

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΗΣ
ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ**

Εύη Προκοπίου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2009

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πληροφορικό Σύστημα Μελέτης της Οπτικοακουστικής Προσοχής

Εύη Προκοπίου

Επιβλέπων Καθηγητής

Χρίστος Ν. Σχίζας

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των
απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του
Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2009

Ευχαριστίες

Θα ήθελα καταρχάς να ευχαριστήσω τον επιβλέπων Καθηγητή μου, κύριο Χρίστο Σχίζα για την ευκαιρία που μου έδωσε να μελετήσω ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα όπως η οπτικοακουστική προσοχή καθώς και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε. Ακολουθώντας, θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Μάριο Αβρααμίδη, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Κύπρου, για τη βοήθεια που μου προσέφερε καθώς επίσης και τον κύριο Κλεάνθη Νεοκλέους, διδακτορικό φοιτητή του τμήματός Πληροφορικής, για την αμέριστη βοήθεια και τις συμβουλές του. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Κάτια Νικολαΐδου, μεταπτυχιακή φοιτήτρια του τμήματος Πληροφορικής, για την συνεργασία και τις πολύτιμες συμβουλές της καθώς και την συμφοιτήριά μου Αθηνά Μουζούρη για τη βοήθεια και συμπαράσταση που μου προσέφερε. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους όσους έλαβαν μέρος στο πείραμά μου, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην υλοποίηση και επιτυχία του έργου μου.

Περίληψη

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να παρουσιαστεί η έρευνα που έγινε ούτως ώστε να μελετηθούν κάποια σημαντικά θέματα που αφορούν την επιλεκτική οπτικοακουστική προσοχή.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μία γενική εισαγωγή στο θέμα που μελετείται. Το πρώτο υποκεφάλαιο μας εισαγάγει στην επιστήμη της Πληροφορικής, αρχίζοντας από τα πανάρχαια χρόνια και καταλήγοντας στην εποχή μας, την εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης, η οποία εξετάζεται εν συντομία στο δεύτερο υποκεφάλαιο. Το υποκεφάλαιο που ακολουθεί, μας εισαγάγει στην έννοια της προσοχής και στο τελευταίο υποκεφάλαιο προτείνεται ένα μοντέλο που προσομοιώνει την λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου όσον αφορά την προσοχή.

Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελεί το πειραματικό υπόβαθρο και γίνεται αναφορά σε παλαιότερες μελέτες και πειράματα που σχετίζονταν με την μελέτη της οπτικής προσοχής αλλά και της οπτικοακουστικής. Επιπλέον, στο πρώτο υποκεφάλαιο, παρουσιάζεται μία πειραματική μελέτη που αφορά την οπτική προσοχή και πραγματοποιήθηκε πρόσφατα από φοιτητές του τμήματος Πληροφορικής του πανεπιστημίου μας. Στο τελευταίο υποκεφάλαιο παραθέτονται τα σημαντικότερα αποτελέσματα που λήφθηκαν από αυτές τις μελέτες.

Το τρίτο κεφάλαιο, αναφέρεται στο πείραμα της οπτικοακουστικής προσοχής που έχω πραγματοποιήσει. Σε αυτό περιγράφονται ο σκοπός του πειράματος, η όλη δομή και διαδικασία του πειράματος καθώς και τα αποτελέσματα που λήφθηκαν από αυτό.

Στο τελευταίο κεφάλαιο των συμπερασμάτων, γίνεται σχολιασμός των συμπερασμάτων που εξήχθηκαν από το πείραμά μου και στο δεύτερο υποκεφάλαιο προτείνονται κάποια θέματα, τα οποία θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθούν στο μέλλον.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή.....	1
	1.1 Από την Πληροφορική στην Τεχνητή Νοημοσύνη	1
	1.2 Τεχνητή Νοημοσύνη	3
	1.3 Τι είναι Προσοχή;	4
	1.4 Μοντέλο Προσομοίωσης Ανθρώπινου Εγκεφάλου	7
Κεφάλαιο 2	Πειραματικό Υπόβαθρο.....	11
	2.1 Πειραματική Μελέτη 1	11
	2.2 Πειραματική Μελέτη 2	17
	2.3 Πειραματική Μελέτη 3	19
	2.4 Πειραματική Μελέτη 4	22
	2.5 Πειραματική Μελέτη 5	27
	2.6 Πειραματική Μελέτη 6	30
	2.7 Πειραματική Μελέτη 7	31
	2.8 Πειραματική Μελέτη 8	33
	2.9 Πειραματική Μελέτη 9	37
	2.10 Πειραματική Μελέτη 10	41
	2.11 Συμπεράσματα που αφορούν την Οπτικοακουστική Προσοχή	44
Κεφάλαιο 3	Πείραμα Οπτικοακουστικής Προσοχής.....	46
	3.1 Σκοπός Πειράματος	46
	3.2 Περιγραφή Πειράματος	48
	3.3 Αποτελέσματα Πειράματος	52
Κεφάλαιο 4	Συμπεράσματα.....	56
	4.1 Συμπεράσματα που προέκυψαν από το Πείραμα	56
	4.2 Προτάσεις για Μελλοντική Εργασία	58

Βιβλιογραφία	61
---------------------------	-----------

Παράρτημα Α	A-1
--------------------------	------------

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Από την Πληροφορική στην Τεχνητή Νοημοσύνη	1
1.2 Τεχνητή Νοημοσύνη	3
1.3 Τι είναι Προσοχή;	4
1.4 Μοντέλο Προσομοίωσης Ανθρώπινου Εγκεφάλου	7

1.1 Από την Πληροφορική στην Τεχνητή Νοημοσύνη

Η Πληροφορική είναι η επιστήμη που ασχολείται με τη συλλογή, την αποθήκευση, την επεξεργασία, την κωδικοποίηση, τη διαχείριση και τη μετάδοση των πληροφοριών, καθώς επίσης και την τεχνική υλοποίηση των αντίστοιχων διαδικασιών. Η Πληροφορική ταυτίζεται πρακτικά με την επιστήμη υπολογιστών διότι η υλοποίηση των μεθόδων της βασίστηκε από την πρώτη στιγμή στα συστήματα υπολογιστών. Επιστήμη υπολογιστών είναι η μελέτη των θεωρητικών θεμελίων της πληροφορίας και των υπολογισμών, καθώς και της υλοποίησης και εφαρμογής τους σε υπολογιστικά συστήματα. Η επιστήμη υπολογιστών έχει πολλούς κλάδους, κάποιοι εκ των οποίων δίνουν έμφαση στον υπολογισμό συγκεκριμένων αποτελεσμάτων, ενώ άλλοι σχετίζονται με ιδιότητες υπολογιστικών προβλημάτων [1, 2].

Από τα πανάρχαια χρόνια η ανάγκη του ανθρώπου για επιβίωση τον οδήγησε στην κατασκευή εργαλείων που να διευκολύνουν την ζωή του, ή αλλιώς να την «αυτοματοποιούν». Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε σιγά – σιγά τον άνθρωπο στις προγραμματιζόμενες μηχανές και στα ρομπότ.

Στην προσπάθειά του ο άνθρωπος να αποφύγει τους κοπιαστικούς και επαναλαμβανόμενους υπολογισμούς, ανακάλυψε από πολύ νωρίς, περίπου το 3000 π.Χ., τον άβακα, μια συσκευή παρόμοια με το σημερινό αριθμήτηριο που χρησιμοποιείται από τα παιδιά. Από τον άβακα μέχρι τον σημερινό ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο άνθρωπος δημιούργησε πλήθος υπολογιστικών μηχανών.

Γύρω στο 1617, κατασκευάζεται από τον John Neper η πρώτη μηχανική υπολογιστική μηχανή, η οποία εκτελούσε πολλαπλασιασμούς. Λίγο αργότερα, το 1623, ο Whilhem Schickerd κατασκεύασε μία μηχανή η οποία εκτελούσε προσθέσεις και αφαιρέσεις, ενώ σε συνδυασμό με την μηχανή που κατασκεύασε ο Neper μπορούσε να εκτελέσει και πολλαπλασιασμούς. Η μηχανή αυτή, είχε επίσης τη δυνατότητα να αποθηκεύει τα αποτελέσματα των ενδιάμεσων υπολογισμών και να ειδοποιεί με ένα κουδούνι το χρήστη, όταν η υπολογιζόμενη ποσότητα ξεπερνούσε το μέγεθός της. Την ίδια περίπου εποχή, ο Blaise Pascal δημιουργεί τη δική του προσθετική μηχανή, για να βοηθήσει τον πατέρα του που ήταν φοροεισπράκτορας.

Στις αρχές του 19ου αιώνα εμφανίζονται μηχανές που διαβάζουν οδηγίες και δεδομένα από διάτρητες κάρτες. Μια από αυτές τις μηχανές είναι ο αργαλειός που εφευρέ ο Joseph Jacquard το 1801. Ο αργαλειός αυτός, καθόριζε τη θέση των νημάτων από την παρουσία ή την απουσία οπών σε μία σειρά καρτών. Στα τέλη του ίδιου αιώνα κάνουν την εμφάνισή τους οι πρώτες μηχανές που επεξεργάζονται πληροφορίες γενικά και δεν εκτελούν μόνο υπολογισμούς.

Η χρήση του ηλεκτρισμού και ειδικότερα των ηλεκτρονόμων, οδήγησε τον Konrad Zuse το 1936, στην κατασκευή του πρώτου δυαδικού ηλεκτρομηχανικού υπολογιστή γενικής χρήσης που ελεγχόταν από πρόγραμμα. Το 1944 στο πανεπιστήμιο Harvard των ΗΠΑ κατασκευάζεται ο ηλεκτρομηχανικός υπολογιστής MARK 1. Με την ανακάλυψη της λυχνίας κενού ξεκινάει η ηλεκτρονική εποχή. Δεν αργεί να εμφανιστεί, το 1946, ο πρώτος ηλεκτρονικός αριθμητικός υπολογιστής, ο ENIAC, ο οποίος είχε μέγεθος ίσο περίπου με ένα μεγάλο δωμάτιο.

Από τα τέλη της δεκαετίας του 50, οι λυχνίες που χρησιμοποιούνταν στην κατασκευή των ηλεκτρονικών υπολογιστών, αντικαθίστώνται από τα τρανζίστορ. Το γεγονός αυτό,

οδηγεί στη μείωση του μεγέθους των μηχανών καθώς και της κατανάλωσης ενέργειας για την λειτουργία και την ψύξη τους, ενώ ταυτόχρονα αυξάνονται η αξιοπιστία και οι δυνατότητες τους για επεξεργασία δεδομένων.

Τη συνέχεια στην εξέλιξη των υπολογιστών, δίνει η εμφάνιση του ολοκληρωμένου κυκλώματος (chip). Το ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι μία μικροσκοπική επιφάνεια πυριτίου με μεταλλικούς ακροδέκτες, πάνω στην οποία συνυπάρχουν δεκάδες ηλεκτρονικά στοιχεία. Με αυτή την εφεύρεση, η αξιοπιστία και η ταχύτητα των υπολογιστών συνεχίζει να μεγαλώνει. Αντίθετα, η κατανάλωση ενέργειας εξακολουθεί να μειώνεται.

Στη δεκαετία του 70, κάνει την εμφάνισή του ο μικροεπεξεργαστής. Με τον μικροεπεξεργαστή, γίνεται δυνατή η τοποθέτηση χιλιάδων ηλεκτρονικών στοιχείων πάνω σε μία επιφάνεια. Ως φυσικό επακόλουθο, το μέγεθος και το κόστος των υπολογιστών μειώνεται θεαματικά. Ταυτόχρονα, οι δυνατότητές τους υπερβαίνουν κατά πολύ αυτές των προγόνων τους. Το 1981, παρουσιάζεται από την IBM ο πρώτος προσωπικός υπολογιστής.

Στην εποχή μας, οι υπολογιστές εμφανίζονται σε όλες σχεδόν της ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως τη μόρφωση, την εργασία, την ενημέρωση και τη διασκέδαση. Η εξέλιξη τους ποτέ δεν σταματά. Οι επιστήμονες, όλο και περισσότερο προσπαθούν να αλλάξουν ριζικά την αρχιτεκτονική και την χρήση των υπολογιστών, με τη βοήθεια της μικροηλεκτρονικής αλλά και της έρευνας στην Τεχνητή Νοημοσύνη και τη ρομποτική [2].

1.2 Τεχνητή Νοημοσύνη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη αντλεί γνώση από πολλούς και διαφορετικούς τομείς, όπως τη Φιλοσοφία, τα Μαθηματικά, τη Γνωστική Ψυχολογία και τη Μηχανική, γεγονός που της δίνει τον πολυεπιστημονικό της χαρακτήρα. Επίσης, οι εφαρμογές της αφορούν πολλούς και διαφορετικούς τομείς, όπως είναι η Ιατρική, η Νομική, η Εκπαίδευση, η Γλωσσολογία, η Βιολογία, η Γεωλογία και η Αστρονομία.

Ένας ορισμός για την Τεχνητή Νοημοσύνη που έχει προταθεί από τους Rich και Knight και είναι ένας από τους πιο αντιπροσωπευτικούς ορισμούς της Τεχνητής Νοημοσύνης που καλύπτει αρκετά ικανοποιητικά αυτό το πεδίο είναι ο ακόλουθος: Τεχνητή Νοημοσύνη είναι η μελέτη του πώς να κάνουμε τον υπολογιστή να πράξει κάτι που επί του παρόντος ο άνθρωπος μπορεί να πράξει καλύτερα [6]. Με άλλα λόγια, η Τεχνητή Νοημοσύνη προσπαθεί να προσομοιώσει τις λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο θα πρέπει να μελετηθούν πάρα πολλοί τομείς, μερικούς από τους οποίους έχω προαναφέρει. Ένας από αυτούς του τομείς, ή καλύτερα μέρος κάποιων τομέων, όπως είναι η Ψυχολογία και η Νευρολογία, είναι η προσοχή, με την οποία καταπιάνεται η παρούσα μελέτη και την οποία θα εξετάσουμε στην επόμενη υποενότητα.

1.3 Τι είναι Προσοχή;

Όλοι γνωρίζουμε τι σημαίνει η λέξη προσοχή. Στην πραγματικότητα όμως δεν γνωρίζουμε επακριβώς πόσα πράγματα κρύβει αυτή η απλή λέξη. Με απλά λόγια θα μπορούσαμε να δώσουμε τον πιο κάτω ορισμό για να προσδιορίσουμε κατά κάποιο τρόπο την πολυδιάστατη αυτή έννοια.

Η προσοχή είναι η γνωστική διαδικασία της επιλεκτικής επικέντρωσης σε μια πτυχή του περιβάλλοντος αγνοώντας άλλα πράγματα. Κατά συνέπεια, εκείνη η πτυχή γίνεται το μόνο πράγμα που γνωρίζουμε τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή [18]. Η επικέντρωση αυτή, μπορεί να είναι σε κάποιο ακουστικό ήχο, ή σε κάποια οπτική εικόνα ή σε οτιδήποτε άλλο προκαλεί τις ανθρώπινες αισθήσεις. Επίσης, μπορεί να αφορά και πράγματα που βρίσκονται στις σκέψεις ή στο υποσυνείδητο μας.

Παραδείγματα προσοχής περιλαμβάνουν το να ακούσουμε προσεκτικά αυτό που κάποιος λέει αγνοώντας άλλες συνομιλίες σε ένα δωμάτιο (the cocktail party effect) ή ακούγοντας μια τηλεφωνική συνομιλία ενώ οδηγούμε το αυτοκίνητο μας. Μερικές φορές η προσοχή μεταφέρεται σε θέματα ανεξάρτητα από το εξωτερικό περιβάλλον, ένα φαινόμενο που αναφέρεται ως «αυθόρμητη σκέψη». Η προσοχή είναι ένα από τα

πιο έντονα μελετημένα θέματα στην Ψυχολογία και στη Γνωστική Νευρολογία [17,13,18].

Η προσοχή δεν είναι μόνο ενός είδους, έτσι θα πρέπει να ερευνηθούν από τους μελετητές όλα τα είδη προσοχής ούτως ώστε να μπορεί να δοθεί ένας σαφής ορισμός. Δύο είδη προσοχής που είναι ίσως τα μέχρι στιγμής πιο μελετημένα, είναι η οπτική και η ακουστική προσοχή.

Η οπτική προσοχή είναι στενά συνδεδεμένη με το που κοιτάζουμε και τις κινήσεις των ματιών μας. Παρόλα αυτά, όλοι γνωρίζουμε ότι «βλέπουμε και έξω από τις γωνίες των ματιών μας». Για παράδειγμα, εάν επικεντρώσουμε το βλέμμα μας σε ένα συγκεκριμένο σημείο όπως το αστεράκι αυτό *, μπορούμε να διαβάσουμε τις κοντινές λέξεις χωρίς να μετακινήσουμε το βλέμμα μας. Στην όραση, φαίνεται να υπάρχει ένα προφανές όριο στο πόσες πληροφορίες μπορούμε να πάρουμε την ίδια χρονική στιγμή, τουλάχιστον από τις διαφορετικές χωρικές θέσεις, επειδή δεν υπάρχει η δυνατότητα να κοιτάζουμε σε δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα. Μία από τις πιο γνωστές μεταφορές που χρησιμοποιούνται για την οπτική προσοχή είναι ότι είναι σαν μία σημειακή φωτεινή πηγή, που μας επιτρέπει να παρακολουθήσουμε επιλεκτικά τα ιδιαίτερα μέρη του οπτικού περιβάλλοντος. Ο William James, περιέγραψε την οπτική προσοχή σαν να έχει εστίαση και περιθώρια [13].

Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα οπτικής προσοχής είναι το ψάξιμο ενός ονόματος σε ένα τηλεφωνικό κατάλογο. Σε αυτήν την περίπτωση, πρέπει να επικεντρώσουμε την όρασή μας σε ένα συγκεκριμένο σημείο και να προσπαθήσουμε να επιλέξουμε το συγκεκριμένο ερέθισμα που ψάχνουμε από μία πλειάδα παρόμοιων στοιχείων. Για να επιτευχθεί ο στόχος μας, θα πρέπει να μείνουμε επικεντρωμένοι σε αυτό που κάνουμε, χωρίς να εκτρέψουμε την προσοχή μας από αυτό [17].

Η ακουστική προσοχή, όπως και η οπτική, φαίνεται να είναι περιορισμένη. Σε αντίθεση με τα μάτια, δε μπορούμε να μετακινήσουμε τα αυτιά μας για να επιλέξουμε μία περιοχή ή να ψάξουμε το περιβάλλον. Αν και δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο και συνεπώς όλοι οι ήχοι θα προσληφθούν, μπορούμε να επιλέξουμε τι θα ακούσουμε. Όταν δηλαδή

υπάρχουν γύρω μας πολλά διαφορετικά κανάλια ήχου που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές, δεν μπορούμε να τα ακούμε όλα ταυτόχρονα [13].

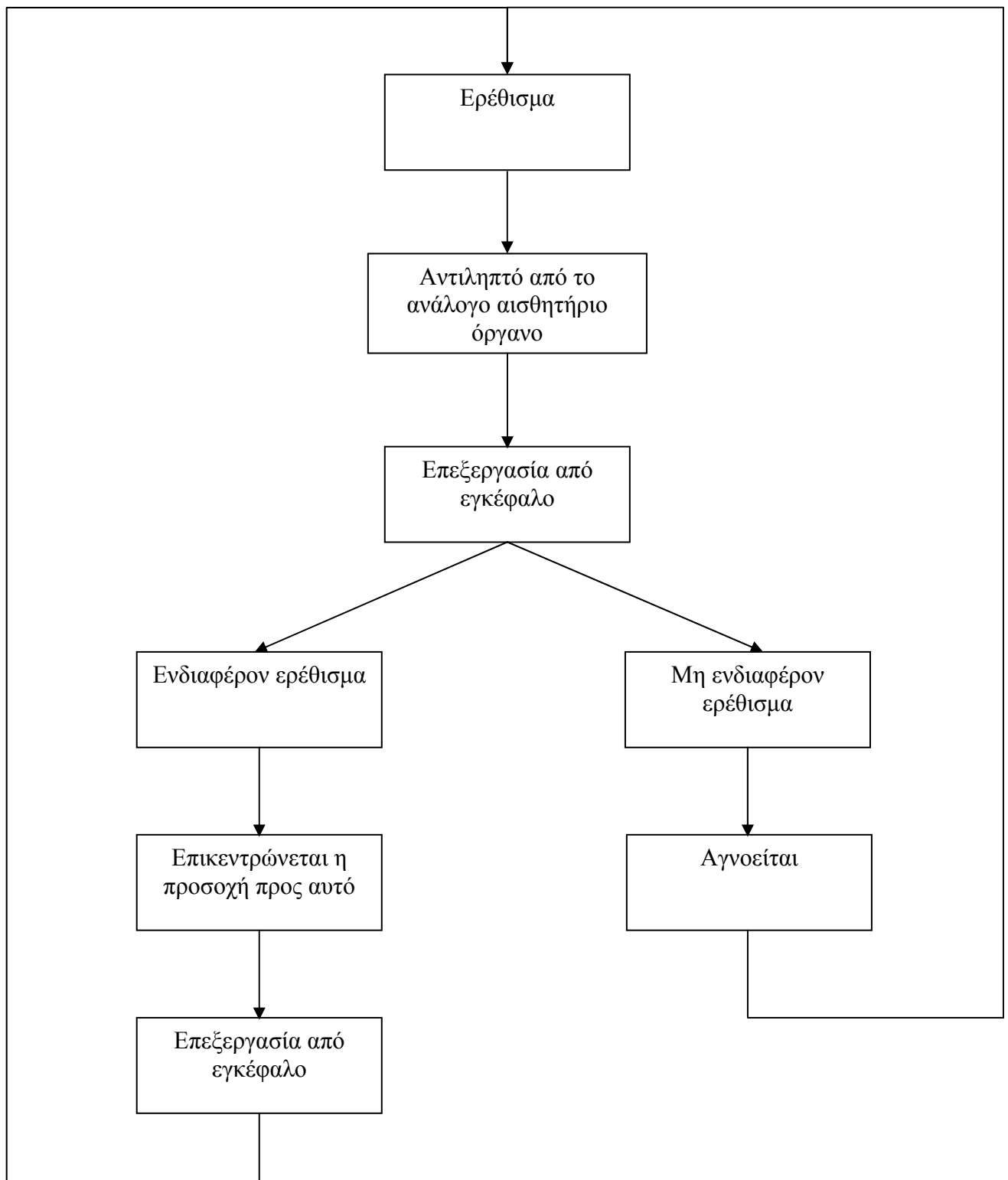
Όπως όλοι γνωρίζουμε, μπορούμε να ακούμε επιλεκτικά μία ενδιαφέρουσα συζήτηση στο διπλανό τραπέζι ενός εστιατορίου, ακόμη και αν υπάρχει ήδη μία συζήτηση σε εξέλιξη στο τραπέζι που καθόμαστε. Αυτό αποτελεί ένα παράδειγμα της επιλεκτικής ακουστικής προσοχής και μία έκδοση του φαινομένου “cocktail party” που μελετήθηκε από τον Cherry. Παρόλο το γεγονός ότι παρακολουθούμε τη συζήτηση που γίνεται στο διπλανό τραπέζι, ένας σημαντικός θόρυβος είναι ικανός να μας αποσπάσει την προσοχή [17, 13].

Τα αντικείμενα, συνήθως, έχουν και οπτικές και ακουστικές ιδιότητες, καθώς και αισθητικές και οσφρητικές. Ενώ μπορεί να δίνουμε προτεραιότητα, ή επιλεκτικά να παρακολουθούμε μία μορφή αίσθησης παρά κάποια άλλη, για την επιβίωσή μας είναι συνήθως καλύτερα να είμαστε ενήμεροι για όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία αισθήσεων [13]. Ένας από τους πιο σημαντικούς συνδυασμούς αισθήσεων είναι η οπτικοακουστική. Η οπτικοακουστική προσοχή αποτελεί τον συνδυασμό της οπτικής και της ακουστικής που έχουμε προαναφέρει.

