

**Παρεμβολή στην κατονομασία ως αποτέλεσμα εξάσκησης:
υπάρχει συμμετρία σχήματος και χρώματος;**

**Interference in naming as a result of practice:
is there symmetry between shape and color?**

Σαμαράς Ευάγγελος
ΑΜ: 11Μ10

Επιβλέποντες Καθηγητές:
Πρωτόπαπας Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής
Μουτούσης Κωνσταντίνος, Επίκουρος Καθηγητής
Ρούσσοι Πέτρος, Επίκουρος Καθηγητής

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2014

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή	3
Θεωρίες.....	5
Πείραμα.....	11
Μέθοδος.....	11
Υποθέσεις.....	13
Αποτελέσματα.....	14
Συζήτηση.....	17
Θεωρία Νευρωνικής Ανακύκλωσης	18
Γενική Συζήτηση.....	19
Βιβλιογραφία	21

Εισαγωγή

Ο J. Ridley Stroop δημοσίευσε την διατριβή του το 1935. Το βασικό πείραμα που περιέγραψε και υλοποίησε είναι αυτό που αναφέρεται πια στη βιβλιογραφία ως έργο Stroop, προς τιμήν του. Ωστόσο, το γεγονός πως ο ίδιος ο Stroop δεν συνέχισε την εν λόγω ερευνά του (και την επιστημονική έρευνα γενικότερα) καθώς και το συμπεριφοριστικό παράδειγμα που επικρατούσε στην επιστήμη της ψυχολογίας εκείνη την περίοδο, δεν έδωσαν το περιθώριο στο έργο του να αποκτήσει από τη πρώτη στιγμή την τεράστια αναγνώριση που το συνοδεύει στις μέρες μας. Σε περιγραφές μάλιστα για τη ζωή του από συγγενικά του πρόσωπα, αναφέρεται πως ο Stroop θεωρούσε ως σημαντικότερο έργο της ζωής του την διδασκαλία της Βίβλου (δίδασκε κάθε Κυριακή από τα φοιτητικά του χρόνια) και την συγγραφή μιας σειράς θρησκευτικών βιβλίων (McLeod, 1991).

Η επιστημονική κοινότητα από την άλλη, ασχολείται ανελλιπώς και ποικιλοτρόπως με το έργο Stroop μέχρι σήμερα, εδώ και σχεδόν 80 χρόνια δηλαδή, αναδεικνύοντάς το ως ένα από τα πιο κλασικά φαινόμενα/πειράματα γνωστικής ψυχολογίας. Αν αναλογιστεί κανείς μάλιστα πως συμπεριλαμβάνεται σχεδόν σε όλα τα εισαγωγικά βιβλία ψυχολογίας, πως έχουν γραφεί ήδη τρεις σχετικές ανασκοπήσεις (Jensen & Rowhen, 1966, Dyer, 1973c, McLeod, 1991), πως οι βιβλιογραφικές αναφορές του ξεπερνούν σίγουρα και κατά πολύ τις 700 (τόσες αναφέρει ο McLeod στη δεύτερη σχετική ανασκόπηση του 1991), πως χρησιμοποιείται ως διαγνωστικό τεστ σε ασθένειες όπως η σχιζοφρένεια, αλλά και από άλλες επιστημονικές βιβλιογραφίες ως τεστ για τον έλεγχο συγκεκριμένων γνωστικών λειτουργιών, θα περίμενε πως το φαινόμενο αυτό θα έχει εξηγηθεί επαρκώς από την επιστημονική βιβλιογραφία μέχρι τώρα. Η πραγματικότητα όμως είναι τελείως διαφορετική. Ο McLeod στην ανασκόπηση του 1991, απαριθμεί 18 ευρήματα όπως είχαν προκύψει από την μέχρι τότε βιβλιογραφία και τα οποία θα πρέπει να επεξηγεί η όποια θεωρία θελήσει να συνδεθεί αιτιακά με το φαινόμενο Stroop. Αν έχει αλλάξει κάτι από τότε μέχρι σήμερα, αυτό είναι μόνο ο αριθμός των ευρημάτων που πρέπει να λάβει υπόψη της η πολυπόθητη θεωρία. Κατ' επέκταση, η επιλογή του θέματος αυτής της διπλωματικής εργασίας κάθε άλλο παρά ανεπίκαιρη μπορεί να θεωρηθεί. Πριν όμως προχωρήσουμε στις βασικές θεωρίες που επιχείρησαν να εξηγήσουν το φαινόμενο καθώς και στο πειραματικό μέρος της εργασίας αυτής, ας περιγράψουμε λίγο πιο αναλυτικά το έργο Stroop ώστε να είμαστε όλοι στην ίδια σελίδα.

Στο κλασικό έργο Stroop, οι συμμετέχοντες καλούνται να αποκριθούν σε ένα ερέθισμα το οποίο περιλαμβάνει δύο διαστάσεις, την λέξη ενός χρώματος και το χρώμα των γραμμάτων της (για παράδειγμα *πράσινο*). Ο πειραματικός χειρισμός αφορά στο ποια διάσταση πρέπει να κατονομαστεί κάθε φορά, σύμφωνα με τις οδηγίες του πειραματιστή. Όταν η οδηγία είναι να κατονομαστεί η λέξη και να αγνοηθεί το χρώμα της (δηλαδή «πράσινο» στο παράδειγμά μας), τότε οι

συμμετέχοντες δεν αντιμετωπίζουν καμία ιδιαίτερη δυσκολία σε σχέση με την κατονομασία της λέξης γραμμένης με μαύρο μελάνι (ο οικείος τρόπος γραφής της). Όταν όμως η οδηγία είναι να κατονομαστεί το χρώμα της λέξης και όχι η ίδια η λέξη (δηλαδή «κόκκινο»), τότε η δυσκολία των συμμετεχόντων είναι σαφώς διακριτή από την κατονομασία μιας κηλίδας ιδίου χρώματος. Αυτή η χρονική διαφορά στην κατονομασία του χρώματος της λέξης και του σκέτου χρώματος έχει παρατηρηθεί σε πολλές διαφορετικές γλώσσες, σε πολλές διαφορετικές ηλικίες και επίπεδα ανάγνωσης, σε πολλούς διαφορετικούς πολιτισμούς και με την ίδια πάντα ισχύ, αναδεικνύοντάς το σε ένα από τα πιο ισχυρά φαινόμενα της πειραματικής ψυχολογίας. Με λίγα λόγια, φαίνεται πως η λέξη παρεμβάλλεται στην κατονομασία του χρώματος χωρίς όμως να συμβαίνει και το αντίθετο, γι' αυτό και το φαινόμενο αυτό ονομάζεται και παρεμβολή Stroop.

Σκοπός της δικής μας έρευνας είναι να εξεταστεί το φαινόμενο Stroop από μια ελαφρώς διαφορετική σκοπιά, που ίσως αναδείξει μια διαφορετική ερμηνεία του φαινομένου σε σχέση με όσες έχουν προηγηθεί. Πιο συγκεκριμένα, σε όλες σχεδόν τις σχετικές θεωρίες και πειράματα η διαδικασία της εξάσκησης έχει προκύψει ως μια από τις βασικότερες παραμέτρους, η οποία θεωρείται πως εξηγεί την ασυμμετρία ανάμεσα στην ανάγνωση της λέξης και την κατονομασία του χρώματος. Και στο δικό μας πείραμα χειριζόμαστε την παράμετρο της εξάσκησης προκειμένου να εξετάσουμε την επίδρασή της. Επιπλέον, αντικαταστήσαμε την διάσταση της λέξης με την διάσταση του σχήματος, διατηρώντας την έτερη διάσταση του αρχικού έργου, δηλαδή αυτήν του χρώματος, ώστε οι δύο βασικές διαστάσεις του πειράματός μας να είναι συμμετρικές ως προς την μέχρι τώρα εξάσκησή τους. Από τις δύο πειραματικές μας ομάδες, η μια εξασκήθηκε στην κατονομασία σχημάτων με ονόματα χρωμάτων (ομάδα Α) και η άλλη (ομάδα Β) εξασκήθηκε στην κατονομασία χρωμάτων με ονόματα σχημάτων. Ο χρόνος εξάσκησης και για τις δύο ομάδες ορίστηκε στις δώδεκα (12) ημέρες και ο πρώτος στόχος ήταν η αυτοματοποίηση του έργου κατονομασίας στο οποίο εξασκήθηκε η κάθε ομάδα. Ο δεύτερος και μεγάλος στόχος ήταν η εξέταση της επίδρασης της εξάσκησης στην κατονομασία του χρώματος για την ομάδα Α, σε σχέση με την επίδραση της εξάσκησης στην κατονομασία του σχήματος για την ομάδα Β.

Η ιδέα της εν λόγω πειραματικής διαδικασίας στηρίχθηκε σε ένα από τα πιο γνωστά άρθρα στη βιβλιογραφία του φαινομένου Stroop, όπου ερευνήθηκε η ισχύς της πιο γνωστής θεωρίας από αυτές που έχουν προταθεί μέχρι τώρα, της θεωρίας του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης. Αναφερόμαστε στο άρθρο των McLeod και Dunbar (1988) η αναλυτική περιγραφή του οποίου ακολουθεί στην επόμενη ενότητα (Θεωρίες), αφού πρώτα επιχειρηθεί μια σύντομη περιήγηση και στις άλλες γνωστές θεωρίες που έχουν επιχειρήσει την επεξήγηση του φαινομένου. Στην ίδια ενότητα, θα περιγραφούν και ακόμα δύο ερευνητικές προσπάθειες, πιο πρόσφατες και λιγότερο γνωστές, οι οποίες ωστόσο σχετίζονται άμεσα με την παρούσα εργασία και βοήθησαν σημαντικά στην καλύτερη και σαφέστερη διατύπωση της ερευνητικής μας υπόθεσης. Ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή του πειράματός

μας, η στατιστική ανάλυση και η πιθανή ερμηνεία των αποτελεσμάτων μας και κλείνουμε με την γενική συζήτηση γύρω από τα συμπεράσματα της έρευνάς μας και τις συνέπειες που ίσως προκύπτουν στην επεξήγηση του φαινομένου Stroop.

