ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Τομέας Τοπογραφίας – Εργαστήριο Χαρτογραφίας

Διαδραστικός ηχητικός χάρτης σε περιβάλλον διαδικτύου -

Εφαρμογή: Χάρτης θορύβου της πόλης της Βέροιας

Διπλωματική Εργασία

Αλεβιζάκης Αλέξανδρος

Αθήνα, Απρίλιος 2014

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Κάβουρας Μ.

Κόκλα Μ.

Νάκος Β. (Επιβλέπων καθηγητής)

© 2014 Α. Αλεβιζάκης (Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος)

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή του υλικού της διπλωματικής εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Ευχαριστίες

Με το πέρας αυτής της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς, τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Β. Νάκο για την ανάθεση του θέματος και τη συνεχή επίβλεψη και καθοδήγηση, τον Β. Κρασανάκη για τις πολύτιμες παρατηρήσεις και την ενθάρρυνση και τους φίλους μου Μ. Χουστουλάκη και Π. Αγγελόπουλο για τη βοήθεια τους. Επίσης ευχαριστώ όλους όσους με οποιοδήποτε τρόπο συνέβαλαν στην εκπόνηση της εργασίας αυτής.

Περιεχόμενα

Περίληψη 1
1. Εισαγωγή 2
2. Ήχος και ακοή 3
2.1. Γενικά 3
2.2. Διάδοση του ήχου 3
2.3. Πώς ακούμε 4
2.4. Χαρακτηριστικά του ήχου 5
2.5. Απλοί και σύνθετοι ήχοι (είδη ήχων) 7
2.6. Φυσικοί και τεχνητοί ήχοι 8
2.7. Ο ήχος ως μέσο αντίληψης 8
2.8. Ο ήχος ως ομιλία 10
2.9. Ο ήχος ως μουσική 10
2.10. Πώς προσδιορίζει ο ήχος ένα περιβάλλον και το αντίστροφο 11
3. Ήχος και Χαρτογραφία 12
3.1. Διαχρονικά 12
3.2. Προβλήματα στη χρήση ήχου 13
3.3. Χρησιμότητα του ήχου στη χαρτογραφία 15
4. Ήχος σε άλλες πολυμεσικές εφαρμογές 17
4.1. Γενικά 17
4.2. Θεωρία του ήχου: από τον κινηματογράφο στο χάρτη 20
5. Χρήση του ήχου στη χαρτογραφία 22
5.1. Ρεαλιστικός ήχος (realistic sound) 22
5.2. Αφηρημένος ήχος (abstract sound) 23
5.2.1. Μεταβλητές αφηρημένου ήχου 23
5.3. Αντιστοίχιση ακουστικών – οπτικών μεταβλητών 27
5.4. Χρονική διάσταση 28
5.5. Υπόμνημα ήχου 28
5.6. Θέματα Αντίληψης 28
5.7. Γνωσιακά θέματα 29
5.8. Τοποθεσία του ήχου 29
6. Χαρτογραφία κινούμενων εικόνων και ήχος 30
6.1. Κινούμενες εικόνες και χάρτης 30
6.2. Κινούμενες εικόνες και ήχος 33

7. Διαδραστικότητα 35
7.1. Διαδραστικότητα και χάρτης ήχου 35
7.2. Τυπολογίες της διαδραστικότητας 37
8. Διασυνδεδεμένη ακουστική αναπαράσταση 40
8.1. Ορισμός 40
8.2. Λειτουργική ανάλυση 43
8.2.1. Αλληλεπιδράσεις με την αναπαράσταση των δεδομένων 45
8.2.2. Αλληλεπιδράσεις με τα δεδομένα 48
8.2.3. Συναφείς Αλληλεπιδράσεις 48
8.2.4. Αλληλεπιδράσεις με χρονική διάσταση 50
9. Χάρτες ήχου στο διαδίκτυο και μεταφορά δεδομένων 51
10. Χαρτογραφικές Εφαρμογές με ήχο 54
10.1. Χάρτες ήχου για άτομα με προβλήματα όρασης 54
10.2. Χάρτες ήχου της αξιοπιστίας και τις ακρίβειας των δεδομένων 56
10.3. Χάρτης ήχου με χρήση βαθμωτών διανυσματικών γραφικών (SVG), Brauen 2006 57
10.3.1. Σχεδιασμός χάρτη με βαθμωτά διανυσματικά γραφικά 60
10.3.2. Διαδραστικός ήχος με Javascript 61
10.3.3. Σχεδιασμός του χάρτη ήχου 64
10.3.4. Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν 66
10.4. Διαδραστικός Χάρτης Εμπορίου Καναδά, Brauen & Taylor 2007 67
10.4.1. Επισκόπηση 67
10.5. Ηχητικός Χάρτης της Ανταρκτικής, Caquard et al. 2005 75
10.5.1. Επισκόπηση 75
11. Διαδραστικός ηχητικός χάρτης θορύβου Βέροιας 79
11.1. Εισαγωγή 79
11.2. Δεδομένα 80
11.2.1. Πηγή 80
11.2.2. Επεξεργασία δεδομένων 80
11.3. Δημιουργία χάρτη 83
11.3.1. Υπόβαθρο 83
11.3.2. Ψηφιοποίηση περιοχών 83
11.3.3. Ήχος 84
11.3.4. Κώδικας 85

11.3.5. Υπόμνημα 87
11.3.6. Σύνθεση 87
12. Συζήτηση 88
Βιβλιογραφία 91

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1. Μεταβλητές του ήχου (Krygier 1994).....28

Εικόνα 2. Αποτελέσματα Εκλογών στην περιοχή της Οττάβα, (Brauen 2006) 59

Εικόνα 3. Εμπορικές Συναλλαγές Καναδά με τον υπόλοιπο κόσμο (Brauen & Taylor 2007).....72

Εικόνα 4. Δυναμικά Οπτικό-Ακουστικά Υπομνήματα: a) μεταβλητές για μια επιλεγμένη περιοχή και b) έλεγχος ήχου (Brauen & Taylor 2007).....73

Εικόνα 5. Δια-συνδεδεμένος ήχος - Δυνατότητες Σχεδιασμού (Brauen και Taylor 2007).....76

Εικόνα 6. Το νησί της "Ουτοπίας" μικραίνει όσο οι ερευνητές πλησιάζουν (Caquard et. al. 2005).....78

Εικόνα 7. Σημεία ελέγχου & Πίνακας χαρακτηριστικών σε περιβάλλον Qgis.....83

Εικόνα 8. Ιστόγραμμα.....83

Εικόνα 9. Παρεμβολή με τη μέθοδο της αντίστροφης σταθμισμένης απόστασης.....84

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1. Οπτικά διαδραστικά εργαλεία και η πιθανή ακουστική εφαρμογή τους (Brauen & Taylor 2007).....45

Πίνακας 2. Ποσοστά Υποψηφίου Κάθε Κόμματος (Brauen 2006).....59

Πίνακας 3. Διαδραστικός ήχος στον χάρτη SVG με javascript, (Brauen 2006).....65

Πίνακας 4. Αναπαραγωγή αρχείων ήχου στον χάρτη SVG (Brauen 2006).....67

Πίνακας 5. Στοιχεία ήχου (Brauen & Taylor 2007).....76

Πίνακας 6. Πολύγωνο με συντεταγμένες πάνω στην εικόνα.....85

Πίνακας 7. Αναπαραγωγή ήχου.....87

Πίνακας 8. Τονισμός (highlight) πολυγώνων.....87

Πίνακας 9. Χαρακτηριστικά Usemap και Class 87

Πίνακας 10. Αρχεία ήχου.....88

Πίνακας 11. Πολύγωνο με τις εντολές αναπαραγωγής και παύσης ήχου.....88

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τις δυνατότητες και τις προοπτικές της χρήσης του ήχου στη χαρτογραφία και διερευνά τη δημιουργία σύγχρονων διαδραστικών ηχητικών χαρτών. Αναλύοντας αρχικά τη χρησιμότητα της ενσωμάτωσης του ήχου σε ένα χάρτη, παρουσιάζει στη συνέχεια, τρόπους με τους οποίους η ιδέα αυτή μπορεί να υλοποιηθεί. Προιόν της εργασίας είναι ένας ηχητικός διαδραστικός χάρτης θορύβου για την πόλη της Βέροιας. Ως πρωτογενή δεδομένα χρησιμοποιούνται μετρήσεις θορύβου στην πόλη της Βέροιας ενώ το υπόβαθρο προέρχεται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.). Η ένταση της ηχορύπανσης αποδίδεται ηχητικά με τρείς διαφορετικές μεταβλητές του ήχου την ένταση, το ύψος και την τονικότητα. Επίσης δίδεται και η δυνατότητα προβολής του οπτικού επιπέδου θορύβου. Η σύνθεση του τελικού χάρτη γίνεται με τη δημιουργία μιας ιστοσελίδας με χρήση της γλώσσας σήμανσης html ενώ οι αλληλεπιδράσεις με τον χρήστη καθορίζονται από λειτουργίες της γλώσσας σεναρίων JavaScript. Το τελικό αποτέλεσμα είναι μια οπτικο-ακουστική αναπαράσταση των δεδομένων σε περιβάλλον διαδικτύου μέσα από το οποίο ο αναγνώστης μπορεί να επιλέξει την κατάλληλη γι΄αυτόν παρουσίαση του φαινομένου.

Abstract

This diploma thesis examines the possibilities and prospects of using sound in cartography and explores the creation of contemporary interactive sound maps. Initially it analyzes the utility of incorporating sound in a map and then presents ways through which this idea can be materialized. The product of this project is an interactive noise map for the city of Veria. Noise measurements in the city of Veria are used as primary data while the background derives from the Hellenic Statistical Authority (EL.STAT). Noise intensity is acoustically attributed with three different variables of sound loudness, pitch and tonality. There is also the possibility of projecting the visual layer of noise. The configuration of the final map is achieved through the creation of a site using the standard markup language html, while interactions with the user are defined from the scripting language Java Script. The final outcome is an audio visual representation of the data in an internet environment through which the reader can chose the appropriate for him presentation of the phenomenon.

1. Εισαγωγή

Βρισκόμαστε στην εποχή όπου η Χαρτογραφία έχει ανεπιστρεπτί μεταφερθεί από το χαρτί στην οθόνη. Η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στη δημιουργία και ανάγνωση ενός χάρτη συνεπάγεται νέες δυνατότητες και προοπτικές. Παράλληλα οι απαιτήσεις από τη χαρτογραφία αυξάνονται ολοένα και περισσότερο.

Πρίν από μερικά χρόνια, ερευνητικές δραστηριότητες πάνω στη δημιουργία χαρτών με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και ενσωμάτωση ψηφιακών πολυμέσων, κατέστησαν δυνατή την εισαγωγή του όρου "Χαρτογραφία με χρήση πολυμέσων" (Multimedia Cartography) (Cartwright & Peterson 1999). Η έρευνα αυτή εισάγει ήχο, βίντεο, εικόνες, κινούμενα σχέδια και κείμενο σε δυναμικά χαρτογραφικά προϊόντα. Ο οπτικός χάρτης χρησιμοποιείται πλέον, ως μια διεπαφή που παρέχει πρόσβαση σε πολυμέσα.

Τα παραπάνω συνεπάγονται την ανάγκη αλλά και τη δυνατότητα εφαρμογής καινοτόμων τρόπων μετάδοσης της χαρτογραφικής πληροφορίας, και χρήση σύγχρονων εργαλείων. Έτσι απαιτούνται γνώσεις από πολλά επιστημονικά πεδία και καθιστούν τη χαρτογραφία ένα διεπιστημονικό αντικείμενο που διευρύνεται ολοένα και περισσότερο.

Η χρήση του ήχου στα πλαίσια της παρουσίασης γεωγραφικών δεδομένων δεν συνηθίζεται. Υπάρχουν ωστόσο, αρκετά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό ότι ο ήχος είναι ένα βιώσιμο μέσο για την αναπαράσταση και τη μετάδοση πληροφοριών και μπορεί να χρησιμεύσει ως μια πολύτιμη προσθήκη σε οπτικές οθόνες. Η παραδοσιακή χαρτογραφία, χρησιμοποιώντας το δισδιάστατο χώρο και τις οπτικές μεταβλητές αδυνατεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες των χαρτογράφων και άλλων ερευνητών που ενδιαφέρονται για την οπτικοποίηση σύνθετων δυναμικών και πολυδιάστατων φαινομένων. Η σημερινή γενιά των ηλεκτρονικών υπολογιστών και το σύγχρονο λογισμικό δίνουν στους χαρτογράφους πρόσβαση σε ένα πολύ ευρύτερο φάσμα επιλογών σχεδιασμού. Βασικά στοιχεία που μπορούν σήμερα να ενσωματωθούν σε ένα χάρτη είναι οι τρεις διαστάσεις, ο χρόνος, η διαδραστικότητα, και ο ήχος. Ο ήχος από μόνος του ή σε συνδυασμό με τα παραπάνω είναι ένα μέσο για την επέκταση των τεχνικών αναπαράστασης δεδομένων στη χαρτογραφία.

Η εργασία αυτή εξετάζει τις δυνατότητες και τις προοπτικές της χρήσης του ήχου στη χαρτογραφία και διερευνά τη δημιουργία σύγχρονων διαδραστικών ηχητικών χαρτών. Αρχικά, στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται μια ανάλυση των βασικών χαρακτηριστικών του ήχου και της ακοής. Στα επόμενα δύο κεφάλαια γίνεται μια ιστορική αναδρομή στη σχέση ήχου και χαρτογραφίας καθώς και στη σχέση του ήχου με διάφορες πολυμεσικές εφαρμογές. Το πέμπτο κεφάλαιο πραγματεύεται τη χρήση του ήχου στη χαρτογραφία αναλύοντας τις ηχητικές μεταβλητές του Krygier

(1994) καθώς και άλλα ζητήματα που προκύπτουν από την ενσωμάτωση του ήχου σε ένα χάρτη. Στα επόμενα δύο κεφάλαια, αναλύεται η χρήση του ήχου σε σύγχρονους διαδραστικούς χάρτες, και σε χάρτες με κινούμενη εικόνα. Στο όγδοο κεφάλαιο εξετάζεται η διασυνδεδεμένη ακουστική αναπαράσταση, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ αναγνώστη και χάρτη, καθώς και η πιθανή δυνατότητα δημιουργίας ηχητικών εργαλείων διαδραστικότητας, ενώ στο ένατο σχολιάζονται οι τρόποι μεταφοράς δεδομένων σε διαδικτυακούς ηχητικούς χάρτες. Στο δέκατο κεφάλαιο αναφέρονται πιθανές χρήσεις του ήχου στη χαρτογραφία ενώ παρουσιάζονται και σύγχρονες εφαρμογές που έχουν υλοποιηθεί. Τέλος, στο ενδέκατο κεφάλαιο περιγράφεται και αναλύεται η εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της εν λόγω εργασίας και αφορά τη δημιουργία ενός διαδραστικού ηχητικού χάρτη με θέμα την ηχορύπανση στην πόλη της Βέροιας.

2. Ήχος και ακοή

2.1. Γενικά

Όλες τις εμπειρίες του κόσμου γύρω μας τις αποκτούμε χάρη στις πέντε αισθήσεις μας: την όραση, την ακοή, την αφή, τη γεύση και την όσφρηση. Γι' αυτό και στις δραστηριότητες στοχεύουμε στην ενίσχυση αυτών των αισθήσεων.

Ο ήχος ορίζεται ως το φυσικό αίτιο που διεγείρει το αισθητήριο της ακοής και παράγεται από ένα σώμα το οποίο εκτελεί ταλαντώσεις. Η ακοή είναι μια από τις σημαντικότερες αισθήσεις του ανθρώπου αλλά και των περισσότερων έμβιων όντων. Η σημασία της ακοής στην επιβίωση και κατ' επέκταση στην πολιτισμική οργάνωση της κοινωνίας είναι θεμελιώδης. Για παράδειγμα η γλώσσα και η μουσική είναι δύο βασικά συστήματα επικοινωνίας που έχουν προκύψει με την οργανωμένη παραγωγή ήχων από τον άνθρωπο, είτε άμεσα, πχ. με τη χρήση της φωνής, είτε έμμεσα με τη χρήση κατάλληλων ηχογόνων διατάξεων.

