2	,788	,984	1,000	,500

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b. Design: Intercept

Within Subjects Design: load + cue + compatibility + load * cue + load * compatibility + cue * compatibility + load * cue * compatibility

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
load	Sphericity Assumed	1769161,876	1	1769161,876	79,657	,000	,720
	Greenhouse-Geisser	1769161,876	1,000	1769161,876	79,657	,000	,720
	Huynh-Feldt	1769161,876	1,000	1769161,876	79,657	,000	,720
	Lower-bound	1769161,876	1,000	1769161,876	79,657	,000	,720
Error(load)	Sphericity Assumed	688503,687	31	22209,796			
	Greenhouse-Geisser	688503,687	31,000	22209,796			
	Huynh-Feldt	688503,687	31,000	22209,796			
	Lower-bound	688503,687	31,000	22209,796			
cue	Sphericity Assumed	46717,344	1	46717,344	2,965	,095	,087
	Greenhouse-Geisser	46717,344	1,000	46717,344	2,965	,095	,087
	Huynh-Feldt	46717,344	1,000	46717,344	2,965	,095	,087
	Lower-bound	46717,344	1,000	46717,344	2,965	,095	,087
Error(cue)	Sphericity Assumed	488452,218	31	15756,523			
	Greenhouse-Geisser	488452,218	31,000	15756,523			
	Huynh-Feldt	488452,218	31,000	15756,523			

	Lower-bound	488452,218	31,000	15756,523			
compatibility	Sphericity Assumed	65595,095	2	32797,548	7,081	,002	,186
	Greenhouse-Geisser	65595,095	1,784	36765,011	7,081	,003	,186
	Huynh-Feldt	65595,095	1,886	34784,778	7,081	,002	,186
	Lower-bound	65595,095	1,000	65595,095	7,081	,012	,186
	Error(compatibility)	Sphericity Assumed	287157,030	62	4631,565		
	Greenhouse-Geisser	287157,030	55,309	5191,838			
	Huynh-Feldt	287157,030	58,458	4912,195			
	Lower-bound	287157,030	31,000	9263,130			
load * cue	Sphericity Assumed	886,646	1	886,646	,063	,803	,002
	Greenhouse-Geisser	886,646	1,000	886,646	,063	,803	,002
	Huynh-Feldt	886,646	1,000	886,646	,063	,803	,002
	Lower-bound	886,646	1,000	886,646	,063	,803	,002
	Error(load*cue)	Sphericity Assumed	435871,999	31	14060,387		
	Greenhouse-Geisser	435871,999	31,000	14060,387			
	Huynh-Feldt	435871,999	31,000	14060,387			
	Lower-bound	435871,999	31,000	14060,387			
load * compatibility	Sphericity Assumed	42254,579	2	21127,290	7,339	,001	,191
	Greenhouse-Geisser	42254,579	1,865	22661,005	7,339	,002	,191
	Huynh-Feldt	42254,579	1,979	21347,945	7,339	,001	,191
	Lower-bound	42254,579	1,000	42254,579	7,339	,011	,191
	Error(load*compatibility)	Sphericity Assumed	178493,796	62	2878,932		

	Greenhouse-Geisser	178493,796	57,804	3087,925			
	Huynh-Feldt	178493,796	61,359	2909,000			
	Lower-bound	178493,796	31,000	5757,864			
cue * compatibility	Sphericity Assumed	21975,759	2	10987,880	4,617	,014	,130
	Greenhouse-Geisser	21975,759	1,977	11118,494	4,617	,014	,130
	Huynh-Feldt	21975,759	2,000	10987,880	4,617	,014	,130
	Lower-bound	21975,759	1,000	21975,759	4,617	,040	,130
Error(cue*compatibility)	Sphericity Assumed	147549,116	62	2379,824			
	Greenhouse-Geisser	147549,116	61,272	2408,114			
	Huynh-Feldt	147549,116	62,000	2379,824			
	Lower-bound	147549,116	31,000	4759,649			
load * cue * compatibility	Sphericity Assumed	323,801	2	161,900	,044	,957	,001
	Greenhouse-Geisser	323,801	1,969	164,458	,044	,955	,001
	Huynh-Feldt	323,801	2,000	161,900	,044	,957	,001
	Lower-bound	323,801	1,000	323,801	,044	,835	,001
Error(load*cue*compatibility)	Sphericity Assumed	226668,491	62	3655,943			
	Greenhouse-Geisser	226668,491	61,036	3713,696			
	Huynh-Feldt	226668,491	62,000	3655,943			
	Lower-bound	226668,491	31,000	7311,887			

