

Οπτική αντίληψη και χάρτες

Το σύστημα οφθαλμός – εγκέφαλος

Ο οφθαλμός

Από τον οφθαλμό στον εγκέφαλο

Ο εγκέφαλος

Η αντιληπτική οργάνωση και προσοχή

Η ομαδοποίηση

Τι παρατηρούμε

Επιλεκτική Προσοχή και Διαχωρισμός Οπτικών Διαστάσεων

Διαιρεμένη Προσοχή

Συσχετικότητα Γραφικών Μεταβλητών

Απαραίτητες (indispensable) Μεταβλητές

Που παρατηρούμε

Θέση

Κλίμακα

Σαρώνοντας την Οπτική Σκηνή

Πρώτο πλάνο – φόντο

Ετερογένεια,

Κάτω-πάνω/πάνω-κάτω επεξεργασίες

Οπτικά επίπεδα

Οπτική αντίληψη και χάρτες

Ένα σημείο κλειδί της άποψης του Marr για την όραση είναι η πεποίθησή του, ότι υπάρχουν τρία επίπεδα προσέγγισης ενός συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών. Το υπολογιστικό επίπεδο επικεντρώνει στο τι και γιατί. Αντιμετωπίζοντας την όραση σε αυτό το επίπεδο και αναγνωρίζοντας ότι, η όραση περιλαμβάνει μια σειρά αναπαραστάσεων και των διαδικασιών, που ερμηνεύουν αυτές τις αναπαραστάσεις και κατασκευάζουν καινούργιες, ξεκινάμε το θέμα της κατανόησης του πώς βλέπονται οι χάρτες, ρωτώντας ποιος είναι ο σκοπός της όρασης. Σύμφωνα με το Marr, αυτός ο σκοπός επικεντρώνει στην αναγνώριση και τον προσδιορισμό σχημάτων στον πραγματικό κόσμο. Όμως, σε ενδιάμεσα στάδια, υπάρχουν αναπαραστάσεις ειδικών σκοπών που μπορούν να προσδιοριστούν. Ξεκινώντας από την αρχική οπτική σκηνή, όπως γίνεται αισθητή από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού στο πρωταρχικό σκίτσο του Marr, ο σκοπός μπορεί να προσδιοριστεί ως, η εξαγωγή πληροφοριών αντίθεσης (σχετικών με τις διαφορές έντασης και μήκους κύματος) και η συγκέντρωση αυτής της πληροφορίας από τις ακμές, τις επιφάνειες και τα σχήματα. Ο σκοπός της διαδικασίας που οδηγεί στο 2,5 διαστάσεων σκίτσο του Marr (ή την οπτική περιγραφή του Pinker) είναι να κάνει σαφές το βάθος, τον προσανατολισμό και τις συνδέσεις των οπτικών επιφανειών.

Σε σχέση με τους χάρτες, αυτοί οι δυο στόχοι υπονοούν ότι ο τρόπος με τον οποίο δημιουργούμε την αντίθεση μεταξύ των χαρακτηριστικών του χάρτη θα είναι κρίσιμος στο αρχικό στάδιο της όρασης. Σε αυτό το επίπεδο, κατά το Marr, δεν υπεισέρχεται επεξεργασία υψηλότερου επιπέδου και επομένως, η μόνη πληροφορία που είναι διαθέσιμη στο θεατή του χάρτη είναι η αντίθεση (μεταξύ των εικονοστοιχείων στην εικόνα του αμφιβληστροειδή). Αν και κάποιοι ισχυρίζονται ότι, ακόμα και σε αυτό το στάδιο της πρώτης όρασης μπορεί οι από πάνω προς τα κάτω γνωσιακές διαδικασίες να έχουν κάποια επίδραση, είναι ξεκάθαρο ότι η εφαρμογή του ελέγχου από πάνω προς τα κάτω είναι μια διαδικασία που απαιτεί μεγάλη προσπάθεια. Ο δεύτερος στόχος που συνδέεται με το επόμενο στάδιο της αντιληπτικής αναπαράστασης, μας λέει ότι οι αρχές Gestalt για την αντιληπτική ομαδοποίηση παίζουν ένα σημαντικό ρόλο. Και πάλι, αν και οι από πάνω προς τα κάτω διαδικασίες μπορεί να διευκολύνουν την ομαδοποίηση (ή μπορεί να αναμειχθούν), ο πιο επιτυχής χάρτης (σε αυτό το σημείο της επεξεργασίας) θα είναι αυτός που διευκολύνει την ομαδοποίηση, συνδέοντας τα στοιχεία του χάρτη με λογικούς τρόπους (π.χ. επιφάνειες βλέπονται σαν ομογενείς περιοχές παρά σαν διάσπαρτα σημειακά φαινόμενα—όπως μπορεί να συμβεί με τη χρήση μοτίβων που τα στοιχειώδη σύμβολα απέχουν πολύ μεταξύ τους).

Χαρτογραφικά, ο στόχος, της έρευνας που κατευθύνεται στις χαμηλού επιπέδου οπτικές-γνωσιακές διαδικασίες, είναι να καταλάβει τον τρόπο που αλληλεπιδρούν τα στάδια της φυσιολογικής-αντιληπτικής αναπαράστασης της οπτικής σκηνής με το συμβολισμό και τις μεταβλητές του σχεδίου. Στην καλλίτερη περίπτωση, θα θέλαμε να είμαστε ικανοί να προβλέψουμε τι είδους μεταβλητές συμβόλων ή επιλογές σχεδίου κάνουν τις διαφορές αναγνωρίσιμες (σε συγκεκριμένες περιστάσεις ή για συγκεκριμένα θέματα), προσελκύουν την προσοχή του θεατή, βλέπονται σαν να έχουν την ίδια σπουδαιότητα, έχουν μια διαισθητική σειρά, ή μειώνουν την ομαδοποίηση ή την δημιουργία πρώτου πλάνου και φόντου. Η όραση θα πρέπει, σε μια εξελικτική βάση, να είναι καλή για την εξαγωγή του σχήματος των αντικειμένων από την οπτική σκηνή, για την αξιολόγηση του βάθους και του σχετικού μεγέθους και για την παρατήρηση της κίνησης. Πρέπει να κάνει αυτές τις λειτουργίες, από πληροφορίες σχετικές με την αντίθεση, στη βάση περίπου από εικονοστοιχείο σε εικονοστοιχείο στο επίπεδο του αμφιβληστροειδή χιτώνα, χρησιμοποιώντας νευρολογικό υλικό για την επεξεργασία της εικόνας του αμφιβληστροειδή. Αυτό το υλικό φαίνεται πως βασίζεται κυρίως στο χωρικό φιλτράρισμα και στις διαδικασίες υπερτονισμού που λαμβάνουν χώρα, την ίδια στιγμή, σε διάφορες κλίμακες. Αυτές οι διαδικασίες φιλτραρίσματος λαμβάνουν υπόψη αισθήσεις που γίνονται αποδεκτές από σύνολα κυττάρων. Μια ιδιότητα κλειδί αυτού του συστήματος είναι το ότι δίνει περισσότερη έμφαση στην αντίθεση από τον απόλυτο φωτισμό (όπως θα έπρεπε να κάνει αν εμείς έπρεπε να αναγνωρίζουμε ένα αντικείμενο ίδιο τα ξημερώματα και ίδιο το μεσημέρι). Το σύστημα

έχει πολύ περισσότερα κύτταρα αφιερωμένα στη διαφορά έντασης/ λαμπρότητας, από ότι στην απόχρωση ή στον κορεσμό, παρόλο που τα κύτταρα που είναι αφιερωμένα στις διαφορές «χρώματος» είναι συγκεντρωμένα στην κεντρική όραση και είναι λιγότερο κεντρικά κατανεμημένα καθώς περνούν τα σινιάλα στα κύτταρα του οπτικού φλοιού του εγκεφάλου. Αυτή η συγκέντρωση σημαίνει ότι έχουμε σχετικά υψηλότερη οξύτητα για την απόχρωση (εκατοστά των διαφορών είναι διακριτά), από ότι για την ένταση (δέκατα ή λιγότερα των διαφορών). Ένα δεύτερο σημείο κλειδί, χαρακτηριστικό του συστήματος, είναι η ικανότητα να ομαδοποιεί τα στοιχεία, που προκύπτουν από την νευρολογική επεξεργασία της εικόνας, σε «αντικείμενα» ή σχήματα, που υψηλότερες διαδικασίες μπορούν να τα ταυριάζουν με αναπαραστάσεις μνήμης.

Μέσα σ' αυτό το πλαίσιο, ξεκινάμε με μια σύντομη ματιά στο οπτικό υλικό που έχει αναπτυχθεί για να ικανοποιεί αυτούς τους στόχους. Κατέχοντας λοιπόν, τις βασικές ιδέες για τον τρόπο που έχει αναπτυχθεί το οπτικό υλικό, μπορούμε να υποθέσουμε τα όρια που θέτει, για την αφαιρετική διαδικασία της «θέασης» του χάρτη. Το κύριο μέρος αυτής της ενότητας θεωρεί τις επιλεγμένες χαμηλού επιπέδου διαδικασίες και τις δυναμικές τους επιπτώσεις στη χαρτογραφική χρήση των οπτικών μεταβλητών (π.χ. τα τούβλα στο χτίσιμο του σχεδίου του χάρτη) σαν βάση, για τη δημιουργία αντιθέσεων και σχέσεων μεταξύ των στοιχείων του χάρτη. Ενώ υπάρχει συνεχής αντιπαράθεση, για το αν οι χαμηλού επιπέδου διαδικασίες λειτουργούν με μια μορφή από κάτω προς τα πάνω, προ προσοχής, ή αν είναι ελεγχόμενες (τουλάχιστον εν μέρει) από πάνω προς τα κάτω επεξεργασίες, το κοινό κλειδί σε αυτές τις διαδικασίες που εμπίπτουν εδώ είναι, το ότι είναι πολύ γρήγορες (χιλιοστά του δευτερολέπτου) και πιθανά συμβαίνουν παράλληλα. Είναι αυτή η παράλληλη διαδικασία, που κάνει την οπτικοποίηση, τόσο δυναμικά, δυνατό εργαλείο για την επιστήμη σε ένα πεδίο εξαγωγής δεδομένων.

Το σύστημα οφθαλμός – εγκέφαλος

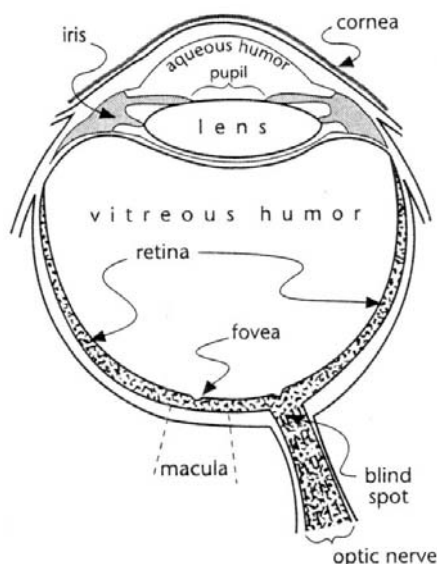
Ο σκοπός αυτής της ενότητας είναι να περιγράψει σύντομα τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος οφθαλμού–εγκεφάλου και να δώσει μερικά παραδείγματα για το πώς το σύστημα θέτει περιορισμούς στον τρόπο που βλέπουμε τα σύμβολα και διαβάζουμε τους χάρτες. Γνωρίζοντας τα όρια, τους περιορισμούς και τις ιδιοσυγκρασίες της όρασης, θα αποφύγουμε την εμπλοκή των αναγνωστών του χάρτη, σε διαδικασίες που είναι δύσκολο ή αδύνατο να εκτελέσουν. Η κατανόηση του γιατί υπάρχουν τέτοια όρια και για ποιο λόγο έχει αναπτυχθεί το οπτικό μας σύστημα, μπορεί να μας δώσει στοιχεία για τις επιπτώσεις των αποφάσεων μας στη μορφή των συμβόλων, στο χρώμα, στο μέγεθος, κ.ο.κ., στο πώς γίνεται η επεξεργασία της πληροφορίας του χάρτη. Τα παραδείγματα που προκύπτουν μπορεί επίσης να λειτουργήσουν και σαν οδηγός για πιθανές χαρτογραφικές έρευνες, που απευθύνονται άμεσα στην επέκταση της βασικής γνώσης για τον τρόπο λειτουργίας της όρασης, ως ενός συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών.

Το πώς δουλεύει η ανθρώπινη όραση δεν είναι, βέβαια, εντελώς κατανοητό. Αυτό, όμως, που έχει γίνει καθαρό, είναι το ότι το σύστημα δε μεταφέρει μικρές εικόνες του κόσμου από τον οφθαλμό στον εγκέφαλο. Οι «αντιλήψεις» μας κατασκευάζονται (ή ανακατασκευάζονται) από ένα πλήθος τεμαχισμένων πληροφοριών, κάποιες από τις οποίες είναι χωρικά οργανωμένες (π.χ. μια άμεση αποτύπωση από θέσεις στο περιβάλλον, σε θέσεις στον εγκέφαλο) και κάποιες από τις οποίες οργανώνονται σύμφωνα με άλλες ιδιότητες των ερεθισμάτων (π.χ. χρώμα, προσανατολισμός, υφή, κίνηση, κ.λ.π.). Η όραση είναι ένα πολύπλοκο σύστημα παράλληλης επεξεργασίας, στο οποίο εκατοντάδες εκατομμύρια από αισθητήρια κύτταρα αντιδρούν στο εισαγόμενο, μέσα από τους φακούς των οφθαλμών, φως. Μέσα από πολλαπλές διασυνδέσεις, αυτές οι αντιδράσεις προκαλούν διαδοχικές αντιδράσεις μεταξύ των δεκάδων δισεκατομμυρίων εγκεφαλικών κυττάρων που λειτουργούν για την όραση. Και οι ψυχοφυσικές και οι νευροφυσιολογικές έρευνες δείχνουν ότι γίνεται αρκετή ασυνείδητη επεξεργασία των σημάτων μεταξύ της αρχικής εισόδου του φωτός στην κόρη του ματιού και της τελικής αντιληπτικής εμπειρίας που αποκτιέται.

Ο οφθαλμός

Κάποιες κοινές απόψεις για το πώς δουλεύει το σύστημα οφθαλμός – εγκεφάλος προκύπτουν γρήγορα όταν ρίξουμε μια ματιά στη δομή του οφθαλμού. Συνήθως εφαρμόζεται η αναλογία με μια φωτογραφική μηχανή. Σαν το φακό της μηχανής, το ανθρώπινο μάτι είναι διατεταγμένο ώστε, το ανακλώμενο και διαχεώμενο φως να περνά από έναν φακό και να καταλήγει σε μια «εικόνα» αυτού που παρατηρείται, σε μια επιφάνεια αποδοχής. Η έκταση της εικόνας στην επιφάνεια αποδοχής του ματιού είναι σε άμεση συνάρτηση του μεγέθους του αντικειμένου που παρατηρείται και της απόστασης του από το φακό. Σε σύγκριση με πολλές μηχανές, ο οφθαλμός περιέχει ένα μάλλον ευρυγώνιο φακό (εστιακής απόστασης 14-17χλ), επιτρέποντας την αναπαράσταση μιας σκηνής που εκτείνεται σε 60° σε κάθε πλευρά από το κεντρικό σημείο εστίασης της όρασης. Παρόλο που η αναλογία του οφθαλμού με την φωτογραφική μηχανή είναι ένα μέρος της ιστορίας, μπορεί να είναι πολύ αποπροσανατολιστική. Καθώς η πολυπλοκότητα και οι διασυνδέσεις των κυττάρων στον οφθαλμό γίνονται κατανοητές, η αναλογία με τη μηχανή γίνεται λιγότερο χρήσιμη. Το γεγονός ότι δεν έχουμε την αίσθηση παρατήρησης του κόσμου, από το φακό του ματιού ενός ψαριού, είναι ένα στοιχείο για την πολυπλοκότητα της επεξεργασίας της εικόνας που συμβαίνει μεταξύ του ματιού και της συνειδητής αίσθησης της όρασης.

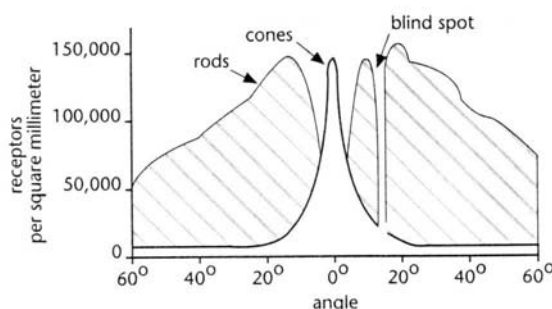
Μια αναλογία με τα συστήματα ανάλυσης εικόνας, που χρησιμοποιούνται στη ψηφιακή τηλεπισκόπηση, μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη, τουλάχιστον στους χαρτογράφους που προσπαθούν να καταλάβουν τις επιδράσεις του συστήματος οφθαλμού–εγκεφάλου για το πώς «βλέπεται» ο συμβολισμός του χάρτη. Το υπολογιστικό μοντέλο της όρασης του Marr μπορεί να φανεί γνωστό σε αυτούς που ασχολούνται με την ανάλυση εικόνας. Η υπόθεση του είναι ότι ένα από τα βασικά βήματα στην όραση είναι η εξαγωγή των «καμπύλων των σχημάτων», και περιγράφει πως αυτές οι καμπύλες μπορούν να εξαχθούν μέσα από διαδικασίες χωρικών φίλτρων.



Εικόνα 3.1. Η δομή του ανθρώπινου ματιού.

Με μια φωτογραφική μηχανή, ένας φακός εστιάζει μια εικόνα άμεσα πάνω σε ένα επίπεδο φιλμ. Με το μάτι, το φως πρέπει να περάσει από ένα πολύπλοκο στρώμα ημιδιαφανών κυττάρων, στην πορεία του προς τους αποδέκτες στο πίσω μέρος του ματιού και αυτοί οι αποδέκτες βρίσκονται σε μια καμπύλη επιφάνεια (εικόνα 3.1). Επιπροσθέτως, διαφορετικά από την φωτογραφική μηχανή, με το μάτι η εστίαση επιτυγχάνεται με την αλλαγή του σχήματος του φακού, παρά με την απόσταση του φακού από την επιφάνεια αποδοχής. Οι φωτοϋποδοχείς στην επιφάνεια του οφθαλμού (τον αμφιβληστροειδή χιτώνα)

διαφέρουν σε πυκνότητα, όντας ουσιαστικά περισσότεροι στην κεντρική όραση και περιέχοντας διακριτά είδη κυττάρων, τα οποία αντιστοιχούν σε διαφορετικά εισερχόμενα. Δυο βασικές κατηγορίες κυττάρων βρίσκονται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα: τα κωνία και τα ραβδία, που ονομάζονται έτσι από το σχήμα τους. Και οι δυο τύποι περιέχουν χημικές ουσίες που μεταβάλλονται όταν διεγερθούν από το φως. Σ' αυτό οφείλεται η μετάβαση από το φως στα νευρικά σήματα. Περιέχουν επίσης φωτοευαίσθητες χρωστικές ουσίες που μας επιτρέπουν να διακρίνουμε τα χρώματα.

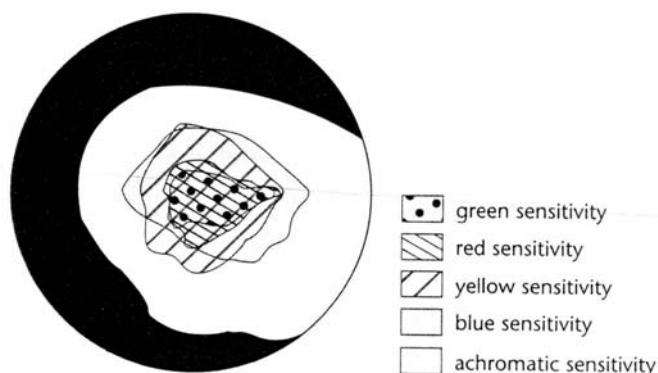


Εικόνα 3.2. Κατανομή των ραβδίων και των κωνίων στον αμφιβληστροειδή.

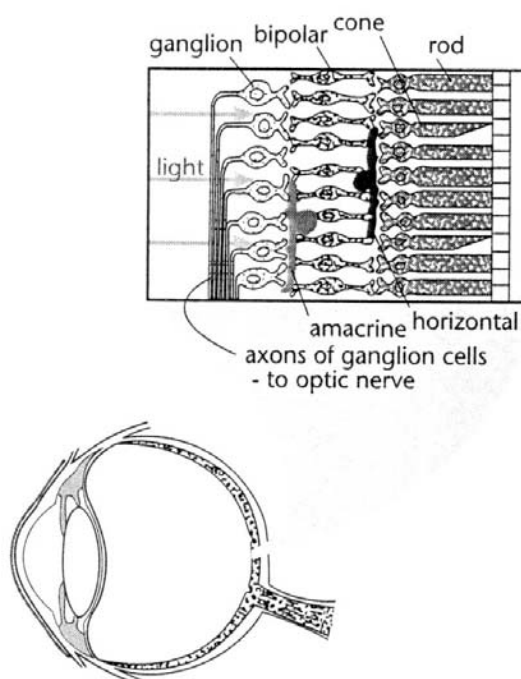
Τα ραβδία είναι περισσότερα από τα κωνία (περίπου 120 εκατ. και 5 εκατ. αντίστοιχα σε κάθε οφθαλμό) και αντιδρούν σε πολύ μικρές αλλαγές της έντασης του φωτός, αλλά όχι όταν το φως είναι πολύ λαμπερό. Τα ραβδία είναι αναίσθητα σε διαφορές του μήκους κύματος του φωτός, άρα επομένως, και στο χρώμα. Τα κωνία χρειάζονται μεγαλύτερο φωτισμό για να αντιδράσουν, όμως είναι ευαίσθητα στις διαφορές μήκους κύματος. Τα κωνία είναι συγκεντρωμένα σε μια πολύ μικρή περιοχή στο κέντρο του αμφιβληστροειδή χιτώνα (στην ωχρά κηλίδα). Το βόθριο, ένα σημείο που εκτίθεται άμεσα στο φως που μπαίνει στο μάτι, βρίσκεται στο κέντρο της ωχράς κηλίδας. Αυτό είναι το σημείο της μεγαλύτερης οπτικής οξύτητας και δεν περιέχει ραβδία, αλλά μόνο κωνία (εικ.3.2). Τα κωνία, από την υπεροχή τους εδώ, είναι υπεύθυνα για την ικανότητα μας να βλέπουμε λεπτομέρειες. Ωστόσο, το εμβαδόν του βοθρίου είναι μικρό και έχει περιορισμένο οπτικό πεδίο, 1 τετραγωνικό εκατοστό σε απόσταση 40 εκατοστών. Για να αντισταθμιστεί αυτός ο περιορισμός, το μάτι κινείται σχεδόν ασταμάτητα ώστε να διατηρείται η εικόνα στο σημείο αυτό της μεγάλης συγκέντρωσης κωνίων. Φυσικά υπάρχουν κωνία και στην περιφέρεια του αμφιβληστροειδή, αλλά δεν είναι τόσο πολλά ώστε να δώσουν σαφή, καθαρή όραση. Η περιφέρεια χρησιμεύει κυρίως σαν σύστημα προειδοποίησης. Όταν ο άνθρωπος βλέπει σ' αυτήν την περιοχή κάτι που τον διεγείρει, στρέφει τους βολβούς ώστε η εικόνα να πέφτει στο βόθριο, όπου έχει τη μέγιστη οξύτητα όρασης. Ακριβώς όμως, επειδή έχει μόνο κωνία το βόθριο είναι άχρηστο στο αδύνατο φως. Για να δει ένα αντικείμενο στο μισοσκοτάδο ο άνθρωπος δεν το κοιτάζει κατ' ευθείαν αλλά λοξά, έτσι που το φως μπαίνοντας στο μάτι να πέφτει στην περιφέρεια του αμφιβληστροειδή, όπου υπάρχει συγκέντρωση ραβδίων.

Τα κωνία μπορούν να διακριθούν στη βάση του μήκους κύματος του φωτός στο οποίο αντιδρούν. Διακρίνονται τρεις κατηγορίες κωνίων: Τα L κωνία (ευαίσθητα σε μεγάλου μήκους κύματα), τα M κωνία (ευαίσθητα σε μεσαίου μήκους κύματα), και τα S κωνία (ευαίσθητα σε μικρού μήκους κύματα). Αυτά τα διαφορετικά κύτταρα είναι επίσης, άνισα κατανεμημένα στο μάτι. Σαν αποτέλεσμα, η ευαισθησία του ματιού σε διαφορετικά μήκη κύματος του φωτός διαφέρει χωρικά. Χάρτες της ευαισθησίας του αμφιβληστροειδή χιτώνα στις διαφορές μήκους κύματος παρουσιάζουν μια πολύπλοκη επικαλυπτόμενη εικόνα, στην οποία βλέπουμε ότι η ευαισθησία στο πράσινο βρίσκεται σε μια σχετικά μικρή οριζοντίως εκτεινόμενη λωρίδα, ενώ αυτή του κίτρινου παρουσιάζεται κατά μήκος αρκετά μεγαλύτερης και σχεδόν κυκλικής περιοχής του ματιού. Η ευαισθησία στο μπλε, αν και καλύπτει μεγαλύτερη επιφάνεια στον αμφιβληστροειδή χιτώνα από το κόκκινο ή το πράσινο, είναι συνολικά η χαμηλότερη σε ένταση, πράγμα που κάνει το μπλε ένα φτωχό χρώμα όταν χρησιμοποιείται για μικρά σύμβολα στο χάρτη. Έτσι τα κωνία είναι πιο ευαίσθητα στο κίτρινο-πράσινο τμήμα του φάσματος, ενώ τα ραβδία, αν και δίνουν μόνο ασπρόμαυρη

όραση, αντιδρούν πιο καλά στα κυανά-πράσινα μήκη κύματος. Συνέπεια αυτού είναι ένα κόκκινο κι ένα μπλε λουλούδι να φαίνονται εξ' ίσου ζωηρόχρωμα στο φως της μέρας αλλά όχι τη νύκτα. Τότε το λουλούδι με το μπλε χρώμα, στο οποίο τα ραβδία είναι ευαίσθητα, θα φαίνεται πολύ λαμπρότερο από το κόκκινο, που θα δείχνει σχεδόν μαύρο. Τα κωνία, που κανονικά αντιδρούν στο κόκκινο, δεν λειτουργούν στο σκοτάδι, ενώ τα ραβδία που λειτουργούν είναι αναίσθητα στο κόκκινο.



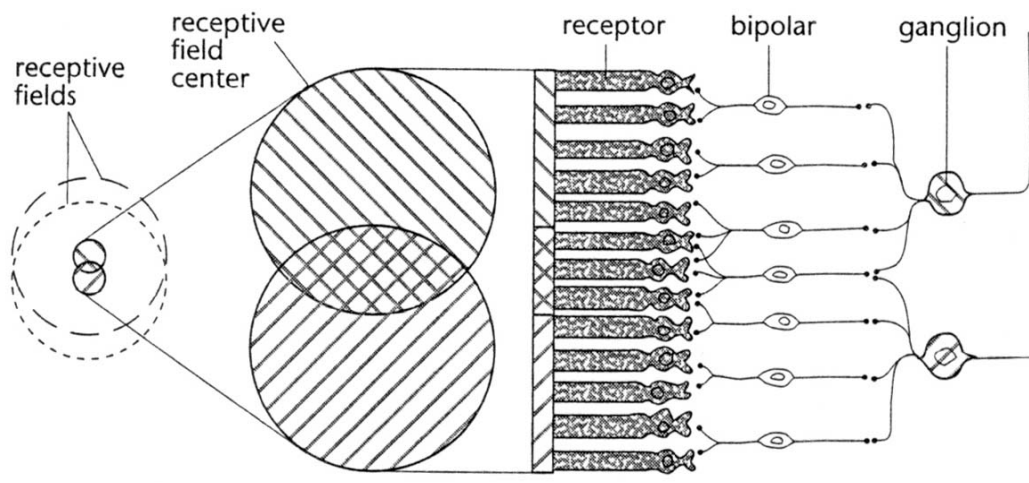
Εικόνα 3.3. Διάγραμμα επικάλυψης των ευαίσθητων στο χρώμα περιοχών του ματιού.



Εικόνα 3.4. Σχηματική περιγραφή της δομής των συνδέσεων του αμφιβληστροειδή με τα γαγγλιακά κύτταρα.

Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας είναι η πρώτη από τις τρεις στοιβάδες κυττάρων του ματιού. Η δεύτερη αποτελείται από διπολικά, οριζόντια και **αμακριν** κύτταρα. Αυτά ενώνουν τους φωτοϋποδοχείς (κωνία & ραβδία) με τα γάγγλια. Πολλά διπολικά κύτταρα σχηματίζουν άμεσες συνδέσεις (εικ. 3.4). Όμως, τα οριζόντια κύτταρα συνδέουν τους φωτοϋποδοχείς με περισσότερα από ένα διπολικά κύτταρα και τα **αμακριν** κύτταρα συνδέουν περισσότερα από ένα διπολικά με το κάθε ένα γαγγλιακό κύτταρο. Αυτές οι διασυνδέσεις σημαίνουν ότι ένα γάγγλιο δεν θα μεταδώσει ένα παλμό βασισμένο στο ερέθισμα μιας μοναδικής θέσης του αμφιβληστροειδή χιτώνα, αντίθετα, συνοψίζει τα σινιάλα που λαμβάνει από έναν αριθμό

εισερχομένων, από το «πεδίο αποδοχής» του γαγγλίου. Τα πιο πολλά από αυτά τα πεδία αποδοχής στους ανθρώπους είναι περίπου κυκλικά με αρκετή επικάλυψη για μικρή επικάλυψη στην περιοχή της ωχράς κηλίδας (εικόνα 3.5).

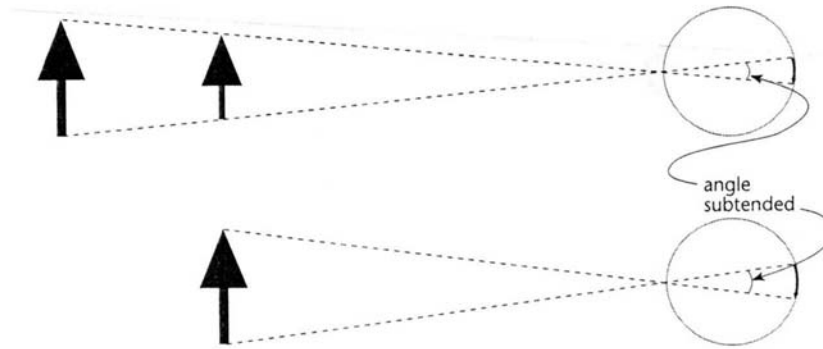


Εικόνα 3.5. Διάγραμμα ενός τυπικού πεδίου γαγγλιακών κυττάρων.

Για να συνδεθεί το μέγεθος της έκτασης των φωτοϋποδοχέων με το μέγεθος των διακρινόμενων αντικειμένων του οπτικού πεδίου, λαμβάνεται υπόψη η γωνία που σχηματίζεται από το αντικείμενο, δηλαδή η γωνία που έχει κορυφή το κέντρο του οφθαλμού και καταλήγει στο πάνω και κάτω μέρος του αντικειμένου. Η γωνία είναι ίση με αυτήν που καλύπτει η εικόνα του αντικειμένου στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Ένα σύμβολο στο χάρτη μεγέθους 4χλ. από μια κανονική απόσταση ανάγνωσης 460χλ. θα δημιουργήσει μια εικόνα τόξου 30 λεπτών.

Τα γαγγλιακά κύτταρα του πεδίου των φωτοϋποδοχέων διαφέρουν σε μέγεθος στο βόθριο και στα περιφερειακά τμήματα του αμφιβληστροειδή χιτώνα. Τα κέντρα του πεδίου των φωτοϋποδοχέων παρουσιάζουν ιδιαίτερα συστηματική μεγέθυνση από το κέντρο στην περιφέρεια. Κοντά στο βόθριο, που το πεδίο των φωτοϋποδοχέων μπορεί να γίνει μικρό όσο ένα μοναδικό κύτταρο, τα κύτταρα απέχουν 0.5 λεπτά τόξου (2.5μm). Αυτό αντιστοιχεί στην μεγαλύτερη οπτική οξύτητα μας. Για παράδειγμα, ένα χαρακτηριστικό που εκτείνεται σε 0.5 λεπτά τόξου είναι μια 0.13χλ. πλάτους γραμμή σε ένα χάρτη, που βλέπεται σε κανονική απόσταση, ή μια γραμμή 1χλ. σε έναν χάρτη τοίχου, που βλέπεται από απόσταση 7μ. (εικ. 3.6).

Σε αντίθεση με αυτό, τα κέντρα του πεδίου των φωτοϋποδοχέων κοντά στην περιφέρεια του οφθαλμού μπορεί να είναι ένας βαθμός ή περισσότερο. Το αποτέλεσμα είναι η αισθητή μείωση της οπτικής οξύτητας από το κέντρο της όρασης στην περιφέρεια. Για τους χάρτες, αυτό σημαίνει ότι ένα μικρό σύμβολο, το οποίο αναγνωρίζεται όταν κοιτάζουμε κατευθείαν πάνω του, θα είναι όλο λιγότερο καθαρό όσο βρίσκεται στην περιφέρεια της όρασης (εικ. 3.7).



Εικόνα 3.6. Η γωνία που προσπίπτουν οι ανακλώμενες ακτίνες φωτός από ένα αντικείμενο στον αμφιβληστροειδή, εξαρτάται και από το μέγεθος του αντικειμένου και από την απόσταση από τον αμφιβληστροειδή.



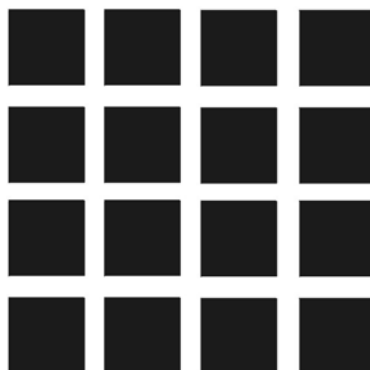
Εικόνα 3.7. Τα κέντρα των πεδίων αποδοχής των γαγγλιακών κυττάρων απαιτούν συστηματική μεγέθυνση από το βόθριο προς την περιφέρεια του ματιού. Το αποτέλεσμα είναι ότι η οξύτητα διαφοροποιείται πάνω στον αμφιβληστροειδή. Εάν συγκεντρώσεις τα μάτια σου στην κουκίδα στο κέντρο (σε απόσταση 12 εκ.) όλα τα σύμβολα του χάρτη θα πρέπει να είναι το ίδιο ευκρινή.

Για να αναγνωρίζονται τα σύμβολα στην περιφερειακή όραση, πρέπει να γίνονται μεγαλύτερα. Επομένως, αν οι διαφορές μεταξύ δυο συμβόλων είναι μικρές, απαιτείται η «συγκέντρωση» των οφθαλμών στο σύμβολο για να διακριθούν. Επιπροσθέτως, η ευαισθησία στα χρώματα του χάρτη καταλήγει στο ότι η δυνατότητα να παρατηρηθεί και να αναγνωρισθεί ένα σύμβολο σε συγκεκριμένες περιοχές της περιφερειακής όρασης θα διαφέρει με την απόχρωση του συμβόλου.

Αυτή η διαφοροποίηση της οξύτητας από την κεντρική στην περιφερειακή όραση επιδρά στο σχεδιασμό συμβόλων για τοπογραφικούς χάρτες και χάρτες γενικής αναφοράς. Για παράδειγμα, σε οδικούς χάρτες συχνά οι χρήστες προσπαθούν να βρουν συγκεκριμένα είδη χαρακτηριστικών. Σύμβολα, που διακρίνονται εύκολα από το χαρτογράφο στο υπόμνημα το ένα δίπλα στο άλλο (όταν κοιτάζονται και τα δυο στην περιοχή του βόθριου), μπορεί να μην είναι αρκετά διαφορετικά για να διακριθούν όταν ο χρήστης του χάρτη τον σαρώνει για να τα βρει.

Όπως οι περισσότερες νευρικές ίνες στον εγκέφαλο, τα γάγγλια που συλλέγουν σιγάλα από το πεδίο υποδοχής του αμφιβληστροειδή χιτώνα παράγουν παλμούς σταθερού μεγέθους. Αυτό που μεταβάλλεται είναι ο ρυθμός εκπομπής. Εκπέμπουν σε ένα σταθερό ρυθμό, έως ότου τα συνδυασμένα εισερχόμενα από το οπτικό πεδίο φθάσουν ένα κατώτερο όριο. Τότε είτε σταματούν να παράγουν παλμούς ή αυξάνουν το ρυθμό εκπομπής. Το αν θα αυξήσει ή θα μειώσει το ρυθμό εκπομπής ένα γαγγλιακό κύτταρο είναι συνάρτηση του είδους του γαγγλιακού κύτταρου που ερεθίζεται, μαζί με τα χωρικά χαρακτηριστικά του ερεθίσματος. Τα πιο πολλά γάγγλια αντιδρούν διαφορετικά στα ερεθίσματα του κέντρου της όρασης και διαφορετικά στα ερεθίσματα της περιφερειακής όρασης. Γι' αυτό ονομάζονται «κέντρο-περιφερειακά» κύτταρα. Υπάρχουν ΠΑΝΩ-στο κέντρο και ΕΞΩ-από το κέντρο κύτταρα. Με τα ΠΑΝΩ-στο κέντρο κύτταρα, ένα ερέθισμα κοντά στο κέντρο του οπτικού πεδίου προκαλεί μια αύξηση του ρυθμού εκπομπής, ενώ ένα ερέθισμα μακριά από το κέντρο του οπτικού πεδίου απαγορεύει την εκπομπή. Με τα ΕΞΩ-από το κέντρο κύτταρα, αυτή η διαδικασία αντιστρέφεται.

Ένα σταθερό ερέθισμα που καλύπτει όλο το πεδίο υποδοχής ενός γαγγλίου θα έχει σαν αποτέλεσμα το συναγωνισμό σινιάλων που εν μέρει θα καταργούν το ένα το άλλο με (συνήθως) ένα καθαρό αποτέλεσμα ελαφριάς αναστολής του ρυθμού εκπομπής του γαγγλίου. Από την άλλη μεριά, αν το πεδίο υποδοχής του κυττάρου είναι εντελώς κεντραρισμένο σε ένα σχετικά μικρό ερέθισμα, με αποτέλεσμα να υπάρχει ένα διαφορετικό ερέθισμα από το κέντρο και διαφορετικό από το περιβάλλον, τα σινιάλα του κέντρου και του περιβάλλοντος μπορούν να ενδυναμώσουν το ένα το άλλο.



Εικόνα 3.8. Ο κάνναβος ψευδαίσθησης του Hermann. Σκούρες γκρι κουκίδες φαίνεται να εμφανίζονται στις διασταυρώσεις των λευκών γραμμών (εκτός από το σημείο συγκέντρωσης των ματιών). Αυτές οι κουκίδες πιστεύεται ότι είναι το αποτέλεσμα της αναστολής κέντρου-περιφέρειας, με τις διασταυρώσεις του καννάβου να έχουν μεγαλύτερη αναστολή, και έτσι εμφανίζονται οι σκούρες βούλες.

