

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

ΕΛΕΥΘΕΡΝΑ

**ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΕΤΗΡΙΔΑ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ**



**ΤΟΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΣ
ΡΕΘΥΜΝΟ 2005**

Επίδραση της πυκνότητας και της ομοιότητας επιφανειών στην πλάνη του Benary

*Γιωτάκη Αικατερίνη, Μαντά Μαρία-Μαγδαληνή
και Οικονόμου Ηλίας¹*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην πλάνη του Benary (1924), δύο ίδιες γκρι επιφάνειες φαίνονται να έχουν διαφορετικό χρώμα, αν και συνορεύουν εξίσου με λευκό και μαύρο φόντο. Στην παρούσα μελέτη, εξετάσαμε την επίδραση που έχει η πυκνότητα των στοιχείων του φόντου (articulation), καθώς και η ομοιότητά τους (similarity) με τις γκρι επιφάνειες/στόχους, στο μέγεθος της πλάνης. Παρουσιάσαμε στα υποκείμενα 6 διαφορετικές παραλλαγές της πλάνης, στις οποίες μεταβάλλαμε την πυκνότητα των στοιχείων του φόντου αλλά και την ομοιότητά τους με τους στόχους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πυκνότητα των στοιχείων αυξάνει το μέγεθος της πλάνης. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται να στηρίζουν εξηγήσεις της πλάνης που βασίζονται σε χρωματικούς υπολογισμούς μέσα σε κοινές αντιληπτικές ομάδες, και όχι ερμηνείες φυσιολογικών μοντέλων που βασίζονται σε περιφερικούς μηχανισμούς του οπτικού μας συστήματος.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: χρωματική αντίληψη, πλάνη Benary, χρωματική αντίθεση, ομοιότητα, πυκνότητα, θεωρία σταθερού σημείου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φαινόμενα χρωματικής αντίθεσης² έχουν παραδοσιακά χρησιμοποιηθεί για να αποδείξουν την επίδραση περιφερικών μηχανισμών του οπτικού

1. Τμήμα Ψυχολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης

2. Με τον όρο «χρωματική αντίθεση» αναφερόμαστε στο φαινόμενο που παρατηρείται στα ουδέτερα χρώματα (lightness contrast). Προτιμούμε τον όρο αυτό, αντί του αδόκιμου «αχρωματική αντίθεση» ή του περιφραστικού «χρωματική αντίθεση ουδέτερων χρωμάτων». Χρωματική αντίθεση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο δύο ίδιες γκρι επιφάνειες φαίνονται να έχουν

μας συστήματος στην χρωματική αντίληψη των ουδέτερων³ χρωμάτων. Οι περιφερικές θεωρίες της χρωματικής αντίληψης, που διατυπώθηκαν πρώτη φορά από τον Hering (1874/1964), βασίζονται στη διαφορετική ταχύτητα αντίδρασης που παρουσιάζουν οι φωτοϋποδοχείς του αμφιβληστροειδούς όταν ανιχνεύουν δύο επιφάνειες ίσης φωτεινότητας⁴ (luminance), που η κάθε μία παρουσιάζεται πάνω σε φόντο διαφορετικής φωτεινότητας. Η αντίδραση ενός υποδοχέα είναι συνάρτηση τόσο της φωτεινότητας της επιφάνειας που ανιχνεύει, όσο και της αντίδρασης των γειτονικών του υποδοχέων (Hartline, Wagner and Ratliff, 1956). Όσο μεγαλύτερη είναι η φωτεινότητα μιας επιφάνειας, τόσο αυξάνεται η αντίδραση του υποδοχέα που αντιστοιχεί στην επιφάνεια αυτή. Επίσης, όσο μεγαλύτερη είναι η αντίδραση ενός υποδοχέα, τόσο αναστέλλεται η δραστηριότητα των γειτονικών του υποδοχέων που ανιχνεύουν λιγότερο φωτεινές επιφάνειες. Συνεπώς, οι υποδοχείς που αντιστοιχούν σε επιφάνειες με σκούρο φόντο αντιδρούν περισσότερο από υποδοχείς που αντιστοιχούν σε ίδιες επιφάνειες με ανοιχτόχρωμο φόντο.

Εκτός από την εφαρμογή του στη χρωματική αντίθεση, ο μηχανισμός της πλάγιας αναστολής έχει αποτελέσει τη βάση για πληθώρα φυσιολογικών μοντέλων που προσπαθούν να ερμηνεύσουν το σύνολο των λειτουργιών της χρωματικής αντίληψης (Diamond, 1960. Jameson & Hurvich, 1964. Cornsweet, 1970. Heinemann, 1972. Beck, 1972. Hurvich & Jameson, 1974. Grossberg & Todorovic, 1988. Reid & Shapley, 1988. Kingdom & Moulden, 1992. Blakeslee & McCourt, 2003). Παρά τη σχετική αποτυχία των μοντέλων αυτών να επεκτείνουν τις ερμηνείες τους σε πιο σύνθετα χρωματικά φαινόμενα, όπως η χρωματική σταθερότητα⁵ (Land & McCann, 1971. Arend, Buehler, & Lockhead, 1971. Arend, 1973. Bergstrom, 1977. Gilchrist, 1979. 1988. Adelson & Pentland, 1990. Gilchrist et al., 1999), παραμένουν ακόμη κυρίαρχες θεω-

διαφορετική απόχρωση όταν η κάθε μία παρουσιάζεται πάνω σε φόντο διαφορετικής φωτεινότητας. Συνήθως οι επιφάνειες που βρίσκονται πάνω σε σκούρο φόντο, φαίνονται πιο ανοιχτόχρωμες από επιφάνειες που βρίσκονται πάνω σε φωτεινό φόντο.

3. Ουδέτερα είναι τα χρώματα που δεν παρουσιάζουν επιλεκτική ανακλαστικότητα, αλλά αντανακλούν εξίσου ολόκληρο το φάσμα. Τα ουδέτερα χρώματα είναι το λευκό, το μαύρο και οι αποχρώσεις του γκρι.

4. Φωτεινότητα είναι η ένταση του φωτός που αντανακλά μία επιφάνεια. Η φωτεινότητα των επιφανειών δεν είναι σταθερή και εξαρτάται από την ένταση του φωτισμού της επιφάνειας. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του φωτισμού, τόσο αυξάνεται και η φωτεινότητα των επιφανειών.

5. Χρωματική σταθερότητα είναι το φαινόμενο κατά το οποίο το χρώμα μιας επιφάνειας παραμένει σχετικά σταθερό στην αντίληψή μας, παρά τις πιθανές αλλαγές στην ένταση και το μήκος κύματος του φωτισμού.

ρίες για την εξήγηση της χρωματικής αντίθεσης (Goldstein, 1989, p. 152. Coren, Ward & Enns, 1999, p. 110. Palmer, 1999, p. 117. Sinha & Torralba, 2001. Agostini & Galmonte, 2002).

Η πλάνη του Benary είναι ένα από τα πολλά φαινόμενα χρωματικής αντίθεσης (Wolff, 1933. Mershon, 1972. White, 1981. Knill & Kersten, 1991. Agostini & Proffitt, 1993. Adelson, 1993. Todorovic, 1997) που είναι δύσκολο να ερμηνευτούν με βάση το μηχανισμό της πλάγιας αναστολής. Στην πλάνη του Benary (Εικόνα 2) δύο ίδιες γκρι επιφάνειες φαίνονται διαφορετικές παρότι έχουν ακριβώς την ίδια ανακλαστικότητα⁶ (reflectance) και συνορεύουν εξίσου με λευκό και μαύρο φόντο. Η πανομοιότυπη αμφιβληστροειδοτοπική σχέση των επιφανειών με το φόντο τους καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη την εξήγηση της πλάνης αυτής από τις περιφερικές θεωρίες, διότι οι αντιδράσεις των υποδοχέων που αντιστοιχούν στις δύο γκρι επιφάνειες δέχονται την ίδια αναστολή από τους γειτονικούς τους υποδοχείς, αφού το πλαίσιο είναι ίδιο και για τους δύο στόχους.

Μία απάντηση των θεωριών της αντίθεσης (contrast theories) για την αδυναμία τους να εξηγήσουν τόσο την πλάνη του Benary, όσο και άλλες παρόμοιες πλάνες, είναι ότι αυτά τα φαινόμενα, λόγω της συνθετότητάς τους, δέχονται επιδράσεις από το ανώτερο γνωστικό σύστημα, οι οποίες λειτουργούν προσθετικά στη βασική επίδραση της πλάγιας αναστολής (Hering, 1874/1964. Beck, 1972. Kingdom, 2003. Agostini & Galmonte, 2002. Blakeslee and McCourt, 2003). Αν και μία τέτοια ερμηνεία φαντάζει ελκυστική, στην πραγματικότητα είναι μη ελέγξιμη (Ellis, 1938. Gilchrist & Economou, 2003). Αυτό συμβαίνει διότι πλάνες που έχουν κατεύθυνση σύμφωνη με τη λειτουργία της πλάγιας αναστολής αποδίδονται σε περιφερικούς μηχανισμούς, ενώ πλάνες των οποίων η κατεύθυνση είναι ασύμβατη με τη λειτουργία της πλάγιας αναστολής, αποδίδονται σε ανώτερους κεντρικούς μηχανισμούς, των οποίων μάλιστα η φυσιολογική βάση δεν έχει εντοπιστεί.