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure:MEASURE_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	
load	Linear	1769161,876	1	1769161,876	79,657	,000	,720
Error(load)	Linear	688503,687	31	22209,796			
cue	Linear	46717,344	1	46717,344	2,965	,095	,087
Error(cue)	Linear	488452,218	31	15756,523			
compatibility	Linear	27556,000	1	27556,000	4,415	,044	,125
	Quadratic	38039,095	1	38039,095	12,589	,001	,289
Error(compatibility)	Linear	193484,750	31	6241,444			
	Quadratic	93672,280	31	3021,686			
load * cue	Linear Linear	886,646	1	886,646	,063	,803	,002
Error(load*cue)	Linear Linear	435871,999	31	14060,387			
load * compatibility	Linear Linear	39154,516	1	39154,516	10,814	,003	,259
	Quadratic	3100,064	1	3100,064	1,451	,238	,045
Error(load*compatibility)	Linear Linear	112247,359	31	3620,883			
	Quadratic	66246,436	31	2136,982			
cue * compatibility	Linear Linear	15360,504	1	15360,504	7,228	,011	,189
	Quadratic	6615,255	1	6615,255	2,511	,123	,075
Error(cue*compatibility)	Linear Linear	65878,246	31	2125,105			
	Quadratic	81670,870	31	2634,544			
load * cue * compatibility	Linear Linear Linear	,879	1	,879	,000	,988	,000
	Quadratic	322,922	1	322,922	,101	,753	,003
Error(load*cue*compatibility)	Linear Linear Linear	127489,246	31	4112,556			
	Quadratic	99179,245	31	3199,330			

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	2,089E8	1	2,089E8	924,564	,000	,968

Tests of Between-Subjects Effects

Measure:MEASURE_1

Transformed Variable:Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	2,089E8	1	2,089E8	924,564	,000	,968
Error	7003251,202	31	225911,329			

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Measure:MEASURE_1

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
737,517	24,255	688,048	786,986

2. load

Estimates

Measure:MEASURE_1

load	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	805,393	27,511	749,285	861,502
2	669,641	23,140	622,446	716,835

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

(I) load	(J) load	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	135,753 [*]	15,210	,000	104,731	166,774
2	1	-135,753 [*]	15,210	,000	-166,774	-104,731

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,720	79,657 ^a	1,000	31,000	,000	,720
Wilks' lambda	,280	79,657 ^a	1,000	31,000	,000	,720
Hotelling's trace	2,570	79,657 ^a	1,000	31,000	,000	,720
Roy's largest root	2,570	79,657 ^a	1,000	31,000	,000	,720

Each F tests the multivariate effect of load. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

3. cue

Estimates

Measure:MEASURE_1

cue	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	726,487	26,086	673,284	779,690
2	748,547	24,046	699,505	797,589

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

(I) cue	(J) cue	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-22,060	12,811	,095	-48,189	4,069
2	1	22,060	12,811	,095	-4,069	48,189

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,087	2,965 ^a	1,000	31,000	,095	,087
Wilks' lambda	,913	2,965 ^a	1,000	31,000	,095	,087
Hotelling's trace	,096	2,965 ^a	1,000	31,000	,095	,087
Roy's largest root	,096	2,965 ^a	1,000	31,000	,095	,087

Each F tests the multivariate effect of cue. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

4. compatibility

Estimates

Measure:MEASURE_1

compatibility	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	734,180	23,800	685,639	782,721
2	723,441	25,256	671,932	774,950
3	754,930	25,160	703,617	806,243

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1 compatibility	2 compatibility	10,738	7,782	,532	-8,957	30,434
	3	-20,750	9,875	,132	-45,744	4,244
2	1	-10,738	7,782	,532	-30,434	8,957
	3	-31,488*	7,683	,001	-50,932	-12,044
3	1	20,750	9,875	,132	-4,244	45,744
	2	31,488*	7,683	,001	12,044	50,932

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,357	8,323 ^a	2,000	30,000	,001	,357
Wilks' lambda	,643	8,323 ^a	2,000	30,000	,001	,357
Hotelling's trace	,555	8,323 ^a	2,000	30,000	,001	,357
Roy's largest root	,555	8,323 ^a	2,000	30,000	,001	,357

Each F tests the multivariate effect of compatibility. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

5. load * cue

Measure:MEASURE_1

load	cue	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval
------	-----	------	------------	-------------------------

				Lower Bound	Upper Bound
1	1	792,844	28,688	734,334	851,353
	2	817,943	29,304	758,176	877,709
2	1	660,130	27,046	604,970	715,291
	2	679,151	21,953	634,377	723,925

