



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΙΣ ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΟΠΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ

ΚΑΤΙΑ ΝΙΚΟΛΑΪΔΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΡΙΣΤΟΣ ΣΧΙΖΑΣ

ΜΑΙΟΣ, 2009

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Από τη δημιουργία του πρώτου υπολογιστή γενικού σκοπού (ENIAC Electronic Numerical Integrator and Computer), που ξεκίνησε το 1943 και ολοκληρώθηκε το 1951, η πληροφορική έχει κάνει τεράστιες προόδους. Ο υπολογιστής αυτός χρησιμοποιήθηκε για να εκτελέσει σύνθετους μαθηματικούς υπολογισμούς. Σήμερα οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν διάφορες υπηρεσίες στη ζωή μας όπως οι γραμμές παραγωγής στα εργοστάσια, τα ρομπότ που εκτελούν συγκεκριμένους στόχους, καθώς επίσης και η παροχή (provisioning) διάφορων υπηρεσιών και προϊόντων όπως η ηλεκτρική ενέργεια και η παροχή νερού.

Σε αυτό το σημείο οι ικανότητες των υπολογιστών περιορίζονται μόνο με τον προγραμματισμό τους. Ως εκ τούτου οι περιορισμοί προκύπτουν στις συνεχείς αυξανόμενες απαιτήσεις με τις τρέχουσες βελτιώσεις του λογισμικού για τους υπολογιστές έτσι ώστε να προσαρμοστούν στις νέες ευθύνες τους. Αυτός είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο η πληροφορική έχει κάνει μια στροφή τα τελευταία χρόνια προς την Υπολογιστική Νοημοσύνη. Για να μπορέσουμε να εφαρμόσουμε την Υπολογιστική Νοημοσύνη σ' ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή πρέπει πρώτα να καταλάβουμε τις διάφορες πτυχές και λειτουργίες της δικής μας νοημοσύνης καθώς και τον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Η μελέτη μας αποτελεί μέρος μιας προσπάθειας μοντελοποίησης ενός νευρωνικού δικτύου, το οποίο θα αποτελεί ένα πληροφορικό σύστημα, βασισμένο στην οπτική επιλεκτική προσοχή. Σκοπός της διπλωματικής αυτής μελέτης είναι η έρευνα γύρω από την έννοια της οπτικής προσοχής καθώς επίσης τον τρόπο λειτουργίας της έτσι ώστε ο εγκέφαλος μας να επικεντρώνεται σε ορισμένα οπτικά ερεθίσματα αγνοώντας ή περιορίζοντας κάποια άλλα. Πέρα από τη θεωρητική ανάλυση γύρω από τον τομέα της λειτουργικής μνήμης και της προσοχής, αντικείμενο της παρούσας μελέτης

αποτελεί η υλοποίηση ενός πειράματος το οποίο θα μας βοηθήσει να δώσουμε απαντήσεις σε ορισμένα βασικά ερωτήματα. Τα αποτελέσματα από το πείραμα αναμένονται να αποφέρουν ένα σαφέστερο συμπέρασμα σχετικά με το ρόλο του αντιληπτικού φορτίου στην επεξεργασία των άσχετων πληροφοριών και γενικότερα στην αποτελεσματική εστίαση της οπτικής προσοχής. Το αποτέλεσμα τόσο της θεωρητικής μελέτης όσο και της πειραματικής διαδικασίας συγκεντρώθηκε για να αποτελέσει την παρούσα διατριβή η οποία διαρθρώνεται σε πέντε βασικά κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται κάποια εισαγωγικά στοιχεία για τη Τεχνητή Νοημοσύνη και Υπολογιστική, τη θεμελιώδη σημασία της μνήμης ενός ατόμου καθώς και στους τρεις τρόπους μνήμης. Στο κεφάλαιο αυτό ο αναγνώστης μπορεί να γνωρίσει το θεωρητικό υπόβαθρο της λειτουργικής μνήμης καθώς και τις λειτουργίες της. Έπειτα, αναφέρεται η έννοια της προσοχής, τα κλινικά μοντέλα της και η σημασία της οπτικής επιλεκτικής προσοχής για να επιζήσουμε σε ένα πολύμορφο κόσμο όπου όλες οι αισθήσεις μας συγκεντρώνουν πληροφορίες. Πραγματοποιείται εκτενής αναφορά στο βασικό τρόπο λειτουργίας της οπτικής επιλεκτικής προσοχής, η κατανόηση της οποίας κρίνεται απαραίτητη αφού αποτελεί το αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Έπειτα αναφέρουμε τις απόψεις της Lavie και του Johnson οι οποίοι έχουν προσφέρει σπουδαία συνεισφορά όσο αφορά το ακριβές σημείο της επιλογής στην επεξεργασία πληροφοριών. Επιδίωξαν να προσδιορίσουν τον καθοριστικό παράγοντα για την αποτελεσματική εστίαση της προσοχής (Lavie 1995, Lavie & Cox 1997). Τέλος, παρουσιάζεται το προτεινόμενο μοντέλο πληροφοριακού συστήματος για την μοντελοποίηση της οπτικής επιλεκτικής προσοχής και του βασικού τρόπου λειτουργίας του στην προσπάθεια του να λαμβάνει πληροφορίες από τον περιβάλλον, να τις επεξεργάζεται και να παράγει αποτελέσματα σχετικά με τον προκαθορισμένο στόχο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται η έννοια της χωρητικότητας της λειτουργικής μνήμης του εγκεφάλου. Στη συνέχεια, περιγράφεται η δυνατότητα αύξησης της περιορισμένης λειτουργικής μνήμης μέσω της εξάσκησης της. Επίσης, αναφέρονται οι διαφορές των ανθρώπων ως προς το όριο της χωρητικότητας της λειτουργικής τους μνήμης και το φαινόμενο του «μαγικού αριθμού επτά». Μέρος του κεφαλαίου καταλαμβάνει ένα σύνολο από ερευνητικές μελέτες σε πειράματα Διχωτικής Ακουστικής με σκοπό να παρατηρήσουμε την σχέση μεταξύ της χωρητικότητας λειτουργικής μνήμης και της επιλεκτικής προσοχής.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά σε υπάρχουσες μελέτες οπτικής προσοχή οι οποίες επιχειρήσαν να μελετήσουν το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου και την ικανότητα του ανθρώπου να επιλέγει και να απορρίπτει πληροφορίες από το οπτικό περιβάλλον. Τα πειράματα αυτά χρησιμοποιούνται με σκοπό να δώσουν απαντήσεις σε ερωτήματα που απασχολούν κατά καιρούς διάφορους ερευνητές. Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στα ερεθίσματα, στον εξοπλισμό και στην διαδικασία που χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό και την υλοποίηση των πειραμάτων. Τέλος καταγράφονται τα ευρήματα και συμπεράσματα που εξάχθηκαν από το πείραμα καθώς επίσης και ο βαθμός επιβεβαίωσης της βασικής υπόθεσης των ερευνητών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας αναλύονται τα βασικά ερωτήματα τα οποία αποτέλεσαν το κίνητρο για την υλοποίηση του πειράματος της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα, σκοπός μας ήταν να ερευνήσουμε τις υποθέσεις της Lavie σχετικά με την Θεωρία του Αντιληπτικού Φορτίου, η οποία σε πρόσφατες έρευνες της (Lavie 1995, Lavie & Cox 1997, Lavie, DeFocket & Viding 2004) δηλώνει ότι ο βαθμός στον οποίο η παρεμπόδιση της αντίληψης των άσχετων ερεθισμάτων μπορεί να αποτραπεί, εξαρτάται από το αντιληπτικό φορτίο που επιβάλλεται από την επεξεργασία της σχετικής πληροφορίας. Οι καταστάσεις του χαμηλού αντιληπτικού

φορτίου θα οδηγήσουν αναπόφευκτα στην αντίληψη των άσχετων ερεθισμάτων. Κατά συνέπεια, βασική αρχή του ισχυρισμού αυτού είναι ότι εάν ένας αρχικός στόχος δεν καταναλώνει όλους τους διαθέσιμους πόρους, τότε ένας συμμετέχοντας θα επεξεργαστεί τα άσχετα ερεθίσματα. Με σκοπό να διερευνήσουμε την υπόθεση αυτή με μια μικρή παραλλαγή ως προς τον τύπο του αντιληπτικού φορτίου (χαμηλό, υψηλό, ενδιάμεσο φορτίο), υλοποιήσαμε το πείραμα της παρούσας εργασίας. Περιγράφονται λεπτομερώς τα βασικά βήματα που πραγματοποιήθηκαν για την υλοποίηση του. Παρουσιάζεται η σχεδίαση του πειράματος, τα ερεθίσματα και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκαν καθώς επίσης τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν από το πείραμα. Επίσης, στο κεφάλαιο αυτό καταγράφονται τα τελικά συμπεράσματα τα οποία είναι ελαφρώς διαφορετικά από τα αποτελέσματα της Lavie (Lavie 1995, Lavie) και προτείνονται πιθανοί παράγοντες που συνέβαλαν στην διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων μας.

Στο τελευταίο κεφάλαιο περιγράφεται μια περαιτέρω έρευνα στα πλαίσια της μελλοντικής εργασίας, όπου θα επαναληφθεί το πείραμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας με την διαφορά ότι στον τύπο του αντιληπτικού φορτίου θα υπάρχει μόνο συνθήκη χαμηλού και υψηλού. Σκοπός μας είναι να διευκρινίσουμε τον ακριβή παράγοντα που οδήγησε στα αποτελέσματα του πειράματος της παρούσας εργασίας. Επιπλέον μία μελλοντική μελέτη θα μπορούσε να ασχοληθεί με οπτικοακουστικά ερεθίσματα, όπου τα ακουστικά και οπτικά ερεθίσματα είτε θα συσχετίζονται μεταξύ τους (congruent) είτε όχι (incongruent). Απώτερος σκοπός είναι να καθοριστεί ο ρόλος που διαδραματίζεται στην αντίληψη όταν υπάρχει συμφωνία στο περιεχόμενο των ερεθισμάτων στην περίπτωση που η επεξεργασία γίνεται με ταίριασμα οπτικοακουστικών ερεθισμάτων (cross-modality).

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ

ΠΡΟΣΟΧΗΣ

Κάτια Νικολαΐδου

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, 2009

ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

Διατριβή Master

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ

Παρουσιάστηκε από

Κάτια Νικολαΐδου

Ερευνητικός Σύμβουλος Χρίστος Σχίζας

Όνομα Ερευνητικού Συμβούλου

Μέλος Επιτροπής Κωνσταντίνος Παττίχης

Όνομα Μέλους Επιτροπής

Μέλος Επιτροπής Χριστάκης Χριστοδούλου

Όνομα Μέλους Επιτροπής

Πανεπιστήμιο Κύπρου

Μάιος, 2009

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Χρίστο Σχίζα για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντας μου αυτή την εργασία.

Επίσης ευχαριστώ τον Κλεάνθη Νεοκλέους, για την εποικοδομητική καθοδήγηση που μου πρόσφερε ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα διπλωματική εργασία

Ειλικρινείς ευχαριστίες στις φοιτήτριες Αθηνά Μουχούρη και Εύη Προκοπίου για την αποδοτική συνεργασία μας καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. ΤΕΧΝΗΤΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ.....	1
1.2. Η ΜΝΗΜΗ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ	3
1.3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΜΝΗΜΗ	4
1.4. ΠΡΟΣΟΧΗ	7
1.5. ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ	12
1.6. ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	16
1.7. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ.....	19
2.1. ΟΡΙΟ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ	19
2.2. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΜΕΣΩ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ	22
2.3. ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΔΙΧΩΤΙΚΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΟΠΤΙΚΗΣ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ.....	27
3.1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ 1: ΣΧΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΧΗΣ	28
3.2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ 2: ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΧΕΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΟΤΑΝ ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΣΧΕΤΙΚΟΥ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΟΣ ΠΟΙΚΙΛΕΙ.....	31
3.3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ 3: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΔΟΓΕΝΟΥΣ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΦΥΓΗ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΣΧΕΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.	39
3.4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ 4: ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΑΣΧΕΤΩΝ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΧΗ.	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	47
4.1. ΒΑΣΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ/ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	47
4.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	51
4.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	63
5.1. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	63
5.2. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	65

«Όλοι ξέρουμε τι είναι προσοχή: Είναι το να καταλαβαίνει το μυαλό σε καθαρή και ζωντανή μορφή, ένα από τα πολλά ταυτόχρονα πιθανά αντικείμενα ή ουρά από σκέψεις. Αφορά την απόσυρση από μερικά ερεθίσματα ούτως ώστε να ασχοληθούμε καλύτερα με άλλα.»

[William James Principles of Psychology, 1980]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Τεχνητή και Υπολογιστική Νοημοσύνη

Το 1956, σε ένα καλοκαιρινό συνέδριο που οργανώθηκε από την IBM στο κολέγιο Dartmouth, το ενδιαφέρον μιας μικρής ομάδας επιστημόνων (John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester και Claude Shannon, 1955), επικεντρώθηκε στην προσπάθεια για αυτοματοποίηση της διαδικασίας απόδειξης θεωρημάτων και στον προγραμματισμό των μηχανών ώστε να χρησιμοποιούν νέες γλώσσες προγραμματισμού που θα βοηθούσαν αυτό το σκοπό. Συζητήθηκαν τρόποι ώστε αυτή η προσπάθεια να οδηγούσε τελικά στην ανάπτυξη ενός υπολογιστικού συστήματος που θα μπορούσε να εξομοιώσει την ανθρώπινη συλλογιστική καθώς επίσης και τρόποι επίλυσης διαφόρων ειδών προβλημάτων που επιφυλάσσονται για τους ανθρώπους και που θα βοηθήσουν να βελτιώσουν τον εαυτό τους. Το συνέδριο αυτό σηματοδότησε τη γέννηση της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Στη βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιούνται ποικίλες απόψεις γύρω από τον ορισμό της Τεχνητής Νοημοσύνης. Οι περισσότερες από αυτές είναι αποδεκτές και εξηγούν το ίδιο φαινόμενο αλλά σε ελαφρώς διαφορετική διάσταση. Στο παρόν υποκεφάλαιο θα αναφέρουμε ένα από αυτούς τους ορισμούς:

Τεχνητή νοημοσύνη είναι η επιστήμη και η μηχανική της κατασκευής των ευφύων μηχανών. Μια ευφύης μηχανή μπορεί να θεωρηθεί η μηχανή που μελετά το περιβάλλον της και έχει τη δυνατότητα να μάθει και να αντιδράσει στα διάφορα ερεθίσματα που λαμβάνει. Για να εφαρμοστεί αυτό, οι επιστήμονες κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 50 ετών έχουν προσπαθήσει να αποκρυπτογραφήσουν τις διάφορες διαδικασίες και λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου και να τις εφαρμόσουν έπειτα στον υπολογιστή (Wikipedia).

Στον όρο Τεχνητή Νοημοσύνη συνοψίζονται σήμερα πολλές περιοχές ενδιαφέροντος, οι σημαντικότερες από τις οποίες είναι:

- Επίλυση Προβλημάτων
- Απόδειξη Θεωρημάτων
- Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας
- Τεχνητή Όραση
- Σχεδιασμός Ενεργειών και Χρονοπρογραμματισμός
- Αυτόνομα Ρομπότ
- Έμπειρα Συστήματα και Συστήματα Γνώσης
- Ευφυείς πράκτορες (Agents)
- Ευφυείς υπηρεσίες διαδικτύου και σημασιολογικό δίκτυο (semantic web)
- Προσαρμοζόμενα και εξελισσόμενα ευφυή συστήματα.

Η κλασσική Τεχνητή Νοημοσύνη χρησιμοποιούσε συμβολική αναπαράσταση της γνώσης και τεχνικές ανάλυσης υψηλού επιπέδου (High-Level approach). Προσπαθεί να μοντελοποιήσει έννοιες, συλλογισμούς και αξιώματα. Δηλαδή, τον τρόπο με τον οποίο ότι σκεφτόμαστε. Η προσέγγιση αυτή είχε σοβαρούς περιορισμούς και έτσι η

έρευνα στράφηκε σε τεχνικές ανάλυσης χαμηλού επίπεδου (Low-Level approach), δηλαδή στην Υπολογιστική Νοημοσύνη. Βασική ιδέα ήταν αντί να αναπαριστούμε την γνώση σε ένα υψηλό επίπεδο, αντικαθιστούμε τα μοντέλα αυτά με αλγορίθμους που στηρίζονται στην αριθμητική επεξεργασία της πληροφορίας (δηλαδή υπολογιστικά). Έτσι αντί να έχουμε ένα αναλυτικό μαθηματικό μοντέλο, κατασκευάζουμε έναν αλγόριθμο ο οποίος αναλύει και μαθαίνει από δεδομένα που ήδη υπάρχουν. Η επιστήμη της Υπολογιστικής Νοημοσύνης είναι το παρακλάδι της Πληροφορικής που ασχολείται με τη σχεδίαση και την υλοποίηση ευφυούς λογισμικού και κατά συνέπεια ευφυών μηχανών. Οι μηχανές αυτές είναι ικανές να μιμηθούν τις ανθρώπινες γνωστικές ικανότητες, εμφανίζοντας έτσι χαρακτηριστικά που αποδίδουμε συνήθως σε ανθρώπινη συμπεριφορά, όπως η επίλυση προβλημάτων, η αντίληψη μέσω της όρασης, η μάθηση, η εξαγωγή συμπερασμάτων, η κατανόηση της φυσικής γλώσσας κ.τ.λ. Οι δύο επιστήμες λειτουργούν συμπληρωματικά μεταξύ τους.

1.2. Η Μνήμη του Εγκεφάλου

Θεμελιώδης συστατικό για τη ζωή ενός ατόμου είναι η μνήμη γιατί το βοηθά να γεύεται το παρόν και να έχει μέλλον κατά συνέπεια να γνωρίζει τον εαυτό του. Απώλεια των αποτελεσμάτων μνήμης κάποιου ατόμου προκαλεί πολύ δυσάρεστες επιπτώσεις και γενικά η ζωή ενός ανθρώπου γίνεται αρκετά δυσκολότερη χωρίς την ύπαρξη μνήμης (Brian Nosek, Πανεπιστήμιο Βιργινίας).

Οι τύποι μνήμης διαχωρίζονται σε:

- ❖ Αισθητήρια μνήμη: μνήμη η οποία χρησιμοποιείται για τις στιγμιαίες πληροφορίες, δηλαδή για τις άμεσες πληροφορίες αυτή τη στιγμή. Η

αισθητήρια μνήμη έχει δύο υποτομείς: τη μνήμη για τα οπτικά ερεθίσματα και τη μνήμη για τα ακουστικά ερεθίσματα. Η αισθητήρια μνήμη περιλαμβάνει τη σύντομη εμμόνη ενός ερεθίσματος σε ένα από τα όργανα αίσθησης. Διαμορφώνεται αυτόματα χωρίς να αφιερώνουμε την προσοχή μας σε κάτι, παρόλο που φθείρεται πολύ γρήγορα.

- ❖ Λειτουργική μνήμη: είναι χρήσιμη για τη αντίληψη πληροφοριών, όπως για παράδειγμα όταν προσπαθούμε να θυμηθούμε ένα τηλεφωνικό αριθμό.
- ❖ Μακροπρόθεσμη μνήμη: αποτελεί μια μακροπρόθεσμη αποθήκη που έχει απεριόριστη χωρητικότητα. Η ιστορία της ζωής μας και γεγονότα που γνωρίζουμε και ζήσαμε αποθηκεύονται εκεί. Ένα σημαντικό γεγονός για τους ανθρώπους είναι ότι έχουν την ικανότητα να θυμηθούν οτιδήποτε.

1.3. Λειτουργική Μνήμη

Ο όρος λειτουργική μνήμη χρησιμοποιήθηκε αρχικά στη δεκαετία του '60 στα πλαίσια των μελετών που παρομοίασαν το μυαλό με έναν υπολογιστή. Η λειτουργική μνήμη αποτελεί το «πρόχειρο σημειωματάριο» του εγκεφάλου που σχετίζεται άμεσα και με την νοημοσύνη. Εδράζεται σε μια μικρή περιοχή του εγκεφάλου στον οπίσθιο βρεγματικό λοβό (Translation of Spitzer M. ,2002).

Η λειτουργική μνήμη αναφέρεται στην διαδικασία του εγκεφάλου να διατηρεί ενεργές σχετικές πληροφορίες για σύντομο χρονικό διάστημα. Οι πληροφορίες αυτές είναι ενεργές και ασκούν επίδραση σε όλες τις ενέργειες του ανθρώπου. Χρησιμοποιούμε τη λειτουργική μνήμη εκατοντάδες χιλιάδες φορές κάθε ημέρα χωρίς να το αντιλαμβανόμαστε. Για παράδειγμα, όταν ψάχνουμε για έναν τηλεφωνικό

αριθμό αποθηκεύουμε τον αριθμό αυτό στη λειτουργική μας μνήμη και έτσι αυτός διατηρείται ενεργός για τον σχηματισμό του. Εάν ο χρόνος που χρειαζόμαστε για να γράψουμε κάτω τον τηλεφωνικό αριθμό είναι μεγαλύτερος από 30 δευτερόλεπτα τότε τον ξεχνάμε εκτός αν τον προβάρουμε ή χρησιμοποιούμε κάποια στρατηγική για να τον θυμηθούμε.

Επιπλέον, η λειτουργική μνήμη είναι αναγκαία για την εκτέλεση προγραμματισμένων ενεργειών και την υλοποίηση στόχων. Για να επιτευχθεί αυτό η λειτουργική μνήμη πρέπει να παραβλέψει δεδομένα τα οποία συγκρούονται, παρεμβάλλουν ή απλώς μας αποσπούν από τις προγραμματισμένες μας ενέργειες. Η λειτουργική μας μνήμη, παραδείγματος χάρη, είναι αυτή που μας βοηθά να τελειώσουμε ένα άρθρο που διαβάζουμε, μια παράγραφο ή τουλάχιστον μια γραμμή πριν πάμε να φτιάξουμε ένα καφέ. Αν δεν υπήρχε η λειτουργική μνήμη το παραμικρό ερέθισμα θα αποσπούσε την προσοχή μας ενεργοποιώντας μια ανάλογη αντίδραση με αποτέλεσμα να μην ολοκληρώσουμε το στόχο μας έστω κι αν αυτός ήταν πιο σημαντικός. Επίσης, χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση και την λεπτομερή ανάλυση των πληροφοριών. Η λειτουργική μνήμη επιτρέπει να συγκρατούμε για λίγο εικόνες και πληροφορίες που παρουσιάζονται μπροστά μας για σύντομα χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα, οι περισσότεροι άνθρωποι μπορούν να θυμούνται τρία ή τέσσερα στοιχεία όταν κοιτάζουν για λίγο εικόνες με πολύχρωμες κουκκίδες ή γραμμές. Αν δουν μια παραπλήσια εικόνα ένα δευτερόλεπτο αργότερα, μπορούν να αναγνωρίσουν αν τρία ή τέσσερα από αυτά τα στοιχεία είναι όμοια με αυτά που είδαν νωρίτερα.