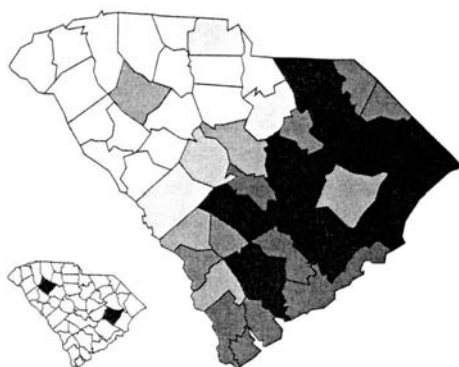
Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα, σχετικό με την επιλογή μοτίβων για χάρτες, για το πώς αυτό το κεντρικό-περιφερειακό σύστημα αλληλεπιδρά με το μέγεθος του πεδίου υποδοχής είναι η ψευδαίσθηση του Hermann κανάβου (εικόνα 3.8). Οι πιο πολλοί άνθρωποι «βλέπουν» μαύρες βούλες στις διασταυρώσεις του κανάβου, εκτός και αν κοιτάζουν εντελώς στο κέντρο αυτών των διασταυρώσεων. Εάν κάνουμε χρήση της περιφερειακής όρασης, τα γάγγλια που χρησιμοποιούνται έχουν σχετικά μεγαλύτερα πεδία αποδοχής (σχεδόν όσο το μέγεθος της κάθε ζώνης του κανάβου). Τα ΠΑΝΩ-στο κέντρο γάγγλια με τα πεδία υποδοχής εστιασμένα στις διασταυρώσεις του κανάβου θα έχουν τις ίδιες αντιδράσεις από τις κεντρικές τους περιοχές όπως έχουν τα ΠΑΝΩ-στο κέντρο κύτταρα εστιασμένα στα ενδιάμεσα σημεία. Όμως, μια αυξανόμενη αναστολή από την περιφέρεια, έχει σαν αποτέλεσμα την αίσθηση της μαύρης βούλας. Εάν κοιτάξει κανείς ακριβώς στη διασταύρωση, το πεδίο υποδοχής για τα γάγγλια που εμπλέκονται είναι πολύ μικρότερο και η ψευδαίσθηση εξαφανίζεται. Μπορούμε να προλάβουμε την εμφάνιση αντίστοιχων επιπτώσεων στους χάρτες αποφεύγοντας μοτίβα που ταιριάζουν με τα περιφερειακά γάγγλια των πεδίων αποδοχής.



Εικόνα 3.9. (a) Η ψευδαίσθηση των λουρίδων Mach-η σκούρα κατακόρυφη γραμμή προς τα αριστερά της εικόνας και η ανοικτή κατακόρυφη γραμμή προς τα δεξιά. Οι γραμμές αυτές δεν υπάρχουν. (b) Αυτή η ψευδαίσθηση έχει σαν αποτέλεσμα οι χρωματικές ζώνες σε ισαριθμικούς χάρτες να φαίνονται ότι αλλάζουν σε ένταση σε λάθος διεύθυνση (π.χ. μεταξύ δυο ισαριθμικών, περιοχές που θα έπρεπε να

έχουν μικρότερη τιμή έντασης να καταλήγουν με φαινομενικά σκουρότερη τιμή έντασης από περιοχές με υψηλότερη τιμή έντασης).

Εκτός από το να έχουν επικαλυπτόμενα πεδία υποδοχής, τα γάγγλια είναι διασυνδεδεμένα και μπορούν να αναστέλλουν το ρυθμό εκπομπής το ένα του άλλου με τον ίδιο τρόπο που το περιβάλλον ενός μοναδικού κυττάρου μπορεί να αναστείλει το ρυθμό εκπομπής του εσωτερικού του. Αυτές οι παράλληλες ανασταλτικές συνδέσεις (lateral inhibitory connections) θεωρείται ότι είναι υπεύθυνες για τα φαινόμενα του «Mach bands», (εικόνα 3.9). Στην παράλληλη αναστολή των γαγγλιακών κυττάρων οφείλεται επίσης η τοπική επαγωγή (σύγχρονη αντίθεση). Όπως φαίνεται στην εικόνα 3.10 οι χώρες που σκιάζονται στο μικρό χάρτη εμφανίζονται να διαφέρουν σε ένταση παρόλο που έχουν την ίδια.



Εικόνα 3.10. Μια εικόνα με στιγμιαία αντίθεση σε δυο περιοχές της ίδιας έντασης που η μια περιστοιχίζεται από σκουρότερη ένταση και η άλλη από πιο ανοικτή. Οι δυο περιοχές στον μικρό χάρτη έχουν την ίδια ένταση γκρι στο μεγάλο αλλά αυτό δεν φαίνεται έτσι.

Η παράλληλη αναστολή είναι πολύ σημαντική στη χαρτογραφία, επειδή βοηθά την έμφαση των διαφορών μεταξύ γειτονικών μοτίβων ή μεταξύ συμβόλων και φόντου. Από την άλλη μεριά, κάνει ένα μοτίβο να μοιάζει πιο σκούρο όταν βρίσκεται δίπλα σε ένα ανοικτότερο μοτίβο από ότι όταν βρίσκεται δίπλα σε ένα σκουρότερο μοτίβο. Αυτός είναι ένας λόγος που οι άνθρωποι μπορούν να διακρίνουν σε ένα χάρτη μικρότερη διακύμανση γκρι τόνων, σε σχέση με τους τόνους του γκρι που μπορούν να διακρίνουν σε ένα τυπικό παράδειγμα έρευνας διακυμάνσεων τόνων του γκρι (MacEahren, 1982). Η ύπαρξη της παράλληλης αναστολής οδηγεί καθαρά στην πρόβλεψη ότι διακρίνονται λιγότερες εντάσεις του γκρι στο χάρτη (όπου το πλαίσιο μέσα στο οποίο εμφανίζεται οποιαδήποτε συγκεκριμένη ένταση του γκρι θα διαφέρει) από τη δίπλα-δίπλα σύγκριση ανά ζεύγη των γκρι τόνων. Όμως, μόνον αυτές οι εκτός πλαισίου, δίπλα-δίπλα συγκρίσεις, έχουν χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία οδηγιών επιλογής γκρι τόνων. Τα τεστ των γκρι τόνων σε πραγματικούς χάρτες έχουν αποτύχει επειδή θεωρείται ότι η αντίληψη των τόνων γκρι στις διάφορες θέσεις του χάρτη μπορεί να μπερδεύει τα αποτελέσματα. Σαν αποτέλεσμα, οι χαρτογράφοι έχουν δημιουργήσει μερικά ισχυρά ελεγχόμενα «καθαρά» πειράματα που καταλήγουν σε κλίμακες του γκρι που δεν έχουν καμιά εφαρμογή για χρήση σε χάρτες.

Η μόνη προσπάθεια για τη μέτρηση της αντίληψης των γκρι τόνων σε πραγματικούς χάρτες ήταν ενός προπτυχιακού φοιτητή που χρησιμοποίησε έναν χωροπληθή χάρτη 20 τόνων γκρι σκορπισμένων τυχαία σε φατνία. Ζητήθηκε από τα υποκείμενα της έρευνας (φοιτητές) να εκτιμήσουν την πραγματική τιμή (σαν ποσοστό % του μαύρου από το 0 ως το 100) συγκεκριμένων φατνιών. Η κλίμακα του γκρι που πρόκυψε από αυτό το πείραμα ήταν πιο γραμμική από οποιαδήποτε άλλη κλίμακα που βασίζεται σε γκρι φατνία και αναφέρεται στην βιβλιογραφία. Εξ αιτίας του μικρού δείγματος και των προβλημάτων εκτύπωσης δε θεωρείται το πείραμα συμπερασματικό. Εάν θεωρηθεί, όμως, η ερμηνεία θα είναι ότι το 0% και 100% δεσμεύουν τη γκρι κλίμακα και η σύγχρονη αντίθεση (τοπική επαγωγή) σε

πραγματικούς χάρτες τείνει να κάνει τα ανοικτά γκρι να φαίνονται πιο ανοικτά και τα σκούρα γκρι να φαίνονται πιο σκούρα και επομένως τουλάχιστον μερικώς να συμβάλλει στη φαινομενική αντιληπτική υποεκτίμηση των διαφορών, που τόσο συχνά αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Μια πιο γραμμική γκρι κλίμακα μπορεί να εφαρμοσθεί σε χωροπληθείς χάρτες, από αυτή που υποπτευόμαστε τόσα χρόνια, μια που να τελειώνει περίπου στο 20% αντανakλαστικότητα (ή 80% μαύρο).

Εκτός από του να παράγει συμπτώματα σύγχρονης αντίθεσης (τοπικής επαγωγής), η παράλληλη αναστολή μεταξύ γειτονικών γαγγλίων έχει ένα βασικό ρόλο στην αντίληψη των χρωμάτων. Τα αντιληπτικά πεδία των γαγγλίων για τα τρία είδη των κωνίων περιέχουν διάφορες αντίπαλες σχέσεις των κεντρικών και περιφερειακών κυττάρων. Οι τρεις γενικές κατηγορίες των σχέσεων είναι (1) κύτταρα που αντιδρούν στο κόκκινο – πράσινο που περιλαμβάνουν Πάνω-στο κέντρο και Κάτω από το κέντρο διατάξεις των L και M κυττάρων, (2) κύτταρα που αντιδρούν στο μπλε – κίτρινο που περιλαμβάνουν Πάνω-στο κέντρο και Κάτω-από το κέντρο διατάξεις των S συνδυασμένες με L & M ωθήσεις, και (3)) κύτταρα που αντιδρούν στο σκούρο – ανοικτό που φαίνεται ότι ερεθίζονται και από τους τρεις τύπους των κωνίων. Υποστηρικτές της *θεωρίας της αντίπαλης διαδικασίας (opponent-process theory)* ισχυρίζονται ότι αυτή η αντίπαλη σχέση είναι υπεύθυνη για την αίσθηση της πλήρους κλίμακας των αποχρώσεων. Σύμφωνα με αυτήν τη θεωρία, υπάρχουν τέσσερες μοναδικές αποχρώσεις (μπλε, κίτρινη, πράσινη και κόκκινη) και όλες οι άλλες προκύπτουν από μείγματα αυτών των τεσσάρων βασικών χρωμάτων. Η θεωρία αναπτύχθηκε τον 19^ο αιώνα και η νευροφυσιολογική υποστήριξη έγινε τα τελευταία 50 χρόνια. Τουλάχιστον ένας χαρτογράφος έχει επιχειρήσει να εφαρμόσει τη θεωρία της επιλογής των αποχρώσεων για χωροπληθείς χάρτες. Αυτή η εφαρμογή αναλύεται σε άλλο κεφάλαιο.

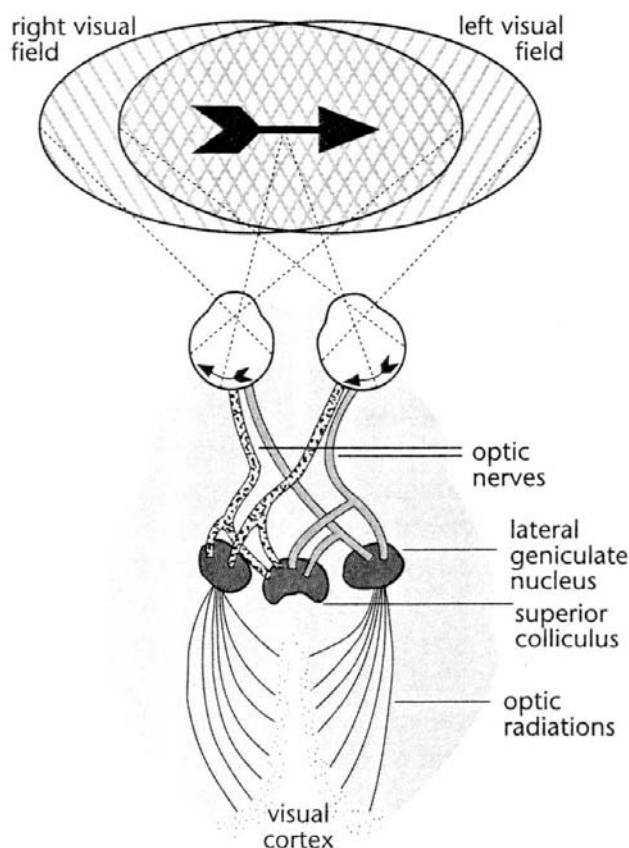
Η πιο εμπεριστατωμένη μελέτη για την παράλληλη αναστολή (σύγχρονη αντίθεση ή μειωμένες αλλαγές λόγω φόντου) σε σχέση με το χρώμα που χρησιμοποιείται στους χάρτες είναι μια διδακτορική διατριβή (Brewer, 1991). Η αρχική της υπόθεση ήταν ότι, η επαγωγή θα έχει σαν αποτέλεσμα, τα χρώματα στους χάρτες να εμφανίζουν μια τάση προς τη συμπληρωματική απόχρωση των αποχρώσεων του γύρω φόντου. Έγινε ένα πείραμα για να προσδιορισθεί αν αυτή η υπόθεση ήταν πραγματικά αληθινή ή όχι και αν ναι, αν ένα ποσοτικό μοντέλο σύγχρονης αντίθεσης μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σαν βοήθεια στην επιλογή εύκολα προσδιοριζόμενων χρωμάτων για χάρτες. Η προσέγγιση του χρώματος μέσα από την θεωρία της αντιπαλότητας επιλέχτηκε σαν το πιο καλό σημείο εκκίνησης για τη μοντελοποίηση της επαγωγής. Βρέθηκαν οι αναμενόμενες μετατοπίσεις στην εμφάνιση των χρωμάτων προς τα συμπληρωματικά του φόντου (π.χ. ένα κόκκινο φόντο κάνει ένα κεντρικό χρώμα να εμφανίζεται πιο πράσινο). Ένα απρόσμενο εύρημα, όμως, ήταν το ότι οι συνδυασμοί κέντρου-φόντου με χαμηλή αντίθεση προκαλούσαν μεγαλύτερες μετατοπίσεις από αυτές με υψηλή αντίθεση. Αυτό το αποτέλεσμα φαίνεται πως συνδέεται με το βαθμό κόρου. Οι μετατοπίσεις του βαθμού κόρου πρόκυψε να είναι οι μεγαλύτερες της έρευνας. Βασισμένη σε αυτό το πείραμα η ερευνήτρια έφτιαξε ένα μοντέλο με μια ζώνη γύρω από κάθε χρώμα που αναπαριστά τη δυναμική εμφάνιση του με διάφορα φόντα. Το μοντέλο, σχεδιασμένο να λειτουργεί με το 90% των εν δυνάμει αναγνωστών χαρτών, είχε επιτυχία. Με αυτό το μοντέλο, ένας χαρτογράφος μπορεί να είναι σίγουρος ότι τα χρώματα για τις κατηγορίες των χαρτών δεν μπερδεύουν, επιλέγοντας μόνο τα χρώματα των οποίων οι χρωματικές ζώνες δεν επικαλύπτονται.

Όπως μας συμβαίνει με την οπτική οξύτητα, τείνουμε να θεωρούμε δεδομένη και την ομοιότητα του συστήματος επεξεργασίας του χρώματος, από άτομο σε άτομο. Όμως, κάποια από την παρατηρούμενη διαφοροποίηση μπορεί να είναι κρίσιμη για το χαρτογραφικό σχέδιο (και είναι αυτός ο λόγος για τον οποίο το προηγούμενο πείραμα επέλεξε ένα στόχο 90% αντί να επιλέξει το μέσο αναγνώστη). Όπως λει και η Olson (1989) ένα σημαντικό τμήμα του πληθυσμού έχει κάποιου επιπέδου αχρωματοψία, η οποία οφείλεται στην απουσία ή την αποτυχία να λειτουργήσουν ένας ή περισσότεροι τύποι των κωνίων. Οι άνδρες υποφέρουν περισσότερο από τις γυναίκες από αχρωματοψία (8% και 0.4% αντίστοιχα). Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι οι γυναίκες, εκτός από το ότι υποφέρουν λιγότερο από τέτοιου είδους αχρωματοψία, μερικές φορές έχουν μια επί πλέον κατηγορία κωνίων στον αμφιβληστροειδή και αυτό πιθανά τους δίνει μια επί πλέον διάσταση στην όραση του χρώματος, που δεν το έχει

κανένας άνδρας. Αν και περίπου 12% των γυναικών έχουν αυτήν την επί πλέον κατηγορία των κωνίων, τα απαραίτητα πειράματα για να προσδιορισθεί η επίδραση στην όραση του χρώματος δεν έχουν γίνει ακόμα.

Από τον οφθαλμό στον εγκέφαλο

Από τα γάγγλια εκτείνονται νευρικές ίνες (axons) που μεταφέρουν αυτά τα σύνθετα σήματα στο επόμενο βήμα της διαδικασίας: το οπτικό νεύρο. Όλες αυτές οι νευρικές ίνες, που αποτελούν ένα δίκτυο συλλογής πληροφοριών, συγκλίνουν σ' ένα σημείο του αμφιβληστροειδή. Από το σημείο αυτό γίνονται μια δέσμη σαν καλώδιο, περνούν τον αμφιβληστροειδή, βγαίνουν από πίσω και σχηματίζουν το οπτικό νεύρο που οδηγεί στον εγκέφαλο. Στο σημείο που το «καλώδιο» περνάει τον αμφιβληστροειδή δεν υπάρχουν κύτταρα φωτοϋποδοχείς, και τούτο δημιουργεί το λεγόμενο τυφλό σημείο. Εδώ το μάτι δεν βλέπει τίποτα. Το οπτικό νεύρο λειτουργεί σαν ο συνδετικός κρίκος μεταξύ του οφθαλμού και του εγκεφάλου. Μια από τις πρωταρχικές λειτουργίες φαίνεται να είναι η χωρική ένωση των σημάτων από τον κάθε οφθαλμό. Αφού αφήσουν τον κάθε οφθαλμό, τα οπτικά νεύρα ενώνονται στο οπτικό χiasμα, όπου διαιρούνται έτσι ώστε, η πληροφορία από κάθε ένα μάτι κατευθύνεται στην ίδια πλευρά του οπτικού φλοιού. Δηλαδή, ένας κλάδος, από τη ρινική πλευρά του δεξιού οφθαλμού, περνάει αριστερά και ενώνεται με τον κροταφικό κλάδο του αριστερού. Οι άλλοι δυο κλάδοι, ο ρινικός του αριστερού οφθαλμού και ο κροταφικός του δεξιού, ενώνονται όμοια προς τα δεξιά. Μετά την ανακατάταξη αυτή οι δυο μετασχηματισμένες δέσμες πηγαίνουν στα πλάγια γονατώδη σώματα (ΠΓΣ), στο αριστερό και στο δεξιό αντίστοιχα, που είναι ενδιάμεσοι σταθμοί, τοποθετημένοι ακριβώς πίσω από τη μέση διατομή του εγκεφάλου. Επειδή η εικόνα στον αμφιβληστροειδή είναι ανεστραμμένη, το οπτικό νεύρο στέλνει την πληροφορία από κάθε μισό του οπτικού πεδίου στην αντίθετη πλευρά του εγκεφάλου (εικόνα 3.11).



Εικόνα 3.11. Μια απεικόνιση των διαδρομών που συνδέουν τα κύτταρα αποδοχής των ματιών με τον εγκεφαλικό φλοιό.

Υπάρχουν λιγότερες από 1 εκατομμύριο οπτικές νευρικές ίνες που ξεκινούν από τα γαγγλιακά κύτταρα. Στην εξωτερική πλευρά του αμφιβληστροειδή, πάνω από 600 ραβδία μπορεί να συνδέονται με μια οπτική νευρική ίνα δια μέσου ενός ή περισσότερων γαγγλιακών κυττάρων. Στο βόθριο υπάρχει σχεδόν μια αντιστοιχία ένα προς ένα των κωνίων και των οπτικών ινών. Σε αυτό οφείλεται η οξεία όραση στο κέντρο του οπτικού συστήματος.

Ο εγκέφαλος

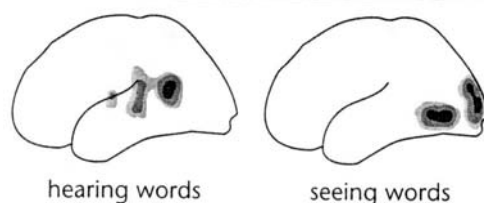
Στα 1960 η νευροφυσιολογία πρόβλεψε την ικανότητα να καταλαβαίνουμε τη σκέψη με την κατανόηση του νευροφυσιολογικού μηχανισμού. Η αργή πρόοδος από την ανακάλυψη που βρήκε κύτταρα με προφανείς συγκεκριμένες λειτουργίες (π.χ. αναγνώριση ακμών σε συγκεκριμένους προσανατολισμούς και πιθανόν αναγνώρισης ακόμα και προσώπων) έχει οδηγήσει σε μια διαπίστωση, ότι η νευροφυσιολογική και νευροψυχολογική άποψη για την όραση θα μας δώσει μερικά μόνο απαντήσεις, για το πώς δουλεύει η όραση. Ακολουθώντας τις ιδέες του Marr, ο νευροφυσιολογικός μηχανισμός θεωρείται καλλίτερα σαν μηχανισμός που έχει αναπτυχθεί για να ικανοποιήσει τις ανάγκες της όρασης, παρά σαν ένα καθορισμένο σύστημα που οι οπτικές μας ικανότητες έχουν προσαρμοστεί σε αυτό. Όμως, ξεπερνά τα όρια σε οπτικά θέματα που δεν είναι μέρος της καθημερινής συμπεριφοράς στον κόσμο (σχετικά πρόσφατες οπτικές δραστηριότητες, για τις οποίες η ανθρώπινη όραση δεν είχε χρόνο να αναπτύξει ειδικές διαδικασίες). Η ανάγνωση χαρτών φαίνεται να είναι μια τέτοια μη φυσική δραστηριότητα, ως μια τυπική αφαιρετική, δι-διάστατη, στατική απεικόνιση. Από μια χαρτογραφική σκοπιά, λοιπόν, εμείς ενδιαφερόμαστε για το πώς ο εγκέφαλος επεξεργάζεται οπτικά σήματα, όχι επειδή αυτή η γνώση είναι πιθανόν να μας πει πώς δουλεύουν οι χάρτες, αλλά επειδή αυτές οι διαδικασίες θέτουν όρια στο ποιος συμβολισμός και ποιες διαφοροποιήσεις του σχεδίου μπορεί να λειτουργήσουν.

Όπως φάνηκε προηγούμενα, τα σήματα που στέλνονται στον εγκέφαλο από τα γάγγλια προκύπτουν από μια σύνθετη αλληλεπίδραση των σημάτων από το οπτικό πεδίο του κάθε κυττάρου, μαζί με τις διασυνδέσεις αναστολής των μεμονωμένων κυττάρων. Τα κύτταρα πρώτα φθάνουν στα πλάγια γονατώδη σώματα (ΠΓΣ) στον εγκέφαλο όπου τα νεύρα συμπεριφέρονται όμοια με τα γάγγλια. Τα πεδία υποδοχής εξακολουθούν να αντιστοιχούν στις κεντρικές περιοχές του αμφιβληστροειδή. Τα ΠΓΣ είναι διατεταγμένα σε έξη στρώματα, καθένα από τα οποία περιέχει κύτταρα που αντιστοιχούν στο ένα μάτι. Για αιτίες που δεν είναι ακόμα γνωστές, τα έξη στρώματα είναι διατεταγμένα από πάνω προς τα κάτω, σε μια σειρά, αριστερό, δεξί, αριστερό, δεξί, δεξί, αριστερό μάτι.

Όταν τα σήματα φθάσουν στον οπτικό φλοιό στο πίσω μέρος του εγκεφάλου, οι διασυνδέσεις πίσω με τον αμφιβληστροειδή γίνονται πιο απλοποιημένες. Όπως το δίκτυο των γαγγλίων, έτσι και τα κύτταρα μέσα στο οπτικό φλοιό δίνουν έμφαση στα σήματα που έρχονται από το βόθριο. Περίπου το 50% της κάθε πλευράς του οπτικού φλοιού είναι αφοσιωμένο σε αυτά τα σήματα. Αντίθετα με τις νευρικές ίνες του οφθαλμού όμως, οι νευρικές ίνες του οπτικού φλοιού έχουν βρεθεί πιο εξειδικευμένες. Κάποιες φαίνεται να αντιδρούν σε συγκεκριμένα οπτικά στοιχεία όπως πάχη γραμμών, γωνίες, προσανατολισμοί, κ.ο.κ. και κάποιες στην απόχρωση και τις διαφορές φωτεινότητας που έχουν βρεθεί από τα γαγγλιακά κύτταρα. Το συμπέρασμα πρόσφατης έρευνας της νευροφυσιολογίας είναι ότι το οπτικό σύστημα αποτελείται από μια σειρά διαδικασιών, ικανών να ανιχνεύουν ακμές, γραμμές και μοτίβα (οι διαδικασίες που ο Marr συσχέτισε με την εξαγωγή του πρωταρχικού σκίτσου) και στη συνέχεια να τις αναλύουν για να προκύψουν πιο σύνθετες δομές (η 2,5 διαστάσεων και 3 διαστάσεων αναπαράσταση του Marr).

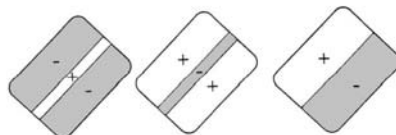
Αυτή η έρευνα έχει αρχίσει πρόσφατα να καταλήγει σε χάρτες του εγκεφάλου στους οποίους αναπαριστώνται οι χωρικές διατάξεις των κυττάρων που συνδέονται με συγκεκριμένες λειτουργίες. (εικόνα 3.12). Είναι ιδιαίτερα αντιπροσωπευτικό για ένα βιβλίο,

για το πώς λειτουργούν οι χάρτες, να περιλαμβάνει χάρτες του εγκεφάλου σαν μια μαρτυρία που αφορά το πώς ο εγκέφαλος μπορεί να επεξεργάζεται τους χάρτες.



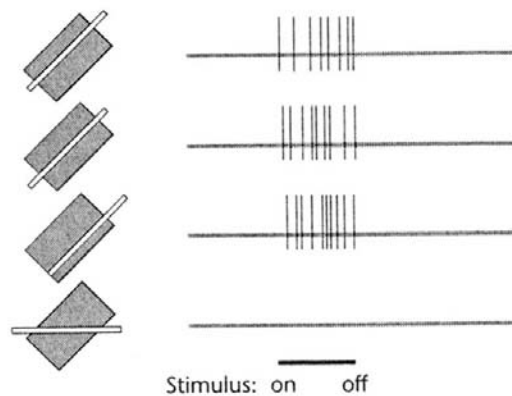
Εικόνα 3.12. Χάρτες δραστηριότητας (έχουν προκύψει από τομογραφίες) που δείχνουν τις διαφορετικές περιοχές λειτουργιών στον εγκέφαλο.

Κλινικές παρατηρήσεις που άρχισαν τον 19^ο αιώνα ήταν υπεύθυνες για τις πρώτες πρόχειρες χαρτογραφήσεις των κύριων τμημάτων του εγκεφάλου. Όμως, μόνον το 1950, όταν οι τεχνικές καταγραφής ενός κυττάρου άρχισαν να δίνουν πληροφορίες για τα μεμονωμένα και τα σύνολα των κυττάρων, άρχισε να αναγνωρίζεται η πολυπλοκότητα και η συνθετότητα των νευρικών διασυνδέσεων. Ο Kuffler απέδειξε το 1952 την ύπαρξη των πεδίων υποδοχής κέντρου-περιφέρειας. Από τη δική του δουλειά, με επέκταση σε πειράματα με γάτες και πιθήκους, προέκυψαν τα όσα ξέρουμε σήμερα.



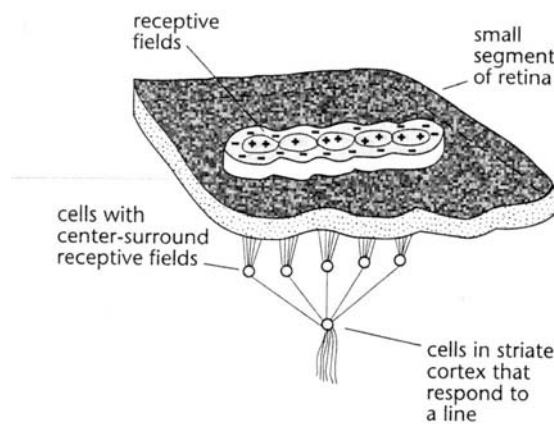
Εικόνα 3.13. Η αντίδραση των ευαίσθητων στον προσανατολισμό κυττάρων του εγκεφάλου σε γραμμές διαφορετικού προσανατολισμού. Το ερεθίσματα στα οποία αντιδρούν τα κύτταρα (από αριστερά προς τα δεξιά) είναι μια σχισμή που καλύπτει την περιοχή (+), μια σκούρα γραμμή που καλύπτει την (-) περιοχή και μια ανοικτή-σκούρα ακμή στο σύνορο.

Μεταξύ των πλέον σημαντικών ανακαλύψεων για τα κύτταρα του εγκεφάλου ήταν η συμπτωματική ανακάλυψη των Hubel και Wiesel το 1958, των επιστημόνων που τοποθέτησαν ηλεκτρόδια στον εγκέφαλο μιας γάτας για να ακούσουν ήχους σχετιζόμενους με την όραση της. Με τη βοήθεια των μικροσκοπικών τους ηλεκτροδίων κατόρθωσαν να μετρήσουν την ικανότητα αντιδράσεως μεμονωμένων εγκεφαλικών κυττάρων σε διάφορα είδη ερεθισμάτων. Ανακάλυψαν ότι διάφορα νευρικά κύτταρα αντιδρούν σε διάφορα είδη σημάτων που προέρχονται από τον αμφιβληστροειδή. Λόγου χάρη ένα κύτταρο μπορεί να αντιδρά έντονα αν το ερέθισμα είναι ένα κατακόρυφο μικρό ορθογώνιο που κινείται οριζόντια και το ίδιο κύτταρο δεν αντιδρά καθόλου αν το ίδιο ορθογώνιο κινείται πάνω-κάτω (εικ. 3.14). Ανάλογα πειράματα κατέδειξαν ότι η αντιληπτική λειτουργία της όρασης σχετίζεται όχι μόνο με περιοχές του οπτικού φλοιού, αλλά επίσης και με την αντίδραση άκρως εξειδικευμένων, μεμονωμένων κυττάρων στον οπτικό φλοιό. Συναφής έρευνα οδήγησε στην ανακάλυψη πρόσθετων κυττάρων που αντιδρούν στο «τέλος» (π.χ. το τέλος της γραμμής) και στις γωνίες.



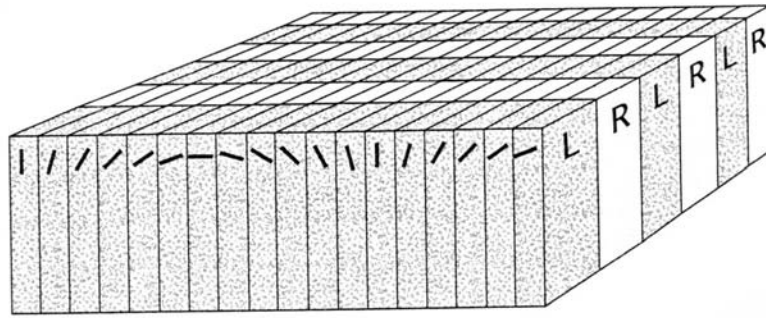
Εικόνα 3.14. Η αντίδραση σύνθετων κυττάρων στην θέση και τον προσανατολισμό. Τα σχέδια δεξιά δείχνουν την αντίδραση κυττάρων (ή την απουσία της) σε σχισμές φωτός σε διαφορετικούς προσανατολισμούς και θέσεις.

Το πώς τα κύτταρα στον οπτικό φλοιό αντιδρούν επιλεκτικά σε τέτοιου είδους χαρακτηριστικά, δεν είναι ακόμα εντελώς κατανοητό. Μια πιθανή υπόθεση είναι το ότι, τα ειδικά για τον προσανατολισμό κύτταρα είναι συνδεδεμένα με ένα σύνολο γαγγλιακών κυττάρων, που έχουν πεδία αποδοχής διατεταγμένα σε γραμμική μορφή κατά μήκος του αμφιβληστροειδή χιτώνα. Η εικόνα 3.15 δίνει μια σχηματική αναπαράσταση του πως μπορεί να συνδέεται αυτό το σύστημα.



Εικόνα 3.15. Υποθετική σύνδεση κυττάρων προσανατολισμού στον οπτικό φλοιό, διαμέσου γαγγλιακών κυττάρων και κυττάρων αμφιβληστροειδή. Αυτή η συγκεκριμένη ομαδοποίηση των κυττάρων έχει καταλήγει στα κύτταρα που είναι ευαίσθητα σε γραμμικά ερεθίσματα.

Τα κύτταρα στον οπτικό φλοιό είναι διατεταγμένα σε στιβάδες και κάθε μια φαίνεται πως είναι ξεχωριστή. Τα κύτταρα σε κάποιες στιβάδες είναι διπολικά (αντιδρούν σε ερεθίσματα από τα δυο μάτια) και αυτά άλλων στιβάδων είναι μονοπολικά (αντιδρούν σε ένα μόνο μάτι). Κάποιες στιβάδες περιέχουν κύτταρα που είναι επιλεκτικά του προσανατολισμού και άλλες έχουν κύτταρα που δεν είναι. Κοντά στο κέντρο του οπτικού φλοιού, στη στιβάδα που είναι γνωστή σαν 4C, τα κύτταρα εμφανίζονται να είναι διατεταγμένα σε δυο διαστραυρωμένα τμήματα. Στο ένα σύνολο κυριαρχούν εναλλακτικά το δεξί και το αριστερό μάτι και στο άλλο μεταβάλλεται συστηματικά η επιλεκτικότητα του προσανατολισμού. (εικόνα 3.16).



Εικόνα 3.16. Μια σχηματική άποψη της διάταξης των κυττάρων στον οπτικό φλοιό. Αυτή η περιγραφή των της διάταξης των κυττάρων δείχνει το διπλό χωρισμό της λειτουργίας των κυττάρων στην οπτική κυριαρχία και τον προσανατολισμό. Τα πραγματικά κύτταρα στον εγκέφαλο είναι πολύ λιγότερο κανονικά διατεταγμένα απ'ότι στο σχήμα.

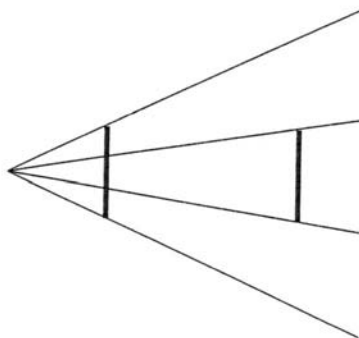
Κατά κάποιον τρόπο, άγνωστο μέχρι στιγμής, όλα αυτά τα εξειδικευμένα κύτταρα αθροίζουν, συνδυάζουν και ανταλλάσσουν οπτικές πληροφορίες δημιουργώντας την αντίληψη-εικόνα στον εγκέφαλο.

Η αντιληπτική οργάνωση και προσοχή

Εάν γίνει αποδεκτή η άποψη ότι η όραση και η οπτική γνώση αποτελούν συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών σαν μια χρήσιμη εννοιολογική δομή, τότε οι έννοιες που προκύπτουν από τους χάρτες μπορούν να ειπωθούν ως μια σειριακή ακολουθία αυτόνομων μονάδων επεξεργασίας. Αρκετοί συγγραφείς έχουν τονίσει αυτό το σημείο και δίνουν την δική τους εκδοχή για το πώς μπορεί να διαιρεθεί η όλη διαδικασία. Η πρώτη τέτοιου είδους ομαδοποίηση είναι η διαδικασία των επιπέδων επεξεργασίας της Olson (1976), στην οποία διακρίνονται τρία επίπεδα:

- 1) η σύγκριση ζεύγους συμβόλων,
- 2) η αναγνώριση χαρακτηριστικών ομάδων συμβόλων και
- 3) η χρησιμοποίηση συμβόλων σαν σημάτων για την πληροφορία που απεικονίζουν.

Και ο Phillips (1984), με τη «χαμηλού-επιπέδου/υψηλού επιπέδου» ομαδοποίηση και ο Dobson (1985), με τη διάκριση μεταξύ «καθοδηγούμενης οπτικής αναζήτησης/ «καθοδηγούμενης γνωσιακής αναζήτησης» δίνει έμφαση στο χάσμα που υπάρχει μεταξύ μη προσεκτικής και προσεκτικής, ή αντιληπτικής και γνωσιακής επεξεργασίας. Και οι δυο θεωρούν ότι το σχέδιο του χάρτη θα έχει περισσότερη επίδραση στο χαμηλότερο επίπεδο επεξεργασίας, επειδή σε αυτό το επίπεδο το σύστημα κατακλίζεται με εισερχόμενα και είναι απίθανο να εφαρμόζονται ειδικές γνώσεις. Όπως δείχνουν συγκεκριμένες οπτικές ψευδαισθήσεις, αρχικές αντιληπτικές αντιδράσεις είναι δύσκολο (ή αδύνατον) συνήθως να αναγνωρισθούν –μια ένδειξη ότι η από πάνω προς τα κάτω επεξεργασία (π.χ. γνώσεις) έχει μικρότερο έλεγχο σε αυτό το επίπεδο και ίσως σε μερικές περιπτώσεις δεν ασκεί κανέναν έλεγχο. (εικόνα 3.17).



Εικόνα 3.17. Το μήκος των δυο γραμμών είναι το ίδιο, αλλά είναι δύσκολο να το διαπιστώσει κανείς.

Αν και πολλοί δε συμφωνούν με το Dobson που ισχυρίζεται ότι, οι χαρτογράφοι πρέπει να κατευθύνουν την περισσότερη από την έρευνά τους στην επίδραση του συμβολισμού και των επιλογών του σχεδίου στις χαμηλού επιπέδου διαδικασίες, θεωρώντας ότι, οι υψηλού επιπέδου διαδικασίες όπως η εξαγωγή εννοιών και οι λήψεις αποφάσεων είναι αυτές για τις οποίες φτιάχνονται οι χάρτες, όμως είναι γεγονός ότι η αποτυχία ενός χάρτη σε αυτό το επίπεδο (χαμηλής επεξεργασίας), μπορεί να τον κάνει δύσκολο ή και αδύνατο για χρήση. Επομένως, μια πλήρης κατανόηση του πώς οι έννοιες προκύπτουν από τους χάρτες πρέπει να αρχίζει με την εκτίμηση για την επιλεκτικότητα της όρασης στο να μας δίνει μια αναπαράσταση για να τη σκεφτούμε. Η προσέγγιση με τη *θεωρία πληροφοριών* (που αντιμετώπιζε τη χαρτογραφία σαν ένα σύστημα επικοινωνίας) αντιμετώπιζε την όραση σαν ένα φίλτρο που περιορίζει την ποσότητα της πληροφορίας που φιλτράρεται από αυτό κατά τη διαδικασία της επικοινωνίας. Αυτή η προοπτική αντιμετώπιζε τις αντιληπτικές αναπαραστάσεις σαν ατελείς μεταφράσεις της πραγματικότητας. Αντίθετα, η προσέγγιση που επιχειρείται εδώ, θεωρεί ότι οι αντιληπτικές αναπαραστάσεις δεν είναι ασαφή αντίγραφα του κόσμου, αλλά ερμηνείες του κόσμου. Ο στόχος του χαρτογράφου είναι να προσδιορίσει τι είδους αναπαραστάσεις παράγει ο χάρτης του και πώς ο συμβολισμός και οι επιλογές του σχεδίου επηρεάζουν τις διαδικασίες που οδηγούν σε αυτές τις αναπαραστάσεις.