Θεωρίες

Από τις πρώτες σχετικές θεωρίες που διατυπώθηκαν είναι αυτή της αυτοματοποίησης, με την οποία θα ασχοληθούμε αναλυτικότερα στη συνέχεια. Είναι η θεωρία που επέλεξε και ο ίδιος ο Stroop για να εξηγήσει τα αποτελέσματα της έρευνάς του. Εισήχθη στη βιβλιογραφία από τον Cattell (1886) και υποστηρίζει το εξής απλό και εύλογο: πως η ανάγνωση λέξεων είναι πολύ περισσότερο εξασκημένη ως διεργασία από την κατονομασία χρωμάτων, σε βαθμό που έχει πλέον αυτοματοποιηθεί και δεν δύναται να ανασταλεί. Μια ελαφρώς διαφορετική εξήγηση δίνει η θεωρία της σχετικής ταχύτητας επεξεργασίας (Dyer, 1973, Morton & Chambers, 1973). Οι δύο διεργασίες – ανάγνωση λέξεων και κατονομασία χρωμάτων – διενεργούνται παράλληλα, ωστόσο η ανάγνωση λέξεων επιτυγχάνεται πιο γρήγορα καθώς έχει εξασκηθεί περισσότερο. Η υπόθεση είναι πως η γρήγορη διεργασία παρεμβάλλεται στη αργή, αλλά όχι το ανάποδο. Η θεωρία των Phaf, Van der Heuden, και Hudson (1990) ξεκινά από μια διαφορετική αφετηρία, αυτήν της επιλεκτικής προσοχής. Υποθέτει μια δομική ασυμμετρία λόγω της φύσης της ανάγνωσης, η οποία δημιουργεί απευθείας συνδέσεις ανάμεσα στις γραπτές και προφορικές μορφές των λέξεων. Ως αποτέλεσμα, η προσοχή μας κατευθύνεται περισσότερο προς την ανάγνωση των λέξεων. Ίδιας περίπου λογικής είναι και η θεωρία της θεμελιώδους ασυμμετρίας του Roelofs (2003), η οποία αποδίδει στις γραπτές λέξεις ένα εγγενές πλεονέκτημα στην πρόσβαση των αποθηκευμένων λημμάτων και των λεκτικών τους μορφών. Μια εντελώς διαφορετική προσέγγιση προέρχεται από τη θεωρία παρακολούθησης συγκρούσεων και γνωστικού ελέγχου των Botvinick, Braver, Barch, Carter, και Cohen (2001) η οποία εστιάζει στις εκτελεστικές λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στον πρόσθιο φλοιό του προσαγωγίου (anterior cingulate cortex). Η Lovett (2005) από την άλλη θεωρεί πως η ταχύτερη ανάγνωση των λέξεων είναι μια επιλεγμένα μαθημένη στρατηγική (έστω και άρρητα) καθώς είναι πιο χρήσιμη ως διεργασία από την κατονομασία χρωμάτων. Τέλος, η τεκτονική θεωρία των Melara και Algom (2003) υποθέτει μια αρκετά εναλλακτική εξήγηση: η ασυμμετρία των διαστάσεων οφείλεται στις διαβαθμίσεις στην αποτελεσματικότητα της πρόσβασής τους στην μακροπρόθεσμη μνήμη, όπως αυτές έχουν διαμορφωθεί μέσω της εμπειρίας κατά τον αναπτυξιακό χρόνο.

Θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης

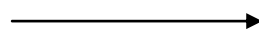
Η πιο γνωστή θεωρία από αυτές που προσπάθησαν να περιγράψουν το φαινόμενο Stroop είναι η θεωρία της αυτοματοποίησης, όπως προαναφέρθηκε. Η βασική της υπόθεση είναι πως υπάρχουν αυτόματες και ελεγχόμενες διεργασίες και η διαφοροποίησή τους οφείλεται στον βαθμό εξάσκησής τους. Στη πρώτη τους διατύπωση αυτές οι έννοιες παρότι οικείες στον κάθε άνθρωπο, δεν ήταν καλά ορισμένες. Ωστόσο μια σειρά ερευνών προσπάθησαν να προσδιορίσουν κάπως

καλύτερα τα χαρακτηριστικά των δύο αυτών διεργασιών (Shiffrin & Schneider, 1977. Hasher & Zacks, 1979. Logan, 1988, 1997). Ως αυτόματη διεργασία, ορίζεται εκείνη που εκτελείται γρήγορα, χωρίς καταβολή προσπάθειας, ασυνείδητα, χωρίς απαραίτητα ρητό στόχο, δεν μπορεί να ανασταλεί εθελοντικά, ενώ καταναλώνει ελάχιστους γνωστικούς πόρους επιτρέποντας καταυτό τον τρόπο την διεκπεραίωση κι άλλων διεργασιών. Από την άλλη, μια ελεγχόμενη διεργασία είναι αργή, χρειάζεται συνειδητή προσπάθεια για την διεκπεραίωσή της, ρητό στόχο και κατανάλωση γνωστικών πόρων, μειώνοντας καταυτό τον τρόπο την ικανότητα παράλληλης διεκπεραίωσης άλλων διεργασιών. Στο φαινόμενο Stroop εμπλέκονται δύο διεργασίες που ανήκουν στις προαναφερθείσες δύο κατηγορίες. Η ανάγνωση λέξεων είναι η αυτόματη και η κατονομασία χρωμάτων η ελεγχόμενη διεργασία. Η ανάγνωση εξασκείται από πολύ μικρή ηλικία και αρκετά εντατικά και γι αυτό έχει αυτοματοποιηθεί ως διεργασία, ενώ η κατονομασία χρώματος είναι σαφώς λιγότερο εξασκημένη, άρα ελεγχόμενη. Ως φυσική συνέπεια αυτών των υποθέσεων, η αυτόματη διεργασία παρεμβάλλεται στην ελεγχόμενη και όχι το αντίθετο, όπως ακριβώς συμβαίνει και στο φαινόμενο Stroop.

Στη πρώτη διατύπωσή της η θεωρία της αυτοματοποίησης διαχώριζε απόλυτα τις διεργασίες σε αυτόματες και ελεγχόμενες. Μια σειρά ερευνών όμως έθεσαν σε αμφισβήτηση αυτόν τον κάθετο διαχωρισμό των διεργασιών και των ιδιοτήτων τους. Για παράδειγμα, η έρευνα της Joan E. Regan (1981) έδειξε πως μια ελεγχόμενη διεργασία μπορεί να έχει μια ιδιότητα που ανήκει στις αυτόματες ενώ η έρευνα των Kahneman και Chajczyk (1983) έδειξε το ακριβώς αντίθετο, δηλαδή πως μια αυτόματη διεργασία μπορεί να έχει μια ιδιότητα που ανήκει στις ελεγχόμενες. Υπό το φως τέτοιων ευρημάτων, η αυτοματοποίηση έπαψε να θεωρείται ως ένα φαινόμενο «όλα ή τίποτα» και άρχισε να θεωρείται ως ένα συνεχές, όπου μια διεργασία μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο αυτόματη από κάποιες άλλες. Ακριβώς αυτήν την καινούρια θεώρηση προσπάθησε να πλαισιώσει η θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης, με την εξάσκηση να παραμένει ως ο βασικός παράγοντας που καθορίζει τον βαθμό αυτοματοποίησης μιας διεργασίας. Ωστόσο, πλέον θεωρείται πως μια διεργασία μπορεί να λογίζεται ως ελεγχόμενη αλλά μέσω της εξάσκησης κάποιες από τις ιδιότητές της να βελτιωθούν περισσότερο από κάποιες άλλες, να γίνει δηλαδή περισσότερο αυτόματη από ότι πριν αλλά όχι τελείως. Σε ότι αφορά το φαινόμενο Stroop, η εξάσκηση στην κατονομασία χρώματος, που είναι η ελεγχόμενη διεργασία, θα αυξήσει τον βαθμό αυτοματοποίησής της. Αυτό με τη σειρά του θα μειώσει τη παρεμβολή που προκαλείται από την ανάγνωση των λέξεων. Ωστόσο, η ανάγνωση των λέξεων λόγω της εξάσκησης της από πολύ μικρή ηλικία έχει πολύ μεγαλύτερο βαθμό αυτοματοποίησης και άρα όση εξάσκηση και αν κάνουμε στην κατονομασία του χρώματος ποτέ δεν θα καταφέρουμε να αλλάξουμε την κατεύθυνση της παρεμβολής. Από την άλλη, αν δύο διεργασίες έχουν εξασκηθεί περίπου στον ίδιο βαθμό και εκτελούνται σε λίγο διαφορετικούς χρόνους, τότε η εκτενής εξάσκηση στην αργή διεργασία θα επιταχύνει τελικά τον χρόνο εκτέλεσής της σε σχέση με την γρήγορη αλλά όχι περαιτέρω εξασκημένη διεργασία, καθώς θα αυξηθεί ο βαθμός αυτοματοποίησής της. Μια από τις μελέτες που στήριξε με

εμφατικό τρόπο την θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης σε σχέση με το φαινόμενο Stroop έγινε από τους McLeod και Dunbar (1988), η οποία και περιγράφεται αναλυτικά στην επόμενη παράγραφο καθώς σχετίζεται άμεσα και με τη δική μας πειραματική διαδικασία.