Ο ήχος έχει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στη ζωή και την καθημερινότητα του ανθρώπου από την αρχαιότητα. Από την εργασία μέχρι την ψυχαγωγία σε κάθε δραστηριότητα και ενέργεια του ανθρώπου ο ήχος επηρεάζει σώμα και πνεύμα. Είναι γνωστές από την επιστήμη οι επιδράσεις του ήχου στη φυσιολογία (ο ήχος επηρεάζει τις ορμονικές εκκρίσεις, την αναπνοή, τους παλμούς της καρδιάς, τα εγκεφαλικά κύματα κ.τ.λ.), στην ψυχολογία, στη νοητική κατάσταση και στη συμπεριφορά του ατόμου.

2.2. Διάδοση του ήχου

Ο ήχος, που διαδίδεται σε ένα μέσο (στερεό, υγρό ή αέριο), παράγεται όταν ένα σώμα (ηχητική πηγή) ταλαντώνεται μέσα σ' αυτό. Οι ταλαντώσεις του σώματος προκαλούν κίνηση των μορίων του μέσου οπότε δημιουργούνται περιοδικές μεταβολές στην πίεση. Τα μόρια συγκρούονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα οι μεταβολές της πίεσης (πυκνώματα, αραιώματα) να διαδίδονται ως ηχητικά κύματα. Μέσω των συγκρούσεων των μορίων μεταφέρεται ενέργεια από μόριο σε μόριο. Έτσι το κύμα μεταφέρει στο χώρο την ενέργεια ταλάντωσης της πηγής.

Τα ηχητικά κύματα μπορούν να ταξιδέψουν μέσα στον αέρα, στα υγρά και στα στερεά (δεν διαδίδονται στο κενό) και να γίνουν αντιληπτά από τους οργανισμούς που διαθέτουν αισθητήρια ακοής.

Η μετάδοση του ήχου από την πηγή μέχρι το αυτί, οφείλεται στη διάδοση της ταλάντωσης εντός των μέσων που παρεμβάλλονται μεταξύ της ηχητικής πηγής και του αυτιού.

Γενικά τα ηχητικά κύματα μπορούν να ανιχνευτούν με κατάλληλους δέκτες που μπορούν να ταλαντωθούν, όπως για παράδειγμα το μικρόφωνο ή το τύμπανο του αυτιού.

Η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι 340 μέτρα το δευτερόλεπτο και αυξάνεται, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του αέρα.

Η ταχύτητα του ήχου στα υγρά, είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του ήχου εντός των αερίων και στα στερεά μεγαλύτερη από ό,τι στα υγρά. (π.χ. σε θερμοκρασία 20 βαθμών Κελσίου, η ταχύτητα του ήχου στο νερό είναι 1.457 μέτρα το δευτερόλεπτο, ενώ στον χάλυβα είναι 5.100 μέτρα το δευτερόλεπτο).

2.3. Πώς ακούμε

Ακούμε κάποιον όταν πχ. μιλάει ή τραγουδάει, επειδή τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν από το στόμα του στο αυτί μας μέσα από τα υλικά μέσα.

Τα ηχητικά κύματα μεταδίδονται σφαιρικά προς όλες τις κατευθύνσεις, φτάνουν και προσκρούουν στη μεμβράνη του ακουστικού τύμπανου και θέτουν σε ενέργεια το μηχανισμό της ακοής. Τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν με τη μορφή αυξομειώσεων της πίεσης των μορίων του υλικού μέσου στο οποίο διαδίδονται. Το αυτί μας συλλαμβάνει έναν ήχο όταν μεταβάλλεται η πίεση που δέχεται.

Οι δονήσεις αυτές του ακουστικού μας τύμπανου, μετριασμένες από μηχανισμούς ειδικούς για αυτόν το σκοπό και τους οποίους διαθέτει η εσωτερική κοιλότητα του αυτιού μας, καταλήγουν στο ακουστικό νεύρο, που και αυτό με τη σειρά του

αστραπιαία τις μεταφέρει στο εγκεφαλικό κέντρο της ακοής. Εκεί, το ερέθισμα των παλμικών δονήσεων μετατρέπεται σε αίσθημα ακοής.

Η διάρκεια ενός ήχου εξαρτάται από τη διάρκεια της αιτίας που τον προκαλεί. Όσο φυσάμε ένα φλάουτο, τόσο θα διαρκεί και ο ήχος που παράγει.

Τη διάρκεια όμως του ήχου τη μεγαλώνουν και δύο άλλοι παράγοντες:

α) η διάρκεια απόσβεσης του ήχου. Πόση ώρα πχ. κάνει να σβήσει ο ήχος της καμπάνας μετά από ένα μόνο χτύπημα.

β) ο χρόνος αντήχησης του χώρου στον οποίο δημιουργείται ένας ήχος. Πχ. μια άδεια αίθουσα έχει μεγαλύτερη αντήχηση.

Ωστόσο δεν μπορούμε να ακούμε κάθε ήχο που παράγει κάθε παλλόμενο σώμα. Για να συμβεί αυτό, πρέπει το πλήθος των παλμικών κινήσεων σε ένα δευτερόλεπτο να είναι μεταξύ 20 και 20.000 ή, όπως αλλιώς λέμε, η συχνότητα των δονήσεων να είναι μεταξύ 20 Hz (Χερτζ) και 20 kHz (κιλοχέρτζ).

2.4. Χαρακτηριστικά του ήχου

Τα ηχητικά κύματα υπάρχουν ανεξάρτητα από το εάν γίνονται αντιληπτά από εμάς ή όχι, δηλαδή από το εάν υπάρχει δέκτης. Στους ήχους όμως που ακούμε αποδίδουμε ορισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα με τα οποία τους διακρίνουμε μεταξύ τους. Τα χαρακτηριστικά ενός ήχου διακρίνονται σε αντικειμενικά και υποκειμενικά. Αντικειμενικά ονομάζονται εκείνα που ανιχνεύονται από επιστημονικά μετρητικά όργανα, ενώ τα υποκειμενικά καθορίζονται από τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε τον ήχο με το αισθητήριο της ακοής. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι για κάθε αντικειμενικό χαρακτηριστικό του ήχου υπάρχει και το αντίστοιχο υποκειμενικό.

Τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά είναι τα εξής:

α) ***Η ένταση:*** Ορίζουμε ως ένταση ενός κύματος το ποσό της ενέργειας που μεταφέρει το κύμα αυτό ανά μονάδα επιφάνειας και ανά μονάδα χρόνου. Η μονάδα της έντασης του ήχου στο διεθνές σύστημα (SI) είναι το Watt ανά τετραγωνικό μέτρο. Η μονάδα αυτή, όμως, είναι πολύ δύσχρηστη όταν μελετάμε ηχητικά φαινόμενα, αντιληπτά από την ανθρώπινη ακοή. Ο άνθρωπος μπορεί να αντιλαμβάνεται ήχους οι οποίοι έχουν ένταση μεγαλύτερη από 10^{-12} W/m^2. Η ανώτατη ένταση του ήχου που μπορεί να αντιληφθεί το ανθρώπινο αυτί, πριν αρχίσει να πονάει, είναι 1 W/m^2, δηλαδή 12 τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από το όριο ακοής. Η τεράστια αυτή κλίμακα των ήχων στην οποία το ανθρώπινο αυτί είναι ευαίσθητο, μας υποχρεώνει να χρησιμοποιήσουμε μια λογαριθμική κλίμακα, η

οποία είναι πολύ πιο ευαίσθητη στη μέτρηση της έντασης του ήχου. Η μονάδα μέτρησης της έντασης του ήχου στη λογαριθμική κλίμακα είναι το 1 Bel. Στη λογαριθμική κλίμακα η αύξηση της έντασης του ήχου κατά 1 Bel αντιστοιχεί σε δεκαπλασιασμό της έντασης του ήχου σε W/m^2. Επειδή το 1 Bel είναι πολύ μεγάλη μονάδα συνήθως χρησιμοποιούμε το ένα δέκατό του που λέγεται decibel (db). Όλη η κλίμακα της ανθρώπινης ακοής είναι περίπου 120 db. Το χαμηλότερο όριο που μπορεί να αντιληφθεί το ανθρώπινο αυτί είναι περίπου 1 db. Η διακριτική ικανότητα και η ευαισθησία του αυτιού μας μειώνονται όταν μειώνεται η ένταση του ήχου. Μια πολύ ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι η ευαισθησία του αυτιού μας ακολουθεί λογαριθμική συμπεριφορά. Αυτό σημαίνει ότι όταν δεκαπλασιάζεται η ένταση του ήχου, μας δημιουργείται η αίσθηση ότι ο ήχος είναι δύο φορές πιο δυνατός.

β) ***Η συχνότητα :*** Η συχνότητα ορίζεται ως το πηλίκο του αριθμού των ταλαντώσεων στη μονάδα του χρόνου. Η μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το Hertz (Hz). Ένα σώμα ταλαντώνεται με συχνότητα 1 Hz όταν εκτελεί μία ταλάντωση σε ένα δευτερόλεπτο. Η συχνότητα ενός ηχητικού κύματος είναι ίδια με τη συχνότητα ταλάντωσης της πηγής που το παράγει.

Όσο μεγαλύτερη η συχνότητα, τόσο πιο οξύς είναι ο ήχος. Όσο λιγότερες ταλαντώσεις στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή μικρότερη συχνότητα, τόσο πιο βαθύς είναι ο ήχος. Το κάθε ηχογόνο σώμα, ανάλογα με το σχήμα του, το μέγεθος του, τη μάζα του και το είδος του υλικού, μπορεί να παράγει παλμούς ορισμένης συχνότητας.

Στον άνθρωπο η ακοή εκτείνεται για ήχους με συχνότητα μεταξύ 20 Hz και 20.000 Hz. Το εύρος αυτό διαφέρει και σε μεγαλύτερες ηλικίες παρατηρείται μείωση της αντίληψης υψηλών συχνοτήτων. Ήχοι με συχνότητα κάτω ή άνω των ορίων αυτών ονομάζονται υπόηχοι ή υπέρηχοι αντιστοίχως και δεν γίνονται αντιληπτοί από το ανθρώπινο αυτί. Σε άλλους οργανισμούς το φάσμα της ακοής διαφέρει. Για παράδειγμα σε ένα σκύλο το εύρος ακοής εκτείνεται μεταξύ 40 Hz και 60.000 Hz.

γ) ***Το φασματικό περιεχόμενο:*** Εκφράζει το πλήθος και τη σχετική ένταση των απλών ήχων που απαρτίζουν ένα σύνθετο ήχο.

Τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά είναι τα εξής:

α) ***Η ακουστότητα:*** Είναι το γνώρισμα το οποίο μας επιτρέπει να χαρακτηρίσουμε έναν ήχο ισχυρό ή αδύναμο. Η ακουστότητα εξαρτάται κυρίως από την ένταση, αλλά και από τη συχνότητα του ήχου. Με σταθερή την ένταση, ήχοι που έχουν χαμηλή ή υψηλή συχνότητα (π.χ. 100 Hz ή 10.000 Hz) ακούγονται με μικρότερη ακουστότητα απ' ό,τι ήχοι με ενδιάμεση συχνότητα (π.χ. 1.000 Hz).

β) ***Το ύψος***: Είναι το γνώρισμα το οποίο μας επιτρέπει να χαρακτηρίσουμε έναν ήχο οξύ ή βαρύ. Το ύψος εξαρτάται από τη συχνότητα, αλλά δευτερευόντως επηρεάζεται και από την ένταση του ήχου. Όσο μεγαλύτερη η συχνότητα, τόσο πιο οξύς είναι ο ήχος. Όσο λιγότερες ταλαντώσεις στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή μικρότερη συχνότητα, τόσο πιο βαθύς είναι ο ήχος. Ωστόσο έχει παρατηρηθεί ότι ήχοι ίδιας συχνότητας ακούγονται λιγότερο οξείς, όσο μικραίνει η έντασή τους.

γ) ***Η χροιά ή ηχόχρωμα:***

Είναι το γνώρισμα το οποίο μας επιτρέπει να ξεχωρίζουμε μεταξύ τους δύο ήχους με το ίδιο ύψος και ακουστότητα, οι οποίοι όμως παράγονται από διαφορετικές ηχητικές πηγές. Η χροιά εξαρτάται από το φασματικό περιεχόμενο του ήχου, αλλά επηρεάζεται και από την έντασή του.

Όλα τα χαρακτηριστικά που κάνουν ιδιαίτερο και αναγνωρίσιμο έναν ήχο, αποτελούν τη χροιά του ήχου. Εύκολα ξεχωρίζουμε τον ήχο μια σάλπιγγας από τον ήχο ενός σαξοφώνου ή ενός φλάουτου ακόμα και όταν παράγουν την ίδια συχνότητα και στην ίδια ένταση.

Ο κάθε άνθρωπος ή ζώο έχει τη δική του χαρακτηριστική, προσωπική, με το δικό της χρώμα χροιά φωνής. Η χροιά της φωνής μας είναι καθοριστική στη διαμόρφωση της επικοινωνίας, διότι αυτή δίνει πραγματικά μηνύματα.

2.5. Απλοί και σύνθετοι ήχοι (είδη ήχων)

Οι ήχοι τους οποίους ακούμε δεν προκαλούν πάντοτε την ίδια εντύπωση. Οι ήχοι διακρίνονται σε *τόνους*, *φθόγγους*, *θορύβους* και *κρότους*. Τη μορφή όλων αυτών μπορούμε εύκολα να την απεικονίσουμε, χρησιμοποιώντας ένα μικρόφωνο συνδεδεμένο με έναν παλμογράφο.

Οι τόνοι είναι η απλούστερη μορφή ήχων. Παράγονται μόνον από ορισμένα εργαστηριακά όργανα (π.χ. διαπασών ή γεννήτριες σημάτων) και στο άκουσμά τους θυμίζουν τα σφυρίγματα. Προέρχονται από την *αρμονική ταλάντωση* των υλικών μέσων και γι' αυτό η μορφή τους στον παλμογράφο θυμίζει τη μαθηματική συνάρτηση *ημίτονο*.

Οι φθόγγοι είναι ήχοι περισσότερο περίπλοκοι. Παράγονται από τα συνηθισμένα μουσικά όργανα και αντιστοιχούν σε ταλαντώσεις οι οποίες δεν είναι απλές αρμονικές. Το άκουσμά τους είναι συνήθως ευχάριστο. Οι φθόγγοι μπορούν να αναλυθούν σε αθροίσματα απλών τόνων, οι συχνότητες των οποίων είναι όλες ακέραια πολλαπλάσια μιας βασικής και ονομάζονται *αρμονικές*.

Οι θόρυβοι είναι ήχοι που αντιστοιχούν σε ακανόνιστα κύματα και δεν παρουσιάζουν καμιά περιοδικότητα. Το άκουσμά τους προκαλεί δυσάρεστη εντύπωση.

Οι κρότοι τέλος αντιστοιχούν σε ισχυρές και παροδικές δονήσεις του αέρα, όπως, για παράδειγμα, συμβαίνει κατά τις εκπυρσοκροτήσεις όπλων.

Απ' όλα τα παραπάνω είδη οι τόνοι ονομάζονται απλοί ήχοι, ενώ όλοι οι υπόλοιποι ονομάζονται σύνθετοι ήχοι.