Στο υπόλοιπο αυτού του κεφαλαίου θα ληφθούν υπόψη αυτές οι αρχικές οπτικές διαδικασίες, από τη σκοπιά της αλληλεπίδρασής τους με το συμβολισμό και τις επιλογές του σχεδίου.

Οι ψυχολόγοι της σχολής Gestalt στις αρχές αυτού του αιώνα δημιούργησαν το υπόβαθρο για την πρόσφατη κατανόηση της αντιληπτικής οργάνωσης των οπτικών σκηνών. Η προσέγγιση των Gestalt δίνει έμφαση στην ολιστική φύση των ανθρώπινων αντιδράσεων στις αισθήσεις. Σύμφωνα με τον Wertheimer «Υπάρχουν ολότητες, η συμπεριφορά των οποίων δεν προσδιορίζεται από αυτήν του μεμονωμένου στοιχείου, αλλά όπου οι επί μέρους επεξεργασίες προσδιορίζονται από την ενδογενή φύση της ολότητας.» Περισσότερη ειδική προσοχή στο μοτίβο βρίσκεται στον Kohler (1947) που θεωρεί ότι: «ο οργανισμός αντιδρά στο *μοτίβο* του ερεθίσματος στο οποίο εκτίθεται και ότι αυτή η απάντηση είναι μια μοναδική διαδικασία, μια λειτουργική ολότητα, η οποία δίνει, με την εμπειρία, μια αισθητήρια σκηνή, παρά ένα μωσαϊκό από τοπικές αισθήσεις.» Η αρχική έμφαση του Wertheimer ήταν στον προσδιορισμό των αρχών της ομαδοποίησης και αναφέρει την απομόνωση του πρώτου πλάνου από το φόντο, περιληπτικά, στο τέλος του άρθρου. Ο Kofka και ο Kohler, όμως επέκτειναν τις σκέψεις του Wertheimer στη δημιουργία του πρώτου πλάνου. Ισχυρίζονται ότι «κάποιες φορές φαίνεται πιο φυσικό να προσδιορισθεί η αρχή της ομαδοποίησης όχι τόσο πολύ με την έννοια των δεδομένων συνθηκών, όσο με την έννοια της κατεύθυνσης που τείνει να πάρει η ομαδοποίηση.» Αυτή η οπτική συνδέεται ειδικά με τη δημιουργία του πρώτου πλάνου, όταν λει ότι «ένα ομογενές πεδίο στον οπτικό χώρο είναι πρακτικά ομοιόμορφο και, όντας χωρίς «σημεία», δεν υπάρχουν σχέσεις μεταξύ «σημείων» εντός του πεδίου. Όταν εμφανίζονται οι Gestalt βλέπουμε κλειστές δομές, να προεξέχουν με έναν εκφραστικό τρόπο από το υπόλοιπο πεδίο».

Για αρκετές δεκαετίες όταν στην ψυχολογία κυριαρχούσαν οι συμπεριφοριστές, η ψυχολογία Gestalt και οι αρχές της για την αντιληπτική οργάνωση αγνοήθηκαν από τους εμπειριστές. Πιο πρόσφατα, αντιδρώντας ειδικά στις ανάγκες της έρευνας της υπολογιστικής όρασης και της προσοχής στη μορφή και δομή της όρασης, επανεξετάστηκαν οι αρχές Gestalt. Ο Uttal (1988) ισχυρίζεται ότι «η ανθρώπινη οπτική αντίληψη καθοδηγείται δυναμικά από τη σφαιρική οργάνωση της μορφής». Πρόσφατη έρευνα στην ψυχολογία που ενσωματώνει τη θεωρία του Marr (ότι η ανθρώπινη όραση είναι ένα σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών και ότι τα συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών μπορεί να γίνουν κατανοητά μόνον αν εξεταστούν σε ένα συνδυασμό επιπέδων υπολογιστικών, αλγορίθμων-αναπαράστασης και υλικού) έχει στηριχθεί στις αρχές Gestalt σαν πηγή ιδεών για την κατανόηση της ομαδοποίησης στην αρχική όραση και το διαχωρισμό εικόνας υπόβαθρου συνδεδεμένου με την αναγνώριση αντικειμένων και μοτίβων.

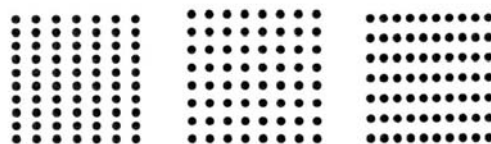
Ο Pomerantz (1985) σημειώνει ότι η διάκριση των Gestalt, μεταξύ των διαδικασιών της ομαδοποίησης και του διαχωρισμού πρώτου πλάνου-φόντου είναι ουσιαστική από τη σκοπιά της επεξεργασίας των πληροφοριών. Αν και υπάρχει μια ξεκάθαρη σύνδεση μεταξύ των αρχών της κατηγοριοποίησης και της μορφοποίησης των εικόνων, η ομαδοποίηση κορυφών, ακμών, τερματισμών και ομοιοτήτων, πριν ακόμα προσδιοριστούν, είναι ένα απαιτούμενο βήμα για τον προσδιορισμό του πρωταρχικού σκίτσου. Όταν τα τμήματα των κορυφών ομαδοποιηθούν σε καμπύλες, τότε γίνεται εφικτό για την όραση να διαχωρίσει την εικόνα από το υπόβαθρο. Υπάρχει σημαντική μαρτυρία ότι τα στάδια της αρχικής ομαδοποίησης είναι σχεδόν εντελώς απρόσεκτα, με λίγα ή καθόλου εισερχόμενα από υψηλότερου επιπέδου διαδικασίες. Τα αποτελέσματα ερευνών που αναφέρονται στο διαχωρισμό πρώτου πλάνου-φόντου είναι μικτά, με κάποιες ενδείξεις ότι οι εικόνες μπορούν ξαφνικά να «ξεπεταχτούν» από το υπόβαθρο, μαζί με επιδείξεις για το ότι εισερχόμενα από την αποθηκευμένη γνώση ή (σε κάποιες περιπτώσεις) προσδοκίες επηρεάζουν και την αρχική εμφάνιση της εικόνας και τη σταθερότητα της σχέσης εικόνας-υπόβαθρου.

Από μια χαρτογραφική σκοπιά, τα θέματα της χαμηλού-επιπέδου κατηγοριοποίησης φαίνονται πιο σχετικά για την εξερευνητική χαρτογραφική οπτικοποίηση, κατά την οποία η οριακή προσοχή θα κατευθυνθεί σε οποιαδήποτε μοναδική ματιά του χάρτη και ο στόχος της είναι να προσέξει μοτίβα και σχέσεις. Η εξερευνητική χαρτογραφική οπτικοποίηση προϋποθέτει ότι το εξαγόμενο δεν είναι γνωστό και επομένως ότι οι γνώσεις και οι προσδοκίες μπορεί να είναι απύσυχες ή λανθασμένες. Αποκτώντας μια άμεση εντύπωση, πριν λάβουν χώρα συνειδητές εφαρμογές σχημάτων γνώσεων, είναι πιθανόν οι χαμηλού-επιπέδου κατηγοριοποιήσεις να παίζουν μεγάλο ρόλο στο αν οι οπτικές εικόνες οδηγούν σε κατανόηση της ουσίας, ή απλά χρησιμοποιούνται για να διαβεβαιώσουν προσδοκίες.

Η αντιληπτική οργάνωση λειτουργώντας σε υψηλότερα επίπεδα είναι σημαντική στις συνθήκες όπου πρέπει να τονισθεί συγκεκριμένη πληροφορία, ενώ άλλη πληροφορία πρέπει να υποβαθμιστεί. Όταν οι στόχοι είναι να δημιουργηθεί ένας φανταστικός χάρτης ή να βεβαιωθεί ότι μια συγκεκριμένη περιοχή γίνεται η εστία προσοχής, θέματα επιλεκτικότητας, συσχετισμού και εικόνας - υπόβαθρου γίνονται σχετικά. Οι πιο πολλές αναφορές από χαρτογράφους των αρχών Gestalt είναι σε σχέση με το διαχωρισμό εικόνας - υπόβαθρου, με πολύ λίγη προσοχή έως τώρα στην υπογραμμισμένη διαδικασία της ομαδοποίησης.

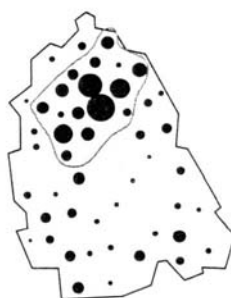
Η ομαδοποίηση

Το «μοτίβο του ερεθίσματος» που αναφέρεται από τον Kohler οφείλεται στην ομαδοποίηση των στοιχείων στο πεδίο των αισθήσεων. Σε σχέση με τη θεωρία του Marr, αυτά τα στοιχεία μπορεί να είναι κορυφές, ακμές και η ομοιότητα. Για τους χάρτες, η θέαση αυτών των ακμών και κορυφών θα συμβεί στην αναπαράσταση του πρωταρχικού σκίτσου, σαν αντίδραση στα σύμβολα του χάρτη όπως σημεία, γραμμές, ή στοιχειώδη μοτίβα. Η ομαδοποίησή τους θα προσδιορίσει το αν τα σύμβολα βλέπονται όπως ήταν αναμενόμενο και σε ποια είδη και κλίμακες μοτίβων δίνεται προσοχή. Ο Wertheimer (1923) θέτει τους κανόνες για μια τέτοια ομαδοποίηση στην κλασική του εργασία «Νόμοι της Οργάνωσης σε Αντιληπτικές Μορφές». Αυτός όρισε τους ακόλουθους παράγοντες ή νόμους:



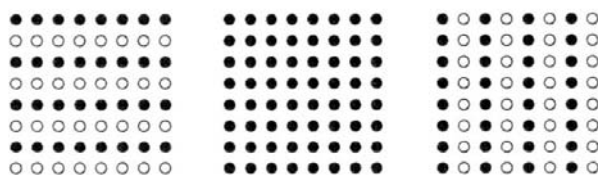
Εικόνα 3.18. Ομαδοποίηση λόγω προσέγγισης: γραμμές δεξιά και στήλες αριστερά από κουκίδες σε αντίθεση με τις κουκίδες που ισαπέχουν στο κέντρο.

1. *Προσέγγιση*: Αντικείμενα κοντά μεταξύ τους σχηματίζουν ομάδα. Περιληπτικά ο παράγοντας αυτός σημαίνει ότι σε μια ακολουθία μεμονωμένων αντικειμένων, αυτά που βρίσκονται κοντά θα φαίνονται σαν τμήμα μιας ομάδας (εικόνα 3.18). Χαρτογραφικά, όπως αναλύεται παρακάτω, η προσέγγιση έχει θεωρηθεί ότι υπολογίζεται για την εμφάνιση των περιοχών στους χάρτες. (εικόνα 3.19). Ένα ειδικά ενδιαφέρον κομμάτι της άποψης του Wertheimer, με το φως του πρόσφατου ενδιαφέροντος στους δυναμικούς και στους χάρτες προσομοίωσης είναι η πεποίθησή του, πως ο παράγων της προσέγγισης ισχύει στον ήχο όπως και στη θέαση. Ήχοι κοντινοί σε χρόνο θα σχηματίσουν αντιληπτικές ομάδες. Αυτό το θέμα (χωρίς αναφορά στις αρχές Gestalt) αναφέρεται έμμεσα από τον Krygier (1991) στην ταυτότητα της ακουστικής μεταβλητής του *ρυθμού* σαν «η ομαδοποίηση και η κατάταξη των ήχων».



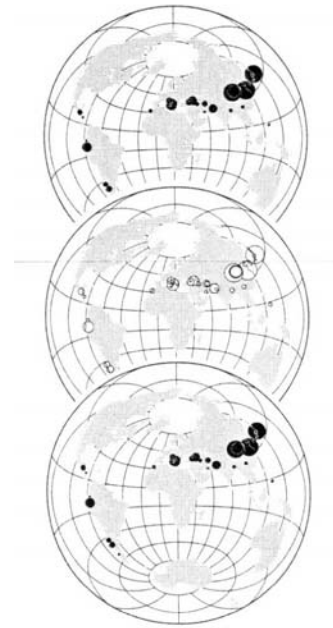
Εικόνα 3.19. Η σπουδαιότητα της προσέγγισης στην αναγνώριση περιοχής σε χάρτη βαθμωτών κύκλων. Η περιγραμμένη περιοχή αναπαριστά την περιοχή που προσδιορίστηκε από υποκείμενα έρευνας.

2. *Ομοιότητα*. Όμοια αντικείμενα σχηματίζουν ομάδες. Όπως παρουσιάζεται από τον Wertheimer, η ομοιότητα σχετίζεται με μη τοπικά χαρακτηριστικά των αντιληπτικών μονάδων. Αυτός σημειώνει ειδικά το χρώμα, τη μορφή, και τον ήχο. Από χαρτογραφική σκοπιά, μπορούμε να θεωρήσουμε την ομοιότητα όλων των γραφικών μεταβλητών (χρώμα, απόχρωση, ένταση χρώματος, σχήμα, κ.λ.π.), όπως επίσης και τις μεταβλητές αφής και ακοής. (εικόνα 3.20). Ο ίδιος σημειώνει ότι η ομοιότητα δεν είναι απόλυτη, αλλά μπορεί να συμβεί σε βαθμούς. Έτσι, κρίνοντας «περισσότερο και λιγότερο ανόμοια», οι άνθρωποι αποκτούν εμπειρία με τα χαρτογραφικά σύμβολα.



Εικόνα 3.20. Ομαδοποίηση από ομοιότητα: άσπροι σε αντίθεση με μαύρους κύκλους.

Εικόνα 3.21. Μια σειρά από δυναμικούς χάρτες επικέντρων σεισμών που αναβοσβίνουν.



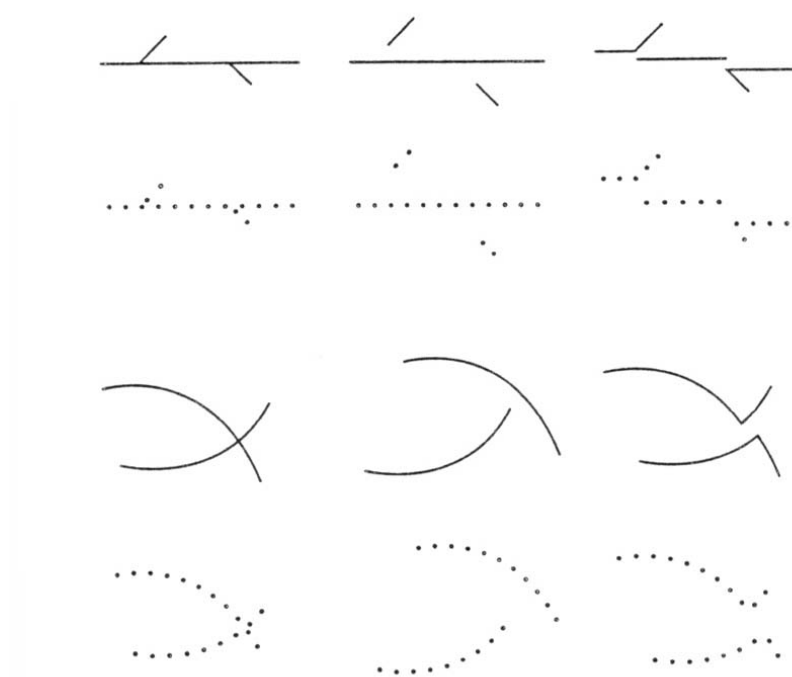
3. *Κοινή πορεία*: Αντικείμενα κινούμενα μαζί βλέπονται σαν ομάδα. Ο Wertheimer σημειώνει ότι όταν μονάδες που ήδη ανήκουν σε ομάδα κινηθούν μαζί, μπορεί μόλις να προσεχτούν, αλλά οι μονάδες από διαφορετικές ομάδες που κινούνται μαζί «ενοχλούν και συγχέονται» και σίγουρα θα προσεχθούν. Επισημαίνεται ότι η απλή κίνηση των μονάδων από χωριστές (στατικές) αντιληπτικές ομάδες θα ξεπεράσει την προσέγγιση, την ομοιότητα, ή άλλους παράγοντες, για να δημιουργήσει μια άλλη ομάδα, η οποία χαρακτηρίζεται από την κοινή πορεία. Χαρτογραφικά, βέβαια, αυτός ο παράγοντας εφαρμόζεται μόνο στους δυναμικούς χάρτες ή στους χάρτες προσομοίωσης. Σε αυτό το πλαίσιο, όμως, μπορεί να παίξει έναν ειδικό δυνατό ρόλο στο τι είδους ομάδες γίνονται αντιληπτές. Σχετικό με την κοινή πορεία σε σχέση με τους χάρτες προσομοίωσης είναι το ότι τα αντικείμενα που αλλάζουν μαζί (ακόμα και αν δεν κινούνται) βλέπονται σαν μια ομάδα. Στο εργαστήριο του Πανεπιστημίου της Ρενσάλβανια χρησιμοποιήθηκε αυτή η αρχή για την προσομοίωση στατικών χαρτών που απεικονίζουν την ύπαρξη ενός χαρακτηριστικού που έχει σταθερή θέση (εικόνα 3.21). Παρομοίως ο Monmonier (1992) εφάρμοσε αυτό που ονόμασε «αναβόσβημα», σαν μια μέθοδο που δίνει έμφαση στο χωρικό μοτίβο (ή την απουσία του) στο ποσοστό των δημοσίων αξιωματούχων που είναι γυναίκες. Το αναβόσβημα σε αυτό το πλαίσιο περιλαμβάνει την ύπαρξη ενός χωροπληθή χάρτη (με τιμές για τις ΗΠΑ ομαδοποιημένες) και μια τιμή να αναβοσβήνει όταν οι άλλες τιμές είναι σβησμένες. Έτσι, μια-μια κάθε φορά οι πολιτείες στα επιτυχή μέρη ομαδοποιούνται οπτικά, έτσι ώστε ο θεατής να μπορεί εύκολα να προσδιορίσει τα μοτίβα στις περιοχές που οι γυναίκες αποκλείονται από τις δημόσιες θέσεις.
4. *Μορφολογική Σταθερότητα*. Αντιληπτικές ομάδες χαρακτηρίζονται από περιοχές «εικονικής σταθερότητας.» Αυτός ο παράγοντας εννοεί ότι η ομαδοποίηση έχει διακριτές περιπτώσεις. Σε σχέση με την προσέγγιση, για παράδειγμα, θα υπάρχει μια σχετική οριακή απόσταση στην οποία οι μονάδες θα φαίνονται να ομαδοποιούν ή να καταλαμβάνουν χώρο με ένα μη διαφοροποιημένο τρόπο. Το παράδειγμα του Wertheimer προτείνει ότι για μια σειρά από κουκίδες θα δούμε μια αβ-γδ-εζ-ηθ-ικ ομαδοποίηση, καμιά ομαδοποίηση εντελώς, ή μια α-βγ-δε-ζη-θι-κ ομαδοποίηση σε διαφορετικές πιθανές αποστάσεις μεταξύ των κουκίδων (εικόνα 3.22). Αυτό το νόημα φαίνεται να ταιριάζει με το αντίστοιχα

συμπεράσματα των θεωριών εκτίμησης μεγέθους και τις ιδέες για τις κατηγορίες πρωτοτύπων.

time 1	..	..	..	..	..	..	..
time 2	..	..	..	..	..	..	..
time 3	..	..	..	..	..	..	..
time 4	..	..	..	..	..	..	..
time 5	..	..	..	..	..	..	..
time 6	..	..	..	..	..	..	..
time 7	..	..	..	..	..	..	..

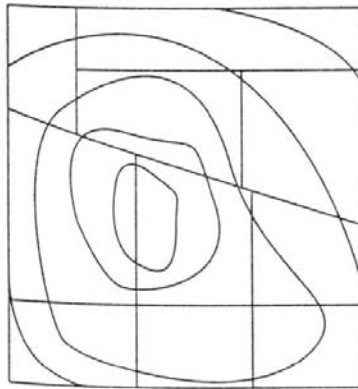
Εικόνα 3.22. Ομαδοποίηση λόγω μορφολογικής σταθερότητας. Εάν παρουσιαστούν σαν χρονικές σειρές, τα αρχικά σύνολα της πρώτης γραμμής θα φαίνονται και στην τέταρτη γραμμή παρόλο που οι κουκίδες ισαπέχουν σε αυτό το χρόνο.

5. *Αντικειμενικό σύνολο*: Όταν γίνεται μια αλλαγή, θα υπάρχει μια τάση για διατήρηση σταθερών ομάδων. Ακολουθώντας τον προηγούμενο παράγοντα, η ιδέα εδώ είναι ότι ένα σύνολο από αντιληπτές μονάδες βλέπεται αρχικά σαν μια ομάδα και όταν με το πέρασμα της ώρας η θέση αυτών των μονάδων αλλάζει, η αντίληψη θα προσπαθήσει να διατηρήσει την αρχική ομάδα. Επιπρόσθετα, θα υπάρχει μια τάση να βλέπει κανείς έναν περιορισμένο αριθμό καταστάσεων (π.χ., ομαδοποίηση Α, μη διαφοροποιημένη σκηνή, ομαδοποίηση Β). Το πείραμα αυτό βασίζεται σε σενάριο στο οποίο επτά ζευγάρια κουκίδων σταδιακά αλλάζουν θέσεις (εικόνα 3.22). Χαρτογραφικά, αυτός ο παράγοντας εφαρμόζεται επίσης στην προσομοίωση. Η επίδραση είναι ότι σε όλη την κίνηση η αντίληψη προσπαθεί να διατηρήσει μια σταθερή κατάσταση, που έχει σαν αποτέλεσμα μια μεγαλύτερη πιθανότητα να δούμε μια σταθερή ομαδοποίηση σε ένα σύνολο αλλαγής χαρτών εάν είναι παρουσιασμένοι δυναμικά, παρά εάν παρουσιάζονται σε μια σελίδα σαν μικρά πολλαπλάσια. Αυτή είναι μια ενδιαφέρουσα υπόθεση για να εξεταστεί. Η πιθανότητα που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι «μια συγκεκριμένη (αντικειμενικά) αβέβαιη διάταξη θα είναι τέλεια καθορισμένη όταν δίνεται σαν τμήμα μιας ακολουθίας». Το θέμα εδώ είναι ποιότητας οπτικοποίησης και του πώς να προσδιοριστεί το πότε ένα μοτίβο είναι «πραγματικό» ή φανταστικό.
6. *Καλή συνέχεια*. Τα στοιχεία που ακολουθούν μια σταθερή διεύθυνση ομαδοποιούνται. Αυτός ο παράγοντας εφαρμόζεται όχι μόνο στη διάταξη της ίσιας γραμμής, αλλά σε καμπύλες (εικόνα 3.23). Χαρτογραφικά, αυτός ο παράγοντας επιτρέπει καμπύλες σε ένα μαυρόασπρο χάρτη να φαίνονται σαν χωριστές καμπύλες γραμμές, διαφοροποιημένες από τους δρόμους ή τα ποτάμια που μπορεί να τέμνουν.

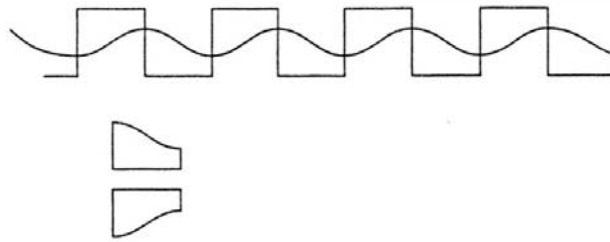


Εικόνα 3.23. Ομαδοποίηση λόγω καλής συνέχειας. Πάνω «βλέπουμε» μια μακριά γραμμή με δυο μικρές γραμμές και όχι μια μικρή γραμμή με δυο γωνίες. Κάτω «βλέπουμε» δυο καμπύλες να τέμνονται.

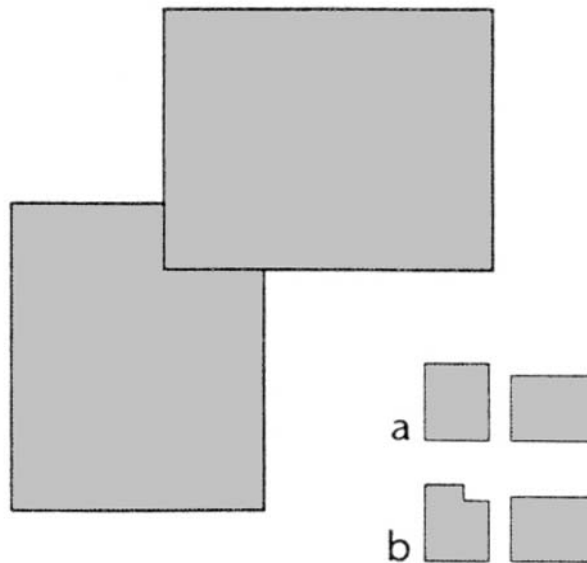
7. *Κλειστότητα*: Τα κλειστά αντικείμενα σχηματίζουν σύνολα. Υπάρχει μια τάση να βλέπουμε οριοθετημένες αντιληπτές μονάδες σαν σύνολο. Ακόμα και όταν οι οριακές πλευρές επικαλύπτονται, υπάρχει μια πιθανότητα ο παράγοντας της συνέχειας να μας επιτρέψει να βλέπουμε τα χωριστά σύνορα σαν μονάδες και να εφαρμόσουμε τη γειτνίαση για να απομονώσουμε τις πλευρές τους, σαν ομάδες που ορίζουν σύνολα. Ο κριτικός ρόλος της καλής συνέχειας και η δυναμική κυριαρχία του πάνω στη γειτνίαση έχει δραματικά περιγραφεί από τον Wertheimer (εικόνα 3.25). Χαρτογραφικά, η γειτνίαση έχει καθαρές εφαρμογές σε περιπτώσεις όπως τα βαθμωτά σύμβολα στους χάρτες όπου έχει φανεί ότι η επικάλυψη των κύκλων δεν εμποδίζει τους αναγνώστες να βλέπουν τα τμήματα του κύκλου σαν ολόκληρους κύκλους, ή στην αξιολόγηση του μεγέθους του κύκλου. Επιπροσθέτως, έχει εξεταστεί μια ποικιλία γραφικών μεθόδων για την έμφαση της γειτνίασης μιας περιοχής ενός χάρτη.



Εικόνα 3.24. Η καλή συνέχεια βοηθά τους αναγνώστες χαρτών να ομαδοποιούν τις διασταυρώσεις των γραμμών. Ακόμα και με απουσία άλλης αντίθεσης, μπορούμε οπτικά να ξεχωρίσουμε τις υψομετρικές από τα σύνορα περιοχών.



Εικόνα 3.25. Κυριαρχία της καλής συνέχειας επί της ομαδοποίησης λόγω κλειστότητας. Λίγοι παρατηρητές θα ερμηνεύσουν την εικόνα σαν ακανόνιστα σχήματα. Οι περισσότεροι θα δουν μια καμπύλη γραμμή πάνω σε μια τεθλασμένη.



Εικόνα 3.26. Ομαδοποίηση από απλότητα. Είναι ευκολότερο να δεις δυο τετράγωνα που επικαλύπτονται (α) παρά ένα τετράγωνο και ένα τετράγωνο σε σχήμα L (β).

8. *Απλότητα.* Τα αντικείμενα θα ομαδοποιηθούν με την απλούστερη μορφή. Από αρκετά γεωμετρικά πιθανά σχήματα θα προκύψει το απλούστερο, το καλλίτερο και το πιο σταθερό. Ένα παράδειγμα σχετικό με την χαρτογραφία βρίσκεται στην τάση να μεταφράζουμε παράξενες καταστάσεις (εικόνα 2.26) σαν εναποθέσεις απλών εικόνων παρά σαν ένωση πιο πολύλοκων σχημάτων.
9. *Εμπειρία ή συνήθεια.* Γνωστά σχήματα ή διατάξεις δημιουργούν ομάδες. Πολλοί μεταγενέστεροι συγγραφείς επικεντρώθηκαν στις πεποιθήσεις του Wertheimer ότι οι παλιές εμπειρίες δεν ήταν ουσιαστικές στην αντίληψη των ομάδων και ότι η απόδειξη του ρόλου της παλιάς εμπειρίας θα ήταν πολύ δύσκολη. Σαν αποτέλεσμα, αυτοί οι συγγραφείς (λανθασμένα) χαρακτήρισαν την ψυχολογία Gestalt σαν μη επιτρέπουσα τη δυνατότητα των γνώσεων να παίζουν ένα ρόλο και στην αντίληψη της ομαδοποίησης και στην αντίληψη της εικόνας-υπόβαθρου. Όμως, ο Wertheimer, ισχυρίστηκε ότι η πείρα ή η συνήθεια, με τη μορφή «επαναλαμβανόμενου τρυπανιού» μπορούν να παίζουν ένα ρόλο και μερικές φορές δημιουργούν ομάδες που είναι αταίριαστες, με αυτές που δημιουργούν οι άλλοι παράγοντες. Αν και έδωσε μεγαλύτερη έμφαση στις αντιληπτικές διαδικασίες, ο Wertheimer δεν απέκλεισε την πιθανότητα να παίζουν ρόλο, αυτά που σήμερα λέγονται «σχήματα γνώσεων», ακόμα και στα πρώτα στάδια της οπτικής διαδικασίας.

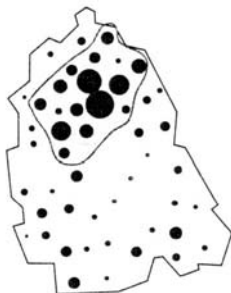
Αρκετοί χαρτογράφοι έχουν στηριχτεί στους νόμους Gestalt. Στο μεγαλύτερο μέρος, έχουν χρησιμοποιηθεί σαν νόμοι, με κατεύθυνση προσοχής στη δημιουργία λογικών οδηγιών για θεσμοθέτηση νόμων στο χαρτογραφικό σχέδιο. Λίγοι χαρτογράφοι έχουν αμφισβητήσει τις αρχές ή έχουν λάβει υπόψη τη σχετική τους επίδραση στην ομαδοποίηση των στοιχείων του χάρτη. Αυτή η τάση, να θεωρούνται οι νόμοι Gestalt σαν δεδομένοι, είναι σχεδόν ολοφάνερη μεταξύ των ψυχολόγων. Ο Pinker (1985), όπως και ο Kosslyn (1989) ισχυρίζονται ότι κάποιες από τις αρχές Gestalt παίζουν κάποιο ρόλο στη μετάφραση της αρχικής οπτικής σκηνής σε μια οπτική περιγραφή ενός γραφήματος (μια αναπαράσταση ενοτήτων και σχέσεων μεταξύ αυτών των ενοτήτων). Συνεχίζει για να προτείνει όμως, ότι σε αυτό το σημείο δεν καταλαβαίνουμε πώς να εφαρμόσουμε αυτές τις αρχές, γιατί έχει γίνει πολύ λίγη εμπειρική έρευνα για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες επικρατούν ή για τη σχετική τους σπουδαιότητα.

Μεταξύ των ψυχολόγων ο Pomerantz (1985) έχει κάνει ίσως την πιο σαφή ανάλυση των αρχών ομαδοποίησης Gestalt και των συσχετισμών τους, σαν ξεχωριστών για το θέμα του διαχωρισμού του πρώτου πλάνου από το φόντο. Ξεκινά με το πειστικό επιχείρημα ότι η ομαδοποίηση είναι «λογικά προηγούμενη του διαχωρισμού πρώτου πλάνου-φόντου». Πρέπει να ομαδοποιήσουμε αντιληπτές μονάδες σε αντικείμενα και περιοχές πριν κάνουμε την επιλογή μεταξύ των αντικειμένων ή των περιοχών που αφορούν το επίκεντρο της προσοχής μας.

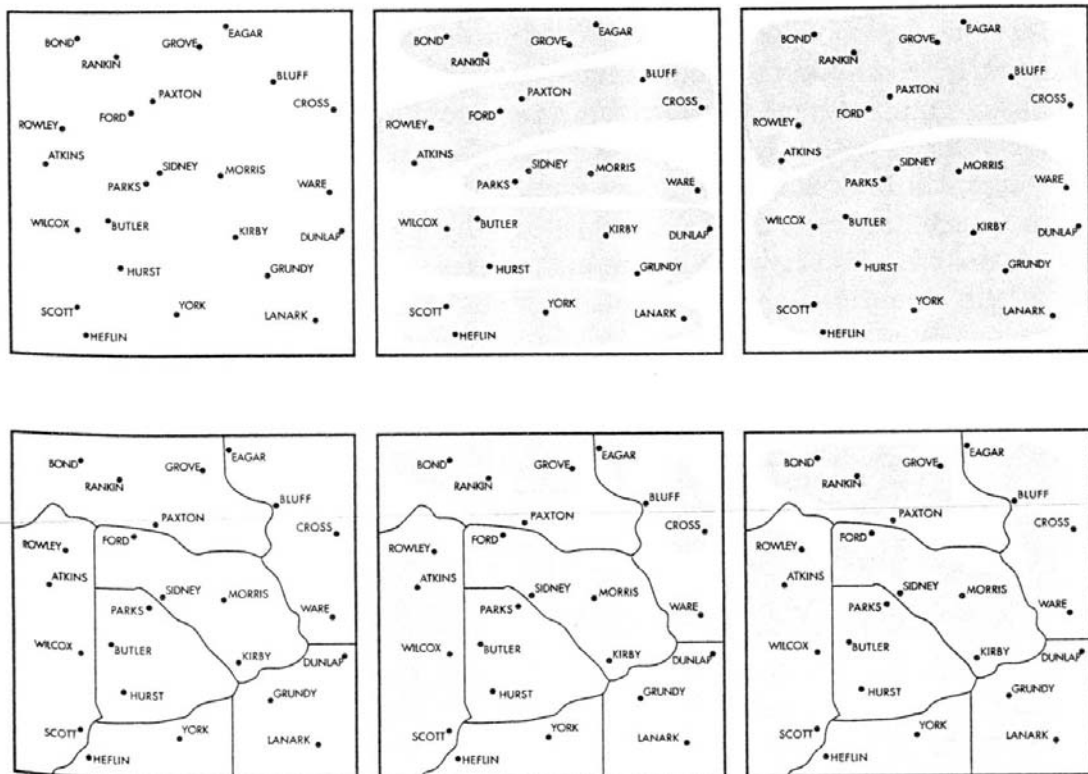
Αν και κανένας χαρτογράφος, από όσο ξέρω, δεν έχει σαφώς αναφέρει τις αρχές Gestalt σε σχέση με την αντιληπτική ομαδοποίηση των στοιχείων του χάρτη, μερικοί έχουν ενσωματώσει τις αρχές στη δουλειά τους χωρίς να το αποδίδουν στη ψυχολογία Gestalt. Η Olson (1976) θίγει τη χαρτογραφική σπουδαιότητα της ομαδοποίησης με την τριών σταδίων ιεραρχία της νοητικής επεξεργασίας στη χρήση του χάρτη. Το δεύτερο επίπεδό της αναφέρεται στην αναγνώριση ιδιοτήτων ομάδων συμβόλων. Για να αναγνωρισθούν αυτές οι ιδιότητες των ομάδων, βέβαια, η οπτική διαδικασία πρέπει να δώσει ομάδες για τις οποίες οι ιδιότητες μπορούν να συγκριθούν με ανώτερου επιπέδου διαδικασίες. Η Olson θεωρεί (αλλά δεν εξετάζει) την πιθανή επίδραση της κλιμάκωσης των συμβόλων (για βαθμωτούς κύκλους και χάρτες κουκίδων) σε περιοχές που μπορούν να αναγνωρισθούν, όπως και το ρόλο της τιμής της έντασης μεταξύ διαφορετικών συμβόλων και μεταξύ αυτών και του φόντου. Στα πρώτα παραδείγματα, χρησιμοποιείται η μεταβλητή της προσέγγισης και στην τελευταία περίπτωση, η ομοιότητα.

Σε μια περίπου πιο άμεση εξέταση της εφαρμογής των νόμων ομαδοποίησης του Gestalt στην ανάγνωση του χάρτη, ο Slocum (1983) ερεύνησε την οπτική ομαδοποίηση σε χάρτες βαθμωτών κύκλων. Ο σκοπός του, βασισμένος σε όρους συμπεριφορικής ήταν να αναπτύξει μια μέθοδο για την πρόγνωση των αντιληπτών ομάδων του χάρτη χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό των ψυχολογικών αρχών που αυτός θεωρούσε σχετικές με το πρόβλημα. Υπέθεσε ότι η προσέγγιση, η ομοιότητα και η καλή συνέχεια θα έπαιζαν ένα ρόλο στις οπτικές ομάδες βλέποντας χάρτες βαθμωτών κύκλων. Δεν ήταν ικανός να βρει ένα μέτρο της καλής συνέχειας με την απουσία καταγραφής των κινήσεων των ματιών, οπότε ουσιαστικά δεν το εξέτασε. Εκτός από τους παράγοντες ομαδοποίησης ο Slocum υπέθεσε ότι ο διαχωρισμός πρώτου πλάνου-φόντου παίζει ένα ρόλο στην οπτική ομαδοποίηση. Το πρώτο πλάνο-φόντο ήταν περιορισμένο για τους σκοπούς του πειράματός του στη μέτρηση της τιμής αντίθεσης, με αναμενόμενες τις σκούρες περιοχές να βλέπονται σαν πρώτα πλάνα. Η ενσωμάτωση της μέτρησης στηρίχτηκε σε προηγούμενη εργασία του Jenks (1975), ότι η διαφορά έντασης έχει μια επίδραση στις ομάδες που βλέπονται και η ερμηνεία της, με όρους πρώτου πλάνου-φόντου, φαίνεται να βασίζεται στην έμφαση που δίνει ο Dent (1972) στην τιμή της έντασης για τη μεταβλητή πρώτου πλάνου-φόντου.

Στο πείραμα του Slocum (1983) τα υποκείμενα της έρευνας υπογράμμιζαν τμήματα σε χάρτες βαθμωτών κύκλων, που «έβλεπαν» σαν «οπτικά σύνολα» -«ομάδες κύκλων που φαίνονταν να ανήκουν μαζί και να σχηματίζουν μια οπτική μονάδα». Η ανάλυσή του έδειξε ότι ένας συνδυασμός της προσέγγισης και της εικόνας (καθορισμένης από σκούρα τμήματα των χαρτών) έδιδαν μια αιτιολογημένη πρόβλεψη. Στην πραγματικότητα, 92% των μεμονωμένων κύκλων στους δέκα χάρτες του ταξινομήθηκαν σωστά σαν να είναι εντός ή εκτός της ομάδας. Η ομοιότητα των μεγεθών των κύκλων δεν είχε καμιά επίδραση στις ομάδες που ειδώθηκαν (εικ. 3.27).