Οι McLeod και Dunbar (1988) θέλησαν να δείξουν πως δύο διεργασίες που είναι περίπου συμμετρικές ως προς τον χρόνο εκτέλεσής τους και τον βαθμό εξάσκησής τους, μπορούν μέσω της διαφοροποιημένης εξάσκησης να επηρεάσουν και τους χρόνους τους κατά ανάλογο τρόπο. Επέλεξαν το έργο Stroop για τη πειραματική τους διαδικασία αλλά με μια σημαντική και ιδιαίτερα ευφυής παραλλαγή: χρησιμοποίησαν στη θέση της ανάγνωσης λέξεων-χρωμάτων την κατονομασία ακανόνιστων σχημάτων με ονόματα χρωμάτων. Η λογική ήταν να εξαλείψουν την μη αναστρέψιμη ασυμμετρία στον βαθμό εξάσκησης των δύο διεργασιών του παραδοσιακού Stroop, χρησιμοποιώντας μια διεργασία καθόλου εξασκημένη και άρα επιρρεπής στον βαθμό εξάσκησής της. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποίησαν ακανόνιστα-ακατανόμαστα σχήματα και αντιστοίχισαν σε αυτά συγκεκριμένα ονόματα χρωμάτων, για παράδειγμα το σχήμα στην Εικόνα 1 με το χρώμα *κόκκινο*. Οι συμμετέχοντες καλούνταν να εξασκηθούν στην κατονομασία σχημάτων με ονόματα χρωμάτων, καθημερινά, παρουσία του πειραματιστή και για 20 συνολικά ημέρες, με στόχο την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αυτοματοποίησή της. Η διεργασία της κατονομασίας χρωμάτων δεν εξασκήθηκε καθόλου. Για να καταγραφεί το αποτέλεσμα της εξάσκησης έλαβαν χώρα 3 πειραματικές μετρήσεις, την 1^η την 5^η και την 20^η ημέρα της εξάσκησης. Οι μετρήσεις αυτές περιελάμβαναν 2 έργα: το έργο στο οποίο εξασκούνταν οι συμμετέχοντες, δηλαδή της κατονομασίας σχημάτων με ονόματα χρωμάτων (ΚΣΟΧ από δω και πέρα), και το έργο της κατονομασίας χρωμάτων (ΚΧ από δω και πέρα) όπως στο αρχικό Stroop. Στο έργο ΚΣΟΧ, στην ουδέτερη συνθήκη οι συμμετέχοντες έβλεπαν το σχήμα όπως και κατά τη διάρκεια της εξάσκησης (χωρίς χρώμα), στην συμβατή το σχήμα ήταν πλέον χρωματισμένο με το ίδιο χρώμα που είχαν μάθει να το κατονομάζουν κατά τη διάρκεια της εξάσκησης, ενώ στην ασύμβατη συνθήκη το σχήμα ήταν χρωματισμένο με διαφορετικό χρώμα. Αντίστοιχα στο έργο ΚΧ, στην ουδέτερη συνθήκη οι συμμετέχοντες έβλεπαν μια μπάρα χρώματος, ενώ η συμβατή και η ασύμβατη συνθήκη ήταν ίδια ακριβώς με το έργο ΚΣΟΧ, μόνο που πλέον έπρεπε να κατονομάζουν το χρώμα και να αγνοούν το σχήμα. Σύμφωνα με την θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης, στη προκειμένη περίπτωση η κατονομασία χρώματος είναι καταρχήν πιο εξασκημένη διεργασία από την κατονομασία σχημάτων με ονόματα χρωμάτων, γι αυτό και αρχικά θα πρέπει να εκτελείται πιο γρήγορα και το χρώμα να παρεμβάλλεται στην κατονομασία του σχήματος. Ύστερα όμως από την εξάσκηση 20 ημερών στην ΚΣΟΧ ο βαθμός αυτοματοποίησης της θα πρέπει να έχει αυξηθεί και ενδεχομένως να έχει ξεπεράσει την ΚΧ εάν το χρονικό διάστημα της εξάσκησης είναι αρκετό. Επιπροσθέτως, θα πρέπει πλέον το σχήμα να παρεμβάλλεται στην κατονομασία του χρώματος, δηλαδή να αντιστραφεί η κατεύθυνση της παρεμβολής Stroop.



κόκκινο

Εικόνα 1: Παράδειγμα ερεθίσματος που χρησιμοποίησαν οι McLeod και Dunbar (1988) στην πειραματική τους διαδικασία.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων δικαίωσαν τις προβλέψεις των ερευνητών. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1, στην 1^η μέτρηση που έγινε μετά την 1^η μέρα εξάσκησης, η KX είναι σαφώς πιο γρήγορη από την ΚΣΟΧ στην συνθήκη βάσης (512 ms < 628 ms) και άρα πιο αυτόματη, ενώ η διαφορά ασύμβατης και ουδέτερης συνθήκης στην ΚΣΟΧ ήταν στατιστικώς σημαντική (703 ms – 622 ms), δηλαδή υπήρξε παρεμβολή του χρώματος στην κατονομασία του σχήματος. 20 μέρες μετά τα αποτελέσματα ήταν τελείως διαφορετικά. Η ΚΣΟΧ στην συνθήκη βάσης βελτιώθηκε πάρα πολύ, σε βαθμό ίσο περίπου με την KX (421 ms ≈ 425 ms), ενώ την ίδια στιγμή η κατεύθυνση της παρεμβολής αντιστράφηκε, με το σχήμα να παρεμβάλλεται πια στην κατονομασία του χρώματος (594 ms – 483 ms). Με άλλα λόγια, η διεργασία της ΚΣΟΧ αύξησε τον βαθμό αυτοματοποίησής της μέσω της εξάσκησης τόσο ώστε να παρεμβάλλεται στην διεργασία της KX, χωρίς όμως να γίνει συνολικά πιο αυτόματη από την KX μιας και οι χρόνοι στην συνθήκη βάσης ήταν στα ίδια επίπεδα μετά το πέρας της εξάσκησης και για τις δύο διεργασίες. Είναι προφανές πως η υπόθεση του συνεχούς της αυτοματοποίησης εξηγεί καλύτερα τα ευρήματα σε σχέση με την απόλυτη διάκριση αυτόματων και ελεγχόμενων διεργασιών.

Experiment 3: Mean Response Times (in Milliseconds) and Mean Proportions of Errors (E) for Each of the Four Phases on Days 1, 5, and 20 of Training

Session	Phase 1: Baseline colors	Phase 2: Baseline shapes	Phase 3: Naming colors on shapes			Phase 4: Naming shapes in color		
			CG	CT	IN	CG	CT	IN
Day 1								
RT	512	628	506	511	518	588	622	703
E	.025	.021	.010	.021	.010	.000	.031	.062
Day 5								
RT	476	531	520	520	590	548	579	680
E	.000	.015	.010	.010	.031	.010	.021	.042
Day 20								
RT	425	421	499	483	594	459	466	486
E	.019	.016	.000	.042	.114	.010	.042	.062

Note. The three conditions in Phases 3 and 4 are congruent (CG), control (CT), and incongruent (IN).

Πίνακας 1: Όπως παρατίθεται στους McLeod & Dunbar (1988).

Ο πειραματικός χειρισμός των McLeod και Dunbar (1988) ήταν αρκετά ευφυής και εύστοχος όπως αποδείχθηκε από τα αποτελέσματα. Επιλέγοντας μια μηδενικά εξασκημένη διεργασία (ΚΣΟΧ) σε σχέση με μια σαφώς περισσότερο (KX) όπως φάνηκε και από τις αρχικές μετρήσεις, κατάφεραν μέσω της εξάσκησης να αντιστρέψουν την μεταξύ τους σχέση και φυσικά και την κατεύθυνση της παρεμβολής. Τι θα συνέβαινε όμως εάν κάναμε το ακριβώς αντίθετο; Δηλαδή εάν είχαμε από τη μια την κατονομασία χρωμάτων με ονόματα σχημάτων και από την άλλη την απλή κατονομασία σχημάτων, και εξάσκηση μόνο στην πρώτη περίπτωση;

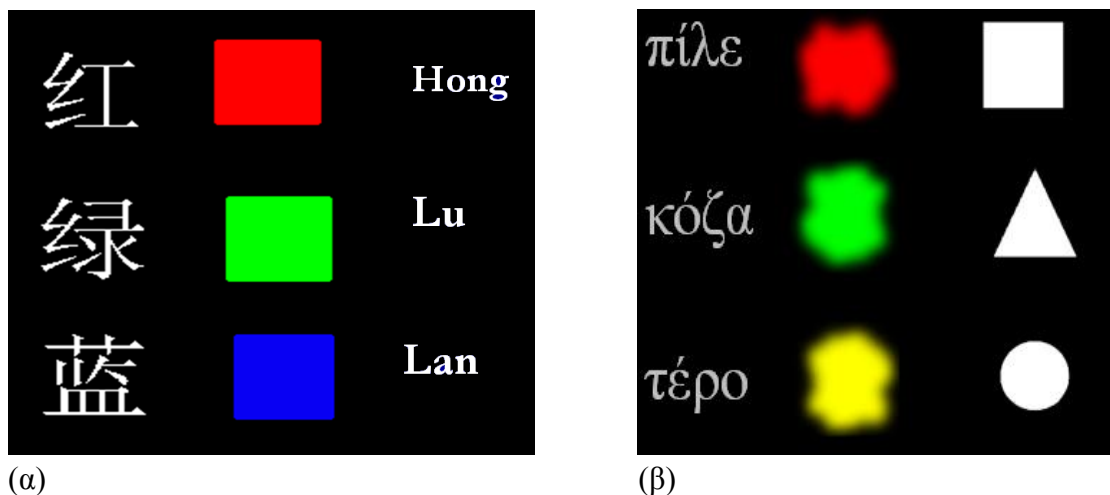
Σύμφωνα με τη θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης, από τη στιγμή που θα εξασκηθεί μόνο η μια διεργασία θα βελτιωθεί ο βαθμός αυτοματοποίησής της ώσπου τελικά θα παρεμβάλλεται και στην εκτέλεση της άλλης διεργασίας. Εν προκειμένω, η εξάσκηση στην κατονομασία χρωμάτων με ονόματα σχημάτων (ΚΧΟΣ) θα την κάνει πιο αυτόματη διεργασία και στο τέλος (αν ο χρόνος εξάσκησης είναι ο κατάλληλος) θα έχουμε παρεμβολή του χρώματος στην κατονομασία του σχήματος (ΚΣ). Αυτήν ακριβώς την πειραματική υπόθεση εξετάζει η παρούσα διπλωματική. Πριν όμως προχωρήσουμε στην αναλυτική περιγραφή της, θα παρουσιάσουμε δύο πρόσφατες έρευνες που κινούνται στο ίδιο μήκος κύματος και που θα μας βοηθήσουν να διατυπώσουμε πιο ξεκάθαρα τις υποθέσεις μας.