Η λειτουργική μνήμη του ανθρώπου αποτελείται από τρία συστατικά στοιχεία: το phonological loop, το visuo-spacial sketchpad και το central executive (Brian Nousek, Πανεπιστήμιο Βιργινίας).

- ❖ Το phonological loop είναι υπεύθυνο για τις ακουστικές πληροφορίες. Παίρνει τις πληροφορίες από την αισθητήρια μνήμη μέσω της πρόβας για να παρέχει συντήρηση των αισθητήριων πληροφοριών. Εάν δεν πραγματοποιηθεί πρόβα, η μνήμη αρχίζει να εξασθενεί.

Περιγράφουμε ένα σύντομο παράδειγμα που πραγματοποιήθηκε με σκοπό να ανακαλύψουν ποια χαρακτηριστικά γνωρίσματα των ακουστικών πληροφοριών αποθηκεύονται στο phonological loop.

Δίνονται δύο λίστες με λέξεις ή μια μετά την άλλη και καλούνται οι συμμετέχοντες να θυμούνται τις λέξεις. Οι λίστες είναι οι εξής:

Πρώτη λίστα : cab, mad, can, map, man, camp

Δεύτερη λίστα : broad, wide, fat, big, huge, large, vast

Οι δύο λίστες έχουν τον ίδιο αριθμό στοιχείων μόνο που στην πρώτη οι λέξεις έχουν διαφορετικό νόημα αλλά ακούγονται παρόμοιες ενώ στη δεύτερη οι λέξεις έχουν παρόμοιο νόημα αλλά ακούγονται πολύ διαφορετικές. Αν και οι δύο λίστες έχουν τον ίδιο αριθμό στοιχείων, οι συμμετέχοντες ήταν πολύ καλύτεροι στο να θυμούνται τη πρώτη λίστα απ' ό,τι την δεύτερη. Αυτό δείχνει ότι το phonological loop, δεν εστιάζει στο νόημα αλλά στα ηχητικά ή ακουστικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα των πληροφοριών. Συνεπώς, στη δυνατότητα των ατόμων να θυμηθούν τη λίστα συνέβαλε η ομοιότητα στο νόημα και όχι η ομοιότητα στον ήχο.

- ❖ Το visuo-spatial sketchpad είναι υπεύθυνο για τις οπτικές εικόνες.

Ένα σύντομο πείραμα που πραγματοποιήθηκε για τη μελέτη του συστατικού αυτού είναι το εξής: Οι συμμετέχοντες παρατήρησαν εν συντομία κινούμενα σχέδια, στη συνέχεια τα κινούμενα σχέδια εξαφανίστηκαν και οι

συμμετέχοντες τότε κληθήκαν να προσδιορίσουν την πλευρά της εικόνας στην οποία υπήρχε μια γάτα. Ο λόγος που οι περισσότεροι συμμετέχοντες μπόρεσαν να θυμηθούν ήταν επειδή είχαν τη δυνατότητα να συμβουλευθούν την εικόνα που αποθηκεύτηκε στο visuo spatial sketchpad τους για να βρουν τις πληροφορίες.

- ❖ Το central executive κατευθύνει τα πάντα, και διαχειρίζεται συνεχώς όλα τα συστατικά της μνήμης έτσι ώστε να μπορούμε καλύτερα να χρησιμοποιήσουμε τις πληροφορίες.

Ένα ερώτημα που ίσως απασχολεί αρκετούς από εμάς είναι το ακόλουθο: «Πώς οι πληροφορίες μεταβαίνουν από τον ένα τύπο μνήμης στον άλλο;» Η κρίσιμη διαδικασία για την μετάβαση από την αισθητήρια μνήμη στη λειτουργική μνήμη είναι η προσοχή. Μόλις οι πληροφορίες αποθηκευτούν στη λειτουργική μνήμη, κρίσιμη διαδικασία γίνεται η πρόβα: η εξάσκηση μπορεί να βοηθήσει την παραμονή πληροφοριών στη μνήμη με σκοπό να κινηθούν προς τη μακροπρόθεσμη μνήμη. Όταν οι πληροφορίες κινούνται από τη λειτουργική μνήμη προς τη μακροπρόθεσμη μνήμη, κωδικοποιούνται έτσι ώστε να έχουν μεγαλύτερη παραμονή και να μπορούμε να τις χρησιμοποιήσουμε στο μακρύ μέλλον.

1.4. Προσοχή

Λόγω των περιορισμένων υπολογιστικών πόρων του, ο ανθρώπινος εγκέφαλος πρέπει να επεξεργάζεται τις πληροφορίες επιλεκτικά σε ποικίλες περιοχές. Παραδείγματος χάριν, μπορούμε να περιορίσουμε την επεξεργασία σε ένα υποσύνολο

των πολλών πιθανών αντικειμένων που θα μπορούσαν να γίνουν αντιληπτά, σε ένα υποσύνολο των πολλών πιθανών αποφάσεων που θα μπορούσαν να ληφθούν, σε ένα υποσύνολο των πολλών πιθανών μνημών που θα μπορούσαν να προσπελαστούν και σε ένα υποσύνολο των πολλών πιθανών ενεργειών που θα μπορούσαν να εκτελεσθούν. Αν και η θεμελιώδης ανάγκη για την επιλεκτική επεξεργασία είναι παρούσα σε κάθε ένα από αυτά τα στάδια, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στους υπολογισμούς που εκτελούνται από τα διαφορετικά γνωστικά συστήματα και είναι επομένως πιθανό ότι διαφορετικοί μηχανισμοί προσοχής είναι αρμόδιοι για την επιλεκτική επεξεργασία σε κάθε στάδιο (Luck & Ford, 1998).

Η προσοχή άρχισε να μελετάται το 1850 με κύριο σκοπό να ανακαλυφθεί αν ο άνθρωπος μπορεί να παρακολουθήσει δύο ερεθίσματα ταυτόχρονα. Γύρω στο 1950 ο σκοπός της μελέτης αυτής μεταπήδησε σε ρεαλιστικό επίπεδο και δέχτηκε μη εμφανείς λειτουργίες, όπως η προσοχή σαν νόμιμο αντικείμενο επιστημονικής μελέτης.

Μια από τις μεγαλύτερες λειτουργίες του εγκεφάλου είναι η Προσοχή. Προσοχή είναι η διαδικασία κατά την οποία επιλεκτικά συγκεντρωνόμαστε σε μια πτυχή του περιβάλλοντος μας αγνοώντας κάποιες άλλες. Ένα εντυπωσιακό παράδειγμα είναι το “cocktail party effect”: σε ένα party στο χάος του θορύβου και των φωνών μπορούμε να εστιάσουμε και να συγκεντρωθούμε στις φωνές, να συμμετέχουμε σε μια συνομιλία μαζί με κάποιους από τους παρευρισκόμενους, παρόλο που φθάνουν συνεχώς στο αυτί μας διάφορα ακουστικά ερεθίσματα. Επίσης, μπορούμε να κατευθύνουμε την προσοχή μας επιλεκτικά σε διάφορες πτυχές ενός αντικειμένου όπως το χρώμα του, η μορφή ή η κίνηση του. Πολλές φορές η προσοχή μπορεί να στραφεί και σε δρώμενα εκτός του φυσικού περιβάλλοντος όπως μια σκέψη. Ο William James (Principles of Psychology 1980, από Wikipedia) δίνει το δικό του

ορισμό για την προσοχή και λέει χαρακτηριστικά: «Όλοι ξέρουμε τι είναι προσοχή: Είναι το να καταλαβαίνει το μυαλό σε καθαρή και ζωντανή μορφή, ένα από τα πολλά ταυτόχρονα πιθανά αντικείμενα ή ουρά από σκέψεις. Αφορά την απόσυρση από μερικά ερεθίσματα ούτως ώστε να ασχοληθούμε καλύτερα με άλλα.». Ο ορισμός αυτός θεωρείται ως ο πιο ευρεία αποδεκτός όρος για την προσοχή. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι οι επιστήμονες δεν είναι σε θέση να δώσουν καλύτερη εξήγηση αφού δεν παρέχουν απτά αποδεικτικά στοιχεία.

Οι κατηγορίες της προσοχής έτσι όπως την αναλύουν τα κλινικά μοντέλα είναι:

- ❖ Συγκεντρωμένη Προσοχή (Focused Attention): Η ικανότητα του δέκτη να ανταποκρίνεται σωστά σε ορισμένα ακουστικά, οπτικά και απτά ερεθίσματα.
- ❖ Σταθερή Προσοχή (Sustained Attention): Η ικανότητα του δέκτη να διατηρεί σταθερή ανταπόκριση στο ερέθισμα σε συνεχή και επαναλαμβανόμενη δραστηριότητα.
- ❖ Επιλεκτική Προσοχή (Selective Attention): Η ικανότητα του δέκτη να διατηρεί σταθερή ανταπόκριση σε περιβάλλον στο οποίο υπάρχουν παρενοχλήσεις από διάφορα άλλα ερεθίσματα.
- ❖ Εναλλασσόμενη Προσοχή (Alternating Attention) : Η ικανότητα του δέκτη να εναλλάσσει την προσοχή του σε διαφορετικά καθήκοντα με διαφορετικές νοητικές ανάγκες.
- ❖ Διχωτική Προσοχή (Divided Attention): Η ικανότητα του δέκτη να ανταποκρίνεται ταυτόχρονα σε διαφορετικά καθήκοντα.

Η οπτική προσοχή που επιτρέπει στους ανθρώπους να επιλέξουν τις πιο σχετικές οπτικές πληροφορίες σύμφωνα με την παρούσα συμπεριφορά και να αγνοήσουν άσχετες με το στόχο οπτικές πληροφορίες, καλείται επιλεκτική προσοχή στο οπτικό πεδίο. Οποιαδήποτε στιγμή το περιβάλλον παρουσιάζει πολύ περισσότερες αντιληπτικές πληροφορίες από όσες μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία. Η μελέτη της οπτικής προσοχής είναι σχετική με οποιαδήποτε κατάσταση στην οποία οι ενέργειες είναι βασισμένες στις οπτικές πληροφορίες από το περιβάλλον. Για παράδειγμα, η ασφαλής οδήγηση εξαρτάται αυστηρά από την ικανότητα των ανθρώπων να ανιχνεύσουν και να ελέγξουν τα σήματα του στοπ, τα φώτα κυκλοφορίας και τα άλλα αυτοκίνητα. Η αποδοτική και αξιόπιστη επιλογή για το που θα εστιάσουμε την προσοχή μας είναι κρίσιμη επειδή υπάρχουν διάφορα συνθήματα (cues) τα οποία εμφανίζονται ταυτόχρονα με άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, αντικείμενα και γεγονότα. Η υπερφόρτωση πληροφοριών και η πολυπλοκότητα χαρακτηρίζει σχεδόν κάθε οπτικό περιβάλλον.

Για την αντιμετώπιση αυτής της πιθανής υπερφόρτωσης, ο εγκέφαλος είναι εξοπλισμένος με ποικίλους μηχανισμούς προσοχής. Αυτοί εξυπηρετούν δύο κρίσιμους ρόλους. Κατ' αρχήν, η προσοχή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιλέξει τις σχετικές πληροφορίες ή/και για να αγνοήσει τις άσχετες ή παρεμβαίνουσες πληροφορίες. Είμαστε γνώστες μόνο για οπτικά γεγονότα στα οποία εστιάσαμε την προσοχή μας. Επιπλέον, η προσοχή μπορεί να διαμορφώσει ή να ενισχύσει αυτές τις επιλεγμένες πληροφορίες σύμφωνα με την κατάσταση και τους στόχους του παρατηρητή. Με την προσοχή, οι παρατηρητές δεν είναι μόνο παθητικοί δέκτες των πληροφοριών. Γίνονται ενεργοί αναζητητές και επεξεργαστές των πληροφοριών, ικανοί να αλληλεπιδράσουν έξυπνα με το περιβάλλον τους. Με άλλα λόγια, ένας αποδοτικός μηχανισμός επιλογής θα εμπόδιζε την επιρροή των περιφερειακών

άσχετων ερεθισμάτων (distractors). Αρκετές έρευνες που πραγματοποιούνται για την προσοχή δείχνουν ότι ο βαθμός εστίασης της προσοχής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Για παράδειγμα, οι δύσκολες αντιληπτικές διακρίσεις οδηγούν σε μειωμένη επεξεργασία των άσχετων με το στόχο πληροφοριών απ' ότι οι ευκολότερες διακρίσεις (Lavie 1995, Lavie & Cox 1997).

Με το πέρασμα των χρόνων προέκυψε μια θεωρητική αντιπαράθεση γύρω από το ακριβές σημείο της επιλογής στην επεξεργασία πληροφοριών. Αφενός, έχουμε τις θεωρίες σχετικά με τη πρώιμη επιλογή (early selection) (Broadbent 1958) οι οποίες προϋποθέτουν ότι η επιλογή εμφανίζεται σε ένα αρχικό στάδιο της επεξεργασίας βασισμένο στα φυσικά χαρακτηριστικά των ερεθισμάτων (π.χ., ένταση, τόνος). Σύμφωνα με αυτές τις θεωρίες, τα απαρατήρητα ερεθίσματα απορρίπτονται από την περαιτέρω επεξεργασία και μόνο μερικά από τα φυσικά χαρακτηριστικά τους καταγράφονται. Τα άσχετα ερεθίσματα επομένως απορρίπτονται πριν από οποιαδήποτε σημασιολογική ανάλυση. Αφετέρου, υπάρχουν οι θεωρίες σχετικά με την μεταγενέστερη επιλογή (late selection) (Deutsch & Deutsch 1963) οι οποίες τοποθετούν την επιλογή σε ένα μεταγενέστερο στάδιο επεξεργασίας. Αυτές οι θεωρίες έχουν υποστηρίξει ότι όλα τα ερεθίσματα εισέρχονται στη βραχυπρόθεσμη μνήμη και υποβάλλονται έπειτα σε σημασιολογική επεξεργασία. Εκείνα τα ερεθίσματα που κρίνονται ως σημαντικά ή σχετικά με το στόχο επιλέγονται και χρησιμεύουν για την ανταπόκριση (Cartright-Finch & Lavie το 2006).

Η Lavie (Lavie 1995, Lavie & Cox 1997) έχει προτείνει μια ισχυρή θεωρία επιλεκτικής προσοχής, μια θεωρία που φαίνεται να συμφιλιώνει την αντιπαράθεση μεταξύ της πρώιμης επιλογής (early selection) και μεταγενέστερης επιλογής (late selection). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, όταν το αντιληπτικό φορτίο είναι υψηλό τότε παραμένει λιγότερη χωρητικότητα για να επεξεργαστεί τα περιφερειακά ερεθίσματα

που αποσπούν την προσοχή μας. Αντίθετα, όταν το αντιληπτικό φορτίο είναι χαμηλό, η διαθέσιμη χωρητικότητα διατίθεται υποχρεωτικά σε όλους τους τομείς του οπτικού πεδίου. Συνεπώς, όταν παρουσιάζονται τα άσχετα ερεθίσματα τα οποία είναι ασύμβατα με την ανταπόκριση τότε θα πρέπει να επιβραδύνουν την ανταπόκριση. Κάτω από συνθήκες υψηλού αντιληπτικού φορτίου, η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή μας μειώνεται, δείχνοντας ότι η προσοχή στράφηκε στον κεντρικό στόχο. Σε αντίθεση, κάτω από συνθήκες χαμηλού αντιληπτικού φορτίου, η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος αυξάνεται σε σημαντικό βαθμό.

1.5. Σχέση μεταξύ λειτουργικής μνήμης και επιλεκτικής προσοχής

Το γεγονός ότι υπάρχει μια κοινή ομάδα πόρων που φαίνεται να υποβοηθά και τις δύο διαδικασίες, θεωρείται σημαντικός λόγος να συζητείται η στενή σύνδεση μεταξύ της λειτουργικής μνήμης και της οπτικής επιλογής. Παραδείγματος χάριν, η Lavie (Lavie, 2005) έχει δείξει ότι η δυνατότητά μας να φιλτράρουμε έξω τα άσχετα ερεθίσματα κατά τη διάρκεια της επιλογής εξαρτάται από το φορτίο επεξεργασίας στη λειτουργική μνήμη. Καθώς το φορτίο της λειτουργική μνήμη αυξάνεται, τόσο λιγότεροι πόροι φαίνεται να είναι διαθέσιμοι για να υποστηρίξουν αποδοτικά την επιλογή στόχου και να απορρίψουν τα άσχετα ερεθίσματα. Συνεπώς, η παρέμβαση από τα ερεθίσματα αυτά αυξάνεται κάτω από συνθήκες υψηλού φορτίου της λειτουργικής μνήμης. Σήμερα ένα ευρύ μέρος την έρευνας γίνεται για την εις βάθος μελέτη της σχέσης που υπάρχει μεταξύ της προσοχής και της λειτουργικής μνήμης. Η αλληλεπίδραση μεταξύ της λειτουργικής μνήμης και της επιλεκτικής προσοχής έχει

συζητηθεί από πολλούς ερευνητές ως ένας μηχανισμός που λειτουργεί ως εξής: Η προσοχή φιλτράρει τις εισερχόμενες πληροφορίες επιτρέποντας μόνο τις σχετικές πληροφορίες να αποθηκευτούν στους βραχυπρόθεσμους χώρους αποθήκευσης και επεξεργασίας.

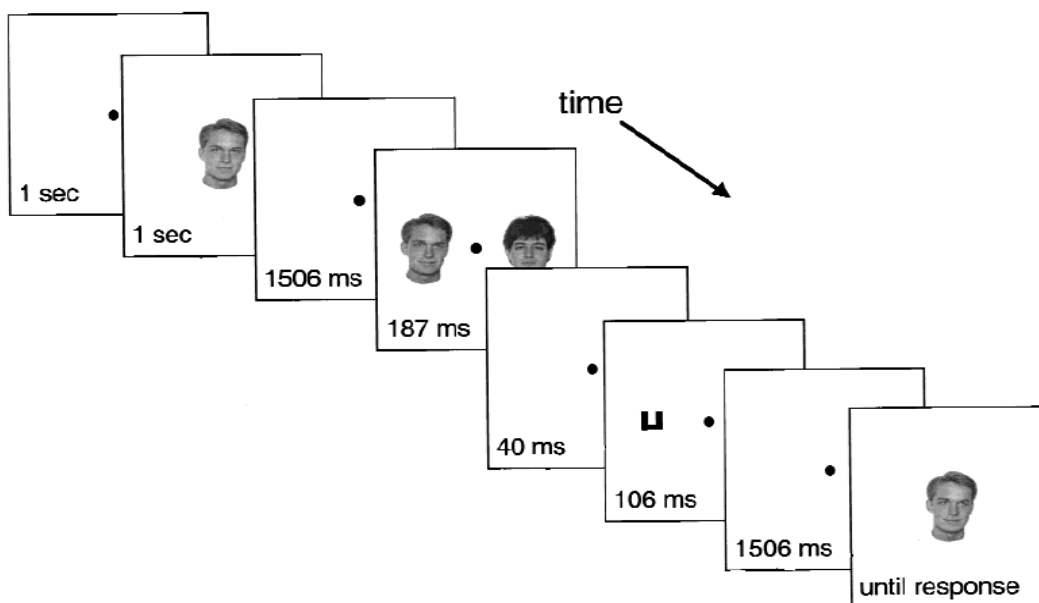
Ακολουθώντας περιγράφουμε ορισμένες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν με σκοπό να μελετηθεί και να επιβεβαιωθεί η υπόθεση ότι πράγματι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ της λειτουργικής μνήμης και της επιλεκτικής προσοχής. Ένα πολύ απλό παράδειγμα στο οποίο απεικονίζεται η σύνδεση που υπάρχει μεταξύ της λειτουργικής μνήμης και της προσοχής: Ας φανταστούμε ότι διασχίζουμε τις οδούς μιας πόλης. Καθώς οδηγάμε πρέπει να επικεντρωθούμε σε μια σημαντική πληροφορία, π.χ. ένα κόκκινο φανάρι ή ένας πεζός που περπατά στην οδό, αγνοώντας τις άσχετες πληροφορίες, όπως τι είδος δέντρο υπάρχει στο πεζοδρόμιο. Για να καταφέρουμε κάτι τέτοιο, απαιτείται η επιλεκτική προσοχή μας (selective attention). Τώρα υποθέτουμε ότι καθώς οδηγάμε διασχίζουμε μια οδό και έχουμε στο μυαλό μας τον αριθμό του προορισμού μας. Αυτή η διαδικασία απαιτεί τη χρήση της λειτουργικής μνήμης όπου ο εγκέφαλος αποθηκεύει προσωρινά τις πληροφορίες που χρησιμοποιούνται στο συλλογισμό και τον προγραμματισμό. Κατά συνέπεια, προκειμένου να φτάσουμε στο στόχο μας, χρειαζόμαστε δύο από τις υψηλότερες γνωστικές ικανότητες, την επιλεκτική προσοχή και τη λειτουργική μνήμη. Αυτές οι δύο λειτουργίες αποτελούν τις σημαντικότερες γνωστικές ικανότητες του ανθρώπου οι οποίες μελετούνται πολύ συχνά για να προσδιοριστεί η σημαντικότητα του συνδυασμού της επιλεκτικής προσοχής και της λειτουργικής μνήμης στις διάφορες καθημερινές λειτουργίες του εγκεφάλου. Άπειρες φορές, χρησιμοποιείται ο συνδυασμός αυτός στην καθημερινότητα του ανθρώπου έστω κι αν σπάνια το αντιλαμβάνεται ο ίδιος (Translation of Spitzer M. ,2002).

Η επιλεκτική προσοχή μειώνει το φορτίο στο γνωστικό σύστημα με το φιλτράρισμα των άσχετων πληροφοριών από το ρεύμα ερεθισμάτων. Η λειτουργική μνήμη αναφέρεται στην διατήρηση ζωντανής μιας απεικόνισης ακόμη και όταν το ερέθισμα που την παρήγαγε δεν είναι πλέον παρόν. Πολλοί ερευνητές έχουν σχολιάσει τη βασική σχέση μεταξύ αυτών των δύο γνωστικών συστημάτων: η κλασική άποψη είναι ότι η προσοχή ελέγχει ποιες αισθητήριες πληροφορίες επιτρέπονται να μεταβούν στους βραχυπρόθεσμους χώρους μνήμης.