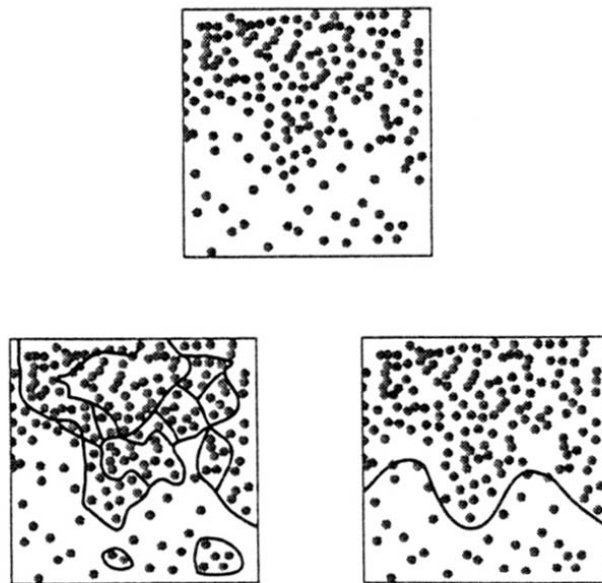
Ο Eastman (1985b) επίσης ερεύνησε μια πλευρά της αντιληπτικής ομαδοποίησης αλλά διαφορετικά από τον Slocum, το έκανε ακολουθώντας μια προσέγγιση γνωσιακής επεξεργασίας πληροφορίας. Πιο συγκεκριμένα, εξέτασε την επίδραση αρκετών διαφοροποιήσεων σχεδίου ενός τυπικού χάρτη γενικής αναφοράς στην αντιληπτική οργάνωση του χάρτη. Ο στόχος ήταν να εξετάσει αν η προσέγγιση των θέσεων, η ομοιότητα του συμβολισμού αυτών των θέσεων, ο συνυπολογισμός περιοχών (που μπορεί να συνδέεται με το κλείσιμο των συνόρων μιας χώρας ή τμημάτων δρόμου), ή γραμμική σύνδεση (που προσδιορίζεται από συνδέσεις με δρόμους μεταξύ πόλεων και τουλάχιστον λίγο συνδέεται με «καλή συνέχεια») επέδρασαν στο πως τα στοιχεία του χάρτη ομαδοποιήθηκαν στη μνήμη. Ο Eastman βρήκε ότι οι χάρτες ερέθισαν πέντε διαφορετικές ομαδοποιήσεις, η κάθε μια από τις οποίες ήταν πρωταρχικά συνδεδεμένη με ένα ή δυο από τα σχέδια του χάρτη. Όλες οι πέντε ομαδοποιήσεις οδηγούν σε ιεραρχικές δομές μνήμης. Μια σύγκριση των ομάδων των υποκειμένων (που ομαδοποίησαν τα στοιχεία του χάρτη διαφορετικά) δεν υποστήριξε την υπόθεση του Eastman, ότι διαφορετικές στρατηγικές ομαδοποίησης θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε διαφορές ταχύτητα μάθησης ή στην ακρίβεια της μνήμης. Η γραφική οργάνωση των χαρτών όμως, φάνηκε να έχει μιαν επίδραση και στο πως οι χάρτες οργανώθηκαν αντιληπτικά και στο αν η οργάνωση ήταν εύκολη. Η απουσία γραφικής οργάνωσης οδήγησε στην ομαδοποίηση από προσέγγιση ή σε οριζόντιους διαχωρισμούς. Ένας χάρτης με περιγεγραμμένες περιοχές οδήγησε σε κερματισμό των περιοχών (εικόνα 3.28). Ο χάρτης με καθόλου γραφική οργάνωση αποδείχτηκε πιο δύσκολος να μαθευτεί από τους άλλους.



Εικόνα 3.28. Οι χάρτες του πειράματος του Eastman. Οι γραφικά μη διαφοροποιημένοι χάρτες (επάνω) συγκρινόμενοι με τους διαφοροποιημένους κάτω. Οι δυο ομάδες των υποκειμένων της έρευνας έβλεπαν έναν από τους δυο χάρτες αριστερά. Οι γκρι σκιάς απεικονίζουν την ομαδοποίηση της πρώτης και δεύτερης τάξης.

Μαζί με αυτές τις σχετικά άμεσες εφαρμογές των αρχών ομαδοποίησης του Gestalt στη χαρτογραφία, η ομαδοποίηση έχει ληφθεί υπόψη λιγότερο άμεσα σε μελέτες

περιφερειοποίησης χάρτη. Ο Muller (1979) για παράδειγμα, έδειξε ότι οι αναγνώστες του χάρτη έφθασαν σε όμοιες περιοχές ή ομάδες, όταν τους ζητήθηκε να δείξουν περιοχές υψηλής, μέτριας και χαμηλής πυκνότητας πληθυσμού σε συνεχούς έντασης χωροπληθείς χάρτες. Παρόλο που τους παρουσίασαν πολύ περισσότερες εντάσεις από αυτές που μπορούσαν να διακρίνουν, τα υποκείμενα ήταν ικανά να ομαδοποιήσουν με συνέπεια, τις όμοιες εντάσεις σε κατηγορίες. Σε αντίθεση με το Muller, που ζήτησε από τα υποκείμενα να υπογραμμίσουν υψηλές, μέτριες και χαμηλές περιοχές, ο McCleary (1975) ζήτησε από τα υποκείμενα να υπογραμμίσουν όποιες περιοχές έβλεπαν σε έναν χάρτη κουκίδων. Ένα ενδιαφέρον αποτέλεσμα αυτού του θέματος ήταν το ότι αν και η ομαδοποίηση με την προσέγγιση φαινόταν να δουλεύει σε όλες τις περιπτώσεις, τα υποκείμενα της έρευνας διαχωρίστηκαν σε δυο αρκετά ξεχωριστές κατηγορίες που αυτός ονόμασε «ατομιστές» και «γενικευτές». (εικόνα 3.29). Οι ατομιστές επικέντρωναν σε τοπικές λεπτομέρειες. Σύμφωνα με τον McCleary «φαίνονταν κυριευμένοι από τη λεπτομέρεια και μπορεί να είχαν χάσει τη θέαση του συνολικού μοτίβου της πυκνότητας». Για τους γενικευτές, από την άλλη μεριά, «οι γραμμές είναι σχηματικές και η συνήθεια που εκφράζεται από τη σχεδιασμένη οριακή γραμμή προτείνει μια μειωτική θέαση του πρώτου πλάνου». Αυτό το εύρημα δεν έχει ακόμα επηρεάσει την χαρτογραφική βιβλιογραφία αλλά έχει ενδιαφέρουσες εφαρμογές για τα παρόντα ενδιαφέροντα με τη χρήση της χαρτογραφικής οπτικοποίησης για διερευνητική ανάλυση δεδομένων. Είναι σημαντικό να προσδιορίσουμε αν οι ατομιστές του McCleary και οι γενικευτές παρουσιάζουν γενικές κατηγορίες αναγνωστών χαρτών και αν αυτές οι τάσεις διαφοροποιούνται με την εμπειρία και τις προσδοκίες.

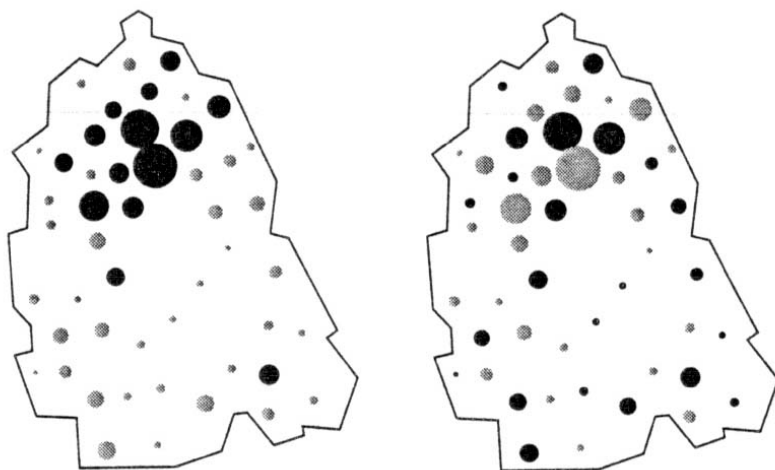


Εικόνα 3.29. Δείγματα από την έρευνα του McCleary, που φαίνεται η στρατηγική ομαδοποίησης των ατομιστών (αριστερά) και των γενικευτών (δεξιά).

Τι παρατηρούμε

Η αντιληπτική ομαδοποίηση θεωρείται ότι λειτουργεί, τουλάχιστον εν μέρει, σε επίπεδο απρόσεκτο. Με βάση τις υποθέσεις του Marr, κάποια ποσότητα ομαδοποίησης (σε πλευρές και άμορφα σχήματα του πρωταρχικού σκίτσου) είναι ένα προαπαιτούμενο για ότι παρατηρείται. Η ομαδοποίηση αλληλεπιδρά με την οπτική προσοχή με πολύπλοκους τρόπους. Η κατεύθυνση της ματιάς μας θα περιορίσει αυτά που μπορούν να ομαδοποιηθούν (παραμένουν μόνο σφαιρικές εικόνες της σκηνης της περιφερειακής όρασης, σε αντίθεση με τις λεπτομέρειες του κεντρικού οπτικού πεδίου). Τα αποτελέσματα της ομαδοποίησης θα ελέγχουν το τι μπορεί να παρακολουθηθεί και το που μπορεί να ταξιδέψει η ματιά μας

αμέσως μετά. Το που μπορεί να κατευθυνθεί η ματιά μας μπορεί να ελεγχθεί συνειδητά. Σαν συμπλήρωμα στα θέματα της ομαδοποίησης τότε, πρέπει να θεωρήσουμε το συνδυασμό των διαδικασιών που εμπίπτουν κάτω από την επικεφαλίδα *οπτική προσοχή*. Ένα σημαντικό θέμα που θεώρησε ο Wertheimer σε σχέση με την ομαδοποίηση είναι η δυνατότητα περισσοτέρων από έναν παραγόντων να ενεργούν την ίδια στιγμή. Μια τέτοια αλληλεπίδραση μπορεί να μεγεθύνει την οπτική ομαδοποίηση ή μπορεί να λειτουργήσει σε αντίθεση και να την αποτρέψει. (εικόνα 3.30). Εκτός από την επίδραση στην ομαδοποίηση, η αλληλεπίδραση των πολλαπλών μεταβλητών των αντιληπτικών μονάδων μπορεί να επηρεάσει την τάση διαχωρισμού των χαρακτηριστικών της μονάδας. Αυτό έχει προφανείς επιπτώσεις, στο πως τα σύμβολα πολλών μεταβλητών γίνονται αντιληπτά, ειδικά για το ποια χαρακτηριστικά ενός συμβόλου πολλών μεταβλητών μπορούμε να παρατηρήσουμε μαζί ή ξεχωριστά.



Εικόνα 3.30. Ομοιότητα και γειτνίαση λειτουργούν συγχρόνως για να ενισχύσουν την ομαδοποίηση (αριστερά) και αντίθετα έχοντας ως αποτέλεσμα την αμφισβητήσιμη ομαδοποίηση (δεξιά).

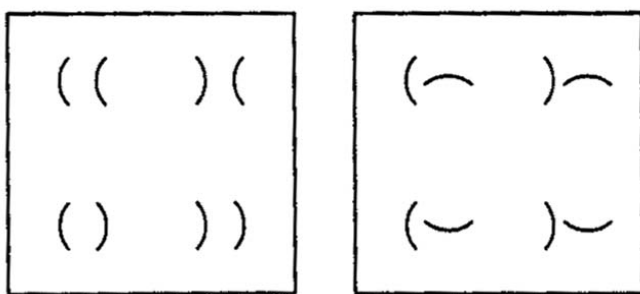
Επιλεκτική Προσοχή και Διαχωρισμός των Οπτικών Διαστάσεων

Πρόσφατη έρευνα στην αντιληπτική οργάνωση έχει δώσει έμφαση στην σημασία της επιλεκτικής προσοχής, ως ενός τρόπου να μετρηθεί ο ρόλος των διαφορετικών χαρακτηριστικών της οπτικής σκηνής στην αντιληπτική ομαδοποίηση Pomeratz (1985). «Η επιλεκτική προσοχή» αναφέρεται στην ικανότητα να παρατηρούμε μια διάσταση μιας σκηνής και να αγνοούμε μια άλλη. Εάν οι διαστάσεις ή οι μεταβλητές μπορούν να απομονωθούν με αυτόν τον τρόπο, δεν ομαδοποιούνται. Εάν από την άλλη μεριά είναι δύσκολο ή αδύνατο να παρατηρηθούν επιλεκτικά ξεχωριστές διαστάσεις, αυτές θεωρούνται ότι είναι αντιληπτικά ομαδοποιημένες. Σε μια σειρά πειραμάτων, ο Pomeratz εξέτασε την επιλεκτική προσοχή σε χαρακτηριστικά σύνθετων ερεθισμάτων. Τα αποτελέσματά τους, εκτός από την πληροφορία που μας έδωσαν για τις γενικές αντιληπτικές διαδικασίες στην ανάγνωση του χάρτη, πιθανόν να είναι ιδιαίτερα σχετικά στο σχεδιασμό συμβόλων πολλών μεταβλητών.

Τα πιο πολλά από αυτά τα πειράματα χρησιμοποίησαν σύνολα απλών παρενθετικών συμβόλων που δημιουργούσαν ζευγάρια με διάφορους τρόπους. Αυτά τα ζευγαρώματα σχεδιάστηκαν έτσι ώστε κάποια να μπορούν να οδηγήσουν σε ομάδες (βασισμένες στις αρχές Gestalt, της καλής συνέχειας, ομοιότητας, συμμετρίας, και προσέγγισης) και άλλα θα μπορούσαν να αντισταθούν στην ομαδοποίηση. Ένα σύνολο ερεθισμάτων φαίνεται στην εικόνα 3.31.

Ένα τυπικό πείραμα θα μπορούσε να ταιριάζει μια περίπτωση ελέγχου στην οποία τα υποκείμενα θα έπρεπε να ομαδοποιήσουν δυο ερεθίσματα (π.χ. την πρώτη γραμμή του κάθε κουτιού στην εικόνα 3.31) σε αντίθεση με μια περίπτωση επιλεκτικής προσοχής, στην οποία τα υποκείμενα είχαν να ομαδοποιήσουν όλα τα τέσσερα ερεθίσματα (π.χ. τα δυο ζευγάρια

στα δεξιά κάθε κουτιού στην εικόνα 3.31 στην μια κατηγορία και τα δυο ζευγάρια στα

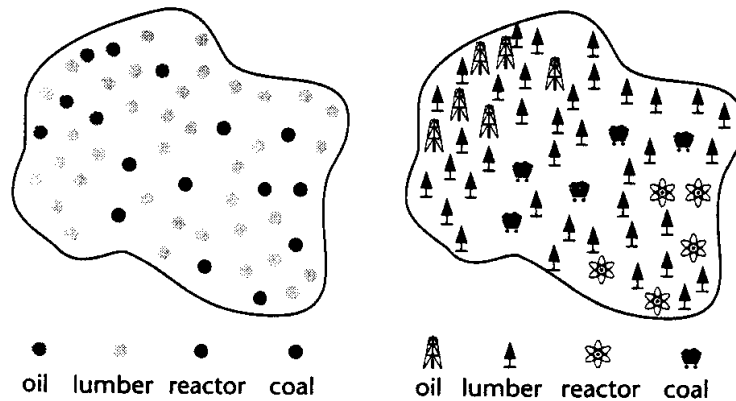


Εικόνα 3.31. Ερεθίσματα ερυνών με καλή (αριστερά) και κακή (δεξιά) ομαδοποίηση.

αριστερά στην άλλη). Και στις δυο περιπτώσεις το θέμα θα συμπληρωνόταν με την εστίαση σε μόνο το αριστερό στοιχείο του ζευγαριού στην παρένθεση. Εάν τα υποκείμενα μπορούσαν επιλεκτικά να παρατηρήσουν αυτό και να αγνοήσουν το άλλο, οι δυο ομάδες θα κατατάσσονταν στην ίδια σειρά. Τα υποκείμενα όμως στην ομάδα της επιλεκτικής προσοχής, χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να κατατάξουν το ερέθισμα τους. Αυτή είναι μια ένδειξη ότι έγινε επεξεργασία των ζευγαριών σαν ομάδες. Τα υποκείμενα της περίπτωσης ελέγχου είχαν το εύκολο θέμα της κατάταξης αυτών των αντιληπτικών ομάδων σε μια συμμετρική ή ασύμμετρη κατηγορία. Η ομάδα της επιλεκτικής προσοχής πείσθηκε να διαχειριστεί τα τέσσερα ερεθίσματα χωριστά, επειδή σαν ομάδες, οι δυο στήλες των ζευγαριών στη παρένθεση δεν σχημάτιζαν κατηγορίες Gestalt (πραγματικά, συμμετρικές σε αντίθεση με ασύμμετρες μονάδες σχηματίζουν κατηγορίες, αντίθετα με αυτές που απαιτούνται από το σκοπό της κατηγοριοποίησης). Όταν το ίδιο πείραμα έγινε με ερέθισμα που έπρεπε, σύμφωνα με τους νόμους Gestalt, να μην ομαδοποιηθεί, δεν υπήρχε διαφορά στο χρόνο αντίδρασης μεταξύ των δυο πειραματικών ομάδων. Τα της παρένθεσης δεν σχημάτισαν αντιληπτικές μονάδες και επομένως, τα δεξιά με παρένθεση μπορούσαν να αγνοηθούν και να γίνει η κατάταξη με επίκεντρο προσοχής στις αριστερές παρενθέσεις μόνο. Έτσι και οι δυο ομάδες είχαν ένα σκοπό ταξινόμησης δυο στοιχείων και το συμπλήρωσαν στον ίδιο βαθμό.

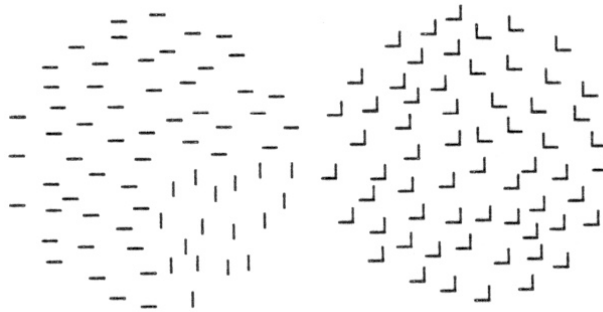
Χαρτογραφικά ο Bertin (1967/1983) επικέντρωσε την προσοχή του όμοια με του Pomeratz, αλλά δεν εξέτασε τους ισχυρισμούς του, πειραματικά. Η υπόθεση του Bertin (την οποία μεταχειρίζεται σαν γεγονός), είναι ότι οι οπτικές μεταβλητές μπορούν να κρίνονται ανεξάρτητα στη βάση αυτού που ονομάζει *επιλεκτικότητα* και *συσχετικότητα* και ότι αυτές οι δηλώσεις είναι διακριτές (π.χ. μια οπτική μεταβλητή είναι ή επιλεκτική ή μη επιλεκτική σε όλες τις εφαρμογές). Η επιλεκτικότητά του είναι ίδια με την επιλεκτική προσοχή του Pomeratz. Εκεί που ο Pomeratz επικεντρώνεται στο αν οι συνδέσεις μεταξύ δυο ή περισσότερων αντικειμένων που προσεγγίζουν το ένα το άλλο βλέπονται σαν ένα σύνολο (μια ομάδα), ο Bertin ενδιαφέρεται αν τα αντικείμενα (τα σύμβολα των χαρτών) διασκορπισμένα πάνω στο χάρτη μπορούν να σχηματιστούν σε οπτικές ομάδες. Η οπτική ομαδοποίηση, ή η επιλεκτική παρατήρηση σε, μια ειδική ένταση για παράδειγμα, φαίνεται ευκολότερη από την παρατήρηση ενός συγκεκριμένου σχήματος (εικόνα 3.32). Η έννοια της επιλεκτικότητας του Bertin είναι περιορισμένη στην ομαδοποίηση με την ομοιότητα (αν και δεν την ορίζει με αυτούς τους όρους). Η έμφαση είναι στο αν η οπτική ομαδοποίηση είναι «άμεση» (ένας όρος που πιθανά μπορεί να θεωρηθεί ότι εννοεί απρόσεκτο) για όλα τα σύμβολα μιας κατηγορίας, προσδιορισμένης από συγκεκριμένη διαφοροποίηση μιας οπτικής μεταβλητής (π.χ. όλα τα μπλε σύμβολα σε ένα χάρτη συγκρινόμενα με σύμβολα διαφόρων αποχρώσεων). Ο Bertin αναφέρει ότι ο τόπος, το μέγεθος η ένταση, το μοτίβο, η απόχρωση και ο προσανατολισμός (των σημειακών και γραμμικών συμβόλων μόνο) είναι επιλεκτικές μεταβλητές.

Υπάρχει εμπειρική ένδειξη για κάποιους από τους ισχυρισμούς του Bertin (αν και δεν έχουν προκύψει από συγκεκριμένες προσπάθειες να εξεταστούν αυτοί οι ισχυρισμοί). Σε



Εικόνα 3.32. Ένταση (αριστερά) φαίνεται να είναι επιλεκτική ενώ το σχήμα (δεξιά) δεν είναι.

σχέση με τον προσανατολισμό, για παράδειγμα, η Olson και ο Attneave (1970) έδειξαν ότι μια διαφορά στον προσανατολισμό απλών σημειακών συμβόλων μπορεί να προκαλέσει την διάκριση περιοχών του χάρτη γρήγορα (εικόνα 3.33). Υπάρχει ακόμα και μια νευρολογική (επίπεδο μηχανισμού) εξήγηση, για το λόγο που ο προσανατολισμός είναι επιλεκτικός. Η έρευνα του DeYoe (1986) με πιθήκους έδειξε ότι υπάρχουν κύτταρα στον οπτικό φλοιό των πιθήκων (περιοχές B1 και B2), που αντιδρούν σε πλευρές μοτίβων καθορισμένων από διαφορές προσανατολισμού των στοιχείων του μοτίβου. Για να γίνει αυτή η διαφοροποίηση οι διαφορές προσανατολισμού πρέπει να είναι στο κέντρο και να περιβάλλουν τμήματα των κυττάρων του αντιληπτικού πεδίου.

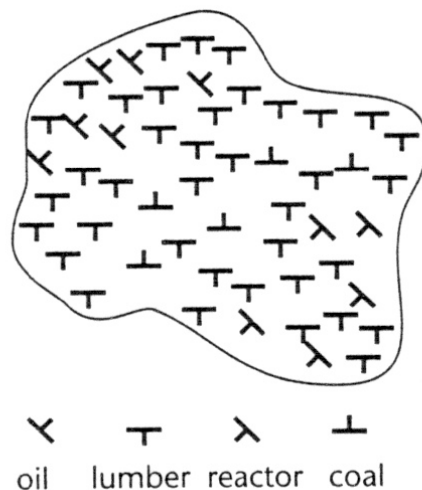


Εικόνα 3.33. Διαφορές στον προσανατολισμό καταλήγουν σε οπτικά σύνολα, αλλά διαφορές ευθυγράμμισης όχι.

Ο Northdurft (1992) βρήκε ότι με περιορισμένη διαφοροποίηση μέσα στις περιοχές μοτίβων, οι διαφορές στον προσανατολισμό της τάξης του 20% ήταν αρκετές για 75% επιτυχία για απρόσεκτο διαχωρισμό μοτίβου. Καθώς αυξανόταν η διαφοροποίηση του προσανατολισμού στα μεμονωμένα στοιχεία που δημιουργούσαν το μοτίβο, η αναγκαία διαφορά στο μέσο προσανατολισμό των γραμμικών τμημάτων στις δυο περιοχές (απαραίτητες να επιτευχθεί μια κλίμακα 75% απρόσεκτη επιλογή) αυξήθηκε σε μια γραμμική περίπου μορφή. Για κάτω του 30% διαφοροποίηση στον προσανατολισμό εντός των μεμονωμένων μοτίβων, η διάκριση μοτίβου ήταν ανεπιτυχής, ανεξάρτητα από το μέγεθος μεταξύ των διαφορών προσανατολισμού των μοτίβων.

Σε αντίθεση με τους σαρωτικούς ισχυρισμούς του Bertin, υπάρχει και άλλη ένδειξη ότι η μεταβλητή κλειδί στην επιλογή είναι η κλίση του συμβόλου και όχι ο προσανατολισμός. Εάν χρησιμοποιείται ένα σύμβολο που έχει έναν εσωτερικό προσανατολισμό, γίνεται φανερό

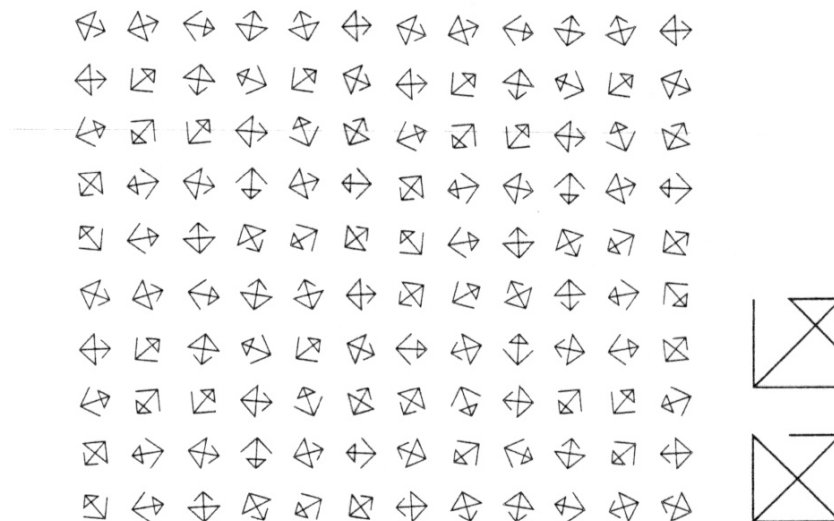
ότι μπορούμε να διακρίνουμε (μαθηματικά) μεταξύ προσανατολισμών που διαφέρουν 180° , αλλά ότι αυτή η διαφορά προσανατολισμού δεν είναι επιλεκτική με τους όρους του Bertin (εικόνα 3.34). Με τα παραδείγματα των τμημάτων γραμμών του Bertin, δεν ήταν φανερό ότι στροφές 180° δεν ήταν επιλεκτικές επειδή δεν μπορούσαν ούτε καν να ανιχνευθούν.



Εικόνα 3.34. Φαίνεται ότι η κλίση των τμημάτων και όχι ο προσανατολισμός ολόκληρου του σχήματος πρέπει να διαφέρουν (σε κάποιες περιπτώσεις) στον προσανατολισμό για να είναι επιλεκτικά με την έννοια του Bertin.

Δεν έχουν ελεγχθεί όλες οι μεταβλητές του Bertin για την επιλεκτικότητα και τα μόνα εμπειρικά τεστ που έχουν γίνει ως τώρα έχουν γίνει από ψυχολόγους (που δεν έχουν φτιάξει ειδικά τεστ για να ελέγξουν τις οπτικές μεταβλητές αλλά να μελετήσουν το φαινόμενο της επιλεκτικής προσοχής). Εκτός από την κλίση, υπάρχει μαρτυρία για την επιλεκτικότητα της απόχρωσης και της έντασης του χρώματος. Και για τις δυο ο Julesz (1975) βρήκε ότι περιοχές διακρίνονται πολύ εύκολα αν υπάρχουν διακριτές διαφορές εντάσεων ή αποχρώσεων. Ένας ενδιαφέρον παράγοντας για αυτές τις οπτικές μεταβλητές ήταν το ότι αν τα στοιχεία του μοτίβου είναι πολύ μικρά, η όραση φαίνεται ότι αντιδρά σε ένα μέσο σήμα. Μια περιοχή με κυρίως μαύρα και σκούρα γκρι τετράγωνα που έχει πολύ λίγα άσπρα και ανοικτά γκρι ανακατεμένα (και ένα αποτέλεσμα κυρίως σκούρο) ξεχωρίζει εύκολα, από μια περιοχή με άσπρα και ανοικτά γκρι τετράγωνα με λίγα μαύρα και σκούρα γκρι ανακατεμένα. Όμοια, τα μήκη κύματος των χρωμάτων φαίνεται να είναι μοιρασμένα έτσι ώστε μια περιοχή με κόκκινα και κίτρινα τετράγωνα (και λίγα πράσινα και μπλε) διακρίνεται καθαρά, από μια με πράσινα και μπλε (και λίγα κόκκινα και κίτρινα). Μια κόκκινη-πράσινη περιοχή, όμως, δεν διακρίνεται εύκολα από μια μπλε-κίτρινη περιοχή. Υπάρχει επίσης μαρτυρία για να ενισχύσει την άποψη του Bertin ότι το σχήμα δεν είναι επιλεκτικό, τουλάχιστον στην περίπτωση των διαφορετικών σχημάτων που έχουν τον ίδιο αριθμό των γραμμικών τμημάτων και τερματισμών (εικόνα 3.35).

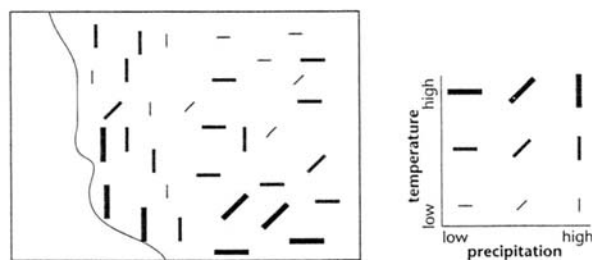
Επίσης έχει δείχθει ότι τουλάχιστον μια γραφική μεταβλητή που ο Bertin αγνόησε είναι επιλεκτική. Ο Julesz έδειξε ότι αυτό που ονόμασε «κοκκώδες» (granularity) ενός μοτίβου οδηγεί στον εύκολο διαχωρισμό περιοχών. Η γενική επιτυχία των ισχυρισμών για την επιλεκτικότητα του Bertin, μαζί με κάποιες ασυμφωνίες που δεν επαληθεύθηκαν από τις εμπειρικές μελέτες της ψυχολογίας, προτείνουν στους χαρτογράφους να κοιτάζουν καλλίτερα τις ιδέες του Bertin. Χρειάζεται να γίνουν μελέτες που να ελέγχουν τις υποθέσεις του Bertin και να ερευνούν το μέγεθος των διαφορών που απαιτούνται μεταξύ των ειδικών διαστάσεων των οπτικών μεταβλητών (περιέχοντας και πρόσθετες μεταβλητές που έχουν προσθέσει άλλοι στο αρχικό σύνολο του Bertin).



Εικόνα 3.35. Το σχήμα, με άλλες μεταβλητές να παραμένουν σταθερές δεν είναι επιλεκτικό.

Ο Bertin θεωρεί τις οπτικές μεταβλητές απομονωμένα και δεν συζητά τη δυναμική τους αλληλεπίδραση στους χάρτες. Πειράματα κατά μήκος των γραμμών που συνέθεσε ο Pomerantz μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για να προσδιοριστεί το πως η όραση θα αντιδράσει σε πολυμεταβλητά σύμβολα που σχεδιάζονται για να μεταδώσουν με έμφαση μειωμένη πληροφορία και να τονίσουν τη διάκριση ή το διαχωρισμό της πληροφορίας έτσι ώστε να προσεχτούν οι συσχετισμοί. Στην πρώτη περίπτωση, θα θέλαμε να εφαρμόσουμε τις οπτικές μεταβλητές για τις οποίες η επιλεκτική προσοχή είναι δύσκολη. Στη δεύτερη περίπτωση θα θέλαμε το αντίθετο.

Καμιά χαρτογραφική έρευνα δεν έχει γίνει σε σχέση με το θέμα της επιλεκτικής προσοχής στις οπτικές μεταβλητές σε πολυμεταβλητά σύμβολα χάρτη. Όμως η Shortridge (1982) έχει δώσει μια ανακεφαλαίωση των μαρτυριών από την ψυχολογία και πρότεινε πιθανές εφαρμογές στο χαρτογραφικό συμβολισμό. Ειδικότερα, η Shortridge εξέτασε την έννοια των *ενοποιημένων* σε αντίθεση με τις *διαχωρίσιμες* διαστάσεις (π.χ. οπτικών μεταβλητών). Οι διαχωρίσιμες διαστάσεις είναι αυτές για τις οποίες η επιλεκτική προσοχή είναι εύκολη. Οι ενοποιημένες διαστάσεις τείνουν να βλέπονται σαν ολότητες και έτσι η επιλεκτική προσοχή είναι δύσκολη. Σαν παράδειγμα, σκεφτείτε ένα χάρτη που χρησιμοποιεί μέγεθος γραμμών να δείξει τη θερμοκρασία των σταθμών μέτρησης και τον προσανατολισμό από την οριζόντια στην κατακόρυφη διεύθυνση, για να δείξει την ποσότητα της βροχόπτωσης (εικόνα 3.36). Εάν οι δυο διαστάσεις (π.χ. το μέγεθος του συμβόλου και ο προσανατολισμός της γραμμής) είναι διαχωρίσιμες, η επιλεκτική προσοχή θα είναι εφικτή και ο αναγνώστης θα είναι ικανός να συγκρίνει δυο σταθμούς στη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση γρήγορα—και δεν θα είναι ικανός να κρίνει την αντιστοιχία θερμοκρασίας–βροχόπτωσης εύκολα (ένα περιεχόμενο που φαίνεται να υποστηρίζεται από την εικόνα 3.36).



Εικόνα 3.36. Ένας χάρτης θερμοκρασίας και βροχόπτωσης με σύμβολα μεγέθους και προσανατολισμού για την απεικόνιση τιμών δεδομένων των δυο μεταβλητών.

Όπως σημειώνει η Shortridge (1982), οι ψυχολόγοι εισήγαγαν τη διάκριση μεταξύ των ενοποιημένων και των διαχωρίσιμων διαστάσεων, σαν ένα τρόπο να εξηγήσουν αποτελέσματα οπτικών ερευνών, που κάποιες φορές παρουσίαζαν παράλληλη επεξεργασία των πολλαπλών ερεθισμάτων και κάποιες φορές επεξεργασία, σειριακής αυτό-τερματιζόμενης μορφής (π.χ. ένα σύμβολο τη φορά έως ότου βρεθεί ο στόχος, όπου και τερματιζόταν η διαδικασία). Για σειριακά ψαξίματα, εάν ένας στόχος δεν είναι παρών το ψάξιμο είναι εξουθενωτικό (σχετικά μακρύ) και θα αυξηθεί σε μήκος καθώς αυξάνεται ο αριθμός των ερεθισμάτων στην σκηνή. Όταν ένας στόχος είναι παρών (και χρησιμοποιείται ένα ψάξιμο σειριακό), θα βρεθεί (κατά μέσο όρο) μετά από την επεξεργασία των μισών ερεθισμάτων (οι χρόνοι αντίδρασης θα είναι 0.5 φορές από την περίπτωση της απουσίας του στόχου). Εάν γίνεται παράλληλη (όλα με μιας) επεξεργασία των ερεθισμάτων, τότε ο χρόνος επεξεργασίας δεν θα επηρεαστεί από τον αριθμό των ερεθισμάτων που πρέπει να εξεταστούν. Αν και δεν είναι εύκολη η πρόγνωση ότι θα εφαρμοστεί μια σειριακή ή μια παράλληλη διαδικασία, προσοχή σε αυτήν την ερώτηση οδήγησε τους ψυχολόγους να βρουν τις διαφορές μεταξύ σύνθετων ερεθισμάτων που φαινόταν να διαφέρουν στην πιθανότητα μιας σειριακής σε αντίθεση με παράλληλη επεξεργασία. Η αναγνώριση πως κάποιες διαστάσεις συμβόλων είναι ενοποιημένες (π.χ. δύσκολες ή αδύνατες να παρατηρηθούν ξεχωριστά), οδήγησε σε έναν *ολιστικό* τρόπο επεξεργασίας σαν μια εναλλακτική στις σειριακές-παράλληλες δυνατότητες. Αυτός ο τρόπος θεωρεί ότι οι ενοποιημένες διαστάσεις των συμβόλων δημιουργούν ένα σύνολο του οποίου γίνεται επεξεργασία σαν μια ενιαία μονάδα. Μαρτυρία για μια τέτοια ολιστική επεξεργασία προκύπτει από την έρευνα του Lockhead (1970) και του Pomeratz και Schwaitsberg (1975), που βρήκαν πως συγκεκριμένα θέματα σύνδεσης, στα οποία τα υποκείμενα έπρεπε να διακρίνουν ή να κατηγοριοποιήσουν σύμβολα στη βάση της σύνδεσης δυο διαστάσεων, εκτελέστηκαν γρηγορότερα από την διάκριση ή την κατηγοριοποίηση στη βάση της κάθε διάστασης χωριστά.

Διαιρεμένη Προσοχή και Μεταβλητές Συνδέσεις

Στην έρευνά τους στα θέματα σύνδεσης οι Pomeratz και Schwaitsberg (1975), χρησιμοποίησαν μετρήσεις *διαιρεμένης προσοχής* σαν μια συμπλήρωση σε προηγούμενη, επιλεκτικής προσοχής, μελέτη της αντιληπτικής ομαδοποίησης. Αιτιολόγησαν πως εάν η επιλεκτική προσοχή σε τμήματα απέτυχε, υπονοώντας ότι ήταν ομαδοποιημένα, οι θεατές θα έβρισκαν ευκολότερο να βλέπουν τις ομάδες σαν μια μονάδα. Αυτή η υπόθεση εξετάστηκε έχοντας τα υποκείμενα να προσπαθούν να κατατάξουν τα ερεθίσματα (του είδους που χρησιμοποίησαν στα αρχικά τους πειράματα (βλέπε εικόνα 3.31) σύμφωνα με ομάδες που ήταν όμοιες, ενώ αγνόησαν στοιχεία εντός αυτών των ομάδων που μπορούσαν να προτείνουν άλλη κατάταξη. Βρήκαν πως όταν τα Gestalt χαρακτηριστικά του ζεύγους των στοιχείων (π.χ. συνδυασμοί συμμετρίας, γειτνίασης, ομοιότητας) έδειχναν ότι ήταν πιθανή η ομαδοποίηση των στοιχείων σε ένα σύνολο, η κατάταξη σε ομάδες ήταν γρηγορότερη από την κατάταξη σε μεμονωμένα στοιχεία. Όταν, από την άλλη μεριά, τα μεμονωμένα στοιχεία δεν σχημάτιζαν «καλά» σύνολα Gestalt, η κατάταξη σε μεμονωμένα στοιχεία ήταν εύκολη και η κατάταξη σε ομάδες ήταν ιδιαίτερα δύσκολη.