Ένα παράδειγμα πολυαισθητήριου, οπτικοακουστικού ερεθίσματος αποτελεί η τηλεόραση. Όταν ένα άτομο παρακολουθεί το αγαπημένο του τηλεοπτικό πρόγραμμα, μπορεί να μην έχει αίσθηση για το τι άλλο συμβαίνει γύρω του. Δηλαδή, αν κάποιος του κάνει μία ερώτηση, μπορεί να μην τον ακούσει [17].

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσει κάποιες σημαντικές πτυχές της οπτικοακουστικής προσοχής, ούτως ώστε να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα που πιθανό να βοηθήσουν μελλοντικές μελέτες στο θέμα αυτό. Παράλληλα, η έρευνα αυτή θα αποτελέσει και ένα μικρό υποβοήθημα της εργασίας που επιτελείται από ερευνητές του τμήματός μας. Η έρευνα που πραγματοποιούν αφορά την ανάπτυξη ενός πληροφορικού συστήματος που θα προσομοιώνει της λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου όσον αφορά την οπτική προσοχή. Ένα τέτοιου είδους μοντέλο είναι αυτό που θα επεξηγηθεί στην επόμενη υποενότητα.

1.4 Μοντέλο Προσομοίωσης Ανθρώπινου Εγκεφάλου



Σχήμα 1.1. Μοντέλο που παρουσιάζει την συμπεριφορά του ανθρώπινου εγκεφάλου όσον αφορά την προσοχή.

Ένα πολύ απλοποιημένο μοντέλο που προτείνω το οποίο προσομοιώνει τη γενική λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου όσον αφορά την επιλεκτική προσοχή είναι αυτό που απεικονίζεται στο σχήμα 1.1. Το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να αποτελέσει τη γενική μορφή ενός πληροφορικού συστήματος, που πιθανό να αναπτυχθεί στο μέλλον, το οποίο να προσομοιώνει αυτήν τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Το μοντέλο αυτό λαμβάνει ως είσοδό τα διάφορα ερεθίσματα που υπάρχουν στο περιβάλλον του. Το κάθε είδος ερεθίσματος γίνεται αντιληπτό από το ανάλογο αισθητήριο όργανο. Αν για παράδειγμα το ερέθισμα είναι ακουστικό θα γίνει αντιληπτό από τα αυτιά, ενώ αν είναι οπτικό από τα μάτια.

Στη συνέχεια, η μονάδα που αντιπροσωπεύει τον εγκέφαλο κάνει μία γρήγορη επεξεργασία αυτών των ερεθισμάτων προσπαθώντας να διαχωρίσει τα «ενδιαφέροντα» από τα «μη ενδιαφέροντα» ερεθίσματα. Υπάρχουν διάφορα κριτήρια ούτως ώστε ένα ερέθισμα να επισημανθεί ως ενδιαφέρον από τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός ηχητικού ερεθίσματος, για να τραβήξει την προσοχή πρέπει να περιέχει κάτι που να μας ενδιαφέρει όπως το όνομά μας. Κάτι παρόμοιο ισχύει και για τα άλλα είδη ερεθισμάτων όπως τα οπτικά, οπτικοακουστικά, αφής και άλλα. Ερέθισμα μπορεί να αποτελούν και οι διαφορές σκέψεις και προβληματισμοί μας, δηλαδή οτιδήποτε βρίσκεται στο υποσυνείδητο μας.

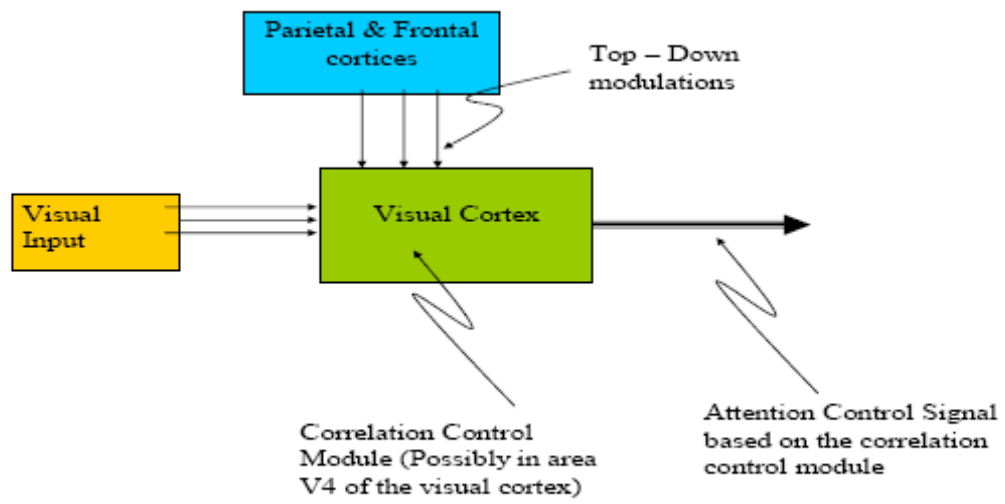
Λίγο πιο επιστημονικά, τα «ενδιαφέροντα» ερεθίσματα επισημαίνονται μέσω της από επάνω προς τα κάτω (top-down) ή από κάτω προς τα πάνω (bottom-up) επεξεργασίας δεδομένων. Η top-down επεξεργασία διενεργείται όταν έρχεται ήδη μία πληροφορία από τον εγκέφαλο για το που πρέπει να στρέψει την προσοχή του το άτομο. Αν για παράδειγμα κάποιος μας πει «κοιτάξτε το βάζο που είναι πάνω στο τραπέζι», τότε θα στρέψουμε την προσοχή μας στο συγκεκριμένο σημείο που μας υποδείχτηκε. Δηλαδή, όταν υπάρχει ήδη μία εντολή στον εγκέφαλο για το που να στρέψει την προσοχή, θα γίνει γρηγορότερος εντοπισμός του στόχου και επικέντρωση της προσοχής στο συγκεκριμένο ερέθισμα. Αντίθετα, στην περίπτωση του φαινομένου bottom-up, δεν υπάρχει ήδη μία εντολή στον εγκέφαλο για να προσπαθούμε να κάνουμε αναγνώριση του ερεθίσματος βάσει της οδηγίας αυτής. Η αναγνώριση γίνεται αμέσως μόλις μουν τα ερεθίσματα στο πεδίο της προσοχής μας και εντοπίζεται το ερέθισμα που προκαλεί

περισσότερο το ενδιαφέρον λόγω των ξεχωριστών χαρακτηριστικών του. Ένα παράδειγμα μπορεί να αποτελεί μία επικεφαλίδα με έντονα γράμματα σε ένα κείμενο ή μία λέξη που να είναι γραμμένη με κόκκινα γράμματα ενώ όλο το υπόλοιπο κείμενο είναι γραμμένο με μαύρα γράμματα. Έτσι γίνεται αναγνώριση του συγκεκριμένου ερεθίσματος και στρέφεται η προσοχή μας σε αυτό, εφόσον ο εγκέφαλος έχει αποφασίσει ότι είναι επικρατέστερο από τα υπόλοιπα. Στην περίπτωση που εισέρχεται top-down πληροφορία στον εγκέφαλο και το συγκεκριμένο ερέθισμα είναι και εντονότερο από τα υπόλοιπα ερεθίσματα του περιβάλλοντος (bottom-up πληροφορία), τότε στέλνεται ακόμη πιο γρήγορα η πληροφορία στον εγκέφαλο για να επεξεργαστεί το συγκεκριμένο ερέθισμα.

Τα ερεθίσματα που επισημαίνονται ως «μη ενδιαφέροντα» αγνοούνται. Αντίθετα, τα ενδιαφέροντα ερεθίσματα προκαλούν τον εγκέφαλο να στρέψει την προσοχή του προς αυτά. Έτσι αυτά θέτονται υπό επεξεργασία από το ανάλογο σημείο του εγκεφάλου.

Η πιο πάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται συνεχώς, κάθε φορά που εισβάλλει στο περιβάλλον μας κάποιο ερέθισμα. Με βάση το πιο πάνω μοντέλο θα μπορούσε στο μέλλον να αναπτυχθεί ένα πληροφορικό σύστημα που να προσομοιώνει την λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Μια ερευνητική ομάδα του τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου, μελετά ένα παρόμοιο μοντέλο που αφορά συγκεκριμένα την οπτική επιλεκτική προσοχή. Μία γενική εικόνα του μοντέλου αυτού φαίνεται στο σχήμα 1.2 [9]. Η παρούσα εργασία, σκοπό έχει να συνεισφέρει στην έρευνα αυτή με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.



Σχήμα 1.2. Μοντέλο οπτικής επιλεκτικής προσοχή [9].

Κεφάλαιο 2

Πειραματικό Υπόβαθρο

2.1 Πειραματική Μελέτη 1	11
2.2 Πειραματική Μελέτη 2	17
2.3 Πειραματική Μελέτη 3	19
2.4 Πειραματική Μελέτη 4	22
2.5 Πειραματική Μελέτη 5	27
2.6 Πειραματική Μελέτη 6	30
2.7 Πειραματική Μελέτη 7	31
2.8 Πειραματική Μελέτη 8	33
2.9 Πειραματική Μελέτη 9	37
2.10 Πειραματική Μελέτη 10	41
2.11 Συμπεράσματα που αφορούν την Οπτικοακουστική Προσοχή	44

2.1 Πειραματική Μελέτη 1

Μία μελέτη η οποία έγινε από κάποιους φοιτητές του τμήματος Πληροφορικής σε συνεργασία με το τμήμα Ψυχολογίας του πανεπιστημίου μας και είχα την ευκαιρία να παρακολουθήσω την όλη διαδικασία εξέλιξης αλλά και να λάβω μέρος στο πείραμα ως συμμετέχοντας, αφορούσε την μελέτη της οπτικής προσοχής [8].

Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν να απαντηθούν κάποια ερωτήματα που αφορούν την συμπεριφορά της οπτικής προσοχής. Το πρώτο ερώτημα ήταν σε ποιο βαθμό επηρεάζει τους χρόνους αντίδρασης η εμφάνιση ενός συμβατού, ουδέτερου ή ασύμβατου ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή (distractor) σε ένα δοκιμαστικό όπου το 1/3 των δοκιμαστικών είναι συμβατά, 1/3 των δοκιμαστικών είναι ουδέτερα και το άλλο 1/3 είναι ασύμβατα. Το δεύτερο ερώτημα ήταν κατά πόσο η σχέση της παρεμβολής του

ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή, είναι γραμμική στις περιπτώσεις χαμηλού, υψηλού και ενδιάμεσου φορτίου αντίληψης.

Στο πείραμα έλαβαν μέρος εικοσιπέντε συμμετέχοντες ηλικίας από 19 μέχρι 30 χρόνων, οι οποίοι έχουν φυσιολογική ή διορθωμένη προς το φυσιολογικό όραση. Τα ερεθίσματα παρουσιάζονταν στην οθόνη ενός υπολογιστή που βρισκόταν σε δωμάτιο με χαμηλό φωτισμό και χωρίς θόρυβο. Επίσης, ο υπολογιστής χρησίμευε και για την καταγραφή των απαντήσεων.

Η κάθε δοκιμή ξεκινούσε με ένα μικρό σταυρό που παρουσιαζόταν στο μέσο της οθόνης για 1000ms, προετοιμάζοντας τον συμμετέχοντα για το σημείο στο οποίο θα εμφανιστεί το ερέθισμα. Ακολούθως, εμφανίζονταν τα οπτικά ερεθίσματα τα οποία αποτελούνται από άσπρα γράμματα σε ένα μαύρο φόντο. Τα ερεθίσματα αποτελούνται από ένα πίνακα αναζήτησης με έξι κεφαλαία γράμματα του λατινικού αλφαβήτου να σχηματίζουν ένα νοητό κύκλο και ένα μεγαλύτερο γράμμα να εμφανίζεται στο δεξί ή στο αριστερό πλάι του κύκλου. Η διάρκεια της εμφάνισής τους στην οθόνη ήταν μόλις 200 ms. Τα ερεθίσματα διαδεχόταν ένα κενό διάστημα 1800ms κατά το οποίο στην οθόνη εμφανιζόταν μόνο μαύρο φόντο, δίνοντας την ευκαιρία και τον χρόνο στους συμμετέχοντες να δώσουν την απάντησή τους. Η δοκιμή τελείωνε με σύντομη ενημέρωση για το εάν η απάντηση που δόθηκε από τον συμμετέχοντα ήταν σωστή ή λανθασμένη και τον χρόνο αντίδρασής.

Στο πείραμα υπάρχουν τρεις βασικές περιπτώσεις που σχετίζονται με τον τύπο του αντιληπτικού φορτίου. Η πρώτη περίπτωση είναι το χαμηλό αντιληπτικό φορτίο (low load), η δεύτερη το ενδιάμεσο φορτίο (intermediate load) και η τελευταία το υψηλό φορτίο (high load). Για κάθε μία από τις πιο πάνω περιπτώσεις αντιστοιχούν άλλες τρεις περιπτώσεις που αφορούν το πλαϊνό γράμμα στο ερέθισμα, που σκοπό έχει να αποσπάσει την προσοχή. Οι υποπεριπτώσεις αυτές είναι η συμβατή, η ασύμβατη και η ουδέτερη. Επομένως, όπως μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί υπάρχουν συνολικά εννέα περιπτώσεις που είναι ο συνδυασμός των πιο πάνω. Αναλυτικά είναι οι ακόλουθες: συμβατή χαμηλού φορτίου (low-compatible), ασύμβατη χαμηλού φορτίου (low-incompatible), ουδέτερη χαμηλού φορτίου (low-neutral), συμβατή ενδιάμεσου φορτίου (intermediate-compatible), ασύμβατη ενδιάμεσου φορτίου (intermediate-incompatible),

ουδέτερη ενδιάμεσου φορτίου (intermediate-neutral), συμβατή υψηλού φορτίου (high-compatible), ασύμβατη υψηλού φορτίου (high-incompatible) και ουδέτερη υψηλού φορτίου (high-neutral).

Το πείραμα αποτελείται από έξι τμήματα (μπλοκ δοκιμών) με 72 δοκιμές στο κάθε τμήμα. Για κάθε μία από τις εννέα πιο πάνω κατηγορίες που αναφέρθηκαν, υπάρχει ίση κατανομή δοκιμαστικών σε κάθε μπλοκ δοκιμών. Τα διάφορα αυτά είδη δοκιμαστικών εμφανίζονταν με τυχαία σειρά. Με την ολοκλήρωση του κάθε τμήματος, υπάρχει ένα μικρό διάλειμμα για να μπορούν οι συμμετέχοντες να ξεκουραστούν.

Τα γράμματα στα οποία οι συμμετέχοντες έπρεπε να ανταποκριθούν ήταν το X και το Z. Δηλαδή, έπρεπε να πατήσουν το αντίστοιχο γράμμα στο πληκτρολόγιο, ανάλογα με το ποιο από τα δύο γράμματα – στόχοι εμφανιζόταν στην κυκλική διάταξη. Για ευκολία των συμμετεχόντων το X αντιστοιχούσε στον αριθμό 0 του πληκτρολογίου και το Z στον αριθμό 2, ούτως ώστε οι συμμετέχοντες να μπορούν να πατούν τα δύο αυτά κουμπιά με τον αντίχειρα και τον δείκτη του δεξιού τους χεριού αντίστοιχα. Όσον αφορά το γράμμα που εμφανιζόταν στο πλάι του νοητού κύκλου, και το οποίο είναι μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα, δόθηκαν οδηγίες στους συμμετέχοντες να το αγνοήσουν. Σκοπός του συγκεκριμένου γράμματος, όπως έχω προαναφέρει, ήταν να αποσπά την προσοχή του συμμετέχοντα με έμμεσο τρόπο. Το ερέθισμα αυτό άλλοτε ήταν συμβατό με το στόχο, άλλοτε ασύμβατο και άλλοτε ουδέτερο ως προς το γράμμα στόχο. Με την έννοια συμβατό, εννοούμε ότι το πλαϊνό γράμμα και το γράμμα – στόχος ήταν τα ίδια. Ασύμβατο είναι όταν το πλαϊνό γράμμα είναι το αντίθετο με τον στόχο που υπάρχει στην κυκλική διάταξη. Αν για παράδειγμα εμφανίζεται ο στόχος X στην κυκλική διάταξη, το πλαϊνό γράμμα θα είναι το Z. Στην περίπτωση του ουδέτερου, το πλαϊνό ερέθισμα είναι ένα οποιοδήποτε άλλο γράμμα εκτός από τα X και Z.

Στην κυκλική διάταξη, εμφανίζονταν έξι γράμματα, το ένα ήταν το γράμμα – στόχος και τα άλλα πέντε ήταν διάφορα άλλα γράμματα που σκοπό είχαν να συγχύσουν τον συμμετέχοντα. Το γράμμα στόχος εμφανιζόταν τυχαία σε μία από τις έξι θέσεις της κυκλικής διάταξης κάθε φορά. Στην περίπτωση χαμηλού φορτίου, τα ερεθίσματα της κυκλικής διάταξης, εκτός φυσικά του στόχου, είναι όλα «Ο», στην περίπτωση ενδιάμεσου φορτίου τρία από αυτά είναι «Ο», ενώ τα άλλα δύο είναι διαφορετικά

μεταξύ τους και στην περίπτωση υψηλού φορτίου όλα τα γράμματα είναι διαφορετικά μεταξύ τους (σχήμα 2.1).

Συμβατό Χαμηλό φορτίο:

Συμβατό Ενδιάμεσο:

Συμβατό Υψηλό:



Ουδέτερο Χαμηλό φορτίο:

Ουδέτερο Ενδιάμεσο:

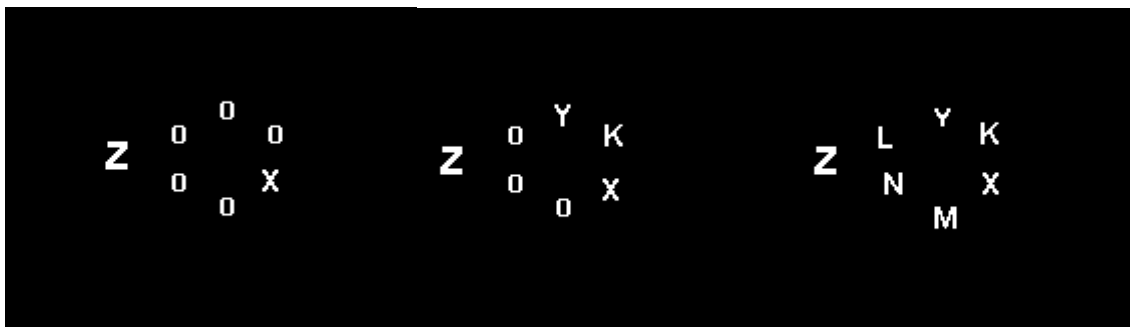
Ουδέτερο Υψηλό:



Ασύμβατο Χαμηλό φορτίο:

Ασύμβατο Ενδιάμεσο:

Ασύμβατο Υψηλό:



Σχήμα 2.1. Οι εννέα περιπτώσεις των δοκιμών [8].

Τα αποτελέσματα τα οποία λήφθηκαν από τη διεξαγωγή του πειράματος στους 25 συμμετέχοντες, δεν ήταν τα αναμενόμενα. Σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες, υπάρχει παρεμβολή του ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή μόνο σε συνθήκες χαμηλού φορτίου αντίληψης (perceptual load hypothesis). Στο συγκεκριμένο όμως πείραμα, τα

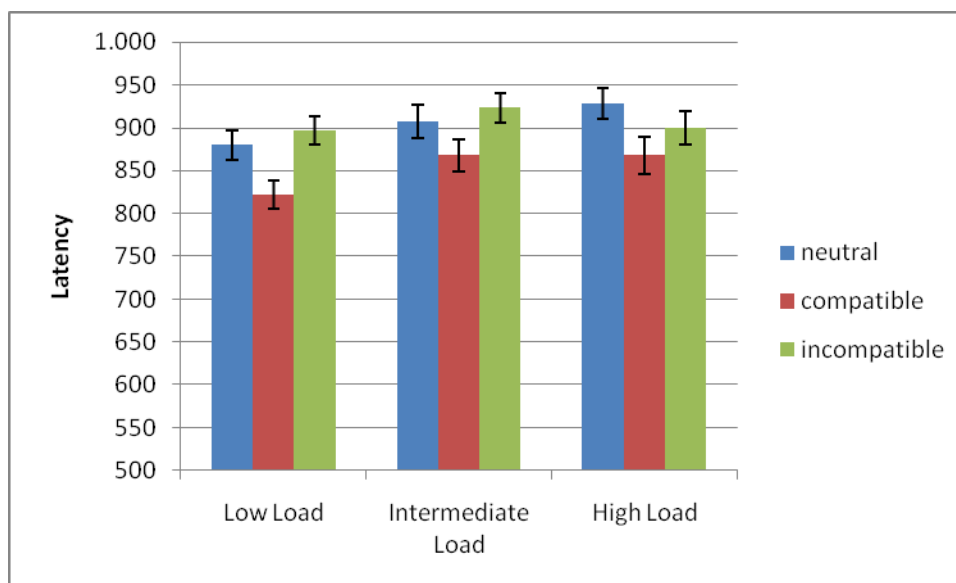
αποτελέσματα έδειξαν ότι και όταν το ερέθισμα που αποσπά την προσοχή είναι ασύμβατο, υπάρχει παρεμβολή του και σε περιπτώσεις ενδιάμεσου, αλλά και σε περιπτώσεις υψηλού φορτίου αντίληψης. Όπως φαίνεται, η παρεμβολή αυτή δεν είναι γραμμική όπως υποθέτουν οι Lavie & Cox σε ένα από τα πειράματά τους.

Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα του πειράματος κατά την περίπτωση συμβατότητας δείχνουν ότι τα συμβατά ερεθίσματα που αποσπούν την προσοχή προκαλούν σημαντική παρεμβολή (interference) σε όλες τις περιπτώσεις με εξαίρεση την περίπτωση του ενδιάμεσου φορτίου αντίληψης σε σχέση με το υψηλό φορτίο αντίληψης. Παρόμοια συμπεριφορά με το συμβατό ερέθισμα, παρατηρείται και στην περίπτωση του ασύμβατου ερεθίσματος. Τέλος, παρεμβολή του ουδέτερου ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή παρουσιάζεται επίσης σε όλες τις περιπτώσεις εκτός από την περίπτωση του ενδιάμεσου φορτίου αντίληψης σε σχέση με το χαμηλό φορτίο αυτή τη φορά.

Συμπερασματικά, απαντώντας και το πρώτο ερώτημα που τέθηκε, το ερέθισμα που αποσπά την προσοχή επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τους χρόνους αντίδρασης των συμμετεχόντων, αφού παρουσιάζεται παρεμβολή του σε όλες τις καταστάσεις υψηλού σε σχέση με το χαμηλό φορτίο, ενώ δεν επηρεάζει σε ορισμένες καταστάσεις του ενδιάμεσου. Αυτό το εύρημα είναι διαφορετικό από το εύρημα των Lavie & Cox, αφού στη δική τους μελέτη μόνο στην περίπτωση που οι πηγές προσοχής εξαντλούνται, δηλαδή στην περίπτωση υψηλού φορτίου μπορεί να απορριφθεί αποτελεσματικά το ερέθισμα που αποσπά την προσοχή και στις υπόλοιπες περιπτώσεις δεν παρουσιάστηκε οποιαδήποτε μείωση της παρεμβολής του distractor.