6. load * compatibility

Estimates

Measure:MEASURE_1

load	compatibility	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1	1	812,414	28,262	754,774	870,054
	2	795,336	28,357	737,501	853,171
	3	808,430	28,385	750,537	866,322
2	1	655,945	22,031	611,014	700,877
	2	651,547	24,998	600,564	702,530
	3	701,430	24,347	651,773	751,086

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

compatibility (I) load	(J) load	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	1 2	156,469 [*]	17,387	,000	121,007	191,930
	2 1	-156,469 [*]	17,387	,000	-191,930	-121,007
2	1 2	143,789 [*]	17,512	,000	108,074	179,504
	2 1	-143,789 [*]	17,512	,000	-179,504	-108,074
3	1 2	107,000 [*]	16,279	,000	73,798	140,202

2	1	-107,000*	16,279	,000	-140,202	-73,798
---	---	-----------	--------	------	----------	---------

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

compatibility		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
1	Pillai's trace	,723	80,982 ^a	1,000	31,000	,000	,723
	Wilks' lambda	,277	80,982 ^a	1,000	31,000	,000	,723
	Hotelling's trace	2,612	80,982 ^a	1,000	31,000	,000	,723
	Roy's largest root	2,612	80,982 ^a	1,000	31,000	,000	,723
2	Pillai's trace	,685	67,421 ^a	1,000	31,000	,000	,685
	Wilks' lambda	,315	67,421 ^a	1,000	31,000	,000	,685
	Hotelling's trace	2,175	67,421 ^a	1,000	31,000	,000	,685
	Roy's largest root	2,175	67,421 ^a	1,000	31,000	,000	,685
3	Pillai's trace	,582	43,202 ^a	1,000	31,000	,000	,582
	Wilks' lambda	,418	43,202 ^a	1,000	31,000	,000	,582
	Hotelling's trace	1,394	43,202 ^a	1,000	31,000	,000	,582
	Roy's largest root	1,394	43,202 ^a	1,000	31,000	,000	,582

Each F tests the multivariate simple effects of load within each level combination of the other effects shown. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

7. cue * compatibility

Estimates

Measure:MEASURE_1

cue	compatibility	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval
-----	---------------	------	------------	-------------------------

				Lower Bound	Upper Bound
1	1	727,961	25,001	676,970	778,951
	2	718,281	27,465	662,265	774,297
	3	733,219	28,337	675,426	791,012
2	1	740,398	24,450	690,531	790,265
	2	728,602	24,956	677,703	779,500
	3	776,641	24,334	727,011	826,271

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

compatibility (I) cue (J) cue			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
						Lower Bound	Upper Bound
1	1	2	-12,438	13,415	,361	-39,797	14,922
	2	1	12,438	13,415	,361	-14,922	39,797
2	1	2	-10,320	14,245	,474	-39,373	18,733
	2	1	10,320	14,245	,474	-18,733	39,373
3	1	2	-43,422*	16,070	,011	-76,197	-10,647
	2	1	43,422*	16,070	,011	10,647	76,197

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Multivariate Tests

compatibility		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
1	Pillai's trace	,027	,860 ^a	1,000	31,000	,361	,027
	Wilks' lambda	,973	,860 ^a	1,000	31,000	,361	,027
	Hotelling's trace	,028	,860 ^a	1,000	31,000	,361	,027
	Roy's largest root	,028	,860 ^a	1,000	31,000	,361	,027

2	Pillai's trace	,017	,525 ^a	1,000	31,000	,474	,017
	Wilks' lambda	,983	,525 ^a	1,000	31,000	,474	,017
	Hotelling's trace	,017	,525 ^a	1,000	31,000	,474	,017
	Roy's largest root	,017	,525 ^a	1,000	31,000	,474	,017
3	Pillai's trace	,191	7,301 ^a	1,000	31,000	,011	,191
	Wilks' lambda	,809	7,301 ^a	1,000	31,000	,011	,191
	Hotelling's trace	,236	7,301 ^a	1,000	31,000	,011	,191
	Roy's largest root	,236	7,301 ^a	1,000	31,000	,011	,191

Each F tests the multivariate simple effects of cue within each level combination of the other effects shown. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