Η παραπάνω μαρτυρία δείχνει ότι διάφοροι συνδυασμοί των χαρακτηριστικών συμβόλων των χαρτών μπορούν να οδηγήσουν σε ενοποιημένες ή διαχωρίσιμες διαστάσεις συμβόλων, οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να διευκολύνουν τη διαιρεμένη ή την επιλεκτική προσοχή. Ξέροντας τι θα συμβεί στις συγκεκριμένες περιπτώσεις είναι σαφέστατα κρίσιμο για την επιλογή αποτελεσματικού συμβολισμού. Ενοποιημένοι συνδυασμοί θα είναι χρήσιμοι σε χαρτογραφικές εφαρμογές μιας μεταβλητής, που ο στόχος είναι να αυξηθεί η διάκριση και συγχρόνως, να δυναμωθεί η εμφάνιση της τάξης της ποσοτικής πληροφορίας. Ένα παράδειγμα θα μπορούσε να είναι ο συνδυασμός της έντασης του χρώματος και του κορεσμού για επιφανειακά σύμβολα χωροπληθής χάρτη πυκνότητας πληθυσμού. Με το συνδυασμό αυτών των μεταβλητών, ίσως μπορούμε να παράγουμε μια πλατιά διακύμανση (π.χ. από ένα ανοικτό, ακόρεστο μπλε σε ένα σκούρο), εκτείνοντας τον πρακτικό αριθμό των κατηγοριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Πολυμεταβλητά σύμβολα με διαχωρίσιμες διαστάσεις, από την άλλη μεριά, φαίνονται κατάλληλα στην απεικόνιση των πολυδιάστατων

δεδομένων (ποιοτικών ή ποσοτικών) στην οποία ο αναγνώστης θα θέλει να εξαγάγει διάφορους συντελεστές των δεδομένων, ξεχωριστά. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την θερμοκρασία και την βροχόπτωση που αναφέρθηκαν προηγούμενα, ή το χάρτη που δείχνει σχέσεις μεταξύ εδαφών και γεωλογίας. Στην τελευταία περίπτωση, το χρώμα χρησιμοποιήθηκε για τη μια μεταβλητή και το μοτίβο για την άλλη. Το καθένα ήταν, στην πραγματικότητα, ένας συνδυασμός των οπτικών μεταβλητών και κανένα ο συνδυασμός ή η σύνδεση του χρώματος και μοτίβου που εξετάστηκε στην επιλεκτική προσοχή.

Σε απάντηση της έλλειψης γνώσεων που αφορούν το πώς αλληλεπιδρούν οι οπτικές μεταβλητές στα πολυδιάστατα σύμβολα, η Shortridge (1982) προτείνει ένα πρόγραμμα έρευνας για να αξιολογηθεί το αν συγκεκριμένοι συνδυασμοί των οπτικών μεταβλητών συνδέονται με ενοποιημένους, σε αντίθεση με τους διαχωρίσιμους τρόπους. Θεωρεί τη δημιουργία ενός σχήματος βασισμένου στις ιδιότητες των συμβόλων, ένα χρήσιμο στόχο. Ακόμα, παρουσιάζει μια υπόθεση ότι ενοποιημένες σε αντίθεση με τις διαχωρίσιμες συνδέσεις των οπτικών μεταβλητών μπορεί να μην είναι διακριτές κατηγορίες, όπως παρουσιάζεται στις βιβλιογραφικές αναφορές της ψυχολογίας σήμερα, αλλά μπορεί να είναι τα δυο άκρα ενός μέσου. Αυτή η πρόταση επιτρέπει για κάποιο επίπεδο ενοποίησης μεταξύ του μεγέθους και της έντασης, μια σύνδεση που η ίδια χρησιμοποίησε με βαθμωτούς κύκλους, για να επιδείξει τα δυναμικά πλεονεκτήματα μείωσης των μεταβλητών με μια σειρά ποσοτικών χαρτών (αλλά οι ψυχολόγοι ονόμασαν ξεχωριστές). Ο Dobson (1983) δείχνει ότι αυτή η συγκεκριμένη σύνδεση των μεταβλητών (μεγέθους και έντασης) αναβαθμίζει την επεξεργασία χρήσης του μεγέθους από μόνο του. Έκανε τρία πειράματα στα οποία τα υποκείμενα έβλεπαν βαθμωτούς κύκλους και απαντούσαν σε ερωτήσεις που αφορούσαν εντοπισμούς (υπολογισμό του αριθμού των πολιτειών που υπάγονται σε συγκεκριμένη κατηγορία), κατηγοριοποίηση (προσδιορισμό της κατηγορίας για συγκεκριμένη πολιτεία) και συνδυασμένη σύγκριση (προσδιορισμό από δυο πολιτείες, αυτής που έχει μεγαλύτερη τιμή δεδομένων). Μια ομάδα ελέγχου είδαν ένα χάρτη στον οποίο απεικονίζονταν μαύροι κύκλοι κλιμακούμενοι με επιφανειακή κλίμακα και μια άλλη ομάδα είδαν ένα χάρτη των ίδιων δεδομένων, στον οποίον χρησιμοποιήθηκαν η ένταση χρώματος καθώς και το μέγεθος του κύκλου, για να απεικονίσουν τα ίδια δεδομένα (εικόνα 3.37). Οι χρόνοι απάντησης καθώς και η ακρίβεια των απαντήσεων έδειξαν σημαντικά καλλίτερη επεξεργασία για το μέγεθος-ένταση, σε σχέση με το μέγεθος από μόνο του, μια ένδειξη του ότι αυτές οι μεταβλητές είναι τουλάχιστον μερικά ενοποιημένες.



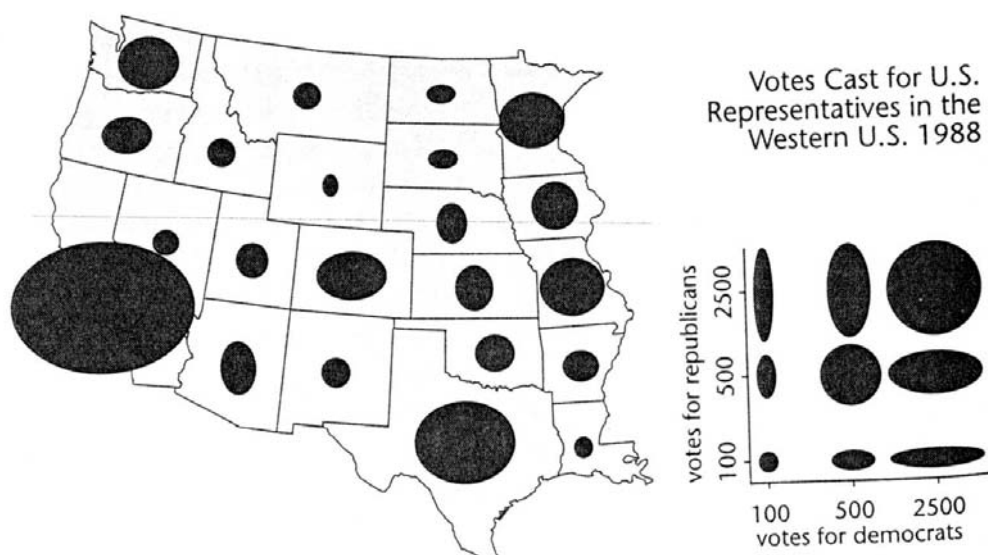
Εικόνα 3.37. Ένα ζεύγος χαρτών του Dobson.

Κάποιοι ψυχολόγοι δουλεύοντας με ενοποιημένες σε αντίθεση με διαχωρίσιμες συνδέσεις, για να μελετήσουν την αντιληπτική ομαδοποίηση, αναγνώρισαν μια τρίτη κατηγορία συνδέσεων που αρμόζει μεταξύ ενοποίησης και διαχωρισμού. Αυτή η ενδιάμεση κατηγορία ονομάζεται «συμψηφισμού». Όταν ενοποιημένες συνδέσεις αναφέρονται σε δυο φυσικές διαστάσεις, που αντιστοιχούν σε ένα μοναδικό αντιληπτικό κώδικα και διαχωρίσιμες συνδέσεις αναφέρονται σε δυο φυσικές διαστάσεις που οδηγούν σε διακριτούς αντιληπτικούς

κώδικες, οι συμψηφισμένες συνδέσεις διατηρούν χωριστούς αντιληπτικούς κώδικες, αλλά επίσης καταγράφουν μια σχεσιακή ή «αναδυόμενη» διάσταση. Και οι ενοποιημένες και οι συνδέσεις συμψηφισμού οδηγούν σε «επεμβάσεις φίλτρων» (επέμβαση του δεύτερου, μη σχετικού χαρακτηριστικού, σε θέματα που απαιτούν προσοχή σε ένα μόνο χαρακτηριστικό) και «ρευστοποίηση αποτελεσματικότητας» (αναβάθμιση, σε θέματα που απαιτείται να ληφθούν υπόψη και τα δυο χαρακτηριστικά σαν ένα σύνολο). Όμως, οι ενοποιημένες διαστάσεις διαφέρουν από αυτές του συμψηφισμού, στο ότι παρουσιάζουν «κέρδος πλεονασμού» (αναβάθμιση στην ταχύτητα εκτέλεσης, σε θέματα στα οποία και τα δυο χαρακτηριστικά προβάλλουν την ίδια πληροφορία).

Βασισμένοι στους ανωτέρω ορισμούς, η σύνδεση μεγέθους-έντασης που έδειξε αναβάθμιση στα πειράματα του Dobson θα μπορούσε να θεωρηθεί ενοποιημένη, αλλά μαρτυρία από τουλάχιστον πέντε ψυχολογικές μελέτες δείχνει ότι, μέγεθος και ένταση είναι τουλάχιστον συμψηφισμού, αν όχι διαχωρίσιμες. Μια διαφορά μεταξύ των ψυχολογικών ερευνών και της έρευνας του Dobson είναι ότι τα υποκείμενα του Dobson εκτέθηκαν σε ερεθίσματα, μιας ως πέντε κατηγοριών, αντί για μιας έως δυο. Μια άλλη διαφορά ήταν ότι τα υποκείμενα του Dobson είχαν να εντοπίσουν μια ονομαζόμενη πολιτεία και το κύκλο της από το χάρτη που περιελάμβανε 11 κύκλους, ενώ τα υποκείμενα στις ψυχολογικές μελέτες έβλεπαν ένα ερέθισμα κάθε φορά. Μια άλλη πιθανότητα, βέβαια, είναι ότι το συνεχές μέσο υπόθεσης της Shortridge είναι σωστό και ότι η σύνδεση μεγέθους –έντασης είναι κάπου μεταξύ των διαχωρίσιμων και των ενοποιημένων άκρων.

Η σύλληψη ενός ενοποιημένου-διαχωρίσιμου μέσου σύνδεσης των συμβόλων βρήκε υποστήριξη στην ψυχολογική βιβλιογραφία. Ιδιαίτερα οι Cheng και Pachella (1984) ισχυρίζονται ότι τα περισσότερα φαινόμενα που έχουν κατηγοριοποιηθεί σαν ενοποιημένα ή διαχωρίσιμα, στην πραγματικότητα παρουσιάζουν «βαθμούς μη διαχωρισμού». Περισσότερη υποστήριξη έρχεται από μια πρόσφατη μελέτη του Carswell και Wickens (1990). Εξέτασαν 13 σύνολα ερεθισμάτων που περιείχαν συνδέσεις. Όλα ήταν από υφιστάμενες γραφικές παραστάσεις. Βρήκαν ότι 2 από τα 13 που χρησιμοποιούσαν κοινές συνδέσεις συμβόλων περιείχαν διαχωρίσιμες μεταβλητές, 2 περιείχαν μεταβλητές συμψηφισμού και άλλες 9 δεν μπορούσαν να ταξινομηθούν. Αντί να ερμηνεύσουν το αποτέλεσμα τους σαν υποστήριξη για το συνεχές μέσο, διέκριναν τρεις κατηγορίες: ενοποίησης, συμψηφισμού και διαχωρισμού.



Εικόνα 3.38. Ένα παράδειγμα χρήσης της έλλειψης σαν χαρτογραφικό σύμβολο στο οποίο ο οριζόντιος άξονας και ο κατακόρυφος απεικονίζουν διαφορετικές (αλλά προφανώς σχετικές) μεταβλητές.

Εκτός από την εξέταση του διαχωρισμού των μεταβαλλόμενων συνδέσεων, οι Carswell και Wickens εξέτασαν το αν οι συνδέσεις είναι *ομογενείς* ή *ετερογενείς* και αν

χρησιμοποιούν ενοποίηση αντικειμένων. Ομογενείς συνδέσεις είναι αυτές στις οποίες η ίδια οπτική μεταβλητή (π.χ. η θέση στο χώρο, όπως στο γράφημα, ή ο προσανατολισμός όπως στο διάγραμμα ανέμων) χρησιμοποιείται και για τις δυο (ή για όλες) τις μεταβλητές. Η ενοποίηση του αντικειμένου είναι η ένωση δυο χαρακτηριστικών σε ένα μοναδικό αντικείμενο (εικόνα 3.38). Ο Garner (1976) ισχυρίζεται ότι η ενοποίηση του αντικειμένου είναι πιο πιθανό να οδηγήσει σε ενοποιημένες ή συνδέσεις συμψηφισμού, παρά δυο διακριτά χωρικά αντικείμενα (π.χ. ζεύγη στηλών σε γράφημα). Ακολουθώντας αυτές τις ιδέες, μπορούμε να περιμένουμε ότι ο χάρτης δυο μεταβλητών του Carr (1992) (NO_3 - SO_2) (που χρησιμοποιεί ομογενείς συνδέσεις και ενοποίηση αντικειμένου) θα έχει αποτέλεσμα συνδέσεις συμψηφισμού, για τις οποίες οι μεμονωμένες ιδιότητες και οι συσχετισμοί τους μπορούν να εξαχθούν από τις κλίσεις των γραμμών, τη συμφωνία των διευθύνσεων (και οι δυο πάνω, και οι δυο κάτω), ή τη μεταξύ τους γωνία (εικόνα 3.39).

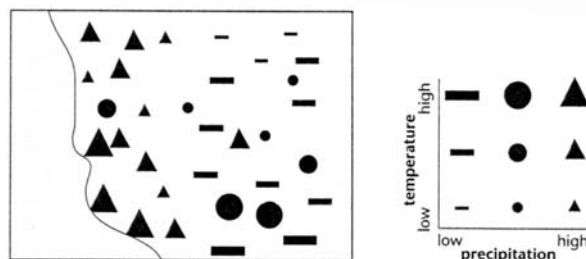


Εικόνα 3.39. Διμεταβλητός χάρτης του NO_3 και SO_4 μεταβολών.

Συσχετικότητα των Γραφικών Μεταβλητών

Η συσχέτιση υπάρχει για μια οπτική μεταβλητή εάν οι διαφοροποιήσεις εντός αυτής της μεταβλητής (ή με τους όρους του Bertin, τα «επίπεδα» των διαστάσεων της) μπορούν να αγνοηθούν, επιτρέποντας στις μονάδες που χρησιμοποιούν αυτήν την οπτική μεταβλητή να σχηματίσουν μian αντιληπτική ομάδα. Ο Bertin δείχνει τη διαφορά μεταξύ συσχετικών και μη συσχετικών μεταβλητών με ένα χάρτη δυο μεταβλητών, ο οποίος αποτελείται από σημειακά σύμβολα που μεταβάλλονται σε μέγεθος (το οποίο αυτός θεωρεί μη συσχετική μεταβλητή) κατά μήκος ενός άξονα, και σχήμα μαζί με προσανατολισμό (ένα ζευγάρι συσχετικών μεταβλητών) κατά μήκος του άλλου άξονα (εικόνα 3.40). Όπως είναι φανερό εδώ, και για του Bertin την αρχική κάπως πιο πολύπλοκη σύνδεση των τριών μεταβλητών, είναι πιο εύκολο να παρατηρεί κανείς διαφορετικά σχήματα του ίδιου μεγέθους παρά διαφορετικά μεγέθη του ίδιου σχήματος. Ο Bertin ισχυρίζεται ότι διαφορετικά επίπεδα συγκεκριμένων οπτικών μεταβλητών διατηρούν αρκετή ομοιότητα και ότι τα σύμβολα στα οποία εφαρμόζονται αυτά τα διαφορετικά επίπεδα μπορούν να ειπωθούν σαν μια οπτική ομάδα ανεξάρτητα από τη προσέγγισή τους (από το πόσο κοντά βρίσκονται). Ο Bertin

πιστεύει ότι για τις συσχετικές μεταβλητές του, αυτή η ομαδοποίηση θα συμβεί «αυτοστιγμή».



Εικόνα 3.40. Διμεταβλητός χάρτης θερμοκρασίας-βροχόπτωσης που χρησιμοποιεί σημειακά σύμβολα που διαφέρουν σε σχήμα και μέγεθος για να απεικονίσει τις δυο ποσότητες.

Ακριβώς όπως οι ισχυρισμοί του Bertin για την επιλεκτικότητα των οπτικών μεταβλητών σχετίζονται με την ψυχολογική έρευνα για την επιλεκτική προσοχή, οι ισχυρισμοί του που αφορούν τη συσχέτιση συνδέονται με την έρευνα στη διαιρεμένη προσοχή. Στην περίπτωση του Pomerantz για τη μελέτη της διαιρεμένης προσοχής, η διαιρεμένη προσοχή ήταν εύκολη για ζευγάρια σχημάτων που ήταν σε κοντινή προσέγγιση και σχημάτιζαν Gestalt ομάδες. Καθώς, όμως, η απόσταση μεταξύ των στοιχείων μεγάλωνε, η προσοχή στα ζεύγη των χαρακτηριστικών σαν μονάδων γινόταν όλο και πιο δύσκολη (μετά από διαχωρισμό τόξου 2° , ο χρόνος ανταπόκρισης για τη διαιρεμένη προσοχή αύξανε σημαντικά). Αυτή η μαρτυρία έκανε τον ισχυρισμό του Bertin για τη συσχέτιση να μοιάζει απίθανος. Στο τέλος, η συσχέτιση εξαρτάται από τη προσέγγιση, μειώνεται καθώς η προσέγγιση μεταξύ των συμβόλων αυξάνει. Σε αυτό το σημείο δεν υπάρχουν δεδομένα για τη μορφή αυτής της σχέσης (το αν θα είναι γραμμική, γεωμετρική ή βαθμωτή με μια ή περισσότερες αφετηρίες), ούτε ξέρουμε αν η σχέση συσχέτισης-προσέγγισης θα μοιάζει για όλες τις οπτικές μεταβλητές που ο Bertin ισχυρίζεται πως είναι συσχετικές. Η Shortridge (1982) πρότεινε να εξετάσουμε αν η ολοκλήρωση ή ο διαχωρισμός των ζευγών των οπτικών μεταβλητών είναι ένα διακριτό φαινόμενο ή αν παρουσιάζεται καλλίτερα σαν ένα συνεχές μέσο. Ίσως πρέπει να εκτείνουμε αυτήν την υπόθεση σε όλες τις πλευρές των συνδυασμών των οπτικών μεταβλητών και να εξετάσουμε αν οι έννοιες της επιλεκτικότητας και της συσχέτισης του Bertin απεικονίζουν επίσης συνεχή μέσα.

Απαραίτητες (indispensable) Μεταβλητές

Φαίνεται να υπάρχουν διαφορές στην επικράτηση μεταξύ των οπτικών μεταβλητών και των Gestalt αρχών ομαδοποίησης σε διάφορα πλαίσια. Το ότι η θέση, σε χρόνο και χώρο, έχει ένα κυρίαρχο ρόλο στην αντιληπτική οργάνωση είναι η άποψη του Kubovy (1981) για τις «απαραίτητες» μεταβλητές. Και ο Pinker (1990) σε σχέση με την κατανόηση των γραφημάτων και ο Bertin σε σχέση με την κατανόηση του χάρτη επέλεξαν την αγνόηση του χρόνου, τη δεύτερη από τις μεταβλητές του Kubovy. Λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα προσοχή στην προσομοίωση χαρτών και τη δυναμική οπτικοποίηση, όμως, δεν μπορούμε πλέον να το κάνουμε αυτό.

Στα πλαίσια ενός χάρτη, η ανάλυση του Slocum (1983) για την προσέγγιση και την ομοιότητα σαν παράγοντες για την οπτική ομαδοποίηση σε χάρτες βαθμωτών κύκλων υποστηρίζει την άποψη ότι η θέση στο χώρο (με τη μορφή της προσέγγισης) είναι πιο κυρίαρχη μεταβλητή από το μέγεθος (την ομοιότητα). Στη μελέτη του Slocum, στην πραγματικότητα, κύκλοι διαφορετικών μεγεθών ήταν πιο πιθανό να ειδωθούν στην ίδια ομάδα από αυτούς που είχαν ίδιο μέγεθος. Τα υποκείμενά του παρακολούθησαν τις σχετικές θέσεις των κύκλων και αγνόησαν την ομοιότητα του μεγέθους. Στο πλαίσιο των πολυμεταβλητών χαρτών κουκίδων, όμως, οι Rogers και Groop (1981) βρήκαν ότι η

προσέγγιση δεν υπερτερεί της απόχρωσης. Τα υποκείμενά τους ήταν σε θέση να προσδιορίσουν περιοχές μιας μεταβλητής, το ίδιο αποτελεσματικά, σε χάρτη κουκίδων τριών μεταβλητών με διαφορετικά χρώματα κουκίδων για κάθε μια από τις τρεις μεταβλητές, όπως και σε μεμονωμένους χάρτες κουκίδων. Ενώ αυτό το αποτέλεσμα δεν υποστηρίζει κατ' ανάγκην τον ισχυρισμό ότι, η θέση είναι μια απαραίτητη μεταβλητή, δείχνει ότι η ομαδοποίηση με τη σύνδεση της απόχρωσης και της προσέγγισης είναι το ίδιο αποτελεσματική, όπως η ομαδοποίηση με την προσέγγιση από μόνη της.

Οι άνθρωποι εμφανίζονται ικανοί να ξεχωρίσουν την οπτική σκηνή με την έννοια της θέσης X-Ψ (ή το επίπεδο της εικόνας στον αμφιβληστροειδή) και της θέσης Z (ή το βάθος). Έρευνα στην οπτική αναζήτηση αντικειμένων με συνδέσεις δυο ή περισσότερων μεταβλητών, για παράδειγμα, έχει δείξει ότι η αντίληψη μπορεί να ξεχωρίσει μια σκηνή στη βάση των επιπέδων βάθους και θέσης σε αυτά τα επίπεδα. Οι Nakayama και Silverman (1986) παρουσίασαν σε υποκείμενα σκηνές στις οποίες χρησιμοποιούσαν στέρεο διαχωρισμό για να παράγουν ένα κοντινό και ένα μακρινό οπτικό επίπεδο τα οποία περιείχαν χρωματιστά αντικείμενα. Στο πείραμά τους, όλα τα αντικείμενα, που δεν ήταν στόχοι σε κάθε επίπεδο, ήταν μονοχρωματικά (π.χ. τα κοντινά = κόκκινα και τα μακριά = μπλε). Οι στόχοι ήταν τα αντίθετα χρώματα από το επίπεδο του βάθους στο οποίο ανήκαν. Τα υποκείμενα ρωτήθηκαν να τοποθετήσουν τον έγχρωμο στόχο και οι χρόνοι των απαντήσεών τους μετρήθηκαν για σκηνές που είχαν διάφορες πυκνότητες αντικειμένων, μη στόχων. Η πυκνότητα της σκηνής δεν επηρέασε τους χρόνους αναζήτησης, δείχνοντας ότι το ψάξιμο ολοκληρώθηκε παράλληλα (π.χ. όλοι οι δυναμικοί στόχοι παρατηρήθηκαν συγχρόνως). Αφού το πίσω επίπεδο που δεν περιείχε ένα στόχο είχε αντικείμενα του ίδιου χρώματος με το στόχο, αυτό το αποτέλεσμα σημαίνει ότι τα υποκείμενα ήταν ικανά να κατευθύνουν την προσοχή τους σε μια θέση στο Z και να αγνοήσουν τα δυναμικά αποσπώντα αντικείμενα σε μια άλλη θέση στο Z.

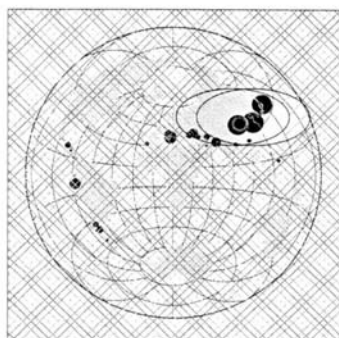
Ξεκινώντας από αυτά τα αποτελέσματα για θέση στο 3-διάστατο χώρο, μπορούμε να προγνώσουμε ότι η θέση στο χώρο-χρόνο θα είναι εύκολα διακριτή (και πιο αναγνωρίσιμη) από τη θέση στο στατικό χώρο ή το μη χωρικό χρόνο. Αυτό αποκτά νόημα στα επίπεδα εξέλιξης. Η ικανότητά μας να παρατηρούμε τα κινούμενα αντικείμενα μπορεί να θεωρηθεί ως ικανότητα να επικεντρώνουμε την προσοχή μας σε θέση στο χώρο-χρόνο. Εάν η θέση ενός αντικειμένου αλλάζει με το χρόνο, είναι πολύ δύσκολο να αποφύγουμε να την παρακολουθήσουμε. Αυτό το «γεγονός» είναι η βάση των αρχών των Gestalt της κοινής πορείας, που ο Wertheimer ισχυριζόταν ότι ήταν συχνά κυρίαρχη στην ομαδοποίηση με την προσέγγιση. Οι Humphreys και Bruce (1989) θέτουν έναν αριθμό σχετικών εργασιών, στις οποίες εξετάζονται διάφορες συνδέσεις οπτικών μεταβλητών που σχετίζονται με θέσεις και άλλων οι οποίες δεν σχετίζονται με θέσεις. Είναι φανερό από αυτές τις μελέτες ότι, οι οπτικές σκηνές μπορούν να απομονωθούν με διαχωρισμό και σε βάθος και σε κίνηση (δια μέσου του χώρου στο χρόνο) και αυτές οι πλευρές της θέσης είναι κυρίαρχες πάνω στις, μη αναφερόμενες στη θέση, μεταβλητές όπως το χρώμα, η μορφή, ο προσανατολισμός, ή το σχήμα. Και η κίνηση και ο διασπορά στο βάθος φαίνεται επίσης να κυριαρχούν της θέσης στο επίπεδο, σαν ένας παράγοντας στη διαμόρφωση αντιληπτικών ομάδων. Ένα σημείο προσοχής στη συζήτηση για το ότι η διασπορά στο βάθος είναι πιο διακρινόμενη από τις διαφορές στο χρώμα, την υφή και την ομοιότητα, είναι το φυσικό καμουφλάζ των ζώων και το τεχνικό καμουφλάζ του στρατιωτικού εξοπλισμού, που και τα δυο φαίνεται να είναι αποτελεσματικά στην απόκρυψη, ανεξάρτητα από την παρουσία του βάθους λόγω της δυοσκοπικής παράλλαξης – μέχρι να συμβεί η κίνηση.

Που Παρατηρούμε

Σε σχέση με την οπτική προσοχή, λάβαμε υπόψη τι παρακολουθούν οι άνθρωποι όταν κοιτάζουν μια θέση σε ένα χάρτη (ή σκηνή του χώρου). Σε αυτήν την ενότητα, θα δούμε τους διάφορους παράγοντες που προσδιορίζουν το που κοιτάζουμε (το που συγκεντρώνεται το βλέμμα μας) όταν βλέπουμε ένα χάρτη. Εξετάζονται δυο θέματα, η θέση εντός της οπτικής σκηνής και η κλίμακα προσοχής.

Η θέση

Η προσοχή σε αντικείμενα της οπτικής σκηνής έχει παρομοιασθεί με ένα *σημειακό φως* που φωτίζει μια μικρή περιοχή και την κάνει να ξεχωρίζει οπτικά από το περιβάλλον της (εικόνα 3.41). Αυτό το σημειακό φως μπορεί να κατευθυνθεί μακριά από το σημείο συγκέντρωσης των οφθαλμών, σε αντικείμενα ή γεγονότα στην περιφερειακή όραση (χωρίς να αλλάζει το σημείο της συγκέντρωσης). Είναι, επομένως, κάπως ανεξάρτητο των κινήσεων των ματιών. Στην πραγματικότητα, είναι πολύ πιθανόν, η ικανότητα προσοχής του σημειακού φωτός (ή της θέσης) χωρίς κίνηση των ματιών, να προσδιορίζει το σημείο που θα γίνει η επόμενη συγκέντρωση των ματιών.



Εικόνα 3.41. Η προσοχή ως *σημειακό φως* καθώς ο θεατής σαρώνει έναν χάρτη. Κάθε έλλειψη αναπαριστά την περιοχή έμφασης από το κάθε μάτι.

Η αντιμετώπιση της προσοχής σαν ένα σημειακό φως με ένα επίκεντρο, ένα περιθώριο και πλαίσιο μπορεί να αποδοθεί στον William James στα 1890, αλλά έχει κερδίσει δημοτικότητα που οφείλεται σε πρόσφατες μελέτες του χρόνου αντίδρασης που δείχνουν ότι, ο χρόνος αντίδρασης μειώνεται για εμφάνιση ερεθισμάτων σε αναμενόμενες θέσεις, εξ αιτίας μιας αιχμής, και αυξάνονται για εμφάνιση ερεθισμάτων σε θέσεις μακριά από θέσεις αιχμής. Οι Tsal και Lavie (1988) έχουν επίσης δείξει ότι όταν ζητήθηκε από υποκείμενα έρευνας να τοποθετήσουν στόχους (γράμματα) ενός δεδομένου χρώματος ή σχήματος, ήταν πιο πιθανόν να θυμηθούν κοντινά στο στόχο γράμματα, παρά γράμματα του ίδιου χρώματος ή σχήματος που δεν ήταν δίπλα στο στόχο. Ισχυρίζονται ότι αυτά που βρήκαν «δυναμώνουν και εξελίσσουν την άποψη ότι η προσοχή λειτουργεί σαν σημειακό φως».

Φαίνεται ότι είμαστε ικανοί να περιορίσουμε την εστίαση του σημειακού φωτός στην περιοχή του βόθριου παρά στην περιφερειακή όραση. Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι η εστίαση της προσοχής μπορεί να ξεκινά με ένα πλατύ άνοιγμα (αλλά χαμηλή ανάλυση) και σταδιακά αλλάζει σε μια πιο μεγάλη εστίαση, υψηλότερης ανάλυσης. Σαν συνέπεια, η αναλογία ενός ζουμ του φακού έχει προσφερθεί σαν μια απόδειξη της αναλογίας του αρχικού σημειακού φωτός. Αυτή η πολυδιάστατη ιδιότητα της προσοχής, με την προφανή της τάση να ξεκινά με μια πλατιά ματιά, αντιστοιχεί σε μια ένδειξη για την κυριαρχία της σφαιρικής σε αντίθεση με την τοπική επεξεργασία των οπτικών σκηνών και τον ισχυρισμό του Marr ότι το 3-διαστάσεων μοντέλο αναπαραστάσεων είναι ιεραρχικό, κάνοντας δυνατή την αναγνώριση των μελών μιας κατηγορίας πριν την αναγνώριση των μεμονωμένων.

Χαρτογραφικά, ένα σημείο κλειδί για τον τρόπο που δουλεύει η προσοχή είναι το ότι εάν οι αρχικές ματιές περιλαμβάνουν ένα μεγάλο τμήμα του χάρτη, θα είναι ικανές να επεξεργαστούν μόνο έντονα χαρακτηριστικά. Αυτή η επεξεργασία τότε θα οδηγήσει στον περιορισμό της προσοχής σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και αντικείμενα για να εξετάσει λεπτομέρειες. Ειδικά στα πλαίσια της οπτικοποίησης, επομένως, το γραφικό σχέδιο επιδρά πάνω στην αρχική σφαιρική πλατιά θέαση του χάρτη και μπορεί να υπαγορεύσει ποιες συγκεκριμένες λεπτομέρειες θα ειπωθούν. Επίσης, στις περιπτώσεις ταξιδιωτικών και γενικών χαρτών, η ευκολία με την οποία μπορούν να βρεθούν με τη σάρωση όλου του χάρτη τα σημειακά χαρακτηριστικά, η ονοματολογία και άλλα μικρά στοιχεία του χάρτη, είναι πιθανόν να ελέγχεται σε μεγάλο βαθμό όχι από την διακριτικότητα των ξεχωριστών

χαρακτηριστικών των συμβόλων ή του κειμένου, αλλά από το υψηλότερο επίπεδο εμφάνισης των συμβόλων και των λέξεων σαν σύνολο και από την όλη δομή του χάρτη, που μπορεί να επηρεάσει την προσοχή και επομένως να την κατευθύνει (Phillips and Noyes, 1977).

Υπάρχει ένδειξη ότι η προσοχή μπορεί να οδηγηθεί σε αντικείμενα όπως και σε θέσεις. Ο Dunkan (1984) για παράδειγμα, έδειξε ότι υποκείμενα μπορούσαν πιο εύκολα να παρακολουθήσουν δυο ιδιότητες ενός αντικειμένου (μήκος ορθογωνίου μαζί με τη θέση ενός χάσματος του ορθογωνίου, ή τύπος γραμμής και ο προσανατολισμός της), παρά στοιχεία δυο διαφορετικών αντικειμένων (μήκος ενός ορθογωνίου και προσανατολισμός γραμμής). Στο πείραμά του, τα αντικείμενα ήταν επικαλυπτόμενα, επομένως η θέση ήταν η ίδια. Το ότι μπορούμε να προσέξουμε τις ιδιότητες των αντικειμένων όταν η θέση περιορίζεται στη περιοχή του βόθριου, όμως, δεν υποτιμά το ρόλο της προσοχής. Όπως ήδη αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2, όταν μας εμφανίζονται πιο πολλά από ένα αντικείμενα, σε πιο πολλές από μια θέσεις, είμαστε πιο ικανοί να παρακολουθήσουμε μια συγκεκριμένη θέση (και όλα τα αντικείμενα σε αυτήν τη θέση) από μια κατηγορία αντικειμένων, ανεξάρτητα της θέσης τους. Για να παρατηρήσουμε ένα αντικείμενο, πρέπει πρώτα να παρατηρήσουμε τη θέση του. Μόνον τότε τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου αρχίζουν να γίνονται αρκετά καθαρά για να οδηγήσουν την προσοχή μας σε αυτά.

Κλίμακα

Από τα προηγούμενα, προκύπτει ότι η οπτική προσοχή μπορεί να ξεκινήσει από μια μεγάλη έκταση αλλά σχετικά μικρή ανάλυση, και τότε, βασισμένη σε σημεία αιχμής που αποκτώνται από αυτήν την αρχική ματιά, να οδηγηθεί σε μιαν άλλη θέση ή εστίαση σε συγκεκριμένη περιοχή ή αντικείμενο. Οι Humphreys και Bruce (1989) πιστεύουν ότι η συνολική χωρική δομή είναι πιθανά διαθέσιμη πιο γρήγορα από ότι είναι η δομή των τοπικών λεπτομερειών. Οι Humphreys και Quinlan (1987) θεωρούν ότι η αναγνώριση και του μοτίβου και του αντικειμένου μπορούν να στηριχτούν σε περιγραφές διαθέσιμες από σχετικά χαμηλές χωρικές συχνότητες-τις σφαιρικές ιδότητες-επειδή τα μοτίβα σε αυτήν τη συχνότητα είναι πιο σταθερά στο χρόνο.

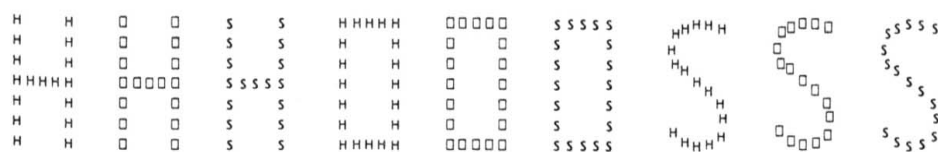
Νευροφυσιολογικές μαρτυρίες συμπληρώνουν την άποψη των πολλαπλών κλιμάκων οπτικής επεξεργασίας. Ο Wilson κ. ά. (1990) έκαναν πειράματα με γάτες και πιθήκους τα οποία δείχνουν ότι «σε κάθε στάδιο της οπτικής πορείας, τα κύτταρα με πεδία υποδοχής στο ίδιο τμήμα του οπτικού πεδίου μπορούν να αντιδράσουν σε διαφορετικές τιμές της χωρικής συχνότητας.» Ακόμα, αυτοί πιστεύουν ότι «η επιλεκτικότητα της χωρικής συχνότητας γίνεται προοδευτικά πιο στενή μετακινώντας το σύστημα από τα γαγγλιακά κύτταρα του αμφιβληστροειδή στα LGN κύτταρα στα απλά cortical κύτταρα.»

Η ιδέα της προσοχής σε πολλαπλές κλίμακες είναι στενά συνδεδεμένη με την έρευνα που αναφέρεται στη σφαιρική-τοπική προτεραιότητα-ανεξάρτητα του αν γίνονται αντιληπτά πιο εύκολα οι σφαιρικές ολιστικές ιδιότητες ή τα τοπικά συστατικά ή τμήματα (Watt, 1988). Οι μελέτες για τη διαιρεμένη προσοχή του Pomerantz προσφέρουν μια μαρτυρία για τις σφαιρικές δομές που παίρνουν προτεραιότητα από τις μεμονωμένες ιδιότητες. Όπως παρατηρήθηκε πριν, τα αποτελέσματά του δείχνουν ότι στα θέματα κατηγοριοποίησης, γίνεται επεξεργασία συγκεκριμένων διατάξεων των τμημάτων, πιο γρήγορα σαν μια μονάδα (ένα σύνολο) από ότι σαν μεμονωμένα τμήματα. Αυτά τα αποτελέσματα φαίνεται να υποστηρίζουν τη σφαιρική προτεραιότητα για «καλές» ομάδες Gestalt και την τοπική προτεραιότητα για «φτωχές» ομάδες. Τα πειράματα, όμως, εστιάζουν μόνο στο θέμα της σφαιρικής σε αντίθεση με την τοπική επεξεργασία των μικρών αντιληπτικών μονάδων που παρακολουθούνται εύκολα, επειδή εμφανίζονται στη περιοχή του βοθρίου, ακριβώς εκεί που αναμένονται. Το ενδιαφέρον τους, επομένως, δεν είναι χωρικό αλλά αντικειμενοστραφές και η έρευνά τους έχει λίγα πράγματα να πει για το σχετικό χωρικό σκοπό της προσοχής και το πως αυτή ελέγχεται.