2.6. Φυσικοί και τεχνητοί ήχοι

Φυσικοί ήχοι: είναι οι ανθρώπινοι ήχοι (ομιλία, τραγούδι, φωνές, ουρλιαχτά, κλάμα, γέλιο, βήχας, χτύποι καρδιάς κλπ), οι ήχοι των πουλιών και των ζώων, οι ήχοι που προέρχονται από φυσικά φαινόμενα (π.χ. κεραυνοί, βροντές), οι ήχοι του νερού (βροχή, σταγόνα, κύματα κλπ.), οι ήχοι του αέρα (θρόισμα φύλλων, αεράκι, τυφώνας) κλπ.

Τεχνητοί ήχοι: είναι οι ήχοι τους οποίους δημιουργεί ο άνθρωπος με τεχνητά μέσα, όπως π.χ. οι ήχοι των αυτοκινήτων, αεροπλάνων κλπ.

2.7. Ο ήχος ως μέσο αντίληψης

«Η δυτική σοφία πασχίζει, εδώ και εικοσιπέντε αιώνες να δει τον κόσμο. Δεν έχει καταλάβει ότι τον κόσμο δεν τον βλέπεις, τον ακούς. Δεν τον διαβάζεις, τον ακροάσαι» (Attali 1985).

Ο Jacques Attali χρησιμοποιεί τα ρήματα βλέπω και διαβάζω ως αντίθετα με τα ρήματα ακούω και ακροώμαι. Θεωρεί την όραση ως την κυρίαρχη αίσθηση που οδηγεί στην εκλογίκευση και την αφηρημένη γνώση. Το διάβασμα ως τη δραστηριότητα που απομακρύνει από την πράξη και παραπέμπει στη θεωρία, στη μελέτη και τελικά στο παρελθόν. Αντιθέτως η ακοή αντιμετωπίζεται ως αίσθηση αντίληψης του παρόντος, η οποία προϋποθέτει την πλήρη συμμετοχή, εμπεριέχοντας και το συναίσθημα. Ακροώμαι σημαίνει αντιλαμβάνομαι και βιώνω συγχρόνως αντίληψη, συναίσθημα, συνειδητοποίηση και συμμετοχή.

Ο νους έχει πολλές ικανότητες. Μια από αυτές είναι και η γρήγορη αναγνώριση των ήχων. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές φωνές στον κόσμο κι όμως εμείς αναγνωρίζουμε αμέσως τη φωνή κάποιου στο τηλέφωνο, έστω και αν έχουμε χρόνια να την ακούσουμε. Η χροιά και η έκφραση της φωνής μας είναι καθοριστική στη διαμόρφωση της επικοινωνίας, διότι αυτές οι ιδιότητες δίνουν πραγματικά

μηνύματα. Όταν μιλάμε σε κάποιον, εκείνος ακούει πρωταρχικά το πώς το λέμε. Ο κάθε άνθρωπος έχει τη δική του χαρακτηριστική, προσωπική, με το δικό της χρώμα χροιά και έκφραση φωνής.

Εντοπίζουμε την προέλευση των ήχων διότι οι ήχοι φτάνουν πρώτα στο ένα μας αυτί και μετά στο άλλο. Το μυαλό μας καταγράφει τη διαφορά και συμπεραίνει την προέλευση του ήχου.

Σε αυτή τη διαπίστωση βασίζεται και η αρχή της στερεοφωνίας. Όταν ακούμε μουσική στέρεο χρησιμοποιούμε δυο μεγάφωνα για να αποδοθεί ο «χώρος που παίζει η ορχήστρα». Τα αυτιά μας εντοπίζουν συνήθως ασυναίσθητα το πού παίζει κάθε όργανο.

Πολλά μηνύματα των αισθήσεων υποβάλλονται σε επεξεργασία από τον εγκέφαλο, χωρίς να το αντιλαμβανόμαστε. Για παράδειγμα, όταν κάποιος μιλάει σε μια αίθουσα, εμείς νομίζουμε ότι ακούμε την κάθε του λέξη μόνο μια φορά. Ο ήχος όμως ανακλάται στους τοίχους και την οροφή και φτάνει στα αυτιά μας από διαφορετικές διαδρομές και σε σχετικά διαφορετικούς χρόνους. Ο εγκέφαλος όμως λειτουργεί με βάση την αρχή ότι αν ένα πράγμα ακούγεται πολλές φορές σε γρήγορη διαδοχή, τότε γίνεται αντιληπτό μόνο μια φορά. Επίσης, κάνει και μια άλλη επεξεργασία. Μπορεί και υπολογίζει την καθυστέρηση ανάμεσα σε κάθε ηχητική επανάληψη και έτσι είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε το μέγεθος της αίθουσας. Για παράδειγμα, εάν μας οδηγήσουν με τα μάτια κλειστά σε μια αίθουσα ή σε μια ντουλάπα, θα διαπιστώσουμε ότι είμαστε σε θέση να εκτιμήσουμε περίπου το μέγεθος του χώρου στον οποίο βρισκόμαστε, με βάση τους ήχους που ακούμε γύρω μας.

Ο νους ερμηνεύει όλα αυτά τα μηνύματα και έτσι αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο, αλλά καμιά φορά μπορεί και να εξαπατηθεί. Διότι όσο πραγματικός κι αν φαίνεται ο κόσμος, είναι γεμάτος ψευδαισθήσεις.

Βέβαια, η ακοή δεν είναι αποκλειστικό προνόμιο των ανθρώπων. Τα περισσότερα θηλαστικά διαθέτουν αυτιά και φωνητικά συστήματα. Ο ήχος συμβάλει σε βασικές λειτουργίες των ζώων όπως η αναζήτηση συντρόφου, η αναζήτηση τροφής και νερού, η ειδοποίηση για επερχόμενο κίνδυνο, η οριοθέτηση μιας περιοχής και η έκφραση συναισθημάτων.

Το πείραμα του Παβλόφ (1849-1936), δηλαδή η δημιουργία μιας εξαρτημένης αντίδρασης, αν το δοκιμάσουμε στα ψάρια, θα δούμε ότι αυτά όχι μόνο ακούνε, αλλά και εκπαιδεύονται. Χτυπώντας ένα ηλεκτρικό κουδούνι και αμέσως μετά ταΐζοντας τα ψάρια, μπορούμε να τα κάνουμε να συνδέσουν τον ήχο με την τροφή. Μετά από δύο βδομάδες, αν χτυπήσουμε το κουδούνι και δεν τα ταΐσουμε αμέσως, τότε αυτά ψάχνουν τη τροφή τους.

2.8. Ο ήχος ως ομιλία

Η φωνή είναι η πρώτη έκφραση ύπαρξης και εκδηλώνεται τη στιγμή της γέννησης. Από όλα τα θηλαστικά, ο άνθρωπος διαθέτει την πολυπλοκότερη φωνή. Οι φωνητικές του χορδές παράγουν τους βασικούς ήχους οι οποίοι στη συνέχεια μετατρέπονται από τις κοιλότητες της μύτης, του λαιμού, του στόματος και του θώρακα και έτσι παράγουμε τόση μεγάλη ποικιλία ήχων.

Οι πρώτες λέξεις δημιουργήθηκαν με το μιμητισμό των φυσικών ήχων. Όμως η ανάγκη για επικοινωνία οδήγησε τους ανθρώπους σε μια συμφωνία ως προς την παραγωγή κοινών ήχων με συμφωνημένο κοινό νόημα. Έτσι προέκυψε η ανθρώπινη ομιλία.

Κάθε μορφή επικοινωνίας χρησιμοποιεί σύμβολα, συμφωνημένους κώδικες, που μας γίνονται όμως τόσο οικείοι, ώστε ξεχνάμε πως πρόκειται για κώδικα. Κάθε γλώσσα είναι ένας κώδικας και κάθε κώδικας μπορεί να μεταβιβάζει πληροφορίες, αρκεί ο άνθρωπος που θα τον χρησιμοποιεί, να γνωρίζει το μυστικό κλειδί του κώδικα.

2.9. Ο ήχος ως μουσική

Η μουσική αποτελεί έναν κοινό τρόπο έκφρασης και επικοινωνίας όχι μόνο ανάμεσα στα άτομα του ίδιου λαού αλλά και όλων των λαών μεταξύ τους. Και βέβαια, μέσα από τη μουσική γνωρίζουμε την κουλτούρα και τον πολιτισμό ενός λαού, γιατί η μουσική είναι «διεθνής γλώσσα». Απευθύνεται σε όλους και κατανοείται από όλους.

Γενικά η μουσική, με την αναμφίβολη παρόρμηση που δημιουργεί στον καθένα μας, ωθεί, στην κίνηση και μάλιστα ρυθμική και μέσα από αυτήν την κίνηση μας βοηθά να βρούμε τον εσωτερικό μας ρυθμό και να συντονιστούμε με τους άλλους γύρω μας.

Οι άνθρωποι σε στιγμές συγκινησιακής φόρτισης εκφραζόμαστε με ήχους. Κάθε κοινωνία έχει αναπτύξει την μουσική της, με βάση τις συνθήκες υπό τις οποίες ζει και δραστηριοποιείται. «Οι κάτοικοι του Μπαλί λένε πως δεν έχουν τέχνη, κάνουν απλώς ό,τι κάνουν όσο καλύτερα μπορούν και το απολαμβάνουν βιώνοντας το. Η μουσική στο Μπαλί δε διαχωρίζεται από την καθημερινή ζωή αλλά αποτελεί ένα αναπόσπαστο τμήμα της. Η μουσική σε αυτούς τους πολιτισμούς αποτελεί στην πραγματικότητα είδος μαγείας, που κατανικά το φόβο, τονώνει τα αισθήματα της συντροφικότητας, της κοινωνικότητας και φέρνει σε συμφιλίωση το άτομο με το

περιβάλλον. Η μουσική σε αυτούς συνδέεται στενά με τις αμέτρητες τελετές, γιορτές, χορούς, στην ουσία, με το σύνολο της καθημερινής ζωής» (Small 1983).

2.10. Πώς προσδιορίζει ο ήχος ένα περιβάλλον και το αντίστροφο

Ο ήχος είναι ένα πολύ βασικό στοιχείο το οποίο καθορίζει και καθορίζεται από το περιβάλλον. Χαρακτηριστικά στο άκουσμα συγκεκριμένων ήχων το μυαλό ταξιδεύει σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, στο οποίο κυριαρχούν αυτοί οι ήχοι. Δηλαδή, συγκεκριμένοι ήχοι παραπέμπουν σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα, και το αντίστροφο. Παρά την έμφαση που δίδεται στη μελέτη της οπτικής, υπάρχουν έρευνες που έχουν λάβει υπ' όψιν τους τόσο την επίδραση που έχει στον άνθρωπο ο ήχος ως μέρος του περιβάλλοντός, όσο και την έννοια της αντίδρασης του ανθρώπου στους ήχους που παράγονται από τις κοινωνίες.

«Ο Feld (1982, 44-60) ζούσε με τους ανθρώπους Kaluli του κεντρικού οροπεδίου της Παπούα Νέας Γουινέας για να μελετήσει το τραγούδι τους, την ποίηση, το κλάμα, και το χορό. Ανακάλυψε ότι το ηχητικό περιβάλλον μέσα στο οποίο ζούσαν οι Kaluli, που αποτελείται κυρίως από δάση και ήχους των πουλιών, επηρέαζε την κοσμολογία τους και ότι για να κατανοήσει τις πιο σημαντικές πολιτιστικές τελετές τους ήταν απαραίτητο να κατανοήσει το πώς ερμήνευαν το ηχητικό τους περιβάλλον και την ταξινομία των πουλιών» (Brauen 2006).

«Το γενικό ακουστικό περιβάλλον μιας κοινωνίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης των κοινωνικών συνθηκών που παράγουν αυτό το περιβάλλον και μπορεί να μας πει πολλά για την τάση και την εξέλιξη αυτής της κοινωνίας» (Schafer 1977). Ο Schafer χρησιμοποιεί το ηχητικό περιβάλλον στο οποίο οι κοινωνίες ζουν ως ένδειξη των σχέσεων εξουσίας σε αυτές τις κοινωνίες. Τί θόρυβοι υπάρχουν και ποιές είναι οι επιπτώσεις τους για τους κατοίκους; Ποιός ελέγχει τους δυνατότερους ήχους, και ποιά είναι η απόκριση της υπόλοιπης κοινότητας για αυτούς τους ήχους;

Επίσης έχουν διεξαχθεί διάφορες μελέτες χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό ποσοτικών ακουστικών μετρήσεων και ποιοτικών ερευνών για την ανάλυση συγκεκριμένα ακουστικών περιβαλλόντων (Porteous & Mastin 1985, Truax 2001).

«Ο Rodaway (1994) εξετάζει ακουστικές γεωγραφίες στο ευρύτερο πλαίσιο μιας διερεύνησης της αντίληψης και των αισθήσεων, αναλύοντας τις δύο έννοιες της αντίληψης και της αίσθησης από την οπτική της υποδοχής των πρώτων στοιχείων από το περιβάλλον και τη διαδικασία για την εξαγωγή νοήματος από τα δεδομένα αυτά. Το ανθρώπινο αισθητήριο σύστημα είναι εγγενώς πολύ-αισθητηριακό: όλες οι αισθήσεις λειτουργούν ταυτόχρονα για τη λήψη των στοιχείων, - τα αισθητήρια συστήματα και ο εγκέφαλος ερμηνεύουν τα δεδομένα από όλες τις εισόδους από κοινού, και όχι ως μεμονωμένα ρεύματα αισθητηριακών πληροφοριών - και

διάφορες τεχνικές αλληλεπιδρούν για να καθοδηγήσουν την απόκτηση πρόσθετων πληροφοριών από το άτομο. Για παράδειγμα, η ακοή μπορεί να ειδοποιήσει ένα άτομο να προσανατολίσει τα μάτια του για να συλλέξει οπτικά δεδομένα από μια ορισμένη κατεύθυνση. Η εμπειρία του παρελθόντος, η γνώση, το πολιτιστικό πλαίσιο, το περιβάλλον, και το επίπεδο της οικειότητας με το περιβάλλον επηρεάζουν τη δεκτικότητα ενός ατόμου και το φιλτράρισμα των δεδομένων που παρουσιάζονται στο αισθητήριο σύστημα καθώς και τα επίπεδα κατωφλίου στα οποία τα δεδομένα γίνονται αντιληπτά» (Brauen 2006).

Η ανάπτυξη και εξάπλωση της ηλεκτρονικής τεχνολογίας, - η οποία συμπίπτει με μια φάση ανάπτυξης και εξάπλωσης του ανθρώπινου πολιτισμού που αρχίζει να ανατρέπει βασικές ισορροπίες στο επίπεδο της βιόσφαιρας - και μάλιστα της τεχνολογίας ηχογράφησης/ επεξεργασίας/ αναπαραγωγής του ήχου έχει δημιουργήσει ένα νέο σύστημα "τεχνητών" - ηλεκτρονικών - ήχων που διαμορφώνουν μαζί με τους "φυσικούς" ήχους ένα περίπλοκο ηχητικό οικοσύστημα.

3. Ήχος και Χαρτογραφία

3.1. Διαχρονικά

Παρόλο που ο ήχος είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας και συνδέεται άρρηκτα με το χώρο και τη γεωγραφία η σχέση του με τη χαρτογραφία ήταν μέχρι πρόσφατα μη αξιοποιήσιμη. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τον ήχο για να περιηγηθούν στο περιβάλλον τους, επηρεάζονται από τους ήχους του περιβάλλοντος, και έχουν επίσης αλλάξει δραστικά αυτούς τους ήχους, δημιουργώντας νέους και ενίοτε κυρίαρχους ήχους που μπορεί να συγκαλύψουν τους προ-υφιστάμενους. Η χαρτογραφία, ωστόσο, αναπτύχθηκε ως μια γραφική μορφή επικοινωνίας παράλληλα με την ανάπτυξη της τεχνολογίας εκτύπωσης και ως εκ τούτου, έχει σε μεγάλο βαθμό αγνοήσει τον ήχο τόσο ως θέμα όσο και ως μέσο αναπαράστασης.