Σχήμα εναντίον χρώματος

Η πρώτη έρευνα ανήκει στους Protopapas και Markatou (2011) οι οποίοι χρησιμοποίησαν το έργο Stroop με τις διαστάσεις του σχήματος και του χρώματος. Στόχος ήταν να εξετάσουν εκτός από τη παρεμβολή του σχήματος στο χρώμα (όπως έκαναν και οι McLeod και Dunbar, 1988) και την παρεμβολή του χρώματος στο σχήμα. Για να το επιτύχουν αυτό χρησιμοποίησαν δύο είδη εξάσκησης: την κατονομασία σχημάτων (κινέζικων ιδεογραμμάτων εν προκειμένω) με ψευδολέξεις, και την κατονομασία χρωμάτων με τις ίδιες ψευδολέξεις. Τα ερεθίσματα φαίνονται στην Εικόνα 2α. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, πρόκειται για δύο εκ του μηδενός συσχετίσεις, πράγμα που σημαίνει πως οι δύο διεργασίες ήταν αρχικά συμμετρικές ως προς τον βαθμό αυτοματοποίησής τους και τον βαθμό εξάσκησής τους. Υπήρξαν δύο ομάδες 14 Ελλήνων συμμετεχόντων, συνολικά δηλαδή πήραν μέρος στο πείραμα 28 άτομα. Η πρώτη ομάδα εξασκήθηκε 2 μέρες στην κατονομασία σχημάτων με ψευδολέξεις και αμέσως μετά 10 μέρες στην κατονομασία χρωμάτων με τις ίδιες ψευδολέξεις (ομάδα Α). Η δεύτερη ομάδα ακολούθησε το ακριβώς ανάποδο μοτίβο εξάσκησης, 2 μέρες στην κατονομασία χρωμάτων με ψευδολέξεις και 10 στην κατονομασία σχημάτων με τις ίδιες ψευδολέξεις (ομάδα Β). Έγιναν 2 πανομοιότυπες μετρήσεις, μια μετά το 1^ο μέρος της εξάσκησης και μια μετά το 2^ο, ενώ τα έργα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν δύο: κατονομασία σχήματος και κατονομασία χρώματος. Η ιδιαιτερότητα των μετρήσεων ήταν πως οι συμμετέχοντες έβλεπαν τα σχήματα (κατονομασία σχήματος) ή τα χρώματα (κατονομασία χρώματος) στην ουδέτερη συνθήκη, τα σχήματα χρωματισμένα με το χρώμα που το είχαν αντιστοιχήσει κατά τη διάρκεια της εξάσκησης στη συμβατή συνθήκη, είτε τα σχήματα χρωματισμένα με κάποιο από τα υπόλοιπα χρώματα για την ασύμβατη συνθήκη. Στο έργο κατονομασίας χρώματος οι συμμετέχοντες έπρεπε να κατονομάσουν το χρώμα με την ψευδολέξη που είχαν μάθει και να αγνοήσουν το σχήμα, ενώ στο έργο κατονομασίας σχήματος έπρεπε να κάνουν το ακριβώς αντίθετο. Κι εδώ μετρήθηκε η διαφορά ανάμεσα στην ουδέτερη και την ασύμβατη συνθήκη προκειμένου να ελεγχθεί η επίδραση της εξάσκησης στον βαθμό της παρεμβολής.

Σύμφωνα με την θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης, δύο διεργασίες που είναι συμμετρικές ως προς τον βαθμό αυτοματοποίησής τους εάν υποβληθούν σε ίδιας διάρκειας εξάσκηση θα πρέπει στο τέλος να έχουν το ίδιο

ποσοστό αυτοματοποίησης και παρεμβολής. Τα αποτελέσματα όμως της έρευνας των Protopapas και Markatou (2011) δεν συνάδουν με αυτές τις προβλέψεις. Πιο συγκεκριμένα, η κατονομασία σχήματος βελτιώθηκε και στα 2 είδη εξάσκησης, ενώ η κατονομασία χρώματος χειροτέρεψε μετά την εξάσκηση στην κατονομασία σχήματος. Επιπροσθέτως, παρατηρήθηκε ασυμμετρία στην παρεμβολή καθώς το σχήμα παρεμβλήθηκε στην κατονομασία χρώματος και με τα 2 είδη εξάσκησης ενώ το χρώμα παρεμβλήθηκε στην κατονομασία σχήματος μόνο μετά από την εξάσκηση στην κατονομασία χρώματος και μάλιστα σε μικρότερο βαθμό. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν μια διαφορετική επίδραση της εξάσκησης στην κατονομασίας σχήματος σε σχέση με την εξάσκηση στην κατονομασία χρώματος. Η έρευνα των Πρωτόπαπα και Πιόκου (2013) εξέτασε περαιτέρω αυτή την διαφοροποίηση. Χρησιμοποίησαν τον ίδιο ακριβώς πειραματικό σχεδιασμό, στη θέση όμως των κινέζικων ιδεογραμμάτων έβαλαν γνωστά σχήματα και τροποποίησαν τα ερεθίσματα των χρωμάτων έτσι ώστε να έχουν πιο ασαφές περίγραμμα και να μην παραπέμπουν σε κάποιο σχήμα. Η αντιστοίχιση σχημάτων και χρωμάτων έγινε πάλι με ψευδολέξεις, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2β. Τα αποτελέσματα και αυτή την φορά δεν επαλήθευσαν την θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης. Πιο συγκεκριμένα, μετά το τέλος και των δύο ειδών εξάσκησης στην ομάδα Β υπήρξε στατιστικώς σημαντική παρεμβολή του σχήματος στο χρώμα στο έργο κατονομασίας χρώματος, ενώ στην ομάδα Α δεν υπήρξε καμία παρεμβολή του χρώματος στο σχήμα στο έργο κατονομασίας σχήματος. Κοντολογίς, και στις δύο προαναφερθείσες έρευνες αναπαράχθηκε το φαινόμενο Stroop στο έργο κατονομασίας χρώματος με το σχήμα να παρεμβάλλεται στην χρώμα, όπως και στην έρευνα των McLeod και Dunbar (1988), δεν υπήρξε όμως αντίστοιχη παρεμβολή του χρώματος στο σχήμα στο έργο κατονομασίας σχήματος παρά το γεγονός πως υπήρξε ίδιας διάρκειας εξάσκηση και στις δύο ομάδες. Τα ευρήματα αυτά είναι αντίθετα με τις προβλέψεις της θεωρίας του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης και βοηθούν στην πιο ισχυρή διατύπωση της πειραματικής μας υπόθεσης που ακολουθεί αμέσως μετά.



Εικόνα 2: (α) Ερεθίσματα έρευνας Protopapas και Markatou (2011).
(β) Ερεθίσματα έρευνας Πρωτόπαπα και Πιόκου (2013).

Πείραμα

Στην εργασία των McLeod και Dunbar (1988) οι συμμετέχοντες εξασκήθηκαν στην κατονομασία ακατανόμαστων-ακανόνιστων σχημάτων με ονόματα συγκεκριμένων χρωμάτων ώστε να δημιουργηθεί μια εκ του μηδενός συσχέτιση (ουδέτερη συνθήκη). Όταν οι ερευνητές θεώρησαν πως η διαδικασία κατονομασίας είχε σχεδόν αυτοματοποιηθεί, «γέμισαν» στις πειραματικές μετρήσεις τα σχήματα με διαφορετικά χρώματα από αυτά με τα οποία είχαν μάθει οι συμμετέχοντες να τα κατονομάζουν μέχρι τότε (ασύμβατη συνθήκη). Στους χρόνους απόκρισης που καταγράφηκαν, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ουδέτερη και την ασύμβατη συνθήκη, δηλαδή παρεμβολή του σχήματος στην κατονομασία του χρώματος αντίστοιχη με την παρεμβολή του κλασικού έργου Stroop. Με άλλα λόγια, το σχήμα πήρε τη θέση της λέξης για να δημιουργηθεί μια καινούρια συσχέτιση και κατ' αυτό τον τρόπο αναδείχθηκε ο καθοριστικός ρόλος της εξάσκησης στη δημιουργία του φαινομένου.

Στη παρούσα εργασία, το ερώτημα που τέθηκε αφορούσε στο τι θα συμβεί εάν και μια δεύτερη ομάδα συμμετεχόντων εξασκούνταν στην ακριβώς αντίθετη συσχέτιση, δηλαδή στην κατονομασία χρωμάτων με ονόματα σχημάτων. Ως εκ τούτων, δημιουργήσαμε δύο ομάδες συμμετεχόντων, όπου η μια εξασκήθηκε στην κατονομασία σχημάτων με ονόματα χρωμάτων (ομάδα Α) και η άλλη στην κατονομασία χρωμάτων με ονόματα σχημάτων (ομάδα Β), φυσικά για το ίδιο χρονικό διάστημα. Ας σημειωθεί πως χρησιμοποιήθηκαν γνωστά σχήματα και χρώματα για λόγους συμμετρίας¹. Η επίδοση τους μετρήθηκε δύο φορές, τις μέρες μετά την δεύτερη και μετά την δωδέκατη και τελευταία μέρα εξάσκησης, στην ασύμβατη, στη συμβατή και στην ουδέτερη συνθήκη. Τα έργα της πειραματικής μέτρησης ήταν δύο: ένα έργο κατονομασίας της διάστασης σχήμα/χρώμα (ανάλογα την ομάδα) όπως την είχαν μάθει κατά τη διάρκεια της εξάσκησης και ένα έργο κατονομασίας της διάστασης σχήμα/χρώμα (ανάλογα την ομάδα) όπως την ήξεραν πριν την διαδικασία αυτή. Τα αποτελέσματα ερμηνεύθηκαν με βάση την θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης και της θεωρίας νευρωνικής ανακύκλωσης.

Μέθοδος

Η πειραματική διαδικασία είχε συνολική διάρκεια 15 ημερών και συμμετείχαν σε αυτήν 32 εθελοντές, ηλικίας από 22 έως 34 ετών, με ελάχιστη εκπαιδευτική κατάρτιση την τριτοβάθμια/πανεπιστημιακή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ισάριθμες ομάδες και μετρήθηκαν μεμονωμένα.

Οι μετρήσεις έγιναν με το πρόγραμμα DMDX (Forster & Forster, 2003) σε φορητό υπολογιστή. Για την καταγραφή της απόκρισης και του χρόνου αυτής χρησιμοποιήθηκαν ακουστικά-μικρόφωνο. Ο έλεγχος των αποκρίσεων και των

¹ Εάν θέλαμε να χρησιμοποιήσουμε τα ίδια ακανόνιστα-ακατανόμαστα σχήματα με τους McLeod και Dunbar (1988), θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε και ακατανόμαστα χρώματα. Αυτό όμως δεν ήταν εφικτό καθώς δεν έχουν καταγραφεί αποχρώσεις χρωμάτων δύσκολα κατονομάσιμες και μια δική μας σχετική πιλοτική έρευνα δεν έδωσε αποτελέσματα.