Μία εναλλακτική ερμηνεία είναι ότι η πλάνη οφείλεται στην ομαδοποίηση των γκρι επιφανειών είτε με το μαύρο σταυρό, είτε με το λευκό φόντο (Gilchrist et al., 1999).

Σύμφωνα με αυτή την ερμηνεία, το χρώμα κάθε επιφάνειας καθορίζεται από χρωματικούς υπολογισμούς μέσα σε αντιληπτικά ενιαίες ομάδες επιφανειών, που καθορίζονται από τις «Γκεσάλτ» αρχές της ομαδοποίησης, όπως

6. Ανακλαστικότητα είναι ο λόγος μεταξύ της ποσότητας φωτός που δέχεται μία επιφάνεια, και της ποσότητας φωτός που αντανακλά. Η ανακλαστικότητα αποτελεί μία σταθερή ιδιότητα των επιφανειών καθώς δεν εξαρτάται από τις συνθήκες φωτισμού, αλλά από τη μοριακή δομή της επιφάνειας. Μία τυπική λευκή επιφάνεια έχει ανακλαστικότητα 90%, ενώ μία τυπική μαύρη επιφάνεια έχει ανακλαστικότητα μόλις 3%.

«καλή συνέχεια», «ομοιότητα», «επίπεδο βάθους», κλπ. (Jaensch and Müller, 1920. Gelb, 1929. Kardos, 1934. Koffka, 1935). Εφαρμόζοντας αυτές τις αρχές, το οπτικό σύστημα καταμερίζει τις επιφάνειες του οπτικού μας πεδίου σε ομάδες που φαίνεται να ανήκουν (αντιληπτικά) μαζί. Κάθε επιφάνεια του οπτικού μας πεδίου, ανήκει σε τουλάχιστον δύο ομάδες. Η μία ομάδα περιλαμβάνει επιφάνειες που οργανώνονται στενά μαζί (τοπικό πεδίο), και η δεύτερη περιλαμβάνει όλες τις επιφάνειες του οπτικού πεδίου (γενικό πεδίο). Το χρώμα της κάθε επιφάνειας υπολογίζεται τόσο σε σχέση με τις φωτεινότητες⁷ των επιφανειών του τοπικού πεδίου, όσο και σε σχέση με τις φωτεινότητες των επιφανειών του γενικού πεδίου. Το τελικό χρώμα της κάθε επιφάνειας προκύπτει από το μέσο όρο ανάμεσα στις δύο χρωματικές τιμές που έχει η κάθε επιφάνεια τόσο στο τοπικό όσο και στο γενικό πεδίο.

Εφαρμόζοντας την παραπάνω διαδικασία στην πλάνη του Benary, (Εικόνα 1) βλέπουμε τις χρωματικές τιμές που προκύπτουν για τις δύο γκρι επιφάνειες. Η επάνω επιφάνεια έχει μία τοπική τιμή «λευκό» διότι έχει την υψηλότερη φωτεινότητα από όλες τις επιφάνειες της ομάδας της.⁸ Η γενική της τιμή ωστόσο είναι «μεσαίο γκρι», διότι είναι πέντε φορές λιγότερο φωτεινή από το λευκό φόντο που έχει την υψηλότερη φωτεινότητα στο οπτικό πεδίο. Ο μέσος όρος για αυτή την επιφάνεια λοιπόν είναι ανάμεσα στο λευκό και το μεσαίο γκρι.

Η κάτω επιφάνεια αντίθετα, έχει τις ίδιες χρωματικές τιμές τόσο στο τοπικό όσο και στο γενικό επίπεδο «μεσαίο γκρι». Αυτό συμβαίνει διότι η επιφάνεια αυτή συγκρίνεται με την ίδια επιφάνεια τόσο στο τοπικό της (λευκό φόντο), όσο και στο γενικό (λευκό φόντο) επίπεδο. Συνεπώς η τελική της χρωματική τιμή είναι «μεσαίο γκρι».

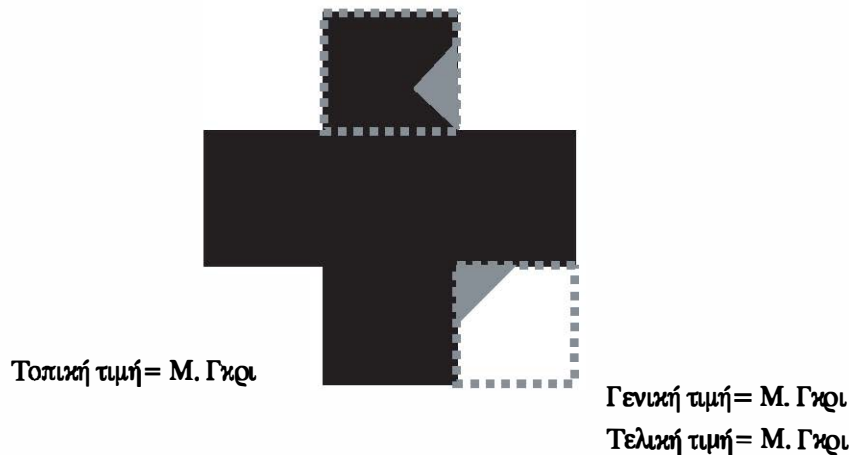
Τοπική τιμή = Λευκό

Γενική τιμή = Μ. Γκρι

Τελική τιμή = Μ.Ο. Λευκού και Μ. Γκρι

7. Το χρώμα των ουδέτερων επιφανειών καθορίζεται από τη σχέση των φωτεινοτήτων τους και όχι από τις απόλυτες τιμές τους (Wallach, 1948). Έτσι, δύο επιφάνειες με φωτεινότητες 90cd/m² και 3cd/m² (λόγος 30:1) θα φανούν ως λευκή και μαύρη αντίστοιχα. Επίσης λευκή και μαύρη θα φανούν δύο επιφάνειες που έχουν φωτεινότητες 30cd/m² και 1cd/m² (λόγος 30:1).

8. Η μετατροπή ενός λόγου φωτεινοτήτων δύο επιφανειών σε χρώματα δεν είναι δυνατή χωρίς να υπάρχει ένα σταθερό σημείο αναφοράς. Για παράδειγμα μία αναλογία 5:1 θα μπορούσε να αντιστοιχεί σε λευκό/μεσαίο γκρι, ή σε μεσαίο γκρι/μαύρο. Ο κανόνας που χρησιμοποιεί το οπτικό μας σύστημα για την επίλυση αυτού του προβλήματος είναι: η υψηλότερη φωτεινότητα του πεδίου ορίζεται αυτόματα «λευκή» και το χρώμα των υπόλοιπων επιφανειών καθορίζεται από τη σχέση φωτεινότητάς τους με αυτή την επιφάνεια (Li & Gilchrist, 1999).



Εικόνα 1. Οι υπολογισμοί των τοπικών πεδίων για τους δύο γκρι στόχους. Η επάνω επιφάνεια «υπερεκτιμάται» στο τοπικό της πεδίο. Η κάτω επιφάνεια έχει τις ίδιες τιμές στο τοπικό και το γενικό πεδίο.

Όπως βλέπουμε, η θεωρία προβλέπει σωστά την κατεύθυνση της πλάνης, δηλαδή ότι η επάνω γκρι επιφάνεια φαίνεται πιο ανοιχτόχρωμη από την κάτω. Ωστόσο, το μέγεθος της πλάνης που προβλέπει η θεωρία, φαίνεται να είναι μεγαλύτερο από εκείνο που πραγματικά παρατηρούμε. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται, διότι οι τιμές του τοπικού και του γενικού πεδίου έχουν ειδικά βάρη στον υπολογισμό του μέσου όρου τους. Το ειδικό βάρος του κάθε πεδίου εξαρτάται από το βαθμό της αντιληπτικής συνοχής που έχει το πεδίο, και από τον αριθμό των επιφανειών (πυκνότητα) του. Όσο μεγαλύτερη είναι η αντιληπτική συνοχή ενός πεδίου και όσο περισσότερες επιφάνειες περιέχει, τόσο μεγαλύτερο είναι το ειδικό βάρος του πεδίου στον υπολογισμό του χρωματικού μέσου όρου των επιφανειών. Το ειδικό βάρος των τοπικών πεδίων στην πλάνη του Benary, είναι μικρό, λόγω της μικρής πυκνότητάς τους (μόνο δύο επιφάνειες). Έτσι, η επιφάνεια που ανήκει στο σταυρό, θα έχει μία τελική τιμή πιο κοντά στη γενική τιμή της (μεσαίο γκρι), παρά στην τοπική τιμή της (λευκό).