8. load * cue * compatibility

Measure:MEASURE_1

load	cue	compatibility	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	1	1	805,266	29,706	744,679	865,852
		2	787,359	28,981	728,252	846,467
		3	785,906	32,761	719,089	852,724
	2	1	819,563	30,090	758,193	880,932
		2	803,313	31,771	738,516	868,109
		3	830,953	29,753	770,272	891,635
2	1	1	650,656	24,400	600,892	700,421
		2	649,203	31,091	585,793	712,613
		3	680,531	28,091	623,238	737,824
	2	1	661,234	23,163	613,993	708,476
		2	653,891	22,665	607,664	700,117
		3	722,328	23,132	675,150	769,506

T-TEST PAIRS=hiloadControl.compatible hiloadNarrow.compatible
 loloadControl.compatible loloadNarrow.compatible WITH hiloadControl.in compatible
 hiloadNarrow.incompatible loloadControl.incompatible loloadNarrow.incompatible
 (PAIRED) /CRITERIA=CI(.9500) /MISSING=ANALYSIS.

T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	hiloadControl.compatible	787,3594	32	163,94237	28,98119
	hiloadControl.incompatible	785,9063	32	185,32645	32,76140
Pair 2	hiloadNarrow.compatible	803,3125	32	179,72258	31,77076
	hiloadNarrow.incompatible	830,9531	32	168,30825	29,75298
Pair 3	loloadControl.compatible	649,2031	32	175,87605	31,09079
	loloadControl.incompatible	680,5313	32	158,90938	28,09148
Pair 4	loloadNarrow.compatible	653,8906	32	128,21421	22,66528
	loloadNarrow.incompatible	722,3281	32	130,85387	23,13191

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	hiloadControl.compatible & hiloadControl.incompatible	32	,876	,000
Pair 2	hiloadNarrow.compatible & hiloadNarrow.incompatible	32	,917	,000
Pair 3	loloadControl.compatible & loloadControl.incompatible	32	,909	,000
Pair 4	loloadNarrow.compatible & loloadNarrow.incompatible	32	,837	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences	t	df	Sig. (2-
--	--	--------------------	---	----	----------

					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	hiloalControl.compatible - hiloalControl.incompatible	1,45313	89,38007	15,80031	-33,67808	30,77183	,092	31	,927
Pair 2	hiloalNarrow.compatible - hiloalNarrow.incompatible	-27,64063	71,97437	12,72339	-53,59015	-1,69110	-2,172	31	,038
Pair 3	loalControl.compatible - loalControl.incompatible	-31,32813	73,41866	12,97871	-57,79838	-4,85787	-2,414	31	,022
Pair 4	loalNarrow.compatible - loalNarrow.incompatible	-68,43750	74,06479	13,09293	-95,14070	-41,73430	-5,227	31	,000

Παράρτημα II:*Ανάλυση ακρίβειας πρώτου πειράματος:***Report**

stimPres.ACC

condition	Mean	N	Std. Deviation
hiloalControl	,74	2688	,441
hiloalNarrow	,49	3776	,500
loloalControl	,90	2688	,302
loloalNarrow	,63	3776	,483
Total	,67	12928	,471

Παράρτημα III:

Ανάλυση χρόνου αντίδρασης δεύτερου πειράματος:

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

load	focus	compatibility	Dependent Variable	
1	1	1	hiloalControl.neutral	
		2	hiloalControl.compatible	
		3	hiloalControl.incompatible	
	2	1	1	hiloalNarrow.neutral
			2	hiloalNarrow.compatible
			3	hiloalNarrow.incompatible
2	1	1	loloalControl.neutral	
		2	loloalControl.compatible	
		3	loloalControl.incompatible	
	2	1	1	loloalNarrow.neutral
			2	loloalNarrow.compatible
			3	loloalNarrow.incompatible

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
hiloalControl.neutral	702,2750	159,32551	20
hiloalControl.compatible	706,8000	147,92436	20
hiloalControl.incompatible	694,3250	127,04302	20
hiloalNarrow.neutral	740,6500	155,56172	20
hiloalNarrow.compatible	720,3250	155,01344	20
hiloalNarrow.incompatible	715,9750	152,39824	20
loloalControl.neutral	596,0750	97,05848	20
loloalControl.compatible	587,2250	118,27783	20
loloalControl.incompatible	633,8500	116,23537	20
loloalNarrow.neutral	579,0000	98,01450	20
loloalNarrow.compatible	568,3250	109,93734	20
loloalNarrow.incompatible	617,7250	127,32940	20