Έτσι, η γραφική ανάπτυξη της χαρτογραφίας έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση αποκλειστικά και μόνον της όρασης για τη μετάδοση της χαρτογραφικής πληροφορίας. Γενικότερα βέβαια η αίσθηση της όρασης υπερέχει των υπολοίπων αισθήσεων τουλάχιστον στο δυτικό πολιτισμό. Σύμφωνα με τον Brauen: «Αυτή η υπεροχή αντικατοπτρίζεται στη σημασία της όρασης ως το κύριο μέσο με το οποίο λαμβάνουμε πληροφορίες από το περιβάλλον μας και στη χρήση οπτικών αλληγοριών -όπως αντανακλάται και απεικονίζει- για να περιγράψουμε την απόκτηση και την απόδοση γνώσεων» (Brauen 2006, 2).

Ωστόσο τα τελευταία χρόνια ο ήχος αρχίζει σιγά σιγά να εμφανίζεται στους χάρτες και ειδικότερα στους χάρτες του διαδικτύου. Όπως αναφέρουν οι Caquard et al. (2008) μια ποιοτική σύγκριση σε τρία πρόσφατα βιβλία που αφορούν τους χάρτες στο διαδίκτυο αρκεί για να αποδείξει το γεγονός αυτό. «Στη "Χαρτογραφία μέσω του διαδικτύου" (Kraak & Brown 2001), η λέξη ήχος αναφέρεται μόνο μία φορά στις 200 σελίδες του βιβλίου. Επίσης επισημαίνεται ότι ο ήχος δεν είναι πραγματικά μία από τις επιλογές ενός χαρτογράφου. Στη μελέτη "Χάρτες και διαδίκτυο" (Peterson 2003) που δημοσιεύτηκε δύο χρόνια αργότερα ο ήχος φαίνεται να είναι περισσότερο από μια επιλογή. Η λέξη «ήχος» αναφέρεται σε 27 από τις 450 σελίδες του βιβλίου. Πέρα από αυτή την ποσοτική αύξηση, μια πιο συστηματική ανάλυση δείχνει ότι ο ήχος θεωρείται σχεδόν εξ ολοκλήρου μια από τις μορφές των μέσων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στους χάρτες του διαδικτύου. Παρόλα αυτά σε αυτό το βιβλίο ο ήχος εξακολουθεί να έχει μια περιθωριακή θέση για τη χαρτογραφία στο διαδίκτυο. Η κατάσταση μετατοπίζεται πολύ πρόσφατα. Στο βιβλίο "Κυβερνοχαρτογραφία: Θεωρία και πράξη", (Taylor 2006) η λέξη ήχος εμφανίζεται σε 68 από τις 500 σελίδες του βιβλίου. Πιο σημαντικά, αυτή η ποσοτική αύξηση συνδυάζεται με μια βαθιά αλλαγή στον τρόπο που το θέμα του ήχου αντιμετωπίζεται στους χάρτες. Ο ήχος δεν είναι πια μόνο ένα από τα διάφορα μέσα που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στους χάρτες στο διαδίκτυο, αλλά γίνεται αντικείμενο έρευνας από μόνο του. Όπως επισημαίνει ο Taylor (2006), ο ήχος έχει σαφώς μεγάλη σημασία στην κυβερνοχαρτογραφία (cybercartography), ενώ ο ήχος είναι κεντρικό θέμα σε τρία κεφάλαια. Οι Trbovich et al. (2006) αναφέρονται στις δυνατότητες του ήχου για τη βελτίωση της διεπαφής των χρηστών, της πλοήγησης και της επικοινωνίας. Οι Vasconcellos & Tsuji (2005) διερευνούν το συνδυασμό ήχου και υποστηρικτικών δομών για να βοηθήσουν άτομα με προβλήματα όρασης να πλοηγηθούν σε χάρτες διαδικτύου. Τέλος, ο Théberge (2007) παρέχει μια ολοκληρωμένη μελέτη των συνολικών δυνατοτήτων του σχεδιασμού ήχου (sound design) στην κυβερνοχαρτογραφία (cybercartography) και τεκμηριώνει την άποψη του με πολλά παραδείγματα από τις ανθρωπιστικές επιστήμες και τη λαϊκή κουλτούρα» (Caquard et al. 2008).

3.2. Προβλήματα στη χρήση ήχου

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία αύξηση του «προσωπικού υπολογιστή», ευρεία διάδοση των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων όπως το διαδίκτυο (world wide web) και ενσωμάτωση πολλών δυνατοτήτων του ήχου σε έναν κοινό ηλεκτρονικό υπολογιστή. Επίσης, η δημιουργία και η ανάγνωση ενός χάρτη πραγματοποιείται κατά κανόνα με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Κατά συνέπεια η χρήση του ήχου είναι εφικτή.

Ωστόσο τα παραδείγματα ενσωμάτωσης του ήχου στη χαρτογραφία είναι ελάχιστα και σε πολύ πρώιμο στάδιο. Το γεγονός αυτό αποδίδεται σε διάφορα προβλήματα τα οποία αφορούν την κοινή αντίληψη περί του χάρτη, τη δυσκολία χρήσης του ήχου σε οποιονδήποτε χώρο αλλά και την δυνατότητα αναπαράστασης φαινομένων με ήχο. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

α) Στους δημιουργούς αλλά και στους αναγνώστες ενός χάρτη κυριαρχεί η πεποίθηση ότι οι πληροφορίες μεταδίδονται μέσω της όρασης. Έτσι μια εξήγηση είναι ότι οι χάρτες σπάνια περιλαμβάνουν ήχο, επειδή δεν υπάρχει καμία σχετική προσδοκία, μεταξύ συντακτών αλλά και χρηστών του χάρτη. Υπενθυμίζοντας την ιστορία της χαρτογραφίας και τους στενούς δεσμούς της με την τεχνολογία εκτύπωσης, η χαρτογραφία με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχει εστιάσει κυρίως στην ανάπτυξη και αυτοματοποίηση της παραγωγής έντυπων χαρτών. Η προσθήκη μη εντύπων μέσων για τη διανομή του χάρτη είναι μια πιο πρόσφατη διαδικασία, αλλά ο χάρτης ως ένα οπτικό αντικείμενο παρέμεινε ο πρωταρχικός στόχος. Πιο φιλικά στη χρήση ήχου είναι καλλιτεχνικά έργα και σχεδία που περιλαμβάνουν χάρτες.

β) Μια συνήθης ανησυχία στη χρήση μιας ηχητικής εφαρμογής είναι η δημιουργία θορύβου που μπορεί να ενοχλήσει άτομα τα οποία εργάζονται ή συζητούν σε κοντινή απόσταση. Ο ήχος δεν περιορίζεται στο πεδίο της όρασης και είναι δύσκολο να παρεμποδιστεί η μεταφορά του. Έτσι ανάλογες εφαρμογές θα μπορούσαν να προκαλέσουν πρόβλημα σε ανοιχτούς χώρους εργασίας, σε επιστημονικά εργαστήρια ή σε βιβλιοθήκες. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα πολλών πανεπιστημιακών εργαστηρίων όπου το σύστημα αναπαραγωγής ήχου είναι απενεργοποιημένο. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να επιλυθεί με τη χρήση ακουστικών που βέβαια δεν είναι πάντοτε εφικτό και επιθυμητό.

γ) Η παραγωγή και η καταγραφή του ήχου για ένα πρόγραμμα πολυμέσων είναι ένα σύνθετο έργο το οποίο απαιτεί υψηλή κατάρτιση την οποία δεν διαθέτει πάντα ο χαρτογράφος. Η παραγωγή του ήχου ιδιαίτερα για προϊόντα πολυμέσων, έχει τη δική της γλώσσα και οι σχεδιαστές της απαιτούν εκπαίδευση για την ανάπτυξη ικανοτήτων στη διαχείριση του ήχου και στην παραγωγή συνδυασμένων ήχων με εικόνες. Πρακτικές κατευθυντήριες γραμμές για την παραγωγή την εγγραφή και τη μίξη του ήχου, ενώ είναι άγνωστες για πολλούς χαρτογράφους, συναντώνται σε άλλους κλάδους και δεν χρειάζεται να εφευρεθούν εκ νέου, αν και, ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο ο ήχος θα χρησιμοποιηθεί, οι υπάρχουσες κατευθυντήριες γραμμές ενδέχεται να εξακολουθούν να απαιτούν προσαρμογή.

Εκτός από τα παραπάνω βέβαια υπάρχουν και προβλήματα τα οποία αφορούν την αντίληψη του χρήστη, δηλαδή, το κατά πόσον είναι σε θέση κάποιος να κατανοήσει μέσω του ήχου αναπαραστάσεις δεδομένων. Σύμφωνα με τον Kramer (1994a, 11-15),

-Η ακουστική αναπαράσταση ποσοτικών δεδομένων δεν μπορεί να αποδώσει απόλυτες τιμές.

-Η ακουστική αναπαράσταση ποσοτικών, χωρικών, και δεδομένων με διαφορά τάξης είναι δύσκολη, επειδή το ανθρώπινο ακουστικό σύστημα έχει χαμηλότερη ανάλυση όταν γίνεται διάκριση τιμών από ό, τι το οπτικό μας σύστημα.

-Η αντίληψη των μεταβλητών του ήχου δεν είναι ανεξάρτητη (πχ. η τονικότητα μπορεί να επηρεάσει την αντιληπτή ένταση), και η αλληλεπίδραση των μεταβλητών του ήχου που χρησιμοποιούνται για να αντιπροσωπεύσουν διαφορετικές μετρήσεις σε ένα πολύ-παραγοντικό σύνολο δεδομένων μπορεί να δημιουργήσει ακουστικές που είναι δύσκολο να ερμηνευθούν, εάν δεν είναι προσεκτικά σχεδιασμένες.

Κατά συνέπεια η ανάπτυξη νέων χαρτογραφικών έργων και προϊόντων τα οποία θα εντάσσονται στον ευρύτερο χώρο της χαρτογραφίας με πολυμέσα (multimedia cartography) και της κυβερνοχαρτογραφίας (cybercartography) και η ενσωμάτωση του ήχου σ' αυτά απαιτεί τη δημιουργία διεπιστημονικών ομάδων.

3.3. Χρησιμότητα του ήχου στη χαρτογραφία

Ο ρόλος που τα τελευταία χρόνια διεκδικεί ο ήχος στον τομέα της χαρτογραφίας είναι να προστεθεί ως μια επιπλέον συνισταμένη που θα συνδράμει στην εξέλιξη και πρόοδο του αντικειμένου. Ο ήχος δεν έρχεται να αντικαταστήσει την όραση, θα ήταν αδύνατο άλλωστε, ούτε να "απεικονίσει ηχητικά" φαινόμενα που ήδη αποδίδονται επαρκώς με οπτικές μεταβλητές. Δηλαδή, η χρήση του ήχου στη χαρτογραφία δεν είναι αυτοσκοπός αλλά έρχεται να καλύψει διάφορες ανάγκες οι οποίες είτε υπήρχαν είτε έχουν δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια. Η χρήση του ήχου αποσκοπεί στο να επεκτείνει την οπτική πληροφορία ενός χάρτη χωρίς την οπτική επιβάρυνση του, να απεικονίσει φαινόμενα τα οποία είναι πιο εύκολα κατανοητά με την ακοή παρά με την όραση και γενικότερα σε συνδυασμό με την εικόνα να ανοίξει νέους δρόμους στη μετάδοση χωρικών πληροφοριών μέσα από ένα χάρτη.

Επίσης η αίσθηση της ακοής είναι από πολλές απόψεις συνδεδεμένη με τη γεωγραφία και το χώρο. Αυτό όπως αναφέρθηκε και πριν, είτε επειδή σε διαφορετικές γεωγραφικές θέσεις έχουμε διαφορετικούς ήχους (πόλη – επαρχία, ή και μέσα στην ίδια την πόλη) είτε επειδή ο άνθρωπος χρησιμοποιεί την ακοή για να πλοηγηθεί (πολλές φορές η ακοή οδηγεί την όραση ώστε να ληφθούν επιπλέον πληροφορίες). Ακόμα το ηχητικό περιβάλλον επηρεάζει τους ανθρώπους (και όχι μόνο) και κατά συνέπεια κατευθύνει τις επιλογές τους.

Οι χρήσεις του ήχου στη γεωγραφική οπτικοποίηση, σύμφωνα με τον Krygier (1994), περιλαμβάνουν τον ήχο ως φωνητική αφήγηση, ως ένα μιμητικό σύμβολο, ως μια πλεονάζουσα μεταβλητή, ως ένα μέσο για την ανίχνευση ανωμαλιών, ως ένα μέσο για τη μείωση του οπτικού περισπασμού, ως ένδειξη για αλλαγή της σειράς των στοιχείων, ως εναλλακτική λύση σε οπτικά μοτίβα, ως μέσο για την προσθήκη μη-οπτικών διαστάσεων δεδομένων για διαδραστικές οθόνες οπτικής απεικόνισης, καθώς και για την εκπροσώπηση θέσεων σε έναν ηχητικό χώρο. Οι κατηγορίες αυτές είναι υποκειμενικές, και η τοποθέτηση ενός συγκεκριμένου ήχου σε μια κατηγορία μπορεί να είναι δύσκολη (για παράδειγμα η φωνή ενός ανθρώπου, ενώ έχει γλωσσική σημασία, μπορεί επίσης να έχει μουσικά και ρυθμικά χαρακτηριστικά). Ο Murch (2005), σε μια συζήτηση σχετικά με τη μίξη ήχων για ταινίες μεγάλου μήκους, χαρακτηρίζει μεμονωμένους ήχους χρησιμοποιώντας μια αναλογία με το φάσμα του φωτός, με κωδικοποιημένους ήχους σε ένα άκρο και ενσωματωμένους ήχους στο άλλο άκρο. Κωδικοποιημένοι ήχοι χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μετάδοση κωδικοποιημένων πληροφοριών, όπως είναι η γλώσσα, ενώ ενσωματωμένοι ήχοι, όπως είναι η μουσική, γίνονται αντιληπτοί βιωματικά. Ο Murch τοποθετεί περισσότερα ηχητικά εφέ, περίπου στη μέση του φάσματος, δεδομένου ότι γίνονται άμεσα αντιληπτά και συχνά μεταφέρουν κωδικοποιημένες πληροφορίες, γιατί αναγνωρίζουμε εύκολα την πηγή του ήχου (πχ., ήχοι περιβάλλοντος). Όπως και σε άλλους κλάδους, ο ήχος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στη χαρτογραφία για πολλούς λόγους, για να επεξηγεί μια οπτική εικόνα, για να ενθαρρύνει βαθύτερη αίσθηση ή συναισθηματική σχέση με το αντικείμενο, και για την παρουσίαση εναλλακτικών προοπτικών ή πρόσθετων πληροφοριών χωρίς υπερφόρτωση της οπτικής απεικόνισης. Οι πιθανές χρήσεις του ήχου σε σχέση με την εικόνα περιορίζονται μόνο από τη φαντασία.