Απαντώντας το δεύτερο ερώτημα, σύμφωνα με τη γραφική παράσταση (σχήμα 2.2) δεν υπάρχει γραμμική σχέση ανάμεσα στις περιπτώσεις χαμηλού, υψηλού και ενδιάμεσου φορτίου αντίληψης στην περίπτωση του συμβατού και ασύμβατου ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή, αλλά μόνο στην περίπτωση που αυτό είναι ουδέτερο. Το συμπέρασμα αυτό είναι σημαντικό γιατί απαντά στη θεωρία που θέτουν οι Lavie & Cox ότι η σχέση χρόνων αντίδρασης σε περίπτωση ενός ενδιάμεσου φορτίου αντίληψης θα είναι γραμμική και προκύπτει ως συνέχεια των αποτελεσμάτων ότι υπάρχει παρεμβολή του ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή στις πλείστες περιπτώσεις του πειράματος. Όπως φαίνεται και στη γραφική παράσταση, ο μέσος χρόνος ανταπόκρισης των

συμμετεχόντων στην περίπτωση του χαμηλού φορτίου είναι σημαντικά χαμηλότερος από τις δυο άλλες καταστάσεις μόνο στην περίπτωση του συμβατού ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή, ενώ στην περίπτωση που αυτό είναι ασύμβατο ή ουδέτερο, παρόλο που υπάρχει διαφορά, αυτή είναι ελάχιστη. Το εντυπωσιακό αποτέλεσμα είναι στην περίπτωση του ενδιάμεσου φορτίου αντίληψης, όπου ο μέσος χρόνος αντίδρασης στην περίπτωση του ασύμβατου ερεθίσματος είναι ο ψηλότερος. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα τα οποία έδειξαν ότι δεν υπάρχει παρεμβολή του ερεθίσματος στην περίπτωση του ενδιάμεσου φορτίου αντίληψης κατά το ασύμβατο ερέθισμα. Στην περίπτωση του ασύμβατου ερεθίσματος, παρατηρούμε ότι ο μέσος χρόνος αντίδρασης για το ενδιάμεσο και υψηλό φορτίο είναι ο ίδιος. Από το γεγονός αυτό, συμπεραίνουμε ότι η παρεμβολή του ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή είναι η ίδια και στις δυο περιπτώσεις. Γραμμική σχέση ανάμεσα στους χρόνους αντίδρασης προκύπτει μόνο στην περίπτωση του ουδέτερου ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή.



Σχήμα 2.2. Γραφική παράσταση που παρουσιάζει τους μέσους χρόνους αντίδρασης στις διάφορες περιπτώσεις [8].

Το γενικότερο και πιο σημαντικό συμπέρασμα που προκύπτει από τα πιο πάνω, είναι ότι υπάρχει παρεμβολή του ερεθίσματος που αποσπά την προσοχή σε όλες τις περιπτώσεις συμβατότητας, εκτός από την περίπτωση ενδιάμεσου φορτίου.

2.2 Πειραματική Μελέτη 2

Τα ευρήματα που καταγράφονται στην έρευνα “Size of the attentional focus and efficiency of processing” [3] επικεντρώνονται σε τρία θέματα: α) αν η χωρική έκταση της εστίασης της προσοχής διαφέρει σε ανταποκρίσεις για γνωστά αντικείμενα, β) αν όσο αυξάνεται η περιοχή εστίασης της προσοχής μειώνεται η αποδοτικότητα της επεξεργασίας των ερεθισμάτων και γ) αν το όριο της εστίασης μειώνεται αισθητά ή παρουσιάζει βαθμιαία κάθοδο. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής φαίνεται να απαντούν στο ότι το μέγεθος της εστίασης της προσοχής μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να καλύπτει τους τομείς του οπτικού πεδίου διαφορετικού μεγέθους, στο ότι υπάρχει μείωση της αποδοτικότητας της επεξεργασίας όταν η περιοχή εστίασης της προσοχής αυξάνεται και στο ότι υπάρχει βαθμιαία κάθοδος της αποδοτικότητας της επεξεργασίας γύρω από την εστίαση της προσοχής.

Για την παρακολούθηση της οπτικής προσοχής, υπάρχουν δύο μοντέλα. Στο πρώτο μοντέλο, η προσοχή είναι το ίδιο επικεντρωμένη σε όλη τη σκηνή. Όλα τα αντικείμενα της συγκεκριμένης σκηνής επεξεργάζονται παράλληλα σαν ένα σύνολο. Στο δεύτερο μοντέλο, η προσοχή εστιάζεται σε ένα συγκεκριμένο σημείο της σκηνής. Με τον τρόπο αυτό, διευκολύνεται η επεξεργασία γιατί αγνοούνται όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα εκτός αυτού που έχει οριστεί σαν στόχος.

Η έρευνα αυτή έχει σαν σκοπό τη μελέτη της σχέσης μεταξύ του μεγέθους της εστίασης προσοχής και της αποδοτικότητας στην επεξεργασία. Παράλληλα, θέλει να μελετήσει αν η προσοχή εστιάζεται σε κάποιο σύνολο αντικειμένων.

Σε ένα προηγούμενο πείραμα, έχει μελετηθεί αν το μέγεθος της προσοχής διαφέρει και αν υπάρχει διαφορά στην ταχύτητα επεξεργασίας. Η ιδέα στην οποία βασιζόταν το πείραμα ήταν ότι όταν η προσοχή εστιάζεται μόνο στην αναγνώριση ενός μόνο γράμματος στη μεσαία θέση μίας λέξης, η απάντηση θα είναι πολύ πιο γρήγορη από ότι όταν πρέπει να αναγνωριστεί κάποιο ψηφίο που μπορεί να βρίσκεται σε οποιαδήποτε θέση της λέξης. Στο πείραμα αυτό, οι συμμετέχοντες έπρεπε να αναγνωρίσουν λέξεις που αποτελούνταν από πέντε γράμματα ή το μεσαίο γράμμα μιας λέξης που αποτελείτο από πέντε γράμματα ή ακολουθίες γραμμάτων. Σε μια άλλη περίπτωση, οι

συμμετέχοντες έπρεπε να ανταποκρίνονται όταν ένα συγκεκριμένο ψηφίο εμφανιζόταν σε μια από τις λέξεις. Στην πρώτη περίπτωση οι ανταπόκριση των συμμετεχόντων ήταν γρηγορότερη από ότι στη δεύτερη περίπτωση, εφόσον στη πρώτη περίπτωση είχαν να εστιάσουν μόνο στο μεσαίο γράμμα ενώ στη δεύτερη σε όλη τη λέξη. Παρατηρείται επίσης, ότι υπάρχουν λιγότερα λάθη και λιγότερος χρόνος απόκρισης όταν υπάρχει εστίαση της προσοχής σε κάποιο σημείο από όταν είναι το ίδιο επικεντρωμένη σε όλη τη σκηνή.

Το πρώτο πείραμα που έκαναν οι ερευνητές, μελετά τον προσανατολισμό της προσοχής. Υπάρχουν δυο κατευθύνσεις, δεξιά και αριστερά και σε κάθε κατεύθυνση υπάρχουν δυο άδεια κουτιά. Στην πρώτη φάση του πειράματος, οι συμμετέχοντες καλούνται να πατήσουν ένα συγκεκριμένο κουμπί το γρηγορότερο δυνατό όταν αντιληφθούν το ερέθισμα να εμφανίζεται μέσα σε ένα από τα δυο κουτιά. Ακολούθως, το πείραμα επαναλαμβάνεται και αυτή τη φορά οι συμμετέχοντες πρέπει να εστιάσουν την προσοχή τους σε ένα κεντρικό σημείο ανάμεσα στα δυο κουτιά. Το πείραμα επαναλαμβάνεται για ακόμη μία φορά και ένα βέλος δείχνει στους συμμετέχοντες που θα εμφανιστεί το ερέθισμα. Αυτή τη φορά υπάρχουν δυο ειδών δοκιμές, όπου αντί για βέλος εμφανίζεται σταυρός. Στην τρίτη επανάληψη του πειράματος, στην περίπτωση όπου εμφανιζόταν βέλος, παρατηρήθηκε μικρότερος χρόνος απόκρισης. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι για όλα τα είδη δοκιμών, το μέγεθος των κουτιών είναι αντιστρόφως ανάλογο της ταχύτητας επεξεργασίας.

Το δεύτερο πείραμα που έγινε, αποτελεί παραλλαγή του πρώτου. Στο πείραμα αυτό έβαλαν και λανθασμένες ενδείξεις στα βέλη και το ένα από τα δύο κουτιά ήταν σχηματισμένο με διακεκομμένες γραμμές και οι συμμετέχοντες έπρεπε να εστιάσουν την προσοχή τους στο κουτί με τις συνεχόμενες γραμμές. Τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος έδειξαν ότι ο χρόνος απόκρισης ήταν μικρότερος στο δεξί παρά στο αριστερό κουτί. Επίσης έδειξαν ότι ο παράγοντας του μεγέθους παίζει ρόλο μόνο στα σωστά βέλη. Από αυτά, συμπεραίνουμε ότι οι συμμετέχοντες εστίαζαν την προσοχή τους στο μέγεθος του κουτιού μόνο αν είχαν αρκετό χρόνο στη διάθεσή τους. Επιπλέον, από τα δυο πιο πάνω πειράματα προκύπτει ότι η προσοχή δεν μοιράζεται όταν μια από τις δυο θέσεις δεν είναι υποχρεωτική, ενώ όταν πρέπει, η προσοχή μπορεί να μοιραστεί μεταξύ δυο θέσεων.

Σε ένα άλλο πείραμα γίνεται παραλλαγή του προηγούμενου πειράματος, με τη διαφορά ότι το δύο κουτιά έχουν το ίδιο μέγεθος ή τα ερεθίσματα μπορεί να εμφανίζονται σε πέντε διαφορετικά σημεία μέσα στο κουτί. Στο πείραμα αυτό, όπως και στο προηγούμενο, ο χρόνος απόκρισης είναι μικρότερος στη δεξιά πλευρά από ότι στην αριστερή και με το μικρό από ότι το μεγάλο κουτί. Παρατηρείται επίσης, ότι ο χρόνος απόκρισης εξαρτάται από το σημείο στο οποίο εμφανίζεται το ερέθισμα μέσα στο κουτί. Στην περίπτωση του μικρού κουτιού παρατηρήθηκε ότι όταν το ερέθισμα βρισκόταν στο μέσο του κουτιού υπήρχε γρηγορότερη ανταπόκριση.

2.3 Πειραματική Μελέτη 3

Συχνά, ως άνθρωποι δεν παρατηρούμε κάποιες λεπτομέρειες στο περιβάλλον μας ή δεν παρατηρούμε κάποιες αλλαγές σε αντικείμενα ή σκηνές. Επιπλέον, χωρίς την απαραίτητη προσοχή, ίσως να μην βλέπουμε καν ορισμένα αντικείμενα. Το άρθρο “Gorillas in our midst: sustained inattention blindness for dynamic events” [10] εισηγείται ότι αντιλαμβανόμαστε και θυμόμαστε μόνο τα αντικείμενα και τις λεπτομέρειες στα οποία επικεντρώνουμε την προσοχή μας. Στο συγκεκριμένο άρθρο περιγράφονται κάποιου είδους πειράματα που έγιναν σε ένα δείγμα ανθρώπων, οι οποίοι καλούνται να παρακολουθήσουν ένα βίντεο και να επικεντρώσουν σε αυτό την προσοχή τους. Κατά τη διάρκεια της προβολής αυτής, συμβαίνει ένα απροσδόκητο γεγονός, το οποίο γίνεται αντιληπτό μόνο σε λιγότερους από τους μισούς συμμετέχοντες.

Μέσα από τα διάφορα πειράματα που υλοποιούνται, γίνεται προσπάθεια να δοθούν απαντήσεις για το ερώτημα σε ποιο βαθμό αντιλαμβανόμαστε και αναπαριστούμε τις λεπτομέρειες του οπτικού μας κόσμου και ποιο ρόλο παίζει η προσοχή στη διαδικασία αυτή.

Ένα προηγούμενο πείραμα το οποίο αναπτύχθηκε μελετούσε το ρόλο της προσοχής στην αντίληψη απόμακρισμένων σημείων ενός απλού οπτικού ερεθίσματος. Οι συμμετέχοντες, έπρεπε να συγκεντρωθούν σε μια εικόνα που απεικόνιζε ένα μεγάλο σταυρό και να πουν ποιο άκρο του σταυρού ήταν μακρύτερο. Σε μια άλλη δοκιμή,

εμφανιζόταν ένα μη αναμενόμενο αντικείμενο ταυτόχρονα με το σταυρό και οι συμμετέχοντες έπρεπε να αναφέρουν αν πρόσεξαν κάτι άλλο εκτός από το σταυρό. Ακολούθως, το πείραμα επαναλαμβανόταν, ενώ οι συμμετέχοντες γνώριζαν ότι πιθανό να παρουσιαστεί κάτι άλλο στην εικόνα εκτός του σταυρού. Τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού έδειξαν ότι περίπου 75% των συμμετεχόντων δεν έβλεπαν τον σταυρό όταν παρουσιαζόταν σε απόμακρο μέρος της εικόνας και το άλλο αντικείμενο εμφανίζεται σε εμφανής θέση, ενώ περίπου 25% των συμμετεχόντων δεν έβλεπαν τον σταυρό όταν παρουσιαζόταν σε εμφανές σημείο της εικόνας. Από αυτό συμπεραίνεται ότι είναι πιο εύκολο να εντοπιστούν αντικείμενα που βρίσκονται εντός του πεδίου προσοχής μας.

Σε ακόμη ένα παλαιότερο πείραμα, οι συμμετέχοντες είχαν στραμμένη την προσοχή τους σε μία οθόνη όπου προβάλλονταν παράλληλα δύο επικαλυπτόμενα γεγονότα. Το ένα από αυτά τα γεγονότα ήταν το παιχνίδι στο οποίο ο ένας παίκτης προσπαθεί να χτυπήσει την παλάμη του άλλου και στο άλλο παρουσιάζονταν τρία άτομα που περπατούσαν σε ένα χώρο κάνοντας πάσες ο ένας στον άλλο με μια μπάλα. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να παρακολουθήσουν ένα από τα δυο γεγονότα. Στην περίπτωση που παρακολουθούσαν το πρώτο, έπρεπε να πατήσουν κάποιο συγκεκριμένο κουμπί όταν ένας παίκτης προσπαθούσε να χτυπήσει την παλάμη του άλλου, ενώ αν παρακολουθούσαν το δεύτερο, έπρεπε να πατήσουν κάποιο συγκεκριμένο κουμπί κάθε φορά που γινόταν μια πάσα. Σε κάποιες επόμενες προβολές του πειράματος τα γεγονότα προβάλλονταν ταυτόχρονα και ο κάθε συμμετέχοντας επέλεγε να παρακολουθήσει μόνο το ένα, ενώ σε κάποιες άλλες προβολές οι συμμετέχοντες έπρεπε να προσπαθήσουν να παρακολουθήσουν και τα δύο γεγονότα ταυτόχρονα. Στο πείραμα υπήρξαν και αρκετές άλλες προβολές με διάφορες παραλλαγές όπως η αλλαγή των ατόμων που συμμετέχουν στα παιχνίδια και η αλλαγή του παιχνιδιού. Στις πρώτες προβολές οι συμμετέχοντες μπορούσαν με ευκολία να επικεντρωθούν στο ένα μόνο γεγονός και να αγνοήσουν το άλλο το οποίο προβαλλόταν στην ίδια οθόνη και καταλάμβανε τον ίδιο χώρο, ενώ σε μετέπειτα προβολές που υπήρχαν αλλαγές στα γεγονότα αργούσαν να γίνουν αντιληπτές, ενώ από αρκετούς δεν γίνονταν καθόλου αντιληπτές. Γενικά, οι μισοί συμμετέχοντες δεν πρόσεξαν τα μη αναμενόμενα γεγονότα, ενώ αυτοί που τα πρόσεξαν δεν ήταν σε θέση να αναφέρουν περαιτέρω λεπτομέρειες.

Σε μια παραλλαγή του προηγούμενου πειράματος, οι συμμετέχοντες παρακολουθούν μια ομάδα παικτών που κάνουν πάσα ο ένας στον άλλο και πατούν ένα κουμπί για κάθε πάσα που γίνεται. Μετά από 30 δευτερόλεπτα, περνά μπροστά από τη σκηνή μια γυναίκα με μια ανοικτή ομπρέλα. Το γεγονός αυτό έγινε αντιληπτό μόνο από ένα μικρό ποσοστό των συμμετεχόντων (6 από τους 28). Στην συνέχεια το πείραμα επαναλήφθηκε προειδοποιώντας τους συμμετέχοντες ότι θα υπάρξει κάποιο γεγονός και μόνο το 48% από αυτούς παρατήρησε τη γυναίκα, ενώ όταν απλώς παρακολουθούσαν την οθόνη χωρίς να μετρούν τις πάσες που γίνονταν, τότε πρόσεχαν τη γυναίκα. Όταν η γυναίκα αντικαταστάθηκε από ένα μικρό αγόρι ακόμη λιγότεροι ήταν αυτοί που το πρόσεξαν, ενώ όταν η κοπέλα σταματούσε στο κέντρο της σκηνής και έκανε ένα μικρό χορό, την πρόσεχαν περισσότεροι. Τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού είναι αντίστοιχα με του πρώτου πειράματος.

Το πείραμα στο οποίο αναφέρεται το άρθρο αποτελεί μία παραλλαγή του προηγούμενου πειράματος. Στην σκηνή υπάρχουν δύο ομάδες που αποτελούνται από τρεις παίκτες η κάθε μια. Οι παίκτες της μίας ομάδας φορούν άσπρη φανέλα ενώ της άλλης μαύρη και κινούνται ανάμεικτοι μεταξύ τους με τυχαίο τρόπο σε ένα ανοιχτό χώρο. Η κάθε ομάδα κρατά μια πορτοκαλιά μπάλα την οποία πασάρουν ο ένας παίκτης στον άλλο με σταθερή σειρά. Μερικά δευτερόλεπτα μετά την προβολή, περνά μπροστά από τη σκηνή μια γυναίκα που φορεί ανοιχτόχρωμα ρούχα και σε μια άλλη περίπτωση, περνά μπροστά από τη σκηνή μια γυναίκα ντυμένη γορίλας. Μόνο το 54% των συμμετεχόντων πρόσεξαν το γεγονός αυτό, ενώ οι πλείστοι από αυτούς πρόσεξαν μόνο τη γυναίκα και όχι το γορίλα. Όταν όμως παρακολούθησαν την ομάδα με τα μαύρα να παίζει, οι περισσότεροι πρόσεξαν το γορίλα παρά τη γυναίκα.

Από το πείραμα αυτό εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι παρατηρητές προσέχουν ευκολότερα τα μη αναμενόμενα αντικείμενα όταν αυτά έχουν τα ίδια βασικά χαρακτηριστικά (σε αυτή την περίπτωση χρώμα) με τα αντικείμενα που παρακολουθούν.

2.4 Πειραματική Μελέτη 4

Μία αναπτυσσόμενη βιβλιογραφία προτείνει ότι ο βαθμός στον οποίο οι πληροφορίες που αποσπούν την προσοχή μπορούν να αγνοηθούν, εξαρτάται από το αντιληπτικό φορτίο (perceptual load) του στόχου, ή το βαθμό στον οποίο ο στόχος εξαντλεί την αντιληπτική ικανότητα. Αντίθετα, δεν υπάρχει αυτήν την περίοδο κανένας καθορισμός από το τι αποτελείται το υψηλό ή χαμηλό αντιληπτικό φορτίο. Οι συγγραφείς του άρθρου “Perceptual Load Induced Selection as a Result of Local Competitive Interactions in Visual Cortex” [14] προτείνουν ότι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των κυττάρων του οπτικού εγκεφαλικού φλοιού που αντιπροσωπεύουν τα κοντινά ερεθίσματα καθορίζουν το αντιληπτικό φορτίο ενός στόχου και ότι οι χειρισμοί με σκοπό να διαμορφώσουν αυτές τις ανταγωνιστικές χωρικές αλληλεπιδράσεις πρέπει να διαμορφώσουν τη διαδικασία του αντικειμένου που προσπαθεί να αποσπάσει την προσοχή (distractor). Επιπλέον διαπιστώνουν ότι είτε με το να χωριστούν στο χώρο τα στοιχεία που είναι σχετικά με το στόχο σε μια επίδειξη, είτε να τοποθετηθεί ο στόχος και οι μη-στόχοι σε διαφορετικά οπτικά πεδία, αυξάνεται η παρέμβαση από ένα distractor που επρόκειτο να αγνοηθεί.

Στο πρώτο πείραμα έλαβαν μέρος δεκαέξι άτομα. Σε κάθε δοκιμή (trial) του πειράματος εμφανιζόταν μία σειρά τεσσάρων γραμμάτων που σχημάτιζαν ένα τόξο γύρω από ένα άλλο γράμμα που αποσκοπούσε στο να αποσπά την προσοχή (distractor) και παρουσιαζόταν στο κέντρο της οθόνης. Η πυκνότητα των ενδείξεων διαχειρίστηκε με την τοποθέτηση μικρών κύκλων ανάμεσα στα τέσσερα γράμματα (χαμηλή πυκνότητα – low density), ή με την τοποθέτηση των γραμμάτων το ένα δίπλα στο άλλο και των κύκλων να βρίσκονται στο τέλος του τόξου των γραμμάτων (υψηλή πυκνότητα – high density) (σχήμα 2.3). Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να ψάχνουν στην σειρά των γραμμάτων για να εντοπίσουν τον στόχο αγνοώντας τον distractor. Ο distractor ήταν είτε συμβατός (compatible) με το γράμμα – στόχος (π.χ. Z όταν ο στόχος ήταν Z), είτε ασύμβατος (incompatible) με το στόχο (π.χ. Z όταν ο στόχος ήταν X) ή ουδέτερος (neutral) όσον αφορά το στόχο (R όταν ο στόχος ήταν X ή Z). Κάθε δοκιμή ξεκινούσε με ένα σταυρό που εμφανιζόταν στο κέντρο της οθόνης για 500 ms. Αμέσως μετά, εμφανιζόταν το ερέθισμα με τα γράμματα για 100 ms. Οι δοκιμές τερματίζονταν όταν ο

συμμετέχοντας έδινε κάποια ανταπόκριση ή μετά από 2 δευτερόλεπτα αν δεν υπήρχε ανταπόκριση.

	Compatible	Neutral	Incompatible
Low Density			
High Density			

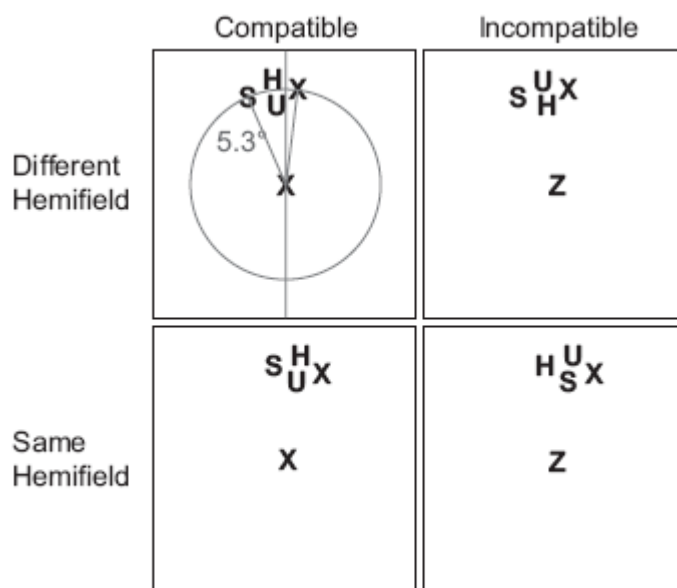
Σχήμα 2.3. Παραδείγματα των διαφόρων περιπτώσεων των δοκιμών του πρώτου πειράματος [14].

Οι στόχοι ήταν πάντα σε μια από τις δύο εσωτερικές θέσεις της σειράς των γραμμάτων και εμφανίζονταν εξίσου συχνά σε αυτές τις δύο θέσεις. Το τεταρτημόριο στο οποίο εμφανίζονταν τα δεδομένα καθοριζόταν τυχαία σε κάθε δοκιμή. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ένα μπλοκ με 48 δοκιμές για εξάσκηση και έξι πειραματικά μπλοκ με 96 δοκιμές σε κάθε συνθήκη πυκνότητας. Σε κάθε μπλοκ ο distractor ήταν συμβατός με το στόχο στο ένα τρίτο των περιπτώσεων, ασύμβατος με το στόχο στο ένα τρίτο των δοκιμών και ουδέτερος στο άλλο τρίτο των δοκιμών. Τα μπλοκ χαμηλής πυκνότητας (low density) και υψηλής πυκνότητας (high density) παρουσιάζονταν με εναλλαγή. Οι μισοί συμμετέχοντες άρχιζαν με μπλοκ χαμηλής πυκνότητας και οι άλλοι μισοί με υψηλής πυκνότητας. Δόθηκαν οδηγίες στους συμμετέχοντες να δηλώνουν ποιο από τα γράμματα – στόχους (X ή Z) παρουσιάστηκαν σε κάθε δοκιμή πατώντας το αντίστοιχο κουμπί στο πληκτρολόγιο.