Μία ενδιαφέρουσα πρόβλεψη της πιο πάνω θεωρίας είναι ότι θα ήταν δυνατό να ενισχύσουμε την ένταση της πλάνης του Benary, αν αυξήσουμε την πυκνότητα των τοπικών πεδίων (Gilchrist & Annan, 2002). Η αύξηση της πυκνότητας θα έχει σαν αποτέλεσμα την ενίσχυση του ειδικού βάρους των τοπικών πεδίων, άρα και την ενίσχυση του μεγέθους της πλάνης. Πράγματι, σε ανάλογες έρευνες έχει βρεθεί ότι η πλάνη της αντίθεσης για παράδειγμα (simultaneous lightness contrast), ενισχύεται με αύξηση της πυκνότητας των τοπικών πεδίων (Gilchrist et al., 1999. Adelson, 2000. Economou, Zdravkovic, & Gilchrist, accepted).

Ένα δεύτερο ερώτημα που ανακύπτει είναι εάν άλλοι παράγοντες ομαδοποίησης μπορούν να επηρεάσουν το μέγεθος της πλάνης. Εφόσον το ειδικό βάρος των τοπικών πεδίων εξαρτάται από το βαθμό της αντιληπτικής τους συνοχής, είναι δυνατό να υποθέσουμε, ότι εάν κάποιος παράγοντας συνοχής αυξηθεί, τότε το ειδικό βάρος των τοπικών πεδίων θα αυξηθεί επίσης, και ως εκ τούτου, το μέγεθος της πλάνης θα είναι μεγαλύτερο. Σχετικές έρευνες (Gilchrist, 1977. Agostini & Proffitt, 1993. Economou, Annan & Gilchrist, 1998. Economou, Zdravkovic & Gilchrist, in preparation) έχουν δείξει ότι οι ισχυρότεροι παράγοντες ομαδοποίησης για τη χρωματική αντίληψη είναι το κοινό επίπεδο βάθους⁹ (coplanarity), η κίνηση προς την ίδια κατεύθυνση (common fate), και η ομοιότητα (similarity).

Η παρούσα έρευνα είχε στόχο να μελετήσει την επίδραση τόσο της πυκνότητας επιφανειών, όσο και της ομοιότητας των επιφανειών του φόντου με τις επιφάνειες-στόχους στην πλάνη του Benary. Η βασική υπόθεση ήταν ότι το μέγεθος της πλάνης θα αυξηθεί με την αύξηση της πυκνότητας και, μάλιστα, ότι η αύξηση αυτή θα είναι μεγαλύτερη εάν η πυκνότητα συνδυαστεί με την ομοιότητα των επιφανειών. Τα παραδοσιακά μοντέλα της αντίθεσης ωστόσο, προβλέπουν ότι το μέγεθος της πλάνης θα μειωθεί εάν αυξηθεί η πυκνότητα των στοιχείων του φόντου. Αυτό συμβαίνει διότι η μέση φωτεινότητα του λευκού φόντου μειώνεται (άρα «παράγει» μικρότερη αναστολή) ενώ η μέση φωτεινότητα του μαύρου σταυρού αυξάνεται (μεγαλύτερη αναστολή).

Για τον έλεγχο των υποθέσεών μας, κατασκευάσαμε έξι παραλλαγές της πλάνης, στις οποίες μεταβάλλαμε τόσο την πυκνότητα των στοιχείων των τοπικών πεδίων, όσο και την ομοιότητα μεταξύ των επιφανειών-στόχων και των επιφανειών του φόντου (Εικόνες 2, 4, 6, 9, 11 και 13) και συγκρίναμε το μέγεθος της πλάνης ανάμεσα σε όλες τις παραλλαγές.

ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Υποκείμενα

Τα υποκείμενα του πειράματος ήταν προπτυχιακοί φοιτητές του τμήματος Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης, που προσφέρθηκαν να συμμετάσχουν εθελοντικά στο πείραμα. Όλα τα υποκείμενα είχαν ομαλή ή διορθωμένη όραση. Η δειγματοληψία ήταν συμπτωματική. Χρησιμοποιήθηκαν 60 υποκείμενα.

9. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, επιφάνειες που είναι στο ίδιο επίπεδο βάθους σχηματίζουν ισχυρότερες αντιληπτικές ομάδες, από ότι επιφάνειες που είναι σε διαφορετικά επίπεδα βάθους.

Ερεθίσματα και εργαστηριακή διάταξη

Τα ερεθίσματα του πειράματος παρουσιάζονταν στα υποκείμενα σε μία οθόνη ηλεκτρονικού υπολογιστή. Το μέγεθος των ερεθισμάτων ήταν 15εκ. X 15εκ. Τα υποκείμενα παρατηρούσαν τα ερεθίσματα από απόσταση περίπου 80 εκατοστών. Ο γενικός φωτισμός του εργαστηρίου ήταν κανονικός. Η οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή τοποθετήθηκε με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφευχθούν αντανακλάσεις από το γενικό φωτισμό του εργαστηρίου.

Χρωματική ταύτιση (matching)

Τα υποκείμενα έπρεπε σε κάθε συνθήκη να ταυτίσουν τις δύο γκρι επιφάνειες στόχους με την απόχρωση που επέλεγαν από μία χρωματική κλίμακα Munsell. Η κλίμακα (33 εκ. X 9.5 εκ.) είχε 16 ορθογώνια χαρτόνια (1 εκ. X 3 εκ.) διαβαθμισμένου χρώματος από μαύρο έως λευκό. Κάτω από κάθε χαρτόνι αναγραφόταν ένα διψήφιο νούμερο από το 2.0 έως το 9.5. Η κλίμακα παρουσιαζόταν πάνω σε ένα χαρτόνι λευκού χρώματος.

Διαδικασία

Στην αρχή του πειράματος τα υποκείμενα καθόταν μπροστά στην οθόνη και ο πειραματιστής εξηγούσε τη διαδικασία. Οι οδηγίες τόνιζαν στα υποκείμενα την ανάγκη για αβίαστες χρωματικές ταυτίσεις. Τα υποκείμενα δηλαδή, δε θα έπρεπε να προσπαθήσουν να μαντέψουν το χρώμα των επιφανειών-στόχων, αλλά να δηλώσουν με ποια απόχρωση της κλίμακας ταυτιζόταν το χρώμα της επιφάνειας-στόχου. Τα υποκείμενα μπορούσαν να μελετήσουν το ερέθισμα και να δώσουν τις απαντήσεις τους χωρίς χρονικούς περιορισμούς. Μετά το τέλος της διαδικασίας, ο πειραματιστής εξηγούσε στα υποκείμενα το σκοπό της έρευνας.

Πειραματικό σχέδιο

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 60 υποκείμενα που χωρίστηκαν σε 6 ανεξάρτητες ομάδες των 10 υποκειμένων η κάθε μία. Κάθε ομάδα έβλεπε μόνο μία παραλλαγή της πλάνης και έδινε δύο χρωματικές ταυτίσεις για τις δύο γκρι επιφάνειες-στόχους. Συνεπώς, το μέγεθος της πλάνης σε κάθε παραλλαγή βρίσκεται από την άθροιση των διαφορών εντός πειραματικής ομάδας, ενώ η σύγκριση του μεγέθους των πλανών κάθε παραλλαγής βρίσκεται από τη σύγκριση των μέσων όρων μεταξύ των πειραματικών ομάδων.

Στατιστική Ανάλυση

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν T-tests ανεξάρτητων

(σύγκριση μεγέθους γλάνων σε διαφορετικά ερεθίσματα) και εξαρτημένων δειγμάτων (μέτρηση μεγέθους πλάτης στο κάθε ερέθισμα), με μονή κατεύθυνση και με στατιστικό κριτήριο $p = 05\%$. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Excel του Microsoft office 2003.

Συνθήκη 1. Τριγωνικοί στόχοι-χαμηλή ποιότητα.

Μέθοδος

Στην πρώτη συνθήκη του πειράματος, χρησιμοποιήθηκε μία κλειστική εκδοχή της πλάτης του *Beapay*, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2. Το ερέθισμα που χρησιμοποιήθηκε στη Συνθήκη 1.

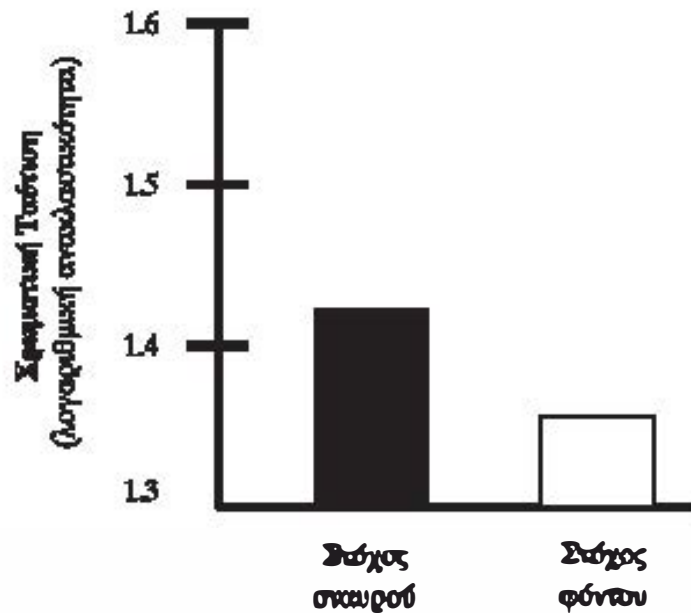
Οι δύο γκρι επαφάνειες-στόχοι έχουν τριγωνικό σχήμα, και συνορεύουν με όμοιο τρόπο με το μαύρο σπαιρό και το λευκό φόντο (τα δύο σκέλη των τριγώνων με μαύρο, και η βάση των τριγώνων με λευκό). Στόχος αυτής της συνθήκης ήταν να μετρηθεί το μέγεθος της πλάτης σε συνθήκες μικρής ποιότητας επαφαναών.