Έχουν πραγματοποιηθεί διάφορα πειράματα με σκοπό να εξετάσουν την υπόθεση ότι το περιεχόμενο της οπτικής λειτουργικής μνήμης επηρεάζει την καθοδήγηση της επιλεκτικής προσοχής. Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αποτελεί η πειραματική μελέτη του Downing (Downing, 2000), όπου ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να λάβουν υπόψη τους ένα ενιαίο δείγμα (ένα πρόσωπο) και να δώσουν τον προσανατολισμό του ερεθίσματος (μιας αγκύλης) που λάμβαναν αργότερα στην θέση του δείγματος ενώ ταυτόχρονα καταγράφονταν οι χρόνοι αντίδρασης τους. Στην συνέχεια μετρήθηκαν οι χρόνοι αντίδρασης όταν τους ζητήθηκε να απαντήσουν κατά πόσο το πρόσωπο που εμφανιζόταν στην οθόνη ήταν το ίδιο με το πρόσωπο στο δείγμα. Σε αυτό το πείραμα, οι συμμετέχοντες αποκρίθηκαν σωστά και στους δύο στόχους στο 94% των δοκιμών. Οι χρόνοι απόκρισης ήταν γρηγορότεροι στις δοκιμές όπου το πρόσωπο στο δείγμα ταίριαζε με το πρόσωπο στην μνήμη (579ms) απ' ό π όταν το πρόσωπο στο δείγμα δεν ταίριαζε με το πρόσωπο στην μνήμη (595ms).

Η διατήρηση ενός προσώπου στη λειτουργική μνήμη μετατοπίζει την προσοχή προς τα πρόσωπα που ταιριάζουν με αυτό που υπάρχει στη μνήμη και όχι στα νέα πρόσωπα. Αυτά τα αποτελέσματα, επομένως υποστηρίζουν το συμπέρασμα ότι η οπτική λειτουργική μνήμη και η επιλεκτική προσοχή μοιράζονται ένα βασικό λειτουργικό συστατικό: Το περιεχόμενο της λειτουργικής μνήμης καθοδηγεί την

προσοχή ακόμα και όταν δεν υπάρχει κανένας σαφής στόχος αναζήτησης. Στο Σχήμα 1 απεικονίζεται σε γενικές γραμμές η σχηματική απεικόνιση του πειράματος που μόλις περιγράψαμε:



Σχήμα 1: Σχηματική αναπαράσταση πειράματος

1.6. Χρόνος Αντίδρασης

Χρόνος αντίδρασης (RT) είναι η περίοδος μεταξύ της παρουσίασης ενός αισθητήριου ερεθίσματος και της επακόλουθης ανταπόκρισης. Χρησιμοποιείται συχνά στην πειραματική ψυχολογία για να μετρήσει τη διάρκεια των νοητικών διαδικασιών. Η ανταπόκριση συχνά αποτελείται από το πάτημα πλήκτρων αλλά μπορεί να είναι και μια μετακίνηση των ματιών, μια φωνητική απάντηση ή μέσω κάποιας άλλης αισθητής συμπεριφοράς.

Η πλειοψηφία των ερευνητών μελετούν πειράματα χρόνου αντίδρασης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακουστικά ερεθίσματα, οπτικά ερεθίσματα αλλά και συνδυασμός των δύο. Αυτά τα πειράματα δίνουν την ευκαιρία στους συμμετέχοντες να καθορίσουν εάν οι χρόνοι αντίδρασής τους είναι διαφορετικοί στις περιπτώσεις όπου ο στόχος αποτελείται από ακουστικά, οπτικά ή και απ' τα δύο είδη ερεθισμάτων. Συγκρίνονται οι χρόνοι αντίδρασης των συμμετεχόντων που επέλεξαν να επαναλάβουν το πείραμα με ερεθίσματα στο διαφορετικό πεδίο (ακουστικό για εκείνους που εκτέλεσαν το πείραμα με οπτικό στόχο και αντίστροφα), ώστε να μελετηθεί κατά πόσο υπάρχει σημαντική διαφορά αντίδρασης μεταξύ του οπτικού και ακουστικού πεδίου. Κάθε πείραμα για τη μελέτη του χρόνου αντίδρασης χρησιμοποιεί ένα πειραματικό σχέδιο όπου η ανεξάρτητη μεταβλητή «Τύπος στόχου» μπορεί να πάρει τρεις τιμές:

(1) Ένας απλός στόχος για μελέτη του χρόνου αντίδρασης στον οποίο οι συμμετέχοντες πιέζουν ένα πλήκτρο όσο το δυνατόν γρηγορότερα μετά από το ερέθισμα (ακουστικό ή οπτικό).

(2) Ένας στόχος για μελέτη του χρόνου αντίδρασης στον οποίο οι συμμετέχοντες αποκρίνονται σε ένα ιδιαίτερο γεγονός/ερέθισμα (π.χ. ένα κόκκινο χρώμα ή ένας ήχος κόρνας) αλλά αγνοούν άλλα γεγονότα (π.χ. ένα μπλε χρώμα ή ένα γάβγισμα σκύλου).

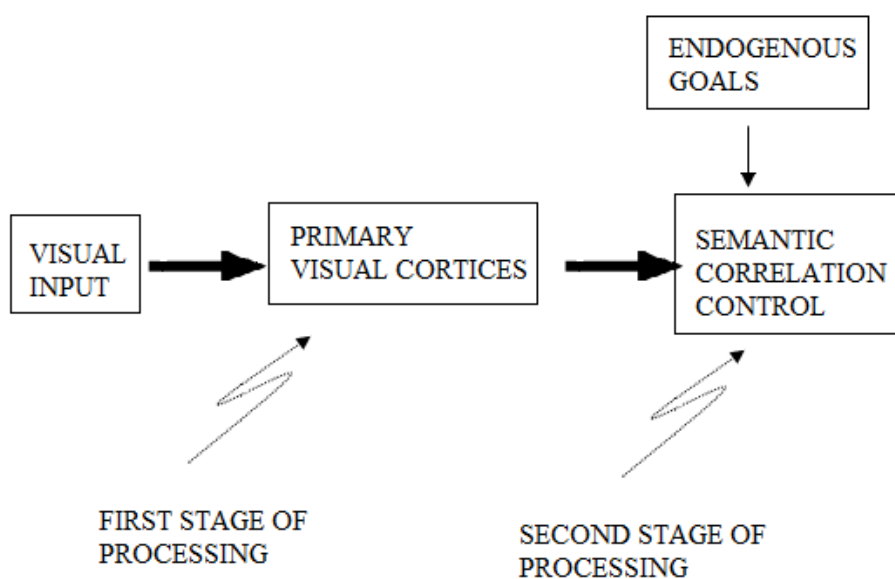
(3) Ένας στόχος επιλογής για μελέτη του χρόνου αντίδρασης στον οποίο οι συμμετέχοντες αποκρίνονται διαφορετικά σε δύο ερεθίσματα πιέζοντας ένα πλήκτρο για το γεγονός Α και ένα διαφορετικό πλήκτρο για το γεγονός Β. Σε αυτή την κατηγορία στόχου οι απαντήσεις κρίνονται για την ακρίβεια τους.

1.7. Πληροφορικό Σύστημα προσοχής και λειτουργικής μνήμης

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος αποτελεί ένα πληροφορικό σύστημα τεραστίων διαστάσεων αφού βασίζεται στα ερεθίσματα που προέρχονται από τις πέντε μας αισθήσεις τα οποία επεξεργάζεται παράγοντας αποτελέσματα και πληροφορίες που είναι χρήσιμες για τον προκαθορισμένο στόχο μας. Η μελέτη μας αποτελεί μέρος μιας προσπάθειας μοντελοποίησης ενός νευρωνικού δικτύου, το οποίο θα αποτελεί ένα πληροφορικό σύστημα βασισμένο στην οπτική επιλεκτική προσοχή (Neokleous K., Anraamides, Neocleous C., Schizas). Το προτεινόμενο μοντέλο πληροφοριακού συστήματος θα υιοθετεί μια μονάδα ελέγχου η οποία θα καλείται να «επιλέγει» μεταξύ των ερεθισμάτων της ενδογενούς και εξωγενούς προσοχής. Η ενδογενή προσοχή αναφέρεται στην καθοδήγηση της προσοχής από το άτομο προς συγκεκριμένο στόχο και την συγκέντρωση του σε καθορισμένο ερέθισμα. Επηρεάζει την νευρωνική δραστηριότητα που αντιστοιχεί σε κάθε ερέθισμα με οδηγίες που έρχονται εσωτερικά από τον ίδιο τον εγκέφαλο μας. Η εξωγενή προσοχή είναι η αυτόματη έλξη της προσοχής στην ξαφνική εμφάνιση ερεθισμάτων τα οποία είτε είναι

σχετικά με το στόχο είτε όχι. Στηρίζεται στο πόσο ισχυρά ή έντονα είναι τα ερεθίσματα (salient).

Τα ενδογενή και εξωγενή ερεθίσματα που εισέρχονται συναγωνίζονται μεταξύ τους για μια θέση στη λειτουργική μνήμη και το πιο ισχυρό ερέθισμα θα κερδίσει τελικά τη θέση αυτή. Το άτομο δεν μπορεί να ελέγξει την εξωγενή προσοχή του κι έτσι δυνατά ερεθίσματα (salient = ισχυρά ερεθίσματα) εισέρχονται στην λειτουργική μνήμη έστω κι αν είναι άσχετα με τον προκαθορισμένο στόχο. Έτσι, στην συνέχεια πρέπει να γίνει επιλογή των πληροφοριών που βρίσκονται στην λειτουργική μνήμη για περαιτέρω επεξεργασία. Λόγω περιορισμένου μεγέθους της λειτουργικής μνήμης είναι εξαιρετικά σημαντικό να μελετήσουμε την λειτουργία της, να ανακαλύψουμε τους τυχόν περιορισμούς και μειονεκτήματα της ώστε να τελειοποιήσουμε το δικό μας μοντέλο πληροφοριακού συστήματος.



Σχήμα 2: Προτεινόμενο μοντέλο πληροφορικού συστήματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ

2.1. Όριο χωρητικότητας λειτουργικής μνήμης και η σημασία του

Παλαιότερα, υπήρχε ένας βραχυπρόθεσμος χώρος αποθήκευσης (βραχυπρόθεσμη μνήμη), ένα σύστημα το οποίο ήταν αρμόδιο για την αποστήθιση ενός μικρού αριθμού κομματιών για το χρονικό διάστημα που χρειάζεται κάποιος μέχρι να διασχίσει από τον τηλεφωνικό κατάλογο το τηλέφωνο. Τα τελευταία χρόνια το σύστημα αυτό καλείται λειτουργική μνήμη. Η βραχυπρόθεσμη μνήμη ή αλλιώς λειτουργική μνήμη όπως αναφέρεται σήμερα, είναι η δυνατότητα να θυμόμαστε πληροφορίες για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα (της τάξεως των δευτερολέπτων).

Η χωρητικότητα λειτουργικής μνήμης είναι ένας κρίσιμος παράγοντας στον καθορισμό της ικανότητας μας να:

- πάρουμε καλές σημειώσεις,
- διαβάσουμε αποτελεσματικά,
- κατανοήσουμε σύνθετα ζητήματα,
- καταλήγουμε ευκολότερα σε συμπεράσματα.

Το όριο χωρητικότητας, αναφέρεται στην παρατήρηση ό τ η από δ η των ανθρώπων μειώνεται γρήγορα με μια αύξηση της ανάγκης για μνήμη σε μια ευρεία ποικιλία πειραματικών στόχων. Όταν λέμε ανάγκη για μνήμη εννοούμε τον αριθμό των ανεξάρτητων στοιχείων που πρέπει να διατηρηθούν διαθέσιμα ταυτόχρονα για επεξεργασία. Ορισμένοι επιστήμες υποστηρίζουν ότι οι άνθρωποι μπορούν να συγκρατήσουν από δύο έως πέντε κομμάτια. Η πιο ευρεία αποδεκτή άποψη όμως είναι ότι η χωρητικότητα της λειτουργικής μνήμης χωρισμένη σε 7 κομμάτια μεν αγνώστου χωρητικότητας δε. Πιστεύεται ότι οι διαφορές στη χωρητικότητα της λειτουργικής μας μνήμης αντιστοιχούν σε διαφορές στον έλεγχο της προσοχής και στη νοημοσύνη. Όσο πιο μεγάλη είναι η χωρητικότητα της λειτουργικής μνήμης τόσο καλύτερα ελέγχεται η προσοχή και τόσο πιο υψηλή είναι η νοημοσύνη. Την ίδια συμπεριφορά μπορούμε να την παρατηρήσουμε και στους υπολογιστές όπου υπολογιστές με μεγάλη μνήμη είναι σαφώς γρηγορότεροι από αυτούς με μικρότερη μνήμη.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες έρευνες γύρω από τη σχέση της λειτουργικής μνήμης και της προσοχής. Έχει αποδειχθεί ότι η λειτουργική μνήμη έχει περιορισμένη χωρητικότητα, η οποία είναι πολύ σημαντική για τον έλεγχο της προσοχής. Άτομα τα οποία διαφέρουν ως προς την χωρητικότητα της λειτουργικής μνήμης διαφέρουν και ως προς την ικανότητα τους να ελέγχουν τη προσοχής τους. Τίθενται περίπλοκοι γνωστικοί στόχοι/δοκιμασίες στους δέκτες (όπως να διαβάσουν και να γράψουν ένα κείμενο) και σύμφωνα με τον τρόπο εκτέλεσης τους μπορεί να υπολογιστεί περίπου η χωρητικότητα της λειτουργικής μνήμης κάθε ατόμου.

Ένα ερώτημα που απασχόλησε κατά καιρούς αρκετούς ερευνητές είναι το ακόλουθο: «Γιατί η χωρητικότητα της λειτουργικής μας μνήμης είναι περιορισμένη;» Αν γνωρίζαμε την απάντηση σε αυτό το ερώτημα θα καταλαβαίναμε γιατί οι γνωστικές μας ικανότητες (cognitive abilities) είναι τόσο περιορισμένες. Υπάρχουν διάφορες υποθέσεις για το όριο της χωρητικότητας της λειτουργικής μας μνήμης: Μια από αυτές είναι ότι υπάρχει μια περιορισμένη ομάδα γνωστικών πόρων που απαιτούνται για να κρατήσουν τις αναπαραστάσεις ενεργές και με αυτόν τον τρόπο διαθέσιμες για επεξεργασία και για πραγματοποίηση των διαδικασιών. Μια άλλη υπόθεση είναι ότι τα ίχνη μνήμης φθείρονται στη λειτουργική μνήμη μέσα σε μερικά δευτερόλεπτα, εκτός αν ανανεωθούν μέσω της πρόβας. Εξαιτίας του γεγονότος όμως ότι η ταχύτητα της πρόβας είναι πιο αργή, μπορούμε να διατηρήσουμε μόνο ένα περιορισμένο αριθμό πληροφοριών. Μια άλλη άποψη είναι ότι οι αναπαραστάσεις οι οποίες διατηρούνται στην λειτουργική μνήμη παρεμβάλλονται η μια την άλλη. Υπάρχουν διάφορες μορφές παρεμβολών που συζητούνται από τους ειδικούς. Μια από τις πιο γνωστές είναι ότι τα νέα στοιχεία αντικαθιστούν απλά τα παλαιότερα στη λειτουργική μνήμη.

Έρευνες έχουν δείξει ότι η λειτουργική μας μνήμη περιέχει πληροφορίες τις οποίες γνωρίζουμε άμεσα. Για να αποθηκευτούν πληροφορίες στη μνήμη μας πρέπει να τις δουλεύουμε, δηλαδή να αποθηκεύονται στη λειτουργική μνήμη. Για να πάρουμε τις πληροφορίες από τη μνήμη μας – για να θυμηθούμε κάτι - πρέπει αυτές οι πληροφορίες να μεταφερθούν από την μακροχρόνια μνήμη στην λειτουργική μνήμη.

«Ο Μαγικός Αριθμός Επτά»:

Το ευρύτερο γνωστό γεγονός για τη λειτουργική μνήμη είναι ότι μπορεί μόνο να κρατήσει περίπου επτά (μεταξύ 5 και 9) κομμάτια πληροφοριών αγνώστου χωρητικότητας, όπου το κάθε κομμάτι μπορεί να χωράει μια πληροφορία ανά πάσα στιγμή. Αυτή η πληροφορία μπορεί να είναι ένα ψηφίο πχ το 4 ή μια σειρά από ψηφία για παράδειγμα ο αριθμός 738. Κάποιος που δεν είναι εξοικειωμένος με τα ψηφία - όπως ένα μικρό παιδί τα 1 2 3 4 5 6 7 είναι επτά διαφορετικά κομμάτια - εάν θυμόμαστε κάθε ψηφίο χωριστά. Για μερικούς από εμάς οι οποίοι είναι πολύ εξοικειωμένοι με τους αριθμούς, από το 1 κατευθείαν στο 7 θα μπορούσε να είναι ένα ενιαίο κομμάτι. Πρόσφατη έρευνα προτείνει εντούτοις ότι δεν είναι τόσο πολύ ο αριθμός από τα κομμάτια που είναι τόσο σημαντικός. Σημασία έχει το χρονικό διάστημα που μπορούν να διατηρηθούν οι πληροφορίες στην λειτουργική μνήμη χωρίς να ανανεωθούν μέσω της πρόβας.

2.2. Βελτίωση λειτουργικής μνήμης μέσω εξάσκησης

Η χωρητικότητα λειτουργικής μνήμης είναι ένας σημαντικός παράγοντας για ένα ευρύ φάσμα γνωστικών ικανοτήτων. Αυτή η χωρητικότητα γενικά θεωρείται ότι είναι σταθερή. Εντούτοις, πρόσφατες μελέτες έχουν προτείνει ότι η λειτουργική μνήμη μπορεί να βελτιωθεί με την εντατική, αυτοματοποιημένη εξάσκηση. Μια πρόσφατη μελέτη (Olesen, Westerberg & Klingberg 2004) έδειξε ότι, από ομαδική ανάλυση της δραστηριότητας του εγκεφάλου, παρουσιάζεται αύξηση στην εμφάνιση των δεδομένων στους κατάλληλους φλοιούς μετά την εκπαίδευση της λειτουργικής μνήμης.

Κατά ένα μεγάλο μέρος είναι άγνωστο μέχρι ποίο σημείο η εξάσκηση μπορεί να έχει επιπτώσεις στην χωρητικότητα της λειτουργικής μνήμης. Σε πολλές μελέτες ερευνούνται οι αλλαγές στην δραστηριότητα του εγκεφάλου (η δραστηριότητα του εγκεφάλου μετράται με το fMRI* πριν και μετά την εξάσκηση) που προκαλούνται από την εξάσκηση της λειτουργικής μνήμης. Ο Westerberg και οι συνεργάτες του ασχολήθηκαν με τέτοιες είδους έρευνες (Westerberg & Klingberg, 2007). Αναφέρουν ότι το μέγιστο ποσό πληροφοριών που ένα πρόσωπο μπορεί να διατηρήσει ονομάζεται χωρητικότητα της λειτουργικής μνήμης και είναι ένας σημαντικός παράγοντας για πολλές γνωστικές δεξιότητες, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας επίλυσης προβλημάτων και του συλλογισμού. Τα αποτελέσματα από την έρευνα τους ήταν ότι μετά την εξάσκηση η δραστηριότητα του εγκεφάλου που σχετίζεται με την λειτουργική μνήμη αυξήθηκε σε κάποιες ειδικές περιοχές του εγκεφάλου. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η χωρητικότητα της λειτουργικής μνήμης αυξάνεται κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και μειώνεται κατά τη διάρκεια της προχωρημένης ηλικίας. Η αύξηση στην χωρητικότητα θεωρείται ότι εξαρτάται από την ωρίμανση του εγκεφάλου και η μείωση στα γηρατειά θα μπορούσε να οφείλεται στη νευρωνική φθορά.

2.3. Μελέτη επιλεκτικής προσοχής σε πειράματα Διχωτικής Ακουστικής

Στο υποκεφάλαιο αυτό σκοπός μας είναι να παρουσιάσουμε μελέτες διαφόρων ερευνητών οι οποίοι θέλησαν να ανακαλύψουν τον τρόπο λειτουργίας της λειτουργικής μνήμης σε σχέση με την προσοχή. Σκοπός της παρουσίασης αυτής είναι

* **fMRI** (*Functional Magnetic Resonance Imaging* ή *Λειτουργική Απεικόνιση Μαγνητικού Συντονισμού*) είναι μία από τις πιο γνωστές μεθόδους εγκεφαλικής απεικόνισης (*brain imaging*) και χρησιμοποιείται κυρίως για έρευνες σχετικά με τις λειτουργίες του εγκεφάλου.

να κατανοήσουμε καλύτερα τη σημασία της σχέσης μεταξύ προσοχής και λειτουργικής μνήμης μέσω απλών πειραματικών μελετών καθώς επίσης το βαθμό που συμβάλλει η χωρητικότητα της λειτουργικής μνήμης στην ικανότητα εστίασης της προσοχής ενός ατόμου. Στην νέα περίοδο μελέτης της προσοχής οι επιστήμονες πραγματοποιούν αρκετά πειράματα. Ένα από τα βασικότερα είναι η Διχωτική Ακουστική (Dichotic Listening) η οποία χρησιμοποιείται για να ερευνήσουμε την επιλεκτική προσοχή στο ακουστικό σύστημα του ανθρώπου. Στη διχωτική ακουστική, δύο διαφορετικά ακουστικά ερεθίσματα παρουσιάζονται ταυτόχρονα στους συμμετέχοντες, ένα σε κάθε αυτί χρησιμοποιώντας ακουστικά. Οι συμμετέχοντες καλούνται να ανταποκριθούν στο ένα ή και στα δύο μηνύματα. Μπορούν στη συνέχεια να υποβληθούν σε ερωτήσεις για το περιεχόμενο του κάθε μηνύματος.

Ένα είδος πειράματος που έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα σε εφαρμογές Διχωτικής Ακουστικής με την χρήση ακουστικών είναι το εξής: συλλαβές ακούγονται σε διαφορετικό αυτί και ο δέκτης καλείται να βρει την λέξη η οποία σχηματίστηκε. Στο πείραμα αυτό ανακαλύφθηκε ότι τις περισσότερες φορές ο δέκτης βρίσκει σωστά τη λέξη. Η Διχωτική Ακουστική εισάχθηκε αρχικά από τον Broadbent (1954) και χρησιμοποιήθηκε έπειτα από την Kimura (1961a, 1961b). Η διαδικασία της Kimura (1961a, 1961b) περιείχε την παρουσίαση διάφορων ζευγαριών από ψηφία (1-5, 6-4, κ.λπ.), όπου ένα ψηφίο παρουσιάζεται στο ένα αυτί και άλλο ψηφίο στο άλλο αυτί. Αυτή και πολλοί άλλοι ερευνητές στην συνέχεια διαπίστωσαν ότι οι περισσότεροι άνθρωποι όταν καλούνται να θυμηθούν τα ψηφία που έχουν ακούσει, καταγράφουν συχνότερα τα ψηφία που άκουσαν στο δεξί αυτί απ' ό,τι τα ψηφία που άκουσαν στο αριστερό.