Για κάθε συμμετέχοντα και κάθε συνδυασμό συνθήκης συμβατότητας (compatible, incompatible, neutral) και συνθήκης πυκνότητας (low, high), υπολογίστηκαν οι μέσοι χρόνοι αντίδρασης (RTs) και τα ποσοστά λάθους.

Η ανάλυση των χρόνων ανταπόκρισης έδειξε μία κύρια επίδραση της πυκνότητας, τέτοια που οι χρόνοι ανταπόκρισης στις ενδείξεις υψηλής πυκνότητας ήταν πιο αργοί από εκείνους στις ενδείξεις χαμηλής πυκνότητας (666 ms και 648 ms αντίστοιχα). Ο μέσος χρόνος αντίδρασης ήταν σημαντικά πιο αργός στην περίπτωση ασύμβατου distractor (679 ms) από ότι στην περίπτωση συμβατού distractor (647 ms) ή στην περίπτωση ουδέτερου distractor (647 ms). Αυτό το αποτέλεσμα δείχνει ότι ο distractor στην πραγματικότητα υποβλήθηκε σε επεξεργασία παρά τις οδηγίες που δόθηκαν να αγνοηθεί γιατί ήταν άσχετος με το στόχο. Στις ενδείξεις υψηλής πυκνότητας, παρουσιάστηκαν πολύ μικρότερες επιρροές του distractor από ότι στις ενδείξεις χαμηλής πυκνότητας. Η επίδραση της συμβατότητας του distractor ήταν σημαντική και στις χαμηλής πυκνότητας και στις υψηλής πυκνότητας ενδείξεις, ενώ ήταν σημαντικά μειωμένη στην περίπτωση υψηλής πυκνότητας, σχετικά με την περίπτωση χαμηλής πυκνότητας. Τα ποσοστά λάθους έδειξαν επίσης μία μεγάλη επίδραση στις περιπτώσεις χαμηλής πυκνότητας από ότι στις περιπτώσεις υψηλής πυκνότητας. Συνεπώς, σύμφωνα με την υπόθεση των μελετητών ότι οι τοπικές ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις στον οπτικό φλοιό κρύβονται κάτω από τα αποτελέσματα του αντιληπτικού φορτίου, πιο πυκνά γράμματα οδήγησαν σε λιγότερη παρέμβαση από ένα distractor από ότι τα πιο αραιά γράμματα.

Στο δεύτερο πείραμα οι ερευνητές διαχειρίστηκαν εάν τα γράμματα που δεν αποτελούν στόχους έπεσαν ή όχι μέσα στο ίδιο ημιπεδίο με το στόχο με την τοποθέτηση της περιφερειακής επίδειξης αναζήτησης (ο στόχος και τρία άλλα γράμματα τακτοποιήθηκαν σε μία διαμόρφωση σε σχήμα διαμαντιού) τέτοια ώστε μόνο ένα από τα τέσσερα αντικείμενα διαπερνούσε την κάθετη γραμμή του μέσου (σχήμα 2.4). Στις μισές δοκιμές, ο στόχος ήταν το αντικείμενο που διαπερνούσε την κάθετη γραμμή του μέσου και εμφανιζόταν μόνος του στο ημιπεδίο, ενώ στις άλλες μισές δοκιμές, ο στόχος μοιραζόταν το ημιπεδίο με δύο άλλα γράμματα.



Σχήμα 2.4. Παραδείγματα των διαφόρων περιπτώσεων των δοκιμών του δεύτερου πειράματος [14].

Σε αυτό το πείραμα έλαβαν μέρος είκοσι εθελοντές. Η αποστολή τους ήταν να προσδιορίσουν το γράμμα – στόχος (X ή Z) που εμφανιζόταν στη διαμόρφωση σε σχήμα διαμαντιού. Υπήρχαν τέσσερα πιθανά σημεία όπου μπορούσε να εμφανιστεί ο σχηματισμός του διαμαντιού. Οι distractors είχαν ίσες πιθανότητες να είναι είτε συμβατοί είτε ασύμβατοι με το στόχο (δεν υπήρχαν οι περιπτώσεις ουδέτερου distractor). Όπως και στο πρώτο πείραμα, ο distractor εμφανιζόταν στο κέντρο της οθόνης. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν αρχικά ένα μπλοκ εξάσκησης που αποτελείτο από 32 δοκιμές και στη συνέχεια 6 πειραματικά μπλοκ με 64 δοκιμές το καθένα. Υπήρχαν 24 δοκιμές για κάθε συνδυασμό της τοποθεσίας του διαμαντιού, της τοποθεσίας του στόχου και της συμβατότητας, και αυτές οι δοκιμές ανακατεύθηκαν τυχαία μέσα στα μπλοκ.

Όπως και στο πρώτο πείραμα, υπολογίστηκαν οι μέσοι χρόνοι αντίαπόκρισης και τα ποσοστά λάθους για κάθε συμμετέχοντα και κάθε συνδυασμό συνθήκης συμβατότητας (συμβατή, ασύμβατη) και συνθήκης ημιπεδίου (στόχος και μη στόχοι στο ίδιο ημιπεδίο, στόχος και μη στόχοι σε διαφορετικό ημιπεδίο).

Η ανάλυση των χρόνων ανταπόκρισης έδειξε μία κύρια επίδραση της συμβατότητας, τέτοια που οι χρόνοι ανταπόκρισης ήταν πιο αργοί στις ασύμβατες δοκιμές από ότι στις

συμβατές (691 ms και 674 ms αντίστοιχα). Αντίθετα, όπως έχει προβλεφθεί, στις δοκιμές όπου ο στόχος εμφανιζόταν μόνος του στο ημιπεδίο, παράχθηκαν μεγαλύτερες επιδράσεις από τον distractor από ότι στις δοκιμές στις οποίες ο στόχος εμφανιζόταν στο ίδιο ημιπεδίο με τα άλλα γράμματα που δεν αποτελούν στόχο. Η επίδραση της συμβατότητας του distractor ήταν σημαντική όταν ο στόχος εμφανιζόταν μόνος του στο ημιπεδίο (27 ms), αλλά όχι όταν ο στόχος εμφανιζόταν στο ίδιο ημιπεδίο με τα άλλα γράμματα (8 ms). Στην ανάλυση των ποσοστών λάθους δεν υπήρξαν σημαντικά αποτελέσματα.

Τα πιο πάνω αποτελέσματα, όχι μόνο υποστηρίζουν την υπόθεση ότι οι χωρικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του στόχου και των μη στόχων υπαγορεύουν το βαθμό στον οποίο ένας distractor μπορεί να αγνοηθεί, αλλά και προτείνουν ότι η προκατάληψη της προσοχής καθορίζεται ανεξάρτητα στους δύο οπτικούς φλοιούς. Παρά το γεγονός ότι ο στόχος και οι μη στόχοι διαμόρφωσαν μια ενιαία αντιληπτική ομάδα, ο βαθμός στον οποίο ο distractor υποβλήθηκε σε επεξεργασία εξαρτήθηκε από τη θέση του στόχου μέσα σε εκείνη την ομάδα. Από τη θεωρία, μια ισχυρή προκατάληψη παρήχθη όταν εμφανίστηκε ο στόχος στο ίδιο ημιπεδίο με τους μη στόχους, ενώ το πολύ μια αδύνατη προκατάληψη παρήχθη όταν εμφανίστηκε ο στόχος και οι μη στόχοι σε διαφορετικά ημιπεδία.

Τα στοιχεία που παρουσιάζονται σε αυτό το άρθρο προτείνουν ότι ο ανταγωνισμός για την αντιπροσώπευση στον οπτικό φλοιό μπορεί να υποστηρίζει το αντιληπτικό φορτίο και να καθορίσει έτσι το βαθμό στον οποίο οι αφύλακτες πληροφορίες υποβάλλονται σε επεξεργασία. Τα ερεθίσματα που πρέπει να παράγουν το μεγαλύτερο ανταγωνισμό στον οπτικό φλοιό οδήγησαν σε επίδραση του distractor παρόμοια με εκείνη που βρέθηκαν με το υψηλό αντιληπτικό φορτίο. Επιπλέον, αυτά τα πειράματα εμπλέκουν τις τοπικές αλληλεπιδράσεις στα ενδιάμεσα επίπεδα του οπτικού φλοιού, στον οποίο η αντιπροσώπευση των οπτικών πεδίων είναι χωροτοπική (spatiotopic), και στα οποία τα δεξιά και αριστερά οπτικά πεδία αντιπροσωπεύονται σε χωριστά ημισφαίρια. Οι υψηλότερες οπτικές περιοχές, όπως ο κατώτερος χρονικός (inferotemporal) φλοιός, έχουν μεγάλα δεκτικά πεδία που καλύπτουν και τα δύο οπτικά ημιπεδία και επομένως είναι λιγότερο πιθανοί υποψήφιοι για τα αποτελέσματα που παρατηρήσαμε.

2.5 Πειραματική Μελέτη 5

Στο άρθρο “Cuing interacts with perceptual load in visual search” [5] ελέγχεται η δυνατή μορφή της υπόθεσης του αντιληπτικού φορτίου (perceptual-load), η οποία επιβεβαιώνει την ύπαρξη ότι η ποσότητα του αντιληπτικού φορτίου είναι ο μόνος παράγοντας που καθορίζει εάν η προσοχή μπορεί να επικεντρωθεί αποτελεσματικά. Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε ένα οπτικό πείραμα με συνθήκες χαμηλού και ψηλού φορτίου και είτε με 100% έγκυρο χωρικό σύνθημα (spatial cue), είτε χωρίς σύνθημα.

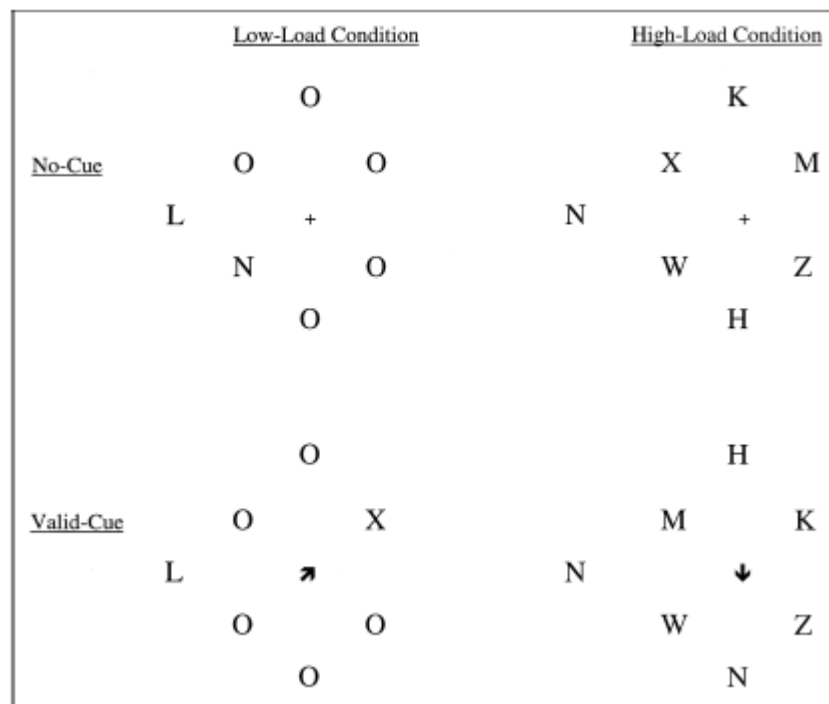
Αξιοσημείωτες έρευνες για την ανθρώπινη προσοχή εξέτασαν πως και πότε η προσοχή επιλέγει πληροφορίες για επιπλέον επεξεργασία. Οι θεωρίες της πρόωρης επιλογής (early-selection) προτείνουν ότι η προσεκτική επιλογή συμβαίνει προτού οι πληροφορίες επεξεργαστούν καλύτερα, ενώ οι θεωρίες της αργής επιλογής (late-selection) λένε ότι οι πληροφορίες επιλέγονται αφότου καθοριστεί η σημασία τους.

Το πείραμα που καταγράφεται στο άρθρο αυτό σχεδιάστηκε για να ελέγξει τη δυνατή μορφή της υπόθεσης του αντιληπτικού φορτίου. Ειδικότερα, εξετάζει εάν είναι πιθανό να βρεθούν αποδείξεις για πρόωρη επιλογή σε ένα στόχο με χαμηλό αντιληπτικό φορτίο με το να βελτιστοποιηθούν άλλες απόψεις της σχεδίασης.

Αν η δυνατή μορφή της υπόθεσης του αντιληπτικού φορτίου είναι σωστή, η πρόωρη επιλογή είναι πιθανή μόνο κάτω από συνθήκες υψηλού αντιληπτικού φορτίου, ακόμη και όταν οι συνθήκες είναι βελτιστοποιημένες με τη χρήση ενός συνθηματικού. Αντίθετα, εάν η πρόωρη επιλογή είναι πιθανή με τη χρήση 100% έγκυρων συνθηματικών, τότε τα αποτελέσματα της συμβατότητας του πλευρικού στοιχείου (flanker) πρέπει να μειωθούν κάτω από συνθήκες έγκυρου συνθηματικού ανεξάρτητα από το φορτίο (δηλ. αν είναι ψηλό ή χαμηλό φορτίο).

Στο πείραμα συμμετείχαν είκοσι τρία άτομα για περίοδο 50 λεπτών. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν κανονική ή διορθωμένη προς το κανονικό όραση. Τα ερεθίσματα αποτελούνταν από άσπρα γράμματα που εμφανίζονταν σε ένα μαύρο φόντο (σχήμα 2.3). Τα γράμματα που αποτελούσαν το στόχο ήταν τα X και N. Τα γράμματα που προσπαθούσαν να εκτρέψουν την προσοχή του συμμετέχοντα από τον στόχο

(distractors) ήταν τα γράμματα K, M, Z, W και H για την συνθήκη υψηλού φορτίου και το γράμμα O για την συνθήκη χαμηλού φορτίου. Το γράμμα που εμφανιζόταν στο πλάι του ερεθίσματος (flanker), μπορούσε να είναι το γράμμα X, N ή L. Τα γράμματα παρουσιάζονταν στην οθόνη σχηματίζοντας ένα νοητό κύκλο γύρω από ένα σταθερό σημείο. Στο πλάι του κύκλου παρουσιαζόταν ένα άλλο γράμμα, ο flanker. Το σύνθημα ήταν ένα τόξο που βρισκόταν στο κέντρο του νοητού κύκλου που σχημάτιζαν τα γράμματα.



Σχήμα 2.5. Παραδείγματα των διαφόρων περιπτώσεων του πειράματος [5].

Οι συμμετέχοντες καθοδηγήθηκαν ούτως ώστε να επικεντρώνουν την προσοχή τους στην περιοχή που εμφανίζεται το συνθηματικό (στην περίπτωση έγκυρου συνθηματικού) ή στην κυκλική διάταξη των γραμμάτων (στην συνθήκη χωρίς συνθηματικό) και να αγνοούν οποιαδήποτε ερεθίσματα βρίσκονται έξω από την κυκλική διάταξη. Επίσης, τους δόθηκαν οδηγίες να απαντούν όσο πιο γρήγορα μπορούν διατηρώντας όμως την ακρίβεια και χωρίς να μετακινούν το βλέμμα τους από το κέντρο της οθόνης. Όταν η απόκριση ήταν λανθασμένη ή δινόταν μετά το πέρας 3.5 δευτερολέπτων, ακουγόταν ένας ήχος.

Το γράμμα στόχος και η θέση του επιλέγονταν τυχαία για κάθε δοκιμή. Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε 12 μπλοκ δοκιμών που το καθένα αποτελείτο από 72 δοκιμές, δηλαδή σύνολο 864 δοκιμές.

Με την ανάλυση των αποτελεσμάτων, παρατηρήθηκε ότι στις περιπτώσεις χαμηλού φορτίου ο χρόνος ανταπόκρισης (RT) ήταν σημαντικά γρηγορότερος από ότι στις περιπτώσεις υψηλού αντιληπτικού φορτίου (537ms και 638ms αντίστοιχα). Επιπλέον, οι συμμετέχοντες ήταν αρκετά γρηγορότεροι στις περιπτώσεις έγκυρου συνθήματος (495 ms) από ότι στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε συνθηματικό (679ms) και το πλαϊνό γράμμα που βρίσκονταν εκτός της κυκλικής διάταξης επηρέασε σημαντικά το χρόνο απόκρισης.

Επιπλέον, παρατηρήθηκε μια σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του φορτίου και του τύπου του συνθήματος, έτσι ώστε το όφελος ενός έγκυρου συνθήματος σχετικά με την περίπτωση της μη ύπαρξης συνθήματος ήταν μεγαλύτερο στην συνθήκη υψηλού φορτίου (500 ms έναντι 755 ms) από ότι στην συνθήκη χαμηλού φορτίου (490 ms έναντι 584 ms). Επίσης, υπήρξε μια αλληλεπίδραση μεταξύ του τύπου του φορτίου και του πλευρικού γράμματος, με μεγαλύτερη επίδραση του πλευρικού γράμματος στις περιπτώσεις χαμηλού φορτίου από ότι στις περιπτώσεις υψηλού φορτίου. Παράλληλα, υπήρξε μεγαλύτερη επίδραση του πλαϊνού γράμματος στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε συνθηματικό από ότι στις περιπτώσεις έγκυρου συνθηματικού. Η αλληλεπίδραση μεταξύ φορτίου, τύπου συνθηματικού και τύπου πλαϊνού γράμματος ήταν ιδιαίτερης σημασίας. Στη συνθήκη που δεν υπήρχε συνθηματικό, το πλευρικό γράμμα είχε μεγαλύτερη επίδραση στους χρόνους ανταπόκρισης στις περιπτώσεις χαμηλού φορτίου από ότι στις περιπτώσεις υψηλού φορτίου.

Τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με το επιχείρημα ότι υπάρχουν ποικίλοι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλεκτικότητα της προσοχής και ένας από τους πιο σημαντικούς είναι το αντιληπτικό φορτίο.

2.6 Πειραματική Μελέτη 6

Η ενημέρωση που γίνεται στον ανθρώπινο εγκέφαλο για τα διάφορα ερεθίσματα που υπάρχουν συνεχώς στο περιβάλλον μας, χάνεται όταν χαθεί και η ικανότητα μας να αντιλαμβανόμαστε τα ερεθίσματα από το περιβάλλον. Με το να κατανοήσουμε τους μηχανισμούς με τους οποίους ο ανθρώπινος εγκέφαλος αναγνωρίζει τις αλλαγές στο περιβάλλον, θα μπορέσουμε να αντιληφθούμε καλύτερα και τους μηχανισμούς που εμπλέκονται στην απόσπαση της προσοχής και στην ενημέρωση του εγκεφάλου.

Στο άρθρο “A multimodal cortical network for the detection of changes in the sensory environment” [4] αναφέρεται η προσπάθεια κάποιων ερευνητών να αντιληφθούν τον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου όταν παρεμβάλλονται κάποια ακουστικά ή οπτικά ερεθίσματα ή ερεθίσματα αφής. Μέσα από διάφορα πειράματα, οι ερευνητές προσπαθούν να κατανοήσουν ποιο μέρος του ανθρώπινου εγκεφάλου είναι υπεύθυνο για να αντιλαμβάνεται το κάθε ερέθισμα και να το απομνημονεύει και ποιο μέρος του εγκεφάλου είναι υπεύθυνο για τα καινούργια γεγονότα που εισάγονται στην ανθρώπινη πραγματικότητα.

Στο πείραμα, χρησιμοποιούνται τρία είδη ερεθισμάτων: ακουστικά, οπτικά και αφής, σε παράλληλο χρόνο. Τα ακουστικά ερεθίσματα ήταν παρμένα από ήχους της καθημερινότητας και παρέχονταν στους συμμετέχοντες μέσω ακουστικών αφτιού. Τα οπτικά ερεθίσματα προβάλλονταν μέσω μίας οθόνης. Τα ερεθίσματα αφής γίνονται με μια βούρτσα μπάνιου την οποία κινούσαν με σταθερό ρυθμό στο δεξί γόνατο των συμμετεχόντων. Οι ερευνητές μελέτησαν επίσης αν τα διάφορα είδη ερεθισμάτων συνδέονται μεταξύ τους. Για το σκοπό αυτό, κάθε 14 δευτερόλεπτα, ένα από τα ερεθίσματα άλλαζε. Για παράδειγμα, στο ακουστικό ερέθισμα αντί να ακούγεται νερό να τρέχει ακούγονταν βάτραχοι, στο οπτικό η οθόνη από κόκκινη γινόταν μπλε και στην αφή οι κινήσεις από κυκλικές, γίνονταν δεξιά αριστερά.

Από το πείραμα αυτό, εξήχθηκαν τα συμπεράσματα ότι η αντίληψη των ερεθισμάτων είναι στενά συνδεδεμένη με την άγνοια της αντίληψης ενός ερεθίσματος και ότι κάθε είδος ερεθίσματος γίνεται αντιληπτό και επεξεργάζεται από διαφορετικά σημεία του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Το ερώτημα για το ποιο μέρος του ανθρώπινου εγκεφάλου είναι υπεύθυνο για καινούργια γεγονότα που εισάγονται στη ζωή ενός ανθρώπου δεν κατάφεραν να το απαντήσουν οι συγγραφείς στο συγκεκριμένο άρθρο.

2.7 Πειραματική Μελέτη 7

Οι ερευνητές Sophie Molhom, Walter Ritter, Daniel C. Javitt και John J. Foxe στο άρθρο “Multisensory Visual-Auditory Object Recognition in Humans: a High-density Electrical Mapping Study” [7] μελετούν την επίδραση των συνδυασμένων αισθήσεων της όρασης και της ακοής μέσω αναγνώρισης αντικειμένων. Σε αυτή την περίπτωση τα αντικείμενα είναι εικόνες και ήχοι διαφόρων ζώων. Στο πείραμα που έγινε για τον σκοπό αυτό, οι συμμετέχοντες ήταν σημαντικά γρηγορότεροι και πιο ακριβείς στην αναγνώριση των στόχων όταν η εικόνα και ο ήχος ταυτίζονταν από ότι όταν ήταν αταύτιστα.

Το ανθρώπινο νευρικό σύστημα έχει αναπτύξει έναν πίνακα από εξειδικευμένα αισθητήρια όργανα για να ξεχωρίζει τις διάφορες ενέργειες που ανακλούνται προς τα έξω ή αναπαράγονται από αντικείμενα του περιβάλλοντος. Οι διάφορες ενέργειες που δημιουργούνται από ένα μόνο αντικείμενο, συνήθως παρέχουν συμπληρωματικές ή και άφθονες πληροφορίες για την ταυτότητα του αντικειμένου. Συνήθως, η πληροφορία κάθε αντικειμένου εισέρχεται στο νευρικό μας σύστημα μέσω μόνο μιας αίσθησης αλλά υποβαθμίζεται λόγω θορύβου στο περιβάλλον ή μιας σκέψης.

Στο πείραμα που διεξήχθη, έλαβαν μέρος δεκατέσσερα άτομα. Υπήρχαν τέσσερα βασικά είδη ερεθισμάτων: (α) μόνο ήχοι, (β) μόνο εικόνες, (γ) συνδυασμένοι ήχοι με εικόνες που ανήκουν στο ίδιο ζώο και (δ) συνδυασμένοι ήχοι με εικόνες που ανήκουν σε διαφορετικό ζώο. Υπήρχαν οκτώ είδη ζώων συνδυασμένα με τον ήχο του κάθε ζώου. Τα ζώα αυτά ήταν σκύλος, αγελάδα, πρόβατο, κότα, πουλί, γάτα και βάτραχος. Οι συμμετέχοντες έπρεπε καταρχήν να περιορίσουν τις κινήσεις του κεφαλιού και των ματιών τους ώστε να είναι στο ελάχιστο. Στη συνέχεια, έπρεπε να πατήσουν ένα κουμπί όταν ο στόχος ήταν είτε ακουστικός, είτε οπτικός ή και τα δυο. Τα ερεθίσματα χωρίζονταν στις εξής κατηγορίες: (α) οπτικό ερέθισμα, (β) ακουστικό ερέθισμα, (γ)

οπτικό και ακουστικό ερέθισμα όπου μόνο το οπτικό ερέθισμα ήταν ο στόχος, (δ) οπτικό και ακουστικό ερέθισμα όπου μόνο το ακουστικό ήταν ο στόχος και (ε) οπτικό και ακουστικό ερέθισμα όπου και τα δυο μαζί αποτελούσαν στόχο. Τα τέσσερα είδη ερεθισμάτων που δεν αποτελούσαν στόχο ήταν: (α) μια εικόνα ζώου, (β) ένας ήχος ζώου, (γ) μια εικόνα με τον ανάλογο ήχο ζώου, δηλαδή συμβατά (congruent) και (δ) μια εικόνα και ο ήχος κάποιου άλλου ζώου, δηλαδή ασύμβατα (incongruent).