Δέκα (10) υποκείμενα έδωσαν χρωματικές απαντήσεις για τις δύο γκρι τριγωνικές επαφάνειες του ερεθίσματος. Η σειρά με την οποία δινόταν η απάντηση κάθε στόχου, άλλαζε ανά υποκείμενο.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα του πειράματος φαίνονται στην Εικόνα 3. Στον οριζόντιο άξονα φαίνονται οι δύο στόχοι, ενώ στον κάθετο άξονα αναγράφεται η μέση χρωματική τιμή που έδωσαν τα υποκείμενα στο στόχο.¹⁰ Η επαφάνεια που φαίνεται να ανήκει στο μαύρο σπαιρό είχε μία μέση τιμή 1.42, ενώ η επαφάνεια που φαίνεται να ανήκει στο λευκό φόντο, είχε μία μέση τιμή 1.36. Η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική ($p = .01$).

10. Για τη μεταφορά της κλίμακας Munsell σε αναλογική, χρησιμοποιήθηκαν λογαριθμικές τιμές αντίστασης της κάθε επαφάνειας ($\log reflectance$).



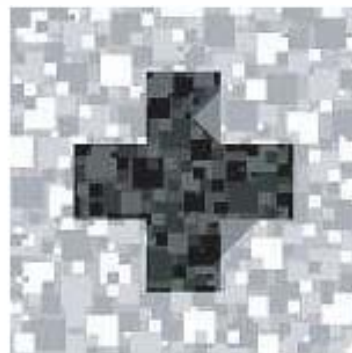
Εικόνα 3. Τα αποτελέσματα της Συνθήκης 1. Ο στόχος που σκαυρού φαίνεται πιο αναγνωρίσιμος από το στόχο που φύντου.

Συνθήκη 2. Τριγωνικοί στόχοι-υψηλή πυκνότητα-χαμηλή ομοιότητα

Μέθοδος

Στη συνθήκη 2, χρησιμοποιήθηκε μία εκδοχή της πλάτης με τριγωνικούς στόχους και μεγάλη πυκνότητα εμφανειών (Εικόνα 4).

Οι εμφανειές που προστέθηκαν έχουν ορθογώνια σχήματα διαφόρων μεγεθών (συνθήκη υψηλής συχνότητας και χαμηλής ομοιότητας). Οι φωτεινότητες των εμφανειών που χρησιμοποιήθηκαν στο μαύρο σκαυρό είναι ίσες ή

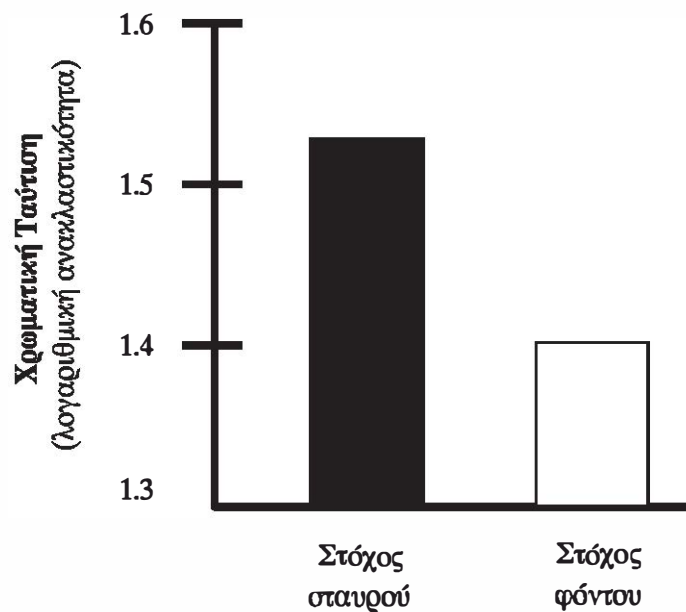


Εικόνα 4. Το ερέθισμα της Συνθήκης 2.

μικρότερες από τη φωτεινότητα του στόχου, ενώ οι φωτεινότητες των επιφανειών που χρησιμοποιήθηκαν στο λευκό φόντο, είναι ίσες ή μεγαλύτερες από τη φωτεινότητα του στόχου. Δέκα (10) υποκείμενα έδωσαν χρωματικές ταυτίσεις για κάθε μία από τις επιφάνειες-στόχους.

Αποτελέσματα.

Τα αποτελέσματα της συνθήκης 3 φαίνονται στην Εικόνα 5. Ο στόχος που φαίνεται να ανήκει στο μαύρο σταυρό είχε μία μέση τιμή 1.53, και ο στόχος που φαίνεται να ανήκει στο λευκό φόντο είχε μία μέση τιμή 1.40. Η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική ($p=.000$). Το μέγεθος της πλάνης σε αυτή τη συνθήκη ήταν μεγαλύτερο από ότι στη συνθήκη 1 ($p=.03$).



Εικόνα 5. Τα αποτελέσματα της Συνθήκης 2. Ο στόχος του σταυρού φαίνεται πιο ανοιχτόχρωμος από το στόχο του φόντου.

Συνθήκη 3. Τριγωνικοί στόχοι-υψηλή συχνότητα-υψηλή ομοιότητα

Μέθοδος

Σε αυτή τη συνθήκη χρησιμοποιήσαμε ένα ερέθισμα παρόμοιο με εκείνο της συνθήκης 2 (Εικόνα 6).

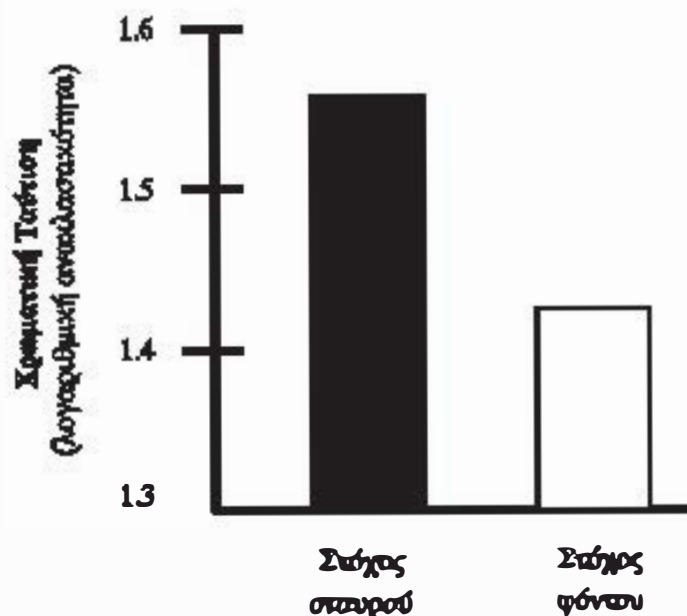


Εικόνα 6. Το ερέθισμα της Συνθήκης 3.

Η διαφορά είναι ότι οι εμφανειές που προσέθηκαν στη βασική πλάτη έχουν τριγωνικό σχήματα, έτσι ώστε να έχουν μεγαλύτερη ομοιότητα με τις εμφανειές στήχους (συνθήκη υψηλής συχνότητας και υψηλής ομοιότητας). Σύμφωνα με την υπόθεσή μας, το μέγεθος της πλάτης θα έπρεπε να είναι ακόμη μεγαλύτερο από αυτό της συνθήκης 2, διότι τα χωρικά αναλυτικά πεδία έχουν ενισχυθεί περαιτέρω με την προσθήκη όμοιων εμφανειών στο φόντο. Δέκα (10) υποκείμενα έδωσαν χρωματικές ταυτίσεις για κάθε μία από τις εμφανειές-στόχους.