Οι δοκιμασίες Διχωτικής Ακουστικής έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς για να αναπτύξουν και να εξετάσουν τα διαφορετικά πρότυπα της προσοχής. Η πρόωρη

εργασία του Broadbent, πρότεινε ότι οι άνθρωποι ανταποκρίθηκαν στις πληροφορίες μόνο από ένα αυτί κάθε φορά. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα επόμενης έρευνας που χρησιμοποιεί δοκιμασία που καλείται «shadowing». Σε πειράματα που έγιναν για μελέτη της επιλεκτικής προσοχής, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να επαναλάβουν το περιεχόμενο του μηνύματος που άκουσαν: η δοκιμασία αυτή ονομάζεται shadowing. Σε μια τέτοια δοκιμασία, οι άνθρωποι συμβουλεύονται να ανταποκριθούν μόνο σε ένα αυτί και να αγνοήσουν οτιδήποτε ακούσουν στο άλλο αυτί. Παρόλα αυτά, ο Moray (1959) διαπίστωσε ότι οι άνθρωποι αναγνώρισαν το όνομά τους όταν αυτό παρουσιάστηκε στο αυτί που έπρεπε να αγνοήσουν. Σε μια άλλη έρευνα όπου χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία shadowing, η Treisman (1964) παρατήρησε ότι οι άνθρωποι εντόπισαν φράσεις από το αυτί που θα έπρεπε να αγνοήσουν στις περιπτώσεις όπου οι φράσεις συσχετιζόνταν με κάποιο τρόπο με τις πληροφορίες που άκουγαν από το αυτί στο οποίο κλήθηκαν να εστιάσουν την προσοχή τους.

Ένα κοινότυπο πείραμα που πραγματοποιείται στα πλαίσια της Διχωτικής Ακουστικής είναι το εξής: Σε ένα δέκτη δίνονται ακουστικά όπου στο κάθε ένα μεταδίδεται διαφορετική διάλεξη. Στο τέλος ο δέκτης καλείται να απαντήσει σε ερωτήσεις που αφορούν και τις δύο διαλέξεις. Εκεί διαφαίνεται πως ο δέκτης ήταν σε θέση να παρακολουθήσει αμυδρά μόνο την μια διάλεξη ενώ την δεύτερη καθόλου. Πολλές φορές μάλιστα μετάβαση από την αγγλική στην γερμανική γλώσσα είχε περάσει απαρατήρητη στην δεύτερη διάλεξη.

Ο Conway και οι συνεργάτες του (Conway, Cowan & Bunting 2001, Colflesh, Conway 2007) διαπίστωσαν σε διάφορα πειράματα που αφορούν την επιλεκτική προσοχή συμπεριλαμβανομένου και ενός πειράματος Διχωτικής Ακουστικής την εξής σχέση: «Η θεωρία της ελεγχόμενης προσοχής για τη λειτουργική μνήμη προτείνει ότι

τα άτομα με μεγαλύτερη χωρητικότητα λειτουργικής μνήμης είναι ικανότερα να ελέγξουν ή να στρέψουν την προσοχή τους σε σύγκριση με άτομα που έχουν μικρότερη χωρητικότητα λειτουργικής μνήμης». Οι συμμετέχοντες στα πειράματα αυτά έπρεπε να εστιάσουν την προσοχή τους στις λέξεις που παρουσιάστηκαν στο ένα αυτί και να αγνοήσουν λέξεις που άκουγαν στο άλλο. Τότε διαπίστωσαν ότι όταν ο δέκτης άκουσε το όνομα του από το αυτί που θα έπρεπε να αγνοεί, το 65% των συμμετεχόντων με χαμηλή χωρητικότητα λειτουργικής μνήμης κατέγραψαν το όνομα τους σε αντίθεση με το 20% εκείνων με υψηλή χωρητικότητα λειτουργικής μνήμης, γεγονός που δείχνει ότι οι συμμετέχοντες με υψηλότερη χωρητικότητα λειτουργικής μνήμης ήταν ικανότεροι στο να εκτελέσουν τη δοκιμασία της επιλεκτικής προσοχής. Το συμπέρασμα είναι ότι άτομα με μεγαλύτερη χωρητικότητα λειτουργικής μνήμης μπορούν ευκολότερα να εστιάσουν την προσοχή τους σε ένα στόχο σε αντίθεση με τα άτομα που έχουν χαμηλότερη χωρητικότητα λειτουργικής μνήμης.

Με βάση τα παραπάνω πειράματα διχωτικής ακουστικής παρατηρούμε την σχέση μεταξύ της χωρητικότητας λειτουργικής μνήμης και της επιλεκτικής προσοχής καθώς τα άτομα με μεγαλύτερη λειτουργική μνήμη μπορούν να ανταποκριθούν καλύτερα σε κάθε στόχο. Κατά συνέπεια, παρατηρούμε την ικανότητα του ανθρώπου να επιλέγει τις σχετικές πληροφορίες και να απορρίπτει τις άσχετες. Καθώς η δική μας μελέτη στρέφεται προς την οπτική προσοχή θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα παραπάνω στοιχεία σε σχέση με τα αποτελέσματα του πειράματος μας και να μελετήσουμε κατά πόσο μπορούν να γίνουν οι ίδιες παρατηρήσεις και στο οπτικό πεδίο. Δηλαδή, την εστίαση των διανοητικών πόρων μόνο προς το μέρος των σχετικών οπτικών ερεθισμάτων για την περαιτέρω επεξεργασία αγνοώντας οτιδήποτε άλλο θεωρείται άσχετο με το στόχο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΟΠΤΙΚΗΣ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ

Σε κάθε στιγμή της ζωής μας είναι πιθανόν να υποβληθούμε σε έναν μεγάλο αριθμό πληροφοριών οι οποίες είναι παρόν στο εξωτερικό περιβάλλον. Καθώς η επεξεργασία όλων των διαθέσιμων ερεθισμάτων θα αποτελούσε ένα αναμφισβήτητα δύσκολο στόχο για το αντιληπτικό σύστημα, επιλέγει μόνο ένα υποσύνολο πληροφοριών από αυτό που είναι διαθέσιμο και απορρίπτει το υπόλοιπο. Η διαδικασία της εστίασης των διανοητικών πόρων μόνο προς το μέρος των οπτικών ερεθισμάτων για την περαιτέρω επεξεργασία αγνοώντας οτιδήποτε άλλο, καλείται επιλεκτική προσοχή στο οπτικό πεδίο. Ένα από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της οπτικής επεξεργασίας πληροφοριών είναι η ικανότητα του ανθρώπου να επιλέγει και να απορρίπτει πληροφορίες. Συχνά, η αποδοτικότητα της επιλογής αξιολογείται μέσω της αποτυχίας να απορριφθούν τα ερεθίσματα που είναι άσχετα με το στόχο. Για παράδειγμα, σε έρευνες όπου μελετούνται οι επιδράσεις από ερεθίσματα που αποσπών την προσοχή, οι συμμετέχοντες καλούνται να αναγνωρίσουν το στοιχείο στόχος πιέζοντας ένα πλήκτρο με το δεξί ή το αριστερό τους χέρι. Οι απαντήσεις στα ερεθίσματα στόχων επιβραδύνονται σταθερά όταν πολύ κοντά εμφανίζονται ερεθίσματα που αποσπών την προσοχή. Αυτό εξηγείται ως

αποτυχία να απορριφθούν αποτελεσματικά οι άσχετες πληροφορίες (Heitz,Engle 2007).

Για τη δημιουργία του προτεινόμενου μοντέλου πληροφοριακού συστήματος είναι σημαντικό να κατανοήσουμε και να διερευνήσουμε τις μέχρι τώρα μελέτες οπτικής επιλεκτικής προσοχής. Αυτό θα μας βοηθήσει να δούμε πως αντιλαμβάνονται άλλοι ερευνητές το πληροφορικό σύστημα οπτικής επιλεκτικής προσοχής, θα μας δώσει στοιχεία και συμπεράσματα από τις δικές τους έρευνες τα οποία συγκρίνοντας τα με τα δικά μας θα μπορέσουμε να αναπτύξουμε ένα πιο αποτελεσματικό μοντέλο οπτικής προσοχής. Στο παρόν κεφάλαιο θα επικεντρωθούμε σε πειράματα κορυφαίων ερευνητών οι οποίοι επιχείρησαν να μελετήσουν το μέγεθος του αντιληπτικού φορτίου και την ικανότητα του ανθρώπου να επιλέγει και να απορρίπτει πληροφορίες από το οπτικό περιβάλλον. Η μελέτη των πειραμάτων αυτών είναι πολύ σημαντική γιατί μας καθοδηγεί σχετικά με την πρόοδο της μελέτης της οπτικής προσοχής καθώς επίσης και των θεωριών που έχουν αποδειχθεί μέχρι σήμερα. Επίσης αποτέλεσαν το θεμέλιο για το σχεδιασμό του πειράματος της παρούσας εργασίας ως προς τον τρόπο λειτουργίας της οπτικής επιλεκτικής προσοχής. Αν και το κάθε πείραμα που περιγράφεται στην συνέχεια μελετά τα δικά του ερωτήματα τα οποία είναι διαφοροποιημένα από τα δικά μας, η γενική τους δομή αποτέλεσε για μας σημαντικό θεμέλιο για το σχεδιασμό του πειράματος μας.

3.1. Πειραματική Μελέτη 1: Σχέση Λειτουργικής Μνήμης και Προσοχής

Η πειραματική μελέτη που περιγράφεται πιο κάτω (Translation of Spitzer M.,2002) είναι μια από τις πρώτες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν γύρω από τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στη Λειτουργική Μνήμη και τη Προσοχή. Οι ερευνητές

επιδίωξαν να εξετάσουν πώς θα μπορούσε η λειτουργική μνήμη να διαμορφώσει την προσοχή και να επηρεάσει την επεξεργασία σχετικών και άσχετων ερεθισμάτων. Επομένως, οι δέκτες θα έπρεπε να συνδυάσουν δύο δοκιμασίες: Μια δοκιμασία για επιλεκτική προσοχή και μια δοκιμασία για την λειτουργική μνήμη.

Στην δοκιμασία για την επιλεκτική προσοχή, οι δέκτες πραγματοποίησαν ένα πείραμα στο οποίο τους ζητήθηκε να κατηγοριοποιήσουν τα ονόματα που θα εμφανίζονταν στην οθόνη σε κατηγορίες pop stars και πολιτικούς. Όταν το όνομα εμφανιζόταν στην οθόνη (σχετικό ερέθισμα) εμφανιζόταν και μια φωτογραφία. Το πρόσωπο στην φωτογραφία μπορούσε να ήταν το ίδιο με το όνομα (συμβατό ερέθισμα) ή το όνομα κάποιου άλλου προσώπου (ασύμβατο ερέθισμα). Για παράδειγμα οι δέκτες έβλεπαν το όνομα του Mick Jagger μαζί με μια φωτογραφία του ή έβλεπαν μια φωτογραφία του Bill Clinton και το όνομα του David Bowie. Στην πρώτη περίπτωση το πρόσωπο του Mick Jagger δεν επηρέασε την διαδικασία του να κατηγοριοποιηθεί σαν pop star ενώ στην δεύτερη περίπτωση όπου η φωτογραφία Bill Clinton έπρεπε να αγνοηθεί - έτσι ώστε να κατηγοριοποιήσουν σωστά ότι ο David Bowie είναι pop star- παρατηρήθηκε αύξηση στους χρόνους αντίδρασης. Συγκρίθηκαν οι χρόνοι αντίδρασης στην πρώτη και στην δεύτερη περίπτωση. Οι χρόνοι αντίδρασης για να κατηγοριοποιήσουν οι δέκτες τα ονόματα ήταν μεγαλύτεροι αν υπήρχε οπτική παρεμβολή (ασύμβατο ερέθισμα) και συνεπώς υπήρχε μεγαλύτερη επιβάρυνση της λειτουργικής μνήμης.

Η πιο πάνω δοκιμασία επιλεκτικής προσοχής συνδυάστηκε με μια δοκιμασία λειτουργικής μνήμης χρησιμοποιώντας τη διάταξη ψηφίων: Ζητήθηκε στους δέκτες να απομνημονεύσουν μια σειρά πέντε ψηφίων πριν αρχίσουν οποιαδήποτε διαδικασία επιλεκτικής προσοχής και έπειτα μετά από την ολοκλήρωση της δοκιμασίας για την επιλεκτική προσοχή να προσπαθήσουν να θυμηθούν τη διάταξη των ψηφίων.

Υπήρξαν δύο καταστάσεις: μια κατάσταση με χαμηλό φορτίο για τη λειτουργική μνήμη και μια με υψηλό φορτίο, δηλαδή όταν τα ψηφία παρουσιάστηκαν σε μια σταθερή σειρά 0,1,2,3,4 ήταν εύκολη η απομνημόνευση τους άρα χαμηλό φορτίο για τη λειτουργική μνήμη. Όταν παρουσιάστηκαν τα ψηφία σε μια τυχαία σειρά 0,3,1,2,4 ήταν πιο δύσκολη η απομνημόνευση τους (όπως για παράδειγμα στην απομνημόνευση ενός αριθμού τηλεφώνου) άρα υψηλό φορτίο για τη λειτουργική μνήμη.

Οι δοκιμασίες έγιναν ως εξής: Αρχικά, παρουσιάστηκαν τα ψηφία της δοκιμασίας για τη λειτουργική μνήμη και οι δέκτες κλήθηκαν να τα επαναλάβουν. Στην συνέχεια κλήθηκαν να κατηγοριοποιήσουν τα ονόματα σε pop stars και πολιτικούς για τη δοκιμασία της επιλεκτικής προσοχής. Τρίτον, κλήθηκαν να επαναφέρουν από τη μνήμη τους τα ψηφία της δοκιμασίας για τη λειτουργική μνήμη σε ένα πείραμα επιλεκτικής προσοχής. Μετά από μια επίδειξη, οι δέκτες έπρεπε να αποστηθίσουν 5 ψηφία (δοκιμασία για τη λειτουργική μνήμη) και στη συνέχεια παρουσιάστηκαν τα ονόματα των πολιτικών ή pop stars όπου θα έπρεπε να κατηγοριοποιηθούν. Κάθε όνομα εμφανίστηκε πάνω από τη φωτογραφία του πολιτικού ή pop star η οποία είτε ήταν σύμφωνη με το όνομα είτε όχι και δόθηκε ένα χρονικό διάστημα στους δέκτες να κάνουν την κατηγοριοποίηση των ονομάτων. Μετά την κατηγοριοποίηση εμφανίστηκε ένα ψηφίο. Οι δέκτες έπρεπε να καταγράψουν το επόμενο ψηφίο. Για παράδειγμα έπρεπε να πατήσουν το «4» όταν εμφανίστηκε το «2».

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης αποδεικνύουν ότι η λειτουργική μνήμη και η προσοχή αλληλεπιδρούν. Παρατηρήθηκε επίσης ότι η επίδραση του ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή υπήρξε εντονότερη στην δραστηριότητα των νευρώνων σε συνθήκη υψηλού φορτίου λειτουργικής μνήμης. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η λειτουργική μνήμη διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της επιλεκτικής

προσοχής. Αυτό αποτελεί σημαντική ανακάλυψη στο σχεδιασμό μοντέλου πληροφοριακού συστήματος. Όσο μεγαλύτερο είναι το φορτίο στην λειτουργική μνήμη, τόσο μεγαλύτερη επάγεται η αντίδραση των νευρώνων στον εγκέφαλο. Αυτό μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε με 2 τρόπους:

1. Να αναλυθεί και να σχεδιασθεί το μοντέλο παρόμοια με τον ανθρώπινο εγκέφαλο και η ίδια συμπεριφορά να αντικατοπτριστεί και στο μοντέλο του πληροφοριακού συστήματος.
2. Να αναπτυχθεί μια καλύτερη μέθοδος εισαγωγής των ερεθισμάτων στο υπό σχεδιασμό μοντέλο η οποία θα περιορίζει την είσοδο των άσχετων ερεθισμάτων στην λειτουργική μνήμη και θα μετριάξει την επίδραση τους σε περιόδους υψηλού αντιληπτικού φορτίου.

3.2. Πειραματική Μελέτη 2: Μελέτη επεξεργασίας άσχετων πληροφοριών όταν το φορτίο επεξεργασίας του σχετικού ερεθίσματος ποικίλει.

Ενώ κανείς δεν αμφισβητεί τη σημασία των επιλεκτικών μηχανισμών στη διανοητική επεξεργασία, η θέση της επιλογής στην επεξεργασία από την αντίληψη στη δράση παραμένει μια σημαντική αντιπαράθεση μεταξύ των ερευνητών. Μερικοί ερευνητές ισχυρίζονται ότι η επιλογή εμφανίζεται σε ένα πρώιμο στάδιο ενώ κάποιoi άλλοι σε μεταγενέστερο στάδιο. Η προσέγγιση για την πρώιμη επιλογή (early selection) αρχικά προτάθηκε από τον Broadbent (1958) και αναπτύχθηκε περαιτέρω από την Treisman (1969, Treisman & Geffen 1967), η οποία υποστηρίζει ότι η αντίληψη είναι μια περιορισμένη διαδικασία που απαιτεί την επιλεκτική προσοχή για να προχωρήσει. Συνεπώς, η επιλογή της εστίασης της προσοχής (attentional selection) εμφανίζεται νωρίς μετά από τη στοιχειώδη ανάλυση των φυσικών χαρακτηριστικών

γνωρισμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται για να διακρίνουν τα ερεθίσματα μεταξύ τους. Κατά συνέπεια, τα απαρατήρητα (unattended) ερεθίσματα δεν γίνονται πλήρως αντιληπτά. Σε αντίθεση, η προσέγγιση για τη μεταγενέστερη επιλογή (late selection) που προτάθηκε από τους Deutsch και Deutsch (1963, 1967) και Norman (1968) υποθέτει ότι η αντίληψη είναι μια απεριόριστη διαδικασία, η οποία μπορεί να εκτελεσθεί σε ένα αυτόματο παράλληλο τρόπο χωρίς την ανάγκη της επιλογής. Η επιλογή σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση εμφανίζεται σε μετέπειτα στάδιο της διαδικασίας μετά από την πλήρη αντίληψη, προκειμένου να δοθεί η σχετική απάντηση.

Στην μελέτη της η Lavie (Lavie,1995) εξέτασε περαιτέρω τις προτάσεις των Kahneman και Treisman (1984) με την μελέτη του ρόλου του αντιληπτικού φορτίου σε στόχους επιλεκτικής προσοχής. Ισχυρίστηκε ότι η εμφάνιση της πρώιμης και μεταγενέστερης επιλογής εξαρτάται από το αντιληπτικό φορτίο. Η προσεκτική αντιμετώπιση αυτού του παράγοντα μπορεί να επιλύσει τις προφανείς αντιφάσεις μεταξύ προηγούμενων μελετών σχετικά με τη θέση της επιλογής.

Αρκετοί ερευνητές εστίασαν το ενδιαφέρον τους γύρω από τις φυσικές διακρίσεις μεταξύ των σχετικών και άσχετων πληροφοριών και όχι στο φορτίο των πληροφοριών. Η φυσική διάκριση, εντούτοις, αποδείχθηκε ανεπαρκής για την επιλεκτική επεξεργασία καθώς σε πολλές πειραματικές μελέτες καταγράφηκαν επιδράσεις από άσχετα ερεθίσματα τα οποία ήταν ευδιάκριτα από το στόχο ως προς τη θέση τους, το χρώμα τους ή το μέγεθος τους. Συνεπώς, η Lavie πρότεινε ότι η φυσική διάκριση είναι ένας απαραίτητος αλλά όχι επαρκής παράγοντας για την επιλεκτική επεξεργασία. Οι σαφείς φυσικές διακρίσεις επιτρέπουν στα σχετικά ερεθίσματα να διαφοροποιούνται εύκολα από τα άσχετα ερεθίσματα έτσι ώστε μόνο στα πρώτα να ανταποκρίνονται. Εντούτοις, αυτή η διαφοροποίηση δεν συνεπάγεται

ότι τα άσχετα στοιχεία θα αποκλειστούν από την επεξεργασία της αντίληψης. Η αιτία για τον αποκλεισμό αυτόν δεν είναι η φυσική διάκριση αυτή καθ' αυτή αλλά η υπερφόρτωση του αντιληπτικού συστήματος. Μόλις ξεπεραστεί το όριο χωρητικότητας, τότε θα πρέπει να απαιτηθεί η επιλογή των πληροφοριών που θα υποβληθούν σε επεξεργασία. Όταν τα σχετικά ερεθίσματα δεν απαιτούν όλη την διαθέσιμη χωρητικότητα της προσοχής, τα άσχετα ερεθίσματα άθελα καταλαμβάνουν την διαθέσιμη χωρητικότητα επιτυγχάνοντας έτσι την επεξεργασία τους. Συνεπώς, το φορτίο των σχετικών πληροφοριών αποτελεί έναν απαραίτητο παράγοντα για την πρόωμη επιλογή (early selection).