Διαφορετικοί τύποι του ήχου μπορεί να εξυπηρετούν διάφορους σκοπούς. Σύμφωνα με τον Barthes (1977, 39), «όλες οι εικόνες είναι πολύσημες, δηλαδή συνεπάγονται, διάφορα νοήματα από τα οποία, ο αναγνώστης είναι σε θέση να κατανοήσει ορισμένα και να αγνοήσει τα υπόλοιπα». Ένα γλωσσικό μήνυμα μπορεί επομένως να χρησιμοποιηθεί, ενδεχομένως σε συνδυασμό με οπτικά στοιχεία, όπως υπομνήματα, για να καθοδηγήσει τον χρήστη ενός οπτικού χάρτη στην επιθυμητή ερμηνεία, ενώ μπορεί επίσης, να παρέχει πρόσθετες πληροφορίες ή αντιφατικές έννοιες σε σχέση με τον οπτικό χάρτη. Ενσωματωμένοι ήχοι όπως η μουσική και τα ηχητικά εφέ θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την αύξηση της αντίληψης του χρήστη στο θέμα του χάρτη ή για να βοηθήσουν τον χρήστη ενός άτλαντα να πλοηγηθεί σε διαφορετικά τμήματα του άτλαντα με τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος ήχου ή με χρήση μουσικών θεμάτων ανάλογα με την περίπτωση. Ο Théberge (2005) προτείνει τη χρήση των μουσικών επιπέδων και θεμάτων ως μια τεχνική για την ενίσχυση της διαδραστικότητας σε κυβερνοχαρτογραφικούς (cybercartographic) άτλαντες. Επίσης, για την πρόσθεση θεματικών πληροφοριών

σε ένα οπτικό χάρτη μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπέρηχοι με χρήση αφηρημένων μεταβλητών δεδομένων (Krygier 1994) ή με τη χρήση υψηλότερου επιπέδου μουσικών θεμάτων (Hansen et al. 1999). Ηχογραφημένοι ήχοι όλων των τύπων (αναγνωρίσιμα αποσπάσματα από ομιλία, μουσική, κλπ.) μπορούν να προσθέσουν πληροφορίες σχετικές με τον πολιτισμό στο χάρτη, ενώ ταυτόχρονα εκτελούν ένα από τους ρόλους που περιγράφονται ανωτέρω. Η ερμηνεία ήχων και οπτικών πληροφοριών ταυτόχρονα από τον χρήστη του χάρτη θα εξαρτηθεί από τις γνώσεις και τις πεποιθήσεις του χρήστη (Richardson 2000).

Η πρόθεση εδώ δεν είναι να υποστηριχτεί ότι οι τεχνικές που παρέχονται από τον ήχο είναι απαραιτήτως καλύτερες από τις υπάρχουσες χαρτογραφικές τεχνικές για την προσθήκη νοήματος ή διαφορετικής προοπτικής στους χάρτες. Αντίθετα, ο ήχος προσφέρει εναλλακτικά μέσα που δεν έχουν εκτεταμένα διερευνηθεί στη χαρτογραφία, παρόλο που χρησιμοποιούνται ευρέως σε άλλους κλάδους, όπως οι ταινίες και ο σχεδιασμός πολυμέσων. Ο ήχος παρέχει επιλογές σχεδιασμού για τη χαρτογραφία και σε πολλές περιπτώσεις, προσφέρει εναλλακτικές προσεγγίσεις για την επίλυση των προβλημάτων σχεδιασμού του χάρτη, που έχουν ήδη λυθεί οπτικά. Για την επίλυση είτε παλιών είτε νέων προβλημάτων της χαρτογραφίας, η επιλογή των στοιχείων του ήχου που θα χρησιμοποιηθούν σε ένα χάρτη δίνει στον χαρτογράφο νέες επιλογές για την προσθήκη επιπλέον πληροφοριών γύρω από τον οπτικό χάρτη.

4. Ήχος σε άλλες πολυμεσικές εφαρμογές

4.1. Γενικά

Εκτεταμένη έρευνα για την χρήση του ήχου ως τρόπου παρουσίασης έχει εφαρμοστεί σε άλλος κλάδους, όπως είναι ο κινηματογράφος, η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή (HCI), και τα εικονικά περιβάλλοντα. Επιπλέον, εμπορικά, ηλεκτρονικά παιχνίδια κάνουν εκτεταμένη χρήση του ήχου.

Αρκετά ενδιαφέρουσα είναι η εισαγωγή του ήχου στον κινηματογράφο ένα μέσο το οποίο, όπως και η χαρτογραφία άλλωστε, ήταν από τη γέννηση του βασισμένο στην όραση αφού η κινούμενη εικόνα αποτέλεσε αρχικά το μόνο μέσο έκφρασης. Η προοπτική της χρήσης του ήχου και της ομιλίας σε ταινίες δεν έγινε αρχικά δεκτή με ενθουσιασμό. Χαρακτηριστική είναι η έκφραση του Harry Warner με αφορμή την χρήση του ήχου σε ταινία: "Ποιος στο καλό θέλει να ακούσει τους ηθοποιούς να μιλούν" (“Who the hell wants to hear actors talk?”). Ενώ η απαιτούμενη τεχνολογία υπήρχε από το 1924 κανείς δεν τολμούσε να πάρει το ρίσκο μέχρι που η εταιρεία Warner, μικρή τότε και με σοβαρά οικονομικά προβλήματα, επέλεξε να λανσάρει το 1926 την πρώτη ταινία με αναπαραγωγή μουσικής και τραγουδιού και στην

συνέχεια, το 1927, την πρώτη πραγματικά ομιλούσα ταινία, με αναπαραγωγή δηλαδή διαλόγων, ήχων και μουσικής.

Από τότε ο ήχος που περιλαμβάνεται στις κινηματογραφικές ταινίες διαχωρίζεται σε φυσικούς ήχους, ανθρώπινους ήχους (κυρίως τους διαλόγους) και μουσική. Η μουσική με ένα ή περισσότερα όργανα είναι από τα πρώτα ηχητικά υλικά έκφρασης που συνδέθηκαν με τον κινηματογραφικό χώρο. Εξυπηρέτησε, κατ' αρχάς μια τεχνική ανάγκη (την κάλυψη του θορύβου της μηχανής προβολής), επιτελούσε όμως και μια αισθητική λειτουργία. Σήμερα δεχόμαστε ότι εμπλουτίζει τη σημειολογική λειτουργία της εικόνας και πολλαπλασιάζει τη δυνατότητα μετάδοσης του μηνύματος. Γενικότερα η μουσική λειτουργεί ως συνθετικό στοιχείο της κινηματογραφικής «γλώσσας» σε αρμονικό συνδυασμό με την κινούμενη εικόνα και την κινηματογραφική ροή.

Γενικότερα διαπιστώθηκε ότι ο ήχος μπορεί να προσθέσει μια ακόμα (τρίτη) διάσταση στην αφήγηση, ως επεξήγηση, ως επίταση, σε αντίστιξη ή και σε πλήρη αντίθεση με το πλάνο και το μοντάζ και με ομοιότητες ή διαφορές ως προς τον ρυθμό και το περιεχόμενο χαρίζοντας μεγαλύτερο ακόμα βάθος στην κινηματογραφική αφήγηση και ευελιξία στην κινηματογραφική γλώσσα. Γι' αυτό και πολύ σύντομα ο ήχος στα χέρια κινηματογραφιστών με καλλιτεχνικές ανησυχίες έδειξε τις εκφραστικές δυνατότητές του και αποτέλεσε ένα εφαλτήριο για τη διαμόρφωση μιας αισθητικά πληρέστερης γλώσσας. Χαρακτηριστικά ο Τζιμ Τζάρμους απαντώντας σε ερώτηση για το εάν έρχεται πρώτα ο ήχος ή η εικόνα όταν κάνει μια ταινία, είπε: «Η εικόνα και ο ήχος είναι σχεδόν το ίδιο πράγμα για μένα, γιατί δημιουργούν την ατμόσφαιρα της κάθε σκηνής. Άλλωστε, ο κινηματογράφος είναι η τέχνη που συνδέεται πιο στενά με τη μουσική, γιατί διαθέτει κίνηση στο χρόνο και εσωτερικό ρυθμό. Νομίζω ότι προσπαθώ να μάθω για την κινηματογράφηση από τη μουσική, ενώ άλλες φορές σκέφτομαι τη μουσική με κινηματογραφικούς όρους. Είμαι ευτυχής για αυτό το "μπέρδεμα"». Για το σημερινό θεατή ο ήχος πια αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα μιας κινηματογραφικής ταινίας και μάλιστα τόσο φυσικό εξάρτημα της εικόνας ώστε ο θεατής να ξεχνά πολλές φορές τη σημασία του.

Παρατηρώντας τη σύνθεση κινηματογραφικών ταινιών μπορούμε να εξάγουμε διάφορα συμπεράσματα για το συνδυασμό εικόνας και ήχου. Χαρακτηριστικά «Ο Michel Chion, αναφέρει ότι ο Millicent Cooley (1998, 1-2) συζητώντας για τη χρήση του ήχου στον κινηματογράφο, χρησιμοποιεί τον όρο «synchresis», που προέρχεται από το "συγχρονισμό" και τη ''σύνθεση'' και υποδηλώνει την άμεση και αναγκαία σχέση μεταξύ κάτι που κάποιος βλέπει και κάτι που κάποιος ακούει'' (Chion 1994, 5), όταν οπτικά και ακουστικά γεγονότα λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα. Σύμφωνα με τον Chion, η αντίληψη των οπτικών δεδομένων επηρεάζεται από ό, τι ακούμε, και η αντίληψη των ηχητικών δεδομένων επηρεάζεται από αυτό που βλέπουμε: «Δεν

βλέπουμε ποτέ το ίδιο πράγμα, όταν ακούμε και δεν ακούμε το ίδιο πράγμα όταν βλέπουμε» (1994, XXVI). Ο όρος synchresis περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τους συχνά εμφανιζόμενους συνδυασμούς ήχου και εικόνας, όπως για παράδειγμα μια έκρηξη, ή η εικόνα μιας πόρτας που χτυπά, αλλά και ο τρόπος που προσπαθούμε να βγάλουμε νόημα από αντιφατικά ζεύγη εικόνας και ήχου» (Brauen, 2006, 3).

Ο Théberge (2005) συγκρίνει τη χρήση του ήχου στη χαρτογραφία με τη χρήση του σε άλλα μέσα, όπως οι ταινίες και τα παιχνίδια στον υπολογιστή. Υποστηρίζοντας ότι πολύ συχνά ο σχεδιασμός του ήχου γίνεται αφού τα γραφικά έχουν ολοκληρωθεί, δηλώνει ότι οι σχέσεις μεταξύ ήχου και οπτικών στοιχείων είναι πολύπλοκες, και υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες είναι επιθυμητό να απλοποιηθούν τα οπτικά στοιχεία με σκοπό τη βελτίωση της κατανόησης του τελικού χάρτη. Ειδικότερα, υποστηρίζει ότι ο ήχος θα πρέπει να σχεδιαστεί για να συμπληρώσει τις οπτικές πληροφορίες σε ένα χάρτη και όχι κατ 'ανάγκη να επαναλάβει πληροφορίες που είναι ήδη διαθέσιμες οπτικά.

Επίσης έχει διεξαχθεί πλήθος μελετών της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή (Human–computer interaction) για την αλγοριθμική μετατροπή των δεδομένων σε ακολουθίες ήχων (sonification). Για παράδειγμα, σχετικά με την ικανότητα ηχητικών θεμάτων να ερμηνεύουν δεδομένα χρονοσειρών που παρουσιάζονται χρησιμοποιώντας ήχο χωρίς ομιλία που αποτελείται από σύνθετες ακολουθίες ηχητικών συχνοτήτων (Flowers & Hauer 1995), τη δυνατότητα των ερευνητών να αποδώσουν μια γενική εικόνα των ιστορικών δεδομένων για τον καιρό σε μεγάλες χρονικές περιόδους ((Flowers et al. 2001), καθώς και τη χρήση των ήχων για να υποβοηθήσει τους ανθρώπους στη συλλογική παρακολούθηση πολύπλοκων διαδικασιών (Gaver et al. 1991). Αυτές οι μελέτες έχουν χρησιμοποιηθεί τόσο ως τεχνικές αντικατάστασης της όρασης για άτομα με προβλήματα όρασης και ως ένα πρόσθετο στοιχείο στις οπτικές οθόνες, για χρήση σε περιβάλλοντα όπου ανάλογες οθόνες ήδη χρησιμοποιούνται ευρέως και η ακουστική απεικόνιση χρησιμοποιείται για να παρουσιάσει πρόσθετες πληροφορίες χωρίς να επιβαρύνει το οπτικό σύστημα του χρήστη (πχ. οθόνες πλοήγησης σε πραγματικό χρόνο). Σε εικονικά περιβάλλοντα, ο ήχος χρησιμοποιείται για να αυξήσει το αίσθημα της ταύτισης των χρηστών στο θέμα που εμφανίζεται και την συναισθηματική τους αντίδραση σε αυτό που βλέπουν. Το ανθρώπινο ακουστικό σύστημα είναι επίσης σε θέση να διακρίνει υψηλότερης ανάλυσης χρονικά πρότυπα (ρυθμούς) στον ήχο, και αυτή η ικανότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συμπληρώσει τις αντιλήψεις των οπτικών συστημάτων μας (Shilling & Shin-Cunningham 2002). Επίσης έχουν αναπτυχθεί προγράμματα ανάγνωσης ιστοσελίδων για χρήστες με μειωμένη οπτική ικανότητα (Theofanos & Redish 2003). Ο Meijer (1992) ανέπτυξε μια οπτική προσθήκη συνδυάζοντας ψηφιακές φωτογραφίες και μετατροπή μετασχηματισμό των ληφθέντων εικόνων

χρησιμοποιώντας υπολογιστικά προγράμματα για την επεξεργασία του σήματος ως ακουστικό σύστημα για την αντικατάσταση της όρασης.

4.2. Θεωρία του ήχου: από τον κινηματογράφο στο χάρτη

Υπάρχει ένας αριθμός από επίπεδα στα οποία μπορεί κανείς να προσεγγίσει τη χρήση του ήχου στους χάρτες (Krygier 1994). Ένας που είναι ιδιαίτερα χρήσιμος λειτουργεί στο επίπεδο του ηχητικής θεωρίας. Η σύγχρονη θεωρία του ήχου που προέρχεται κυρίως από μελέτες για τη χρήση του ήχου στον κινηματογράφο, εξετάζει την ομοιογένεια της εικόνας και του ήχου, δημιουργώντας παράλληλα την ετερογενή έννοια του σάουντρακ (δηλαδή του ήχου που συνοδεύει μια εικόνα). Αν και οι πρώτοι θεωρητικοί και ηχολήπτες του Hollywood προσπάθησαν να αποκρύψουν τον ήχο πίσω από μια διαπερατή οθόνη για καλύψουν ουσιαστικά την πραγματική πηγή του ήχου, οι σύγχρονοι ερευνητές ταινιών έχουν προσπαθήσει να απελευθερώσουν το soundtrack από την αόρατη θέση του. Ο Rick Altman, θεωρητικός του ήχου σε ταινίες, έχει σημειώσει ότι οι ομιλητές της κλασικής περιόδου του Hollywood είναι συγκαλυμμένοι πίσω από την οθόνη επίτηδες, προκειμένου να κρύψουν την πραγματική πηγή του ήχου που ακούγεται, ώστε να αποδοθεί στην εικόνα (Altman 1995, 69). Μόνο όμως όταν ο ήχος αποσυνδεθεί από την εικόνα μπορεί κανείς να καταλάβει το βασικό ρόλο και την ικανότητα αναπαράστασης που προσφέρει.

Πράγματι, αν κανείς θεωρήσει τον ήχο και την εικόνα ως δύο ταυτόσημες οντότητες που συμβιώνουν, το ηχητικό κομμάτι γίνεται ένα πλούσιο περιβάλλον μέσα από το οποίο μεταδίδεται η σημασία και το δράμα σε ένα οπτικοακουστικό κείμενο. Κατά συνέπεια, ο χάρτης ήχου έχει κοινά γνωρίσματα με την αφηγηματική ταινία: παρουσιάζουν οπτικοακουστικό υλικό που αφορά ένα οπτικό/ακουστικό υποκείμενο, φιλοδοξούν να φτάσει το υποκείμενο σε ένα συναισθηματικό επίπεδο, και προσφέρουν στο υποκείμενο μία ταξινομημένη αφήγηση. Ενώ ο χάρτης ήχου παρουσιάζει ένα διαδραστικό και/ή ένα περιβάλλον κινούμενης εικόνας (animated), τα ακουστικά στοιχεία που μπορούν να συνοδεύουν τους χάρτες ήχου και ο κινηματογραφικός ήχος παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες.