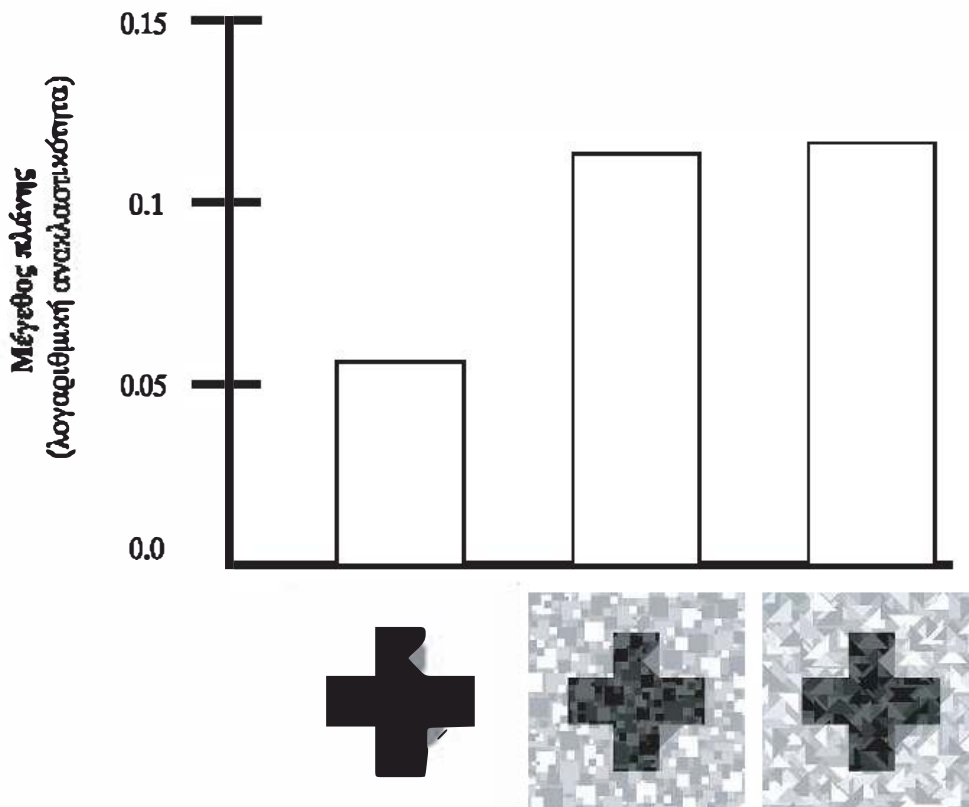
Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της Συνθήκης 3 παρουσιάζονται στην Εικόνα 7.



Εικόνα 7. Τα αποτελέσματα της Συνθήκης 3. Ο στόχος του σπαυρού φαίνεται πιο αναγνωρίσιμος από το στόχο του φόντου.

Ο στόχος που φαίνεται να ανήκει στο μαύρο σταυρό είχε μία μέση τιμή 1.56, ενώ ο στόχος που φαίνεται να ανήκει στο λευκό φόντο είχε μία τιμή 1.42. Η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική ($p=.000$). Το μέγεθος¹⁰ της πλάνης σε αυτή τη συνθήκη ήταν μεγαλύτερο από τη βασική συνθήκη ($p=.01$) αλλά δε βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο από το μέγεθος της πλάνης στη Συνθήκη 2 ($p=.42$). Τα συνολικά αποτελέσματα για τη σύγκριση μεταξύ των μεγεθών των πλανών στις συνθήκες 1-3 παρουσιάζονται στην Εικόνα 8.



Εικόνα 8. Το μέγεθος της πλάνης στις Συνθήκες 1-3. Η αύξηση της πυκνότητας ενίσχυσε το μέγεθος της πλάνης, όχι όμως και η αύξηση της ομοιότητας.

Συνθήκη 4. Τετράγωνοι στόχοι-χαμηλή πυκνότητα.

Μέθοδος

Στη συνθήκη 4 χρησιμοποιήθηκε το ερέθισμα που φαίνεται στην Εικόνα 9.

11. Το μέγεθος της πλάνης υπολογίζεται από την αλγεβρική πρόσθεση των χρωματικών ταύτισεων κάθε στόχου (χρωματική ταύτιση στόχου στο σταυρό – χρωματική ταύτιση στόχου στο φόντο).

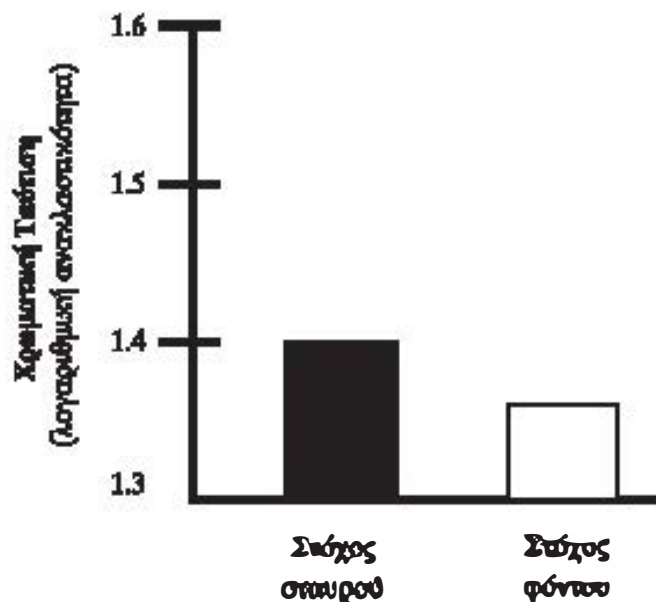


Εικόνα 9. Το ερέθισμα της Συνθήκης 4.

Η μόνη διαφορά με τη συνθήκη 1 είναι το σχήμα των επιφανειών στόχων, που δεν είναι τρίγωνα, αλλά τετράγωνα. Και οι δύο στόχοι συνορεύουν εξίσου με το μαύρο σκουρό και το λευκό φόντο. Σκοπός αυτής της συνθήκης ήταν να έχουμε μία συγκρίσιμη τιμή της κλίσης για τις παραλλαγές με τετράγωνα επαφάνειες, ώστε να μπορούμε να μεταβάλλουμε την ομοιότητα των επιφανειών στις επόμενες συνθήκες. Δέκα (10) υποκείμενα έδωσαν χρωματικές παύσεις για κάθε μία από τις επαφάνειες στόχους.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της Συνθήκης 4 φαίνονται στην Εικόνα 10. Η επαφάνεια που φαίνεται να ανήκει στο μαύρο σκουρό είχε μία μέση χρωματική τιμή 1.40, ενώ η επαφάνεια που φαίνεται να ανήκει στο λευκό φόντο, είχε μία μέση τιμή 1.36. Η διαφορά αυτή ήταν ελαφρά μικρότερη από εκείνη που παρατηρήθηκε στο πρώτο ερέθισμα με τους τριγωνικούς στόχους, και παρότι προσέγγισε, δεν έφτασε τη στατιστική σημαντικότητα ($p=.09$).

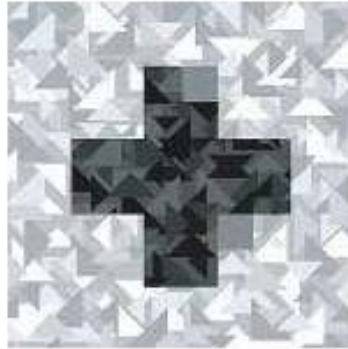


Εικόνα 10. Αποτελέσματα Συνθήκης 4. Ο στόχος του σκουρό φαίνεται ελαφρά πιο ανοιχτόχρωμος από το στόχο του φόντου.

Συνθήκη 5. Τετράγωνοι στόχοι-υψηλή συντύπωση-χαμηλή ομοιότητα

Μέθοδος

Το ερέθισμα που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη Συνθήκη, φαίνεται στην Εικόνα 11.

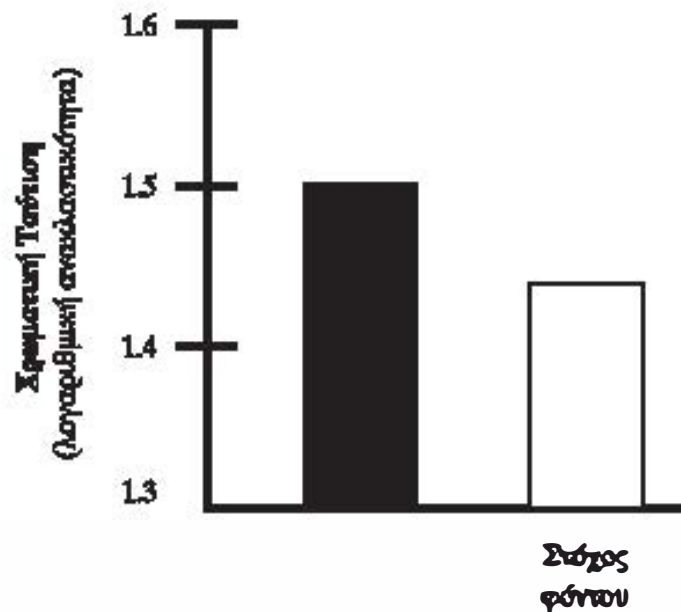


Εικόνα 11. Το ερέθισμα της Συνθήκης 5.

Η διαφορά από τη Συνθήκη 4 είναι ότι χρησιμοποιήθηκαν τριγωνικές επιφάνειες διαφόρων μεγεθών, ώστε να αυξηθεί η πυκνότητα των επιφανειών του ερέθισματος. Όπως σε όλες τις συνθήκες με υψηλή πυκνότητα, οι επιφάνειες που απορτίζουν το σκουρόχρωμο σταυρό έχουν φωτεινότερες ίσες ή χαμηλότερες από τη φωτεινότητα των στόχων, ενώ οι επιφάνειες που απορτίζουν το ανοιχτόχρωμο φόντο, έχουν φωτεινότερες ίσες ή μεγαλύτερες από αυτή των στόχων. Δέκα (10) υποκείμενα έδωσαν χρωματικές πατάσεις για κάθε μία από τις επιφάνειες στόχους.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της Συνθήκης 5 φαίνονται στην Εικόνα 12. Ο στόχος που φαίνεται να ανήκει στο σταυρό έχει μία μέση τιμή 1.52, ενώ ο στόχος που φαίνεται να ανήκει στο ανοιχτόχρωμο φόντο έχει μία μέση τιμή 1.44. Η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική ($p=.000$). Το συνολικό μέγεθος της πλάνης ήταν επίσης σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό της Συνθήκης 4 ($p=.04$).