χρόνων απόκρισης έγινε με το πρόγραμμα CheckVocal (Protopapas, 2007). Η στατιστική ανάλυση υλοποιήθηκε με την χρήση R.

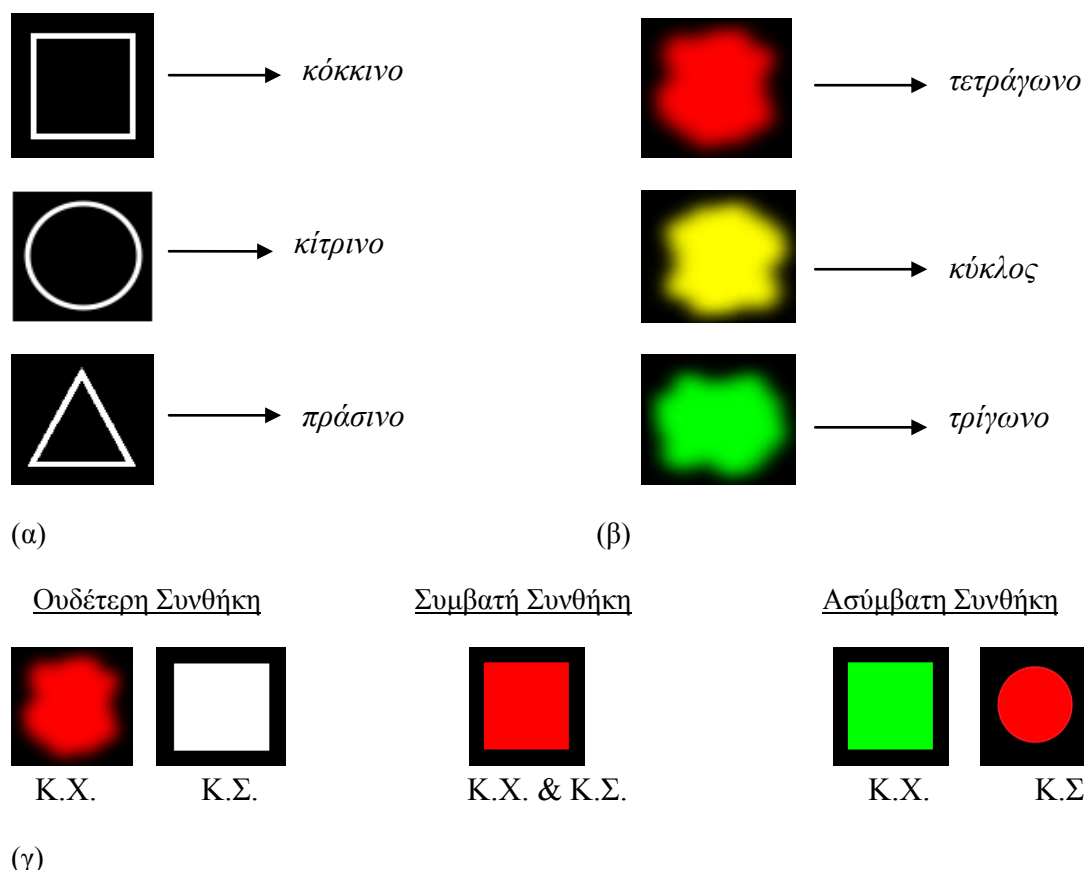
Κατά τη διάρκεια της εξάσκησης, τα ερεθίσματα για την ομάδα Α (κατονομασία σχημάτων με ονόματα χρωμάτων) ήταν τα σχήματα τετράγωνο, τρίγωνο και κύκλος (Εικόνα 3α) και τα οποία έπρεπε να κατονομάζονται ως κόκκινο, πράσινο και κίτρινο αντίστοιχα. Για την ομάδα Β (κατονομασία χρωμάτων με ονόματα σχημάτων) ήταν τα χρώματα κόκκινο, πράσινο, κίτρινο σε μορφή κηλίδας (Εικόνα 3β) και τα οποία έπρεπε να κατονομάζονται ως τετράγωνο, τρίγωνο και κύκλος αντίστοιχα. Παρουσιάζονταν στον υπολογιστή με τυχαία σειρά και μεμονωμένα, με τη χρήση του προγράμματος Office PowerPoint.

Η εξάσκηση διαρκούσε συνολικά 12 ημέρες ωστόσο ήταν χωρισμένη σε δύο μέρη (2 και 10 ημερών) καθώς μεσολαβούσε μια πειραματική μέτρηση την 4^η μέρα της πειραματικής διαδικασίας ώστε να ελεγχθεί η πρόοδος των συμμετεχόντων σε σχέση με την δεύτερη και τελευταία πειραματική μέτρηση. Λάμβανε χώρα καθημερινά στο σπίτι του συμμετέχοντα, στον προσωπικό του υπολογιστή και σε ώρα της δικής του επιλογής. Οι οδηγίες προς τους συμμετέχοντες ήταν να κατονομάζουν φωναχτά τη λέξη που αντιστοιχεί στο ερέθισμα που έβλεπαν κάθε φορά στην οθόνη τους. Τα ερεθίσματα και για τις δύο ομάδες ήταν στην ουδέτερη συνθήκη, οι συμμετέχοντες εξασκούσαν καθημερινά σε 300 ερεθίσματα, άρα συνολικά σε 3600, ενώ η χρονική διάρκεια της εξάσκησης ημερησίως ήταν 10 λεπτά, συνολικά 120. Πριν την ημέρα έναρξης της εξάσκησης προηγούνταν μια ημέρα σύντομης εξοικείωσης με τα ερεθίσματα και την σωστή κατονομασία τους μέσω ενός αρχείου Office PowerPoint, παρουσία του πειραματιστή.

Οι μετρήσεις ήταν 2 συνολικά αλλά ίδιες ουσιαστικά, μία την 4^η μέρα της πειραματικής διαδικασίας και ύστερα από την 1^η μέρα εξοικείωσης και τις 2 πρώτες μέρες εξάσκησης, και μία μετά το πέρας της εξάσκησης, την 15^η και τελευταία μέρα της πειραματικής διαδικασίας. Ο λόγος ύπαρξης της 1^{ης} μέτρησης ήταν για τον έλεγχο της επίδοσης των συμμετεχόντων στην αρχή σε σχέση με το τέλος της εξάσκησης, ώστε να διαπιστωθεί η πρόοδος των συμμετεχόντων και να επιβεβαιωθεί η κατά το δυνατόν προοδευτική αυτοματοποίηση της διαδικασίας κατονομασίας. Τα έργα που χρησιμοποιήθηκαν στις μετρήσεις ήταν η κατονομασία χρώματος (ΚΧ) και η κατονομασία σχήματος (ΚΣ) ενώ οι συνθήκες ήταν 3, ουδέτερη, συμβατή και ασύμβατη (Εικόνα 3γ).

Κάθε έργο περιλάμβανε 96 ερεθίσματα, 24 για την συμβατή συνθήκη, 48 για την ασύμβατη και 24 για την ουδέτερη. Προηγούνταν μια σύντομη εξάσκηση των 9 ερεθισμάτων παρουσία του πειραματιστή, ώστε να βεβαιωθεί πως ο συμμετέχων ακολουθεί σωστά τις οδηγίες. Συνολικά οι συμμετέχοντες αποκρίνονταν σε 192 ερεθίσματα, η όλη διαδικασία διαρκούσε περίπου 25 λεπτά ενώ προσφέρονταν 4 ενδιάμεσα διαλείμματα για κάθε έργο, όπου ο συμμετέχων επέλεγε εάν θα συνέχιζε αμέσως πατώντας ένα πλήκτρο στον υπολογιστή ή εάν θα ξεκουραζόταν για λίγο, και ένα διάλειμμα ανάμεσα στα δύο έργα. Κάθε ερέθισμα εμφανιζόταν στην οθόνη του

υπολογιστή για 2000 ms, διάστημα στο οποίο οι συμμετέχοντες έδιναν την απάντησή τους μέσω ενός μικροφώνου που ήταν συνδεδεμένο με τον υπολογιστή. Αμέσως μετά εμφανιζόταν το επόμενο ερέθισμα.



Εικόνα 3: Ερεθίσματα ομάδας Α (α) και ομάδας Β (β) κατά τη διάρκεια της εξάσκησης. (γ) Ερεθίσματα και για τις δύο ομάδες στα έργα μέτρησης κατονομασίας χρώματος (Κ.Χ.) και κατονομασίας σχήματος (Κ.Σ.).

Υποθέσεις

Σύμφωνα με την θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης και την έρευνα των McLeod και Dunbar (1988) που την υποστηρίζει, η εξάσκηση της ομάδας Α στην κατονομασία σχημάτων με ονόματα χρωμάτων θα έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση του βαθμού αυτοματοποίησης της εν λόγω διεργασίας και την παρεμβολή του σχήματος στο έργο κατονομασίας του χρώματος. Αντίστοιχα, η ομάδα Β που έκανε ίδιας διάρκειας εξάσκηση στην κατονομασία χρωμάτων με ονόματα σχημάτων θα πρέπει να παρουσιάσει ανάλογο βαθμό αυτοματοποίησης και παρεμβολής του χρώματος στο έργο κατονομασίας του σχήματος. Από την άλλη, τα ευρήματα των ερευνών των Protopapas και Markatou (2011) και Πρωτόπαπα και Πιόκου (2013), προβλέπουν τα ίδια αποτελέσματα για την ομάδα Α αλλά απουσία παρεμβολής του χρώματος στην κατονομασία του σχήματος για την ομάδα Β, παρά

την βελτίωση της αυτοματοποίησης της κατονομασίας χρωμάτων με ονόματα σχημάτων.