Multivariate Tests^b

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
load	Pillai's Trace	,738	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
	Wilks' Lambda	,262	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
	Hotelling's Trace	2,823	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
	Roy's Largest Root	2,823	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
focus	Pillai's Trace	,005	,096 ^a	1,000	19,000	,760
	Wilks' Lambda	,995	,096 ^a	1,000	19,000	,760
	Hotelling's Trace	,005	,096 ^a	1,000	19,000	,760
	Roy's Largest Root	,005	,096 ^a	1,000	19,000	,760
compatibility	Pillai's Trace	,321	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
	Wilks' Lambda	,679	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
	Hotelling's Trace	,473	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
	Roy's Largest Root	,473	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
load * focus	Pillai's Trace	,070	1,427 ^a	1,000	19,000	,247
	Wilks' Lambda	,930	1,427 ^a	1,000	19,000	,247
	Hotelling's Trace	,075	1,427 ^a	1,000	19,000	,247
	Roy's Largest Root	,075	1,427 ^a	1,000	19,000	,247
load * compatibility	Pillai's Trace	,579	12,397 ^a	2,000	18,000	,000
	Wilks' Lambda	,421	12,397 ^a	2,000	18,000	,000
	Hotelling's Trace	1,377	12,397 ^a	2,000	18,000	,000
	Roy's Largest Root	1,377	12,397 ^a	2,000	18,000	,000
focus * compatibility	Pillai's Trace	,065	,623 ^a	2,000	18,000	,547
	Wilks' Lambda	,935	,623 ^a	2,000	18,000	,547
	Hotelling's Trace	,069	,623 ^a	2,000	18,000	,547
	Roy's Largest Root	,069	,623 ^a	2,000	18,000	,547
load * focus * compatibility	Pillai's Trace	,035	,324 ^a	2,000	18,000	,727
	Wilks' Lambda	,965	,324 ^a	2,000	18,000	,727
	Hotelling's Trace	,036	,324 ^a	2,000	18,000	,727
	Roy's Largest Root	,036	,324 ^a	2,000	18,000	,727

a. Exact statistic

Multivariate Tests^b

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
load	Pillai's Trace	,738	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
	Wilks' Lambda	,262	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
	Hotelling's Trace	2,823	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
	Roy's Largest Root	2,823	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
focus	Pillai's Trace	,005	,096 ^a	1,000	19,000	,760
	Wilks' Lambda	,995	,096 ^a	1,000	19,000	,760
	Hotelling's Trace	,005	,096 ^a	1,000	19,000	,760
	Roy's Largest Root	,005	,096 ^a	1,000	19,000	,760
compatibility	Pillai's Trace	,321	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
	Wilks' Lambda	,679	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
	Hotelling's Trace	,473	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
	Roy's Largest Root	,473	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
load * focus	Pillai's Trace	,070	1,427 ^a	1,000	19,000	,247
	Wilks' Lambda	,930	1,427 ^a	1,000	19,000	,247
	Hotelling's Trace	,075	1,427 ^a	1,000	19,000	,247
	Roy's Largest Root	,075	1,427 ^a	1,000	19,000	,247
load * compatibility	Pillai's Trace	,579	12,397 ^a	2,000	18,000	,000
	Wilks' Lambda	,421	12,397 ^a	2,000	18,000	,000
	Hotelling's Trace	1,377	12,397 ^a	2,000	18,000	,000
	Roy's Largest Root	1,377	12,397 ^a	2,000	18,000	,000
focus * compatibility	Pillai's Trace	,065	,623 ^a	2,000	18,000	,547
	Wilks' Lambda	,935	,623 ^a	2,000	18,000	,547
	Hotelling's Trace	,069	,623 ^a	2,000	18,000	,547
	Roy's Largest Root	,069	,623 ^a	2,000	18,000	,547
load * focus * compatibility	Pillai's Trace	,035	,324 ^a	2,000	18,000	,727
	Wilks' Lambda	,965	,324 ^a	2,000	18,000	,727
	Hotelling's Trace	,036	,324 ^a	2,000	18,000	,727
	Roy's Largest Root	,036	,324 ^a	2,000	18,000	,727

a. Exact statistic

b. Design: Intercept

Within Subjects Design: load + focus + compatibility + load * focus + load * compatibility + focus * compatibility + load * focus * compatibility

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure:MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
load	1,000	,000	0	.	1,000	1,000	1,000
focus	1,000	,000	0	.	1,000	1,000	1,000
compatibility	,858	2,761	2	,251	,875	,957	,500
load * focus	1,000	,000	0	.	1,000	1,000	1,000
load * compatibility	,722	5,874	2	,053	,782	,840	,500
focus * compatibility	,994	,105	2	,949	,994	1,000	,500
load * focus * compatibility	,826	3,451	2	,178	,851	,927	,500

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b. Design: Intercept

Within Subjects Design: load + focus + compatibility + load * focus + load * compatibility + focus * compatibility + load * focus * compatibility