Τα αποτελέσματα που λήφθηκαν από το πείραμα είναι σύμφωνα με την υπόθεση ότι η αναγνώριση αντικειμένων εμπλουτίζεται από το συναπάντημα των οπτικών και ακουστικών στοιχείων που ανήκουν στο ίδιο αντικείμενο. Για τα ερεθίσματα όπου και το οπτικό και το ακουστικό αποτελούν στόχο, το αποτέλεσμα της αναγνώρισης των αντικειμένων ήταν πολύ μεγαλύτερο από ότι στις άλλες περιπτώσεις, με το γρηγορότερο μέσο χρόνο αντίδρασης και το υψηλότερο ποσοστό επιτυχίας. Η οπτική αναγνώριση αντικειμένων ήταν καλύτερη και γρηγορότερη από την ακουστική με μικρότερο μέσο χρόνο αντίδρασης και υψηλότερο ποσοστό επιτυχίας. Ο μέσος χρόνος ανταπόκρισης στην περίπτωση του οπτικοακουστικού στόχου ήταν σημαντικά γρηγορότερος από τους χρόνους όλων των υπόλοιπων περιπτώσεων. Η καλύτερη απόδοση ήταν στην περίπτωση του οπτικοακουστικού στόχου ενώ η χειρότερη περίπτωση ήταν η περίπτωση με οπτικό και ακουστικό ερέθισμα όπου μόνο το ακουστικό ήταν ο στόχος.

Η μελέτη αυτή αποδεικνύει τα θετικά των πολυαισθητήριων ερεθισμάτων στη διαδικασία της αναγνώρισης αντικειμένων. Η πολυαισθητήρια αναγνώριση αντικειμένων ήταν πολύ γρηγορότερη από ότι η μονοαισθητήρια αναγνώριση αντικειμένων. Παρόλο που είναι πολύ εύκολη η αναγνώριση ενός αντικειμένου μέσω μόνο μιας αίσθησης, δεδομένα και από άλλες αισθήσεις μπορούν να επιδράσουν θετικά και να διευκολύνουν την αναγνώριση του αντικειμένου. Στη συγκεκριμένη έρευνα βρέθηκε ότι τα οπτικοακουστικά δεδομένα ως είσοδοι εμπλουτίζουν τη διαδικασία στο κάτω μέρος της οπτικής σειράς (visual stream) το οποίο είναι γνωστό για το ρόλο του στην οπτική αναγνώριση αντικειμένων. Από το πείραμα αυτό αναμενόταν η διαμόρφωση να υπήρχε και για τα δυο είδη ερεθισμάτων (στόχοι και μη στόχοι). Ο περιορισμός της επίδρασης στους στόχους συνδυασμένος με την έλλειψη στοιχείων μιας παρεμβάλλουσας επίδρασης στα δεδομένα των ασύμβατων δοκιμών προτείνει μια

εναλλακτική εξήγηση των δεδομένων· ότι είναι πιθανόν η συμπεριφορά των νευροψυχικών επιδράσεων που βρέθηκαν, να ήταν αποτέλεσμα της συνύπαρξης χαρακτηριστικών που είναι σχετικά με το θέμα, που ήταν άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω εμπειρίας πολλών χρόνων.

Τα νευροψυχολογικά δεδομένα, προτείνουν ότι η συμπεριφορική πολυαισθητήρια επίδραση της αναγνώρισης αντικειμένων οφειλόταν στις ακουστικές επιρροές στην οπτική επεξεργασία πληροφοριών, και ότι πιθανό αυτό να εμφανίστηκε στο χαρακτηριστικό της αναπαράστασης. Αυτό αποδεικνύει για πρώτη φορά ότι η οπτικοακουστική πληροφορία μπορεί να αναπτυχθεί σε μελλοντικό στάδιο.

2.8 Πειραματική Μελέτη 8

Μια πρόσφατη έρευνα των A. Vatakis και C. Spence [15] κατέδειξε ότι όταν υπάρχουν δύο εν συντομία παρουσιασμένα λεκτικά σήματα (το ένα ακουστικό και το άλλο οπτικό) που αναφέρονται στο ίδιο οπτικοακουστικό λεκτικό γεγονός, οι άνθρωποι βρίσκουν πιο δύσκολο να κρίνουν τη χρονική σειρά τους από ότι όταν αναφέρονται σε διαφορετικά λεκτικά γεγονότα. Οι ερευνητές υποστήριξαν ότι η ‘υπόθεση ενότητας’ (‘unity assumption’) διευκόλυνε την crossmodal σύνδεση στις ταιριασμένες δοκιμές με τη βοήθεια μιας διαδικασίας της χρονικής εγγραφισμότητας (ventriloquism). Στο άρθρο “Evaluating the influence of the ‘unity assumption’ on the temporal perception of realistic audiovisual stimuli” [16], οι ίδιοι μελετητές ερευνούν εάν η ‘υπόθεση ενότητας’ θα είχε επίσης επιπτώσεις στη σύνδεση μη λεκτικών ερεθισμάτων (βιντεοκλίπ της δράσης αντικειμένου ή μουσικών νοτών).

Στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιήθηκε ακριβώς ο ίδιος TOJ (temporal order judgment) στόχος και η πειραματική οργάνωση όπως χρησιμοποιήθηκε και στην προηγούμενη πρόσφατη μελέτη από τους Vatakis και Spence προκειμένου να εξετάσουν εάν η ‘υπόθεση ενότητας’ θα επηρέαζε επίσης την επεξεργασία των ζευγαριών των ακουστικών και οπτικών μη-λεκτικών ερεθισμάτων που ήταν είτε συνδυασμένα (δηλ., αναφέρονταν στο ίδιο ελλοχεύον σύνθετο αντιληπτικό γεγονός) ή ήταν ασύνδετα (με το συνδυασμό των ακουστικών και οπτικών ρευμάτων από

διαφορετικά αντιληπτικά γεγονότα). Στο πρώτο πείραμα, χρησιμοποιήθηκαν οπτικοακουστικά ερεθίσματα δράσης αντικειμένου.

Στο πείραμα αυτό έλαβαν μέρος δώδεκα συμμετέχοντες. Κανένας από τους συμμετέχοντες δεν γνώριζε το σκοπό της μελέτης και όλοι είχαν κανονική ακοή και κανονική ή διορθωμένη όραση. Το πείραμα διάρκεσε περίπου 40 λεπτά. Τα οπτικοακουστικά ερεθίσματα αποτελούνταν από ασπρόμαυρα βίντεο που παρουσιάζονταν σε μαύρο φόντο. Τα φιλμάκια αποτελούνταν από: α) δύο διαφορετικά φιλμάκια όπου ένας άντρας συντρίβει ένα κομμάτι πάγου με ένα σφυρί (το πρώτο βίντεο παρουσιάζει τον άντρα από την αριστερή μεριά ενώ το δεύτερο από τη δεξιά) και δύο φιλμάκια όπου ένας άντρας χτυπά μία μπάλα στο πάτωμα (το πρώτο βίντεο δείχνει τον άντρα ολόσωμο ενώ το δεύτερο παρουσιάζει μόνο το χέρι του άντρα που χτυπά τη μπάλα), β) τα ίδια συμβάντα αλλά με τα ακουστικά κανάλια να είναι ανακατεμένα έτσι ώστε για παράδειγμα το βίντεο με το σπάσιμο του πάγου να είναι ταιριασμένο με τον ήχο της μπάλας που αναπηδά και το αντίθετο.

Οι συμμετέχοντες αρχικά ολοκλήρωσαν ένα μπλοκ με οκτώ δοκιμές εξάσκησης. Ακολούθησαν πέντε μπλοκ από 144 πειραματικές δοκιμές, που αποτελούνται από δύο παρουσιάσεις κάθε ενός από τα οκτώ βιντεοκλίπ.

Αυτό που είχαν να κάνουν οι συμμετέχοντες ήταν να αποφασίσουν για κάθε δοκιμή αν παρουσιάστηκε πρώτα το ακουστικό ή το οπτικό σήμα.

Η ανάλυση του ταιριάσματος οπτικοακουστικών μέσων (ταιριασμένες ή αταίριαστες ενέργειες) και της δράσης αντικειμένου (αναπήδηση της μπάλας ή σύνθλιψη του πάγου) δεν αποκάλυψε καμία κύρια επίδραση της δράσης αντικειμένου. Η ανάλυση των JND (Just Noticeable Difference) στοιχείων αποκάλυψε ότι η δυνατότητα των συμμετεχόντων να διακρίνουν τη χρονική σειρά των ακουστικών και οπτικών ερεθισμάτων της δράσης ενός αντικειμένου ήταν ανεπηρέαστη από το γεγονός ότι ο ήχος και η εικόνα της δράσης αντικειμένου ήταν ταιριασμένα (69 ms) ή όχι (67 ms). Η ανάλυση των PSS (Point of Subjective Simultaneity) στοιχείων αποκάλυψε μια σημαντική επίδραση του οπτικοακουστικού ταιριάσματος, με τα ταιριασμένα

ερεθίσματα (54 ms) να απαιτούν μεγαλύτερους οπτικούς μολύβδους για το PSS σε σύγκριση με τα αταίριαστα βίντεο (31 ms).

Η ανάλυση των JND στοιχείων από το πρώτο πείραμα δεν παρουσίασε απολύτως κανένα σημάδι οποιασδήποτε διαφοράς στην ακρίβεια με την οποία οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να διακρίνουν τη χρονική σειρά των ακουστικών και οπτικών γεγονότων (ως λειτουργία) εάν προήλθαν από την ίδια δράση αντικειμένου ή όχι. Υπό αυτήν τη μορφή, τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού απέτυχαν να παρέχουν οποιαδήποτε υποστήριξη για την ‘υπόθεση ενότητας’ στην περίπτωση των βιντεοκλίπ δράσης αντικειμένου που χρησιμοποιήθηκαν.

Στο δεύτερο πείραμα, οι μελετητές ερευνήσαν εάν η ‘υπόθεση ενότητας’ μπορεί να έχει επιπτώσεις στην πολυαισθητηριακή ολοκλήρωση των μουσικών ερεθισμάτων με την παρουσίαση στους συμμετέχοντες ταιριασμένων (το ταιριασμένο οπτικό και ακουστικό σήμα της νότας ντο ή φα παιγμένη σε ένα πιάνο) και αταίριαστων βιντεοκλίπ των μουσικών νοτών παιγμένων σε μια κιθάρα και ένα πιάνο (τα αταίριαστα βιντεοκλίπ της θέας της νότας ντο ή φα παιγμένη σε ένα πιάνο και του ήχου της ίδιας νότας παιγμένη σε μια κιθάρα).

Στο πείραμα αυτό, έλαβαν μέρος δεκατρείς συμμετέχοντες. Οι συσκευές, τα ερεθίσματα, ο σχεδιασμός και η διαδικασία ήταν ακριβώς τα ίδια με το προηγούμενο πείραμα με τη μόνη εξαίρεση ότι τα οπτικοακουστικά ερεθίσματα αποτελούνταν από τα εξής: α) κοντινά πλάνα των δακτύλων ενός ατόμου σε ένα πιάνο και των δακτύλων ενός άλλου ατόμου σε μια κλασική κιθάρα παίζοντας τις νότες ντο ή φα και β) οι ίδιες κινήσεις δακτύλων αλλά με τα ακουστικά κανάλια αναμειγμένα έτσι ώστε η οπτική εικόνα του πιάνου να είναι συνδυασμένη με τον ήχο κιθάρας (που παίζει την ίδια νότα) και την εικόνα της κιθάρας συνδυασμένη με τον ήχο πιάνου. Εξαιτίας του γεγονότος ότι δεν ήταν όλοι οι συμμετέχοντες έμπειροι μουσικά, έπρεπε για να ολοκληρώσουν ένα σύντομο μπλοκ δοκιμών στην έναρξη του πειράματος προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι θα μπορούσαν να διακρίνουν επιτυχώς τις νότες που παίζονται και τα όργανα από τα οποία οι ήχοι προήλθαν. Το μπλοκ εξάσκησης αποτελείτο από έξι δοκιμές για κάθε είδος βιντεοκλίπ και ακολουθήθηκε από ένα δοκιμαστικό μπλοκ στο οποίο οι

συμμετέχοντες κλήθηκαν να διακρίνουν τις νότες και το μουσικό όργανο με το οποίο παίζονται.

Η ανάλυση των JND στοιχείων δεν έδειξε καμία ιδιαίτερη διαφορά στην ακρίβεια με την οποία οι συμμετέχοντες θα μπορούσαν να κρίνουν τη χρονική σειρά των ακουστικών και οπτικών μουσικών ερεθισμάτων όταν τα ακουστικά και οπτικά ρεύματα ήταν ταιριασμένα (60 ms) και όταν δεν ήταν ταιριασμένα (64 ms). Η ανάλυση των PSS στοιχείων επίσης δεν έδειξε κάποιο σημαντικό αποτέλεσμα του οπτικοακουστικού ταιριάσματος.

Σύμφωνα με την ‘υπόθεση ενότητας’, το ταίριασμα των ακουστικών και οπτικών ερεθισμάτων έπρεπε να είχε οδηγήσει στην αυξανόμενη crossmodal σύνδεση και ως εκ τούτου έπρεπε να έχουν παρατηρηθεί υψηλότερα JNDs σε σύγκριση με τα αταίριαστα βίντεο.

Στο τρίτο πείραμα έλαβαν μέρος εννέα άτομα. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν εκτενή εμπειρία στο παίξιμο του πιάνου. Οι συσκευές, τα ερεθίσματα, ο σχεδιασμός και η διαδικασία ήταν ακριβώς οι ίδιες όπως στο πρώτο πείραμα με τη μόνη εξαίρεση ότι τα οπτικοακουστικά ερεθίσματα αποτελούνταν από τα εξής: α) κοντινά πλάνα των δακτύλων ενός ατόμου σε ένα πιάνο που παίζει τις νότες ρε, φα, μι και λα και β) τα ίδια βιντεοκλίπ αλλά με τα ακουστικά κανάλια αναμειγμένα έτσι ώστε η εικόνα της νότας μι παιγμένης στο πιάνο να είναι συνδυασμένη με τον ήχο της νότας λα και η εικόνα της νότας ρε συνδυασμένη με τον ήχο της νότας φα.

Η ανάλυση των JND στοιχείων δεν αποκάλυψε καμία σημαντική διαφορά στην ακρίβεια με την οποία οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να κρίνουν τη χρονική σειρά των ακουστικών και οπτικών ερεθισμάτων στην περίπτωση των ταιριασμένων (59ms) σε αντίθεση με την περίπτωση των αταίριαστων βιντεοκλίπ (67 ms). Η ανάλυση των PSS στοιχείων απέτυχε επίσης να αποκαλύψει οποιαδήποτε σημαντική επίδραση της οπτικοακουστικής αντιστοιχίας και με τα ταιριασμένα (54 ms) και αταίριαστα μουσικά βιντεοκλίπ (31 ms).

Τα αποτελέσματα και αυτού του πειράματος απέτυχαν στο να παρέχουν οποιαδήποτε υποστήριξη για την ‘υπόθεση ενότητας’, τουλάχιστον όταν έπρεπε οι συμμετέχοντες να διακρίνουν τη χρονική σειρά των ακουστικών και οπτικών μουσικών ερεθισμάτων. Συνολικά, αυτά τα αποτελέσματα παρέχουν μια εντυπωσιακή αντίθεση με τα σημαντικά αποτελέσματα του οπτικοακουστικού ταιριάσματος που λήφθηκαν και στα τέσσερα πειράματα της προηγούμενης έρευνας των Vatakis και Spence που χρησιμοποιούσαν λεκτικά οπτικοακουστικά ερεθίσματα (όπου παρατηρήθηκαν σημαντικά χαμηλότερα JNDs για τα ταιριασμένα βιντεοκλίπ σε αντίθεση με τα αταίριαστα).

Τα αποτελέσματα των τριών αυτών πειραμάτων καταδεικνύουν ότι η ‘υπόθεση ενότητας’ δεν φαίνεται να επηρεάζει τη χρονική αντίληψη των ανθρώπων για τα ρεαλιστικά, πολυαισθητηριακά, μη-λεκτικά ερεθίσματα. Επιπλέον, διαφαίνεται ότι ενώ η υπόθεση ενότητας μπορεί να επηρεάσει την πολυαισθητηριακή ενοποίηση των λεκτικών ερεθισμάτων, δεν έχει όμως απαραίτητα οποιαδήποτε επίδραση στην ενοποίηση των μη-λεκτικών ερεθισμάτων.

2.9 Πειραματική Μελέτη 9

Στο άρθρο “Audiovisual multisensory integration” [12] εξετάζονται ο ρόλος που παίζει η χρονική συσχέτιση μεταξύ των ακουστικών και οπτικών σημάτων, των ερεθισμάτων, της αντίληψης μιας ή και περισσότερων αισθήσεων, της συνταύτισης προειδοποιήσεων κινδύνου, καθώς και η υπόθεση της διαμόρφωσης για ανάπτυξη πολλών αισθήσεων. Λαμβάνοντάς υπόψη όλα αυτά οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι ένας μεγάλος αριθμός διαφόρων παραγόντων δομικών και γνωστικών συμβάλλουν μαζί στην ανάπτυξη της οπτικής και ακουστικής πληροφορίας όταν αυτές συμβαίνουν ταυτόχρονα. Όταν δηλαδή ένας παρατηρητής ακούσει ταυτόχρονα ένα οπτικό και ένα ακουστικό ερέθισμα, θα τα θεωρήσει ως ένα οπτικοακουστικό ερέθισμα και δύσκολα θα τα διαχωρίσει σε δυο ξεχωριστά ερεθίσματα.

Οι ερευνητές πιστεύουν ότι η ανάπτυξη των κυρίων αισθήσεων μαζί, όπως για παράδειγμα η ακοή και η όραση μπορεί να προκαλείται από τους ευνοϊκότερους συνδυασμούς από δυο διαφορετικές αισθήσεις. Σε ένα πείραμα που έγινε

παρουσιάζονταν στους συμμετέχοντες ζεύγη οπτικών ερεθισμάτων, ένα στο πάνω μέρος και ένα στο κάτω μέρος ενός σημείου προσοχής. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να αποφασίσουν πιο από τα δυο ερεθίσματα εμφανίστηκε πρώτο και ποιο δεύτερο σε κάθε δοκιμαστικό. Ταυτόχρονα ακούγονταν διάφοροι ήχοι. Ο πρώτος ήχος ακουγόταν πριν εμφανιστεί το πρώτο οπτικό ερέθισμα και ο δεύτερος ήχος αφού εμφανιστεί το δεύτερο οπτικό ερέθισμα.

Το αποτέλεσμα του πιο πάνω πειράματος ήταν ότι παρόλο που ο ήχος δεν υποδείκνυε κατά πόσο το πάνω ή το κάτω ερέθισμα εμφανιζόταν πρώτο, η παρουσία του οδηγούσε σε σημαντική βελτίωση της απόδοσης των συμμετεχόντων από ότι στην περίπτωση που δεν υπήρχε καθόλου ήχος ή που ο ήχος ακουγόταν ταυτόχρονα με το οπτικό ερέθισμα.

Το αποτέλεσμα αυτό οδήγησε τους ερευνητές στο συμπέρασμα ότι η όραση εξασφαλίζει ακριβείς πληροφορίες για το χώρο, ενώ η ακοή εξασφαλίζει ακριβείς πληροφορίες για το χρόνο.

Κάποιες μελέτες υπογραμμίζουν τη σπουδαιότητα οποιασδήποτε χρονικής αντιστοιχίας ή συσχέτισης μεταξύ μιας σειράς από οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα στη διευκόλυνση της ανάπτυξης των αισθήσεων αυτών. Σε ένα από τα πειράματα που έγιναν παρουσιάζονταν στους συμμετέχοντες ζεύγη από μη ευθυγραμμισμένα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα σε κάθε μία από τις δοκιμές. Το ερέθισμα από κάθε αίσθηση μπορούσε να παρουσιάζεται σε ένα από τα τρία διαφορετικά χρονικά μοτίβα: α) συνεχόμενο για 4 δευτερόλεπτα ή β) περιοδικά διακοπτόμενο σε αργό ρυθμό ή γ) περιοδικά διακοπτόμενο σε γρήγορο ρυθμό. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να αποφασίσουν κατά πόσο το μεσαίο ερέθισμα παρουσιαζόταν στα δεξιά ή στα αριστερά μιας γραμμής που βρισκόταν στο μέσο.

Αυτό το πείραμα έδειξε ότι η οπτική κλίση της ακουστικής εντόπισης ήταν μεγαλύτερη όταν η χρονική διαμόρφωση των ερεθισμάτων των δυο αισθήσεων ήταν η ίδια παρά όταν τα ερεθίσματα των δυο αισθήσεων παρουσιάζονταν με διαφορετικό μοτίβο.

Η κίνηση των ερεθισμάτων φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των αισθήσεων. Σε ένα άλλο πείραμα που πραγματοποιήθηκε παρουσιάζονταν δυο φώτα να

αναβοσβήνουν, ένα από κάθε μεριά ενός κεντρικού σημείου. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να καθορίσουν την κατεύθυνση στην οποία κινόταν φαινομενικά ο ήχος, προσπαθώντας να αγνοήσουν το φως που αναβόσβηνε στην ίδια ή αντίθετη κατεύθυνση.

Το φως που αναβόσβηνε είχε δραματικό αποτέλεσμα στη φαινομενική κίνηση του ήχου. Στα μη συμβατά ερεθίσματα, η ανταπόκριση των συμμετεχόντων ήταν λιγότερο ακριβείς από ότι στα συμβατά ερεθίσματα. Αυτό οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η κίνηση του ερεθίσματος μπορεί να διευκολύνει στην ανάπτυξη της οπτικοακουστικής αίσθησης.

Ένα άλλο πείραμα που πραγματοποιήθηκε, παρουσίαζε στους συμμετέχοντες μόνο ένα ακουστικό και ένα οπτικό ερέθισμα κάθε φορά. Με τη χρήση της τεχνικής αυτής, οι ερευνητές προσπάθησαν να κατανοήσουν πως η παρουσίαση ενός μονοαισθητήριου ερεθίσματος (π.χ. οπτικό ερέθισμα) επηρεάζει την αντίληψη ενός ερεθίσματος διαφορετικής αίσθησης που παρουσιάζεται σε διαφορετικό χρονικό σημείο στο χώρο ή στο χρόνο. Παρόλα αυτά, για το λόγο ότι κάτι τέτοιο δεν ισχύει στην πραγματική ζωή, οι ερευνητές αύξησαν τον αριθμό των ερεθισμάτων σε έξι.

Με την αύξηση του αριθμού των ερεθισμάτων, αυξήθηκε η δύναμη της οπτικής κίνησης, οπότε έγινε πιο δύσκολο το να αγνοηθεί από κάποιον και έτσι το αποτέλεσμα ήταν μεγαλύτερο. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η δύναμη της αντίληψης μέσα στην όραση μπορεί να επηρεάσει την έκταση του συνδυασμού αισθήσεων.

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας δείχνουν ότι όσο κινείται κάποιος μακριά από τις απλές συνθήκες των αισθήσεων όπως παρουσιάζονται παραδοσιακά από πολλούς ερευνητές προς πιο πολύπλοκες συνθήκες στις οποίες πολλαπλά ερεθίσματα ή γεγονότα παρουσιάζονται σε κάθε αίσθηση τότε θα υπάρχει μια συνεχόμενη μάχη μεταξύ intramodal και crossmodal grouping πληροφοριών.