Η δική μας υπόθεση συντάσσεται με τον δεύτερο στρατόπεδο. Η πρόβλεψή μας αναλυτικά είναι, πως η ομάδα Α θα βελτιώσει τον βαθμό αυτοματοποίησης της διεργασίας κατονομασίας σχημάτων με ονόματα χρωμάτων, και στο έργο κατονομασίας χρώματος της 2^{ης} μέτρησης θα υπάρξει παρεμβολή του σχήματος στο χρώμα. Η ομάδα Β θα βελτιώσει κι αυτή το βαθμό αυτοματοποίησης της διεργασίας κατονομασίας χρωμάτων με ονόματα σχημάτων, αλλά η παρεμβολή του χρώματος στο έργο κατονομασίας σχήματος της 2^{ης} μέτρησης δεν θα είναι στατιστικώς σημαντική. Επιπροσθέτως, προβλέπεται πως η διαφορά επίδοσης στα επίμαχα έργα, δηλαδή στο έργο κατονομασίας χρώματος για την ομάδα Α και στο έργο κατονομασίας σχήματος για την ομάδα Β στην 2^η μέτρηση πάντα, θα είναι στατιστικώς σημαντική.

Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 2 φαίνονται αναλυτικά οι μέσοι χρόνοι απόκρισης των συμμετεχόντων ανά ομάδα, μέτρηση, έργο και συνθήκη, τα ποσοστά των λαθών τους και οι τυπικές αποκλίσεις. Ξεκινώντας από τα ποσοστά των λαθών, φαίνεται πως υπήρξε βελτίωση μέσω της εξάσκησης και για τις δύο ομάδες. Η ομάδα Α στο έργο κατονομασίας σχήματος στην ουδέτερη συνθήκη έπεσε στα 0.00% λάθη από τα 0.55% της 1^{ης} μέτρησης, ενώ η ομάδα Β στο έργο κατονομασίας χρώματος στην ουδέτερη συνθήκη, έπεσε στο 0.83% από το 2.22%. Ως εκ τούτων, φαίνεται πως οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν με πειθαρχία την προβλεπόμενη εξάσκηση και κατάφεραν μετά το τέλος της να βελτιώσουν τον βαθμό αυτοματοποίησης της διεργασίας στην οποία εξασκούνταν ο καθένας. Από την άλλη, στην αντίθετη από την εξασκημένη διεργασία τα λάθη είχαν διαφορετική πορεία για την κάθε ομάδα. Πιο συγκεκριμένα, η ομάδα Α στην ασύμβατη συνθήκη του έργου κατονομασίας χρώματος αύξησε τα ποσοστά των λαθών της, από το 1.25% στο 3.19%, σημάδι παρεμβολής του σχήματος στην κατονομασία του χρώματος. Αντιθέτως, η ομάδα Β στην ασύμβατη συνθήκη του έργου κατονομασίας σχήματος μείωσε τα ποσοστά των λαθών της, από το 0.41% της 1^{ης} μέτρησης στο 0.13% της 2^{ης} μέτρησης. Το γεγονός αυτό σε πρώτη ανάγνωση δείχνει πως η εξάσκηση στην κατονομασία χρωμάτων με ονόματα σχημάτων δεν επηρέασε την κατονομασία σχήματος, φαίνεται δηλαδή πως δεν υπήρξε παρεμβολή του χρώματος στο σχήμα.

Σε ότι αφορά τους μέσους χρόνους απόκρισης, φαίνεται πως κι εκεί υπήρξε βελτίωση μέσω της εξάσκησης. Η ομάδα Α στο έργο κατονομασίας σχήματος στην ουδέτερη συνθήκη έπεσε στα 620 ms από τα 678 ms της 1^{ης} μέτρησης, ενώ η ομάδα Β στο έργο κατονομασίας χρώματος στην ουδέτερη συνθήκη, έπεσε στα 683 ms από τα 777 ms. Το κρίσιμο όμως μέγεθος που μετρά τη παρεμβολή Stroop είναι η διαφορά της ασύμβατης από την ουδέτερη συνθήκη στο έργο κατονομασίας χρώματος. Στη 1^η μέτρηση αυτή η διαφορά είναι μηδενική (647 ms = 647 ms), αποτέλεσμα που είναι λογικό μιας και έχει προηγηθεί εξάσκηση μόλις 2 ημερών. Στην 2^η μέτρηση όμως και

μετά το τέλος της εξάσκησης 12 ημερών, αυτή η διαφορά μεγάλωσε υπέρ της ασύμβατης συνθήκης (679 ms > 647 ms), πράγμα που δείχνει πως η εξάσκηση στην κατονομασία σχημάτων με ονόματα χρωμάτων επηρέασε την κατονομασία χρώματος. Για τον έλεγχο της διαφοράς ασύμβατης και ουδέτερης συνθήκης, υλοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης η οποία έδειξε πως αυτή η διαφορά είναι στατιστικώς σημαντική, $F(1,14) = 6.48$, $p = .023$. Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει πως υπάρχει παρεμβολή του σχήματος στην κατονομασία του χρώματος, επαληθεύοντας την πρόβλεψή μας. Σε ότι αφορά την ομάδα Β όμως, η διαφορά ασύμβατης και ουδέτερης συνθήκης στο έργο κατονομασίας σχήματος παρέμεινε περίπου στα ίδια επίπεδα μεταξύ των 2 μετρήσεων (625 ms > 615 ms και 585 ms > 578 ms), ενώ η ανάλυση διακύμανσης στην διαφορά της 2^{ης} μέτρησης έδειξε πως αυτή δεν είναι στατιστικώς σημαντική, $F(1,14) = 1.43$, $p = .251$. Επαληθεύθηκε δηλαδή και η δεύτερη πρόβλεψή μας που ήθελε το χρώμα να μην παρεμβάλλεται στην κατονομασία του σχήματος. Η τελευταία κρίσιμη σύγκριση αφορά στη διαφορά της επίδοσης των ομάδων Α και Β στα έργα κατονομασίας χρώματος και σχήματος αντίστοιχα. Η διπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης σε αυτή τη περίπτωση, έδειξε πως αυτή η διαφορά είναι οριακά μη στατιστικώς σημαντική, $F(1,28) = 3.27$, $p = .081$, ενάντια στις προβλέψεις μας.

		Έργο: Κατονομασία σχήματος						Έργο: Κατονομασία χρώματος					
Μέτρηση		ΣΤ	ΤΑ	ΟΔΤ	ΤΑ	ΑΣΤ	ΤΑ	ΣΤ	ΤΑ	ΟΔΤ	ΤΑ	ΑΣΤ	ΤΑ
A	1 ^η	685	214	678	180	714	195	630	161	647	164	647	175
	E	0.55	0.07	0.55	0.07	1.38	0.11	0.27	0.05	0.55	0.07	1.25	0.11
	2 ^η	608	146	620	170	636	172	603	134	647	159	679	206
	E	0.55	0.07	0.00	0.00	1.25	0.11	0.00	0.00	1.11	0.10	3.19	0.17
B	1 ^η	625	163	615	145	625	165	751	196	777	186	839	256
	E	0.27	0.05	0.00	0.00	0.41	0.06	1.94	0.13	2.22	0.14	1.80	0.13
	2 ^η	574	133	578	148	585	156	656	176	683	184	727	219
	E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.03	0.55	0.07	0.83	0.09	2.22	0.14

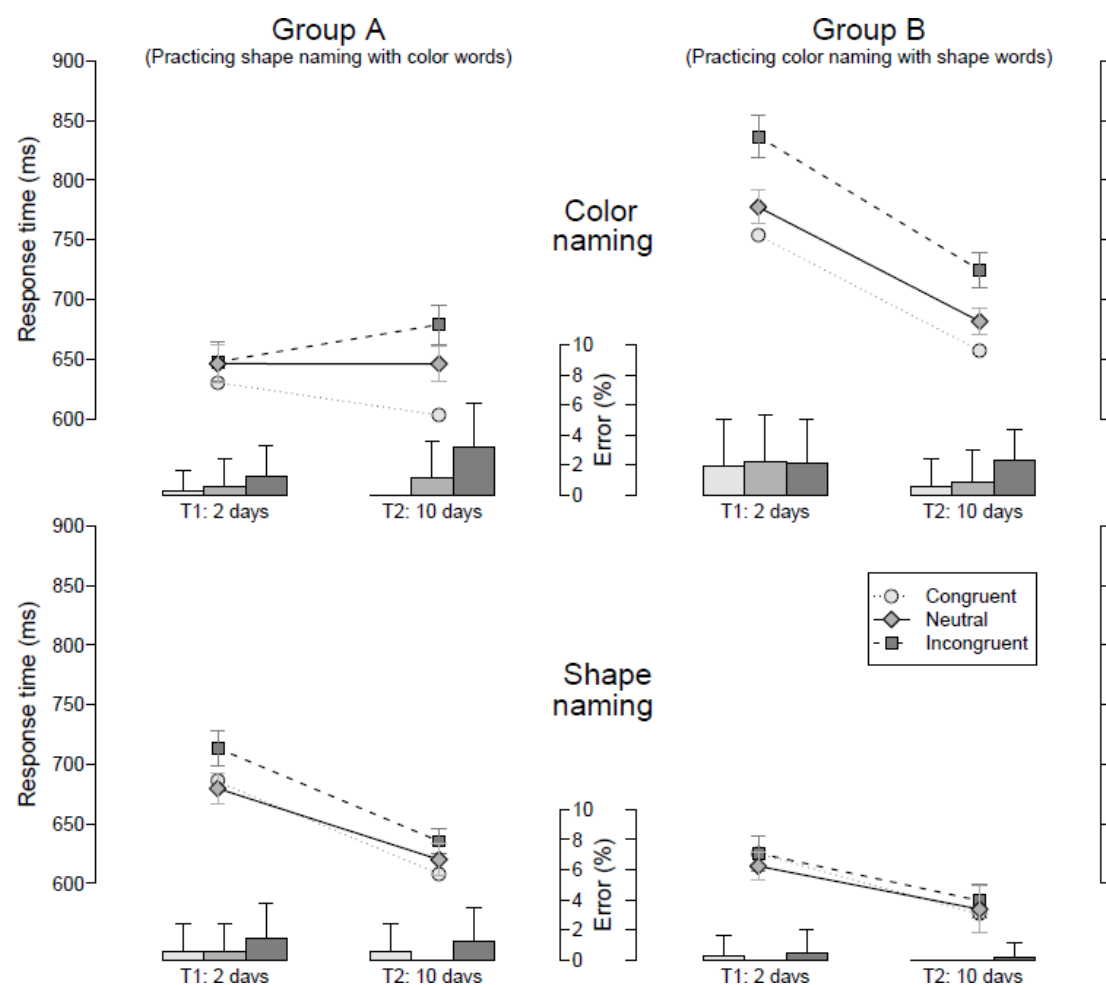
Πίνακας 2: Μέσοι χρόνοι απόκρισης (σε χιλιοστά του δευτερολέπτου), ποσοστά λαθών (Ε) και τυπικές αποκλίσεις (ΤΑ). Συνθήκες: συμβατή (ΣΤ), ουδέτερη (ΟΔΤ), και ασύμβατη (ΑΣΤ).