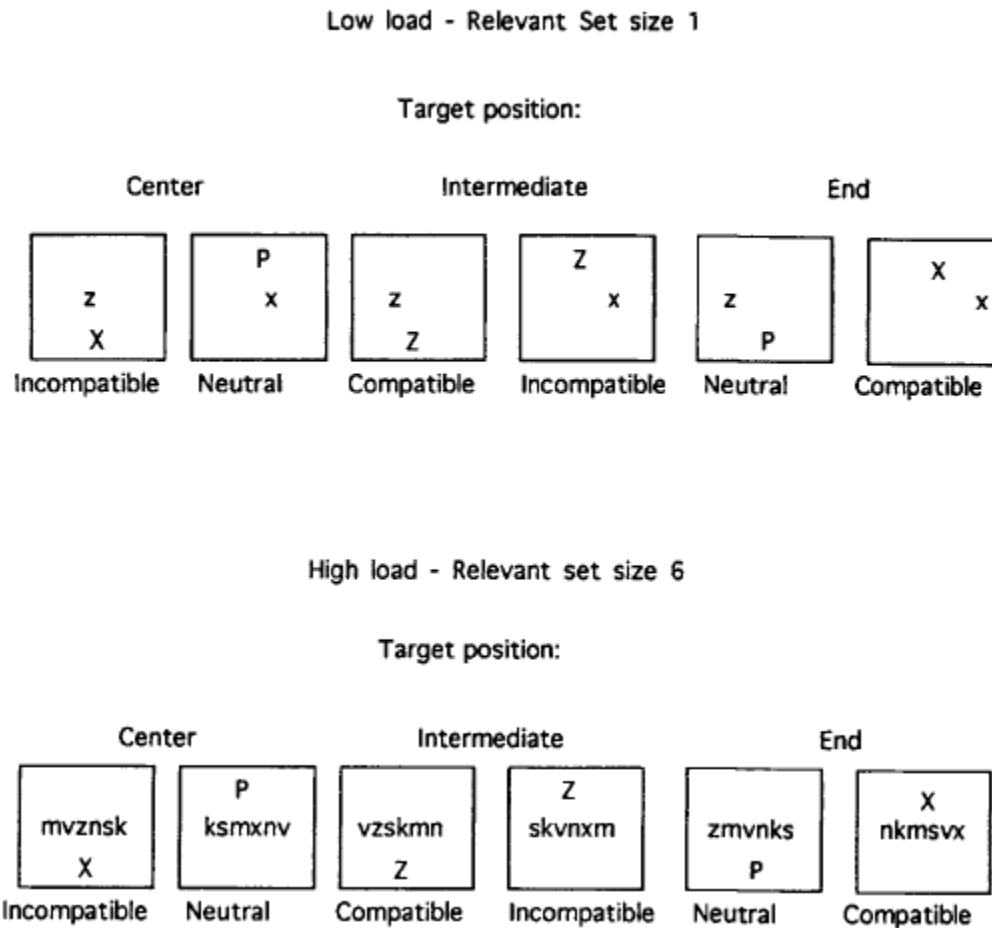
Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκε το παράδειγμα Eriksen (π.χ., Eriksen & Eriksen, 1974), που έχει γίνει αποδεκτό σαν διαγνωστικό για τη μελέτη της πρόωμης και μεταγενέστερης επιλογής (early και late selection), με την καινοτομία ότι το φορτίο της σχετικής επεξεργασίας έχει χειριστεί. Οι χρόνοι αντίδρασης (RTs) στο στόχο μετρήθηκαν ως προς το τύπο του κρίσιμου άσχετου ερεθίσματος και του φορτίου της σχετικής πληροφορίας στο στόχο. Όλοι οι χειρισμοί του φορτίου που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη άλλαξαν τη φύση του στόχου, χωρίς να επηρεαστεί το άσχετο ερέθισμα (distractor). Ο στόχος ήταν να αποδειχθεί ότι το φορτίο της επεξεργασία των σχετικών πληροφοριών καθορίζει το βαθμό επεξεργασίας των άσχετων πληροφοριών.

Το άσχετο ερέθισμα (distractor) εμφανιζόταν πάντα μακριά από το γράμμα στόχου για να εξεταστεί ο ισχυρισμός της Lavie ότι οι σαφείς φυσικές διακρίσεις μεταξύ των σχετικών και άσχετων πληροφοριών δεν είναι επαρκείς για να εμφανιστεί η πρόωμη επιλογή (early selection). Αυτός ο ισχυρισμός υπονοεί ότι ακόμα και όταν υπάρχει μια σαφής διάκριση μεταξύ του στόχου και του άσχετου ερεθίσματος (distractor), θα εξαρτηθεί κυρίως από το αντιληπτικό φορτίο του στόχου κατά πόσο

θα συμβεί η πρόωμη επιλογή (early selection) και θα πραγματοποιηθεί μόνο όταν το φορτίο είναι υψηλό. Ο πιο συνήθης τρόπος να αυξηθεί το φορτίο του στόχου είναι μέσω της προβολής μεγαλύτερων μεγεθών. Οι επιδείξεις με μεγαλύτερο αριθμό στοιχείων περιλαμβάνουν μια άμεση αύξηση στο ποσό των πληροφοριών που παρουσιάζονται. Ο σκοπός του πειράματος ήταν να ερευνηθεί η επίδραση ενός άσχετου ερεθίσματος (distractor) σε μια έκδοση του παραδείγματος Eriksen το οποίο προϋποθέτει χειρισμό του καθορισμένου μεγέθους επίδειξης για το στόχο αναζήτησης. Κάθε επίδειξη περιείχε έναν στόχο και ένα άσχετο ερέθισμα (distractor). Το άσχετο ερέθισμα (distractor) θα μπορούσε να είναι συμβατό, ασύμβατο ή ουδέτερο σε σχέση με το στόχο και ήταν φυσικά ευδιάκριτο από το στόχο λόγω του αυξημένου μεγέθους του και της εμφάνισής του σε μακρινές και άσχετες θέσεις. Η μεταβλητή του αντιληπτικού φορτίου είχε δύο επίπεδα: το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο αποτελείτο από το σχετικό μέγεθος επίδειξης 1 (συνθήκη S1) και το υψηλό αντιληπτικό φορτίο αποτελείτο από το σχετικό μέγεθος επίδειξης 6 (συνθήκη S6). Στην περίπτωση S1 ο στόχος εμφανίστηκε στη μια από τις έξι πιθανές θέσεις, ενώ οι άλλες πέντε θέσεις ήταν κενές. Στην περίπτωση S6, οι πέντε άλλες θέσεις καταλήφθηκαν με πέντε ουδέτερα γράμματα. Τα παραδείγματα των επιδείξεων φαίνονται στο σχήμα 3 που ακολουθεί πιο κάτω. Η υπόθεση αυτού του πειράματος ήταν ότι το φορτίο στο σχετικό στόχο θα καθόριζε την ικανότητα των συμμετεχόντων να αγνοήσουν το άσχετο ερέθισμα (distractor). Στην S1 περίπτωση, η επεξεργασία του στόχου πιθανόν να αφήνει διαθέσιμη χωρητικότητα, η οποία θα διατεθεί για την επεξεργασία του άσχετου ερεθίσματος (distractor). Στην S6 περίπτωση, όπου πρέπει να εντοπιστεί ο στόχος μεταξύ πέντε ουδέτερων γραμμάτων δεν θα αφήνει καθόλου διαθέσιμη χωρητικότητα για την άσχετη επεξεργασία. Επομένως, αναμένεται η παρέμβαση από το άσχετο ερέθισμα (distractor) στην συνθήκη S1 άλλα όχι στην S6.

Ένα γράμμα στόχος, το οποίο θα μπορούσε να είναι είτε το X είτε το Z, εμφανίστηκε τυχαία στη μια από έξι θέσεις σε μορφή ακολουθίας. Το γράμμα στόχος εμφανίστηκε μόνο του στο S1 ή μαζί με πέντε άλλα ουδέτερα γράμματα (*k, s, m, v, and n*) στο S6. Αυτά τα πέντε ουδέτερα γράμματα κατέλαβαν τις υπόλοιπες θέσεις σε τυχαία διάταξη. Το άσχετο ερέθισμα (distractor) ήταν ασύμβατο (το κεφαλαίο γράμμα X όταν το γράμμα στόχος ήταν Z, ή αντίστροφα), συμβατό (το κεφαλαίο γράμμα Z όταν το γράμμα στόχος ήταν Z και το ίδιο για το X) ή θα μπορούσε να είναι ουδέτερο σε σχέση με το στόχο (το κεφαλαίο γράμμα P, το οποίο δεν είχε καμία σημασία στο πείραμα).

Πριν από κάθε παρουσίαση, ένα σημείο σταθεροποίησης εμφανίστηκε στο κέντρο της επίδειξης για 1 δευτερόλεπτο. Αμέσως μετά στο ίδιο σημείο εμφανίστηκε το γράμμα στόχος, το οποίο παρέμεινε για περίπου 50 ms. Οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν τα κατάλληλα πλήκτρα του πληκτρολογίου για τις απαντήσεις τους. Έπρεπε να πιάσουν το πλήκτρο μηδέν (0) με τον αντίχειρά τους για το γράμμα στόχος Z και το πλήκτρο δύο (2) με το δάχτυλο δείκτη τους για το γράμμα στόχος X όσο το δυνατό γρηγορότερα αποφεύγοντας όσο το δυνατό περισσότερο τα λάθη. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για την περιστασιακή παρουσία των άσχετων ερεθισμάτων (distractor) και τα οποία θα έπρεπε να αγνοήσουν. Οι συνθήκες S1 και S6 εμφανίστηκαν σε διαφορετικά blocks. Οι μισοί από τους συμμετέχοντες εκτέλεσαν την διάταξη S1 - S6 και οι υπόλοιποι την αντίστροφη διάταξη S6 - S1. Ακολουθεί ένα παράδειγμα του πειράματος όπου διακρίνουμε εύκολα την συνθήκη υψηλού αντιληπτικού φορτίου και την συνθήκη χαμηλού αντιληπτικού φορτίου:



Σχήμα 3: Σχηματική αναπαράσταση πειραματικής μελέτης.

Υπολογίστηκαν οι διάμεσες τιμές των χρόνων αντίδρασης για κάθε συμμετέχοντα ως προς το μέγεθος επίδειξης του στόχου και τον τύπο συμβατότητας του άσχετου ερεθίσματος distractor (συμβατό, ουδέτερο ή ασύμβατο). Οι μέσοι χρόνοι αντίδρασης των συμμετεχόντων παρουσιάζονται στον πίνακα 1 μαζί με τα σχετικά ποσοστά λάθους. Η ανάλυση ANOVA (ANalysis Of Variance) στους χρόνους αντίδρασης παρουσίασε σημαντική επίδραση του μεγέθους της επίδειξης, επιβεβαιώνοντας ότι το αντιληπτικό φορτίο χειρίστηκε αποτελεσματικά. Για να αποκαλύψουν τα πιθανά αποτελέσματα παρεμβολής του άσχετου ερεθίσματος (distractor), οι ερευνητές σύγκριναν ανά ζεύγη τα ασύμβατα με τα ουδέτερα άσχετα ερεθίσματα (distractors)

και τα συμβατά με τα ουδέτερα άσχετα ερεθίσματα (distractors) με χρήση ANOVA ανάλυση. Στην ανάλυση των ασύμβατων με των ουδέτερων, υπήρχε σημαντική αλληλεπίδραση του μεγέθους επίδειξης και του τύπου συμβατότητας του άσχετου ερεθίσματος (distractor). Η παρεμβολή του άσχετου ασύμβατου ερεθίσματος (distractor) ήταν στατιστικά σημαντική μόνο στην συνθήκη χαμηλού φορτίου SI.

Table 1
The Intersubject Means of Reaction Times (in Milliseconds), Standard Errors, and Percentage of Errors as a Function of Distractor Compatibility and Task Load

Task load	Distractor identity				
	I	N	I – N	C	N – C
Low					
<i>M</i>	501	461	40 ^a	452	9 ^a
<i>SE</i>	22	13		11	
% <i>E</i>	4.1 ^a	1.9		1.5	
High					
<i>M</i>	613	609	4	594	15
<i>SE</i>	19	22		17	
% <i>E</i>	5.4	2.9		4.4	

Note. I = incompatible; N = neutral; C = compatible; %E = percentage of error.

Πίνακας 1

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το αντιληπτικό φορτίο διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στον αποδοτική κατεύθυνση της επιλεκτικής προσοχής. Το φορτίο που αφορά την επεξεργασία του στόχου καθορίζει το βαθμό της επεξεργασίας του άσχετου ερεθίσματος (distractor). Συνεπώς, η φόρτωση του αντιληπτικού συστήματος με περισσότερες πληροφορίες επιτρέπει στους συμμετέχοντες να αποφύγουν την επεξεργασία άσχετων πληροφοριών. Οι διαφορετικοί χειρισμοί του φορτίου έδειξαν ότι η παρέμβαση από τα άσχετα ερεθίσματα (distractors) βρέθηκε μόνο στις συνθήκες του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου και στην περίπτωση όπου το γράμμα στόχος ήταν ασύμβατο με το άσχετο γράμμα (distractor) εξαιρουμένου στις συνθήκες του υψηλού

φορτίου. Θέτοντας το παραπάνω υπόψη μπορούμε επίσης να συμπεράνουμε πως ο ανθρωπινός εγκέφαλος «αφαιρείται» λιγότερο όταν βρίσκεται σε κατάσταση υψηλής επεξεργασίας.

Το παραπάνω συμπέρασμα θα μας βοηθήσει στην ανάπτυξη του μοντέλου πληροφοριακού συστήματος καθώς παρατηρούμε πως ο ανθρώπινος εγκέφαλος αποφεύγει την επεξεργασία άσχετων ερεθισμάτων σε καταστάσεις υψηλού αντιληπτικού φορτίου. Η ίδια συμπεριφορά θα πρέπει να υφίσταται και στο υπό σχεδιασμό μοντέλο πληροφοριακού συστήματος για να μπορεί ακόμα και κάτω από συνθήκες υπερφόρτωσης της λειτουργικής μνήμης του να αποδώσει και να εκπληρώσει τους στόχους του.

Η παραπάνω πειραματική μελέτη επαναλήφθηκε από την Lavie το 2005 με την διαφορά ότι τα γράμματα αντί να είναι τοποθετημένα σε γραμμή ήταν σε κυκλική διάταξη, εντούτοις τ' αποτελέσματα παρέμειναν τα ίδια. Αν και η πειραματική μελέτη της Lavie υπήρξε πηγή έμπνευσης για το δικό μας πείραμα, ήταν κατά την δική μου γνώμη κάπως ελλείπει, καθώς δοκιμάστηκαν μόνο δύο συνθήκες αντιληπτικού φορτίου. Η εναλλασσόμενη και πολλές φορές άμεση μετάβαση από το υψηλό στο χαμηλό αντιληπτικό φορτίο και αντίθετα θα μπορούσε να θεωρηθεί παράγοντας παραγωγής λαθών καθώς η λειτουργική μνήμη του δέκτη, μετά από μια δοκιμασία υψηλού αντιληπτικού φορτίου, θα παρέμενε υψηλά ενεργή όταν το ερέθισμα χαμηλού αντιληπτικού φορτίου θα εμφανιζόταν. Έτσι αν και το ερέθισμα στην οθόνη του δέκτη είναι χαμηλού αντιληπτικού φορτίου ο δέκτης εξακολουθεί να είναι επηρεασμένος από την δοκιμασία υψηλού αντιληπτικού φορτίου. Ένας τρόπος αποφυγής αυτού του προβλήματος θα ήταν η χρήση μιας ενδιάμεσης κατάστασης αντιληπτικού φορτίου η οποία θα επέτρεπε την ομαλή μετάβαση από το υψηλό στο

χαμηλό αντιληπτικό φορτίο καθώς θα εκπαιδευε καλύτερα και τους συμμετέχοντες στην δοκιμασία.

3.3. Πειραματική Μελέτη 3: Επίδραση ενδογενούς ερεθίσματος στην αποφυγή της επεξεργασίας των άσχετων πληροφοριών.

Πρόσφατα, οι ερευνητές έχουν προτείνει μερικές εναλλακτικές λύσεις σχετικά με τις θεωρίες πρώιμης (early) και μεταγενέστερης (late) επιλογής, οι οποίες είναι σύμφωνες με ένα ευρύ φάσμα υπαρχόντων στοιχείων. Η Lavie (Lavie 1995, Lavie & Cox 1997) έχει υποστηρίξει ότι υπάρχει διένεξη μεταξύ των ερευνητών όσο αφορά αυτές τις θεωρίες. Δηλώνει ότι, οι απαιτήσεις στο γνωστικό σύστημα καθορίζουν το βαθμό στον οποίο τα ερεθίσματα χαμηλής προτεραιότητας υποβάλλονται σε επεξεργασία και κατά συνέπεια κατά πόσο εμφανίζεται η πρώιμη (early) ή η μεταγενέστερη (late) επιλογή (Lavie 1995, Lavie & Cox 1997). Η Lavie (Lavie 1995, Lavie & Cox 1997) προτείνει ότι, «ο βαθμός στον οποίο η αντίληψη για τα άσχετα ερεθίσματα (distractors) μπορεί να αποτραπεί, πρέπει να εξαρτάται από το αντιληπτικό φορτίο που επιβάλλεται από την επεξεργασία της σχετικής πληροφορίας. Οι καταστάσεις του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου θα οδηγήσουν αναπόφευκτα στην αντίληψη των άσχετων ερεθισμάτων, παρόλο που η ανάθεση τους για επεξεργασία είναι χαμηλής προτεραιότητας». Κατά συνέπεια, η βασική αρχή του ισχυρισμού αυτού είναι ότι εάν ένας αρχικός στόχος δεν καταναλώνει όλους τους διαθέσιμους πόρους, τότε ένα άτομο θα επεξεργαστεί τα άσχετα ερεθίσματα, δηλαδή ύπαρξη της μεταγενέστερης επιλογής.

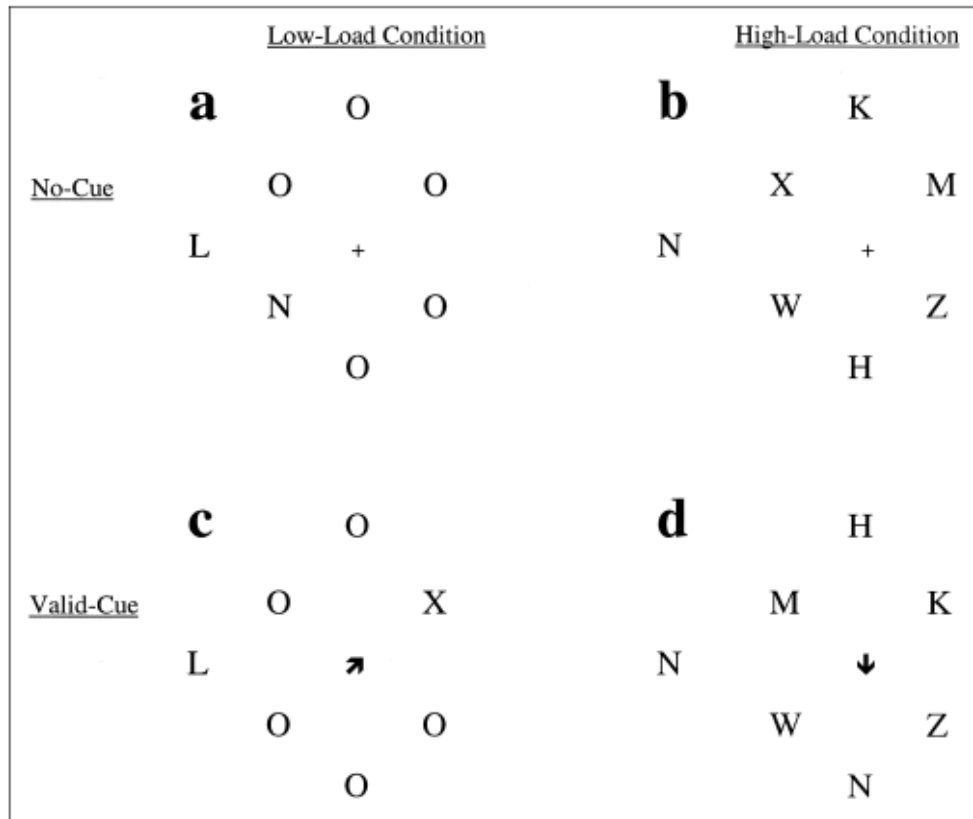
Αν και η θεωρία αντιληπτικού φορτίου προσφέρει μια ενδιαφέρουσα αιτιολογία για το πώς η επιλογή των πληροφοριών μπορεί να συμβεί είτε νωρίς είτε αργά, έχει

πρόσφατα επικριθεί και έχει προκληθεί. Παραδείγματος χάριν, ο Johnson και οι συνεργάτες του (Johnson, McGrath & McNeil 2002) έχουν δείξει ότι ένα ενδογενές σύνθημα (cue) που αντιπροσωπεύει τη θέση του στόχου (δηλ. ένα κεντρικό βέλος που παρουσιάζεται πριν από το στόχο) μειώνει οποιαδήποτε παρέμβαση του άσχετου ερεθίσματος (distractor) στη συνθήκη χαμηλού φορτίου, δηλαδή ύπαρξη της πρώιμης επιλογής σε στόχο χαμηλού αντιληπτικού φορτίου.

Σκοπός των ερευνητών ήταν να εξετάσουν την ισχυρή μορφή της υπόθεσης του αντιληπτικού φορτίου, η οποία προϋποθέτει ότι το ποσό του αντιληπτικού φορτίου είναι ο μόνος παράγοντας που καθορίζει εάν η προσοχή μπορεί να εστιάσει αποτελεσματικά σε ένα στόχο. Το πείραμα που αναφέρεται στην παρούσα μελέτη είχε ως σκοπό να εξετάσει την ισχυρή μορφή της υπόθεσης του αντιληπτικού φορτίου, η οποία προϋποθέτει ότι το ποσό του αντιληπτικού φορτίου είναι ο μόνος παράγοντας που καθορίζει εάν η προσοχή μπορεί να εστιάσει αποτελεσματικά σε ένα στόχο. Συγκεκριμένα, οι ερευνητές εξέτασαν εάν είναι δυνατό να βρουν αποδείξεις ύπαρξης της πρώιμης επιλογής (early selection) σε έναν στόχο χαμηλού αντιληπτικού φορτίου με τη προσθήκη άλλων πτυχών στη σχεδίαση. Εάν η ισχυρή μορφή της υπόθεσης του αντιληπτικού φορτίου είναι σωστή, η πρώιμη επιλογή (early selection) είναι εφικτή μόνο υπό τους όρους του υψηλού αντιληπτικού φορτίου, ακόμα και με τη χρήση ενός συνθήματος. Εάν η πρώιμη επιλογή (early selection) είναι εφικτή χρησιμοποιώντας 100% έγκυρα συνθήματα, τότε η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος αναμένεται να μειωθεί στις συνθήκες όπου το σύνθημα είναι έγκυρο, ανεξάρτητος του φορτίου.

Όλα τα ερεθίσματα ήταν άσπρα γράμματα που εμφανίζονταν σε μαύρο υπόβαθρο. Οι στόχοι ήταν τα γράμματα X και N, στην διάταξη αναζήτησης εμφανίζονταν τα γράμματα K, M, Z, W, και H για την συνθήκη υψηλού φορτίου, και το γράμμα O για την συνθήκη χαμηλού φορτίου και τα άσχετα ερεθίσματα ήταν τα γράμματα X, N, και

L. Το κεντρικό σύνθημα ήταν ένα βέλος που παρουσιάστηκε πριν από την εμφάνιση των στόχων. Κάθε δοκιμή άρχισε με την παρουσίαση του σταυρού σταθεροποίησης. Στις δοκιμές όπου δεν υπήρχε σύνθημα, ο σταυρός σταθεροποίησης παρέμεινε για 1.000 ms. Στις δοκιμές όπου το σύνθημα ήταν έγκυρο, ο σταυρός σταθεροποίησης εμφανίστηκε για 800 ms και ακλούθησε το σύνθημα για 200 ms. Η κυκλική διάταξη των γραμμάτων παρέμεινε στην οθόνη για 100 ms και αντικαταστάθηκε έπειτα από μια μαύρη οθόνη. Οι συμμετέχοντες έκαναν μια γρήγορη επιλογή απάντησης στην οποία προσδιόρισαν ποιό από τα δύο ερεθίσματα στόχου (X ή N) ήταν παρών στην κυκλική επίδειξη των γραμμάτων. Αποκρίθηκαν με το αντίχειρα κάθε χεριού. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να στρέψουν τη προσοχή τους στην θέση του συνθήματος (συνθήκη έγκυρου συνθήματος) ή στην κυκλική επίδειξη των γραμμάτων (συνθήκη μη ύπαρξης συνθήματος), να αγνοήσουν όλα τα ερεθίσματα έξω από την κυκλική επίδειξη και να αποκριθούν όσο το δυνατόν γρηγορότερα διατηρώντας την ακρίβεια και χωρίς μετατόπιση του βλέμματός τους από το κέντρο της επίδειξης. Στην συνέχεια ακολουθεί παραδείγματα των οπτικών επιδείξεων για τους εύκολους (a, c) και δύσκολους (b, d) στόχους αναζήτησης. Στην περίπτωση (a, b) δεν υπήρξε καθόλου σύνθημα σε αντίθεση με την περίπτωση (c, d) όπου το σύνθημα ήταν 100% έγκυρο κεντρικό σύνθημα, που δείχνει σωστά τη θέση του στόχου.