Tests of Within-Subjects Effects

Measure:MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
load	Sphericity Assumed	812355,704	1	812355,704	53,635	,000
	Greenhouse-Geisser	812355,704	1,000	812355,704	53,635	,000
	Huynh-Feldt	812355,704	1,000	812355,704	53,635	,000
	Lower-bound	812355,704	1,000	812355,704	53,635	,000
Error(load)	Sphericity Assumed	287772,254	19	15145,908		
	Greenhouse-Geisser	287772,254	19,000	15145,908		

	Huynh-Feldt	287772,254	19,000	15145,908		
	Lower-bound	287772,254	19,000	15145,908		
focus	Sphericity Assumed	766,837	1	766,837	,096	,760
	Greenhouse-Geisser	766,837	1,000	766,837	,096	,760
	Huynh-Feldt	766,837	1,000	766,837	,096	,760
	Lower-bound	766,837	1,000	766,837	,096	,760
Error(focus)	Sphericity Assumed	152182,121	19	8009,585		
	Greenhouse-Geisser	152182,121	19,000	8009,585		
	Huynh-Feldt	152182,121	19,000	8009,585		
	Lower-bound	152182,121	19,000	8009,585		
compatibility	Sphericity Assumed	15742,519	2	7871,259	4,962	,012
	Greenhouse-Geisser	15742,519	1,751	8990,744	4,962	,016
	Huynh-Feldt	15742,519	1,914	8223,749	4,962	,013
	Lower-bound	15742,519	1,000	15742,519	4,962	,038
Error(compatibility)	Sphericity Assumed	60280,690	38	1586,334		
	Greenhouse-Geisser	60280,690	33,268	1811,949		
	Huynh-Feldt	60280,690	36,371	1657,373		
	Lower-bound	60280,690	19,000	3172,668		
load * focus	Sphericity Assumed	26313,204	1	26313,204	1,427	,247
	Greenhouse-Geisser	26313,204	1,000	26313,204	1,427	,247
	Huynh-Feldt	26313,204	1,000	26313,204	1,427	,247
	Lower-bound	26313,204	1,000	26313,204	1,427	,247
Error(load*focus)	Sphericity Assumed	350387,588	19	18441,452		
	Greenhouse-Geisser	350387,588	19,000	18441,452		
	Huynh-Feldt	350387,588	19,000	18441,452		
	Lower-bound	350387,588	19,000	18441,452		
load * compatibility	Sphericity Assumed	41095,440	2	20547,720	9,259	,001

	Greenhouse-Geisser	41095,440	1,564	26268,776	9,259	,002
	Huynh-Feldt	41095,440	1,680	24464,361	9,259	,001
	Lower-bound	41095,440	1,000	41095,440	9,259	,007
Error(load*compatibility)	Sphericity Assumed	84330,602	38	2219,226		
	Greenhouse-Geisser	84330,602	29,724	2837,121		
	Huynh-Feldt	84330,602	31,916	2642,237		
	Lower-bound	84330,602	19,000	4438,453		
focus * compatibility	Sphericity Assumed	1798,694	2	899,347	,664	,521
	Greenhouse-Geisser	1798,694	1,988	904,556	,664	,520
	Huynh-Feldt	1798,694	2,000	899,347	,664	,521
	Lower-bound	1798,694	1,000	1798,694	,664	,425
Error(focus*compatibility)	Sphericity Assumed	51501,848	38	1355,312		
	Greenhouse-Geisser	51501,848	37,781	1363,163		
	Huynh-Feldt	51501,848	38,000	1355,312		
	Lower-bound	51501,848	19,000	2710,624		
load * focus * compatibility	Sphericity Assumed	1451,965	2	725,982	,480	,623
	Greenhouse-Geisser	1451,965	1,703	852,631	,480	,593
	Huynh-Feldt	1451,965	1,853	783,405	,480	,609
	Lower-bound	1451,965	1,000	1451,965	,480	,497
Error(load*focus*compatibility)	Sphericity Assumed	57505,244	38	1513,296		
	Greenhouse-Geisser	57505,244	32,356	1777,293		
	Huynh-Feldt	57505,244	35,215	1632,992		
	Lower-bound	57505,244	19,000	3026,592		