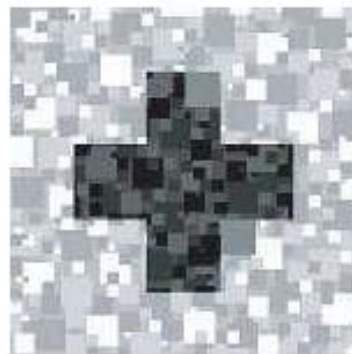


Εικόνα 12 Τα αποτελέσματα της Συνθήκης 5. Ο στόχος του σπυρού φαίνεται πιο ανοιχτόχρωμος από το στόχο του φόντου.

Συνθήκη 6. Παράγοντα στόχο-υψηλή πυκνότητα-υψηλή ομοιότητα

Μέθοδος

Το ερέθισμα της Συνθήκης 6 φαίνεται στην Εικόνα 13.

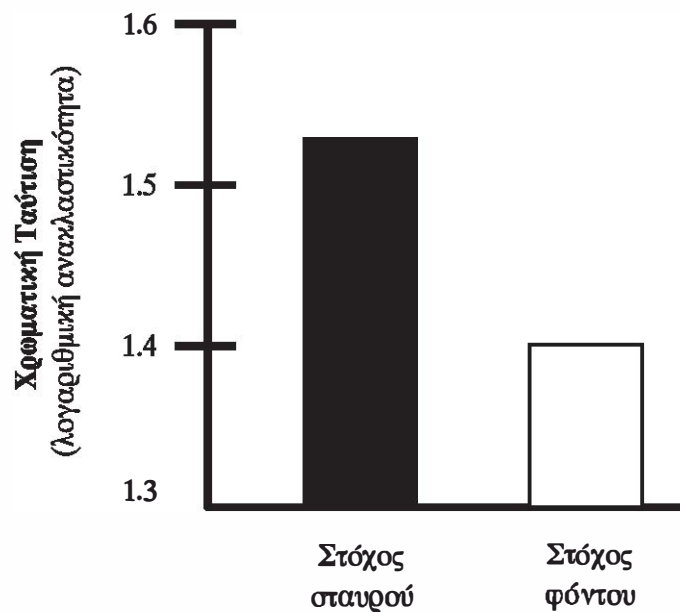


Εικόνα 13. Το ερέθισμα της Συνθήκης 6.

Οι στόχοι είναι παράγοντα ενώ αντίθετα με τη Συνθήκη 5, οι ελαφάντες που απεικάζουν το σπυρού και το ανοιχτόχρωμο φόντο είναι παραγοντικές και όχι τραγονικές, ώστε να έχουν μεγαλύτερη ομοιότητα με τους στόχους. Δέκα (10) υποκείμενα έδωσαν χρωματικές καυτίσεις για κάθε μία από τις ελαφάντες-στόχους.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της Συνθήκης 6 φαίνονται στην Εικόνα 14. Ο στόχος που ανήκει στο σταυρό έχει μία μέση τιμή 1.53, ενώ ο στόχος που ανήκει στο ανοιχτόχρωμο φόντο έχει μία μέση τιμή 1.41. Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική ($p=.003$).



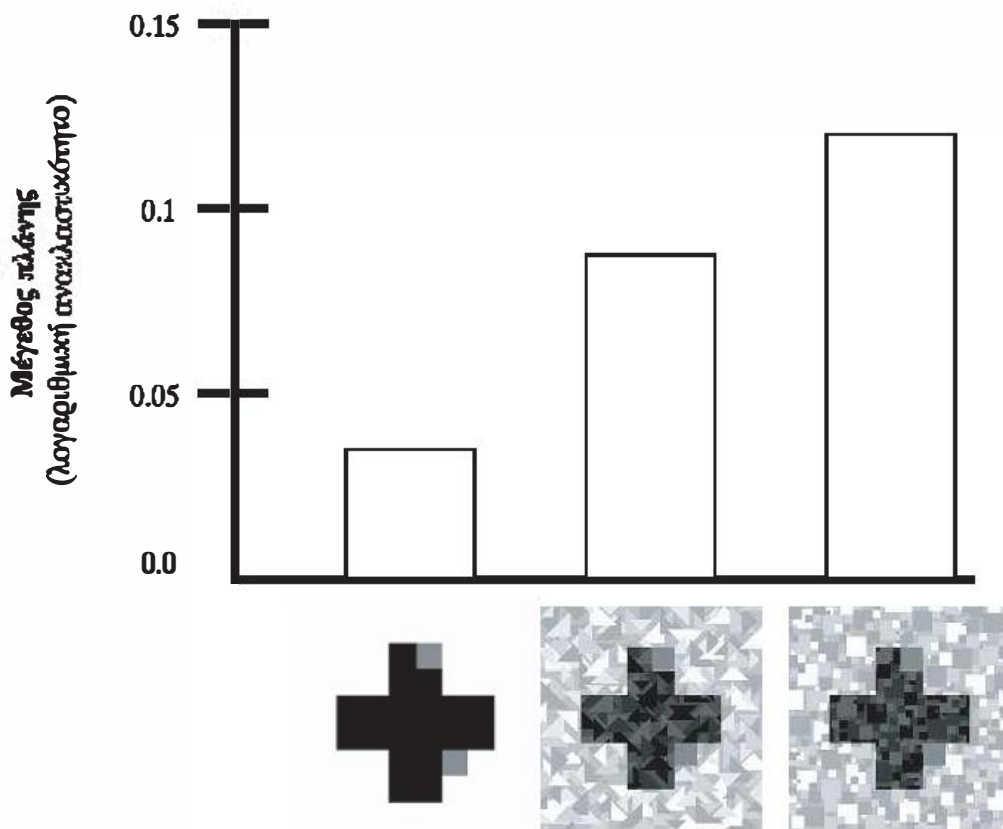
Εικόνα 14. Τα αποτελέσματα της Συνθήκης 6. Ο στόχος του σταυρού φαίνεται πιο ανοιχτόχρωμος από το στόχο του φόντου.

Το συνολικό μέγεθος της πλάνης είναι επίσης σημαντικά μεγαλύτερο από εκείνο της Συνθήκης 4 ($p=.03$) αλλά όχι και από εκείνο της Συνθήκης 5 ($p=.17$). Τα συνολικά μεγέθη των πλανών στις συνθήκες 4-6 φαίνονται στην Εικόνα 15.

Συζήτηση

Η δημιουργία μίας ενιαίας θεωρίας για την αντίληψη των ουδέτερων χρωμάτων έχει αποδειχθεί ένα ιδιαίτερα δύσκολο εγχείρημα. Ως ένα βαθμό, αυτό είναι αποτέλεσμα της επικέντρωσης των θεωριών σε ένα από τα δύο βασικά φαινόμενα της αντίληψης ουδέτερων χρωμάτων, δηλαδή είτε την χρωματική σταθερότητα είτε την χρωματική αντίθεση.

Οι περιφερικές θεωρίες αναπτύχθηκαν κυρίως γύρω από την ερμηνεία των φαινομένων της χρωματικής αντίθεσης. Ωστόσο δέχθηκαν σκληρή κριτική για την ανεπάρκεια των ερμηνειών τους όσον αφορά στη χρωματική στα-



Εικόνα 15. Τα μεγέθη των πλανών στις Συνθήκες 4-6. Η αύξηση της πυκνότητας ενίσχυσε το μέγεθος της πλάνης. Η ομοιότητα φαίνεται να μην έχει επίδραση παρά την οριακή διαφορά που παρατηρήθηκε ανάμεσα στις Συνθήκες 5 και 6.