Εξετάζοντας έναν χάρτη, ένας ρόλος της οπτικής προσοχής είναι να προσδιορίσει το που θα κοιτάξουμε. Επειδή η προσοχή μπορεί να κατευθυνθεί σε διάφορες θέσεις σε διάφορες κλίμακες, το θέμα του αν η αντίληψη συνήθως αρχίζει με μια σφαιρική χωρικά ή τοπική χωρικά προοπτική γίνεται σημαντικό. Οι πιο πολλές μελέτες της σφαιρικής – τοπικής

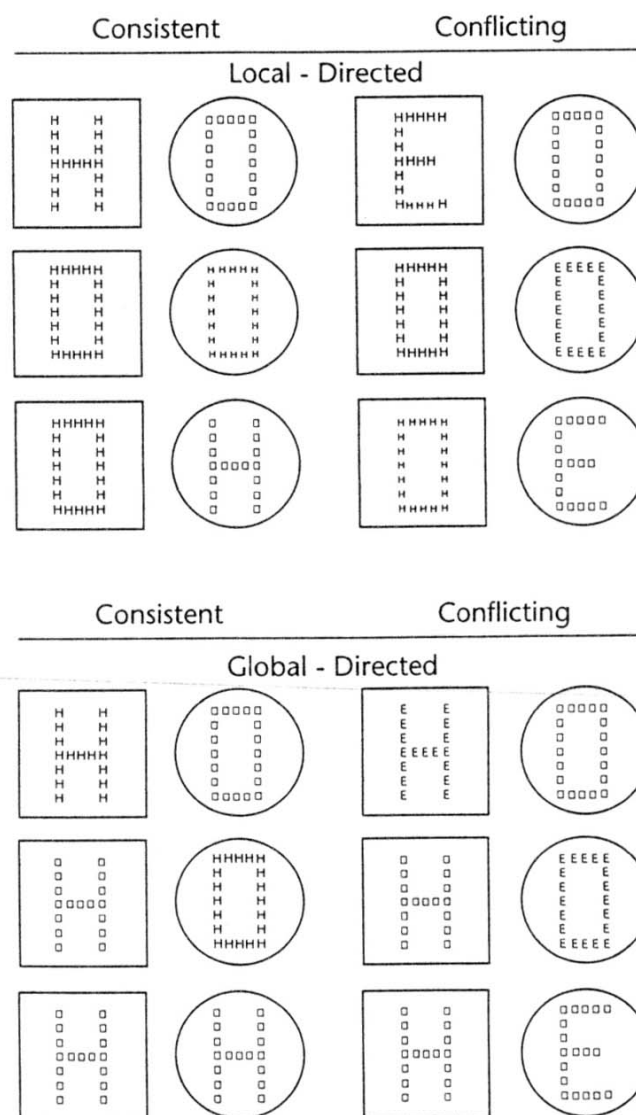
προτεραιότητας φαίνεται ότι απλά δέχονται την αναλογία του περιπλανώμενου ζουμ του φακού για την οπτική προσοχή και εστιάζουν στην ερώτηση για την κλίμακα του χαρακτηριστικού που παρατηρείται πιο εύκολα αρχικά.

Σε μια σήμερα κλασσική μελέτη που έχει σηματοδοτήσει την σύγχρονη έρευνα ο Navon (1977) ερευνήσε τη θεώρηση ότι «οι αντίληπτικές επεξεργασίες οργανώνονται προσωρινά έτσι ώστε να καθοδηγούν, από τη σφαιρική δομή στην κατεύθυνση περισσότερης και περισσότερης λεπτού κόκκου ανάλυσης (τοπικής δομής).» Τα πειραματικά του ερεθίσματα (σύνθετα γράμματα), επιλέχτηκαν έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ανεξάρτητη διαχείριση των σφαιρικών και τοπικών συνιστωσών (εικόνα 3.42). Τα ερεθίσματα αποτελούνταν από μικρά γράμματα οργανωμένα σε διατάξεις έτσι ώστε να σχηματίζουν μεγάλα γράμματα με τα μικρά και τα σύνθετα γράμματα να είναι είτε τα ίδια είτε διαφορετικά. Τα υποκείμενα ρωτήθηκαν να προσδιορίσουν ή τα τοπικά ερεθίσματα (μικρά γράμματα) ή τα σφαιρικά ερεθίσματα (μεγάλα γράμματα) και μετρήθηκε η ταχύτητα με την οποία μπορούσαν να το κάνουν. Αυτό που βρήκε ο Navon ήταν ότι ο προσδιορισμός των σφαιρικών χαρακτηριστικών ήταν πιο γρήγορος από τον προσδιορισμό των τοπικών χαρακτηριστικών, και ότι υπήρχαν συγχύσεις μεταξύ τοπικών και σφαιρικών γραμμάτων στον προσδιορισμό των τοπικών γραμμάτων, αλλά όχι στον προσδιορισμό των σφαιρικών γραμμάτων. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων του Navon ήταν ότι οι σφαιρικές επεξεργασίες πρέπει αναγκαστικά να προηγούνται των τοπικών. Αυτό που δεν είναι ξεκάθαρο από αυτήν την έρευνα είναι το αν ο προσδιορισμός των σφαιρικών ερεθισμάτων απαιτεί μια προηγούμενη ομαδοποίηση (τοπικών ερεθισμάτων ως τώρα μη προσδιορισμένων).



Εικόνα 3.42. Ένα παράδειγμα σύνθετων γραμμάτων που χρησιμοποιήθηκαν σε ψυχολογικές μελέτες για τη διερεύνηση της σφαιρικής-τοπικής προτεραιότητας.

Σχετική έρευνα από τους Paquet και Merikle (1988) έχει λάβει υπόψη καταστάσεις στις οποίες η οπτική σκηνή αποτελείται από περισσότερα από ένα σύνολα στοιχείων. Και αυτοί χρησιμοποίησαν σύνθετα γράμματα σαν ερεθίσματα, αλλά παρουσίασαν στα υποκείμενα ζεύγη από αυτά παρά ένα μοναδικό σύνολο (εικόνα 3.43). Τα υποκείμενα ζητήθηκε να παρατηρήσουν το ένα από τα ζεύγη (προσδιορισμένο από ένα κύκλο ή τετράγωνο) και, όπως και στου Navon τη μελέτη, να προσδιορίσουν ή το τοπικό ή το σφαιρικό γράμμα. Τα αποτελέσματά τους δείχνουν ότι τα σφαιρικά γράμματα προσδιορίστηκαν γρηγορότερα και ότι ο σφαιρικός χαρακτήρας της παρατηρούμενης μορφής ήταν δυσκολότερος να αγνοηθεί από τον τοπικό χαρακτήρα. Πέρα από αυτήν τη διαβεβαίωση, όμως, αυτοί βρήκαν ότι και ο σφαιρικός και ο τοπικός χαρακτήρας των μη παρατηρούμενων ερεθισμάτων μπορούσε να επηρεάσει την ταχύτητα προσδιορισμού, με τα τοπικά χαρακτηριστικά να έχουν μια επιρροή εάν ζητιόταν ο τοπικός προσδιορισμός και τα σφαιρικά χαρακτηριστικά να έχουν μια επιρροή εάν ζητιόταν ο σφαιρικός προσδιορισμός. Ακόμα, βρήκαν ότι «ήταν αδύνατο για τους παρατηρητές να αγνοήσουν την κατηγορία του σφαιρικού χαρακτήρα του μη προσεγμένου αντικειμένου.» Αυτό το τελευταίο φαίνεται να προσθέτει ακόμα περισσότερη υποστήριξη στην ιδέα ότι ο χώρος είναι μια απαραίτητη μεταβλητή-επειδή εμείς προσδοκούμε να συσχετίσουμε χαρακτηριστικά το ένα κοντά στο άλλο.



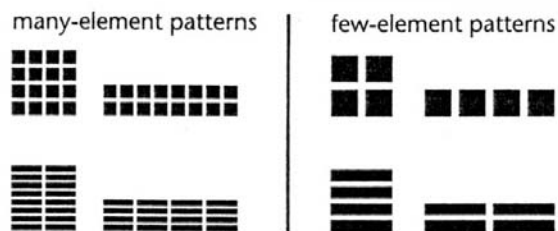
Εικόνα 3.43. Δείγμα ερεθίσματος σύνθετων γραμμάτων.

Εάν είναι σωστή η αναλογία ζουμ-φακός και οπτική προσοχή και η ιδέα ότι η προσοχή μεταβάλλεται σε οξύτητα από το κέντρο εστίασης στα περιθώρια, μπορούμε να προσδοκούμε επεκτάσεις και διαφοροποιήσεις στις αρχικές ιδέες του Navon για τη σφαιρική-τοπική προτεραιότητα. Πρώτα, αφού είναι καθαρό ότι οι άνθρωποι μπορούν να παρατηρούν τοπικές λεπτομέρειες όταν κατευθύνονται σε αυτές, μπορούμε να προσδοκούμε ότι η σφαιρική προτεραιότητα θα είναι πιο δυνατή όταν δεν είμαστε ήδη προετοιμασμένοι να περιμένουμε κάποιο τοπικό χαρακτηριστικό. Δεύτερο, η σφαιρική προτεραιότητα μπορεί να αναμένεται να είναι πιο δυνατή στην περιφέρεια της προσοχής όπου η ανάλυση της προσοχής και της όρασης δεν είναι επαρκής για να λύσει τοπικές λεπτομέρειες. Τρίτον, πρέπει να περιμένουμε να βρούμε όρια στην κλίμακα των σφαιρικών στοιχείων που παρατηρούνται γρήγορα-εάν είναι τόσο μεγάλα, τα στοιχεία θα είναι κάτω από τα όρια του ζουμ του φακού και εάν είναι πολύ μικρά, θα είναι τοπικές λεπτομέρειες.

Όλες οι ανωτέρω πιθανότητες έχουν προκύψει από εμπειρικές έρευνες. Σε ένα πείραμα που χρησιμοποιήθηκαν σαν ερεθίσματα σύνθετα γράμματα παρόμοια με του Navon, ο Pomeratz (1983) ασχολήθηκε με το πρώτο θέμα. Τα μισά από τα υποκείμενά του έπρεπε να αντιδράσουν είτε στο σφαιρικό ή στο τοπικό γράμμα όταν εμφανιζόταν στην οθόνη σε τυχαίες θέσεις. Για τα υπόλοιπα υποκείμενα, η παρουσίαση ήταν πάντα στο κέντρο της

οθόνης. Και για τις δυο βέβαιες και αβέβαιες θέσεις, τα σφαιρικά γράμματα ήταν ευκολότερο να αναγνωρισθούν από τα τοπικά, αλλά η διαφορά ήταν μεγαλύτερη για τις αβέβαιες από ότι για τις βέβαιες θέσεις. Σε ένα σχετικό παράδειγμα, οι Lamb και Robertson (1988) είχαν υποκείμενα συγκεντρωμένα στο κέντρο της οθόνης πριν την παρουσίαση ενός σύνθετου γράμματος. Η παρουσίαση μπορούσε να είναι κεντρική ή σε οποιαδήποτε πλευρά από το κέντρο. Βρήκαν ότι η ταχύτητα σφαιρικού-προσδιορισμού ήταν μέγιστη στην περιφερειακή παρουσίαση.

Το ότι το μέγεθος των αντιληπτικών μονάδων έχει μια επίδραση στην σφαιρική-τοπική προτεραιότητα υποστηρίζεται σε διάφορες μελέτες. Σε μια έρευνα που δημιουργήθηκαν σύνθετα ερεθίσματα από γεωμετρικά σχήματα παρά από γράμματα, ο Kimchi (1988) βρήκε ότι ο αριθμός των τοπικών στοιχείων που αποτελούσαν το σφαιρικό σχήμα επιδρούσε στην δύναμη της σφαιρικής προτεραιότητας (εικόνα 3.44). Ειδικότερα, όταν ο αριθμός των στοιχείων ήταν μικρός, επομένως έκαναν μικρή τη σφαιρική εικόνα, η σφαιρική επεξεργασία ήταν γρηγορότερη, ανεξάρτητα του αν συμφωνούσαν τα τοπικά και τα σφαιρικά σχήματα. Με μεγαλύτερα σφαιρικά ερεθίσματα, που συνέθεταν πιο πολλά τοπικά στοιχεία, η σφαιρική επεξεργασία ήταν γρηγορότερη σε περιπτώσεις που δεν υπήρχε ασυμφωνία, αλλά όχι σε περιπτώσεις που τα σχήματα συμφωνούσαν. Πιο άμεση μαρτυρία για το ότι το μέγεθος της σφαιρικής εικόνας πρέπει να είναι μέσα σε κάποια όρια για να τύχει προτεραιότητας στην προσοχή, μπορεί να βρεθεί στην έρευνα των Kinchla και Wolfe (1979) με ερεθίσματα σύνθετα γράμματα και έρευνα των Antes και Mann (1984) με εικονογραφικά. Για τα σύνθετα γράμματα, βρήκαν ότι οι σύνθετες εικόνες μεγαλύτερες από 8° οπτικής γωνίας (περίπου το μέγεθος των ΗΠΑ σε χάρτη της Β. Αμερικής μιας σελίδας) είχαν σαν αποτέλεσμα μια αντιστροφή της προσοχής σε τοπικές προτεραιότητες αντί για τις σφαιρικές. Οι Antes και Mann βρήκαν ότι η σφαιρική προτεραιότητα συνέβαινε για εικόνες 4°, η τοπική συνέβαινε για εικόνες μεγαλύτερες από 16° και καμιά από τις δυο δεν συνέβαινε στις 8°.



Εικόνα 3.44. Μη αλφαριθμητικά σύνθετα σύμβολα που χρησιμοποιούνται σε πειράματα για σφαιρική σε αντίθεση με τοπική προτεραιότητα.

Ένα ενδιαφέρον στοιχείο των Antes και Mann είναι ότι η εικόνα ερέθισμα περιέχει σφαιρικές-τοπικές εξαρτήσεις (σε σημασιολογικό επίπεδο) που δεν υπάρχουν στο ερέθισμα του σύνθετου γράμματος. Ο προσδιορισμός της σφαιρικής σκηνής στις εικόνες μπορεί να εξαρτάται (εν μέρει) από τον προσδιορισμό των τοπικών λεπτομερειών (π.χ. μια από τις εικόνες τους είναι μια σκηνή φάρμας που είναι δύσκολο να διακριθεί από άλλα τοπία, εκτός και αν αναγνωρισθεί μια τοπική λεπτομέρεια). Εκτός από αυτήν την αλληλεξάρτηση, τα αποτελέσματα που αφορούν την επίδραση της κλίμακας στη σφαιρική-τοπική προτεραιότητα είναι σύμφωνα με αυτά που το ερέθισμα ήταν το σύνθετο γράμμα, για το οποίο τα τοπικά και σφαιρικά επίπεδα είναι ανεξάρτητα. Αυτή η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων προτείνει ότι η σφαιρική -τοπική προτεραιότητα επηρεάζει την επεξεργασία των αναπαραστάσεων σε πολλαπλά επίπεδα επεξεργασίας (π.χ. το χαμηλό επίπεδο του πρωταρχικού σκίτσου και το 3-διαστάσεων μοντέλο αναπαραστάσης όπου μπορεί να γίνει η αναγνώριση).

Η περισσότερη σφαιρική-τοπική έρευνα στην ψυχολογία, όπως πρακτικά όλη η χαρτογραφική έρευνα, έχει κατεύθυνση στις στατικές οθόνες. Υπάρχει, όμως, μαρτυρία για

επεξεργασία σφαιρική-τοπική σε χρονικές όπως και χωρικές διαστάσεις. Η έρευνα σε χρονικό πλαίσιο μπορεί να θεωρηθεί μια επέκταση της αρχής της ομαδοποίησης των Gestalt των «αντικειμενικών συνόλων» (που οι άνθρωποι τείνουν προς μια σταθερότητα σε αντιληπτική ομαδοποίηση με το χρόνο). Αντικείμενα που ομαδοποιούνται μια στιγμή παραμένουν ομαδοποιημένα, ακόμα και όταν αλλαγές στην προσέγγιση προκαλούν μη ύπαρξη ομάδων ή ύπαρξη άλλων ομάδων σε μια στατική σκηνή. Ο Palmer (1975) εξέτασε μια όμοια ιδέα σε σχέση με την επίδραση του χρονικού πλαισίου στον προσδιορισμό των αντικειμένων. Υπέθεσε ότι οι σφαιρικές σκηνές σε χρονική συνέχεια θα μπορούσαν να επηρεάσουν τον προσδιορισμό των τοπικών λεπτομερειών που παρουσιάζονταν σε υποσύνολα σκηνών. Ο Palmer βρήκε ότι «κατάλληλες» προηγούμενες σκηνές διευκόλυναν την αναγνώριση αντικειμένων και «ακατάλληλες» προηγούμενες σκηνές (π.χ. μια κουζίνα προηγούμενη της αναπαράστασης ενός ταχυδρομείου) εμπόδιζε την αναγνώριση. Όταν το προηγούμενο αντικείμενο ήταν όμοιο σε εμφάνιση με ένα πιο λογικά μέρος της σκηνής (π.χ. μια φέτα ψωμί) ήταν πιθανός ο λανθασμένος προσδιορισμός.

Σε αυτό το σημείο, μπορούμε μόνον να υποθέσουμε τις συνέπειες της σφαιρικής-τοπικής έρευνας στην κατανόηση του χάρτη. Δεν υπάρχει χαρτογραφική έρευνα έως σήμερα που να είναι επέκταση αυτών των μελετών. Όπως λέει ο Mistrick (1990), όμως, αποτελέσματα έρευνας της σφαιρικής-τοπικής επεξεργασίας υποστηρίζουν την άποψη ότι η εξαγωγή των εννοιών από τις οπτικές σκηνές χρησιμοποιεί ιεραρχικές δομές της πληροφορίας σε πολλαπλές χωρικές κλίμακες. Αυτή η άποψη αντιστοιχεί αρκετά καλά στο Magg και τον Nishihara (1978) που αναφέρουν ότι τα πρωταρχικά σκίτσα προκύπτουν από τη διάταξη του αμφιβληστροειδή και στην έρευνα που κατευθύνεται σε υψηλότερα επίπεδα επεξεργασίας που δείχνει ιεραρχικές δομές για καταγραφή στη μνήμη των χωρικών γνώσεων. Τα θέματα της σφαιρικής-τοπικής προτεραιότητας μπορεί να έχουν ιδιαίτερη σχέση με τη διερεύνηση της οπτικοποίησης στους χάρτες-μια κατάσταση στην οποία ένας αναλυτής δεν είναι εντελώς σίγουρος τι μοτίβα να περιμένει και μια κατάσταση για την οποία η δυναμική διαχείριση των κλιμάκων απεικόνισης θα είναι ένα σημαντικό τμήμα της ανάλυσης.

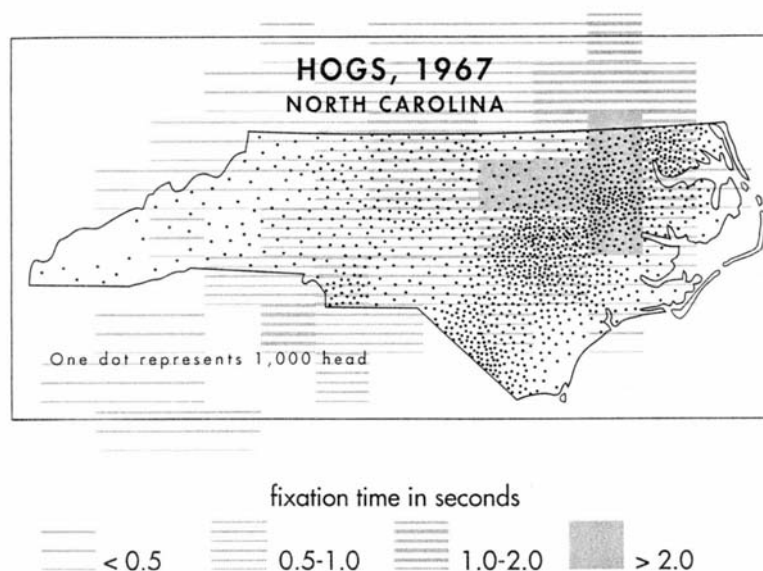
Σαρώνοντας την οπτική σκηνή

Και το τι παρατηρείται και η κλίμακα αυτής της παρατήρησης αλληλεπιδρούν με τη διαδικασία της οπτικής εξερεύνησης ενός χάρτη ή άλλης γραφικής οθόνης. Είναι ολοφάνερο ότι και οι δυο σφαιρικές θεάσεις και η περιφερειακή προσοχή λειτουργούν για να οδηγήσουν τις κινήσεις των ματιών προς τις σημαντικές πληροφορίες μιας οπτικής σκηνής και μακριά από μη ενδιαφέρουσα πληροφορία. Από το 1970, οι χαρτογράφοι ερεύνησαν την χρήση της καταγραφής των κινήσεων των ματιών σαν ένα εργαλείο για την κατανόηση της οπτικής-γνωσιακής διαδικασίας κατά τη διαδικασία ανάγνωσης του χάρτη και της επίδρασής της στο χαρτογραφικό σχέδιο (Steinke, 1987). Ακόμα περισσότερο οι χαρτογράφοι έχουν μελετήσει μια ποικιλία προβλημάτων οπτικού ψαξίματος στους χάρτες σε μια προσπάθεια να προσδιορίσουν πώς να διευκολύνουν το ψάξιμο ειδικού είδους χαρακτηριστικών. Αρκετή από την προγενέστερη δουλειά των χαρτογράφων και για το οπτικό ψάξιμο και για την ανάλυση των κινήσεων των ματιών έπασχε από έλλειψη θεωρητικής προοπτικής. Όπως σημειώνει ο Steinke (1987) σε σχέση με την έρευνα της κίνησης των ματιών, οι πρώτες έρευνες φαίνεται ότι ξεκινούσαν από μια προσέγγιση του είδους, «ας δούμε τι συμβαίνει όταν βάλουμε έναν χάρτη μπροστά σε κάποιον και φωτογραφήσουμε τα μάτια του». Μόνον πρόσφατα η χαρτογραφική έρευνα που ασχολείται με την οπτική σάρωση χαρτών άρχισε να χτίζει μια θεωρητική βάση που στηρίζεται στην αντιληπτική-γνωσιακή θεωρία. Κοιτάζοντας πίσω από την προοπτική της επεξεργασίας της πληροφορίας, όμως, μπορούμε να προσδιορίσουμε κάποιους συνδέσμους μεταξύ της πρώτης χαρτογραφικής έρευνας στις κινήσεις των ματιών και των προοπτικών, που αναφέρθηκαν παραπάνω, στην όραση, σαν ένα μηχανικό σύστημα για επεξεργασία αυξανόμενα μεταφρασμένων αναπαράστάσεων.

Και το μοντέλο της όρασης του Magg και οι αρχές του Gestalt καταλήγουν στο ότι οι ακμές είναι σημαντικά στοιχεία των οπτικών σκηνών και η επεξεργασία τους γίνεται στην πρώτη όραση. Από έρευνες με ιατρικές εικόνες αλλά και με τοπία, προκύπτει η κοινή τάση για προσοχή σε πλευρές, ανεξάρτητα της υψηλής ατομικής σάρωσης. Στη μελέτη των Gratzner

και McDowell (1971), ακμές που ορίζονταν από τον ορίζοντα, ακτογραμμές και όρια καλλιεργείων, όλα τράβηξαν ιδιαίτερα την προσοχή. Δεν τραβούν την προσοχή στον αμφιβληστροειδή, όμως, όλες οι ακμές. Για παράδειγμα, οι Mackworth και Morandi (1967), βρήκαν ότι απλές καμπύλες παρατηρούνται από την περιφερειακή όραση και αγνοούνται από την κεντρική. Φαίνεται ότι τραβούν την προσοχή της κεντρικής όρασης απρόβλεπτες ακμές, ή ακμές με ασυνήθιστες λεπτομέρειες.

Αν και οι χαρτογράφοι που χρησιμοποιούν τις τεχνικές κίνησης των ματιών είναι καλά πληροφορημένοι για την ψυχολογική έρευνα που δείχνει την προσοχή στις ακμές, καμιά χαρτογραφική έρευνα δεν έχει γίνει που να βασίζεται σε αυτές τις διαπιστώσεις. Στους χάρτες, οι τεχνικές κίνησης των ματιών μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να προσδιορισθεί η σχετική «ορθότητα» των καμπύλων, που προκύπτουν από τις διαφορετικές μεθόδους δημιουργίας αντίθεσης μεταξύ των περιοχών του χάρτη. Εναλλακτικά, η ανάλυση των κινήσεων των ματιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των τεχνικών που αποβλέπουν στην διευκόλυνση του προσδιορισμού των περιοχών του χάρτη. Αν και ο Jenks (1973) βρήκε μικρή ομοιότητα στις τροχιές σάρωσης των θεατών όταν έβλεπαν ένα χάρτη κουκίδων, βρήκε ομοιότητες στη σχετική προσοχή που δόθηκε στα διάφορα σημεία του χάρτη. Όμως, δεν εξέτασε τον αριθμό των συγκεντρώσεων σε σχέση με τις ακμές των περιοχών που περιγράφηκαν από τα υποκείμενά του. Σε ένα παράδειγμα που εξετάζει τον αριθμό των συγκεντρώσεων στα μοναδιαία τμήματα του χάρτη, καταλήγει ότι δόθηκε περισσότερη προσοχή στις ακμές των περιοχών με κουκίδες παρά στην καρδιά αυτών των περιοχών (εικόνα 3.45). Ο Dobson (1979^α) επίσης βρήκε αντιστοιχία στη σχετική προσοχή των υποκειμένων της έρευνας στα διαφορετικά τμήματα του ίδιου χάρτη. Εξετάζοντας τα δεδομένα του, βρήκε μια υψηλή συσχέτιση μεταξύ της «πληροφορικότητας» του τμήματος του χάρτη και της οπτικής προσοχής σε αυτές τις θέσεις. Και του Jenks και του Dobson τα αποτελέσματα καταλήγουν στο ότι, οι αναλύσεις των κινήσεων των ματιών μπορεί να εφαρμοσθούν στην αξιολόγηση της διακριτότητας των περιοχών σε θεματικούς χάρτες. Η μέτρηση της προσοχής σε ζώνες μεταβατικές γύρω από ή μεταξύ περιοχών μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της δύναμης των ακμών των περιοχών.



Εικόνα 3.45. Ένας χάρτης προσοχής στις θέσεις σε ένα χάρτη κουκίδων.

Ένα κοινό χαρακτηριστικό της πρώιμης χαρτογραφικής έρευνας, που αναλύει την κίνηση των ματιών, ήταν ότι παρατηρούσαν την προσοχή του υποκειμένου στους χάρτες χωρίς να υπάρχουν προσδιορισμένοι ερευνητικοί στόχοι. Οι Castner και Eastman (1985) σημειώνουν ότι θα έπρεπε να περιμένουμε την εφαρμογή αρκετά διαφορετικών αντιληπτικών

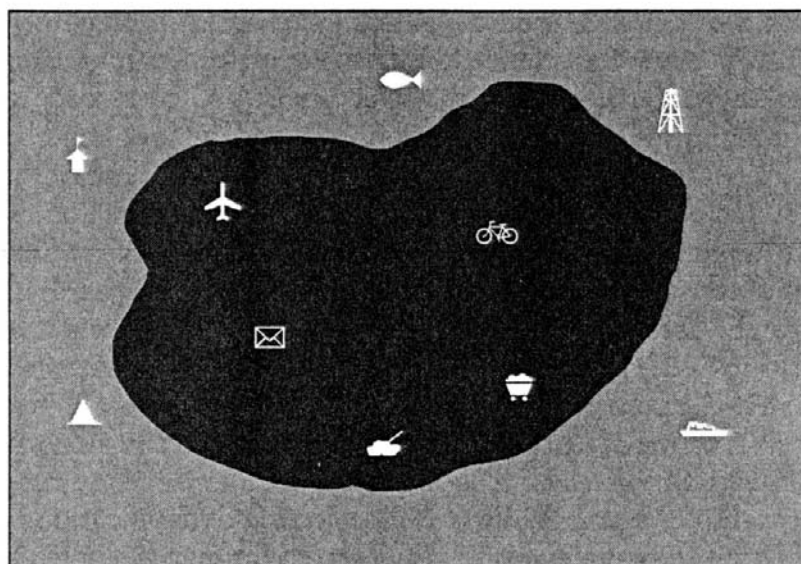
και γνωσιακών διαδικασιών σε αυτήν την κατάσταση, την οποία ονόμασαν «στιγμιαία ματιά» και στη «θέαση συγκεκριμένου-στόχου». Με την στιγμιαία ματιά, η θέση της προσοχής θα επηρεαστεί κυρίως από τις ιδιότητες των μεμονωμένων συμβόλων του χάρτη, τις Gestalt ιδιότητες των ομάδων των συμβόλων και τις συνήθειες ή προσδοκίες του αναγνώστη για το ερέθισμα και τις συνθήκες του πειράματος. Επομένως, για αυτού του είδους τη θέαση (πιθανά τυπική της πρώιμης εξερευνητικής οπτικοποίησης), οι αλλαγές του σχεδίου είναι πιθανά ιδιαίτερα σημαντικές. Από την άλλη μεριά, οι Castner και Eastman πιστεύουν ότι για τη θέαση συγκεκριμένου-στόχου, θα επιδράσουν γνωσιακές διαδικασίες με μεγαλύτερο έλεγχο στην κίνηση των ματιών και της προσοχής. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η ανάλυση της κίνησης των ματιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διακριθούν οι διαφορετικές στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων (ή εφαρμογή διαφορετικών σχημάτων). Πρόσφατη μαρτυρία από το Morita (1991), όμως, δείχνει ότι ενώ η θέαση συγκεκριμένου-στόχου μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη ομοιότητα τις παραμέτρους κίνησης των ματιών από την στιγμιαία ματιά, οι διαφοροποιήσεις του σχεδίου μπορεί ακόμα να παίζουν ένα σημαντικό ρόλο. Ο ίδιος βρήκε πολύ διακριτές διαφορές στα μοτίβα του οπτικού ψαξίματος σε σχηματικούς χάρτες, στους οποίους η αριθμητική πληροφορία συμβολιζόταν με εφτά διαφορετικές γραφικές μεταβλητές. (εικόνα 2.14).

Η περισσότερη χαρτογραφική έρευνα που χρησιμοποιεί ανάλυση της κίνησης των ματιών επικεντρώνεται σε ερωτήσεις για το που κατευθύνεται η βόθρια όραση. Η ίδια τεχνική μπορεί επίσης να δώσει πληροφορίες σχετικές με το θέμα της σφαιρικής-τοπικής προτεραιότητας. Ένα ερευνητικό πρόγραμμα του Guyot 1971 (αναφορά στον Steinke, 1987) δίνει ένα παράδειγμα. Αυτός ενδιαφερόταν για τον τρόπο σύγκρισης των μοτίβων των χαρτών. Σε ένα πείραμα στο οποίο τα υποκείμενα ρωτήθηκαν να επιλέξουν έναν από δυο χάρτες που να μοιάζει περισσότερο με έναν τρίτο, οι καταγραφές των κινήσεων των ματιών χρησιμοποιήθηκαν για να μετρήσουν, ποιος από τους δυο χάρτες παρατηρήθηκε πρώτος, καθώς και ποιος δέχτηκε τις πιο πολλές και μεγαλύτερες σε διάρκεια συγκεντρώσεις. Το αποτέλεσμα, ότι ο πρώτος χάρτης που κοιτάχτηκε, επιλέχτηκε γενικά σαν ο πιο όμοιος με τον τρίτο, μας λέει ότι η περιφερειακή όραση παίζει ένα ρόλο κλειδί στη σύγκριση των μοτίβων για αυτούς τους χάρτες. Αυτό με τη σειρά του μας λέει ότι η σφαιρική επεξεργασία των μοτίβων του χάρτη είναι αρκετά υψηλής στάθμης και ότι κατευθύνει τις κινήσεις των ματιών, τουλάχιστον σε μια κατάσταση θέασης συγκεκριμένου στόχου.

Οι πρόσφατες χρήσεις της ανάλυσης της κίνησης των ματιών στη χαρτογραφία έχουν επικεντρώσει στη θέαση συγκεκριμένου στόχου. Αυτή η επικέντρωση οφείλεται, εν μέρει, στην απουσία συνεπών αποτελεσμάτων από τα παλιά πειράματα «στιγμιαίας ματιάς» και από την επιθυμία να αποκτηθούν συγκεκριμένοι στόχοι εφαρμογής. Στη χρήση του χάρτη ο στόχος, ο οποίος επηρεάζεται από την κίνηση των ματιών, είναι το οπτικό ψάξιμο. Ο Phillips και συνεργάτες του στο Τμήμα Ψυχολογίας του UCL (με δεδομένα των χαρτογράφων Bickmore and DeLucia) ήταν από τους πρώτους που χρησιμοποίησαν τεχνικές κίνησης των ματιών για να εξετάσουν τις στρατηγικές του οπτικού ψαξίματος στις πληροφορίες στους χάρτες. Επικέντρωσαν στην επιρροή του σχεδίου του χάρτη στο ψάξιμο και έδωσαν ειδική προσοχή στο πρόβλημα του ψαξίματος σε χάρτες, για ονόματα (Phillips and Noyes, 1977). Πρότειναν τη μείωση είτε του αριθμού των συγκεντρώσεων είτε τη διάρκεια της κάθε συγκεντρώσης για την επιτάχυνση του ψαξίματος των ονομάτων και ότι η μείωση του αριθμού των συγκεντρώσεων θα είναι πιο αποτελεσματική. Προτάθηκαν τρεις διαδικασίες χαρτογραφικού σχεδίου για να μειώσουν τον αριθμό των συγκεντρώσεων: γενίκευση που μείωνε το συνολικό αριθμό των ονομάτων στο χάρτη, κατηγοριοποίηση και οπτική κωδικοποίηση των ονομάτων έτσι ώστε να πρέπει να παρατηρηθεί μόνον ένα υποσύνολο και χρήση ενός κανάβου στο χάρτη που θα μπορούσε να κατευθύνει την προσοχή σε ένα περιορισμένο τμήμα του χάρτη. Οι διαδικασίες αυτές μείωσαν τους χρόνους του ψαξίματος, αλλά οι τρεις τεχνικές που μείωσαν τον αριθμό των ονομάτων θεωρήθηκαν (όπως προβλεπόταν) πιο αποτελεσματικές. Από αυτές, η χρησιμοποίηση μικρών κανάβων είχε την πιο δραματική επίδραση.

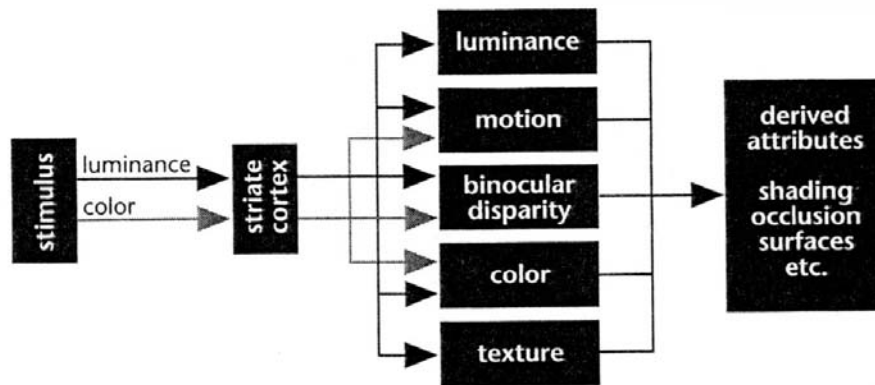
Η ανάλυση της κίνησης των ματιών δεν έχει αποδειχθεί τόσο δυνατό εργαλείο για τη χαρτογραφική έρευνα όσο παρουσιαζόταν αρχικά από τον Jenks και άλλους (Steinke, 1987). Αυτή η περιορισμένη επιτυχία οφείλεται σε θέματα και πρακτικά και εννοιολογικά. Από

πρακτική σκοπιά, η ανάλυση της κίνησης των ματιών είναι δύσκολη και πολυδάπανη. Εννοιολογικά, μειονεκτεί επειδή δεν υπάρχει απλός τρόπος να προσδιοριστεί, αν μια θέση συγκέντρωσης είναι επίσης και προσοχής. Για αυτά τα προβλήματα, η ερώτηση της οπτικής σάρωσης (ειδικά του οπτικού ψαξίματος) έχει ερευνηθεί με άλλους τρόπους. Οι δυο πιο κοινά χρησιμοποιούμενες μετρήσεις στα πειράματα του οπτικού ψαξίματος (εκτός από την ανάλυση της κίνησης των ματιών) είναι η ακρίβεια και η ταχύτητα με την οποία αναγνωρίζονται στόχοι. Η ακρίβεια αξιολογείται από τον αριθμό των σωστών αναγνωρίσεων συγκρινόμενο με τον αριθμό των μη αναγνωρίσεων ή των λάθος αναγνωρίσεων.



Εικόνα 3.46. Ένα χάρτης από τα πειράματα του Lloyd.

Στη μόνη χαρτογραφική μελέτη που λαμβάνει υπόψη το ρόλο του πρώτου πλάνου-φόντου, στο οπτικό ψάξιμο, ο Lloyd (1988) σύγκρινε αντιληπτικές και διαδικασίες επεξεργασίας εικόνας, οι οποίες υπεισέρχονται στον προσδιορισμό της παρουσίας ή της απουσίας των εικονογραφικών σημειακών συμβόλων σε έναν απλό χάρτη σαν σκηνή (εικόνα 3.46). Η σκηνή είχε ένα κεντρικό πράσινο τμήμα περικυκλωμένο από μια μπλε περιοχή και κίτρινα σύμβολα ήταν σκορπισμένα σχετικά κανονικά, πάνω στην επιφάνεια του χάρτη. Το κεντρικό πράσινο τμήμα (πιθανόν εξαιτίας, 1) του ότι βρισκόταν στο κέντρο, 2) του περιβάλλοντος και 3) του λίγο μικρότερου μεγέθους του) αναμενόταν να είναι ένα πρώτο πλάνο, στο μπλε φόντο. Τα υποκείμενα της έρευνας στην κατάσταση της αντίληψης έπρεπε να προσδιορίσουν το αν ή όχι δυο διαφορετικά σύμβολα εμφανίζονταν και τα δυο στη σκηνή. Τα σύμβολα ήταν ή και τα δυο απόντα, και τα δυο στο πρώτο πλάνο, και τα δυο στο φόντο, ή ένα στο πρώτο πλάνο και ένα στο φόντο. Ο Lloyd πρόβλεψε ότι όταν και τα δυο σύμβολα ήταν στο πρώτο πλάνο θα βρίσκονταν πιο γρήγορα, επειδή το πρώτο πλάνο αναμενόταν να τραβήξει την αρχική προσοχή του θεατή. Όταν τα σύμβολα ήταν στο φόντο, περίμενε τα αντίθετα αποτελέσματα και όταν ήταν το ένα σύμβολο στο φόντο και το άλλο στο πρώτο πλάνο περίμενε ενδιάμεσα αποτελέσματα. Αν και οι μέσοι χρόνοι απάντησης έδειξαν αυτήν τη σειρά, οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές. Η εξήγηση που δόθηκε και που μπορούσε να προβλεφθεί από τις αρχές του Gestalt είναι ότι τα κίτρινα σημειακά σύμβολα (εξαιτίας του σχετικά μικρού τους μεγέθους και της μεγαλύτερης αντίθεσης που είχαν και με τις δυο επιφάνειες, σε σχέση με την αντίθεση που είχαν οι επιφάνειες μεταξύ τους) ήταν τα κυρίαρχα πρώτα πλάνα και επομένως για τα πιο πολλά υποκείμενα και η πράσινη και η μπλε περιοχή ήταν φόντο.



Εικόνα 3.47. Το μοντέλο των πέντε διαδρομών επεξεργασίας της οπτικής σκηνής της Treisman.