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
load	Linear	812355,704	1	812355,704	53,635	,000
Error(load)	Linear	287772,254	19	15145,908		
focus	Linear	766,837	1	766,837	,096	,760
Error(focus)	Linear	152182,121	19	8009,585		
compatibility	Linear	4812,539	1	4812,539	2,543	,127
	Quadratic	10929,980	1	10929,980	8,538	,009
Error(compatibility)	Linear	35958,805	19	1892,569		
	Quadratic	24321,885	19	1280,099		
load * focus	Linear Linear	26313,204	1	26313,204	1,427	,247
Error(load*focus)	Linear Linear	350387,588	19	18441,452		
load * compatibility	Linear Linear	29770,664	1	29770,664	9,174	,007
	Quadratic	11324,776	1	11324,776	9,490	,006
Error(load*compatibility)	Linear Linear	61657,930	19	3245,154		
	Quadratic	22672,672	19	1193,299		
focus * compatibility	Linear Linear	622,127	1	622,127	,430	,520
	Quadratic	1176,567	1	1176,567	,930	,347
Error(focus*compatibility)	Linear Linear	27470,217	19	1445,801		
	Quadratic	24031,631	19	1264,823		
load * focus * compatibility	Linear Linear Linear	781,014	1	781,014	,469	,502
	Quadratic	670,951	1	670,951	,493	,491
Error(load*focus*compatibility)	Linear Linear Linear	31667,330	19	1666,702		
	Quadratic	25837,914	19	1359,890		

Tests of Between-Subjects Effects

Measure:MEASURE_1

Transformed Variable:Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	1,030E8	1	1,030E8	665,840	,000

Tests of Between-Subjects Effects

Measure:MEASURE_1

Transformed Variable:Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	1,030E8	1	1,030E8	665,840	,000
Error	2940082,954	19	154741,208		

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Measure:MEASURE_1

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
655,212	25,392	602,066	708,359

2. load

Estimates

Measure:MEASURE_1

load	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	713,392	30,261	650,055	776,728
2	597,033	22,361	550,231	643,836

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

(I) load	(J) load	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	116,358 [*]	15,888	,000	83,104	149,613
2	1	-116,358 [*]	15,888	,000	-149,613	-83,104

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	,738	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
Wilks' lambda	,262	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
Hotelling's trace	2,823	53,635 ^a	1,000	19,000	,000
Roy's largest root	2,823	53,635 ^a	1,000	19,000	,000

Each F tests the multivariate effect of load. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

3. focus

Estimates

Measure:MEASURE_1

focus	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	653,425	24,712	601,703	705,147
2	657,000	27,306	599,849	714,151

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

(I) focus	(J) focus	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-3,575	11,554	,760	-27,758	20,608
2	1	3,575	11,554	,760	-20,608	27,758

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	,005	,096 ^a	1,000	19,000	,760
Wilks' lambda	,995	,096 ^a	1,000	19,000	,760
Hotelling's trace	,005	,096 ^a	1,000	19,000	,760
Roy's largest root	,005	,096 ^a	1,000	19,000	,760

Each F tests the multivariate effect of focus. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

4. compatibility

Estimates

Measure:MEASURE_1

compatibility	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	654,500	25,328	601,488	707,512
2	645,669	25,846	591,572	699,766
3	665,469	25,776	611,520	719,418

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

(I) compatibility	(J) compatibility	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	8,831	4,970	,275	-4,216	21,879
	3	-10,969	6,879	,382	-29,026	7,088
2	1	-8,831	4,970	,275	-21,879	4,216
	3	-19,800 [*]	6,853	,028	-37,789	-1,811
3	1	10,969	6,879	,382	-7,088	29,026
	2	19,800 [*]	6,853	,028	1,811	37,789

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1 compatibility	2 compatibility	8,831	4,970	,275	-4,216	21,879
	3	-10,969	6,879	,382	-29,026	7,088
2	1	-8,831	4,970	,275	-21,879	4,216
	3	-19,800*	6,853	,028	-37,789	-1,811
3	1	10,969	6,879	,382	-7,088	29,026
	2	19,800*	6,853	,028	1,811	37,789

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	,321	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
Wilks' lambda	,679	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
Hotelling's trace	,473	4,255 ^a	2,000	18,000	,031
Roy's largest root	,473	4,255 ^a	2,000	18,000	,031

Each F tests the multivariate effect of compatibility. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

5. load * focus

Measure:MEASURE_1

load	focus	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1	1	701,133	31,418	635,374	766,893

	2	725,650	33,590	655,346	795,954
2	1	605,717	23,462	556,610	654,823
	2	588,350	24,626	536,806	639,894

6. load * compatibility

Measure:MEASURE_1

load	compatibility	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1	1	721,463	33,437	651,478	791,447
	2	713,563	30,010	650,752	776,373
	3	705,150	28,668	645,148	765,152
2	1	587,538	18,975	547,822	627,253
	2	577,775	24,123	527,286	628,264
	3	625,788	25,594	572,218	679,357