Σχήμα 4: Αναπαράσταση κυκλικής διάταξης στην παρουσία και απουσία συνθήματος (cue).

Διεξήχθηκε ανάλυση ANOVA μεταξύ των συμμετεχόντων για την ανάλυση των μέσων χρόνων αντίδρασης κάθε συμμετέχοντα. Οι παράγοντες ήταν φορτίο (χαμηλό και υψηλό), τύπος συνθήματος (έγκυρο σύνθημα και κανένα σύνθημα) και τύπος του άσχετου ερεθίσματος (συμβατό, ουδέτερο, και ασύμβατο). Το χαμηλό φορτίο οδήγησε σε σημαντικά γρηγορότερους χρόνους αντίδρασης από το υψηλό φορτίο (537 ms vs. 638 ms και αντίστοιχα). Οι συμμετέχοντες ήταν σημαντικά γρηγορότεροι όταν παρουσιάστηκε ένα έγκυρο σύνθημα (495 ms) απ' ό τι χωρίς το σύνθημα (679 ms). Μια σημαντική αλληλεπίδραση παρατηρήθηκε μεταξύ του φορτίου και του τύπου συνθήματος, έτσι ώστε το όφελος ενός έγκυρου συνθήματος σε σύγκριση με την περίπτωση όπου δεν υπήρχε σύνθημα ήταν μεγαλύτερο στην συνθήκη υψηλού

φορτίου (500 ms vs 775 ms) απ' ότι στην συνθήκη χαμηλού φορτίου (490 ms vs 584 ms). Υπήρξε μια σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του τύπου του φορτίου και του τύπου του άσχετου ερεθίσματος με μεγαλύτερη επίδραση του στη συνθήκη χαμηλού φορτίου (525 ms, 523 ms και 562 ms) απ' ότι στη συνθήκη υψηλού φορτίου (632 ms, 637 ms και 643 ms). Υπήρξε επίσης μια αλληλεπίδραση μεταξύ του τύπου του συνθήματος και του τύπου του άσχετου ερεθίσματος με μεγαλύτερη επίδραση του στην συνθήκη όπου δεν υπήρχε σύνθημα (667 ms, 667 ms και 704 ms) σε σύγκριση με την συνθήκη όπου το σύνθημα ήταν έγκυρο (490 ms, 494 ms, 501 ms). Η αλληλεπίδραση μεταξύ του φορτίου, του τύπου του συνθήματος και του τύπου του άσχετου ερεθίσματος ήταν πολύ σημαντική. Στην συνθήκη όπου δεν υπήρχε σύνθημα, το άσχετο ερέθισμα επηρέασε σε μεγαλύτερο βαθμό τους χρόνους αντίδρασης στο χαμηλό φορτίο απ' ότι στο υψηλό φορτίο, ενώ το έγκυρο σύνθημα προκάλεσε μείωση της επίδρασης του άσχετου ερεθίσματος στη συνθήκη χαμηλού φορτίου.

Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν έναν οπτικό στόχο αναζήτησης σε συνθήκη χαμηλού και υψηλού φορτίου, είτε με ένα 100% έγκυρο σύνθημα είτε χωρίς σύνθημα. Χωρίς το σύνθημα οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να επεξεργαστούν ερεθίσματα τα οποία θα έπρεπε να αγνοήσουν στην περίπτωση που το αντιληπτικό φορτίο ήταν χαμηλό αλλά όχι όταν αυτό ήταν υψηλό, φαινόμενο το οποίο είναι σύμφωνο με την υπόθεση του αντιληπτικού φορτίου. Εντούτοις, με 100% έγκυρο σύνθημα, οι συμμετέχοντες παρουσίασαν λίγα στοιχεία επεξεργασίας άσχετων ερεθισμάτων, ακόμα και όταν το αντιληπτικό φορτίο ήταν χαμηλό. Δεδομένου ότι η παρουσία ενός συνθήματος δεν αλλάζει το ποσό διαθέσιμων πόρων προσοχής, αυτό το αποτέλεσμα είναι προβληματικό για την θεωρία του αντιληπτικού φορτίου. Αυτά τα αποτελέσματα προτείνουν ότι αν και το αντιληπτικό φορτίο μπορεί να είναι ένας σοβαρός

παράγοντας στη επιλεκτική προσοχή, το φορτίο από μόνο του δεν είναι αρκετό για να εξηγήσει πώς και πότε η επιλεκτική προσοχή είναι αποτελεσματική.

Τα αποτελέσματα της πιο πάνω μελέτης μας βοηθούν να αντιληφθούμε την λειτουργία και σημασία της ενδογενούς προσοχής καθώς στις περιπτώσεις όπου το άτομο τύγγανε της βοήθειας του συνθήματος τότε τ' αποτελέσματα ήταν γρηγορότερα και μηδενίζοταν η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος (distractor). Έτσι και στο υπό σχεδιασμό μοντέλο πληροφοριακού συστήματος θα πρέπει να δώσουμε έμφαση στον σχεδιασμό και εφαρμογή του μέρους του συστήματος που ασχολείται με την ενδογενή προσοχή.

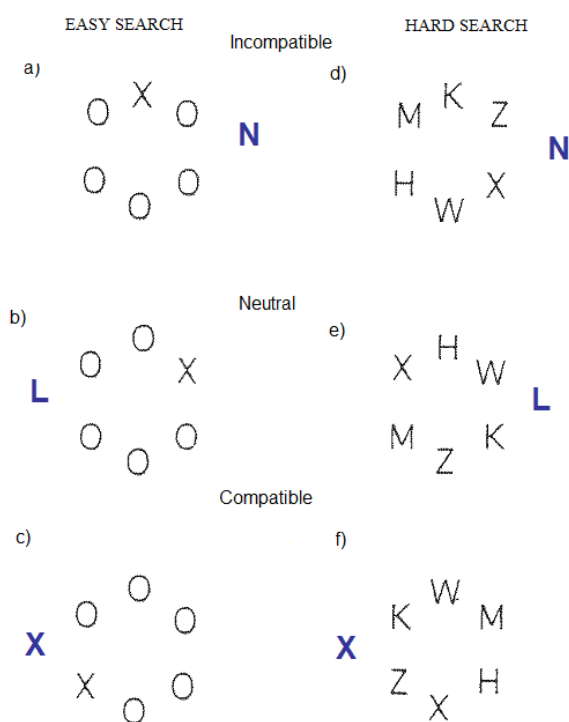
Ο Johnson και οι συνεργάτες του εγείρουν ένα σημαντικό ζήτημα με την παραπάνω πειραματική μελέτη τους καθώς προσθέτουν στο αντιληπτικό φορτίο και τον παράγοντα της ενδογενούς προσοχής με την χρήση συνθήματος η οποία έδειχνε την θέση του στόχου. Αυτό, αποδεδειγμένα βοήθησε τους δέκτες να είναι πιο ακριβής και πιο γρήγοροι στις καταστάσεις υψηλού αντιληπτικού φορτίου. Προσωπικά, μου έχει δημιουργηθεί η εξής απορία: «Τι θα γινόταν αν το σύνθημα έδειχνε σωστά τον στόχο ο οποίος θα ήταν δίπλα από το ασύμβατο ερέθισμα (distractor) σε κατάσταση υψηλού και χαμηλού αντιληπτικού φορτίου; Ποιά τ' αποτελέσματα αν σε ορισμένες περιπτώσεις το σύνθημα παρέπεμπε τους χρήστες σε λάθος σημείο στην οθόνη;» Κατά την δική μου γνώμη η χρήση του συνθήματος αυτόματα καθιστά την συνθήκη υψηλού αντιληπτικού φορτίου σε ένα ευκολότερο στόχο αναζήτησης καθώς το σύνθημα ενημερώνει τον χρήστη πού να κοιτάξει για τον στόχο του, έτσι ο χρήστης μπορεί ν' αγνοήσει τα υπόλοιπα στοιχεία στην οθόνη του. Η συγκεκριμένη δοκιμασία θα μπορούσε να επαναληφθεί και αυτήν τη φορά να προστεθεί στις καταστάσεις υψηλού και χαμηλού αντιληπτικού φορτίου οι περιπτώσεις όπου ο στόχος θα ήταν δίπλα από το άσχετο ερέθισμα (distractor) με την χρήση του συνθήματος.

3.4. *Πειραματική Μελέτη 4: Παρεμβολή των άσχετων ερεθισμάτων στην οπτική επιλεκτική προσοχή.*

Προκειμένου να εξετάσουν την επίδραση των άσχετων ερεθισμάτων σε έναν οπτικό στόχο αναζήτησης, η Lavie (Lavie & Cox, 1997) χρησιμοποίησε ένα παράδειγμα που χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τους Eriksen και Eriksen (1974). Οι ερευνητές επινόησαν παραλλαγές οπτικών στόχων αναζήτησης προσθέτοντας ένα άσχετο γράμμα (distractor). Οι συμμετέχοντες έπρεπε να εντοπίσουν το «γράμμα στόχος» μεταξύ άλλων γραμμάτων τα οποία δεν αποτελούν γράμματα στόχους, όσο το δυνατόν γρηγορότερα αγνοώντας το άσχετο γράμμα που εμφανίζεται πολύ κοντά στο «γράμμα στόχο».

Το «γράμμα στόχος» παρουσιάστηκε σε πίνακα κυκλικής μορφής ο οποίος αποτελείτο από 5 άλλα γράμματα και ταυτόχρονα ένα άσχετο γράμμα (distractor) εμφανίστηκε πλησίον προς τα αριστερά ή δεξιά του κυκλικού πίνακα. Σε μερικές δοκιμές το γράμμα distractor θα μπορούσε να είναι συμβατό (ίδιο με το «γράμμα στόχος»), ουδέτερο (εντελώς διαφορετικό με το «γράμμα στόχος») ή ασύμβατο με το στόχο υποδεικνύοντας την αντίστροφη απάντηση (δηλ. εάν ο στόχος ήταν X το άσχετο ερέθισμα ήταν το N και αντίστροφα). Το «γράμμα στόχος» αντιπροσώπευε είτε το γράμμα X ή το N (ήταν προκαθορισμένο από την αρχή του πειράματος) και εμφανίστηκε μεταξύ πέντε O (εύκολη αναζήτηση-συνθήκη χαμηλού φορτίου) ή μεταξύ πέντε ετερογενών γραμμάτων (K, X, B, Z, W) στην συνθήκη υψηλού φορτίου. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να αγνοήσουν το άσχετο ερέθισμα και να εντοπίσουν το «γράμμα στόχος» το οποίο εμφανιζόταν στον κυκλικό πίνακα πιέζοντας τα κατάλληλα πλήκτρα. Οι ερευνητές κατέληξαν στην διαπίστωση ότι όταν το άσχετο

γράμμα (distractor) ήταν ασύμβατο με το «γράμμα στόχος» παρατηρήθηκε μεγαλύτερη μείωση στην απόδοση (όμοια και στην περίπτωση των ουδέτερων distractors) στον εύκολο στόχο αναζήτησης (χαμηλό φορτίο) απ' ότι στο δύσκολο στόχο αναζήτησης (υψηλό φορτίο). Ακολουθεί ένα παράδειγμα του πειράματος όπου διακρίνουμε τον εύκολο στόχο αναζήτησης και τον δύσκολο στόχο αναζήτησης:



Σχήμα 5 : Παράδειγμα αναπαράστασης για στόχους εύκολης αναζήτησης (a-c) και δύσκολης αναζήτησης (d-f)

Σκοπός του δικού μας πειράματος είναι η μελέτη της οπτικής προσοχής και η ευαισθησία της σε παρενοχλήσεις σε καταστάσεις επεξεργασίας υψηλού και χαμηλού αντιληπτικού φορτίου. Σπουδαία συνεισφορά σε μελέτες της οπτικής επιλεκτικής

προσοχής έχουν προσφέρει οι ερευνητές Lavie και ο Johnson οι οποίοι έχουν μια αντιπαράθεση ως προς τη θέση της επιλογής στην επεξεργασία πληροφοριών. Συνοψίζοντας τις θεωρίες των δύο, η Lavie (Lavie 1995) ισχυρίζεται ότι η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση χαμηλού αντιληπτικού φορτίου ενώ ο Johnson (Johnson, McGrath & McNeil 2002) υποστηρίζει ότι το αντιληπτικό φορτίο δεν είναι ο καθοριστικός παράγοντας ο οποίος επηρεάζει κατά πόσο η προσοχή μπορεί να εστιάσει αποτελεσματικά σε ένα στόχο. Συνεπώς, στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα παρουσιάσουμε την δική μας συνεισφορά γύρω από τον τομέα της οπτικής επιλεκτικής προσοχής. Θα προσπαθήσουμε να διερευνήσουμε την υπόθεση της Lavie όσο αφορά την Θεωρία του Αντιληπτικού Φορτίου μέσω μιας πειραματικής μελέτης την οποία περιγράφουμε λεπτομερώς στο ακριβώς επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

4.1. Βασικά ερωτήματα/προβλήματα

Βασικός στόχος της δημιουργίας και διεξαγωγής ενός πειράματος είναι να μελετηθεί μια υπόθεση και να δοθούν απαντήσεις σε ορισμένα από τα αμέτρητα ερωτήματα που απασχόλησαν κατά καιρούς αρκετούς ερευνητές και επιστήμονες. Οι απαντήσεις αυτές είναι σημαντικές για την αποφυγή κινδύνων και αδιεξόδων στον πειραματικό και ερευνητικό τομέα. Συνεπώς και εμείς με τη σειρά μας θα πραγματοποιήσουμε το δικό μας πείραμα βάση του οποίου θα δώσουμε απαντήσεις σε ερωτήματα γύρω από το θέμα της οπικής προτερίας και της Θεωρίας του Αντιληπτικού Φορτίου και που πιθανόν θεωρηθούν χρήσιμα για αρκετούς ερευνητές στο μέλλον.

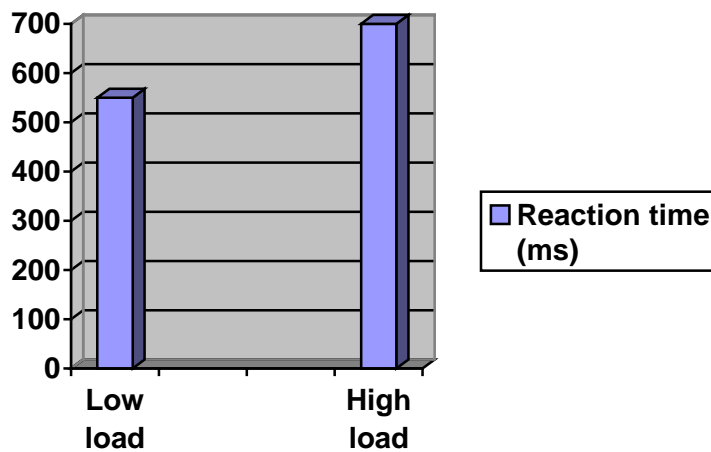
Οι συμμετέχοντες θα πρέπει να εντοπίσουν το «γράμμα στόχος» μεταξύ άλλων γραμμάτων τα οποία δεν αποτελούν στόχους, όσο το δυνατόν γρηγορότερα αγνοώντας το άσχετο γράμμα (distractor) που εμφανίζεται πολύ κοντά στο «γράμμα στόχο». Μήπως θα μπορούσε η εστίαση της προσοχής σε έναν τρέχοντα στόχο να εμπόδιζε την παρεμβολή των ερεθισμάτων τα οποία είναι άσχετα με το στόχο (Cartright & Lavie 2006); Αυτό το θεμελιώδες ερώτημα έχει κινήσει το ενδιαφέρον των ψυχολόγων για πολλά χρόνια και έχει οδηγήσει σε μια διαμάχη μεταξύ των απόψεων: για την πρόωμη επιλογή (early selection) που προτείνουν ότι η προσοχή μπορεί να αποτρέψει τα άσχετα ερεθίσματα από το να φθάσουν στη συνειδητοποίηση (Broadbent 1958, Neisser & Becklen 1975) και για την μεταγενέστερη επιλογή (late selection) που προτείνει ότι η προσοχή δεν έχει επιπτώσεις στην αντιληπτική

συνειδητοποίηση, αλλά μάλλον έχει επιπτώσεις σε μεταγενέστερες διαδικασίες όπως η επιλογή απάντησης και η μνήμη (Deutsch & Deutsch 1963 ,Tipper 1985).

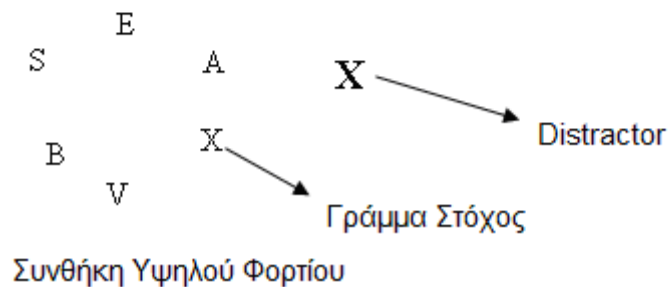
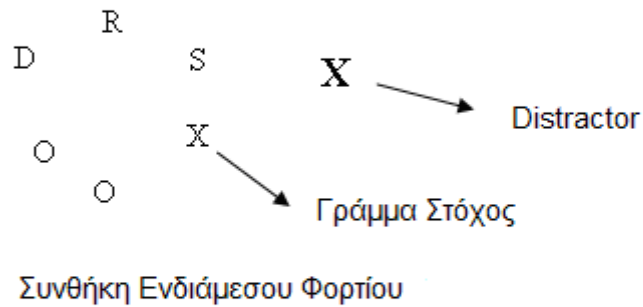
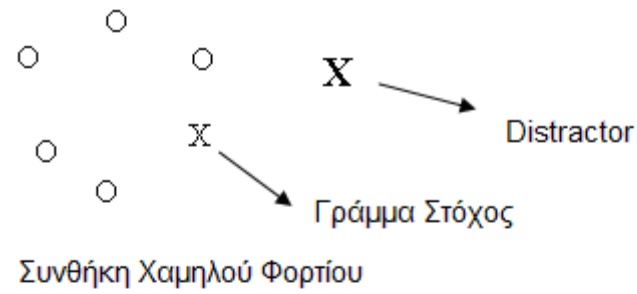
Μια πιθανή λύση για αυτή την αντιπαράθεση προκύπτει μέσα από το μοντέλο αντιληπτικού φορτίου (Lavie 1995,Lavie&Cox 1997). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, όταν η εστίαση της προσοχής στρέφεται σε έναν τρέχοντα στόχο τότε μπορεί να εμποδίσει στην αναγνώριση ερεθισμάτων που είναι άσχετα με το στόχο (early selection) όταν η επεξεργασία του σχετικού στόχου προϋποθέτει ένα υψηλό επίπεδο αντιληπτικού φορτίου όπου καταναλώνεται όλη η διαθέσιμη χωρητικότητα. Σε αντίθεση, όταν η επεξεργασία του σχετικού στόχου προϋποθέτει μόνο χαμηλό επίπεδο αντιληπτικού φορτίου, η διαθέσιμη χωρητικότητα (διαθέσιμοι πόροι) διατίθεται για την αναγνώριση των άσχετων ερεθισμάτων (δηλ., late selection). Η Lavie (Lavie 1995) εξέτασε περαιτέρω τις προτάσεις των Kahneman και Treisman (1984) με την μελέτη του ρόλου του αντιληπτικού φορτίου σε στόχους επιλεκτικής προσοχής. Ισχυρίστηκε ότι, το αντιληπτικό φορτίο είναι ο σημαντικότερος καθοριστικός παράγοντας της πρώιμης και μεταγενέστερης επιλογής (early και late επιλογή) και ότι η προσεκτική αντιμετώπιση αυτού του παράγοντα μπορεί να επιλύσει τις προφανείς αντιφάσεις μεταξύ προηγούμενων μελετών σχετικά με τη θέση της επιλογής. Η Lavie δήλωσε ότι, «ο βαθμός στον οποίο η αντίληψη για τα άσχετα ερεθίσματα (distractors) μπορεί να αποτραπεί πρέπει να εξαρτάται από το αντιληπτικό φορτίο που επιβάλλεται από την επεξεργασία της σχετικής πληροφορίας. Οι καταστάσεις του χαμηλού αντιληπτικού φορτίου θα οδηγήσουν αναπόφευκτα στην αντίληψη των άσχετων ερεθισμάτων, παρόλο που η ανάθεση τους για επεξεργασία είναι χαμηλής προτεραιότητας».