Ομάδα Α: Εξάσκηση στην κατονομασία σχημάτων με ονόματα χρωμάτων

Ομάδα Β: Εξάσκηση στην κατονομασία χρωμάτων με ονόματα σχημάτων

Τα αποτελέσματα δικαιώσαν τις προσδοκίες μας εν μέρει, αλλά όχι συνολικά την αρχική μας υπόθεση. Και οι δύο ομάδες μετρήθηκαν με καλύτερους χρόνους στην 2^η πειραματική μέτρηση σε σχέση με το έργο στο οποίο εξασκήθηκαν όπως φαίνεται στην Εικόνα 4 (πάνω δεξιά και κάτω αριστερά), άρα όντως η εξάσκηση οδήγησε τους συμμετέχοντες προς πιο αυτοματοποιημένες αποκρίσεις. Η ομάδα Α έχει στην 2^η πειραματική μέτρηση μεγαλύτερους χρόνους απόκρισης στο έργο κατονομασίας χρώματος στην ασύμβατη συνθήκη σε σχέση με την ουδέτερη (πάνω αριστερά). Η δε διαφορά τους είναι στατιστικώς σημαντική, όπως είχαμε προβλέψει και όπως είχαν βρει και οι McLeod και Dunbar (1988) στην αντίστοιχη περίπτωση. Επιπλέον, η ομάδα Β δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την εξάσκηση στο έργο κατονομασίας σχήματος, καθώς οι χρόνοι όχι απλά δεν χειροτέρεψαν αλλά βελτιώθηκαν κιόλας (κάτω δεξιά). Άρα το χρώμα δεν δημιούργησε παρεμβολή στην

κατονομασία του σχήματος παρά την εξάσκηση, ενάντια στις προβλέψεις της θεωρίας του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης και σύμφωνα με τις δικές μας. Ωστόσο, η σύγκριση του μέσου όρου της διαφοράς της ουδέτερης με την ασύμβατη συνθήκη της επίδοσης των ομάδων Α και Β στην κατονομασία χρώματος και στην κατονομασία σχήματος αντίστοιχα (πάνω αριστερά και κάτω δεξιά στην Εικόνα 4) δεν έδειξε στατιστικώς σημαντική διαφορά, σε αντίθεση δηλαδή με το 3^ο σκέλος της αρχικής μας υπόθεση.



Εικόνα 4: Γραφική αναπαράσταση των μέσων χρόνων απόκρισης ανά ομάδα, έργο κατονομασίας και μέτρησης.

Συζήτηση

Το αρχικό έργο Stroop αφορά στις διαστάσεις της λέξης και του χρώματος, όπου η διεργασία της ανάγνωσης της λέξης παρεμβάλλεται στην διεργασία της κατονομασίας του χρώματος. Το εύρημα εξηγήθηκε με την θεωρία της αυτοματοποίησης, όπου η ανάγνωση της λέξης είναι αυτόματη διεργασία λόγω εκτενούς εξάσκησης ενώ η κατονομασία χρώματος ελεγχόμενη διεργασία λόγω σαφώς λιγότερης εξάσκησης. Έτσι η αυτόματη, δηλαδή μη ελεγχόμενη, ασυνείδητη διεργασία παρεμβάλλεται στην ελεγχόμενη αλλά όχι το αντίθετο. Η έρευνα των McLeod και Dunbar (1988) χρησιμοποίησε μια παραλλαγή του έργου Stroop, με τις διαστάσεις του σχήματος (στη θέση της λέξης) και του χρώματος. Δημιούργησαν μια εκ του μηδενός συσχέτιση ανάμεσα σε ακανόνιστα σχήματα και ονόματα χρωμάτων, μέσω καθημερινής 20ήμερης εξάσκησης. Στην αρχή η απλή κατονομασία χρώματος ήταν πιο γρήγορη από την απλή κατονομασία σχήματος και μόνο το χρώμα παρεμβιλλόταν στην κατονομασία σχημάτων με ονόματα χρωμάτων. Μετά το πέρας της εξάσκησης οι δύο παραπάνω διεργασίες κατέγραψαν ίδιους περίπου χρόνους απόκρισης (άρα ίδιος βαθμός αυτοματοποίησης) αλλά πλέον μόνο το σχήμα παρεμβιλλόταν στην κατονομασία χρωμάτων. Τα ευρήματα αυτά στήριξαν την θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης η οποία πλέον εκλαμβάνεται ως ένα συνεχές, πράγμα που σημαίνει πως κάποιες διεργασίες μπορεί να είναι λιγότερο ή περισσότερο αυτόματες από κάποιες άλλες.

Στη παρούσα διπλωματική, εκτός από την εξάσκηση στην κατονομασία σχημάτων με ονόματα χρωμάτων (όπως στην έρευνα των McLeod και Dunbar, 1988), μια δεύτερη ομάδα συμμετεχόντων εξασκήθηκε για το ίδιο ακριβώς χρονικό διάστημα στην αντίθετη συσχέτιση, δηλαδή στην κατονομασία χρωμάτων με ονόματα σχημάτων. Τα αποτελέσματα της πρώτης ομάδας επαλήθευσαν το εύρημα των McLeod και Dunbar (1988), καθώς το σχήμα παρεμβιλλήθηκε στην κατονομασία του χρώματος. Στην δεύτερη ομάδα όμως, το χρώμα δεν φάνηκε να παρεμβαίνει στην κατονομασία σχήματος, παρότι η εξάσκηση και για τις δύο ομάδες ήταν ίδιας διάρκειας και παρά το γεγονός πως και οι δύο διεργασίες παρουσίασαν βελτίωση στον βαθμό αυτοματοποίησής τους. Το εύρημα αυτό δεν εξηγείται από την θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης, καθώς η κατονομασία σχήματος φαίνεται να είναι πιο ανθεκτική στην επίδραση της εξάσκησης από την κατονομασία χρώματος, παρά το γεγονός πως οι δύο αυτές διεργασίες ήταν στην αρχή συμμετρικές και υποβλήθηκαν στο ίδιο διάστημα εξάσκησης. Επιπλέον, ούτε οι θεωρίες που υποστηρίζουν μια εγγενής φύσεως ασυμμετρία λόγω της άμεσης πρόσβασης της γραπτής λέξης στην προφορά της (Phaf, Van der Heuden, & Hudson, 1990. Roelofs, 2003) είναι σε θέση να εξηγήσουν τα ευρήματά μας, μιας και τα ερεθίσματα της πειραματικής μας διαδικασίας ήταν οπτικά κι όχι λεκτικά. Αυτή η ασυμμετρία σχήματος και χρώματος, δημιουργεί με τη σειρά της ερωτηματικά και για την ασυμμετρία λέξης και χρώματος του αρχικού Stroop. Αν δεν είναι η εξάσκηση ο κρίσιμος παράγοντας που εξηγεί αυτή την ασυμμετρία αλλά ούτε η εγγενής της φύση, τότε ποια εναλλακτική εξήγηση μπορούμε να δώσουμε;

Θεωρία Νευρωνικής Ανακύκλωσης

Η θεωρία της νευρωνικής ανακύκλωσης προέρχεται από τον χώρο της γνωσιακής νευροεπιστήμης και ίσως μια προσεκτική ανάλυσή της μας δώσει ένα καλύτερο ερμηνευτικό πλαίσιο για τα ευρήματά μας και άρα και για το φαινόμενο Stroop. Εμπνευστής της είναι ο S. Dehaene (2005) και ως στόχο έχει να εξηγήσει το πώς ο ανθρώπινος εγκέφαλος επεκτείνει τη λειτουργικότητά του αποκτώντας νέα πολιτιστικά εργαλεία, όπως το αλφάβητο και την αριθμητική. Η βασική παραδοχή που κάνει είναι πως δεδομένου του διαθέσιμου εξελικτικού χρόνου είναι αδύνατη η προσαρμογή της αρχιτεκτονικής των εγκεφάλων μας στα ειδικά προβλήματα που τέθηκαν από τα εν λόγω πολιτιστικά εργαλεία. Συγκεκριμένα για το αλφάβητο που μας ενδιαφέρει περισσότερο στη περίπτωση μας, η ύπαρξή του μετρά μόλις 5400 χρόνια, χρόνος πολύ μικρός εξελικτικά για να έχει δημιουργηθεί μια εξολοκλήρου νέα περιοχή στον εγκέφαλό μας για την εξυπηρέτηση της λειτουργίας του. Ίσως όμως σχετικά μικρές αλλαγές στην ήδη διαμορφωμένη λειτουργία συγκεκριμένων περιοχών του εγκεφάλου, αρκούν για την προσαρμογή τους στο νέο πολιτιστικό τους πεδίο. Την ίδια στιγμή, σε άλλα πρωτεύοντα οι σχετικές εγκεφαλικές περιοχές φαίνεται να έχουν μια προγενέστερη λειτουργία στενά συνδεδεμένη με αυτήν που τελικά φαίνεται να έχουν στους ανθρώπους. Μέσα από αυτές τις παρατηρήσεις, καταλήγει στα εξής δύο σημεία που συνθέτουν την υπόθεση της νευρωνικής ανακύκλωσης:

- Η αρχιτεκτονική του ανθρώπινου εγκεφάλου υπόκειται σε αυστηρούς γενετικούς περιορισμούς, αφήνει όμως ένα περιθώριο μεταβλητότητας. Πολιτιστικές αλλαγές/αποκτήσεις είναι πιθανές εφόσον εντάσσονται σε αυτό το περιθώριο.
- Η ανθρώπινη ικανότητα της πολιτιστικής μάθησης βασίζεται σε μια διαδικασία προκατάληψης ή ανακύκλωσης² προϋπαρχόντων εγκεφαλικών κυκλωμάτων.