θερότητα. Η εξάρτηση των θεωριών αυτών από τις διεργασίες στη δυσδιάστατη αμφιβληστροειδική εικόνα, τις εμπόδισε να επεκταθούν στην ερμηνεία σύνθετων φαινομένων, όπως για παράδειγμα η επίδραση του βάθους στο χρώμα των ουδέτερων επιφανειών (Gilchrist 1977, 1979). Από την άλλη πλευρά, οι γνωστικές θεωρίες επικεντρώθηκαν στην ερμηνεία του φαινομένου της χρωματικής σταθερότητας, αγνοώντας σε μεγάλο βαθμό τα φαινόμενα της χρωματικής αντίθεσης. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τα δύο βασικά φαινόμενα στην αντίληψη ουδέτερων χρωμάτων να εξηγούνται από δύο ομάδες θεωριών πολύ διαφορετικές μεταξύ τους.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί μοντέλα που στοχεύουν στην ερμηνεία του συνόλου των φαινομένων της αντίληψης ουδέτερων χρωμάτων (Gilchrist et al., 1999, Bressan, 2001). Τα μοντέλα αυτά δέχονται έντονες επιδράσεις από παλαιότερες θεωρίες «Γκεστάλτ» και επικεντρώνονται στο ρόλο της αντιληπτικής οργάνωσης στη χρωματική αντίληψη. Το συγκριτικό πλεονέ-

κτημά τους είναι ότι ερμηνεύουν τόσο τα φαινόμενα της χρωματικής αντίθεσης, όσο και εκείνα της χρωματικής σταθερότητας, εφαρμόζοντας τις ίδιες παραμέτρους. Ιδιαίτερα επιτυχημένη εφαρμογή έχει το μοντέλο του «σταθερού σημείου», στις πλάνες χρωματικής αντίθεσης. Ένα πρόβλημα που αντιμετωπίζουν ωστόσο αυτά τα μοντέλα, είναι ότι ο έλεγχος των προβλέψεών τους για το σύνολο των χρωματικών πλανών δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί. Στο πλαίσιο αυτό, τα πειράματα που παρουσιάσαμε εδώ, ελέγχουν υποθέσεις οι οποίες απορρέουν απευθείας από το μοντέλο «του σταθερού σημείου».

Τα αποτελέσματα μας φαίνεται καταρχήν να επιβεβαιώνουν τη βασική υπόθεση ότι το μέγεθος της πλάνης του Benary αυξάνεται με την αύξηση της πυκνότητας των επιφανειών των τοπικών πεδίων. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώθηκε και στις δύο βασικές παραλλαγές της πλάνης τόσο με τετράγωνους, όσο και με τριγωνικούς στόχους. Το αποτέλεσμα αυτό φαίνεται να επιβεβαιώνει την υπόθεση του μοντέλου «του σταθερού σημείου», ότι η πλάνη δημιουργείται από τους χρωματικούς υπολογισμούς στα τοπικά πεδία, και άρα αύξηση του ειδικού βάρους αυτών των υπολογισμών θα οδηγήσει και στην αύξηση του μεγέθους της πλάνης. Το γεγονός ότι παρόμοια αποτελέσματα (Gilchrist et al., 1999. Adelson, 2000. Economou, Zdravkovic, & Gilchrist, accepted) παρατηρούνται και σε πειράματα που χειρίστηκαν την πυκνότητα των επιφανειών στην κλασσική εκδοχή της χρωματικής αντίθεσης (simultaneous lightness contrast), φαίνεται να υποδηλώνει ότι ο ίδιος μηχανισμός είναι υπεύθυνος και για τα δύο φαινόμενα.

Μία ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα παράμετρος αυτού του αποτελέσματος είναι ότι το μέγεθος της πλάνης αυξάνεται, παρότι η μέση διαφορά φωτεινοτήτων ανάμεσα στο σταυρό και το γενικό φόντο μειώνεται! Ο χειρισμός αυτός θα έπρεπε, σύμφωνα με τα μοντέλα της πλάγιας αναστολής, να μειώσει το μέγεθος της πλάνης, καθώς η μέση αντίθεση φωτεινότητας στόχου-φόντου αμβλύνεται.

Τα αποτελέσματα ωστόσο δε φαίνεται να επιβεβαιώνουν τη δεύτερη υπόθεσή μας σε σχέση με το ρόλο της ομοιότητας στο μέγεθος της πλάνης. Αν και στις παραλλαγές με τους τριγωνικούς στόχους φαίνεται να υπάρχει μία μικρή επίδραση της ομοιότητας, η διαφορά δεν έφτασε τη στατιστική σημαντικότητα. Στην παραλλαγή με τους τετράγωνους στόχους μάλιστα, το μέγεθος της πλάνης ανάμεσα στη συνθήκη υψηλής και χαμηλής ομοιότητας είναι ακριβώς το ίδιο.

Μία πρώτη ερμηνεία θα μπορούσε να είναι ότι η ομοιότητα δε μεταβάλλει σημαντικά το ειδικό βάρος των τοπικών πεδίων. Ωστόσο μία τέτοια εξήγηση έρχεται σε αντίθεση με θετικά πειραματικά αποτελέσματα χειρισμού της ομοιότητας σε άλλα χρωματικά φαινόμενα (Laurinen, Olzak, & Peromaa, 1997. Economou, Annan, & Gilchrist, 1998).

Μία δεύτερη ερμηνεία θα μπορούσε να είναι ότι η αύξηση της πυκνότητας οδήγησε στην ανώτατη δυνατή τιμή το ειδικό βάρος των τοπικών πεδίων και έτσι δεν έγινε δυνατό να παρατηρηθεί η προσθετική επίδραση της ομοιότητας (ceiling effect). Σε αυτή την περίπτωση, παραλλαγές της πλάνης με μικρότερη πυκνότητα ίσως θα μπορούσαν να δείξουν την επίδραση της ομοιότητας. Αν και δεν προχωρήσαμε στον έλεγχο αυτής της υπόθεσης, αξίζει να σημειώσουμε ότι οι χρωματικές ταυτίσεις των υποκειμένων για τους στόχους που ανήκουν στο μαύρο σταυρό, αντιστοιχούν σε μεσαίο-ανοιχτό γκρι. Εάν το ειδικό βάρος του τοπικού πεδίου έφτανε την ανώτατη δυνατή του τιμή, θα περιμενε κανείς ακόμη πιο ανοιχτόχρωμες ταυτίσεις για αυτούς τους στόχους.

Μία τελευταία ερμηνεία των αποτελεσμάτων μας σε σχέση με την απουσία επίδρασης της ομοιότητας έχει να κάνει με την «αναγκαστική» ομαδοποίηση των επιφανειών-στόχων με το φόντο τους ανεξάρτητα από την ομοιότητά τους με αυτό. Στην πλάνη του Benary, ο κύριος κανόνας ομαδοποίησης των επιφανειών-στόχων με το σταυρό ή το γενικό φόντο αντίστοιχα είναι ο τύπος των ακμών που σχηματίζουν στις ενώσεις τους με τις δύο αυτές επιφάνειες (junction types). Για παράδειγμα ο τετράγωνος στόχος που φαίνεται να ανήκει στο μαύρο σταυρό σχηματίζει μία ακμή τύπου «T» (T-junction) με το σταυρό και το λευκό φόντο. Επιφάνειες που «μοιράζονται» τον κάθετο άξονα του «T» (ο στόχος και ο σταυρός στην προκειμένη περίπτωση) ανήκουν μαζί, και διαχωρίζονται από τις επιφάνειες που είναι στον οριζόντιο άξονα (το λευκό φόντο στη συγκεκριμένη πλάνη) της σύνδεσης (Todorovic, 1997). Ανάλογες συνδέσεις καθορίζουν την ομαδοποίηση των τριγωνικών στόχων. Εάν λοιπόν υποθέσουμε ότι το πεδίο στο οποίο ανήκουν οι στόχοι έχει ήδη καθοριστεί από τον τύπο των ακμών που σχηματίζουν, τότε η χαμηλή ομοιότητα των στόχων με τις επιφάνειες του φόντου όπου ανήκουν, δεν θα μπορούσε να αποδυναμώσει αυτή την οργάνωση, διότι δεν προσφέρει τη δυνατότητα εναλλακτικής οργάνωσης. Εάν αυτή η υπόθεση είναι έγκυρη, ο ρόλος της ομοιότητας στην ομαδοποίηση επιφανειών περιορίζεται στο διαχωρισμό αντιληπτικών ομάδων που δεν είναι όμοιες μεταξύ τους. Για να ελεγχθεί αυτό στην πλάνη του Benary, θα πρέπει οι επιφάνειες για παράδειγμα που απαρτίζουν το σταυρό να είναι τριγωνικές, και οι επιφάνειες που απαρτίζουν το γενικό φόντο να είναι τετράγωνες. Στις παραλλαγές της πλάνης που μελετήσαμε εδώ, και στις συνθήκες χαμηλής ομοιότητας και σε αυτές υψηλής ομοιότητας, τα τοπικά πεδία έχουν παρόμοιες επιφάνειες.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι τα αποτελέσματα των πειραμάτων μας τείνουν να στηρίξουν την ερμηνεία της πλάνης του Benary, που έχει προτείνει η θεωρία του σταθερού σημείου. Αντίθετα, ερμηνείες που στηρίζονται σε περιφερικούς μηχανισμούς δε φαίνεται να υποστηρίζονται από τα δεδομένα. Αξίζει να σημειώσουμε ότι, παρότι η θεωρία του σταθερού σημείου