Αν και οι πειραματικές μελέτες της Lavie (Lavie 1995,Lavie&Cox 1997) είχαν προσφέρει αξιολογικά αποτελέσματα γύρω από την θεωρία του αντιληπτικού φορτίου,

τα πειράματα είχαν πραγματοποιηθεί με δυο συνθήκες: Υψηλό και Χαμηλό αντιληπτικό φορτίο ενώ οι χρόνοι αντίδρασης των συμμετεχόντων παρουσιάστηκαν σε μια γραφική παράσταση της ακόλουθης μορφής (οι χρόνοι αντίδρασης δεν αντιπροσωπεύουν τις πραγματικές τιμές):



Στην παρούσα πειραματική μελέτη βασικός σκοπός είναι να μελετήσουμε την Θεωρία του Αντιληπτικού φορτίου με την καινοτομία ότι θα προσθέσουμε στο πείραμα μας μια επιπλέον συνθήκη όσο αφορά τον τύπο του αντιληπτικού φορτίου. Επομένως, θα έχουμε: Συνθήκη Χαμηλού Φορτίου, Συνθήκη Ενδιάμεσου Φορτίου, Συνθήκη Υψηλού Φορτίου. Μια αναπαράσταση της διάταξης αναζήτησης με τις τρεις συνθήκες του αντιληπτικού φορτίου παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί:



Σχήμα 6: Σχηματική Περιγραφή του τύπου του αντιληπτικού φορτίου

Το βασικότερο ερώτημα που θα επιχειρήσουμε να διερευνήσουμε είναι κατά πόσο το άσχετο ερέθισμα (γράμμα distractor) θα επηρεάσει τους χρόνους αντίδρασης στις τρεις συνθήκες αντιληπτικού φορτίου (Χαμηλού Φορτίου, Ενδιάμεσου Φορτίου, Υψηλού Φορτίου). Επίσης στην περίπτωση όπου παρατηρήσουμε επίδραση, σε ποιο

βαθμό το άσχετο γράμμα (distractor) θα επηρεάσει τους χρόνους αντίδρασης στην κάθε συνθήκη φορτίου;

4.2. Διαδικασία Σχεδιασμού και Υλοποίησης Πειράματος

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την υλοποίηση του πειράματος της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Για την επιτυχή ολοκλήρωση του σκοπού αυτού χρειάστηκε μελέτη σε θεωρητικό και ερευνητικό επίπεδο αλλά και προγραμματισμός του πειράματος στο κατάλληλο εργαλείο λογισμικού. Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο E-Prime το οποίο κρίνεται το καταλληλότερο για υλοποίηση πειραμάτων. Τα αποτελέσματα του πειράματος αναμένονται να ρίξουν κάποιο φως στο μηχανισμό που κρύβεται κάτω από την επίδραση του αντιληπτικού φορτίου στην προσοχή.

Η θεωρία του αντιληπτικού φορτίου στηρίζεται σε δύο βασικά συστατικά: η αντίληψη είναι ένας περιορισμένος φυσικός πόρος καθώς επίσης και μια αυτόματη διαδικασία. Είναι περιορισμένη με την έννοια ότι η αντιληπτική επεξεργασία έχει μια περιορισμένη χωρητικότητα ενώ συγχρόνως προχωρά αυτόματα μέχρι να εξαντληθούν οι πόροι. Η αντίληψη είναι ένα σύστημα οργανωμένο με βάση την προτεραιότητα όπου τα σχετικά ερεθίσματα θεωρούνται υψηλής προτεραιότητας και έτσι εξυπηρετούνται πρώτα. Εντούτοις, όταν υπάρχει διαθέσιμη χωρητικότητα, τα ερεθίσματα που θεωρούνται άσχετα και συνεπώς χαμηλής προτεραιότητας υποβάλλονται επίσης σε επεξεργασία ως αποτέλεσμα της αυτόματης κατανομής της προσοχής. Σύμφωνα με την Lavie (Lavie 1995), όταν τα ερεθίσματα τα οποία θεωρούνται σχετικά με το στόχο θέτουν ένα αντιληπτικό φορτίο αρκετά υψηλό ώστε να εξαντλήσει τους αντιληπτικούς πόρους η παρέμβαση από τα άσχετα ερεθίσματα μειώνεται. Όταν τα ερεθίσματα τα οποία θεωρούνται σχετικά με το στόχο θέτουν ένα

αντιληπτικό φορτίο που είναι χαμηλό, τότε η διαθέσιμη χωρητικότητα (δηλ., ελεύθεροι αντιληπτικοί πόροι) διατίθεται για την επεξεργασία των άσχετων ερεθισμάτων. Επομένως, ο κρίσιμος παράγοντας που καθορίζει την αποδοτικότητα της επεξεργασίας του στόχου είναι το επίπεδο αντιληπτικού φορτίου. Το αυξανόμενο αντιληπτικό φορτίο μειώνει την παρέμβαση των άσχετων ερεθισμάτων (distractors) ενώ το μειωμένο αντιληπτικό φορτίο διευκολύνει την επεξεργασία των άσχετων ερεθισμάτων (distractors).

Το αντιληπτικό φορτίο είναι μια ασαφής έννοια που μπορεί να ποικίλει από την άποψη του τύπου του στόχου, τα ερεθίσματα ή τον τρόπο ανταπόκρισης των συμμετεχόντων. Η Lavie προτείνει δύο τρόπους να καθοριστεί το αντιληπτικό φορτίο: είτε με τη μεταβολή του μεγέθους επίδειξης (δηλ. το ποσό των πληροφοριών που παρουσιάζονται) είτε με τη δυσκολία της επεξεργασίας που απαιτείται. Μια μεγάλη επίδειξη ή/και ένας δύσκολος στόχος, απαιτούν σύνθετες διανοητικές διαδικασίες (όπως μια ακριβής διάκριση, ο προσδιορισμός ή η επεξεργασία συνδυασμένων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων) θεωρούνται ότι θέτουν ένα υψηλό φορτίο ενώ μια μικρή επίδειξη ή/και ένας λιγότερο δύσκολος στόχος (όπως μια απλή ανίχνευση, μια ενιαία επεξεργασία χαρακτηριστικών γνωρισμάτων) θέτουν ένα χαμηλό ποσό φορτίου στο αντιληπτικό σύστημα (Lavie, 1995). Σύμφωνα με τα πειράματα της Lavie, η παρέμβαση των άσχετων ερεθισμάτων (distractors) μειώνεται στις συνθήκες με έξι σχετικά στοιχεία σε αντίθεση με τις συνθήκες όπου το στοιχείο είναι μόνο ένα.

Η εστίαση της προσοχής ορίζεται ως η περιοχή του οπτικού πεδίου όπου η επεξεργασία είναι περισσότερο συγκεντρωμένη. Η επιλεκτική προσοχή είναι ο μηχανισμός που επεξεργάζεται επιλεκτικά μόνο πληροφορίες σχετικές με το στόχο και απορρίπτει τις ανταγωνιστικές πληροφορίες, εμφανίζεται ως εστίαση της προσοχής από την παρέμβαση των distractors.

Το πείραμα απαρτίζεται από την επανάληψη του πειράματος που χρησιμοποίησε η Lavie και οι συνάδελφοι της (Lavie 1995, Lavie & Cox 1997). Χρησιμοποίησαν έναν οπτικό στόχο αναζήτησης στον οποίο πραγματοποιήθηκαν άμεσοι χειρισμοί του αντιληπτικού φορτίου και του βαθμού της εστίασης της προσοχής. Ένας σταυρός χρησιμοποιήθηκε για να προσδιορίσει την θέση της κυκλικής διάταξης στην οθόνη. Επιπλέον, η Θεωρία Αντιληπτικού Φορτίου προβλέπει ότι θα παρατηρηθεί σημαντική παρέμβαση στους στόχους χαμηλού φορτίου αλλά και στους στόχους υψηλού φορτίου (μεγαλύτερη παρέμβαση στο χαμηλό φορτίο).

Περιγραφή Πειράματος

Συμμετέχοντες

Στο πείραμα συμμετείχαν τριάντα άτομα (17 γυναίκες και 13 άντρες), ηλικίας από 16 χρονών μέχρι 55 χρονών και το κάθε άτομο προέρχεται από διαφορετικό μορφωτικό επίπεδο. Είχαν κανονική όραση και ακοή.

Πειραματική Σχεδίαση

Ένα 3×3 σχέδιο χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την μελέτη. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: ο τύπος του αντιληπτικού φορτίου (Συνθήκη Χαμηλού Φορτίου, Συνθήκη Ενδιάμεσου Φορτίου, Συνθήκη Υψηλού Φορτίου) και η τύπος συμβατότητας του άσχετου ερεθίσματος (συμβατό, ασύμβατο και ουδέτερο). Οι

συμμετέχοντες εκτέλεσαν 6 blocks με πειραματικές δοκιμές: Σε κάθε block υπήρχαν 24 Συνθήκες Χαμηλού Φορτίου, 24 Συνθήκες Ενδιάμεσου Φορτίου, 24 Συνθήκες Υψηλού Φορτίου. Επομένως εκτέλεσαν σύνολο 144 δοκιμές σε κάθε συνθήκη. Το άσχετο ερέθισμα (distractor) το οποίο εμφανίστηκε στις δοκιμές προς τα αριστερά ή δεξιά της κυκλικής διάταξης αναζήτησης ήταν συμβατό (compatible), ασύμβατο (incompatible) ή ουδέτερο (neutral) στο 1/3 των δοκιμών αντίστοιχα.

Υλικό και συσκευές

Το πείραμα σχεδιάστηκε και παρουσιάστηκε χρησιμοποιώντας το πακέτο λογισμικού E-Prime. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο φορητό υπολογιστή του ερευνητή και σε δωμάτιο κατάλληλο για πειραματικές μελέτες.

Οπτικός Στόχος Αναζήτησης

Τα ερεθίσματα του οπτικού στόχου αναζήτησης (6 γράμματα) εμφανίστηκαν σε μια κυκλική διάταξη στην οθόνη αμέσως μετά και ακριβώς στην ίδια θέση από την εμφάνιση ενός σταυρού. Η διάταξη αναζήτησης παρέμεινε στην οθόνη για 200ms. Στην συνθήκη υψηλού φορτίου η κυκλική διάταξη αποτελείτο από το στόχο (X ή Z) και πέντε άσχετα γράμματα (M, K, N, H, W) τα οποία είχαν τα ίδια φυσικά χαρακτηριστικά με τους δύο πιθανούς στόχους. Στην συνθήκη χαμηλού φορτίου ο στόχος εμφανίστηκε μεταξύ πέντε «O» γραμμάτων. Στην Συνθήκη Ενδιάμεσου Φορτίου η κυκλική διάταξη αποτελείτο από το στόχο (X ή Z) και τρία από τα πέντε άσχετα γράμματα (M, K, N, H, W) ενώ τα υπόλοιπα γράμματα ήταν «O». Και στις τρεις συνθήκες, ένα άσχετο γράμμα (X, Z ή L) εμφανίστηκε ταυτόχρονα προς τα

αριστερά ή δεξιά κοντά στη κυκλική διάταξη και ήταν συμβατό (ίδιο με το στόχο), ασύμβατο (το κεφαλαίο γράμμα X όταν το γράμμα στόχος ήταν Z, ή αντίστροφα) ή ουδέτερο (το γράμμα L) στο 1/3 των δοκιμών αντίστοιχα. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αγνοήσουν το άσχετο γράμμα (distractor) και να προσδιορίσουν ποιο γράμμα στόχος (X ή Z) εμφανίστηκε στη κυκλική διάταξη όσο το δυνατό γρηγορότερα (Σχήμα 7). Κλήθηκαν να πιάσουν τον αριθμό μηδέν (0) για να προσδιορίσουν το X και τον αριθμό δύο (2) για το Z όσο το δυνατόν γρηγορότερα χρησιμοποιώντας τον αντίχειρά τους και το δάχτυλο δείκτης αντίστοιχα στο πληκτρολόγιο. Οι συμμετέχοντες είχαν 2000ms για να αποκριθούν μετά από την εμφάνιση της κυκλικής διάταξης. Μετά την απάντηση των συμμετεχόντων ακολουθούσε ένα μήνυμα σε άσπρη οθόνη διάρκειας 1000ms το οποίο τους ενημέρωνε αν απάντησαν σωστά ή όχι (Feedback:1000ms). Καταγράφηκαν τα αποτελέσματα του χρόνου αντίδρασης (RT) και η ακρίβεια για κάθε δοκιμή.

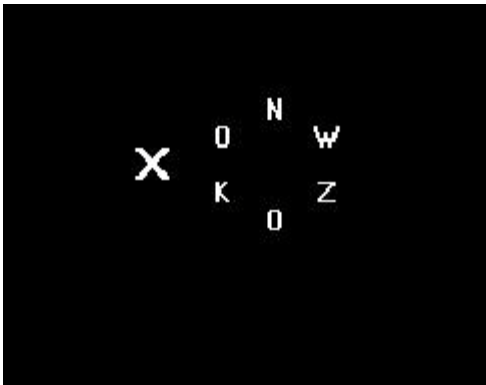
Διαδικασία

Δοκιμές Πρακτικής

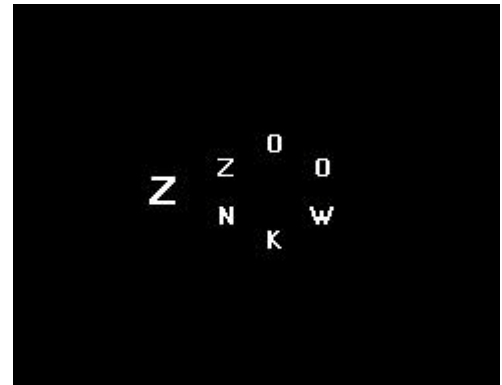
Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν 24 δοκιμές πρακτικής. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι ο κύριος στόχος τους ήταν να αποκριθούν όσο πιο γρήγορα μπορούσαν στον οπτικό στόχο αναζήτησης χωρίς όμως να θυσιάσουν την ακρίβεια για την ταχύτητα. Περαιτέρω εξηγήσεις και οδηγίες για το στόχο παρείχαν σε κάθε συμμετέχοντα ξεχωριστά πριν από την αρχή του πειράματος.

Πειραματικές δοκιμές

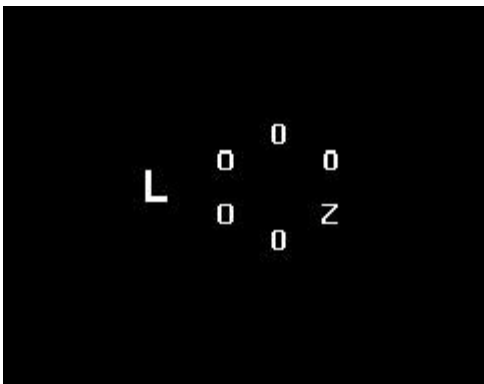
Κάθε δοκιμή ξεκίνησε με έναν σταυρό σταθεροποίησης (διάρκειας 1000ms) και αμέσως μετά ακολούθησε μια οπτική κυκλική διάταξη η οποία εμφανίστηκε στη θέση του σταυρού και παρέμεινε στην οθόνη για 200ms. Στην συνέχεια ακολούθησε η μάσκα, δηλαδή το μαύρο background της οθόνη για 1800ms όπου οι συμμετέχοντες θα μπορούσαν να απαντήσουν μεταξύ του διαστήματος από την εμφάνιση της κυκλικής διάταξης μέχρι το τέλος της μάσκας. Επομένως είχαν στην διάθεση τους μέχρι και 2000ms ($200 + 1800 = 2000\text{ms}$) να ανταποκριθούν. Ο στόχος αναζήτησης ολοκληρώθηκε με την απάντηση του συμμετέχοντος πιέζοντας τον αριθμό μηδέν (0) για το γράμμα στόχος X και τον αριθμό δύο (2) για το γράμμα στόχος Z ή αυτόματα στην περίπτωση που οι συμμετέχοντες δεν ανταποκρίνονταν μετά από 2000ms. Μετά από τη λήξη της δοκιμής, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να κινηθούν προς την επόμενη δοκιμή πιέζοντας το πλήκτρο διαστήματος του πληκτρολογίου. Πιο κάτω ακολουθεί μια αναπαράσταση της κυκλικής διάταξης:



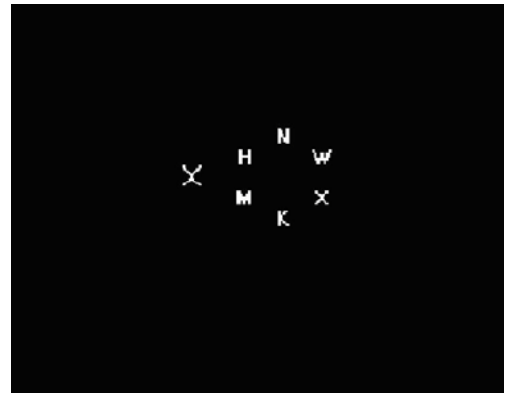
Ενδιάμεσο φορτίο-Ασύμβατο



Ενδιάμεσο φορτίο-Συμβατό



Χαμηλό φορτίο-Ουδέτερο



Υψηλό φορτίο-Συμβατό

Σχήμα 7: Αναπαράσταση του στόχου αναζήτησης

4.3. Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Για την παρούσα έρευνα επιλέχτηκε το λογισμικό πρόγραμμα SPSS για την διεξαγωγή ανάλυσης ANOVA με σκοπό την αναλυτικότερη διερεύνηση της

επίδρασης που επιφέρει στους χρόνους αντίδρασης ο τύπος της συμβατότητας του άσχετου ερεθίσματος (συμβατό, ασύμβατο, ουδέτερο) και ο τύπος του φορτίου (Χαμηλό, Ενδιάμεσο, Υψηλό). Αρχικά έγινε συλλογή των δεδομένων (χρόνοι αντίδρασης και ακρίβειας) των συμμετεχόντων και στην συνέχεια εντοπισμός και καταγραφή των σημαντικότερων παραμέτρων για την υλοποίηση της ανάλυσης ANOVA. Η ανάλυση ANOVA πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις διάμεσες των χρόνων αντίδρασης και την ακρίβεια. Αξίζει να αναφέρουμε ότι η ανάλυση ANOVA των χρόνων αντίδρασης πραγματοποιήθηκε για τις δοκιμές στις οποίες οι συμμετέχοντες απάντησαν σωστά και φυσικά μέσα στον προκαθορισμένο χρόνο.

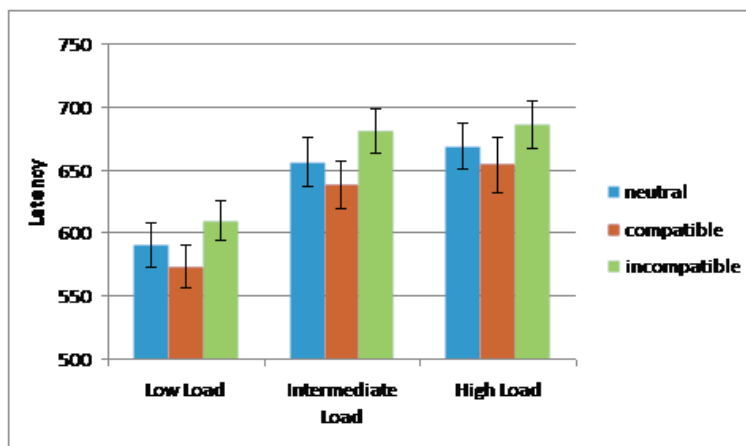
❖ *Ανάλυση των διάμεσων τιμών (median) των χρόνων αντίδρασης*

Η ανάλυση αποκάλυψε ότι η κύρια επίδραση του φορτίου ($F(2,58) = 109.12, p < .001$) είναι σημαντική, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στις τρεις συνθήκες του αντιληπτικού φορτίου (χαμηλό, ενδιάμεσο, υψηλό) είναι στατιστικά σημαντική. Για ακριβέστερα συμπεράσματα, πραγματοποιήσαμε σύγκριση κατά ζεύγη (pair-wise comparisons) η οποία έδειξε ότι μεταξύ του χαμηλού και ενδιάμεσου φορτίου η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($p < .001$), μεταξύ του χαμηλού και υψηλού φορτίου επίσης η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($p < .001$) σε αντίθεση με το ενδιάμεσο και υψηλό φορτίο όπου η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική ($p > .05$ και συγκεκριμένα $p = .12$). Συνεπώς, οι συμμετέχοντες είναι γρηγορότεροι στις δοκιμές χαμηλού φορτίου, πιο αργοί στις δοκιμές ενδιάμεσου φορτίου και ακόμη πιο αργοπορημένοι στις δοκιμές υψηλού φορτίου, όπως προβλέπεται άλλωστε. Η ανάλυση αποκάλυψε ότι η κύρια επίδραση της συμβατότητας ($F(2,58) = 24.14, p < .001$) είναι σημαντική, γεγονός που επιβεβαιώνει

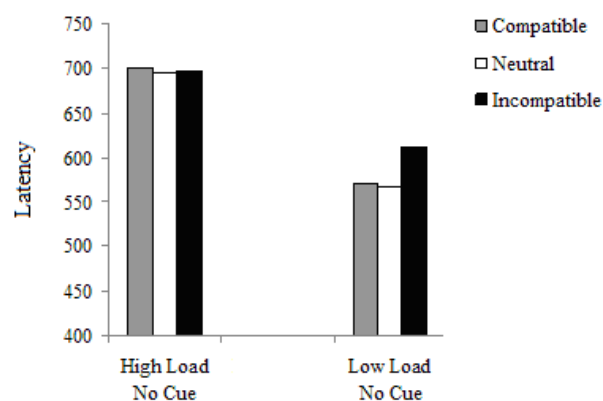
ότι η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στον τύπο της συμβατότητας του άσχετου ερεθίσματος (συμβατό, ασύμβατο, ουδέτερο) είναι στατιστικά σημαντική. Όπως και στην ανάλυση του φορτίου έτσι και εδώ για ακριβέστερα συμπεράσματα, πραγματοποιήσαμε σύγκριση κατά ζεύγη (pair-wise comparisons) η οποία έδειξε ότι μεταξύ του ουδέτερου και συμβατού άσχετου ερεθίσματος η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($p < .05$), μεταξύ του ουδέτερου και ασύμβατου άσχετου ερεθίσματος η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($p < .05$), μεταξύ του συμβατού και ασύμβατου άσχετου ερεθίσματος η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($p < .001$). Συνεπώς, οι συμμετέχοντες είναι γρηγορότεροι στις δοκιμές με τα συμβατά άσχετου ερεθίσματος, πιο αργοί στις δοκιμές ουδέτερου και ακόμη πιο αργοί στις δοκιμές ασύμβατου, όπως προβλέπεται. Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για τις μεταβλητές φορτίο * συμβατότητα αποκάλυψε ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο μεταβλητών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($F(4,116) = .17, p = .96$).

Πραγματοποιήθηκε pair-wise t-test για την σύγκριση των μεταβλητών συμβατό και ασύμβατο. Αποκάλυψε μια σημαντική διαφορά μεταξύ των ασύμβατων και συμβατών δοκιμών στο χαμηλό φορτίο ($t(29) = 3,10, p < .01$). Επίσης, παρατηρήθηκε μια σημαντική διαφορά μεταξύ των ασύμβατων και συμβατών δοκιμών στο ενδιάμεσο φορτίο και χαμηλό φορτίο ($t(29) = 5, p < .001$) και ($t(29) = 4,65, p < .001$) αντίστοιχα.

Στη συνέχεια, αντιπαραθέτουμε τα αποτελέσματα της Lavie με τα αποτελέσματα της παρούσα πειραματικής μελέτης. Ο λόγος που επέλεξα να το κάνω αυτό είναι γιατί το πειραματικό υπόβαθρο της Lavie υπήρξε πηγή έμπνευσης για μας.