Σε ένα άλλο πείραμα, παρουσιάζονταν στους συμμετέχοντες ερεθίσματα στόχοι, οι οποίοι αποτελούνταν από ένα κόκκινο ή μπλε κύκλο και/ή τη λέξη κόκκινο ή μπλε να ακούγεται από τα μεγάφωνα. Στις δοκιμές, τα ερεθίσματα ήταν συνεχώς σύμφωνα (congruent) μεταξύ τους. Σε πολλές δοκιμές παρουσιαζόταν ένα ερέθισμα

αποτελούμενο από έναν πράσινο κύκλο ή τη λέξη πράσινο να ακούγεται στα μεγάφωνα. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να ξεχωρίσουν το χρώμα του κύκλου όσο πιο γρήγορα μπορούσαν, προσπαθώντας να αγνοήσουν οποιοδήποτε άλλο ερέθισμα παρουσιαζόταν για να τους αποσπάσουν την προσοχή.

Οι συμμετέχοντες απαντούσαν πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια στα σύμφωνα οπτικοακουστικά ερεθίσματα παρά στα μονοαισθητήρια οπτικά ερέθισμα. Από το γεγονός αυτό, διαφαίνεται ότι η σημαντική συμφωνία μεταξύ ζευγών οπτικοακουστικών ερεθισμάτων διαμορφώνει την ανάπτυξη των αισθήσεων αυτών.

Σε ένα άλλο πείραμα, που ήταν παρόμοιο με το προηγούμενο, παρουσιάζονταν στους συμμετέχοντες εικόνες και ήχοι από διάφορα ζώα. Τα ερεθίσματα ήταν και πάλι οπτικοακουστικά ή μόνο οπτικά.

Οι συμμετέχοντες μπορούσαν να ξεχωρίσουν γρηγορότερα το ζώο που τους παρουσιαζόταν όταν ο ήχος αντιστοιχούσε στο ζώο αυτό σε αντίθεση με το όταν τους παρουσιαζόταν η εικόνα ενός ζώου και ακουγόταν ο ήχος κάποιου άλλου.

Η σημασιολογική συμφωνία (semantically congruency) μεταξύ ζευγών οπτικοακουστικών ερεθισμάτων εμπλουτίζεται όταν τα οπτικοακουστικά ερεθίσματα είναι σημασιολογικά σύμφωνα μεταξύ τους.

Υπάρχει διαφωνία κατά πόσο δυο ή περισσότερα ερεθίσματα τα αντιλαμβανόμαστε ως ένα μόνο γεγονός. Το ερώτημα κατά πόσο θεωρούνται ενιαία, παίζει σημαντικό ρόλο στην οπτικοακουστική ανάπτυξη και αποδεικνύεται ότι είναι ένα από τα πιο συζητημένα ζητήματα για περισσότερα από 50 χρόνια. Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε, οι συμμετέχοντες έπρεπε να δείξουν κατά πόσο το οπτικό ή το ακουστικό ερέθισμα παρουσιαζόταν πρώτο σε κάθε δοκιμαστικό χωρίς την πίεση του χρόνου. Το ακουστικό ερέθισμα ήταν λέξεις ή συλλαβές ενώ το οπτικό ερέθισμα ήταν το στόμα ενός άντρα ή μιας γυναίκας να λέει τις λέξεις ή τις συλλαβές που ακούγονταν. Στις μισές δοκιμές, η φωνή του άντρα ακουγόταν καθώς το στόμα του φαινόταν ως οπτικό ερέθισμα και αντίστοιχα η γυναικεία φωνή ακουγόταν ενώ το γυναικείο στόμα

φαινόταν ως οπτικό ερέθισμα. Στις υπόλοιπες δοκιμές, η φωνή και το οπτικό ερέθισμα ήταν αταίριαστα.

Οι συμμετέχοντες δυσκολεύονταν πάντα να κρίνουν ποιο ερέθισμα εμφανιζόταν πρώτο (το οπτικό ή το ακουστικό) όταν τα ερεθίσματα ήταν ταιριαστά ενώ όταν ήταν αταίριαστα δεν δυσκολεύονταν τόσο πολύ.

2.10 Πειραματική Μελέτη 10

Το ανθρώπινο αντιληπτικό σύστημα συχνά ενσωματώνει πληροφορίες που παρουσιάζονται στις διάφορες αισθήσεις. Εντούτοις, η βιβλιογραφία της πολυαισθητήριας (multisensory) αντίληψης δείχνει επίσης ότι οι συνέπειες της συμπεριφοράς της πολυαισθητήριας αλληλεπίδρασης μπορούν να κυμανθούν από διευκολυντικές σε ανταγωνιστικές.

Στο πρώτο πείραμα του άρθρου “The co-occurrence of multisensory competition and facilitation” [11] ελέγχεται εάν με το να αλλάξουν απλά οι απαιτήσεις της αποστολής (από ένα κουμπί σε τρία) παρατηρούνται τα ίδια αποτελέσματα στο πείραμα με οπτικοακουστικά ερεθίσματα. Στο δεύτερο πείραμα, ελέγχεται αν υπάρχει διαφορά στα αποτελέσματα όταν αλλάξει η μορφή του ερεθίσματος, ενώ οι υπόλοιπες παράμετροι παραμένουν σταθερές.

Στο πρώτο πείραμα συμμετείχαν είκοσι-δύο φοιτητές με κανονική ακοή και κανονική ή διορθωμένη όραση. Ως οπτικά ερεθίσματα, χρησιμοποιήθηκαν πενήντα εικόνες από συνηθισμένα αντικείμενα και ως ακουστικά ερεθίσματα πενήντα συνηθισμένοι ήχοι. Τα ερεθίσματα αυτά παρουσιάζονταν ταυτόχρονα σε δύο ρεύματα με διάρκεια 350 ms και 150 ms ενδιάμεσο κενό διάστημα. Οι εικόνες περιστρέφονταν τυχαία 30 μοίρες στα δεξιά ή στα αριστερά έτσι ώστε να γίνεται πιο δύσκολη η αποστολή. Δόθηκαν οδηγίες στους συμμετέχοντες να παρακολουθούν τα οπτικά και τα ακουστικά ερεθίσματα και να ανταποκρίνονται όσο πιο γρήγορα μπορούν όταν δουν ένα οπτικό ερέθισμα που τους είχε προκαθοριστεί ως στόχος ή ακούσουν το ακουστικό ερέθισμα που τους είχε καθοριστεί ως στόχος ή όταν αντιληφθούν το οπτικοακουστικό ερέθισμα (συνδυασμό των δύο ερεθισμάτων) που τους είχε προκαθοριστεί. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να

πατήσουν ανάλογα με το αν ο στόχος ήταν ακουστικός, οπτικός ή συνδυασμός των δύο το αντίστοιχο κουμπί που τους είχα προκαθοριστεί (διαφορετικό για κάθε περίπτωση). Σε μία άλλη περίπτωση, το προκαθορισμένο κουμπί που έπρεπε να πατήσουν ήταν το ίδιο και για τα τρία είδη των στόχων. Στην περίπτωση αυτή, οι στόχοι εμφανίζονταν περίπου μία φορά κάθε πέντε ερεθίσματα και ήταν στην πλειοψηφία τους οπτικοί ή ακουστικοί.

Στην περίπτωση του ενός κουμπιού, οι συμμετέχοντες σπάνια έχαναν τον στόχο και ιδιαίτερα στις περιπτώσεις των οπτικοακουστικών στόχων. Παρατηρήθηκε επίσης ότι υπήρχε γρηγορότερη ανταπόκριση στους οπτικούς στόχους από ότι στους ακουστικούς και ακόμη γρηγορότερη ανταπόκριση στους οπτικοακουστικούς. Στην περίπτωση των τριών κουμπιών, τα αποτελέσματα της ανταπόκρισης στους οπτικούς και τους ακουστικούς στόχους δεν διέφεραν, ενώ η ανταπόκριση στους οπτικοακουστικούς στόχους ήταν πιο αργή. Τα λάθη που έγιναν από τους συμμετέχοντες κατά την ανταπόκριση τους στους οπτικούς ή ακουστικούς ήχους ήταν πολύ λίγα, ενώ στην περίπτωση των οπτικοακουστικών ήταν πολύ περισσότερα γιατί χρησιμοποιούσαν συνήθως το κουμπί που αφορούσε τα ακουστικά ή τα οπτικά (συχνότερα) μέσα.

Στο δεύτερο πείραμα, οι συμμετέχοντες έπρεπε να ανταποκρίνονται σε οπτικά ή ακουστικά ερεθίσματα σε διαφορετικά μπλοκ δοκιμών, όπου τα οπτικά, ακουστικά και οπτικοακουστικά ερεθίσματα ήταν αναμειγμένα και παρουσιάζονταν τυχαία. Οι συμμετέχοντες αυτή τη φορά ήταν είκοσι φοιτητές οι οποίοι δεν είχαν κανένα πρόβλημα ακοής ή όρασης ή είχαν διορθωμένη όραση. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα ίδια με του πρώτου πειράματος, εκτός από το γεγονός ότι τα ερεθίσματα χωρίζονταν μεταξύ τους με κενή οθόνη και σιωπή. Στην αρχή κάθε ενός από τα τέσσερα μπλοκ δοκιμών, δόθηκαν οδηγίες στους συμμετέχοντες να ανταποκρίνονται στους ακουστικούς ή οπτικούς στόχους πατώντας ένα συγκεκριμένο κουμπί. Η διαδικασία ήταν η ίδια με του πρώτου πειράματος, εκτός από το ότι κάθε μπλοκ αποτελείτο από 20 οπτικά, 20 ακουστικά και 10 οπτικοακουστικά ερεθίσματα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν και κάποια άλλα ερεθίσματα στην αρχή κάθε μπλοκ για να επικεντρώσουν την προσοχή των συμμετεχόντων στην οθόνη.

Η καθυστέρηση που παρατηρήθηκε στον εντοπισμό του στόχου στα οπτικά μπλοκ ήταν περίπου η ίδια με αυτή στα ακουστικά μπλοκ. Στα μπλοκ που περιείχαν ερεθίσματα με συνδυασμό της οπτικής και ακουστικής οι συμμετέχοντες ανταποκρίνονταν γρηγορότερα στους οπτικούς στόχους. Οι χαμένοι στόχοι ήταν πολλοί λίγοι καθώς και οι λανθασμένες ανταποκρίσεις.

Οι συγγραφείς προτείνουν ότι ένα άσχετο οπτικό ερέθισμα μπορεί να ενισχύσει την αντιληπτή ηχηρότητα ενός ακουστικού ερεθίσματος και το αντίθετο. Από τα αποτελέσματα των πιο πάνω πειραμάτων προκύπτει ότι η πολυαισθητήρια ενσωμάτωση μπορεί να λειτουργήσει με την προώθηση της αντίληψης για μια αισθητήρια μορφή και να παρεμποδίσει την αντίληψη του ερεθίσματος που είναι σε μια άλλη μορφή.

Ένα ερώτημα που παραμένει και θα ήταν ενδιαφέρον να το δούμε σε μελλοντικά πειράματα είναι η επισήμανση των νευρωνικών υποστρωμάτων που είναι υπεύθυνα για τα διευκολυνόμενα και παρεμποδισμένα αποτελέσματα που είδαμε σε αυτό το άρθρο. Το πρόβλημα που παραμένει είναι ότι ακόμη και η νευρωνική προσέγγισή, δεν θα οδηγήσει απαραίτητα σε βελτιωμένη ή γρηγορότερη σε συμπεριφορά απόδοση. Ακόμα ένα πρόβλημα που παραμένει είναι να μπορέσουν να συνυπάρξουν η ενδοαισθητήρια διευκόλυνση (intersensory facilitation) και η οπτική επικράτηση έτσι ώστε να μπορούμε να εξαχθούν πιο συγκεκριμένα αποτελέσματα. Όταν οι συμμετέχοντες θα ανταποκρίνονται στους ηχητικούς στόχους, θα πρέπει να λαμβάνουμε λιγότερες ανταποκρίσεις στα οπτικοακουστικά ερεθίσματα σε αντίθεση με τα οπτικά ή ακουστικά ερεθίσματα, γιατί θα παρεμβάλλεται ο οπτικός στόχος του οπτικοακουστικού ερεθίσματος.

2.11 Συμπεράσματα που αφορούν την Οπτικοακουστική Προσοχή

Από τα πιο πάνω πειράματα που έχω μελετήσει, έχω διαπιστώσει ότι εξήχθηκαν πολύ σημαντικά συμπεράσματα που αφορούν την οπτικοακουστική προσοχή. Τα συμπεράσματα αυτά αλλά και η όλη διαδικασία των πειραμάτων, λήφθηκαν σοβαρά υπόψη μου στην δημιουργία του δικού μου πειράματος που μελετά κάποια πολύ ενδιαφέροντα θέματα που αφορούν την οπτικοακουστική προσοχή. Κατά κάποιο τρόπο

οι μελέτες αυτές, αποτέλεσαν το έναυσμα για να στρέψω την έρευνά μου σε κάποια συγκεκριμένα σημεία της προσοχής.

Τα βασικότερα συμπεράσματα των πιο πάνω μελετών αποτελούν συνοπτικά τα εξής:

- Κάθε είδος ερεθίσματος γίνεται αντιληπτό και επεξεργάζεται από διαφορετικά σημεία του ανθρώπινου εγκεφάλου.
- Είναι ευκολότερο να εντοπιστούν και να γίνουν αντιληπτά οπτικά ερεθίσματα τα οποία βρίσκονται ήδη εντός του πεδίου προσοχής μας. Επίσης, γίνεται γρηγορότερη επεξεργασία των ερεθισμάτων όταν η προσοχή είναι εστιασμένη σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο, από όταν η προσοχή είναι το ίδιο επικεντρωμένη σε όλη τη σκηνή.
- Είναι πιο εύκολο να παρατηρηθούν μη αναμενόμενα αντικείμενα και γεγονότα όταν αυτά έχουν τα ίδια βασικά χαρακτηριστικά με αυτά που ήδη παρακολουθούμε.
- Ένα άσχετο οπτικό ερέθισμα μπορεί να ενισχύσει την αντιληπτή «ηχηρότητα» ενός ακουστικού ερεθίσματος και το αντίθετο.
- Η όραση εξασφαλίζει ακριβείς πληροφορίες για το χώρο, ενώ η ακοή εξασφαλίζει ακριβείς πληροφορίες για το χρόνο.
- Η προσοχή αποσπάται από ένα ερέθισμα που έχει εντονότερα χαρακτηριστικά από κάποιο ερέθισμα στόχο, ακόμη και αν δίνονται οδηγίες να επικεντρώσουμε την προσοχή μας μόνο στον στόχο και να αγνοήσουμε οποιοδήποτε άλλο ερέθισμα.
- Όσο πιο μεγάλο είναι το αντιληπτικό φορτίο, τόσο δυσκολότερη γίνεται η αναγνώριση του στόχου.
- Ο καθορισμός του χρόνου εμφάνισης ενός οπτικού ή ακουστικού ερεθίσματος όταν παρουσιάζονται σχεδόν ταυτόχρονα είναι ευκολότερο να γίνει όταν τα δύο ερεθίσματα είναι σημασιολογικά αταίριαστα μεταξύ τους, παρά όταν είναι σημασιολογικά όμοια.
- Είναι γρηγορότερη η απόκριση στα σημασιολογικά όμοια οπτικοακουστικά ερεθίσματα παρά στα μονοαισθητήρια ερεθίσματα.

Όλα αυτά τα συμπεράσματα σε συνδυασμό με τα συμπεράσματα που θα ληφθούν από την δική μου πειραματική μελέτη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ενός

πληροφορικού συστήματος για την προσομοίωση της συμπεριφοράς του ανθρώπινου εγκεφάλου όσον αφορά την οπτικοακουστική προσοχή.

Κεφάλαιο 3

Πείραμα Οπτικοακουστικής Προσοχής

3.1 Σκοπός Πειράματος	46
3.2 Περιγραφή Πειράματος	48
3.3 Αποτελέσματα Πειράματος	52

3.1 Σκοπός Πειράματος

Έχοντας μελετήσει παλαιότερες έρευνες με πειράματα που αφορούν το ευρύτερο ερευνητικό μου πεδίο της επιλεκτικής προσοχής αλλά και πιο συγκεκριμένα της οπτικοακουστικής προσοχής που έχω αναλάβει να μελετήσω, έχω διαπιστώσει ότι υπάρχει ακόμη πολλή έρευνα που πρέπει να επιτελεστεί στον τομέα αυτό ώστε να καταφέρουν οι επιστήμονες να οδηγηθούν στην ολοκληρωμένη προσομοίωση του ανθρώπινου εγκεφάλου. Έχω παρατηρήσει ότι παραμένουν αναπάντητα κάποια σημαντικά κατά τη γνώμη μου ερωτήματα που αφορούν τον συγκεκριμένο κλάδο. Θα ήταν λοιπόν πολύ ενδιαφέρον πιστεύω αν κατάφερνα να δώσω κάποιες απαντήσεις σε τέτοιου είδους ερωτήματα μέσα από την ερευνά μου αφήνοντας με τη σειρά μου ένα μικρό στίγμα σε αυτό τον κλάδο της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Κύριος σκοπός αυτού του έργου, είναι φυσικά να βοηθήσει παρόμοιους μελετητές στις μελλοντικές μελέτες γύρω από το θέμα της επιλεκτικής προσοχής καθώς επίσης και να συμβάλει στη διεκπεραίωση μίας μεγαλύτερης εργασίας που επιτελείται από το τμήμα Πληροφορικής του πανεπιστημίου μας αυτό το διάστημα. Η συγκεκριμένη εργασία, όπως άλλωστε έχω προαναφέρει, αφορά την μελέτη και την προσομοίωση της οπτικής προσοχής. Έτσι, ελπίζω πως η έρευνά μου θα αποτελέσει ένα λιθαράκι στο έργο αυτής της ομάδας των μελετητών. Επιπλέον, εύχομαι να δώσει και το έναυσμα στην περαιτέρω επέκταση της μελέτης της οπτικής προσοχής σε οπτικοακουστική.

Το θέμα το οποίο θα εξετάσω μέσα από το πείραμά μου είναι κατά πόσο ο χρόνος αντίδρασης του ανθρώπινου εγκεφάλου επηρεάζεται από ταιριασμένα ή αταίριαστα οπτικοακουστικά δεδομένα, τα ούτω καλούμενα ερεθίσματα.

Στο πείραμά μου θα καταγράψω το χρόνο ανταπόκρισης κάθε συμμετέχοντα, στην περίπτωση που υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των εξωτερικών ερεθισμάτων αλλά και στην περίπτωση που τα εξωτερικά ερεθίσματα είναι αταίριαστα μεταξύ τους. Με τον όρο συσχέτιση εννοούμε να υπάρχει μια ταύτιση στο τι είδαμε με το τι ακούσαμε. Στην αντίθετη περίπτωση που δεν θα υπάρχει καμία συσχέτιση μεταξύ των ερεθισμάτων, τότε αναμένουμε ότι το οπτικό ερέθισμα με το ακουστικό θα είναι διαφορετικά. Το πείραμα αποτελείται από δύο ειδών ερεθίσματα και δύο είδη στόχων. Ο στόχος είναι το ερέθισμα στο οποίο πρέπει οι συμμετέχοντες να ανταποκριθούν και μπορεί να είναι το οπτικό ή το ακουστικό ερέθισμα. Εάν η ένδειξη που προηγείται του ερεθίσματος είναι για επικέντρωση της προσοχής στο τι βλέπεις, τότε ο στόχος είναι το οπτικό ερέθισμα. Αντίστοιχα, εάν η ένδειξη είναι για να επικεντρώσεις την προσοχή στο τι ακούς, τότε ο στόχος είναι το ακουστικό ερέθισμα. Τα είδη των ερεθισμάτων είναι τα ακόλουθα: α) συμβατό οπτικό και ακουστικό ερέθισμα και β) οπτικό και ακουστικό ερέθισμα ασύμβατα μεταξύ τους.

Τα βασικότερα ερωτήματα που θα επιχειρήσω να απαντήσω μέσω του πειράματος είναι τα ακόλουθα:

- Κατά πόσο επηρεάζεται ο χρόνος αντίδρασης του συμμετέχοντα όταν του ζητείται να παρατηρήσει δύο ερεθίσματα, το ένα οπτικό και το άλλο ακουστικό, τα οποία είναι σημασιολογικά ίδια ή διαφορετικά; Δηλαδή, αν μπορεί να δημιουργηθεί στο μυαλό του ανθρώπου μία συσχέτιση μεταξύ εικόνας και ήχου.
- Κατά πόσο επηρεάζεται ο χρόνος αντίδρασης του συμμετέχοντα όταν τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα συμπίπτουν την ίδια χρονική στιγμή.
- Αν επηρεάζονται οι χρόνοι ανταπόκρισης από το είδος του στόχου (αν είναι οπτικός ή ακουστικός).

Με τα αποτελέσματα που θα πάρω από την υλοποίηση του πειράματος αυτού θα είμαι πιστεύω σε θέση να δώσω σαφείς και αποδεδειγμένες απαντήσεις στα πιο πάνω

ερωτήματα. Το γεγονός αυτό μπορεί να βοηθήσει κάποιους μελλοντικούς ερευνητές που θα θέλουν να ασχοληθούν με αυτό το ερευνητικό πεδίο ή κάποιο άλλο συναφές.

3.2 Περιγραφή Πειράματος

Για την υλοποίηση του πειράματος αναπτύχθηκε ένα πληροφορικό σύστημα. Σκοπός αυτού του πληροφορικού συστήματος είναι η παρουσίαση των ενδείξεων και των ερεθισμάτων αλλά και η καταγραφή του χρόνου αντίδρασης του συμμετέχοντα.

Αυτό το πληροφορικό σύστημα υλοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος Presentation. Το λογισμικό πρόγραμμα Presentation είναι ένα λογισμικό της Neurobehavioral Systems το οποίο χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη τέτοιου είδους πειραμάτων. Χρησιμοποιείται κυρίως από τον κλάδο της νευρολογίας γιατί έχει τη δυνατότητα παρουσίασης οπτικών, ακουστικών αλλά και πολυαισθητήριων ερεθισμάτων. Επιπλέον, μπορεί να δεχθεί ως είσοδο το πάτημα ενός κουμπιού από το πληκτρολόγιο, το ποντίκι ή άλλη συσκευή εισόδου. Παράλληλα με την ανταπόκριση του χρήστη, καταγράφει με ακρίβεια υποχιλιοστών του δευτερολέπτου το χρόνο εμφάνισης των ερεθισμάτων και το χρόνο απάντησης. Οι πληροφορίες αυτές που εξάγονται καθώς και η απάντηση του χρήστη (είτε ορθή είτε λανθασμένη) καταγράφονται σε ένα αρχείο κειμένου. Για κάθε συμμετέχοντα δημιουργείται διαφορετικό αρχείο αποτελεσμάτων. Ο ερευνητής με το τέλος της εκτέλεσης του πειράματος μπορεί να ανοίξει το συγκεκριμένο αρχείο για να δει και να επεξεργαστεί τα αποτελέσματα που τον ενδιαφέρουν. Επιπρόσθετα, υπάρχει η δυνατότητα να διακοπεί το πείραμα ανά πάσα στιγμή χωρίς να χαθούν τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα που λήφθηκαν. Τα πιο πάνω χαρακτηριστικά, αποτελούν μερικές από τις πιο βασικές ικανότητες του λογισμικού προγράμματος Presentation καθώς και τους κύριους λόγους που με οδήγησαν στο να το χρησιμοποιήσω για την ανάπτυξη του πληροφορικού μου συστήματος.