Υπάρχει μια σειρά από κινηματογραφικούς ακουστικούς κώδικες που μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα σε έναν ηχητικό χάρτη. Θεωρητικά τουλάχιστον και στα δύο αυτά μέσα, ο ακροατής παρακολουθεί μια σειρά από στοιχεία που ενισχύουν περαιτέρω τις δραματικές, συναισθηματικές και αφηγηματικές πτυχές ενός έργου. Ο Caquard (2008) επικεντρώνει το ενδιαφέρον του σε τρεις ακουστικές κωδικοποιήσεις που τονίζουν τα ενημερωτικά και αφηγηματικά χαρακτηριστικά του χάρτη: τη φωνή, τα ηχητικά εφέ και τη μουσική.

- Η ανθρώπινη φωνή μπορεί να παρέχει ζωτικής σημασίας πληροφορίες για τον χρήστη. Για παράδειγμα μια στιβαρή φωνή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση πραγματικών και σημαντικών πληροφοριών, όπως αποδεικνύεται από ορισμένα ντοκιμαντέρ και ταινίες (Nichols 1983). Μια αλλαγή στην ποιότητα του ηχοχρώματος ή στην τονικότητα μπορεί να οδηγήσει σε μια φωνητική αφήγηση πιο ελκυστική και λιγότερο στιβαρή. Η φωνή ενός παιδιού, για παράδειγμα, υποδηλώνει συναισθηματικές ιδιότητες που απουσιάζουν από τη στιβαρή φωνή ενός ενήλικα. Αυτή η κατά τα άλλα διδακτική χρήση της φωνής εξακολουθεί να λειτουργεί κυρίως ως εργαλείο αφήγησης: οι πληροφορίες διαβιβάζονται στον χρήστη που αποφασίζει πως θα πλοηγηθεί στο χάρτη καθώς και πως θα κατανοήσει τον χάρτη.
- Η χρήση των ηχητικών εφέ σε ένα εικονικό περιβάλλον είναι πολύ παρόμοια με τη χρήση τους στον κινηματογράφο. Κατ 'αρχήν, τα ηχητικά εφέ είναι δείκτες ενός ακουστικού περιβάλλοντος. Η παρουσία τους δεν περιορίζεται αυστηρά στις αναπαραστάσεις που είναι ενεργές στην οθόνη, αλλά μπορεί να επεκτείνει το φανταστικό οπτικοακουστικό χώρο πέρα από την οθόνη. Αν θεωρήσουμε τα ηχητικά εφέ ως μια κουβέρτα ήχου που περιβάλλει το καθημερινό μας περιβάλλον, τότε μπορούμε να αρχίσουμε να βλέπουμε πώς αυτά μπορεί να ενισχύσουν και να εμβαθύνουν το οπτικό διάστημα ενός ηχητικού χάρτη (Bridgett 2002, Chion 1994). «Όπως οι εκτός οθόνης δείκτες, τα ηχητικά εφέ μπορούν να ορίσουν έναν ήχο για το πού βρίσκεται ο χρήστης: π.χ. το φύσημα του ανέμου, η μετακίνηση των άγριων ζώων, η καταιγίδα που πλησιάζει, παρέχουν παρέχουν ηχητικά σήματα και χαρακτηριστικά από διαφορετικά περιβάλλοντα» (Schafer 1994 , 28, 71). Όλα αυτά μπορούν να εφαρμοστούν εκτός οθόνης και δεν απαιτούν απαραίτητα οπτικά ισοδύναμα. Αυτές οι επιδράσεις μπορεί να καθορίσουν το περιβάλλον στο οποίο ο χρήστης εισέρχεται παρέχοντας απτότητα και ρεαλισμό. Με άλλα λόγια δηλαδή, η εικόνα ρωτά: Γιατί είμαστε εδώ? και ο ήχος απαντά το γιατί! Εναλλακτικά, τα ηχητικά εφέ μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε αντίθεση με μια γραφική αναπαράσταση προκειμένου να διαχωρίσουν την οπτική από την ηχητική αφήγηση. Η τεχνική αυτή είναι γνωστή ως η οπτικοακουστική αντίστιξη (audio visual counterpoint) (Chion 1992). Η οπτικοακουστική αντίστιξη προκαλεί το κοινό, και προσδίδει ρεαλισμό στην αναπαράσταση, συνδυάζοντας δύο διαφορετικά μηνύματα και χρησιμοποιώντας τα δύο κύρια μέσα του κινηματογράφου: την εικόνα και τον ήχο.
- Η κατασκευή ενός σάουντρακ σε ένα διαδραστικό περιβάλλον μπορεί να περιλαμβάνει την εμπλοκή της μουσικής σε μεμονωμένες σκηνές ή σε όλο το έργο. Μουσικές συνθέσεις μπορούν να καθορίσουν τους οπτικούς χώρους με τον ίδιο τρόπο που τα ηχητικά εφέ και η φωνητική αφήγηση μπορούν να

αρθρώσουν την αφηγηματική πληροφόρηση. Το λυρικό τραγούδι μιας φυλής ιθαγενών που συνοδεύει ένα τοπίο στον Αμαζόνιο μπορεί να παρέχει στο χρήστη ένα μουσικό δείκτη ότι: «Αυτή η μουσική είναι γηγενής σε αυτό τον οπτικό χώρο». Εναλλακτικά, όπως και με την πλειοψηφία των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, η μουσική χρησιμοποιείται κινηματογραφικά με την παροχή αρμονικών ή ηλεκτρονικών μουσικών θεμάτων που αναδεικνύουν και "σχολιάζουν" την αφηγηματική δράση (Théberge 2009). Η διαδικασία αυτή ονομάζεται μη-διηγηματική (nondiegetic) μουσική αφού δεν συνδυάζεται με την πλοκή. Η θεματική μουσική μπορεί να βοηθήσει να καθορίσει τους χαρακτήρες ή τα γεγονότα στο χάρτη. Μπορεί επίσης να βοηθήσει να ταξινομήσει διαφορετικά είδη ζώων, διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, και ακόμη και διαφορετικές κλιματικές ζώνες. Εκτός από τις παιδαγωγικές χρήσεις της, η μουσική μπορεί επίσης να ενισχύσει τη δραματική λειτουργία ενός ηχητικού χάρτη και την περαιτέρω προώθηση της συναισθηματικής εμπλοκής με τον χρήστη.

5. Χρήση του ήχου στη χαρτογραφία

Η ορθή χρήση του ήχου στη χαρτογραφία απαιτεί ανάλυση των συνισταμένων του ήχου. Ο Krygier (1994) εισήγαγε δυο βασικές κατηγορίες ως προς τη χρήση του ήχου:

5.1. Ρεαλιστικός ήχος (realistic sound)

Με τον όρο αυτό εννοούμε τον ήχο ο οποίος αντιστοιχεί σε συγκεκριμένα γεγονότα ή καταστάσεις που οι άνθρωποι βιωματικά κατανοούν χωρίς τη χρήση κάποιου είδους υπομνήματος. Με τη χρήση ρεαλιστικού ήχου μπορούμε να καθοδηγήσουμε τον αναγνώστη του χάρτη, να μεταδώσουμε πλήθος πληροφοριών που αφορούν μια γεωγραφική θέση ή οντότητα και να «απεικονίσουμε» ηχητικά φαινόμενα τα οποία λαμβάνουν χώρα σε μια περιοχή. Ο ρεαλιστικός ήχος διακρίνεται σε δυο κύριες κατηγορίες τη «φωνητική αφήγηση» και τα «ηχητικά μηνύματα».

Η φωνητική αφήγηση είναι μια προφανής και ιδιαίτερα σημαντική χρήση του ρεαλιστικού ήχου. Σχετικά με τις φυσιολογικές, αντιληπτικές και γνωστικές πτυχές της ομιλίας έχουν γίνει πολλές μελέτες και η χρήση της φωνητικής αφήγησης αναλύεται και διδάσκεται στις κινηματογραφικές σχολές.

Τα ηχητικά μηνύματα η αλλιώς μιμητικά εικονίδια ήχου, είναι ήχοι που μοιάζουν με βιωματικό ήχο που μπορεί να αναγνωρίσει ο χρήστης. Παράδειγμα ηχητικού μηνύματος είναι ο ήχος "thunk" όταν ένα έγγραφο σέρνεται στον κάδο ανακύκλωσης. Σε χάρτες για παράδειγμα θα μπορούσε να απεικονιστεί κάποιου

είδους θόρυβος πχ. από κίνηση οχημάτων ή από βιομηχανία που λαμβάνει χώρα σε μια περιοχή.

5.2. Αφηρημένος ήχος (abstract sound)

Με τον όρο αυτό εννοούμε τη χρήση χαρακτηριστικών του ήχου τα οποία σε συνδυασμό με οπτικές πληροφορίες μπορούν να μεταδώσουν δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά δεν αφορούν κατ' ανάγκη ηχητικά φαινόμενα. Δηλαδή, χρησιμοποιούμε τις «συνισταμένες» του ήχου σαν ακουστικές μεταβλητές (αντίστοιχα με τις οπτικές) οι οποίες μεταδίδουν ποσοτικές ή ποιοτικές διαφοροποιήσεις.

Οι αφηρημένοι ήχοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενδείξεις για να τραβήξουν ή να κατευθύνουν την προσοχή των χρηστών ή μπορούν να αντιστοιχιστούν σε πραγματικά δεδομένα. Τα πρώτα πειράματα έγιναν από τους Pollack και Ficks (1954) και αποκάλυψαν με επιτυχία την ικανότητα του ήχου να αναπαριστά πολυδιάστατα δεδομένα. Ο Yeung (1980) ερεύνησε τον ήχο ως ένα μέσο αναπαράστασης πολυμεταβλητών δεδομένων που συχνά χρησιμοποιούνται στη χημεία, αφού δοκίμασε μερικές γραφικές μεθόδους κατάλληλες για την εμφάνιση των δεδομένων του. Σχεδίασε ένα πείραμα στο οποίο επτά χημικές μεταβλητές συνδυάζονται με επτά μεταβλητές του ήχου: δύο με τη συχνότητα (ψηλά - χαμηλά), και κάθε μία από τις υπόλοιπες αντίστοιχα με την ένταση, την απόσβεση, την κατεύθυνση, τη διάρκεια, και το διάκενο (σιωπή μεταξύ των ήχων). Οι αποδέκτες του πειράματος (επαγγελματίες χημικοί) ήταν σε θέση να κατανοήσουν τα διάφορα μοντέλα των αναπαραστάσεων ήχου και κατέταξαν σωστά τις χημικές ουσίες, με ποσοστό ακρίβειας 90% πριν την προπόνηση και ένα 98% ποσοστό ακρίβειας μετά την προπόνηση. Η μελέτη του Yeung (1980) είναι σημαντική υπό την έννοια ότι αποκαλύπτει πώς έμπειροι χρήστες με κίνητρο μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν στις πολύπλοκες ηχητικές ενδείξεις.

5.2.1. Μεταβλητές αφηρημένου ήχου

Ο Krygier (1994) παρουσιάζει μια ηχητική διαφοροποίηση μεταβλητών του αφηρημένου ήχου οι οποίες αναφέρονται και αναλύονται παρακάτω (Εικόνα 1). Οι μεταβλητές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με φωνητική αφήγηση και ηχητικά μηνύματα. Η χρήση του όρου «μεταβλητή» δεν συνεπάγεται ότι τα στοιχεία του ήχου είναι πλήρως διαχωρίσιμα το ένα από το άλλο. Τα επιμέρους στοιχεία του ήχου, όπως άλλωστε και αυτά της όρασης, αλληλεπιδρούν και επηρεάζουν το ένα το άλλο. Ωστόσο, οι μεταβλητές του αφηρημένου ήχου, όπως και οι οπτικές μεταβλητές, χρησιμεύουν για να διευκρινιστούν αρχικές

επιλογές σχεδιασμού και μπορεί να αποτελέσουν το σημείο εκκίνησης για την ενσωμάτωση του ήχου σε οθόνες οπτικής απεικόνισης.

1. Θέση (location): η θέση ενός ήχου σε ένα δισδιάστατο ή τρισδιάστατο χώρο. Η θέση είναι ανάλογη με τη θέση στο δισδιάστατο επίπεδο του χάρτη. Ως μια μεταβλητή ήχου η θέση απαιτεί στερεοφωνικό ή τρισδιάστατο ήχο. Ο ήχος δύο ή τριών διαστάσεων επιτρέπει τη χαρτογράφηση αριστερά / δεξιά, πάνω / κάτω, (και σε 3D) προς τα εμπρός / προς τα πίσω. Η θέση μπορεί να αντιπροσωπεύει ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα. Για παράδειγμα, ένας δισδιάστατος χάρτης με στερεοφωνικό ήχο θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει τη θέση για να κατευθύνει την προσοχή σε μια συγκεκριμένη περιοχή του γραφικού μέρους του χάρτη όπου παρατηρείται η πιο γρήγορη μεταβολή σε χωρικά δεδομένα με την πάροδο του χρόνου.

2. Ένταση (loudness): το «μέγεθος» του ήχου. Η ένταση μετράται σε decibel (db) και αναπαριστά μια ποσοτική διαφορά μεταξύ των δεδομένων. Ο μέσος άνθρωπος μπορεί να ακούσει το ένα ντεσιμπέλ ήχου, μπορεί να εντοπίσει διαφορές των περίπου τριών ντεσιμπέλ στην ένταση και μπορεί να αντέξει ήχο έντασης περίπου 100 ντεσιμπέλ (η ένταση ενός αεροπλάνου που απογειώνεται). Η ένταση από τη φύση της κρίνεται σκόπιμη για την αναπαράσταση ποσοτικών δεδομένων. Η ένταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποδείξει την κατεύθυνση ή μπορεί να μεταβάλλεται με το χρόνο για να αναπαραστήσει ποσοτική αλλαγή των δεδομένων με την πάροδο του χρόνου (πχ., για να προειδοποιήσει σε σημαντικά αλλά σπάνια φαινόμενα). Είναι γνωστό ότι οι άνθρωποι συνήθως χάνουν την αίσθηση του σταθερού συνεχόμενου ήχου (Buxton 1990, 125). Για παράδειγμα, αν και το βουητό του ανεμιστήρα του υπολογιστή ακούγεται αμέσως μετά την ενεργοποίησή του, ακόμη και μια μικρή διακύμανση του ανεμιστήρα θα είναι άμεσα αντιληπτή. Η επίδραση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναπαραστήσει πληροφορίες, όπου ένας ήσυχος τόνος αντιπροσωπεύει μια σταθερή κατάσταση και κάθε παραλλαγή αντιπροσωπεύει αλλαγή.