Την υπόθεση αυτή στηρίζουν μια σειρά από ευρήματα που παρατίθενται αναλυτικά στο άρθρο του Dehaene (2005). Σε ότι αφορά την ανάγνωση που μας ενδιαφέρει στη παρούσα εργασία, 3 είναι οι βασικοί άξονες των ευρημάτων. Κατά πρώτον, μέσα από μελέτες fMRI σε ανθρώπους έχει εντοπιστεί μια περιοχή του κοιλιακού οπτικού φλοιού που φαίνεται πως εξειδικεύεται λειτουργικά για την διεργασία της ανάγνωσης, και η οποία ονομάστηκε από τους ερευνητές ως περιοχή λεκτικών οπτικών μορφών (ΠΛΟΜ). Η περιοχή αυτή είναι ένας πληθυσμός νευρώνων, κατανεμημένος και επικαλυπτόμενος με άλλους πληθυσμούς που εμπλέκονται στην αναγνώριση αντικειμένων, που ρυθμίζεται προοδευτικά για την διεργασία της ανάγνωσης. Δεύτερον, μέσα από μελέτες fMRI σε μακάκους έχει

² Στα Γαλλικά η λέξη *recyclage* που μεταφράζεται ως ανακύκλωση στα Ελληνικά, έχει μια ελαφρώς διαφορετική σημασία. Αναφέρεται στην συμπληρωματική περίοδο εκπαίδευσης που περνούν μαθητές ή εργαζόμενοι η οποία είναι σχεδιασμένη ώστε να προσαρμοστούν σε ένα νέο αντικείμενο εργασίας (επανεκπαίδευση/επαναπροσανατολισμός).

εντοπιστεί μια περιοχή στον κάτω κροταφικό φλοιό που εξειδικεύεται στην αναγνώριση αντικειμένων, και η οποία φαίνεται να είναι ο εξελικτικός πρόδρομος της ΠΛΟΜ. Τρίτον, μελέτες fMRI σε εγγράμματους και αγράμματους ανθρώπους δείχνουν πως υπάρχει προοδευτική ανάπτυξη της λειτουργικότητας της ΠΛΟΜ κατά τη μάθηση της ανάγνωσης. Με άλλα λόγια, η υπόθεση της νευρωνικής ανακύκλωσης και τα ευρήματα που την υποστηρίζουν, δείχνουν πως η ανάγνωση γραμμάτων προέκυψε από την σχετικά μικρή παραλλαγή μιας ήδη υπάρχουσας σχετικής λειτουργίας του εγκεφάλου, δηλαδή της αναγνώρισης αντικειμένων-σχημάτων.

Γενική Συζήτηση

Είδαμε αναλυτικά την θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης, η οποία υποστηρίζει πως το φαινόμενο Stroop οφείλεται στην ασύμμετρη εξάσκηση μεταξύ των δύο εμπλεκόμενων διεργασιών, της ανάγνωσης λέξεων και της κατονομασίας χρωμάτων. Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήσαμε μια παραλλαγή του αρχικού Stroop, αντικαθιστώντας την διάσταση της λέξης με την διάσταση του σχήματος, εμπνευσμένοι από τη βιβλιογραφία (McLeod & Dunbar, 1988). Τα ευρήματά μας δείχνουν πως παρά τον αρχικά κοινό βαθμό αυτοματοποίησης και εν συνεχεία την συμμετρική εξάσκηση των δύο διεργασιών, δηλαδή της κατονομασίας σχημάτων με ονόματα χρωμάτων και της κατονομασίας χρωμάτων με ονόματα σχημάτων, υπάρχει ασυμμετρία στην μεταξύ τους παρεμβολή γεγονός που δεν εξηγείται από την θεωρία του προοδευτικού χαρακτήρα της αυτοματοποίησης. Παράλληλα, εγείρονται ερωτήματα και για την επεξήγηση του αρχικού φαινομένου Stroop μιας και φαίνεται πως η επίδραση της εξάσκησης ίσως να μην είναι από μόνη της ικανός επεξηγηματικός παράγοντας.

Η θεωρία της νευρωνικής ανακύκλωσης (Dehaene, 2005) που περιγράψαμε στην προηγούμενη ενότητα δίνει μια άλλη οπτική που ίσως μας φανεί χρήσιμη. Προσπαθώντας να εξηγήσει την απόκτηση πολιτιστικών αγαθών όπως το αλφάβητο, δεδομένων των περιορισμών που θέτει η εξελικτική θεωρία, υποθέτει πως η ικανότητα μάθησης του αλφαβήτου, δηλαδή των γραμμάτων, ίσως προέρχεται από την εξελικτική και αναπτυξιακή πορεία του συστήματος οπτικής αναγνώρισης που υπήρχε ήδη στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Με άλλα λόγια, είμαστε σε θέση να αναγνωρίζουμε τα γράμματα και κατ' επέκταση τις λέξεις γιατί πριν από αυτό μπορούσαμε ήδη να αναγνωρίζουμε αντικείμενα και κατ' επέκταση σχήματα. Και στη δική μας περίπτωση όμως αναδείξαμε μια σχέση ανάμεσα στη λέξη και στο σχήμα, καθώς καταφέραμε να αναπαράγουμε το φαινόμενο Stroop αντικαθιστώντας την πρώτη με το δεύτερο. Το γεγονός όμως πως η άλλη διάσταση που εμπλέκεται στο Stroop, δηλαδή το χρώμα, δεν καταφέρνει να παρεμβληθεί ούτε στη λέξη ούτε στο σχήμα, σε συνδυασμό με τα όσα υποστηρίζει η θεωρία νευρωνικής ανακύκλωσης μας οδηγεί στο εξής συμπέρασμα: ίσως η κατονομασία σχήματος είναι εγγενώς πιο αποδοτική από την κατονομασία χρώματος, γι αυτό και δεν μπορεί να αντιστραφεί η κατεύθυνση της παρεμβολής παρά την συμμετρική εξάσκηση. Αυτό με τη σειρά του ίσως εξηγεί και το αρχικό φαινόμενο Stroop, μιας και η λέξη είναι επί της ουσίας ένα

σχήμα. Άρα η υπεροχή της λέξης επί του χρώματος, ίσως οφείλεται στην υπεροχή του σχήματος επί του χρώματος.

Η παραπάνω τοποθέτηση είναι περισσότερο μια πιθανή ερμηνεία παρά ένα βέβαιο συμπέρασμα. Άλλωστε οι προβλέψεις μας δεν επιβεβαιώθηκαν πλήρως και μια επανάληψη του πειράματός μας είναι απαραίτητη για την ισχυροποίηση των ευρημάτων μας. Την ίδια στιγμή, δεν αποκλείονται οι ήδη υπάρχουσες ερμηνείες της βιβλιογραφίας, δηλαδή η σημασία της εξάσκησης και η πιθανή ιδιαιτερότητα της ανάγνωσης ως διεργασίας. Για την ακρίβεια, η δική μας ερμηνεία μπορεί να λειτουργήσει και ως συμπληρωματική αυτών. Αρκούμεστε στο να παρατηρήσουμε πως η κατονομασία σχήματος φαίνεται να είναι εγγενώς πιο αποτελεσματική από την κατονομασία χρώματος και ελπίζουμε αυτή η παρατήρηση να ανοίξει έναν επιπλέον ορίζοντα στην πολύχρονη προσπάθεια επεξήγησης του φαινομένου Stroop.

Βιβλιογραφία.

Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108, 624–652.

Cattell, J. M. (1886). The time it takes to see and name objects. *Mind*, 11, 63–65.

Dehaene, S. (2005). Evolution of human cortical circuits for reading and arithmetic: The “neuronal recycling” hypothesis. In S. Dehaene, J. R. Duhamel, M. Hauser & G. Rizzolatti (Eds.), *From monkey brain to human brain* (pp. 133–157). Cambridge, MA: MIT Press.

Dyer, F. N. (1973). The Stroop phenomenon and its use in the study of perceptual, cognitive, and response processes. *Memory & Cognition*, 1, 106–120.

Forster, K. I., & Forster, J. C. (2003). DMDX: A windows display program with millisecond accuracy. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 35, 116–124.

Hasher, L., & Zacks, R. T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108(3), 356–388.

Jensen, A. R., & Rohwer, W. D., Jr. (1966). The Stroop color-word test: A review. *Acta Psychologica*, 25, 36–93.

Kahneman, D., & Chajczyk, D. (1983). Tests of the automaticity of reading: dilution of Stroop effects by color-irrelevant stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9(4), 497–509.

Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, 95(4), 492–527.

Logan, G. D. (1997). Automaticity and reading: Perspectives from the instance theory of automatization. *Reading and Writing Quarterly* 13, 123–146, *Psychology*, 39, 367–386.

MacLeod, C. M., Dunbar, K. (1988). Training and Stroop-like interference: Evidence for a continuum of Automaticity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14(1), 126–135.

MacLeod, C. M. (1991). Half a century of Research on the Stroop Effect: An Integrative Review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163–203.

Morton, J., & Chambers, S. M. (1973). Selective attention to words and colors. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, 387–397.

Phaf, R. H., Van der Heijden, A. H. C., & Hudson, P. T. W. (1990). SLAM: A connectionist model for attention in visual selection tasks. *Cognitive Psychology*, 22, 273–341.

Protopapas, A. (2007). CheckVocal: A program to facilitate checking the accuracy and response time of vocal responses from DMDX. *Behavior Research Methods* 39(4), 859–862.

Protopapas, A. & Markatou, A. (2011). Asymmetry in Stroop interference arising from naming practice: shape beats color. *33rd Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Boston, MA, July 20–23.

Α. Πρωτόπαπας & Α. Πιόκος (2013, Μάιος). Η ασυμμετρία που προκύπτει έπειτα από εξάσκηση στην κατονομασία χρώματος και σχήματος. 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας, Αλεξανδρούπολη, 15–19 Μαΐου.

Roelofs, A. (2003). Goal-referenced selection of verbal action: Modeling attentional control in the Stroop task. *Psychological Review*, 110, 88–125.

Regan, J. E. (1981). Automaticity and Learning: Effects of Familiarity on Naming Letters. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception of Performance*, 7(1), 180–195.

Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and Automatic Human Information Processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127–190.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643–662.