Το πληροφορικό σύστημα μελέτης της οπτικοακουστικής προσοχής που ανέπτυξα είναι ένα σύστημα που σκοπό έχει την παρουσίαση των ενδείξεων, των οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων, αλλά και την καταγραφή των αποτελεσμάτων. Το πληροφορικό σύστημα παίρνει ως είσοδο την ανταπόκριση του χρήστη. Δηλαδή, τα

δεδομένα εισόδου είναι το πάτημα ενός κουμπιού στο πληκτρολόγιο, που στην συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να είναι το γράμμα F ή το γράμμα G ανάλογα με το εάν ο στόχος της δοκιμής ήταν το F ή το G. Με αυτή την ανταπόκριση, καταγράφονται σε ένα αρχείο εξόδου ποιο κουμπί πατήθηκε, οι χρόνοι αντίδρασης καθώς και οι χρόνοι και το είδος των ενδείξεων που εμφανίστηκαν. Οι πληροφορίες αυτές, μαζί με την εμφάνιση των οδηγιών, των ενδείξεων και των ερεθισμάτων στην οθόνη αποτελούν την επεξεργασία που διενεργεί το σύστημα. Πληροφορίες εξόδου αποτελούν καταρχάς οι οδηγίες του πειράματος που εμφανίζονται στην οθόνη μόλις τεθεί σε λειτουργία το σύστημα. Ακολουθώς αρχίζουν να παρουσιάζονται στην οθόνη οι δοκιμές του πειράματος που αποτελούνται από την ένδειξη και το οπτικό ερέθισμα. Ακόμη μία πληροφορία αποτελεί και το ακουστικό ερέθισμα που ακούγεται από τα μεγάφωνα του υπολογιστή. Πληροφορίες εξόδου αποτελεί επίσης και το αρχείο εξόδου που δημιουργείται κατά την εκτέλεση του πειράματος και στο οποίο υπάρχουν καταγεγραμμένα τα στοιχεία που προανέφερα.

Το πείραμα αρχίζει με τις οδηγίες που δίνονται στους συμμετέχοντες έτσι ώστε να μπορέσουν να το διεκπεραιώσουν. Ακολουθεί στη συνέχεια ένα μπλοκ (τμήμα) δοκιμών, δηλαδή μία ακολουθία από δοκιμές, που αποτελείται από μόλις πέντε δοκιμές για πρακτική εξάσκηση ούτως ώστε να γίνει πλήρως κατανοητός ο στόχος του πειράματος, το τι δηλαδή ζητείτε από τους συμμετέχοντες να κάνουν. Μετά την ολοκλήρωση της πρακτικής εξάσκησης, ξεκινούν οι πειραματικές δοκιμές. Υπάρχουν τρία τμήματα πειραματικών δοκιμών που το καθένα αποτελείται από δεκαέξι δοκιμές, δηλαδή συνολικά 48 δοκιμές. Τα τρία αυτά μπλοκ διαχωρίζονται μεταξύ τους από δύο διαλείμματα ούτως ώστε οι συμμετέχοντες να έχουν την δυνατότητα να σταματήσουν για λίγο το πείραμα για να ξεκουραστούν εάν νιώθουν ότι το έχουν ανάγκη. Όταν είναι έτοιμοι συνεχίζουν στο επόμενο τμήμα δοκιμών.

Οι δοκιμές αποτελούνται από δύο διαφορετικά είδη. Το πρώτο είδος δοκιμών είναι οι συμβατές, όπου το οπτικό και το ακουστικό ερέθισμα αναφέρονται στο ίδιο γράμμα. Μπορεί δηλαδή να έχουμε ως οπτικοακουστικό ερέθισμα είτε το γράμμα F είτε το γράμμα G. Το άλλο είδος δοκιμών είναι οι ασύμβατες, δηλαδή το οπτικό και το ακουστικό ερέθισμα να είναι διαφορετικά. Σε τέτοια περίπτωση όταν το οπτικό

ερέθισμα είναι το F, το ακουστικό ερέθισμα είναι το G και το αντίστροφο. Σε κάθε μπλοκ δοκιμών οι μισές δοκιμές είναι συμβατές και οι άλλες μισές ασύμβατες.

Όπως έχω προαναφέρει, τα ερεθίσματα είναι ο συνδυασμός οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων. Για να γίνω πιο σαφείς υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά ερεθίσματα: α) το οπτικό και το ακουστικό ερέθισμα να είναι το γράμμα F (σχήμα 3.1), β) το οπτικό και το ακουστικό ερέθισμα να είναι το γράμμα G (σχήμα 3.2), γ) το οπτικό ερέθισμα να είναι το γράμμα F και το ακουστικό το γράμμα G (σχήμα 3.3) και δ) το οπτικό ερέθισμα να είναι το γράμμα G και το ακουστικό το γράμμα F (σχήμα 3.4). Η σειρά με την οποία εμφανίζονται τα διάφορα ερεθίσματα καθορίζεται τυχαία και υπάρχει ίση πιθανότητα εμφάνισης και των τεσσάρων διαφορετικών περιπτώσεων.



Σχήμα 3.1. Συμβατό οπτικοακουστικό F ερέθισμα.



Σχήμα 3.2. Συμβατό οπτικοακουστικό G ερέθισμα.



Σχήμα 3.3. Ασύμβατο ερέθισμα: οπτικό F και ακουστικό G.



Σχήμα 3.4. Ασύμβατο ερέθισμα: οπτικό G και ακουστικό F.

Οι συμμετέχοντες έπρεπε να πατήσουν το σωστό κουμπί του γράμματος (F ή G) που είδαν ή άκουσαν ανάλογα με την ένδειξη που εμφανίζεται στην αρχή κάθε δοκιμής, πριν τα ερεθίσματα. Στην περίπτωση που η ένδειξη ήταν η εικόνα ενός ματιού, σήμαινε ότι η προσοχή πρέπει να στραφεί στο τι θα εμφανιστεί στην οθόνη (το γράμμα F ή το γράμμα G), αγνοώντας το τι θα ακουστεί. Αντίθετα, όταν η ένδειξη ήταν ο ήχος μίας υψηλής νότας, η προσοχή έπρεπε να στραφεί προς τον ήχο που θα ακουστεί (η

εκφώνηση του γράμματος F ή του γράμματος G), αγνοώντας την οπτική απεικόνιση του γράμματος που θα εμφανιστεί στην οθόνη. Ο λόγος που οι ενδείξεις δεν είναι του ίδιου τύπου, για παράδειγμα να είναι και οι δύο οπτικές με την εικόνα ενός ματιού και την εικόνα ενός αυτιού, οφείλεται στο φαινόμενο της top-down πληροφορίας που επεξηγήθηκε στο κεφάλαιο της εισαγωγής. Για να γίνω πιο σαφής, οι ενδείξεις είναι αυτές που ουσιαστικά δίνουν την top-down πληροφορία στον ανθρώπινο εγκέφαλο ότι το ερέθισμα που ακολουθεί είναι οπτικό, όταν εμφανίζεται η ένδειξη της εικόνας, ή ότι το ερέθισμα που ακολουθεί είναι ακουστικό, όταν ακούγεται ο ήχος της νότας. Αν για παράδειγμα, αντί του ήχου της νότας για την επικέντρωση στο ακουστικό ερέθισμα δινόταν, όπως και στην περίπτωση του οπτικού στόχου, οπτική ένδειξη τότε η εντολή που θα δινόταν στον εγκέφαλο θα ήταν πάλι για οπτική επικέντρωση.

Οι στόχοι στους οποίους πρέπει να ανταποκριθούν οι συμμετέχοντες, είναι ανάλογα με τις ενδείξεις που έχω προαναφέρει το οπτικό ή το ακουστικό ερέθισμα. Για να γίνω πιο σαφείς, υπάρχουν τέσσερις περιπτώσεις. Η πρώτη περίπτωση είναι όταν η ένδειξη είναι για επικέντρωση της προσοχής στο οπτικό κομμάτι, τότε υπάρχουν δύο υποπεριπτώσεις: α) Είτε να εμφανιστεί ένα γράμμα και να ακουστεί κάποιο άλλο (δηλαδή το οπτικό και το ακουστικό ερέθισμα να είναι ασυμβίβαστα μεταξύ τους). Τότε ο συμμετέχοντας πρέπει να πατήσει το κουμπί που αντιστοιχεί στην εικόνα του ερεθίσματος που είδε (F ή G) αγνοώντας το γράμμα που άκουσε (αν το οπτικό είναι το F το ακουστικό θα είναι το G και το αντίθετο). β) Είτε να εμφανιστεί και να ακουστεί το ίδιο γράμμα δηλαδή το οπτικό και το ακουστικό ερέθισμα να είναι τα ίδια – συμβατά. Τότε ουσιαστικά ο συμμετέχοντας πρέπει να πατήσει το γράμμα που είδε αλλά και άκουσε. Στην περίπτωση που το συνθηματικό (ένδειξη) αφορά την επικέντρωση στην ακουστική προσοχή τότε οι δύο υποπεριπτώσεις είναι οι εξής: α) Να εμφανιστεί και να ακουστεί το ίδιο γράμμα (συμβατά ερεθίσματα). Σε αυτή την περίπτωση ο συμμετέχοντας πρέπει να πατήσει το κουμπί που αντιστοιχεί στο γράμμα που αναφερόταν το οπτικοακουστικό ερέθισμα. β) Να εμφανιστεί ένα γράμμα και να ακουστεί ένα άλλο (ασύμβατα ερεθίσματα). Τότε η ανταπόκριση πρέπει να είναι το γράμμα που ακούστηκε και να αγνοηθεί το γράμμα που εμφανίστηκε στην οθόνη. Αυτοί οι τέσσερις συνδυασμοί ενδείξεων και ερεθισμάτων εμφανίζονται τυχαία διάσπαρτοι μέσα στα μπλοκ των πειραματικών δοκιμών, κατέχοντας όλες οι περιπτώσεις την ίδια συχνότητα εμφάνισης.

Η κάθε δοκιμή του πειράματος αρχίζει με το συνθηματικό (ένδειξη για να στρέψει ο συμμετέχοντας την προσοχή του στην οπτική απεικόνιση ή στον ήχο), το οποίο εμφανίζεται στο κέντρο της οθόνης ενός υπολογιστή για 600 χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms). Στη συνέχεια παρουσιάζεται στο ίδιο σημείο της οθόνης σε μαύρο φόντο το οπτικό ερέθισμα, δηλαδή η απεικόνιση του γράμματος F ή του γράμματος G. Παράλληλα, ακούγεται από τα μεγάφωνα του υπολογιστή το ακουστικό ερέθισμα, δηλαδή η εκφώνηση του γράμματος F ή του γράμματος G. Και τα δύο ερεθίσματα, οπτικό και ακουστικό, έχουν διάρκεια 300 ms. Αμέσως μετά από κάθε δοκιμή εμφανίζεται ένα μαύρο φόντο στην οθόνη για 900ms. Στο διάστημα αυτό δίνεται ο χρόνος και η ευκαιρία στον συμμετέχοντα να σκεφτεί και να δώσει την απάντησή του.

Στο πείραμα έλαβαν μέρος τριάντα συμμετέχοντες. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν κανονική ακοή και κανονική ή διορθωμένη προς το κανονικό όραση. Για την διεκπεραίωση του πειράματος, οι συμμετέχοντες απομονώθηκαν σε ένα ήσυχο δωμάτιο ούτως ώστε να μην τους αποσπάται η προσοχή από άλλους εξωτερικούς παράγοντες. Ο αριθμός των συμμετεχόντων καθώς και όλοι οι άλλοι παράγοντες που πιθανόν να επηρεάζουν τα αποτελέσματα, είναι κατά τη γνώμη μου πολύ ικανοποιητικοί ούτως ώστε να μπορώ να πάρω αξιόπιστα και αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα που αφορούν την οπτικοακουστική προσοχή.

3.3 Αποτελέσματα Πειράματος

Τα αποτελέσματα κάθε συμμετέχοντα, όπως έχω προαναφέρει, καταγράφονταν σε ένα αρχείο που δημιουργείτο κατά την εκτέλεση του πειράματος. Για κάθε συμμετέχοντα δημιουργείτο ένα ξεχωριστό αρχείο με αύξων αριθμό που αναλογούσε στη σειρά με την οποία έλαβε μέρος στο πείραμα το συγκεκριμένο άτομο.

Μετά το πέρας κάθε εκτέλεσης του πειράματος, τα αρχεία αυτά υποβάλλονταν σε επεξεργασία, λαμβάνοντας για κάθε πειραματική δοκιμή τα στοιχεία που ήταν χρήσιμα για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Χρήσιμα στοιχεία αποτελούσαν το είδος της ένδειξης και του ερεθίσματος, η ακρίβεια της απάντησης, ο χρόνος στον οποίο

εμφανίστηκε το οπτικοακουστικό ερέθισμα και ο χρόνος στον οποίο ο συμμετέχοντας έδωσε την απάντησή του.

Στο πείραμα υπήρχαν τέσσερις βασικές περιπτώσεις πειραματικών δοκιμών που αποτελούνταν από τον συνδυασμό του είδους της ένδειξης και του ερεθίσματος. Η πρώτη περίπτωση ήταν όταν η ένδειξη ήταν για επικέντρωση στην ακουστική προσοχή (δηλαδή ο στόχος είναι το ακουστικό ερέθισμα) και το οπτικό με το ακουστικό ερέθισμα ήταν συμβατά. Αυτήν την περίπτωση την ονομάζω εν συντομία «ακουστική συμβατή» (hear compatible). Η δεύτερη περίπτωση ήταν όταν η ένδειξη ήταν και πάλι η ακουστική προσοχή, αλλά το οπτικό και το ακουστικό ερέθισμα ήταν ασύμβατα, αλλιώς «ακουστική ασύμβατη» (hear incompatible). Στην τρίτη περίπτωση, η ένδειξη αφορούσε την οπτική προσοχή με το οπτικό και το ακουστικό ερέθισμα να είναι συμβατά μεταξύ τους, δηλαδή η ούτω καλούμενη «οπτική συμβατή» (look compatible). Η τελευταία περίπτωση ήταν και πάλι για επικέντρωσή στην οπτική προσοχή με οπτικό και ακουστικό ερέθισμα ασύμβατα, η «οπτική ασύμβατη» (look incompatible) περίπτωση.

Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων κάθε συμμετέχοντα, αφαιρέθηκαν καταρχάς οι πέντε δοκιμές εξάσκησης που υπήρχαν στην αρχή και οι υπόλοιπες πειραματικές δοκιμές χωρίστηκαν ανάλογα με την κατηγορία (hear compatible, hear incompatible, look compatible, look incompatible) στην οποία ανήκαν. Για κάθε πειραματική δοκιμή της οποίας η απάντηση ήταν ορθή, υπολογίστηκε ο χρόνος ανταπόκρισης (RT) του συμμετέχοντα σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms), αφαιρώντας τον χρόνο εμφάνισης του ερεθίσματος από τον χρόνο στον οποίο ο συμμετέχοντας έδωσε την απάντησή του (από τη στιγμή που εμφανίστηκε το ερέθισμα).

Με το τέλος και των τριάντα εκτελέσεων του πειράματος, τα πιο πάνω επεξεργασμένα αποτελέσματα συγκεντρώθηκαν όλα μαζί, ξεχωριστά όμως για κάθε μία από τις τέσσερις περιπτώσεις, για να υποβληθούν σε περαιτέρω ανάλυση. Για όλους τους χρόνους ανταπόκρισης κάθε περίπτωσης υπολογίστηκε ο μέσος χρόνος ανταπόκρισης (MEAN RT) και η τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων (Standard Deviation). Από αυτούς τους υπολογισμούς εξαιρέθηκαν οι δοκιμές που είχαν λανθασμένες απαντήσεις καθώς και αυτές στις οποίες ο συμμετέχοντας δεν πρόλαβε να απαντήσει εντός του

προκαθορισμένου χρονικού ορίου. Επιπρόσθετα, για κάθε κατηγορία υπολογίστηκε το ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων που υπήρξαν (error rate) (πίνακας 3.1). Ως λανθασμένες απαντήσεις περιλήφθηκαν και αυτές που ήταν εκτός χρονικών ορίων.

Cue + Stimuli	Error rate	Response Time (ms)	Standard Deviation (ms)
hear compatible	2,22%	1085,95	554,012
hear incompatible	18,61%	1154,3	578,19
look compatible	1,67%	864,6	444,308
look incompatible	4,44%	907,35	522,569

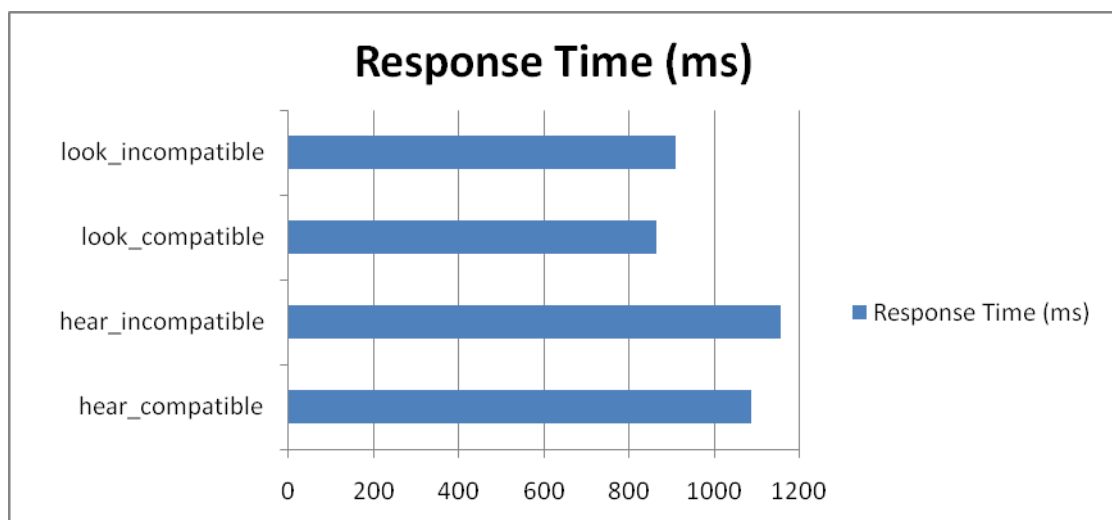
Πίνακας 3.1. Αποτελέσματα ακρίβειας, χρόνου ανταπόκρισης και τυπικής απόκλισης για τις τέσσερις περιπτώσεις δοκιμών.

Ο μέσος χρόνος ανταπόκρισης στην περίπτωση ακουστικού στόχου με συμβατό οπτικοακουστικό ερέθισμα είναι 1085,95 ms, αρκετά μικρότερος από την περίπτωση του ακουστικού στόχου αλλά με ασύμβατα το οπτικό και το ακουστικό ερέθισμα, που ήταν 1154,3 ms. Ταυτόχρονα, η τυπική απόκλιση αυτών των αποτελεσμάτων ήταν 554,012 ms και 578,19 ms αντίστοιχα. Μία παρόμοια κατάσταση παρατηρείται και στην περίπτωση του οπτικού στόχου. Δηλαδή, ο μέσος χρόνος απόκρισης των συμβατών ερεθισμάτων είναι 864,6 ms, ενώ των ασύμβατων 907,35 ms. Η τυπική απόκλιση τους ήταν 444,308 ms και 522,569 ms αντίστοιχα.

Αν επίσης συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των μέσων χρόνων των δοκιμών με ακουστικό στόχο με αυτά των δοκιμών με οπτικό στόχο, θα παρατηρήσουμε ότι γενικώς οι περιπτώσεις του οπτικού στόχου είχαν αισθητά χαμηλότερους χρόνους απόκρισης. Η διαφορά μεταξύ των χρόνων αντίδρασης των συμβατών και ασύμβατων ακουστικών περιπτώσεων, είναι 68,35 ms. Στην περίπτωση των οπτικών στόχων, η διαφορά των χρόνων μεταξύ συμβατών και ασύμβατων ερεθισμάτων, είναι περίπου 42,75 ms. Όπως μπορούμε επομένως να παρατηρήσουμε η διαφορά μεταξύ συμβατών και ασύμβατων ερεθισμάτων στην περίπτωση του οπτικού στόχου είναι αρκετά λιγότερη από ότι στην περίπτωση του ακουστικού στόχου. Συγκρίνοντας τον μέσο χρόνο αντίδρασης στην κατηγορία των συμβατών ερεθισμάτων με οπτικό στόχο και με ακουστικό στόχο, στην περίπτωση του οπτικού στόχου ο χρόνος ανταπόκρισης είναι πολύ μικρότερος από ότι στην περίπτωση του ακουστικού στόχου. Μια παρόμοια

κατάσταση έχουμε και στην κατηγορία των ασύμβατων ερεθισμάτων, με την διαφορά οπτικού και ακουστικού να αποκλίνει ακόμη πιο αισθητά, δηλαδή ο ακουστικός στόχος έχει πολύ μεγαλύτερο χρόνο απόκρισης από τον οπτικό.

Το ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων στην πρώτη περίπτωση, δηλαδή του ακουστικού στόχου με συμβατό οπτικοακουστικό ερέθισμα, ήταν 2,22% ενώ του ασύμβατου ακουστικού στόχου ήταν 18,62%. Όπως παρατηρούμε, αυτή η διαφορά είναι αισθητά πολύ μεγάλη. Στην περίπτωση της οπτικής ένδειξης με τα συμβατά ερεθίσματα το ποσοστό λανθασμένων απαντήσεων των συμμετεχόντων ήταν μόλις 1,67%, ενώ με ασύμβατα ερεθίσματα ήταν 4,44%. Σε αντίθεση με τα ποσοστά ακρίβειας του ακουστικού στόχου, αυτή η διαφορά είναι πιστεύω σε πολύ λογικά πλαίσια. Παρατηρούμε λοιπόν ότι τα αποτελέσματα ακρίβειας έχουν παρόμοια συμπεριφορά με τα αποτελέσματα του χρόνου ανταπόκρισης. Δηλαδή, η ακρίβεια του ακουστικού στόχου, και ειδικότερα του ασύμβατου, είναι γενικώς αρκετά χαμηλότερη από αυτήν του οπτικού στόχου.



Σχήμα 3.5. Γραφική παράσταση του χρόνου ανταπόκρισης για τις τέσσερις περιπτώσεις.

Συμπερασματικά, τα καλύτερα αποτελέσματα λήφθηκαν στις περιπτώσεις των συμβατών ερεθισμάτων και ειδικότερα στην περίπτωση του οπτικού στόχου. Αντίθετα, τα χειρότερα αποτελέσματα λήφθηκαν στις περιπτώσεις του ασύμβατου ακουστικού στόχου.

Κεφάλαιο 4

Συμπεράσματα

4.1 Συμπεράσματα που προέκυψαν από το Πείραμα	56
4.2 Προτάσεις για Μελλοντική Εργασία	58

4.1 Συμπεράσματα που προέκυψαν από το Πείραμα

Από την μελέτη των αποτελεσμάτων που λήφθηκαν από το πείραμα της οπτικοακουστικής προσοχής, διαφάνηκαν κάποια χαρακτηριστικά στοιχεία που αφορούν την οπτική και την ακουστική προσοχή. Άλλοτε διαπιστώνονται κάποιες ομοιότητες μεταξύ των δύο αισθήσεων και άλλοτε κάποιες διαφορές. Παράλληλα, διαφορές υπάρχουν όπως παρατηρήσαμε και στην σύγκριση της συμβατότητας των ερεθισμάτων. Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα προσπαθήσουμε να συγκεντρώσουμε τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτήν τη μελέτη.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της συμβατότητας του στόχου, παρατηρείται μία έντονη διαφορά μεταξύ των συμβατών και των ασύμβατων περιπτώσεων. Όταν τα ερεθίσματα ήταν συμβατά μεταξύ τους, ο χρόνος αντίδρασης του συμμετέχοντα είναι γρηγορότερος από την περίπτωση που τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα ήταν ασύμβατα. Το δε ποσοστό των λαθών, είναι αυξημένο στην περίπτωση των ασύμβατων ερεθισμάτων. Αυτή η διαφορά είναι εντονότερη στις περιπτώσεις του ακουστικού στόχου παρά του οπτικού. Τα αποτελέσματα αυτά που αφορούν την συμβατότητα μεταξύ των οπτικών και των ακουστικών ερεθισμάτων μπορούν να χαρακτηριστούν ως απόλυτα φυσιολογικά. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι στην περίπτωση των ασύμβατων ερεθισμάτων, η προσοχή του συμμετέχοντα αναπόφευκτα αποσπάτε από το αντίθετο ερέθισμα, έστω και αν του δίνονται οδηγίες να αγνοεί το ερέθισμα που δεν αποτελεί στόχο. Τα ερεθίσματα όμως αυτά δεν παύουν να βρίσκονται στο περιβάλλον

στο οποίο επικεντρώνεται η επιλεκτική προσοχή του και έτσι υποβάλλονται και τα δύο ερεθίσματα σε επεξεργασία από τον εγκέφαλο, μέχρι να αποφασιστεί ποιο είναι αυτό στο οποίο πρέπει να ανταποκριθεί βάση της top-down πληροφορίας (ένδειξης) που του είχε δοθεί προηγουμένως. Για τον λόγο αυτό, ο συμμετέχοντας στην βιασύνη του κάποιες φορές να δώσει την απάντηση κάνει λάθος, για αυτό άλλωστε παρατηρούνται και αυξημένα ποσοστά λαθών στις ασύμβατες περιπτώσεις, ή αργεί να απαντήσει λόγω της όλης επεξεργασίας που διενεργείται στον εγκέφαλο του.