7. focus * compatibility

Measure:MEASURE_1

focus	compatibility	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1	1	649,175	25,977	594,804	703,546
	2	647,013	26,097	592,391	701,634
	3	664,088	23,875	614,117	714,058
2	1	659,825	26,375	604,622	715,028
	2	644,325	27,476	586,818	701,832
	3	666,850	28,973	606,209	727,491

8. load * focus * compatibility

Measure:MEASURE_1

load	focus	compatibility	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	1	1	702,275	35,626	627,708	776,842
		2	706,800	33,077	637,569	776,031
		3	694,325	28,408	634,867	753,783
	2	1	740,650	34,785	667,845	813,455
		2	720,325	34,662	647,776	792,874
		3	715,975	34,077	644,650	787,300
2	1	1	596,075	21,703	550,650	641,500
		2	587,225	26,448	531,869	642,581
		3	633,850	25,991	579,450	688,250
	2	1	579,000	21,917	533,128	624,872
		2	568,325	24,583	516,873	619,777
		3	617,725	28,472	558,133	677,317

T-TEST PAIRS=hiloadControl.compatible hiloadNarrow.compatible
 loloadControl.compatible loloadNarrow.compatible WITH hiloadControl.in compatible
 hiloadNarrow.incompatible loloadControl.incompatible loloadNarrow.incompatible
 (PAIRED) /CRITERIA=CI(.9500) /MISSING=ANALYSIS.

T-Test

Notes

Output Created	02-Mai-2010 12:31:14
Comments	
Input	Data
	C:\Users\mariosav\Documents\My Research\ChristianaChristouCS\Experiment 2\analysis\medianRT\medianRT2.sav
	Active Dataset
	DataSet1
	Filter
	<none>
	Weight
	<none>

	Split File	<none>	
	N of Rows in Working Data File		20
Missing Value Handling	Definition of Missing	User defined missing values are treated as missing.	
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on the cases with no missing or out-of-range data for any variable in the analysis.	
Syntax		T-TEST PAIRS=hiloadControl.compatible hiloadNarrow.compatible loloadControl.compatible loloadNarrow.compatible WITH hiloadControl.incompatible hiloadNarrow.incompatible loloadControl.incompatible loloadNarrow.incompatible (PAIRED) /CRITERIA=CI(.9500) /MISSING=ANALYSIS.	
Resources	Processor Time		0:00:00.000
	Elapsed Time		0:00:00.000

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	hiloadControl.compatible	706,8000	20	147,92436	33,07689
	hiloadControl.incompatible	694,3250	20	127,04302	28,40768
Pair 2	hiloadNarrow.compatible	720,3250	20	155,01344	34,66206
	hiloadNarrow.incompatible	715,9750	20	152,39824	34,07728
Pair 3	loloadControl.compatible	587,2250	20	118,27783	26,44773
	loloadControl.incompatible	633,8500	20	116,23537	25,99102
Pair 4	loloadNarrow.compatible	568,3250	20	109,93734	24,58274
	loloadNarrow.incompatible	617,7250	20	127,32940	28,47172

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	hiloalControl.compatible & hiloalControl.incompatible	20	,888	,000
Pair 2	hiloalNarrow.compatible & hiloalNarrow.incompatible	20	,961	,000
Pair 3	loloalControl.compatible & loloalControl.incompatible	20	,910	,000
Pair 4	loloalNarrow.compatible & loloalNarrow.incompatible	20	,954	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	hiloalControl.compatible - hiloalControl.incompatible	12,47500	68,15549	15,24003	- 19,42275	44,37275	,819	19	,423
Pair 2	hiloalNarrow.compatible - hiloalNarrow.incompatible	4,35000	42,82587	9,57616	- 15,69312	24,39312	,454	19	,655
Pair 3	loloalControl.compatible - loloalControl.incompatible	- 46,62500	49,78609	11,13251	69,92561	23,32439	- 4,188	19	,000
Pair 4	loloalNarrow.compatible - loloalNarrow.incompatible	- 49,40000	39,73551	8,88513	67,99679	30,80321	- 5,560	19	,000

Παράρτημα IV:*Ανάλυση ακρίβειας δεύτερου πειράματος:***Report**

stimPres.ACC

condition	Mean	N	Std. Deviation
hiloalControl	,85	1440	,359
hiloalNarrow	,87	2000	,339
loloalControl	,92	1440	,278
loloalNarrow	,96	2000	,191
Total	,90	6880	,298