Η Treisman (1990) πρότεινε ένα μοντέλο στο οποίο πέντε ανεξάρτητες οπτικές διαδρομές—φωτισμός, κίνηση, δυοσκοπικός διαχωρισμός, χρώμα, και υφή, (εικόνα 3.47)-επεξεργάζονταν διαφορετικές ιδιότητες της οπτικής σκηνής. Αυτό το μοντέλο υποστηρίζεται εν μέρει από νευροφυσιολογικές ανακαλύψεις που δείχνουν ξεχωριστές διαδρομές χρώματος-μορφής και κίνησης και νευροψυχολογικές ενδείξεις από ασθενείς με πρόβλημα στον εγκέφαλο, που δείχνουν την φωτεινότητα να λειτουργεί χωριστά από το χρώμα ή την κίνηση. Πειράματα, που χρησιμοποιούν στόχους οπτικού ψαξίματος και τον προσδιορισμό του σχήματος από καμπύλες, έχουν καταλήξει στις χωριστές διαδρομές για το χρώμα, το φωτισμό και την κίνηση και δείχνουν πως πρέπει ακόμα και η αρχική όραση να επεξεργάζεται την υφή και το δυοσκοπικό διαχωρισμό χωριστά. Κάθε μια από αυτές τις διαδρομές φαίνεται ικανή να κωδικοποιήσει την πληροφορία για το μέγεθος και τον προσανατολισμό που με τη σειρά τους μπορεί να λειτουργήσουν σαν πρωτόγονα σχήματα.

Το μοντέλο οδήγησε στη θεωρία ολοκλήρωσης της εικόνας (feature integration theory FIT) της Treisman (1988), που θέτει μια σειρά «χαρτών χαρακτηριστικών» με ένα σύνολο για κάθε διαδρομή συν ένα για το μέγεθος και ένα για τον προσανατολισμό. Κάθε σύνολο των χαρτών χαρακτηριστικών αποτελείται από μεμονωμένα επίπεδα (ανάλογα της δομής των ΣΓΠ) για την καταγραφή πιθανών διαφοροποιήσεων κατά μήκος των συγκεκριμένων διαστάσεων (π.χ. κόκκινου, κίτρινου και μπλε χρώματος χάρτες ή χάρτες προσανατολισμού για διάφορες γωνίες). Εάν το μοντέλο της Treisman είναι σωστό, μπορεί να εξηγήσει για ποιο λόγο κάποιοι στόχοι οπτικού ψαξίματος μπορούν να γίνουν παράλληλα ενώ άλλοι απαιτούν σειριακή διαδικασία. Εάν ένας στόχος διαφέρει από τα άλλα στοιχεία της σκηνής ως προς μια διάσταση ή ένα χαρακτηριστικό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια παράλληλη ολιστική διαδικασία. Όμως, όταν το ψάξιμο γίνεται για ένα συνδυασμένο στόχο που μπορεί να έχει κάποιες κοινές ιδιότητες με μη στόχους, ο εντοπισμός των δυναμικών στόχων πρέπει να βασίζεται στη σύνδεση ξεχωριστών χαρτών χαρακτηριστικών, πριν προσδιοριστεί το αν ισχύει η σύνδεση. Αυτή η βασισμένη στη θέση διασύνδεση μπορεί να γίνει μόνο σειριακά.

Πρόσφατα, οι Cave και Wolfe (1990) πρότειναν μια παραλλαγή του μοντέλου FIT της Treisman που μοιάζει σχετική με το οπτικό ψάξιμο στους χάρτες. Όπως αρχικά επινοήθηκε, το μοντέλο FIT προβλέπει ότι εάν ένας στόχος (όπως ένα σύμβολο χάρτη) διαφέρει από όλα τα άλλα ως προς ένα χαρακτηριστικό, θα ανιχνευθεί από παράλληλες διαδικασίες. Εάν, από την άλλη μεριά, ο στόχος ορίζεται από συνδυασμό χαρακτηριστικών, το μοντέλο FIT προβλέπει ότι, οι παράλληλες διαδικασίες δεν παίζουν κανένα ρόλο και ότι η σειριακή επεξεργασία του κάθε μεμονωμένου στοιχείου θα οδηγήσει στην εύρεση του στόχου. Η θεωρία του «καθοδηγούμενου ψαξίματος», των Cave και Wolfe, υποστηρίζει ότι χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό και οι παράλληλες και οι σειριακές διαδικασίες για όλους τους στόχους του οπτικού ψαξίματος. Προτείνουν ότι μια παράλληλη γρήγορη (π.χ. ολιστική) διαδικασία προσδιορίζει τα βασικά οπτικά χαρακτηριστικά που υπάρχουν (ακριβώς όπως ο Guyot το 1971) βρήκε ότι οι σφαιρικές επεξεργασίες του χάρτη στην περιφερειακή όραση μπορούν να προσδιορίσουν την ομοιότητα των χαρτών). Αυτό το πρώτο στάδιο ακολουθείται

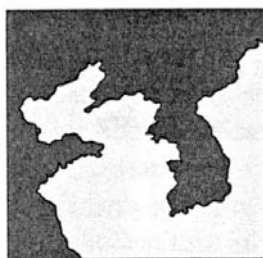
από ένα πιο αργό σειριακό στάδιο που συνδυάζει τα χαρακτηριστικά που έχουν ανιχνευθεί για να παράγει αναπαραστάσεις των αντικειμένων. Με τα σύνθετα σύμβολα στους χάρτες, τότε, μπορούμε να προβλέψουμε ότι θα λάβει χώρα μια παράλληλη διαδικασία ψαξίματος για να περιορίσει το στάδιο του σειριακού ψαξίματος των στοιχείων που έχουν κοινή μια από τις μεταβλητές σύνθεσης. Το καθοδηγούμενο ψάξιμο, τότε, θεωρείται ότι χρησιμοποιεί παράλληλη διαδικασία για να οδηγήσει το ψάξιμο με τον προσδιορισμό της πιθανότητας ενός χαρακτηριστικού να είναι στόχος και επιτρέποντας την όραση να παραβλέπει αυτά τα χαρακτηριστικά που έχουν μικρή πιθανότητα να είναι στόχοι.

Το οπτικό ψάξιμο παραμένει μερικά κατανοητό. Για παράδειγμα, οι Cheal και Lyon (1992) ισχυρίζονται ότι ούτε το μοντέλο του Treisman ούτε το καθοδηγούμενο ψάξιμο, ούτε η θεωρία της ομοιότητας (Duncan and Humphreys, 1987) μπορούν να διαχειριστούν όλες τις πλευρές του τρόπου που οι παράλληλες και σειριακές διαδικασίες μπορούν να αλληλεπιδρούν στο ψάξιμο ακόμα και απλών σχετικά σχημάτων. Μια άλλη εναλλακτική για συνδυασμό του παράλληλου και του σειριακού ψαξίματος προτάθηκε από τον Treisman (1985). Εάν μια οπτική σκηνή μπορεί να υποδιαιρεθεί σε περιοχές (όπως συχνά γίνεται στους χάρτες) μέσα στις οποίες ένας σύνθετος στόχος διαφέρει από τους μη στόχους, κατά ένα μόνο χαρακτηριστικό, το ψάξιμο μπορεί να είναι παράλληλο μέσα σε κάθε περιοχή, ενώ παραμένει σειριακό, από περιοχή σε περιοχή. Το πλεονέκτημα του τεμαχισμού των περιοχών υποστηρίζεται από το διάγραμμα του χάρτη του Phillips.

Πρώτο πλάνο-Φόντο

Η συνδυασμένη πληροφορία που αφορά την αντιληπτική ομαδοποίηση, την οπτική προσοχή και τη σφαιρική-τοπική επεξεργασία των οπτικών σκηνών δίνει μια γερή βάση για την κατανόηση της έννοιας *πρώτου πλάνου-φόντου*. Ο διαχωρισμός του πρώτου πλάνου από το φόντο προϋποθέτει ότι η αντίληψη οργανώνει τα οπτικά εισερχόμενα με συνέπεια, ώστε, τα στοιχεία αυτών των εισερχομένων να ομαδοποιούνται και να τραβούν την προσοχή. Στο περιβάλλον, όπως και στους χάρτες, χρειάζεται να γίνονται διαχωρισμοί μεταξύ σημαντικών και μη σημαντικών στοιχείων μιας σκηνής, σε ένα μάλλον ολιστικό επίπεδο, έτσι ώστε να μπορούν να οδηγήσουν την περισσότερη προσοχή σε συγκεκριμένες λεπτομέρειες, πρώτα πλάνα, που τραβούν την προσοχή μας διαχωρίζονται από το φόντο τους και συχνά εμφανίζονται να είναι μπροστά από αυτό το φόντο. Ο Hochberg (1980) αθροίζει τη γενική έννοια του πρώτου πλάνου-φόντου και περιγράφει την ασάφειά της σαν έννοιας, όταν λει οτι «το πρώτο πλάνο είναι σαν πράγμα και σχηματοποιείται, το φόντο είναι περισσότερο σαν κενός χώρος, άμορφος και ασχημάτιστος».

Τα πρώτα πλάνα ορίζονται από την καμπύλη τους ή το όριο μεταξύ αντικειμένου και μη αντικειμένου. Η καμπύλη λειτουργεί σε ένα μόνον πεδίο ή στο άλλο, αλλά όχι και στα δυο. Όταν δεν είναι καθαρό σε ποια περιοχή μιας σκηνής ανήκει η καμπύλη, προκύπτει μια μπερδεμένη εικόνα στην οποία πρώτα το ένα τμήμα του πεδίου γίνεται πρώτο πλάνο και μετά το άλλο (εικόνα 3.48). Αυτό το μπερδεμα θέλουν να αποφύγουν οι χαρτογράφοι.



Εικόνα. 3.48. Ένας αμφισβητήσιμος χάρτης στον οποίον τα υποκείμενα ρωτήθηκαν να προσδιορίσουν ποια περιοχή ήταν το πρώτο πλάνο.

Οι πιο πολλοί χαρτογράφοι που εξέτασαν το θέμα διαχωρισμού του πρώτου πλάνου-φόντου στους χάρτες κατέληξαν στην ψυχολογία των Gestalt, ως οδηγό. Αυτό είναι ένα καλό σημείο εκκίνησης, γιατί η ψυχολογία των Gestalt μπορεί να συνεισφέρει πολλά στο θέμα αυτό. Από μόνη της όμως, δεν απαντά σε όλες τις ερωτήσεις των χαρτογράφων. Θα ακολουθήσει μια σύντομη αναφορά των πιο σημαντικών ιδεών των Gestalt που συνδέονται με το θέμα και μετά θα ερευνηθούν οι πιο πρόσφατες ψυχολογικές και χαρτογραφικές έρευνες που προσπάθησαν να επεκτείνουν αυτήν τη βάση.

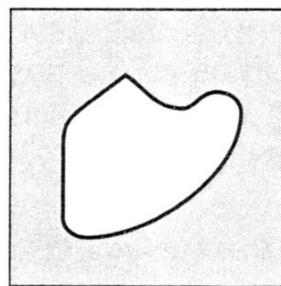
Η αρχική προσέγγιση των ψυχολόγων του Gestalt στο πρώτο πλάνο-φόντο ξεκίνησε από τις αρχές της αντιληπτικής ομαδοποίησης επειδή, το να δεις μια εικόνα, πρέπει να υπάρχει μια αντιληπτική μονάδα και η ομαδοποίηση παράγει αντιληπτικές μονάδες. Όλοι οι παράγοντες ομαδοποίησης έχουν ένα δυναμικό ρόλο στον ορισμό περιοχών μιας οπτικής σκηνής και η σκηνή πρέπει να διαφοριστεί για να εμφανισθούν τα πρώτα πλάνα. Εκκίνοντας τις θεμελιακές αρχές της ομαδοποίησης, έχει προκύψει ένα σύνολο σχετικών αρχών που αναφέρεται στην οπτική δύναμη των αντιληπτικών ομάδων σαν πρώτων πλάνων που ξεχωρίζουν από το φόντο. Κάποιες είχαν προταθεί κατ' ευθείαν από τους ψυχολόγους Gestalt και άλλες προέκυψαν, πιο πρόσφατα, από ερευνητές που ακολούθησαν την ίδια λογική. Οι παράγοντες παρακάτω φαίνεται να είναι οι πιο σχετικοί για τη δημιουργία συμβόλων και περιοχών σαν πρώτων πλάνων στους χάρτες.

1. *Ετερογένεια*: Ένα οπτικό πεδίο πρέπει να διαφοροποιείται για να δημιουργήσει ομάδες πριν ένα τμήμα του πεδίου μπορεί να εξέχει σαν πρώτο πλάνο. Παρόλο που δεν ήταν μια από τις αρχές ομαδοποίησης του Wertheimer, αυτή η ιδέα βρίσκεται στο τέλος της εργασίας του. Οι βασικές αρχές, που προσφέρονται για τη δημιουργία του πρώτου πλάνου, ήταν ότι ένα κλειστό σχήμα, το οποίο έχει μια διαφορά χρώματος με το φόντο του, θα ξεχωρίζει σαν πρώτο πλάνο. Αυτή τη βασική ιδέα επεξεργάστηκαν πολλοί ψυχολόγοι. Μεταξύ τους και ο Koffka (1935) που εισήγαγε την έννοια σύνδεσης σαν αρχής πρώτου πλάνου-φόντου (βλέπε λεπτομέρειες παρακάτω).

2. *Καμπύλη*: Τα αντικείμενα βλέπονται πιο εύκολα σαν πρώτα πλάνα όσο πιο καθορισμένη είναι η ακμή μεταξύ αντικειμένου και μη αντικειμένου. Η δημιουργία της καμπύλης προκύπτει άμεσα από τη δημιουργία της ετερογένειας. Μια διακριτή διαφορά μεταξύ περιοχών δημιουργεί μια ακμή, ένα όριο, ή μια καμπύλη μεταξύ τους. Εάν οι διαφορές οφείλονται σε σχετικά φωτά χααρακτηριστικά, η ακμή θα είναι μάλλον ασαφής και η καμπύλη (και η εμπειρία του πρώτου πλάνου) μπορεί να είναι αδύνατη (εικόνα 3.49). Εάν οι διαφορές όμως, αποτελούνται από λεπτής υφής μοτίβα ή συμπαγή χρώματα, (ή μια διακριτή γραμμή χωρίζει τις περιοχές) η καμπύλη θα είναι πιο δυνατή, όπως και η εμπειρία του πρώτου πλάνου (εικόνα 3.50).



Εικόνα 3.49. Ένα κεντραρισμένο πρώτο πλάνο που χάνεται στο φόντο λόγω αδύνατης περιβάλλουσας γραμμής.



Εικόνα. 3.50. Εδώ η λύση.

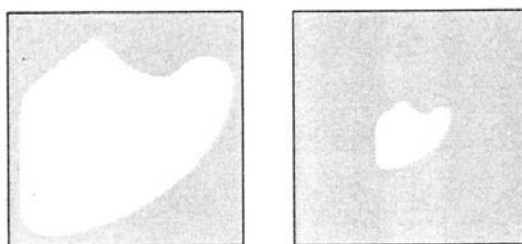
3. *Περιβάλλουσα*: Πλήρως περιβαλλόμενα αντικείμενα τείνουν να φαίνονται σαν μια μονάδα και έτσι σαν πρώτο πλάνο. Είναι αυτός ο λόγος, που ακόμα και με αδύνατη καμπύλη, η άσπρη περιοχή της εικόνας 3.49 φαίνεται σε πρώτο πλάνο. Αυτή η αρχή είναι πιθανά η μόνη πιο χρήσιμη στη δημιουργία διαχωρισμού πρώτου πλάνου-φόντου στους χάρτες. Καθώς ένας αριθμός από συγκρουόμενα πειράματα, κάνουν φανερό ότι είναι δύσκολο να αποφύγεις την αβεβαιότητα για τα πρώτα πλάνα σε σχέση με το φόντο, αν οι σκηνές δεν έχουν περιβάλλουσα εικόνα. Τα κεντρικά τοποθετημένα σχήματα θα συμβάλλουν στη δημιουργία πρώτου πλάνου.

4. *Προσανατολισμός*: Αντικείμενα με οριζόντιο ή κατακόρυφο προσανατολισμό βλέπονται σαν πρώτα πλάνα. Μια περιστροφή των περιοχών σε έναν υποθετικό χάρτη παρουσιάζει αυτό το σημείο (εικόνα 3.51). Είναι πιθανόν ότι αυτή η τάση συνδέεται με τις σχέσεις μεταξύ οπτικών οθονών και οπτικών σκηνών του πραγματικού κόσμου στις οποίες τα πιο πολλά πρώτα πλάνα είναι ορθά ή στοιχισμένα με τον ορίζοντα.



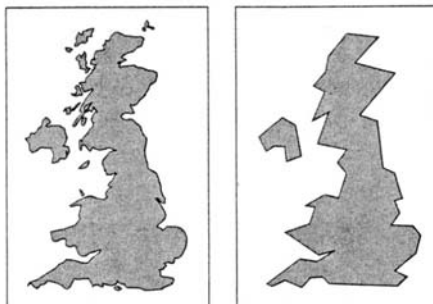
Εικόνα 3.51. Όταν η αντίθεση στην ένταση είναι σχεδόν η ίδια, οι περιοχές του χάρτη που είναι οριζόντιες ή κατακόρυφες βλέπονται πιο εύκολα σαν πρώτο πλάνο, απότι περιοχές που είναι διαγώνιες ως προς το πλαίσιο του χάρτη.

5. *Σχετικό μέγεθος*: Η μικρότερη από δυο περιοχές είναι πιο πιθανόν να ειδωθεί σαν πρώτο πλάνο. Αυτός ο παράγοντας είναι ουσιαστικά ένα αποτέλεσμα του παράγοντα της περιβάλλουσας. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλος όταν μια μεγάλη περιοχή σχεδόν περιβάλλει μια μικρή. Υποθέτοντας ότι το αντικείμενο έχει επαρκές μέγεθος για να ανιχνευθεί εύκολα, όσο μικρότερο σε σχέση με το περιβάλλον του, τόσο περισσότερο θα ειδωθεί σαν πρώτο πλάνο. (εικόνα 3.52).



Εικόνα 3.52. Μικρές περιγεγραμμένες περιοχές στο χάρτη βλέπονται πιο εύκολα σαν πρώτο πλάνο.

6. *Καμπυλότητα*: Η καμπυλότητα θα ειδωθεί σαν πρώτο πλάνο. Ένας σχηματικός χάρτης της Αγγλίας, για παράδειγμα, έχει μεγαλύτερη καμπυλότητα από ένα χάρτη που χρησιμοποιεί μια λεπτομερή αλλά ομαλή οριακή γραμμή (εικ. 3.53).



Εικόνα 3.53. Μια λεπτομερής απόδοση της ακτογραμμής της Μ. Βρετανίας σε σύγκριση με μια σχηματική απόδοση. Η τελευταία έχει μεγαλύτερη καμπυλότητα.

Ετερογένεια

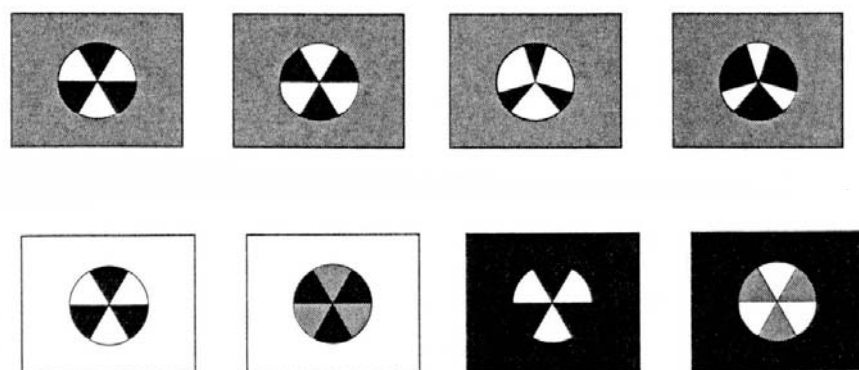
Από τους παράγοντες που θεωρείται ότι οδηγούν στη δημιουργία «καλού» πρώτου πλάνου, ο πρώτος, που του έχει δοθεί η περισσότερη προσοχή, είναι η ετερογένεια. Οι άλλοι παράγοντες θεωρείται πως δρουν συμπληρωματικά με αυτόν. Και οι ψυχολόγοι και οι χαρτογράφοι έχουν ερευνήσει το πώς επηρεάζεται ο διαχωρισμός πρώτου πλάνου-φόντου, από τους διάφορους τρόπους δημιουργίας της ετερογένειας μεταξύ περιοχών. Οι ψυχολόγοι κατ' αρχήν ενδιαφέρονται για τις αντιδράσεις σε πρώτο πλάνο-φόντο που προκαλούν οι διαφορές στη υφή, ένταση, χρονική συχνότητα, κ.ο.κ., σε σχέση με τις οπτικές και γνωσιακές διαδικασίες που χαρακτηρίζουν την αντιληπτική οργάνωση των οπτικών σκηνών. Οι χαρτογράφοι από την άλλη μεριά, ενδιαφέρονται κυρίως για την ανάπτυξη οδηγιών για τη χρήση μοτίβων στους χάρτες, που θα οδηγήσουν σε συνεπή προσδιορισμό των ειδικών τμημάτων του χάρτη, σαν πρώτα πλάνα. Η ψυχολογική έρευνα έχει χρησιμοποιήσει ένα περιορισμένο αριθμό από μοτίβα, περιορίζοντας τον αριθμό των συμπερασμάτων της και οι χαρτογράφοι, ενώ έχουν εξετάσει περισσότερα μοτίβα, δεν έχουν συνδέσει την έρευνά τους με ψυχολογική θεωρία, εκτός από αυτήν των αρχών των Gestalt που αναπτύχθηκε το 1920-1930. Η συζήτηση που ακολουθεί δίνει μια ανακεφαλαίωση κάποιας από τη δουλειά και των δυο επιστημών (με μια έμφαση στο ρόλο της διαφοράς λαμπρότητας) και χρησιμοποιεί ένα πείραμα σαν παράδειγμα του πως πρέπει να ολοκληρώνουμε αυτά τα δυο ερευνητικά ρεύματα, πιο αποτελεσματικά.

Και οι ψυχολόγοι και οι χαρτογράφοι έχουν δώσει ιδιαίτερη προσοχή στο ρόλο της διαφοράς της λαμπρότητας (π.χ. ένταση του χρώματος) στο πρώτο πλάνο-φόντο. Στους χάρτες είναι ιδιαίτερα σημαντικό εργαλείο επειδή όλα τα άλλα μέσα δημιουργίας ετερογένειας μεταξύ επιφανειών (με την εξαίρεση της απόχρωσης του χρώματος) έχουν την τάση να αναμιγνύονται με άλλες πληροφορίες του χάρτη (π.χ. οι διαφορές υφής απαιτούν μια περιοχή να έχει αρκετή υφή για να αναγνωρίζεται σαν υφή- και οι περιοχές με υφή κάνουν την ονοματολογία δύσκολη στην ανάγνωση). Στην ψυχολογία, η προσοχή στην λαμπρότητα σαν παράγοντα πρώτου πλάνου-φόντου ξεκινά από το 1920 από τον Wever.

Σε σχέση με την λαμπρότητα ο Wever (1927) ισχυριζόταν ότι «μια ελάχιστη διαφορά λαμπρότητας είναι αναγκαία για τη διάκριση του πρώτου πλάνου-φόντου. Καθώς η διαφορά της λαμπρότητας αυξάνει η «ποιότητα» της διάκρισης αυξάνει, αν και με ένα σταθερά μειούμενο ρυθμό». Αυτός ο ισχυρισμός βασιζόταν σε έρευνα στην οποία τα υποκείμενα έβλεπαν ακανόνιστες μορφές παρουσιαζόμενες ταχυστοσκοπικά. Στο πείραμά του τα υποκείμενα έβλεπαν 1.060 διαφορετικές μορφές μαύρες σε άσπρο υπόβαθρο με διαφοροποιούμενο φωτισμό, με αποτέλεσμα διαφορές στην αντίθεση μεταξύ της λαμπρότητας των άσπρων και μαύρων περιοχών.

Πολύ από την ψυχολογική έρευνα που ακολούθησε τον Wever χρησιμοποίησε παραλλαγές σε ένα απλό κύκλο πίττα ερέθισμα. Αυτό το ερέθισμα επιτρέπει στους ερευνητές να διαχειρίζονται πειραματικά την πραγματική τιμή των τμημάτων κάθε ερεθίσματος, τον αριθμό των συντελεστών στο ερέθισμα, το σχετικό τους μέγεθος, και το υπόβαθρο στο οποίο

εμφανίζεται το ερέθισμα. Μια από τις πρώτες χρήσεις αυτού του ερεθίσματος ήταν από τον Goldhamer (1934), ο οποίος εξέτασε την επίδραση του σχετικού μεγέθους στην εμφάνιση των άσπρων σε σχέση με τους μαύρους τομείς, σε ένα γκρι περιβάλλον. (εικόνα 3.54). Αυτός έδειξε ότι για ίσου μεγέθους περιοχές, οι μαύρες έτειναν να φαίνονται σαν εικόνες, αλλά όταν το μέγεθος άλλαζε, ήταν το μικρότερο μέγεθος που θεωρείτο εικόνα, ανεξάρτητα από τη λαμπρότητα. Ο Oyama το 1960 χρησιμοποίησε παρόμοια ερεθίσματα αλλά κατέληξε σε συγκρουόμενα αποτελέσματα. Η διαφορά στο πείραμά του ήταν ότι το περιβάλλον ήταν ή μαύρο ή άσπρο, αντί για γκρι. Οι μισοί από τους τομείς ήταν γκρι (με διάφορες σκιές για διαφορετικά ερεθίσματα) και οι μισοί ήταν το αντίθετο του περιβάλλοντος (εικόνα 3.55).



Εικόνα 3.54. (πάνω). Ένα δείγμα των ερεθισμάτων που χρησιμοποίησε ο Goldhamer.

Εικόνα 3.55. (πάνω). Δείγματα των διαφοροποιήσεων στα ερεθίσματα των πειραμάτων του Oyama.

Αυτός βρήκε ότι οι τομείς, που ήταν αντίθετοι σε λαμπρότητα από το περιβάλλον, έτειναν να φαίνονται σαν εικόνες, και ότι αυτή η τάση ήταν πιο δυνατή, όταν οι εναλλακτικοί τομείς ήταν πιο κοντά σε λαμπρότητα με το περιβάλλον. Η περίπτωση, στην οποία το περιβάλλον και ένα σύνολο από τομείς είναι παρόμοια, κατέληξε στην εμφάνιση του άλλου συνόλου των τομέων σαν μικρών σχημάτων σε ένα σχετικά ομογενές φόντο. Το ότι οι τομείς της αντίθετης λαμπρότητας με το περιβάλλον εμφανίζονται σαν πρώτα πλάνα σε αυτήν την περίπτωση, συμφωνεί με τον Goldhamer και με τις αρχές του Gestalt για τις μικρές περιβαλλόμενες περιοχές που βλέπονται σαν πρώτα πλάνα. Όμως, όταν οι εναλλακτικοί τομείς ήταν πιο κοντά μεταξύ τους (σε ένταση χρώματος), από ότι ήταν ο καθένας με το περιβάλλον, οι άσπροι τομείς με το μαύρο περιβάλλον (και οι γκρι εναλλακτικοί τομείς) βλέπονταν σαν πρώτα πλάνα, πιο συχνά από τους μαύρους τομείς με τα άσπρα περιβάλλοντα (και τους γκρι εναλλακτικούς τομείς). Αυτό διαφωνεί με τα ευρήματα του Goldhamer ότι τα μαύρα σχήματα εξέχουν σαν πρώτα πλάνα, όταν το μέγεθος δεν αλλάζει.

Καταληκτικά, μελέτες στη διαφορά λαμπρότητας χρησιμοποιώντας το ερέθισμα της πίττας παρήγαγαν αμφιλεγόμενα αποτελέσματα. Υπήρχε ένα συνεπές εύρημα ότι οι μικρότερες περιοχές φαίνονται σαν πρώτα πλάνα, ανεξάρτητα της λαμπρότητάς και ότι οι οριζόντιες-κατακόρυφες ακμές είναι πιο πιθανό να φαίνονται σαν πρώτα πλάνα από τις διαγώνιες.

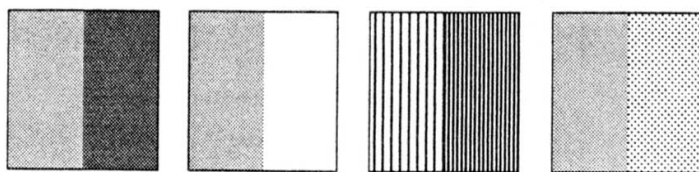


Εικόνα 3.56. Μια τυπική «βάζο-πρόσωπο» αμφισβητούμενη εικόνα.

Η περισσότερη από την υπόλοιπη έρευνα της λαμπρότητας σαν μεταβλητής του πρώτου πλάνου-φόντου έχει κάνει χρήση ερεθισμάτων παρόμοιων με το βάζο-πρόσωπο του Rubin (εικόνα 3.56). Αυτό το ερέθισμα μοιάζει περισσότερο με την περίπτωση του χάρτη στον οποίο οι περιοχές ξηράς-θάλασσας είναι δίπλα και ο χαρτογράφος θέλει να ειδωθεί η μια από τις δυο σαν πρώτο πλάνο. Ο Harrower (1936) δημιούργησε ένα πειραματικό κατασκευάσμα ίδιο με τον Goldhamer, αλλά με το βάζο-πρόσωπο στο περιβάλλον. Χρησιμοποίησε τους ακόλουθους συνδυασμούς: Μαύρο περίγυρο, μαύρο πρόσωπο, άσπρο βάζο. Μαύρο περίγυρο, άσπρο πρόσωπο, μαύρο βάζο. Άσπρο περίγυρο, μαύρο πρόσωπο, άσπρο βάζο. Το αν υπήρχε ένα φωτεινό ή σκοτεινό βάζο ή πρόσωπο δεν φάνηκε να πειράζει. Αποδείχτηκε ότι το πρώτο πλάνο ήταν όποιο διέφερε από το περιβάλλον, αν και υπήρχε μια ελαφρά τάση προς το πρόσωπο σαν πρώτο πλάνο. Ο ίδιος επίσης εξέτασε και διαφορές λαμπρότητας για το περιβάλλον, το βάζο και το πρόσωπο. Το ζητούμενο από τα υποκείμενα ήταν να κοιτάζουν το πρόσωπο σαν πρώτο πλάνο όσο το δυνατόν περισσότερο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πρόσωπο συλλαμβανόταν σαν πρώτο πλάνο περισσότερο χρόνο όταν η διαφορά λαμπρότητας αυξανόταν. Πάλι, δεν πείραζε αν το βάζο ή το πρόσωπο ήταν σκοτεινότερα.

Πιο πρόσφατα, το ίδιο βάζο-πρόσωπο χρησιμοποιήθηκε σε ένα παρόμοιο πείραμα που περιείχε αντίθεση λαμπρότητας (Lindauer & Lindauer, 1970). Σύγκριναν ένα μη σκιασμένο περίγραμμα του βάζου-προσώπου με διάφορες εκδοχές στις οποίες μια περιοχή ήταν άσπρη και η άλλη ήταν γεμάτη με ένα 20%, 40%, 60%, 80%, ή 100% μαύρο μοτίβο. Στο μη σκιασμένο έλεγχο, το πρόσωπο φαινόταν σαν πρώτο πλάνο, ένα εύρημα που οι συγγραφείς απέδωσαν στην εξοικείωση. Για το ερέθισμα του τεστ, οι αντιδράσεις στη σκιασμένη περιοχή σαν πρώτο πλάνο αυξάνονταν, καθώς αυξανόταν η αντίθεση μεταξύ των περιοχών.

Με βάση τις μάλλον ανακατεμένες ψυχολογικές ανακαλύψεις, υπάρχουν μερικές χαρτογραφικές μελέτες της επίδρασης της λαμπρότητας στο διαχωρισμό πρώτου πλάνου-φόντου. Η πρώτη του Dent (1972) σαν συνιστώσα του διδακτορικού του. Χρησιμοποίησε διχασμένα τετράγωνα, ερεθίσματα που ήταν απλούστερα από εκείνα των ψυχολογικών μελετών (εικόνα 3.57). Σαν τμήμα μεγαλύτερης εργασίας, στα ερεθίσματά του χρησιμοποιήθηκαν διάφορα γεμίσματα στα δυο τμήματα των τετραγώνων. Δημιουργήθηκαν με κουκίδες και γραμμές, σε πολλές περιπτώσεις η υφή ήταν καθαρή, γιατί εκτός από τη λαμπρότητα εξετάσε και την υφή. Το πείραμά του αντίθετα από τα ψυχολογικά τεστ, δεν βασίστηκε στο χρόνο αντίδρασης (για την αναγνώριση πρώτου πλάνου ή τη διατήρηση συγκεκριμένων περιοχών σαν πρώτο πλάνο). Αντίθετα, ζήτησε από τα υποκείμενα να εξετάσουν κάθε ερέθισμα και να σημειώσουν την πλευρά του τετραγώνου που έβλεπαν σαν πρώτο πλάνο (ή που οπτικά εξείχε). Γενικά, βρήκε οι συμπαγείς περιοχές να μοιάζουν με πρώτο πλάνο (όπως θα πρόβλεπε η αρχή συνεκτικότητας του Gestalt). Όταν και οι δυο περιοχές ήταν σκιασμένες με ίδιου μεγέθους κουκίδες, όμως, το λεπτότερης υφής και σκουρότερο φόντο φαινόταν σαν πρώτο πλάνο -μια ένδειξη ότι η λαμπρότητα μπορεί να είναι πιο σημαντική από την υφή.



Εικόνα 3.57. Ένα τυπικό ερέθισμα από τη μελέτη του Dent.

Σε ένα ακόλουθο πείραμα ο Dent αξιολόγησε τις προτιμήσεις των υποκειμένων για χάρτες στους οποίους το επίκεντρο προσοχής ήταν σκιασμένο σε άσπρο περιβάλλον. Για 4 διαφορετικούς χάρτες βρήκε προτίμηση για τους σκιασμένους χάρτες από το 71% έως το

96% των υποκειμένων. Ο Wood (1976) εξέτασε την «πιο επιθυμητή» λαμπρότητα για τους χάρτες. Στην περίπτωση του, όλοι οι χάρτες χρησιμοποιούσαν κάποια σκιά με σχετική λαμπρότητα του πρώτου πλάνου, φόντου, και περιβάλλοντος που διέφερε σε 16 χάρτες. Ανεξάρτητα από το περιβάλλον, προτιμήθηκαν οι χάρτες με πρώτο πλάνο ανοιχτότερες από το φόντο.

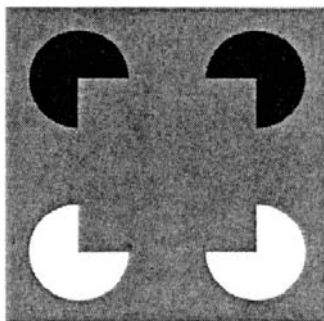
Οι δυο πιο πάνω μελέτες λένε ότι η ετερογένεια της έντασης για περιοχές είναι προτιμότερη από την ομοιογένεια, αλλά οι προτιμήσεις για ανοιχτότερες ή σκουρότερες περιοχές σαν πρώτο πλάνο δεν είναι συνεπείς. Καμιά μελέτη δεν εξέτασε άμεσα το θέμα πως επηρεάζουν οι διαφορές έντασης την πιθανότητα των περιοχών του χάρτη να φαίνονται σαν πρώτο πλάνο ή φόντο. Η μελέτη της Mistrick (1990) εξέτασε αυτό το τελευταίο θέμα. Χρησιμοποίησε την ιδέα των τετραγώνων του Dent αλλά με ερεθίσματα που έμοιαζαν περισσότερο με χάρτες. Όλοι οι χάρτες του τεστ ήταν τετράγωνα και η στεριά και η θάλασσα κατείχαν το 50% του τετραγώνου (εικόνα 3.58). Η περιοχή ήταν πραγματική (τμήμα της ακτογραμμής της Κορέας), όμως μια προκαταρκτική έρευνα έδειξε ότι πολύ λίγοι φοιτητές που έλαβαν μέρος στο τεστ, αναγνώριζαν την περιοχή, χωρίς ονοματολογία. Οπότε το ερέθισμα του τεστ ήταν, λόγω απειρίας, μη συνδεδεμένο με πραγματικό τμήμα του γεωγραφικού χώρου. Αυτό επέτρεψε και τη στροφή του χάρτη σε διαφορετικούς προσανατολισμούς.

Ο χάρτης του τεστ δημιουργήθηκε σε 4 προσανατολισμούς με 6 συνδυασμούς γεμίσματος (άσπρο-σκούρο γκρι, σκούρο γκρι-άσπρο, άσπρο-ανοικτό γκρι, ανοικτό γκρι-άσπρο, ανοικτό γκρι-σκούρο γκρι, σκούρο γκρι-ανοικτό γκρι) που εφαρμόστηκαν στη ξηρά και τη θάλασσα αντίστοιχα. (εικόνα 3.58). Το κάθε υποκείμενο έβλεπε μόνον ένα χάρτη και έδειχνε την περιοχή που φαινόταν σαν πρώτο πλάνο. Συμμετείχαν 240 φοιτητές, από τους οποίους οι μισοί είδαν χάρτες χωρίς ονοματολογία και οι μισοί με επισημάνση «ξηρά» και «θάλασσα» έξω από τα όρια του χάρτη δίπλα στις περιοχές. Οι «ξηρά» και «θάλασσα» ονομασίες δεν είχαν επίδραση στην αναγνώριση μιας περιοχής σαν πρώτο πλάνο σε σχέση με την άλλη. Κάπως έκπληκτα, σε σχέση με τα ευρήματα του Dent, η σκουρότητα των μοτίβων δεν είχε επίδραση στο διαχωρισμό πρώτου πλάνου-φόντου. Ακριβώς οι μισοί αναγνώρισαν τη σχετικά σκουρότερη περιοχή σαν πρώτο πλάνο και οι μισοί αναγνώρισαν τη σχετικά ανοιχτότερη. Αυτές οι «αρνητικές» απαντήσεις, ωστόσο, μοιάζουν να συμφωνούν με προηγούμενες χαρτογραφικές ερμηνείες των νόμων του Gestalt Wood (1968), Spiess (1978) and McCleary (1981) που υποστήριζαν τη σχετική αντίθεση της έντασης (ετερογένεια) μεταξύ πρώτου πλάνου και φόντου αλλά δεν ισχυρίζονταν ότι η απόλυτη ένταση της περιοχής είναι σχετική με το τι βλέπεται σαν πρώτο πλάνο.



Εικόνα 3.58. Το σύνολο των χαρτών που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη της Mistrick.

Το ότι η αντίθεση επηρεάζει τον διαχωρισμό πρώτου πλάνου και φόντου, ανεξάρτητα από τη διεύθυνση ή το σήμα ή τη διαφορά, είναι λογική σε επίπεδο μηχανισμού. Η νευροφυσιολογική μαρτυρία λειεί ότι «βασικοί νευρικοί μηχανισμοί αγνοούν το πρόσημο της αντίθεσης». Συνεχίζουν πως «η μορφή εξαρτάται από το μέγεθος της αντίθεσης σε ένα όριο ενώ η λαμπρότητα εξαρτάται από το πρόσημό της». Αυτοί επιδεικνύουν τις επιδράσεις αυτού του γεγονότος με μιαν εικόνα (εικόνα 3.59) που δείχνει ότι οι διαδικασίες επεξεργασίας των καμπύλων δεν στηρίζονται στο πρόσημο της αντίθεσης. Επίσης ο Barlow (1990) δείχνει ότι διαφορετικά κύτταρα του εγκεφάλου είναι ειδικευμένα για το φως το σκοτάδι και για την αντίθεση της έντασης. Αυτοί οι ισχυρισμοί, για την ανεξάρτητη επεξεργασία της λαμπρότητας και του σχήματος σε ένα νευρολογικό επίπεδο, υποστηρίζουν την άποψη της Mistrick, ότι η αντίθεση πρέπει να είναι πιο σημαντική από τις ειδικές σχέσεις λαμπρότητας, στη δημιουργία του πρώτου πλάνου στους χάρτες.