Τα συμπεράσματα που προαναφέρθηκαν, είναι σύμφωνα με τα συμπεράσματα που λήφθηκαν από τους ερευνητές Sophie Molholm, Walter Ritter, Daniel C. Javitt και John J. Foxe και καταγράφονται στο άρθρο τους “Multisensory Visual-Auditory Object Recognition in Humans: a High-density Electrical Mapping Study”. Οι ερευνητές αυτοί με το πείραμά τους που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, παρατήρησαν ότι στην περίπτωση που ο στόχος ήταν ένα οπτικοακουστικό ερέθισμα ο μέσος χρόνος αντίδρασης ήταν γρηγορότερος από τις υπόλοιπες περιπτώσεις και τα ποσοστά επιτυχίας ήταν τα καλύτερα. Επίσης, παρόμοια αποτελέσματα λήφθηκαν και από πειράματα του Charles Spence που έχω προαναφέρει.

Αν κάνουμε μία γενική σύγκριση μεταξύ της συμπεριφοράς που προέκυψε από τους οπτικούς στόχους με αυτήν που προέκυψε από τους ακουστικούς, παρατηρείται ότι τα αποτελέσματα των οπτικών στόχων είναι σαφώς καλύτερα. Οι μέσοι χρόνοι ανταπόκρισης είναι πολύ μικρότεροι στις περιπτώσεις των οπτικών στόχων από ότι στις περιπτώσεις των ακουστικών στόχων. Τα ποσοστά των λαθών είναι επίσης μικρότερα στις περιπτώσεις των οπτικών στόχων. Αυτό που δημιουργεί τη μεγαλύτερη εντύπωση είναι τα αποτελέσματα του ακουστικού ασύμβατου στόχου γιατί είναι τα υψηλότερα από κάθε άλλη περίπτωση, τόσο στους χρόνους ανταπόκρισης όσο και στα ποσοστά λαθών. Ιδιαίτερα τα ποσοστά λαθών είναι πολύ ψηλότερα και από την περίπτωση του οπτικού ασύμβατου στόχου.

Όλα αυτά τα αποτελέσματα, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η συμπεριφορά της οπτικής προσοχής είναι πολύ καλύτερη από την συμπεριφορά της ακουστικής προσοχής. Η εντονότερη διαφορά στην συμπεριφορά οπτικής και ακουστικής διαφαίνεται μάλιστα στις περιπτώσεις των ασύμβατων στόχων. Τα ευρήματα αυτά, οφείλονται στο γεγονός

ότι η οπτική προσοχή είναι πιο ανεπτυγμένη από την ακουστική προσοχή. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ανάγκη του ανθρώπου για επιβίωση. Ένα παράδειγμα στο οποίο διαφαίνεται αυτό, είναι το ότι ο κίνδυνος μπορεί να γίνει πιο εύκολα αντιληπτός από τα μάτια μας από ότι από οποιοδήποτε άλλο αισθητήριο όργανο. Επίσης, από τα μάτια μας μπορούν να ληφθούν περισσότερες πληροφορίες, ενώ οι πληροφορίες που λαμβάνονται από τα αυτιά μας είναι πιο περιορισμένες και είναι ευκολότερο να παρεμποδιστούν ή να αποσπαστεί η προσοχή μας από κάποιον άλλο ήχο ή ερέθισμα. Κάτι τέτοιο μπορούμε να το διαπιστώσουμε και από προσωπικές μας εμπειρίες. Επιπλέον, το γεγονός ότι το ποσοστό λαθών στην περίπτωση του ακουστικού στόχου με ασύμβατα τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα είναι πολύ μεγαλύτερο από την περίπτωση του οπτικού στόχου, με οδηγεί στο συμπέρασμα ότι σε αυτό πιθανό να οφείλεται η top-down πληροφορία (ένδειξη). Αυτό που εννοώ είναι ότι πιθανόν στην περίπτωση του οπτικού στόχου, να είναι εντονότερη η top-down πληροφορία γιατί αποτελείται από μία έγχρωμη εικόνα, ενώ ο ήχος της νότας στην περίπτωση του ακουστικού στόχου, να μην υποκινεί πολύ την bottom-up πληροφορία. Έτσι σε συνδυασμό με το οπτικό γράμμα που εμφανίζεται στην οθόνη προφανώς δημιουργεί περισσότερο ενδιαφέρον (bottom-up πληροφορία) στον εγκέφαλο, από ότι το ακουστικό γράμμα. Επομένως, διενεργείται πιο γρήγορα η επεξεργασία των ερεθισμάτων στον ανθρώπινο εγκέφαλο και έτσι ο συμμετέχοντας καταφέρνει να απαντήσει γρηγορότερα στους οπτικούς στόχους.

Παρόμοια συμπεράσματα που υποδηλώνουν την ιδιαίτερη συμπεριφορά της οπτικής προσοχής εξήχθηκαν και από προηγούμενες μελέτες, κυρίως του Charles Spence και των συνεργατών του.

Επομένως, τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτή μου τη μελέτη, μπορούν κατά τη γνώμη μου να χαρακτηριστούν ως πολύ ενδιαφέροντα. Από την μία πλευρά επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών και από την άλλη εφιστούν το ενδιαφέρον σε κάποια θέματα ούτως ώστε να τύχουν περεταίρω εξέτασης.

4.2 Προτάσεις για Μελλοντική Εργασία

Σαφέστατα, το πεδίο της οπτικοακουστικής προσοχής αλλά και γενικότερα η επιλεκτική προσοχή είναι ένα θέμα πολύ ενδιαφέρον, αλλά ταυτόχρονα και πολύ

χρήσιμο να μελετηθεί ούτως ώστε να μπορέσει στο μέλλον να υπάρξει κάποια σημαντική εξέλιξη στον κλάδο της Τεχνητής Νοημοσύνης. Για αυτό άλλωστε, υπάρχουν τόσες έρευνες γύρω από το θέμα αυτό που βρίσκονται σε εξέλιξη.

Η παρούσα μελέτη ευελπιστώ να αποτελέσει έναυσμα για νέους ερευνητές του κλάδου μου, ούτως ώστε να μελετήσουν περεταίρω το πεδίο με το οποίο καταπιάστηκα και εγώ στην εργασία μου, δίνοντας σαφείς απαντήσεις σε ερωτήματα που παραμένουν αναπάντητα, ή ανακαλύπτοντας εντελώς νέα ευρήματα. Επιπλέον, τα συμπεράσματα μου, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε μία μελλοντική εργασία για ανάπτυξη κάποιου πληροφορικού συστήματος, όπως το μοντέλο που έχω προτείνει στο εισαγωγικό κεφάλαιο, που να συμπεριφέρεται όπως ο ανθρώπινος εγκέφαλος στα διάφορα ερεθίσματα.

Επιπρόσθετα, θα ήταν ενδιαφέρον να στραφούν κι άλλες έρευνες προς τη μελέτη της οπτικής αλλά και ιδιαίτερα της ακουστικής προσοχής για να διαπιστωθεί κατά πόσο η οπτική προσοχή είναι πιο ανεπτυγμένη από την ακουστική προσοχή, όπως φαίνεται από τα πιο πάνω συμπεράσματα, αλλά και να διαπιστωθούν οι λόγοι που συμβαίνει κάτι τέτοιο.

Παράλληλα, αυτή η εργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιπλέον ανάπτυξη του μοντέλου της οπτικής προσοχής που μελετάτε από τους ερευνητές του τμήματός μου. Για την ανάπτυξη αυτού του πληροφορικού συστήματος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ευρήματα που ανακάλυψα και αφορούν αποκλειστικά την οπτική προσοχή. Εφόσον όμως η μελέτη μου αφορά την οπτικοακουστική προσοχή, θα μπορούσαν αυτά τα συμπεράσματα της οπτικοακουστικής να χρησιμοποιηθούν σε ένα επεκταμένο σύστημα που να αφορά και τις δύο αισθήσεις, οπτική και ακουστική. Με άλλα λόγια, τα αποτελέσματα αυτά σε συνδυασμό με το μοντέλο που έχω προτείνει στο πρώτο κεφάλαιο, θα μπορούσαν να αποτελέσουν την αρχή για τη δημιουργία ενός πληροφορικού συστήματος προσομοίωσης της οπτικοακουστικής προσοχής από τους συγκεκριμένους ερευνητές αλλά και από άλλους μελλοντικούς ερευνητές, ως επέκταση αυτού της οπτικής προσοχής.

Τελειώνοντας αυτή τη μελέτη, ελπίζω πως θα υπάρξουν σημαντικές εξελίξεις γύρω από την ερευνα της επιλεκτικής προσοχής και σύντομα να δημιουργηθεί από τους ερευνητές του κλάδου της Πληροφορικής ένα πληροφορικό σύστημα που να είναι σε θέση να προσομοιώνει την όλη συμπεριφορά και λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου σχετικά με την προσοχή.

Βιβλιογραφία

- [1] Βικιπαίδεια, η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια, “Πληροφορική”, <http://el.wikipedia.org/wiki/Πληροφορική>.
- [2] Γ. Βουτυράς, Ε. Κονιδάρη, Μ. Κούτρας, Ν. Σφώρος, “Πληροφορική Γυμνασίου”, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, 5^η έκδοση, 2004.
- [3] U. Castiello and C. Umiltà, “Size of the attentional focus and efficiency of processing”, *Acta psychologica*, Vol. 73, No. 3, pp. 195-209, 1990.
- [4] J. Downar, A. P. Crawley, D. J. Mikulis and K. D. Davis, “A multimodal cortical network for the detection of changes in the sensory environment”, *Nature neuroscience*, Vol. 3, No. 3, pp. 277 – 283, 2000.
- [5] D. N. Johnson, A. McGrath and C. McNeil , “Cuing interacts with perceptual load in visual search”, *Psychological Science*, Volume 13, issue3, pages: 284 – 287, 2002.
- [6] Ε. Κεραυνού, “Τεχνητή Νοημοσύνη και Έμπειρα Συστήματα”, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2000.
- [7] S. Molholm, W. Ritter, D. C. Javitt, J. J. Foxe, “Multisensory Visual-Auditory Object Recognition in Humans: a High-density Electrical Mapping Study”, *Cerebral cortex*, Vol. 14, No. 4, pp. 452 – 465, 2004.
- [8] Α. Μουζούρη, “Πληροφορικό Σύστημα Μελέτης της Ακουστικής Προσοχής”, ΑΔΕ, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2009.
- [9] K. C. Neokleous, M. N. Avraamides, C. K. Neocleous, C. N. Schizas, “A Neural Network Computational model of visual selective attention”, Department of Computer Science, University of Cyprus.

- [10] D. J. Simons and C. F. Chabris, "Gorillas in our midst: sustained inattention blindness for dynamic events", *Perception*, Vol. 28, pp.1059 – 1074, 1999.
- [11] S. Sinnett, S. Soto-Faraco, C. Spence, "The co-occurrence of multisensory competition and facilitation", *Acta Psychologica*, Vol.128, Issue 1, pp.153 – 161, 2008.
- [12] C. Spence, "Audiovisual multisensory integration", *Acoustical science and technology*, Vol. 28, No. 2, pp. 61-70, 2007.
- [13] Elizabeth A. Styles, "The Psychology of Attention", Psychology Press, 2nd edition, 2006.
- [14] A. Torralbo, D. M. Beck, "Perceptual – Load – Induced Selection as a Result of Local Competitive Interactions in Visual Cortex", *Psychological Science*, Vol. 19, No. 10, pp.1045 – 1050, 2008.
- [15] A. Vatakis and C. Spence, "Crossmodal binding: Evaluating the 'unity assumption' using audiovisual speech stimuli", *Perception & Psychophysics*, Vol. 69, No. 5, pp. 744 – 756, 2007.
- [16] A. Vatakis and C. Spence, "Evaluating the influence of the 'unity assumption' on the temporal perception of realistic audiovisual stimuli", *Acta psychologica*, Vol. 127, No. 1, pp. 12 – 23, 2008.
- [17] Antony Ward, "Attention: A Neuropsychological Approach", Psychology Press, 2004.
- [18] Wikipedia, the free encyclopedia, "Attention", http://en.wikipedia.org/wiki/Selective_attention.

Παράρτημα Α

Στο παράρτημα αυτό παρουσιάζεται ο κώδικας του πειράματος που μελετά την οπτικοακουστική προσοχή.

```
scenario = "AV_experiment";
pcl_file = "AV_experiment.pcl";

active_buttons = 2;
button_codes = 1,2;           # 1->F, 2->G
target_button_codes = 11,12;

default_font_size = 100;
$height1=200;
$width1=200;
$x_position_text = 0;
$y_position_text = 100;
$x_position_picture = 0;
$y_position_picture = -100;
$trial_duration = 4500;
$cue_duration = 600;          # the duration of the cue
$stimuli_duration = 300;      # the duration of the stimuli
$stimuli_onset = 900;         # the duration given to subject to answer
response_matching = simple_matching;

begin;

bitmap { filename = "eye.jpg"; height = $height1; width = $width1; }look ;

wavefile { filename = "C_high.Wav"; }hear;
```

```
wavefile { filename = "F.Wav"; }f;  
wavefile { filename = "G.Wav"; }g;
```

```
text { caption = " G "; }g1;  
text { caption = " F "; }f1;
```

```
picture{}pic2;
```

```
sound { wavefile g; } soundg;  
sound { wavefile f; } soundf;  
sound { wavefile hear; } sound_hear;
```

```
# display the cue for look
```

```
picture{  
    bitmap look;  
    x=0;  
    y=0;  
}cue_look;
```

```
# display the letter G
```

```
picture{  
    text g1;  
    x=0;  
    y=0;  
}pictureg;
```

```
# display the letter F
```

```
picture{  
    text f1;  
    x=0;  
    y=0;  
}picturef;
```

```
# instructions
```

```
picture {
```

```
    text {
```

```
        caption = "Αρχικά θα παρουσιαστεί στην οθόνη ή θα ακουστεί μια ένδειξη η οποία,  
θα σας κατευθύνει προς τα που θα πρέπει να στρέψετε την προσοχή σας.
```

Η ένδειξη μπορεί να είναι:

α) Να στρέψετε την προσοχή σας στο τι βλέπετε.

β) Να στρέψετε την προσοχή σας στο τι ακούτε.";

```
        font_size = 20;
```

```
        font_color = 255,255,255;
```

```
    };
```

```
    x = 0; y = 0;
```

```
text {
```

```
    caption = "Πατήστε το πλήκτρο F για να δείτε τις δύο ενδείξεις";
```

```
    font_size = 20;
```

```
    font_color = 255,0,255;
```

```
};
```

```
x = 0; y = -200;
```

```
} instructions1;
```

```
# visual cue
```

```
picture {
```

```
    bitmap look;
```

```
    x = 0; y = 0;
```

```
    text {
```

```
        caption = "Ένδειξη για συγκέντρωση στο τι θα δείτε";
```

```
        font_size=15;
    };

    x=0; y = -200;

    text {
        caption = "Πατήστε το F για να προχωρήσετε";
        font_size =20;
        font_color = 255,0,255;
    };

    x=0; y=-300;

}instructions2;

# auditory cue
picture {

    text {
        caption = "Ένδειξη για συγκέντρωση στο τι θα ακούσετε";
        font_size =15;
    };
    x=0; y = -200;

    text {
        caption = "Πατήστε το F για να προχωρήσετε";
        font_size =20;
        font_color = 255,0,255;
    };
    x=0; y=-300;

}instructions3;
```

```

# instructions
picture {
    text {
        caption = " Στην συνέχεια θα παρουσιαστεί το γράμμα F ή το γράμμα G.
Αναλόγως με το τι ήταν η προηγούμενη ένδειξη,
θα πρέπει να πατήσετε το αντίστοιχο πλήκτρο (F ή G).
\n\n
Για παράδειγμα, εάν η ένδειξη ήταν να συγκεντρωθείτε στην οπτική απεικόνιση
του γράμματος και παρουσιάστηκε μετέπειτα το γράμμα F ,τότε
θα πρέπει να πατήσετε το πλήκτρο F ανεξαιρέτως  του τι θα ακουστεί.";

        font_size = 20;
        font_color = 255,255,255;
    };
    x = 0; y =0;

    text {
        caption = "Πατήστε το F για να ΑΡΧΗΣΕΤΕ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ";
        font_size =25;
        font_color = 255,0,255;
    };

    x=0; y=-300;

} instructions4;

# instructions for break
picture {
    text {
        caption = "Μικρό διάλειμμα.";
        font_size = 25;
        font_color = 255,255,255;
    };

```

```

x = 0; y = 0;

text {
    caption = "Πατήστε το F για να επαναρχήσει το πείραμα";
    font_size = 10;
    font_color = 255,0,255;
};
x=0; y=-300;
} break;

# display the instructions for break
trial {
    trial_type = first_response;
    trial_duration = forever;

    picture break;
    time = 0;

}small_break;

# display the instructions
trial {
    trial_type = first_response;
    trial_duration = forever;

    picture instructions1;
    time = 0;

}instructions1_t;

# display the visual cue
trial {
    trial_type = first_response;

```

```

        trial_duration = forever;

        picture instructions2;
        time = 0;

    }instructions2_t;

# display the auditory cue
trial {
    trial_type = first_response;
    trial_duration = forever;

    picture instructions3;
    time = 0;

    sound sound_hear;

}instructions3_t;

# display the instructions
trial {
    trial_type = first_response;
    trial_duration = forever;

    picture instructions4;
    time = 0;

}instructions4_t;

trial {
    trial_duration = 1000;
    picture pic2;

```

```
}wait;
```

```
# display of visual compatible f trial
```

```
trial {
```

```
    trial_duration = $trial_duration;
```

```
    start_delay = 0;
```

```
    picture cue_look;
```

```
    time = 0;
```

```
    duration=$cue_duration;
```

```
    picture picturef;
```

```
    code = "look_comp_f";
```

```
    target_button = 1;
```

```
    time = $stimuli_onset;
```

```
    duration = $stimuli_duration;
```

```
    sound soundf;
```

```
    deltat = 0;
```

```
}fcompatible_look;
```

```
# display of visual compatible g trial
```

```
trial {
```

```
    trial_duration = $trial_duration;
```

```
    start_delay = 0;
```

```
    picture cue_look;
```

```
    time = 0;
```

```
    duration=$cue_duration;
```

```
    picture pictureg;
```

```
    code = "look_comp_g";
```

```
    target_button = 2;
```

```

        time = $stimuli_onset;
        duration = $stimuli_duration;
        sound soundg;
        deltat = 0;

    }gcompatible_look;

# display of visual incompatible f trial
trial {
    trial_duration = $trial_duration;
    start_delay = 0;

    picture cue_look;
    time = 0;
    duration = $cue_duration;

    picture picturef;
    code = "look_incomp_f";
    target_button = 1;
    time = $stimuli_onset;
    duration = $stimuli_duration;
    sound soundg;
    deltat = 0;

}fincompatible_look;

# display of visual incompatible g trial
trial {

    trial_duration = $trial_duration;
    start_delay = 0;

    picture cue_look;

```

```

time = 0;
duration=$cue_duration;

picture pictureg;
code = "look_incomp_g";
target_button = 2;
time = $stimuli_onset;
duration = $stimuli_duration;
sound soundf;
deltat = 0;

}gincompatible_look;

# display of auditory compatible f trial
trial {

    trial_duration = $trial_duration;
    start_delay = 0;

    sound sound_hear;

    time = 0;
    duration=$cue_duration;

    picture picturef;
    code = "hear_comp_f";
    target_button = 1;
    time = $stimuli_onset;
    duration = $stimuli_duration;
    sound soundf;
    deltat = 0;

}fcompatible_hear;

```

```
# display of auditory compatible g trial  
trial {
```

```
    trial_duration = $trial_duration;  
    start_delay = 0;
```

```
    sound sound_hear;
```

```
    time = 0;  
    duration = $cue_duration;
```

```
    picture pictureg;  
    code = "hear_comp_g";  
    target_button = 2;  
    time = $stimuli_onset;  
    duration = $stimuli_duration;  
    sound soundg;  
    deltat = 0;
```

```
}gcompatible_hear;
```

```
# display of auditory incompatible f trial  
trial {
```

```
    trial_duration = $trial_duration;  
    start_delay = 0;  
    sound sound_hear;  
    time = 0;  
    duration = $cue_duration;
```

```
    picture pictureg;  
    code = "hear_incomp_f";
```

```

        target_button = 1;
        time = $stimuli_onset;
        duration = $stimuli_duration;
        sound soundf;
        deltat = 0;

    }fincompatible_hear;

# display of auditory incompatible g trial
trial {

```

```

    trial_duration = $trial_duration;
    start_delay = 0;
    sound sound_hear;
    time = 0;
    duration = $cue_duration;

```

```

    picture picturef;
    code = "hear_incomp_g";
    target_button = 2;
    time = $stimuli_onset;
    duration = 300;
    sound soundg;
    deltat = 0;

```

```

}gincompatible_hear;

```

```

int first = 1500;
int last = 2000;
int n_trials = 16;

```

```

# generation of an array

```

```

sub
array<int,1> make_array(array<int,1> &array1)
begin
array<int> matrix_1[array1.count()-1];
    loop int i=1
    until i>(array1.count()-1)
    begin
        matrix_1[i]=array1[i+1];
        i=i+1;
    end;
array1=matrix_1;
return array1;
end;

```

presentation of the stimuli for the trial mode

```

sub
make_stim2( int i)
begin

    if (i <= 1) then
        fcompatible_look.present();

    elseif (i <= 2) then
        gcompatible_look.present();

    elseif (i <= 3) then
        fincompatible_hear.present();

    elseif (i <= 4) then
        gincompatible_hear.present();

    else
        fincompatible_look.present();

```

```
end;
```

```
end;
```

```
# presentation of the stimuli for the test
```

```
sub
```

```
make_stim( int i)
```

```
begin
```

```
    if (i <= 2) then
```

```
        fcompatible_look.present();
```

```
    elseif (i <= 4) then
```

```
        gcompatible_look.present();
```

```
    elseif (i <= 6) then
```

```
        fincompatible_look.present();
```

```
    elseif (i <= 8) then
```

```
        gincompatible_look.present();
```

```
    elseif (i <= 10) then
```

```
        gcompatible_hear.present();
```

```
    elseif (i <= 12) then
```

```
        fcompatible_hear.present();
```

```
    elseif (i <= 14) then
```

```
        gincompatible_hear.present();
```

```
    else
```

```
        fincompatible_hear.present();
```

```

        end;

end;

# presentation of the instructions
instructions1_t.present();

instructions2_t.present();

instructions3_t.present();

instructions4_t.present();

wait.present();

array<int> array_trials[5];

# generation of an array with all the numbers from 1 till 5 for the practice trials
loop int i=1
until i>5
begin
array_trials[i]=i;
i=i+1
end;
array_trials.shuffle();

        loop
        int i = 1
        until
        i> (5)
        begin

                make_stim2(array_trials[1]);

```

```
make_array(array_trials);
```

```
i=i+1;
```

```
end;
```

```
small_break.present();
```

```
wait.present();
```

```
loop
```

```
int j=1
```

```
until
```

```
j > 3
```

```
begin
```

```
array<int> array_test[n_trials];
```

```
# generation of an array with all the numbers from 1 till the number of trials
```

```
(140)
```

```
loop int i=1
```

```
until i>n_trials
```

```
begin
```

```
array_test[i]=i;
```

```
i=i+1
```

```
end;
```

```
array_test.shuffle();
```

```
loop
```

```
int i = 1
```

```
until
```

```
i> (n_trials)
```

```
begin
```

```
make_stim( array_test[1]);
```

```
make_array(array_test);
```

```
i=i+1;
```

```
end;
```

```
small_break.present();
```

```
wait.present();
```

```
j=j+1;
```

```
end;
```