3. Ύψος (pitch): η συχνότητα του ήχου (δηλαδή αν είναι «ψηλά» ή «χαμηλά» στην κλίμακα ή οκτάβα). Οι μεταβολή του τόνου είναι εξαιρετικά διακριτή και είναι ένας από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους για την απόδοση δεδομένων που διαφοροποιούνται ως προς την κλίμακα τάξης με ήχο. Η αντίληψη του τόνου διαφέρει από άτομο σε άτομο. Η δυτική μουσική έχει χρησιμοποιήσει παραδοσιακά ένα σύνολο από οκτώ οκτάβες που η κάθε μια αποτελείται από δώδεκα τόνους (και ημιτόνια). Ωστόσο οι ακραίες θέσεις, είναι δύσκολο να γίνουν κατανοητές. Κατά μέσο όρο, τα άτομα μπορούν να διακρίνουν εύκολα από 48 έως 60 τόνους που είναι τουλάχιστον τέσσερις ή

πέντε οκτάβες, και αυτό συνεπάγεται ότι η τονικότητα (διαιρούμενη από οκτάβες) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναπαραστήσει περισσότερες από μία μεταβλητές σε μια απεικόνιση (Yeung 1980, 1121). Η χρήση της τονικότητας κρίνεται κατάλληλη κυρίως για ποσοτικά δεδομένα. Επιπλέον, η τονικότητα μπορεί να υποδηλώνει μεταβολή, όπου, για παράδειγμα, ο αυξανόμενος τόνος αντιπροσωπεύει ανοδική κίνηση. Τόνοι υψηλής και χαμηλής οξύτητας θα μπορούσαν να συνδυαστούν για να αποδώσουν πιθανώς μια επιπλέον διαφοροποίηση των δεδομένων όπως πχ. οι διακυμάνσεις στην ποιότητα των στοιχείων. Κάθε δωδέκατος τόνος (δηλαδή από ντο σε ντο κτλ.) έχει το ίδιο χρώμα και αυτό μπορεί να χρησιμεύσει για να αναπαραστήσει ποιοτικά και ποσοτικά διαφοροποιούμενα δεδομένα (Weber 1993b). Σαν συνέχεια θα μπορούσαν διαφορές στον τόνο να αναπαραστήσουν ταξινομημένα ποσοτικά δεδομένα. Ο χρόνος επίσης, μπορεί να προστεθεί στην τονικότητα για να δημιουργηθεί ένα γράφημα ήχου που δείχνει αλλαγή τάξης στα δεδομένα με την πάροδο του χρόνου.

4. Καταγραφή (register): η σχετική θέση ενός τόνου σε ένα συγκεκριμένο εύρος τονικοτήτων. Η καταγραφή περιγράφει τη θέση ενός τόνου ή ενός συνόλου τόνων εντός του εύρους των διαθέσιμων τόνων. Είναι μια γενικότερη περίπτωση του ύψους, όπου θα μπορούσε κανείς να καθορίσει ομάδες υψηλών, μεσαίων και χαμηλών συχνοτήτων, όπου η κάθε μια θα περιλάμβανε ένα σύνολο τόνων. Θα μπορούσε να προσθέσει στην τονικότητα μια ευρύτερη διάκριση δεδομένων.

5. Ηχόχρωμα (timbre): η γενική ποιότητα ή αλλιώς η χροιά του ήχου. Το ηχόχρωμα περιγράφει το χαρακτήρα ενός ήχου και θα μπορούσαμε να εξηγήσουμε την έννοια του από τον ήχο των διαφόρων μουσικών οργάνων. Για παράδειγμα ο μπρούτζινος ήχος της τρομπέτας, ο βαθύς ήχος του τσέλου, ο φωτεινός ήχος του βιολιού, κλπ. Το ηχόχρωμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απόδοση ποιοτικών διαφορών (Risset & Wessel 1982, Kramer & Ellison 1992). Για παράδειγμα, ένας μπρούτζινος ο ήχος θα μπορούσε να αντιπροσωπεύει μια αστική περιοχή, ενώ ένας ζεστό ή γλυκός ήχος μια αγροτική περιοχή. Ένα τέτοιο παράδειγμα εφιστά την προσοχή στην υποβλητική φύση του ήχου.

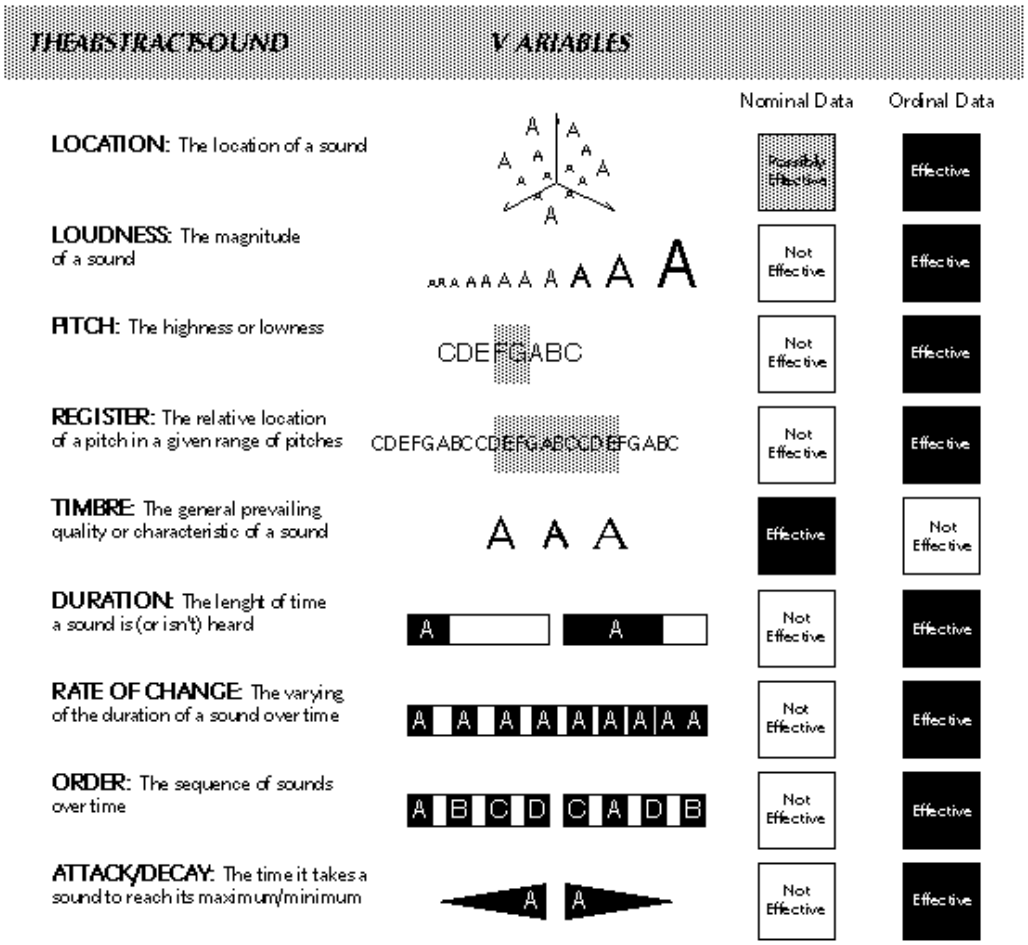
6. Διάρκεια (duration): το χρονικό διάστημα που ένας ήχος ακούγεται (ή δεν ακούγεται). Δηλαδή αναφέρεται στο χρόνο αναπαραγωγής ενός μεμονωμένου ήχου (ή σιωπής) και μπορεί να αντιπροσωπεύει μια ποσότητα που αντιστοιχεί στη χρονική αυτή διάρκεια. Η σιωπή πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τον ήχο, αν θέλουμε ο αποδέκτης να

διακρίνει τη διάρκεια πολλαπλών ήχων. Η διάρκεια είναι από τη φύση της κατάλληλη για αναπαράσταση ποσοτικών διαφοροποιήσεων.

7. Ρυθμός μεταβολής (rate of change): η σχέση της διάρκειας του ήχου και της σιωπής στην πάροδο του χρόνου. Ο ρυθμός μεταβολής είναι μια συνάρτηση της εναλλαγής του ήχου και της σιωπής σε μια σειρά από διατεταγμένους ήχους και μπορεί να αναπαραστήσει αρμονική ή μη, αλλαγή στα φαινόμενα που εκπροσωπεί.

8. Διάταξη (order): Η αλληλουχία των ήχων στην πάροδο του χρόνου. Η σειρά με την οποία παρουσιάζονται οι ήχοι μπορεί να είναι "φυσική" - όπως η εξέλιξη από μια χαμηλή συχνότητα σε μια υψηλή - και αυτό συνεπάγεται μια εύκολη αναγνώριση των γενικών τάσεων (μοτίβων) στα δεδομένα που παρουσιάζονται με μεταβλητές, όπως η τονικότητα ή η ένταση. Η "φυσική διάταξη" των ήχων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση της ομοιογένειας των στοιχείων. Για παράδειγμα, εάν μια φυσική τάξη των ήχων (πχ. από χαμηλή έως υψηλή συχνότητα) συνδυάζεται με μια χρονολογική χρονική σειρά, ένας μη διατεταγμένος ήχος θα είναι μια ένδειξη ότι τα δεδομένα που αντιπροσωπεύει είναι έξω από τη χρονολογική σειρά.

9. Μεγιστοποίηση / Ελαχιστοποίηση του ήχου (attack / decay): ο χρόνος που χρειάζεται ένας ήχος για να φτάσει τη μέγιστη / ελάχιστη τιμή του. Η μεγιστοποίηση του ήχου είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να φτάσει την μέγιστη τιμή του και η ελαχιστοποίηση ο χρόνος που χρειάζεται ο ήχος για να σταματήσει. Η μεγιστοποίηση έχει βρεθεί πολύ πιο επιτυχής στη μετάδοση πληροφοριών από ό, τι η ελαχιστοποίηση (Lunney & Morrison 1990, 144). Η μεταβλητή αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να δείξει το εύρος των δεδομένων σε σχέση με μια τιμή. Για παράδειγμα, ένας συγκεκριμένος τόνος θα μπορούσε να αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή εισοδήματος σε μια χώρα και η μεγιστοποίηση/ ελαχιστοποίηση του το εύρος των εισοδημάτων προς τα πάνω και προς τα κάτω. Επίσης η μεταβλητή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να δείξει τους ρυθμούς ανάπτυξης ή ύφεσης.



Εικόνα 5. Μεταβλητές του ήχου (Krygier 1994)

5.3. Αντιστοίχιση ακουστικών – οπτικών μεταβλητών

Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι και οι χαρτογράφοι αλλά και οι χρήστες ενός χάρτη είναι εξοικειωμένοι με τις οπτικές μεταβλητές σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από ότι είναι με τις μεταβλητές του ήχου θα είχε ενδιαφέρων μια αντιστοίχιση μερικών οπτικών μεταβλητών με ανάλογες "ηχητικές" μεταβλητές. Σκοπός αυτής της αντιστοίχησης δεν είναι η παρουσίαση μιας δυνητικής αντικατάστασης αλλά η παρουσίαση της αναλογίας των δυο αυτών κατηγοριών ώστε να κατανοήσουμε με ποιο τρόπο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις ηχητικές μεταβλητές.

Για παράδειγμα η απόχρωση (ή ακόμα και το σχήμα), οπτική μεταβλητή κατάλληλη για ποιοτική διαφοροποίηση δεδομένων μπορούμε να πούμε ότι αντιστοιχεί στο ηχόχρωμα, το οποίο με τον ίδιο τρόπο μπορεί να αναπαραστήσει δεδομένα που ανήκουν στην ονομαστική κλίμακα. Με τον ίδιο τρόπο σκέψης, το μέγεθος ενός οπτικού συμβόλου θα μπορούσε να αντιστοιχεί στην ένταση του ήχου ή ακόμα και

στη διάρκεια του ήχου. Και τα δύο αντιπροσωπεύουν ποσοτική διαφοροποίηση δεδομένων και είναι εξίσου αντιληπτά με σαφήνεια από τον άνθρωπο.

Η ένταση και ο κορεσμός του χρώματος θα μπορούσε να σχετιστεί με τον τόνο ή την καταγραφή του ήχου δεδομένου ότι και τα δύο αντιπροσωπεύουν ποσοτικές διαφοροποιήσεις δεδομένων και μπορούν να αναπαραστήσουν τη σχετική αναλογία μεταξύ των δεδομένων ενός φαινομένου.

5.4. Χρονική διάσταση

Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν ρεαλιστικούς και αφηρημένους ήχους για απεικόνιση δεδομένων απαιτούν μια χρονική διάσταση. Αυτό οφείλεται εν μέρει στην ανάγκη να γίνει σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ήχων, ώστε να εξαχθούν πληροφορίες από αυτούς. Για παράδειγμα, η χρήση της καταγραφής (σχετικού τόνου) είναι ένας βασικός παράγοντας για τη χρήση της συχνότητας για τη μετάδοση πληροφορίας (Kramer 1992). Αν ένας ήχος μιας συγκεκριμένης συχνότητας ακουστεί από μόνος του σημαίνει λιγότερα από ό, τι όταν ο ίδιος ήχος ακουστεί σε σύγκριση με μια σειρά από άλλες συχνότητες. Επιπλέον, μια χρονική διάσταση απαιτείται για ορισμένες μεταβλητές του ήχου οι οποίες προϋποθέτουν την πάροδο ενός χρονικού διαστήματος για να γίνουν κατανοητές. Η διάρκεια, για παράδειγμα, υπάρχει μόνο όταν υπάρχει αρχή και τέλος ενός ήχου.

5.5. Υπόμνημα ήχου

Ένα θέμα που θα πρέπει να διερευνηθεί στη χαρτογραφία με ήχο είναι το ηχητικό υπόμνημα. Επειδή ο ήχος δεν είναι μια παραδοσιακή χαρτογραφική μεταβλητή, ο χρήστης του χάρτη, που περιλαμβάνει ήχο, θα πρέπει να εγκλιματιστεί με την ιδέα του ήχου ως μέθοδο παρουσίασης των δεδομένων, καθώς και με τις μεταβλητές που εκπροσωπεί ο ήχος στην απεικόνιση. Ο σχεδιασμός ενός ορθού ηχητικού υπομνήματος είναι ένα θέμα υπό διερεύνηση: θα πρέπει να είναι αυστηρά ηχητικό και να παρουσιαστεί ως ένα διαδραστικό σεμινάριο πριν από τη χρήση του χάρτη, ή θα πρέπει να μοιάζει με ένα κλασσικό υπόμνημα, που διατίθεται όταν και αν χρειαστεί; Η ιδέα της αλληλουχίας (διαδοχής) μπορεί να είναι χρήσιμη στη βοήθεια χρηστών του ηχητικού χάρτη για να κατανοήσουν τα στοιχεία της πολυμεταβλητής ηχητικής απεικόνισης (Slocum et al. 1990).

5.6. Θέματα Αντίληψης

Στους τομείς της ακουστικής της ψυχολογίας και της μουσικής υπάρχει ένα μεγάλο απόθεμα γνώσης που αφορά στις ικανότητες αντίληψης του φυσιολογικού ανθρώπινου ακουστικού συστήματος. Η γνώση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει την κατανόησή μας για τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της χρήσης ηχητικών μεταβλητών, σαν οπτικά στοιχεία σχεδιασμού. Θα πρέπει επίσης να λάβουμε υπ' όψιν το πρόβλημα της ηχητικής υπερφόρτωσης, δηλαδή του καταιγισμού του χρήστη με πάρα πολλές διαφορετικές μεταβλητές και διαστάσεις του ήχου (Blattner et al. 1989, O'Connor 1991).