Γραφική Αναπαράσταση Παρούσας Πειραματικής Μελέτης (1)



Γραφική Παράσταση Πειραματικής Μελέτης Lavie-Θεωρία Αντιληπτικού Φορτίου (2)

Σχήμα 8: Γραφική Παράσταση των χρόνων αντίδρασης για τις μεταβλητές φορτίο και συμβατότητα

Μελετώντας, την γραφική παράσταση 1 παρατηρούμε ότι η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος (γράμμα distractor) υπάρχει και στις τρεις συνθήκες αντιληπτικού φορτίου. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα από την διαφορά που υπάρχει στους χρόνους αντίδρασης (latency) μεταξύ του τύπου συμβατότητας (συμβατού, ασύμβατου, ουδέτερου) στις τρεις συνθήκες αντιληπτικού φορτίου (χαμηλό, ενδιάμεσο, ουδέτερο).

Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της Lavie τα οποία διαφαίνονται στην γραφική παράσταση 2, όπου παρατηρούμε ότι στην συνθήκη υψηλού αντιληπτικού φορτίου οι χρόνοι αντίδρασης μεταξύ του τύπου συμβατότητας (συμβατού, ασύμβατου,

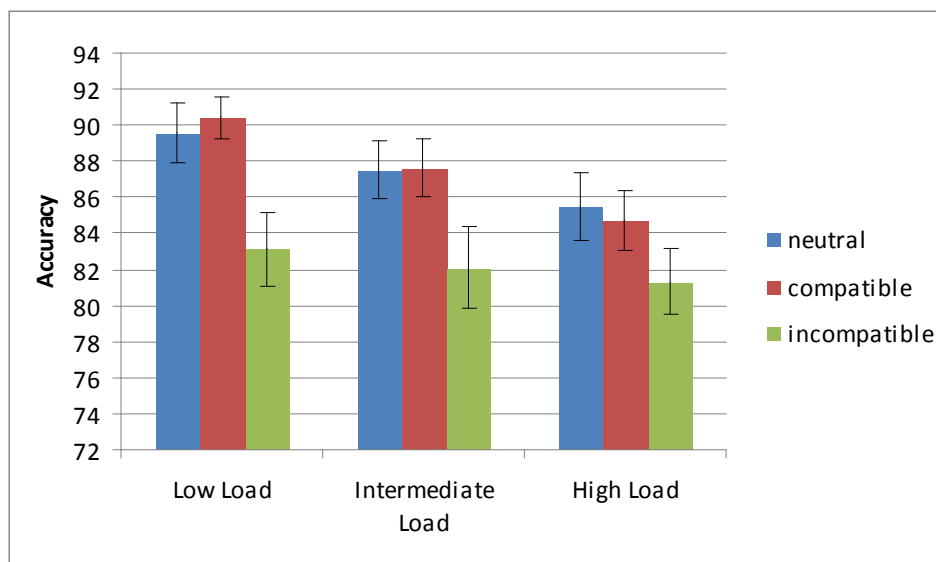
ουδέτερου) είναι στο ίδιο επίπεδο (περίπου 700 ms) ενώ στην συνθήκη χαμηλού αντιληπτικού φορτίου υπάρχει επίδραση του άσχετου ερεθίσματος (γράμμα distractor) στην περίπτωση όπου το γράμμα στόχος ήταν ασύμβατο με το άσχετο γράμμα. Στην περίπτωση αυτή όταν τα ερεθίσματα τα οποία θεωρούνται σχετικά με το στόχο θέτουν ένα αντιληπτικό φορτίο που είναι χαμηλό, τότε η διαθέσιμη χωρητικότητα (δηλ., ελεύθεροι αντιληπτικοί πόροι) διατίθεται για την επεξεργασία των άσχετων ερεθισμάτων.

❖ *Ανάλυση της ακρίβειας*

Η ανάλυση για την ακρίβεια αποκάλυψε κύρια επίδραση του φορτίου ($F(2,58) = 12,55, p < .001$), γεγονός που επιβεβαιώνει ότι η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στις τρεις συνθήκες του φορτίου (χαμηλό, ενδιάμεσο, υψηλό) είναι στατιστικά σημαντική. Κύρια επίδραση υπήρξε επίσης της συμβατότητας ($F(2,58) = 24,71, p < .001$), γεγονός που επιβεβαιώνει ότι η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στον τύπο της συμβατότητας του άσχετου ερεθίσματος (συμβατό, ασύμβατο, ουδέτερο) είναι στατιστικά σημαντική. Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για τις μεταβλητές φορτίο * συμβατότητα αποκάλυψε ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο μεταβλητών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($F(4,116) = 1.14, p = .34$).

Πραγματοποιήθηκε pair-wise t-test για την σύγκριση των μεταβλητών συμβατό και ασύμβατο. Αποκαλύφθηκε μια σημαντική διαφορά μεταξύ των ασύμβατων και συμβατών δοκιμών στο χαμηλό φορτίο ($t(29) = 2,64, p < .05$). Επίσης, παρατηρήθηκε μια σημαντική διαφορά μεταξύ των ασύμβατων και συμβατών δοκιμών στο ενδιάμεσο φορτίο και χαμηλό φορτίο ($t(29) = 3,63, p < .05$) και ($t(29) = 5,33, p < .001$) αντίστοιχα.

Στην γραφική παράσταση που ακολουθεί παρατηρούμε ότι υπάρχει σημαντική διαφορά όταν το γράμμα στόχος ήταν συμβατό σε σύγκριση με την περίπτωση που ήταν ασύμβατο, κυρίως στην συνθήκη χαμηλού φορτίου. Η διαφορά αυτή ελαττώνεται στην πορεία για τη συνθήκη υψηλού φορτίου.



Σχήμα 9: Γραφική Παράσταση της ακρίβεια για τις μεταβλητές φορτίο και συμβατότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:

ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

5.1. Τελικά Συμπεράσματα

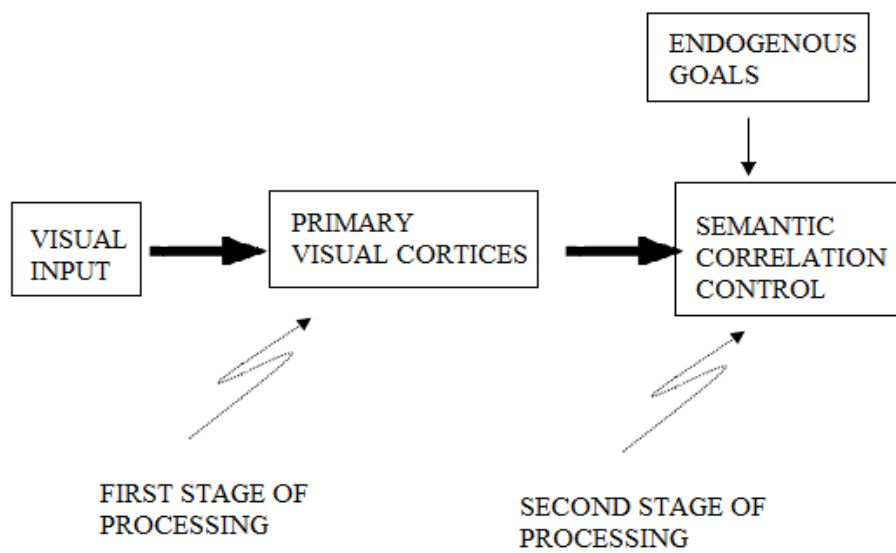
Στα πλαίσια της πειραματικής μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας από τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρατηρήσαμε ότι υπάρχει επίδραση του άσχετου ερεθίσματος (distractor) και στις τρεις συνθήκες του αντιληπτικού φορτίου. Τα αποτελέσματα αυτά δεν συμφωνούν με τα αποτελέσματα της έρευνας της Lavie (Lavie 1995) η οποία έδειξε ότι η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος (distractor) ήταν εμφανή μόνο στις συνθήκες χαμηλού φορτίου όταν το γράμμα στόχος ήταν ασύμβατο με το άσχετο γράμμα (distractor). Εντούτοις, σε αντίθεση με τα στοιχεία της Lavie παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση του άσχετου ερεθίσματος (distractor) τόσο στο υψηλό όσο και στο ενδιάμεσο φορτίο. Επίσης αυτό που παρατηρήσαμε είναι ότι η ακρίβεια των συμμετεχόντων είναι πολύ υψηλή.

Στην προσπάθεια μας να κατανοήσουμε και να διαπιστώσουμε τους λόγους για τους οποίους είχαμε αυτή την σημαντική απόκλιση από τα αποτελέσματα της Lavie διερευνήσαμε διάφορες υποθέσεις που πιθανόν να ισχύουν:

- ❖ Εξαιτίας της συνθήκης ενδιάμεσου φορτίου (πράγμα που δεν ίσχυε στις έρευνες της Lavie) υπήρχε μια προσαρμογή. Συνεπώς, πιθανόν οι συμμετέχοντες αντιμετώπισαν με μεγαλύτερη ευκολία την μετάβαση από ένα εύκολο στόχο αναζήτησης (χαμηλό φορτίο) σε ένα δύσκολο (υψηλό φορτίο).
- ❖ Οι περιορισμένες δυνατότητες του φορητού υπολογιστή ίσως να επηρέασαν τα αποτελέσματα γιατί παρόλο που το πείραμα είχε διεξαχθεί στον ίδιο

υπολογιστή για όλους τους συμμετέχοντες υπάρχει η πιθανότητα, ο χρόνος παραμονής της κυκλικής διάταξης στην οθόνη να διαρκούσε μερικά ms (της τάξης του 10 ms) περισσότερο σε ορισμένες πειραματικές δοκιμές. Αυτό το επιπλέον χρονικό διάστημα είναι αρκετό σε τέτοιου είδους πειράματα και αρκετές φορές επηρεάζει τα αποτελέσματα.

Η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής έχει προσφέρει σημαντικά στοιχεία για την αποτελεσματικότερη μοντελοποίηση του πληροφορικού συστήματος οπτικής προσοχής η οποία αποτελεί προέκταση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η προσοχή μπορεί να καθοδηγηθεί από τα «από επάνω προς τα κάτω» και από τα «από κάτω προς τα επάνω» σήματα που εισέρχονται στο σύστημα κάθε στιγμή. Οι ηθελημένες μετατοπίσεις της προσοχής ή ενδογενή προσοχή προκύπτουν από τα «από επάνω προς τα κάτω» σήματα που δημιουργούνται στο prefrontal φλοιό ενώ η εξωγενή προσοχή καθοδηγείται από τα ισχυρά (salient) ερεθίσματα από τα «από κάτω προς τα επάνω» σήματα στον οπτικό φλοιό. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί (Neokleous, Koushiou, Avraamides, Schizas) ένα προτεινόμενο υπολογιστικό μοντέλο για την ενδογενή και εξωγενή οπτική προσοχή το οποίο βασίζεται στο ρυθμό (rate) αλλά και στο συγχρονισμό της νευρωνικής δραστηριότητας είναι το ακόλουθο:



Σχήμα 10: Προτεινόμενο Μοντέλο Πληροφορικού Συστήματος Οπτικής Επιλεκτικής

Προσοχής

Από το πιο πάνω σχήμα παρατηρούμε ότι οι πληροφορίες στο μοντέλο υποβάλλονται σε επεξεργασία σε δύο στάδια. Η βασική λειτουργία του μοντέλου αυτού στηρίζεται στην υπόθεση ότι το εισερχόμενο οπτικό ερέθισμα ελέγχεται από το μοντέλο βάση του ρυθμού (rate) και της χρονική κωδικοποίησης (temporal coding) της αντίστοιχης νευρωνικής δραστηριότητάς του. Επομένως, στο προτεινόμενο μοντέλο χρησιμοποιείται ένας μηχανισμός για την επιλεκτική προσοχή βασισμένη στο ποσοστό και στον συγχρονισμό της νευρωνικής δραστηριότητας για τα εισερχόμενα ερεθίσματα. Ο ρυθμός που συνδέεται με ένα οπτικό ερέθισμα είναι κρίσιμο στην περίπτωση της εξωγενούς προσοχής αφού αυτός ο τύπος προσοχής επηρεάζεται από τα διαφορετικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα των οπτικών ερεθισμάτων. Τα ερεθίσματα με τα ισχυρότερα (salient) χαρακτηριστικά γνωρίσματα μεταβαίνουν στο δεύτερο στάδιο της επεξεργασίας και στη συνέχεια κερδίζουν την πρόσβαση στη λειτουργική μνήμη. Από την άλλη, η ενδογενή ή από επάνω προς τα κάτω προσοχή επηρεάζεται κυρίως από το συγχρονισμό των εισερχόμενων ερεθισμάτων με τους στόχους που ορίζονται εσωτερικά από τον εγκέφαλο και καθοδηγούν την εκτέλεση μιας διαδικασίας. Οι στόχοι αυτοί διατηρούνται στο prefrontal φλοιό του εγκεφάλου.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την πειραματική μελέτη της παρούσας διπλωματικής εργασίας διαφέρουν από τα αποτελέσματα της Lavie (Lavie,1995), οι απόψεις της οποίας αποτέλεσαν έμπνευση για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του πειράματος της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα, στην μελέτη αυτή παρατηρήθηκε η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος και στις τρεις συνθήκες αντιληπτικού φορτίου (χαμηλού, ενδιάμεσου, υψηλού) σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της Lavie όπου η επίδραση του άσχετου ερεθίσματος παρατηρήθηκε μόνο στην χαμηλή συνθήκη αντιληπτικού φορτίου. Το γεγονός αυτό θα δώσει ακριβέστερες κατευθυντήριες γραμμές στην προσπάθεια μοντελοποίησης του πιο πάνω πληροφορικού συστήματος

με αποτέλεσμα να αναπαριστά ορθότερα την οπτική επιλεκτική προσοχή. Θεωρώ επίσης ότι η μελέτη αυτή θα συνεισφέρει όχι μόνο στην επιτυχή μοντελοποίηση του πληροφορικού συστήματος αλλά και σε περαιτέρω έρευνες που πιθανόν διεξαχθούν στο μέλλον από άλλους ερευνητές γύρω από το θέμα της οπτικής προσοχής.

5.2. *Μελλοντική Εργασία*

Σε προηγούμενο υποκεφάλαιο αναλύσαμε λεπτομερώς τα βασικά ερωτήματα τα οποία αποτέλεσαν βασικό κίνητρο για την υλοποίηση του πειράματος της παρούσας εργασίας καθώς επίσης παρουσιάσαμε τα βήματα που πραγματοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση του πειράματος. Συγκεκριμένα, ερευνήσαμε περαιτέρω τις υποθέσεις της Lavie η οποία σε πρόσφατες έρευνες της (Lavie, 1995) δηλώνει ότι ο βαθμός παρεμπόδισης της αντίληψης των άσχετων ερεθισμάτων (distractors) εξαρτάται από το αντιληπτικό φορτίο που επιβάλλεται από την επεξεργασία της σχετικής πληροφορίας. Κατά συνέπεια, εάν ένας αρχικός στόχος δεν καταναλώνει όλους τους διαθέσιμους πόρους, τότε ένας συμμετέχοντας θα επεξεργαστεί τα άσχετα ερεθίσματα. Επίσης, παρουσιάσαμε τα αποτελέσματα της παρούσα διπλωματικής εργασίας τα οποία ήταν διαφορετικά με τα αποτελέσματα της Lavie.

Φυσικά, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι το πείραμα της Lavie διαφέρει σχεδιαστικά από το πείραμα το οποίο υλοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας και συγκεκριμένα ως προς τον τύπο του αντιληπτικού φορτίου, αφού η Lavie είχε μόνο δύο συνθήκες αντιληπτικού φορτίου (χαμηλό, υψηλό). Συνεπώς, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μια περαιτέρω έρευνα όπου θα επαναληφθεί το ίδιο πείραμα με σκοπό να διευκρινίσει κατά πόσο τα ανωτέρω αποτελέσματα ισχύουν στην περίπτωση όπου στο αντιληπτικό φορτίο υπάρχει μόνο συνθήκη χαμηλού και υψηλού. Τα ερεθίσματα, ο εξοπλισμός, ο προσωπικός

υπολογιστής και οι συμμετέχοντες θα είναι ίδια με το αρχικό πείραμα. Το πείραμα θα διεξαχθεί με δύο συνθήκες αντιληπτικού φορτίου: υψηλή και χαμηλή όπως και στα πειράματα της Lavie και του Johnson.

Μια επιπλέον μελλοντική εργασία η οποία θα απέφερε σημαντικά αποτελέσματα γύρω από τον τομέα της Προσοχής και της Λειτουργικής Μνήμης, είναι η μελέτη οπτικοακουστικής προσοχής. Σκοπός του πειράματος είναι να μετρήσει τον χρόνο αντίδρασης κάθε συμμετέχοντος, στην περίπτωση που υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των εξωτερικών ερεθισμάτων αλλά και στην περίπτωση που τα εξωτερικά ερεθίσματα δεν συσχετίζονται καθόλου μεταξύ τους. Στην συγκεκριμένη περίπτωση τα εξωτερικά ερεθίσματα θα είναι οπτικά και ακουστικά. Τα ερεθίσματα θα πρέπει να μετατραπούν με τέτοιο τρόπο ώστε να μην έχουν καμία σημασιολογική σχέση μεταξύ τους, στην περίπτωση όπου είναι συσχετισμένα (congruent) και ασυσχέτιστα (incongruent). Για παράδειγμα, ένα γράμμα να συσχετίζεται με μια νότα (ένα ήχο) η οποία θα είναι χαμηλή ή ψηλή.



Συνεπώς, τα δοκιμαστικά θα γίνουν στους συμμετέχοντες έτσι ώστε να συνδέσουν σημασιολογικά τα πιο πάνω αντικείμενα μεταξύ τους. Με τη διεξαγωγή ενός πειράματος οπτικοακουστικής προσοχής, σκοπός είναι να καθοριστεί ο ρόλος που διαδραματίζεται στην αντίληψη όταν υπάρχει συμφωνία στο περιεχόμενο των ερεθισμάτων στην περίπτωση όπου γίνεται ταίριασμα οπτικοακουστικών ερεθισμάτων (cross-modality) σε αντίθεση με την υλοποίηση του πειράματος στην τρέχουσα εργασία όπου γίνεται ταίριασμα οπτικού ερεθίσματος με οπτικό ερέθισμα (within modality).

References

1. Brian Nosek, Διδακτικές Σημειώσεις για τη Μνήμη, Πανεπιστήμιο της Βιργινίας, Τμήμα Ψυχολογίας (Link: <http://projectimplicit.net/nosek/teaching/101/lecture11notesb.pdf>)
2. Broadbent D.E. (1954), «The role of auditory localization in attention and memory span», *Journal of Experimental Psychology*, 47, 191-196.
3. Cartright-Finch U. & Lavie N. (2006). «The role of perceptual load in Inattentive Blindness», *Cognition*, 102, 321-340
4. Colflesh Gregory J. H., Conway Andrew R. A., «Individual differences in working memory capacity and divided attention in dichotic listening», *Psychonomic Bulletin & Review*, Number 4, August 2007
5. Conway A. R. A., Cowan N. & Bunting M. F., «The cocktail party phenomenon revisited: The importance of working memory capacity», *Psychonomic Bulletin & Review*, 2001
6. David Soto, Hodsoll John, Rotshtein Pia Glyn W. Humphreys (2008), «Automatic guidance of attention from working memory», *Trends in Cognitive Sciences Vol.12 No.9*.
7. Downing Paul E., «Interactions Between Visual Working Memory and Selective Attention», *Psychological Science*, Volume 11, Number 6, November 2000 , pp. 467-473(7)
8. Garavan H. (1998), «Serial attention within working memory», *Memory & Cognition*, 26 (2), 263-276.
9. Johnson D., A. McGrath, C. McNeil (2002), «Cuing interacts with perceptual load in visual search», *Psychological Science*, 13, 284-287.
10. Kimura D. (1961a), «Some effects of temporal lobe damage on auditory perception», *Canadian Journal of Psychology*, 15, 156-165.
11. Kimura D. (1961b), «Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli», *Canadian Journal of Psychology*, 15, 156-165.
12. Laurienti Paul J., Kraft Robert A, Maldjian Joseph A, Burdette Jonathan H, Mark T Wallace ,«Semantic congruence is a critical factor in multisensory behavioral performance», *Exp Brain Res*, 158(4), 405-14, 2004
13. Lavie N., (1995). «Perceptual load as a necessary condition for selective attention», *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(3), 451-468.
14. Lavie N., (2005), «Distracted and confused?: selective attention under load», *Trends Cogn. Sci.* 9, 75–82
15. Lavie N., Cox S. (1997). «On the efficiency of Visual Selective Attention: Efficient Visual Search leads to Inefficient distractor rejection», *Psychological Science*, 8(5), 395-398
16. Lavie N., Hirst A., de Fockert J. W. & Viding E. (2004), «Load theory of selective attention and cognitive control», *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(3), 339-354.

17. Luck Steven J., Ford Michelle (1998), «On the role of selective attention in visual perception», *Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America* 95 (3):825-830
18. McCarthy John, Minsky Marvin, Rochester Nathaniel, Claude Shannon, «A proposal for the Summer Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence» (August 31, 1955), *AI Magazine* Volume 27 Number 4 (2006) (© AAAI)
19. Moray N., «Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions», *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 1959.
20. Neokleous C. Kleanthis, Avraamides N. Marios, Neocleous K. Costas, Schizas N. Christos, «A Neural Network Computational model of visual selective attention», Department of Computer Science, Department of Psychology, University of Cyprus, Department of Mechanical Engineering, Cyprus University of Technology.
21. Neokleous C. Kleanthis, Avraamides N. Marios, Schizas N. Christos, «Computational Modeling of Visual Selective Attention Based on Correlation and Synchronization of Neural Activity», Department of Computer Science, Department of Psychology, University of Cyprus.
22. Neokleous Kleanthis, Maria Koushiou, Avraamides N. Marios, Schizas Christos, «A coincidence detector neural network model of selective attention», Department of Computer Science, Department of Psychology, University of Cyprus
23. Olesen P. J., Westerberg H. , Klingberg T. (2004), «Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory», *Nature Neuroscience*, 7, 75-79.
24. Quanying Gao, Chen Zhe, Russell Paul, «Working Memory Load and the Stroop Interference Effect», *New Zealand Journal of Psychology* Vol. 36, No. 3, November 2007
25. Richard P. Heitz, Randall W. Engle, Georgia Institute of Technology, «Focusing the Spotlight: Individual Differences in Visual Attention Control», *Journal of Experimental Psychology: General* 2007, Vol.136, No.2, 217–240
26. Translation of Spitzer M. (2002). “Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeitsfokussierung”, by Spitzer M., “Schokolade im Gehirn: und weitere Geschichten aus der Nervenheilkunde”, Stuttgart-New York: Schattauer, 2002, pp.87-90
27. Treisman A., «Verbal cues, language and meaning in selective attention», *American Journal of Psychology*, 1964
28. Westerberg H, Klingberg T. (2007), «Changes in cortical activity after training of working memory - a single-subject analysis», *Physiology & Behavior*, doi:10.1016/j.physbeh.2007.05.041.
29. <http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>