Εικόνα. 3.59. Δυο τετράγωνα που δείχνουν την κυριαρχία της αντίθεσης πάνω στη λαμπρότητα κατά τη δημιουργία πρώτου πλάνου-φόντου.

Εκτός από τις έρευνες στην ετερογένεια που οφείλονται σε διαφορές λαμπρότητας σε σχέση με το πρώτο πλάνο-φόντο, ένας αριθμός ψυχολογικών μελετών εξετάζουν την ετερογένεια που δημιουργείται από την αντίθεση σε χωρικές και χρονικές συχνότητες επιφανειών. Αυτή η έρευνα έχει συνδεθεί στενά με την επεξεργασία πληροφοριών και τις υποθέσεις υπολογιστικής όρασης για το πώς η πρώτη όραση αναπαριστά τις οπτικές σκηνές.

Η επίδραση της χρονικής συχνότητας (ή επικέντρωσης) στο διαχωρισμό του πρώτου πλάνου-φόντου έχει μελετηθεί από πολλούς ψυχολόγους. Οι Wong και Weisstein (1983) βρήκαν οξείς (υψηλής χωρικής συχνότητας) στόχους (π.χ. σύμβολα) να αναγνωρίζονται καλλίτερα σε περιοχές πρώτου πλάνου, ενώ οι ασαφείς (μικρής ή μεσαίας συχνότητας) στόχοι αναγνωρίζονταν σε περιοχές φόντου. Οι Klymenko και Weisstein (1986) εξέτασαν την κυριαρχία των γεμισμάτων που είχαν διαφορές στη χωρική συχνότητα για περιοχές που ήταν αβέβαιες. Χρησιμοποίησαν τα ποσοστά του χρόνου όρασης, για τα οποία η κάθε περιοχή κρινόταν ότι ήταν πρώτο πλάνο, σαν μέτρο μέτρησης και βρήκαν τα υψηλής συχνότητας μοτίβα να θεωρούνται σταθερά σαν πρώτο πλάνο. Ακόμα, όσο μεγαλύτερη η διαφορά συχνότητας, τόσο μεγαλύτερο το αποτέλεσμα. Ειδικότερα, στο φως της χαρτογραφικής έρευνας που βασίζεται στη διαίρεση των τετραγώνων βρήκαν ότι η μεγαλύτερη διαφορά συχνότητας απαιτείτο για κυριάρχηση του πρώτου πλάνου σε αυτήν την κατάσταση από ότι σε πιο πολύπλοκες περιοχές (π.χ. πρόσωπο-βάζο). Αυτό μπορεί να οφείλεται στη σημασία των καμπύλων, ή των πλευρών, στη δημιουργία του πρώτου πλάνου και επειδή οι καμπύλες είναι πιο εμφανείς όταν έχει οριστεί η μορφή. Οι ίδιοι συνδέουν τα αποτελέσματά τους με τις αρχές συνδετικότητας του Gestalt συμβουλευοντας ότι «η μεγαλύτερη λεπτομέρεια είναι λίγο ως πολύ συνδεδεμένη με την παρουσία υψηλών χωρικών συχνοτήτων στο ερέθισμα». Επίσης παρουσιάζουν ένα γεωμετρικό υπόδειγμα που δείχνει «τη βαθμίδα ασάφειας» να είναι μια οικολογικά έγκυρη ένδειξη της σχετικής απόστασης σε

βάθος. Σαν αποτέλεσμα, μπορεί να ειπωθεί ότι ασαφή μοτίβα θα βλέπονται σαν φόντο επειδή εμφανίζονται να είναι φυσικά στο τριών διαστάσεων υπόβαθρο. Η ιδέα ότι οξύ καθορισμένα αντικείμενα βλέπονται σαν πρώτο πλάνο και ασαφή μοτίβα σαν φόντο είναι σχετική με το θέμα της οπτικοποίησης της αβεβαιότητας στους χάρτες μέσα από τη διαχείριση της *εστίασης* (που ονομάζεται «διαύγεια» clarity).

Από κάτω προς τα πάνω / Από πάνω προς τα κάτω επεξεργασίες

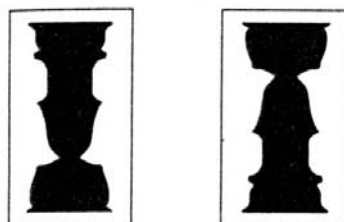
Από τους παράγοντες των αρχών ομαδοποίησης του Gestalt που εμπειρικά θεωρήθηκαν σε σχέση με το πρώτο πλάνο-φόντο, ο ρόλος της «εμπειρίας» (π.χ. πάνω προς τα κάτω επεξεργασίες), ή η έλλειψη του είναι ο πιο πολυσυζητημένος. Αρχικά οι απόψεις Gestalt για το διαχωρισμό του πρώτου πλάνου-φόντου μεταχειρίζονταν την όραση σαν μια άμεση διαδικασία που επενεργούσε σε «σύνολα». Κάτω από αυτήν την οπτική, οι ψυχολόγοι υποβάθμιζαν οποιοδήποτε ρόλο των από πάνω προς τα κάτω επεξεργασιών. Ο Gregory (1990) είναι γενικά σύμφωνος με αυτήν την προοπτική. Ισχυρίζεται (βασισμένος στην δική του έρευνα) ότι ψευδαισθητικές καμπύλες συμβαίνουν σε ένα στάδιο επεξεργασίας μεταξύ του αμφιβληστροειδή και του οπτικού φλοιού, δηλαδή ένα στάδιο πριν, από αυτό στο οποίο αξιολογείται η γνώση του αντικειμένου. Σε μια άλλη μελέτη τα υποκείμενα παρατήρησαν ένα κλειστό περίγραμμα και ένα μικρό σήμα που μπορούσε να είναι είτε εκτός είτε εντός του περιγράμματος και ήταν σε θέση να προσδιορίσουν αυτή τη μέσα –έξω τοποθεσία σε λίγα εκατοστά χιλιοστών του δευτερόλεπτου. Δηλαδή, τα υποκείμενα πρέπει να διαχώρισαν το πρώτο πλάνο από το φόντο και μετά να πήραν την απόφαση ότι το σήμα ήταν έξω ή μέσα. Αυτός ο ισχυρισμός προκύπτει από την άποψη του Gestalt ότι μόνο τα πρώτα πλάνα έχουν μορφή και επομένως έχουν ένα έξω ή μέσα. Σύμφωνα με αυτό το πείραμα, η ταχύτητα επεξεργασίας συγκρινόμενη με το χρόνο για την νευρολογική επεξεργασία καταλήγει στο ότι ο διαχωρισμός πρώτου πλάνου-φόντου υπολογίζεται παράλληλα με την αναγνώριση της μορφής. Βασισμένοι σε αυτό ο διαχωρισμός πρώτου πλάνου-φόντου είναι (ή τουλάχιστον μπορεί να είναι) μια προ-προσοχής, κάτω προς τα πάνω διαδικασία.

Φαίνεται να υπάρχει λίγη αμφιβολία ότι το πρώτο πλάνο μπορεί να βρεθεί χωρίς εισερχόμενα από υψηλότερου επιπέδου επεξεργασίες. (Marr).

Το γεγονός (εάν υπάρχει) ότι ο διαχωρισμός πρώτου πλάνου-φόντου μπορεί να συμβεί σε απρόσεκτο επίπεδο με μη εισδοχή από υψηλότερου επιπέδου επεξεργασίες, βέβαια, δεν αποδεικνύει ότι η προσοχή και οι διαδικασίες από πάνω προς τα κάτω δεν παίζουν κάποιο ρόλο στον διαχωρισμό πρώτου πλάνου-φόντου. Η ικανότητα κάποιων ανθρώπων να ελέγχουν συνειδητά την αναστροφή πρώτου πλάνου-φόντου στο βάζο-πρόσωπο ή άλλες όμοιες εικόνες, το μαρτυρούν. Οι Tsal και Kolbert (1985) σε σχέση με διαφορούμενες εικόνες έχουν δείξει εμπειρικά ότι ο διαχωρισμός πρώτου πλάνου-φόντου επηρεάζεται από την προσοχή.

Επίσης κάτι αντίστοιχο έχει δείξει και η Peterson (1991) (εικόνα 3.60). Αυτή και οι συνεργάτες της δίνουν μεγάλη σημασία στο ρόλο που παίζει η αναγνώριση των αντικειμένων σε αμφιλεγόμενες εικόνες, για το διαχωρισμό πρώτου πλάνου-φόντου. Τα υποκείμενα της έρευνάς τους έβλεπαν τα βάζα του Rubin, ορθά και ανεστραμμένα. Τα ορθά αναγνωρίστηκαν σαν αντικείμενα, ενώ τα ανεστραμμένα όχι. Τα υποκείμενα της έρευνας, συνεχώς για 30 δευτερόλεπτα δήλωναν πια από τις δυο περιοχές φαινόταν σαν πρώτο πλάνο. Βρήκαν ότι τα περιβάλλον δεν φαινόταν σαν πρώτο πλάνο, στην ορθή θέση (όταν το περιβάλλον έδινε την αίσθηση ότι περιβάλλει ένα συγκεκριμένο αντικείμενο). Αποτελέσματα από τέσσερα τεστ οδηγούν στον ισχυρισμό ότι «οι υπολογισμοί αντιστροφής πρώτου πλάνου-φόντου κρίνουν τα εισερχόμενα ανατακτώντας το βαθμό προσαρμογής των περιοχών του ερεθίσματος και των, συγκεκριμένου προσανατολισμού, δομημένων αναπαραστάσεων της μνήμης» Peterson (1991). Αυτό το αποτέλεσμα συμφωνεί με το μοντέλο του Marr για την αναγνώριση αντικειμένων, σύμφωνα με το οποίο οι αντιληπτικές περιγραφές της δομής του σχήματος (στο 2 1/2 διαστάσεων επίπεδο) συγκρίνονται ως προς την καλλίτερη προσαρμογή τους, με δομικές αναπαραστάσεις στη μνήμη (οριζόμενες σαν αναπαραστάσεις στη μνήμη που προσδιορίζουν τμήματα ενός σχήματος και τις σχετικές τους θέσεις σε σχέση με έναν κανονικό προσανατολισμό για το αντικείμενο). Η Peterson και οι συνεργάτες της ερμηνεύουν τα αποτελέσματα της έρευνάς τους, για να δείξουν ότι αναπαραστάσεις, ανεξάρτητων

προσανατολισμού, σχημάτων δεν είχαν καμιά επίδραση στην αντιστροφή πρώτου πλάνου-φόντου.



3.60. Ένα δείγμα ερεθίσματος ορθής και αντεστραμμένης εικόνας. Το περίγραμμα στα αριστερά δηλώνει γυναικείο κεφάλι, στα αριστερά τίποτα.

Παρόλο που η Peterson υποστηρίζει τις απόψεις του Marr, στη σύγκριση με δομικές αναπαραστάσεις της μνήμης, υπάρχει μια διαφωνία για το αν αυτή η σύγκριση μπορεί να γίνει πριν απομονωθεί το πρώτο πλάνο. Η Peterson υποστηρίζει ότι τα αποτελέσματά της δείχνουν ότι υπάρχει ένας μηχανισμός με τον οποίο η αναγνώριση αντικειμένου μπορεί διευκολύνει το διαχωρισμό του πρώτου πλάνου, όπως και την παλινδρόμησή του. Φαίνεται, όπως λει η ίδια, ότι αυτή η άποψη δημιουργεί ένα παράδοξο: Πως μπορεί η εμπειρία με τα σχήματα να επηρεάσει την οργάνωση πρώτου πλάνου-φόντου, δεδομένου ότι δεν θα πρέπει να υπάρχει περιγραφή σχήματος μέχρι να προσδιοριστεί η οργάνωση πρώτου πλάνου-φόντου; Η υπόθεσή της είναι ότι οι καμπύλες μπορούν να αξιολογηθούν και από τις δυο πλευρές ταυτόχρονα πριν προσδιοριστεί το πρώτο πλάνο. Ένα παράλληλο σύνολο πειραμάτων από την Peterson και τον Gibson (1991) υποστηρίζει αυτόν τον ισχυρισμό. Σε αυτό το σύνολο των πειραμάτων, χρησιμοποιήθηκαν ολόκληρες και μισές εικόνες αντικειμένων με περιβάλλον και παρουσιάστηκαν στα υποκείμενα της έρευνας και σε ορθή και σε ανάποδη εκδοχή. Οι εικόνες σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να συμφωνούν με τους Gestalt νόμους, για τη δημιουργία της κεντρικής περιοχής σαν πρώτο πλάνο στις ολόκληρες εικόνες, αλλά να είναι αμφισβητούμενες (σύμφωνα με τους Gestalt νόμους) στις εκδοχές με τη μισή εικόνα. Οι προσδοκίες τους ήταν 1) για τις αμφισβητούμενες μισές εικόνες, θα υπήρχε μια διάρκεια έκθεσης στην οποία η δηλούμενη περιοχή στις ορθές εκδοχές θα επιλεγόταν σαν πρώτο πλάνο πιο συχνά (δείχνοντας ότι η αναγνώριση σχήματος μπορεί να διευκολύνει το διαχωρισμό πρώτου πλάνου-φόντου, όταν οι μεταβλητές των Gestalt δεν υπάρχουν ή είναι ακαθόριστες), και 2) για τα ορθά ερεθίσματα η κυριαρχία των μεταβλητών των Gestalt θα οδηγούσε στον αρχικό προσδιορισμό του περιβάλλοντος σαν πρώτο πλάνο-για τις ορθές περιπτώσεις. Αν και οι μεταβλητές των Gestalt και η αναγνώριση αντικειμένου εφαρμόζονταν μαζί θα υπήρχαν πολλοί προσδιορισμοί του κεντρικού τμήματος και του περιβάλλοντος σαν αρχικό πρώτο πλάνο. Προέκυψαν αλληλεπιδράσεις του χρόνου έκθεσης της σκηνής, της ορθότητας της εικόνας και του νόμου των Gestalt για το κεντρικό σχήμα. Φάνηκε ότι η αναγνώριση αντικειμένου χρειαζόταν 150 χιλιοστά του δευτερολέπτου και όταν δεν υπήρχαν αρκετά ισχυρές μεταβλητές Gestalt για να απομονώσουν το πρώτο πλάνο από το φόντο, τότε η αναγνώριση του αντικειμένου έπαιζε κάποιον ρόλο.

Και ο Marr (1982) και ο Gregory (1990) ισχυρίζονται ότι η γνώση (πάνω-κάτω επεξεργασία) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αμφισβητούμενες καταστάσεις. Ο Gregory πιστεύει ότι θα μπορούσε να υπάρχει ένα εξελικτικό προτέρημα σε ένα σύστημα που να δουλεύει παράλληλα με την προ-προσοχής αντίληψη, καταλήγοντας σε μια γρήγορη ερμηνεία που είναι συνήθως (αλλά όχι πάντα) σωστή και (κάποιες φορές) εννοιολογικές διαδικασίες αλλάζουν την αρχική εντύπωση. Ένα τέτοιο παράλληλο σύστημα φαίνεται ότι υποστηρίζει και η Peterson όπως επίσης μια τέτοια διαδικασία υποστηρίζει το μοντέλο της αναγνώρισης μοτίβου της χαρτογραφικής οπτικοποίησης που αναφέρθηκε προηγούμενα των MacEharen and Ganter (1990). Με βάση αυτό το μοντέλο και τις ιδέες για την ομαδοποίηση και το διαχωρισμό πρώτου πλάνου-φόντου που αναλύθηκε εδώ, μπορούμε να προβλέψουμε ότι η διαφοροποίηση των μεταβλητών του σχεδίου, που μπορούν να τονίσουν το περίγραμμα ή την ετερογένεια περιοχών, θα έχει δραματική επίδραση στην επισήμανση των μοτίβων.

Οπτικά επίπεδα

Πολύ στενά συνδεδεμένη με το διαχωρισμό πρώτου πλάνου-φόντου είναι η έννοια των οπτικών επιπέδων στις γραφικές σκηνές. Η θεωρία πίσω από τα οπτικά επίπεδα είναι ότι ένας θεατής μιας γραφικής σκηνής μπορεί να ομαδοποιεί σύνολα αντικειμένων σε κοινές ολότητες που φαίνονται σαν να κατέχουν διαφορετικά οπτικά (ή εννοιολογικά) επίπεδα. Η έννοια αυτή σχετίζεται με τις επιλεκτικές και συσχετικές αρχές του Bertin (1967/1983), στο σημείο που οι θεατές πιστεύεται ότι βλέπουν διαφορετικά αντικείμενα ιδιαίτερα όμοια που αποτελούν μια μονάδα και διαφορετικές μονάδες ιδιαίτερα διαφορετικές ώστε να διαχωρίζονται οπτικά. Ο Robinson (1960) μπορεί να ήταν ο πρώτος που αναφέρθηκε στις αρχές που δημιουργούν τα οπτικά επίπεδα, παρόλο που δεν χρησιμοποίησε αυτόν τον όρο. Για να εκπαιδεύσει ο Robinson τους νέους σχεδιαστές χαρτών στον τρόπο που πρέπει να δομηθεί ένας χάρτης έτσι ώστε τα στοιχεία του να εμφανίζονται σε «διαφορετική θέση στην κλίμακα της οπτικής σπουδαιότητας», χρησιμοποίησε μια αναλογία με την ιεράρχηση σημείων για την οργάνωση ενός γραπτού κειμένου. Μετά προχώρησε για να σχολιάσει το πώς οι αντιθέσεις γραμμών, σχημάτων, χρωμάτων και έντασης μπορούν να διαφοροποιηθούν για να επιτευχθεί αυτή η δομή.

Ο Wood (1968) έκανε μια συστηματική δουλειά για την ιδέα της εφαρμογής των οπτικών επιπέδων στη χαρτογραφία. Ο αντικειμενικός του σκοπός ήταν να καταλήξει σε αρχές που θα επέτρεπαν στο χαρτογράφο να τοποθετεί τις πληροφορίες «σε μιας φανταστικής κλίμακας απόστασης επίπεδα.» Σύμφωνα με τον ίδιο, η «απόσταση» μεταξύ των επιπέδων πρέπει να βασίζεται στην ομοιότητα των δεδομένων που τα κατέχουν. Ο διαχωρισμός σε επίπεδα απαιτείται για «να εξασφαλίσει την επικέντρωση της προσοχής και ένα καλό gestalt.” Ο Wood ερμήνευσε την έννοια των οπτικών επιπέδων άμεσα με όρους αντίληψης του βάθους (που επιτρέπει στους ανθρώπους να διαχωρίζουν τον τριδιάστατο οπτικό χώρο σε πολλά επίπεδα βάθους). Ο στόχος του Wood ήταν να στηριχτεί σε ψυχολογικές μελέτες για να στοιχειοθετήσει αρχές για την προσομοίωση επιπέδων βάθους σε διδιάστατους χάρτες. Έτσι, στηριζόμενος σε μελέτες των Vernon (1962), Gibson (1950) κ. ά., πρότεινε τρόπους με τους οποίους οι γραφικές μεταβλητές όπως η υφή, η απόχρωση και η ένταση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργήσουν την αίσθηση του βάθους σε διδιάστατους χάρτες. Όμως, θεώρησε ο ίδιος την πρότασή του προσωρινή λύση σε ένα πρόβλημα που χρειαζόταν εμπειρική έρευνα για να απαντηθεί πιο ολοκληρωμένα. Σε σχετική μελέτη, Wood (1972) έλαβε υπόψη την εφαρμογή των αρχών Gestalt στο διαχωρισμό πρώτου πλάνου-φόντου, σαν σχετιζόμενες με τα οπτικά επίπεδα του χάρτη. Επισημαίνει όμως, ότι οι γνώσεις και οι υποθέσεις του αναγνώστη του χάρτη «μπορούν να αναστρέψουν εύκολα» τα επίπεδα που των προθέσεων του χαρτογράφου.

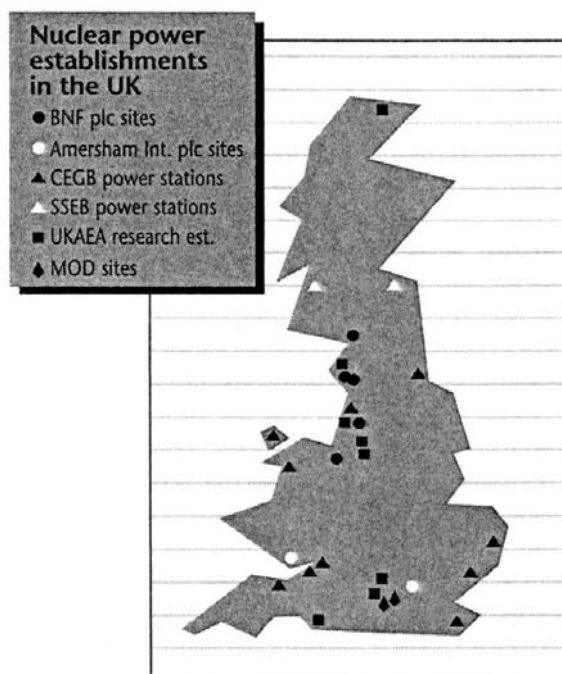
Αρκετοί χαρτογράφοι ακολούθησαν το παράδειγμα του Wood ανατρέχοντας στην ψυχολογική βιβλιογραφία για ιδέες στον τρόπο δημιουργίας επιπέδων βάθους στους χάρτες (Dent, 1970, Spiess 1978), McCleary, 1981). Ο Dent αναφέρεται στην βιβλιογραφία του γραφικού σχεδίου, ειδικότερα στο *Graphic Communication* (Bowman, 1968). Παραθέτει την άποψη του Bowman, ότι οι γραφικές περιγραφές μπορούν να έχουν μια από τις τρεις κατηγορίες οργάνωσης του οπτικού βάθους: επίπεδη, πολυεπίπεδη, ή συνεχή. Ο ίδιος (Dent) προτείνει ότι οι πιο πολλοί χάρτες πρέπει να χρησιμοποιούν μια πολυεπίπεδη στρατηγική στην οποία η πληροφορία οργάνωνεται σε μικρά σύνολα ξεχωριστών οπτικών επιπέδων. Θεωρεί ότι, τεχνικές αντίθεσης, εναέριας προοπτικής και επιθεμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διαχωρίσουν τη διδιάστατη πληροφορία του χάρτη σε πολλά οπτικά επίπεδα. Προτείνει ακόμα και μια σχέση για την περιγραφή του τρόπου με τον οποίο η αντίθεση και η οξύτητα του περιγράμματος (ένας στόχος εναέριας προοπτικής) αλληλεπιδρούν για να παράγουν μια θέση στο οπτικό βάθος:

$$PVH_j = f(I_j, ES_j)$$

Όπου PVH_j είναι η θέση του αντικειμένου j στην οπτική ιεραρχία, I_j είναι η ένταση του αντικειμένου j , και ES_j είναι η «οξύτητα» του αντικειμένου j . Αυτή η υποθετική σχέση

δεν ελέγχθηκε ποτέ εμπειρικά. Με βάση πιο πρόσφατα αποτελέσματα σε σχέση με την αντίθεση της λαμπρότητας, τουλάχιστον ένας παράγοντας της υπόθεσης μπορεί να θεωρηθεί ότι ισχύει και χωρίς πείραμα. Μια κατανόηση της οπτικής οργάνωσης προϋποθέτει πως η αντίληψη των μεμονωμένων χαρακτηριστικών στο χάρτη δεν θα συμβεί ανεξάρτητα από τα άλλα στοιχεία του χάρτη. Υπεισέρχονται αντιληπτικές αναπαραστάσεις βασισμένες στην επεξεργασία σχετικών εντάσεων του οπτικού πεδίου. Μπορεί, αντ' αυτού να χρησιμοποιηθεί η αντίθεση της έντασης ενός αντικειμένου με το περιβάλλον του. Εκτός από αυτόν τον παράγοντα η σχέση του είναι διαισθητική, μπορεί εύκολα να εξεταστεί, αλλά κανένας έως σήμερα δεν το έχει κάνει.

Μια άλλη υπόθεση σε σχέση με τα οπτικά επίπεδα, που δεν έχει εξεταστεί πειραματικά και έχει περιληφθεί στο τεύχος της ICA on *Basic Cartography* είναι του Spiess (1978). Αυτός πιστεύει (σαν να ήταν γεγονός) ότι δεν πρέπει να επιχειρούνται πάνω από τρία επίπεδα οπτικά σε έναν χάρτη. Αυτή η διαπίστωση έρχεται σε αντίθεση και με προηγούμενες χαρτογραφικές απόψεις που λένε ότι τουλάχιστον τέσσερα οπτικά επίπεδα είναι δυνατά (Wood, Dent) και με την άποψη του Bowman (1968) για τις πληροφορίες των γραφικών γενικά, πως η συνεχής όπως και η πολυεπίπεδη οργάνωση είναι και δυνατές και χρήσιμες κατά περίπτωση (εικόνα 3.61). Ειδικότερα στις συνθήκες των πρόσφατων τεχνολογικών εξελίξεων που επιτρέπουν την πρόσθεση δυσκοπικών στόχων σε βάθος, στα χαρτογραφικά εργαλεία, τα τρία οπτικά επίπεδα για τους χάρτες μοιάζουν ανεξήγητα περιοριστικά. Όμως, ανεξάρτητα του αν διακηρύσσουμε τρία, τέσσερα, ή περισσότερα οπτικά επίπεδα σαν πρακτικό μέγιστο, οι οπτικές ιεραρχίες πρέπει ξεκάθαρα να υπάρχουν μέσα σε κάθε επίπεδο (π.χ. ένας δρόμος διασταυρώνεται με ένα ρέμα). Μπορούμε εύκολα να αγνοήσουμε τα οπτικά επίπεδα όλα μαζί και να διαχειριστούμε την ιεραρχία σαν ένα συνεχές μέσο. Όμως, η ομαδοποίηση των χαρακτηριστικών σε μικρό αριθμό ομάδων διευκολύνει μια σημειωτική προσέγγιση στην ανάπτυξη της σύνταξης του χάρτη (βλέπε αντίστοιχη ενότητα).



Εικόνα 3.61. Ένα παράδειγμα ενός χάρτη με τέσσερα (ή περισσότερα) οπτικά επίπεδα: μια βάση, περιοχές στη βάση, σημειακά σύμβολα στις περιοχές και ένα υπόμνημα (που έχει τα δικά του επίπεδα) «μπροστά από όλα τα στοιχεία του χάρτη».

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Antes, J. R., and Mann, S. W. (1984). Global-local precedence in picture processing, *Psychological Research*, 46, 247-259.
- Attneave (1970)
- Barlow, H. (1990). What does the brain see? How does it understand? In C. B. H. Barlow and M. Weston-Smith (Eds.), *Images and Understanding* (pp. 5-25). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bertin, J. (1983). *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. Berlin: Madison: University of Wisconsin Press. (French edition, 1967).
- Bowman, W. J. (1968). *Graphic Communication*. New York: Wiley.
- Brewer, C. A. (1991). *The Prediction of Surround-Induced Changes in Map Color Appearance*. Unpublished Ph.D. dissertation, Michigan State University.
- Carr, D. B., Olsen, A. R., and White, D. (1992). Hexagon mosaic maps for display of univariate and bivariate geographical data. *Cartography and Geographical Information Systems*, 19(4), 228-236.
- Carswell, C. M., and Wickens, C. D. (1990). The perceptual interaction of graphical attributes: Configurality, stimulus homogeneity, and object integration. *Perception and Psychophysics*, 47, 157-168.
- Castner, H. W., and Eastman, J. R. (1985). Eye-movement parameters and perceived map complexity-II. *American Cartographer*, 12(1), 29-40.
- Cave, K. R., and Wolfe, J. M. (1990). Modeling the role of parallel processing in visual search. *Cognitive Psychology*, 22, 225-271.
- Cheal, M., and Lyon, D. R. (1992). Attention in visual search: Multiple search classes. *Perception and Psychophysics*, 52(2), 113-138.
- Cheng, P. W., and Pachella, R. G. (1984). A psychological approach to dimensional separability. *Cognitive Psychology*, 16, 279-304.
- Dent, B. D. (1970). *Perceptual Organization and Thematic Map Communication: Some Principles for Effective Map Design with Special Emphasis on the Figure-Ground Relationship*. Worcester, MA: Department of Geography, Clark University
- Dent, B. D. (1972). Visual organization and thematic map communication. *Annals of the Association of American Geographers*, 62(1), 79-93.
- DeYoe, E., Knierem, J., Sagi, S., Julesa, B., and van Essen, D. (1986). Single unit responses to static and dynamic texture patterns in macaque V2 and V1 cortex. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 27, 18.
- Dobson, M. W. (1979^a). The influence of map information on fixation localization. *American Cartographer*, 6, 51-65.
- Dobson, M. W. (1983). Visual information processing and cartographic communication: The utility of redundant stimulus dimensions. In D. R. F. Taylor (Ed.), *Graphic Communication and Design in Contemporary Cartography* (pp. 149-175). New York: Wiley.
- Dobson, M. W. (1985). The future of perceptual cartography. *Cartographica*, 22(2), 27-43.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. In M. I. Posner and O. S. M. Marin (Eds.) *Attention and Performance, Volume XI* (pp. 85-106). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Duncan, J. and Humphreys, G. W. (1987). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96, 433-448.
- Eastman, J. R., (1985b). Graphic organization and memory structures for map learning. *American Cartographer*, 22 1-20.
- Goldhamer, H. (1934). The influence of area, position, and brightness in the visual perception of a reversible configuration. *American Journal of Psychology*, 46(2), 189-206.
- Gratzer, M. A., and McDowell, R.D. (1971). *Adaptation of an Eye Movement Recorder to aesthetic Environment Mensuration*. Storrs, CT: Storrs Agricultural Station, University of Connecticut.
- Gregory, R. (1990). How do we interpret images? In C. B. H. Barlow and M. Weston-Smith (Eds.), *Images and Understanding* (pp. 310-330). Cambridge: Cambridge University Press.
- Harrower, M. (1936). Some factors determining figure-ground articulation. *British Journal of Psychology*, 4, 407-424.
- Hochberg, J. (1980). Pictorial functions and perceptual structures. In M. A. Hagen (Eds.), *The Perception of Pictures* (pp. 47-93). New York: Academic Press.
- Hubel, D. H. (1988). *Eye, Brain and Vision*. New York: Scientific American Library.

- Humphreys, G. W., and Bruce, V. (1989). *Visual Cognition: Computational, Experimental and Neuropsychological Perspectives*. London: Erlbaum.
- Humphreys, G. W., and Quinlan, P. T. (1987). Normal and pathological processes in visual object constancy. In G. W. Humphreys and M. J. Riddoch (Eds.), *Visual Object Processing: A Cognitive Neurological Approach* (pp. 43-105). London: Erlbaum.
- James, W. (1950). *The Principles of Psychology, Volume I*. New York: Dover. (Original work published 1890).
- Jenks, G. F. (1973). Visual integration in thematic mapping: Fact or fiction? *International Yearbook of Cartography*, 13 27-34.
- Jenks, G. F. (1975). The evaluation and prediction of visual clustering in maps symbolized with proportional circles. In J. Davis and M. McCullough (Eds.), *Display and Analysis of Spatial Data* (pp. 311-327). New York: Wiley.
- Julesz, B. (1975). Experiments in the visual perception of texture. *Scientific American*, 232, 34-43.
- Kimchi, R. (1988). Selective attention to global and local levels in the comparison of hierarchical patterns. *Perception and Psychophysics*, 43, 189-198.
- Kinchla, R. A., and Wolfe, J. M. (1979). The order of visual processing: "top-down," "bottom-up" or "middle-out." *Perception and Psychophysics*, 25, 225-231.
- Klymenko, V., and Weisstein, N. (1986). Spatial frequency differences can determine figure-ground organization. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 12(3), 324-330.
- Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt Psychology*. New York: Harcourt, Brace & Co.
- Kohler, W. (1947). *Gestalt Psychology*. New York: Liveright.
- Kosslyn, S. M. (1989). Understanding charts and graphs. *Applied Cognitive Psychology*, 3, 185-226.
- Krygier, J. (1991). *An elemental approach to animation and sound in information graphics*. Electronically published on the INGRAPHX listserve.
- Kubovy, M. (1981). Concurrent pitch segregation and the theory of indispensable attributes. In M. Kubovy and J. Pomerantz (Eds.), *Perceptual Organization* (pp. 55-98). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lamb, M. and Robertson, L. (1988). The processing of hierarchical stimuli: Effects of retinal locus, locational uncertainty, and stimulus identity. *Perception and Psychophysics*, 44(2), 172-181.
- Lindauer, M. & Lindauer, J. (1970). Brightness differences and the perception of figure-ground. *Journal of Experimental Psychology*, 84(2), 291-295.
- Lloyd, R. (1988). Searching for map symbols: The cognitive processes. *American Cartographer*, 15(4), 363-377.
- Lockhead, G. R. (1970). Identification and the form of multidimensional discrimination space. *Journal of Experimental Psychology*, 85, 1-10.
- MacEharen, A. M. (1982). The role of complexity and symbolization method in thematic map effectiveness. *Annals of the Association of American Geographers*, 72, 495-513.
- MacEharen, A. M. and Ganter, J. H. (1990). A pattern identification approach to cartographic visualization. *Cartographica*, 27(2), 64-81.
- Marr, D. (1982). *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and the processing of Visual Information*. San Francisco: W. H. Freeman.
- McCleary, G. F. (1975). In pursuit of the map user. *Proceedings of Auto-Carto II*, September 21-25, Washington, DC, U.S. Bureau of the Census & ACSM, pp. 238-250.
- McCleary, G. F. (1981). How to design an effective graphics presentation. *Harvard Library of Computer Graphics 1981 Mapping Collection*, 17, 15-64.
- Mistrick, T. (1990). *The Effects of Brightness Contrast on figure-Ground Discrimination for Black and White Maps*. Unpublished master's thesis, Pennsylvania State University.
- Monmonier, M. (1992). Strategies for the visualization of geographic time-series data. *Cartographica*, 27(1), 30-45.
- Morita, T. (1991). *The Measurement of Eye Movements for Map design Evaluation: Legibility of Quantitative Symbols*. Paper presented at the 15th Meeting of the ICA, September 23-October 1, Bournemouth, UK.
- Muller, J. C. (1979). Perception of continuously shaded maps. *Annals of the Association of American Geographers*, 69, 240-249.
- Nakayama, K., and Silverman, G. H. (1986). Serial and parallel processes of visual feature conjunctions. *Nature*, 320, 264-265.
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353-383.

- Northdurft, H. C. (1992). Feature analysis and the role of similarity in preattentive vision. *Perception and Psychophysics*, 52, 355-375.
- Olson, J. M. (1976). A coordinated approach to map communication improvement. *American Cartographer*, 3, 151-159.
- Olson, J. M. (1989). *Maps for people with Defective Color Vision*: Experimental results. Paper presented at the Pennsylvania State University Department of Geography Coffee Hour.
- Oyama, T. (1960). Figure-ground dominance as a function of sector angle, brightness, hue, and orientation. *Journal of Experimental Psychology*, 60(5), 299-305.
- Palmer, S. E. (1975). Visual perception and the world knowledge: Notes on a model of sensory-cognitive interaction. In D. E. Rumelhart (Eds.), *Explorations in Cognition* (pp. 279-307). San Francisco: W. H. Freeman.
- Paquet, L. and Merikle, P. (1988). Global precedence in attended and nonattended objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(1), 89-100.
- Peterson, M. A. and Gibson, B. S. (1991). The initial identification of figure-ground relationships: Contributions from shape recognition processes. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 29(3), 199-202.
- Phillips, R. J. (1984). Experimental method in cartographic communication: Research on relief maps. *New Insights in cartographic Communication, Monograph 31, Cartographica*, 21(4), 120-128.
- Phillips, R. J and Noyes, L. (1977). Searching for names in two city street maps. *Applied Ergonomics*, 8(2), 73-77.
- Pinker, S. (1984). Visual cognition: An introduction. *Cognition*, 18, 1-63.
- Pinker, S. (1990). A theory of graph comprehension. In R. Friendle (Ed.), *Artificial Intelligence and the Future of Testing* (pp. 73-126). Norwood, NJ: Ablex.
- Pomeratz, J. R. and Schwaitzberg, S. D. (1975). Grouping by proximity: Selective attention measures. *Perception and Psychophysics*, 18, 335-361.
- Pomeratz, S. (1983). Global and local precedence: Selective attention in form and motion perception. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112(4), 516-540.
- Robinson, A. H. (1960). Symbolization and processing map data. In *Elements of Cartography* (2nd ed, pp. 136-145). New York: Wiley.
- Rogers, J. E., and Groop, R. E. (1981). Regional portrayal with multi-pattern color dot maps. *Cartographica*, 18(4), 51-64.
- Shortridge, B. G. (1982). Stimulus processing models from psychology: Can we use them in cartography? *American Cartographer*, 9, 155-167.
- Slocum, T. A. (1983). Predicting visual clusters on graduated circle maps. *American Cartographer*, 10, 59-72.
- Spieß, E. 1978). *Some Graphic Means to Establish Visual Levels in Map Design*. Paper presented at the 9th International Conference in cartography, July 26-August 2, College park.
- Steinke, T. R. (1987). Eye movement studies in cartography and related fields. *Studies in Cartography, Monograph 37, Cartographica*, 24(2), 40-73.
- Treisman, A. (1988). Features and objects: The fourteenth Memorial Lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 201-237.
- Treisman, A., Cavenagh, P., Fischer, B., Ramachandran, V., S., and von der Heydt, R. (1990). Form, perception, and attention. In L. Spillmann and J. S. Werner (Eds.), *Visual Perception: The Neurophysiological Foundations* (pp. 273-316). New York: Academic Press.
- Treisman, M. (1985). The magical number seven and some other features of category scaling: Properties of a model for absolute judgement. *Journal of Mathematical Psychology*, 29, 175-230.
- Tsal, Y., and Kolbert, L. (1985). Disambiguating ambiguous figures by selective attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 25-37.
- Tsal, Y., and Lavie, N. (1988). Attending to color and shape: The special role of location in selective visual processing. *Perception and Psychophysics*, 44, 15-21.
- Uttal, W. R. (1988). *On Seeing Forms*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Watt, R. J. (1988). *Visual Processing: Computational, Psychological and Cognitive Research*. London: Erlbaum.
- Wever, E. (1927). Figure and ground in the visual perception of form. *American Journal of Psychology*, 38, 194-226.
- Wilson, H. R., Levi, D., Maffei, L., Rovamo, J., and DeValois, (1990). The perception of form. In L. Spillmann and J. S. Werner (Eds.), *Visual Perception: The Neurophysiological Foundations* (pp. 231-272). New York: Academic Press.

Wong, E., and Weisstein, N. (1983). Sharp targets are detected better against a figure, and blurred targets are detected better against a ground. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 9,194-202.

Wood, C. H. (1976). Brightness gradients operant in the cartographic context of figure-ground relationship. Proceedings, American Congress on Surveying and Mapping, pp. 5-34.

Wood, M. (1968). Visual perception and map design. *Cartographic Journal*, 5, 54-64.