βασίζεται στην επίδραση των οργανωτικών αρχών στην χρωματική αντίληψη, ωστόσο οι προβλέψεις για τις κατευθύνσεις και τα μεγέθη της χρωματικής πλάνης του Benary είναι πολύ συγκεκριμένες. Το γεγονός αυτό μάλλον δε συνάδει με την επικρατούσα άποψη ότι οι «Γκεστάλτ» θεωρίες είναι αόριστες και γενικές. Λεπτομέρειες βέβαια του μοντέλου, όπως το ειδικό βάρος του κάθε οργανωτικού παράγοντα καθώς και της αλληλεπίδρασής τους, χρειάζονται ακόμη συστηματική μελέτη, ωστόσο η δυνατότητα δημιουργίας ξεκάθαρων υποθέσεων που απορρέουν από το μοντέλο, αποτελούν εγγύηση ότι περαιτέρω πειραματική έρευνα θα ποσοτικοποιήσει ακριβέστερα την επίδραση των οργανωτικών αρχών που διέπουν τη λειτουργία του χρωματικού αντιληπτικού μας συστήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adelson, E. H. (1993). Perceptual organization and the judgment of brightness. *Science*, 262, 2042-2044.
- Adelson, E. H. (2000). Lightness Perception and Lightness Illusions. In M. Cazzaniga (Ed.), *The New Cognitive Neurosciences* (2nd ed., pp. 339-351), Cambridge, MA: The MIT Press.
- Adelson, E. H., & Pentland, A. P. (1990). *The perception of shading and reflectance* (Vision and Modeling Technical Report No. 140). MIT Media Laboratory.
- Agostini, T., & Galmonte, A. (2002). Perceptual organization overcomes the effects of local surround in determining simultaneous lightness contrast. *Psychological Science*, 13, 89-93.
- Agostini, T., & Proffitt, D. R. (1993). Perceptual organization evokes simultaneous lightness contrast. *Perception*, 22, 263-272.
- Arend, L. E. (1973). Spatial differential and integral operations in human vision: implications of stabilized retinal image fading. *Psychological Review*, 80, 374-395.
- Arend, L. E., Buehler, J. N., & Lockhead, G. R. (1971). Difference information in brightness perception. *Perception & Psychophysics*, 9, 367-370.
- Benary, W. (1924). Beobachtungen su einem Experiment uber Helligkeitskontrast [Observations concerning an experiment on brightness contrast] *Psychologische Forschung*, 5, 131-142.
- Beck, J. (1972). *Surface Color Perception*, Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Bergstrom, S. S. (1977). Common and relative components of reflected light as information about the illumination, colour, and three-dimensional form

- of objects. *Scandinavian Journal of Psychology*, 18, 180-186.
- Blakeslee, B., & McCourt, M. E. (2003). A Multiscale Spatial Filtering Account of Brightness Phenomena. In L. R. Harris, & M. Jenkin (Eds.), *Levels of Perception* (pp. 47-72), New York: Springer-Verlag.
- Bressan, P. (2001). Explaining lightness illusions. *Perception*, 30, 1031-1046.
- Coren, S., Ward, L. M., & Enns, J. T. (1999). *Sensation and Perception* (5th ed.), Orlando, FL: Harcourt Brace & Co.
- Cornsweet, T. N. (1970). *Visual perception*. New York, NY: Academic Press.
- Diamond, A. (1960). A theory of depression and enhancement in the brightness response. *Psychological Review*, 67, 168-199.
- Economou, E., Annan, V., & Gilchrist, A. L. (1998). Contrast depends on anchoring in perceptual groups. [Abstract] *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 39 (4), S857.
- Economou, E., Zdravkovic, S., & Gilchrist, A. (2006). Anchoring versus spatial filtering accounts of Simultaneous Lightness Contrast. *Journal of Vision* (accepted).
- Economou, E., Zdravkovic, S., & Gilchrist, A. (2006). *The reverse contrast illusion* (in preparation).
- Ellis, W. (1938). *A source book of Gestalt Psychology*. New York, NY: Humanities Press.
- Gelb, A. (1929). Die "Farbenkonstanz" der Sehdinge [Color constancy of visual objects]. In W. A. von Boethe (Ed.), *Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie* (Vol. 12, pp. 594-678). Berlin: Springer-Verlag.
- Gilchrist, A. L., (1977). Perceived lightness depends on perceived spatial arrangement. *Science*, 195, 185-187.
- Gilchrist, A. (1979). The perception of surface blacks and whites. *Scientific American*, 240, 112-123.
- Gilchrist, A. (1988). Lightness contrast and failures of constancy: A common explanation. *Perception & Psychophysics*, 43, 415-424.
- Gilchrist, A. L., & Annan, V. Jr. (2002). Articulation effects in lightness: Historical background and theoretical implications. *Perception*, 31, 141-150.
- Gilchrist A., & Economou, E. (2003). Dualistic versus monistic accounts of lightness perception. In L. R. Harris, & M. Jenkin (Eds.), *Levels of Perception* (pp. 11-22), New York: Springer-Verlag.
- Gilchrist, A. L., Kossyfidis, C., Agostini, T., Li, X., Bonato, F., Cataliotti, J., Spehar, B., Annan, V., & Economou, E. (1999). An Anchoring Theory of Lightness Perception. *Psychological Review*, 106, 795-834.
- Goldstein, B. E. (1989). *Sensation and Perception* (3rd ed.), Belmont, CA: Wadsworth Publishing Co.

- Grossberg, S., & Todorovic, D. (1988). Neural dynamics of 1-d and 2-d brightness perception: A unified model of classical and recent phenomena. *Perception and Psychophysics*, 43, 241-277.
- Hartline, H. K., Wagner, H. G., & Ratliff, F. (1956). Inhibition in the eye of Limulus. *Journal of General Physiology*, 39, 651-673.
- Heinemann, E. G. (1972). Simultaneous brightness induction. In D. Jameson & L. Hurvich (Eds.), *Handbook of sensory physiology* (Vol. VII/4, pp. 146-169). Berlin: Springer.
- Hering, E. (1964). *Outlines of a theory of the light sense*. (L. M. Hurvich & D. Jameson, Trans.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hurvich, L. M., & Jameson, D. (1974). Opponent Processes as a Model of Neural Organization. *American Psychologist*, 40, 1-22.
- Jaensch, E., & Müller, E. A. (1920). Über die Wahrnehmung farbloser Helligkeiten und den Helligkeitskontrast. *Zeitschrift für Pshychologie*, 83, 266-341.
- Jameson, D., & Hurvich, L. M. (1964). Theory of brightness and color contrast in human vision. *Vision Research*, 4, 135-154.
- Kardos, L. (1934). *Ding und Schatten* [Thing and shadow]. *Zeitschrift für Psychologie*, Erg. Bd 23. [trans. By D. Todorovic & A. Gilchrist, copy available by request to the translators].
- Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt Psychology*. New York: Harcourt, Brace, & World.
- Kingdom F. A. A. (2003). Levels of Brightness Perception. In L. R. Harris, & M. Jenkin (Eds.), *Levels of Perception* (pp. 23-46), New York: Springer-Verlag.
- Kingdom, F., & Moulden, B. (1992). A multi-channel approach to brightness coding. *Vision Research*, 32, 1565-1582.
- Knill, D., & Kersten, D. (1991). Apparent surface curvature affects lightness perception. *Nature*, 351, 228-230.
- Land, E. H., & McCann, J. J. (1971). Lightness and retinex theory. *Journal of the Optical Society of America*, 61, 1-11.
- Laurinen, P. I., Olzak, L. A., & Peromaa, T. L. (1997). Early cortical influences in object segregation and the perception of surface lightness. *Psychological Science*, 8, 386-390.
- Li, X., & Gilchrist, A. (1999). Relative area and relative luminance combine to anchor surface lightness values. *Perception & Psychophysics*, 61, 771-785.
- Mershon, D. (1972). Relative contributions of depth and directional adjacency to simultaneous whiteness contrast. *Vision Research*, 12, 969-979.
- Palmer, S. E. (1999). *Vision Science*. Photons to Phenomenology, Cambridge, MA: The MIT Press.

- Reid, R. C., & Shapley, R. (1988). Brightness induction by local contrast and the spatial dependence of assimilation. *Vision Research*, 28, 115-132.
- Sinha, P., & Torralba, A. (2001). Role of low-level mechanisms in brightness perception [Abstract]. *Journal of Vision*, 1 (3), 42a, <http://journalofvision.org/1/3/42>, DOI 10.1167/1.3.42
- Todorovic?, D. (1997). Lightness and junctions. *Perception*, 26, 379-394.
- Wallach, H. (1948). Brightness constancy and the nature of achromatic colors. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 310-324.
- White, M. (1981). The effect of the nature of the surround on the perceived lightness of grey bars within square-wave gratings. *Perception*, 10, 215–230.
- Wolff, W. (1933). Concerning the contrast-causing effect of transformed colors. *Psychologische Forschung*, 18, 9

The Effect of Articulation and Shape Similarity on the size of the Benary's illusion

Giotaki Ekaterini, Manda Maria-Magdalini & Economou Elias

ABSTRACT

In the Benary-cross illusion (1924), two physically identical gray surfaces appear to have different shades of gray, although they border equally with black and white. The present experiments tested the effect of articulation and similarity of target with background surfaces, on the size of the illusion.

We created 6 different versions of the illusion, in which both articulation and similarity was varied. The results showed that illusion size increases with increased articulation.

These results are taken to support accounts of the illusion based on lightness computations within perceptual groups, and not physiological theories based on peripheral mechanisms of the visual system.

KEY WORDS: *lightness perception, Benary's illusion, lightness contrast, similarity, articulation, anchoring theory*