5.7. Γνωσιακά θέματα

Περίπλοκα ζητήματα της ταυτοποίησης, της επίλυσης προβλημάτων, της κρίσης, της μνήμης, και της κατανόησης των ηχητικών απεικονίσεων πρέπει να ερευνηθούν. Η συνεχής φύση του ήχου εγείρει ερωτήματα γύρω από την απόκτηση γνώσεων και τη μνήμη. Υπάρχουν επίσης ερωτήματα για το πόσες πληροφορίες μπορούν να διαχειριστούν οι άνθρωποι. Μια συνδυασμένη οπτική και ηχητική απεικόνιση μπορεί να είναι ένας τρόπος για να διαχειριστούν οι γεωγράφοι τη συνεχώς αυξανόμενη πολυπλοκότητα που θέλουν να προσεγγίσουν. Σε τέτοιες πολύπλοκες απεικονίσεις, ωστόσο, υπάρχει μικρή εμπειρία και μπορεί τελικά να προκαλέσουν περισσότερη σύγχυση, ιδίως για τους μη ειδικούς χρήστες. Παρόλα αυτά, ένας από τους στόχους της οπτικοποίησης είναι η κατασκευή αναπαραστάσεων για την εξυπηρέτηση αναγκών που έχουν εμπειρογνώμονες, οι οποίοι ασχολούνται με σύνθετα δεδομένα και ως εκ τούτου απαιτούν προηγμένες μεθόδους απεικόνισης. Οι αξιολογήσεις των μεθόδων αυτών πρέπει να λάβουν υπ όψιν τις δεξιότητες των συγκεκριμένων χρηστών. Ένας πολλά υποσχόμενος τρόπος για να καταστεί η ηχητική απεικόνιση πολύπλοκων πληροφοριών εφικτή, είναι η υιοθέτηση ηχητικών δομών με τις οποίες είμαστε εξοικειωμένοι, δηλαδή, κυρίως εκείνων που προέρχονται από τη μουσική (Weber & Yuan 1993). Μουσικές δομές όπως ο ρυθμός, η μελωδία και η αρμονία είναι ευρέως κατανοητές, και σαφώς ορισμένα στοιχεία της μουσικής πρέπει να διαφοροποιούνται από τις αυθαίρετες και αφηρημένες παραστάσεις ήχου. Είναι, ωστόσο, άγνωστο σε ποιο βαθμό η εξοικείωση με κοινές μουσικές δομές θα βοηθήσει τους ανθρώπους να διακρίνουν και να αναγνωρίσουν ηχητικά σχέδια. Πράγματι, θα πρέπει να αναμένεται ότι οι ηχητικές μεταβλητές, που βασίζονται σε κοινές μουσικές δομές ή είναι αυθαίρετα ορισμένες με βάση τη διάρκεια, το ρυθμό μεταβολής, και την τάξη, θα αλληλεπιδράσουν και θα επηρεάσουν η μία την άλλη (Kramer & Ellison 1992, Lunney & Morrison 1990).

5.8. Τοποθεσία του ήχου

Η ικανότητα εντοπισμού του ήχου σε ένα δισ- ή τρισδιάστατο χώρο, ανάλογο με ένα δισ- ή τρισδιάστατο χάρτη, είναι μια σημαντική πτυχή του ήχου η οποία είναι ιδιαίτερα εφαρμόσιμη στην απεικόνιση των χωρικών δεδομένων. Η θέση του ήχου μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ένα αφηρημένο τρόπο, ως ένα στοιχείο για να κατευθύνει την προσοχή σε μια συγκεκριμένη περιοχή της οπτικής απεικόνισης, ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποδείξει την πραγματική θέση ορισμένων φαινομένων σε μια οθόνη. Τέτοιες εφαρμογές ήχου έχουν διερευνηθεί ευρέως (Blauert 1983, Wenzel et al. 1987, Wenzel et al. 1988a, Wenzel et al. 1988b, Wenzel et al. 1990, Begault 1990, Smith et al. 1990), αλλά όχι για την οπτικοποίηση γεω-αναφερμένων δεδομένων. Έτσι δημιουργούνται ερωτήσεις σχετικά με το κατάλληλο λειτουργικό σύστημα, υλικό ή λογισμικό για την παραγωγή ήχου δύο ή τριών διαστάσεων και ακόμα θα πρέπει να διερευνηθούν ζητήματα σχετικά με την ικανότητα του ανθρώπου να εντοπίζει επαρκώς τους ήχους σε ένα ηχητικό περιβάλλον.

6. Χαρτογραφία κινούμενων εικόνων και ήχος

6.1. Κινούμενες εικόνες και χάρτης

Η χαρτογραφία με δυναμική κίνηση εικόνας (animated) είναι ένα θέμα υπό έρευνα τουλάχιστον από τη δεκαετία του 1950 (Thrower 1959, Campbell & Egbert 1990). Η αξιοποίηση των κινούμενων εικόνων από τους χαρτογράφους εστιάζεται στην ανάγκη να οπτικοποιηθούν χωροχρονικές διεργασίες χρησιμοποιώντας το δυναμικό χαρακτήρα ορισμένων μέσων, όπως το φιλμ ή η οθόνη του υπολογιστή. Παρόλο που τεχνικές όπως οι ακολουθίες πολλαπλών μικρών χαρτών ή η χρήση της ισαριθμικής απεικόνισης έχουν αναπτυχθεί για να οπτικοποιήσουν τη διαδικασία της αλλαγής και της χρονικής μεταβολής, στη στατική χαρτογραφία, ο κινούμενος χάρτης παρουσιάζει μια ακολουθία εικόνων σε επαρκή ρυθμό ώστε τα φαινόμενα που οπτικοποιούνται να γίνουν αντιληπτά ως μια χωρική διαδικασία και όχι ως μια ακολουθία των στιγμιότυπων. Σύμφωνα με τον Peterson (1995, 6), η χρήση των κινούμενων εικόνων βασίζεται στις δυνατότητες των ανθρώπων να ανιχνεύουν την οπτική αλλαγή και την κίνηση, που πιθανόν είναι πιο ανεπτυγμένες από τις δυνατότητές ανάγνωσης στατικών εικόνων. «Κατά μία έννοια, αυτό που συμβαίνει ανάμεσα σε κάθε καρέ είναι πιο σημαντικό από αυτό που υπάρχει σε κάθε καρέ» (Peterson 1995, 48).

Τα μοντέλα χαρτογραφικών κινούμενων εικόνων έχουν αναπτυχθεί από τη σκοπιά του πώς κάθε διαδοχικό καρέ έχει δημιουργηθεί και στη συνέχεια συναρμολογείται σε μια κινούμενη εικόνα (Peterson 1995) και από τη σκοπιά των τεχνολογιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μιας σειράς κινουμένων εικόνων (Gersnehl 1990). Η ταξινόμηση του Gersnehl παρέχει μεγαλύτερη λεπτομέρεια,

αλλά τα υποκείμενα μοντέλα είναι τα ίδια με αυτά που περιγράφονται από τον Peterson (1995, 143-152). Διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: α) την κίνηση που βασίζεται σε σκηνές (frame-based) και β) την κίνηση που βασίζεται στην ύπαρξη υποκειμένου ηθοποιού (cast-based).

α) Η κίνηση με βάση τις σκηνές – καρέ (Frame-based animation) χρησιμοποιεί συγκεκριμένα μέσα για τη δημιουργία ενός συνόλου τελικών εικόνων για κάθε καρέ μιας κινούμενης εικόνας τα οποία στη συνέχεια συναρμολογούνται σε μια ακολουθία, ενδεχομένως σε συνδυασμό με ήχο. Η τεχνική ομοιάζει με τον τρόπο δημιουργίας των ταινιών κινούμενων σχεδίων (cartoon animation). Κάθε ξεχωριστό «καρέ» (frame) μπορεί να κατασκευαστεί από σχεδιαστικό, χαρτογραφικό λογισμικό ή λογισμικό Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (Peterson 1998). Για κάθε δευτερόλεπτο κίνησης απαιτείται μεγάλος αριθμός σκηνών έτσι ώστε η ψευδαίσθηση των αλλαγών να δημιουργηθεί από την γρήγορη εναλλαγή των «καρέ». Μια σειρά από χάρτες που δείχνουν την επέκταση των αστικών ορίων μιας πόλης σε διάστημα ενός μήνα, που έχουν συναρμολογηθεί σε μια ακολουθία είναι ένα παράδειγμα της χρήσης της κίνησης με βάση τις σκηνές στη χαρτογραφία.

β) Η κίνηση που βασίζεται στην ύπαρξη υποκειμένου ή υποκειμένων «ηθοποιών» (cast-based animation) η οποία χρησιμοποιεί μια μήτρα (cast) οπτικών αντικειμένων τα οποία κινούνται ανεξάρτητα σε ένα σταθερό υπόβαθρο (ή μια σειρά από σταθερά υπόβαθρα που εκπροσωπούν διαφορετικές σκηνές). Κάθε αντικείμενο της μήτρας ονομάζεται cel, διότι οι αρχικές τεχνικές της κίνησης που βασίζεται σε υποκείμενο υλοποίησαν κάθε αυτοτελές αντικείμενο, σαν μια αλληλουχία εικόνων στο σελιλόιντ (celluloid) που είχε στερεωθεί πάνω στην εικόνα φόντου για τη φωτογράφηση. Η πλήρης μήτρα συναρμολογείται σε φόντο για κάθε πλαίσιο χρησιμοποιώντας στρώματα του σελιλόιντ. Αν και η αρχική φωτογραφική τεχνική δημιούργησε μια σειρά τελικών εικόνων που είχαν αλληλουχία, σύγχρονα λογισμικά βασισμένα σε υπολογιστή, όπως το Adobe Flash ή το World Wide Web Consortium (W3C) που υποστηρίζουν αρχεία του τύπου Scalable Vector Graphics , διατηρούν το πολυεπίπεδο μοντέλο αντικειμένου τόσο στις μεταφορές συγγραφής όσο και στην τελική παρουσίαση των γραφικών στο θεατή. Οι τηλεοπτικοί χάρτες του καιρού είναι ένα κοινό παράδειγμα της τεχνικής που βασίζεται στην ύπαρξη υποκειμένου για τη δημιουργία χαρτογραφικής κινούμενης εικόνας, στους οποίους καιρικά φαινόμενα όπως ο άνεμος, η βροχή και η θερμοκρασία έχουν υλοποιηθεί ως cells πάνω σε μία ακίνητη εικόνα του χάρτη. Αυτή η μέθοδος είναι πλέον πολύ πιο ακριβής, ευέλικτη και καταλαμβάνει λιγότερη μνήμη, αλλά προϋποθέτει πολύ πιο σύνθετο λογισμικό παραγωγής και θέασης.

Αν και τα κινούμενα σχέδια χρησιμοποιούνται συχνότερα στη χαρτογραφία για να δείξουν μεταβολές στην πάροδο του χρόνου, έχουν προταθεί και άλλες χρήσεις. Οι Dibiase et al. (1992) χρησιμοποίησαν τον όρο «επαν-έκφραση» («re-expression»)

για να υποδηλώσουν την παρουσίαση μιας σειράς κινουμένων εικόνων σε μια εναλλακτική διάταξη ή χρησιμοποιώντας μια εναλλακτική βηματοδότηση της κίνησης, εκτός από το χρόνο παρουσίασης, ως γραμμική κλιμάκωση των χρόνου. Η διάταξη θα μπορούσε να βασίζεται στις τιμές μιας χωρικής μεταβλητής (πχ. οι τυφώνες να ταξινομούνται με βάση τη σοβαρότητα των ετήσιων επιπτώσεων), ή θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει μια τροποποιημένη βηματοδότηση της αλληλουχίας στην οποία η διάρκεια του κάθε τμήματος της κινούμενης εικόνας να προέρχεται από μια μεταβλητή (πχ., ο συνολικός αριθμός των τυφώνων μέσα σε μια περιοχή κατά τη διάρκεια του χρόνου). Ο Taylor (1987) τοποθέτησε κατά σειρά την εμφάνιση των επιπέδων αναλφαβητισμού (σε ποσοστό του πληθυσμού) στα κράτη της Ινδίας, έτσι ώστε το περίγραμμα της Ινδίας συμπληρώθηκε θεματικά με τις ομάδες των κρατών να εμφανίζονται σε φθίνουσα σειρά ενώ τα επίπεδα διαβάθμισης εμφανίζονταν στο χάρτη με χρώμα. Η επάν-έκφραση μπορεί να παρέχει επιπλέον δυνατότητες για το θεατή για να καθορίσει εάν τα χωρικά πρότυπα θα υπάρχουν ή δεν θα υπάρχουν στα δεδομένα.

Ο Monmonier (1992) πρότεινε τεχνικές που αλλάζουν γρήγορα μια χαρτογραφική οπτική απεικόνιση για να τραβήξει την προσοχή του χρήστη. Μια από αυτές ήταν το βλεφάρισμα (blinking), στο οποίο ένα ή περισσότερα σύμβολα στην οθόνη αναβοσβήνουν για ένα χρονικό διάστημα, τεχνική η οποία αποδεικνύεται χρήσιμη στο να εφιστά την προσοχή του χρήστη σε συγκεκριμένα στοιχεία της οθόνης. Μια άλλη τεχνική, που αναφέρεται στη συνέχεια είναι το τρεμόσβημα (flickering), που εμφανίζει εναλλάξ ένα ζευγάρι χωρικών μεταβλητών που έχουν χαρτογραφηθεί πάνω από την ίδια περιοχή για να επιτρέψει σε έναν θεατή να αναζητήσει πρότυπα συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών. «Επειδή η οιονεί κίνηση αντανακλά ανομοιότητες, ο συνολικός βαθμός οπτικής παραφωνίας είναι αντιστρόφως ανάλογος με τη συσχέτιση» (Monmonier 1992, 252). Ο Peterson (1996) επέκτεινε την τεχνική αυτή σε περισσότερες από δύο μεταβλητές σχετίζοντας χάρτες σε επίπεδο πόλης που αποδίδουν μια σειρά από σχετικές μεταβλητές κατά επαρχία (ποσοστά του πληθυσμού ανά ηλικιακή ομάδα).

Αν και η επάν-έκφραση και το τρεμόσβημα χρησιμοποιούνται συνήθως για να δείξουν μια μεταβολή πάνω σε μια σταθερή χωρική έκταση, άλλες εφαρμογές των κινουμένων εικόνων μεταβάλλουν τη χωρική έκταση είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με την αλλαγή του θεματικού περιεχομένου του χάρτη. Για παράδειγμα οι δυναμικές οπτικές απεικονίσεις που μεταβάλλουν την οπτική γωνία (Moellering 1980), συχνά σε συνδυασμό με προσομοιωμένη τρισδιάστατη επιφάνεια για να μιμηθούν την εμπειρία της πτήσης πάνω από το έδαφος.

Ο Peterson (1996) πρότεινε εφαρμογή των κινούμενων εικόνων χρησιμοποιώντας αλληλουχίες στις οποίες τα χαρτογραφημένα στοιχεία παρέμειναν μεν αμετάβλητα, αλλά οι χαρτογραφικές αναπαραστάσεις άλλαζαν για να τονίσουν τις διαδικασίες

λήψης αποφάσεων στη χαρτογραφική γενίκευση και να προσφέρουν πρόσθετες ευκαιρίες στον θεατή να εντοπίσει τα μοτίβα καθώς αλλάζουν οι αναπαραστάσεις. Αν και ορισμένες από αυτές τις κινούμενες εικόνες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε μια σταθερή χωρική έκταση - για παράδειγμα, μια ακολουθία από χάρτες που δείχνουν τις επιδράσεις των διαφορετικών συστημάτων ταξινόμησης δεδομένων στη χωροπληθή χαρτογράφηση - άλλα περιλαμβάνουν επίσης αλλαγές στη χωρική έκταση. Ως παράδειγμα αυτής της τελευταίας τεχνικής, ο Peterson χρησιμοποίησε τον όρο ‘’χαρτογραφικό ζουμ’’ για να αναφερθεί σε κινούμενες εικόνες στις οποίες η επιλογή και αλλαγή του συμβολισμού και της κλίμακας του χάρτη που εμφανίζεται αυξάνονται και μειώνονται. Όπως γίνεται συνήθως με τη στατική χαρτογραφία, τα κριτήρια επιλογής αλλάζουν ανάλογα με την κλίμακα επιτρέποντας έτσι σε περισσότερες πληροφορίες να απεικονίζονται στο χάρτη, όσο η κλίμακα αυξάνεται. Ομοίως, τα χαρακτηριστικά του χάρτη που μπορεί μόνο να εμφανίζονται ως σημεία σε μικρή κλίμακα μπορεί να μετατραπούν σε τομείς καθώς ο χάρτης «κάνει ζούμ» σε μια μεγαλύτερη κλίμακα. Τα τελευταία χρόνια, η τεχνική αυτή έχει γίνει γνωστή στο ευρύ κοινό μέσα από τις εφαρμογές του Google Earth, καθώς επίσης και από οπτικά σκηνικά για την ανάγνωση του καιρού στην τηλεόραση και τις ειδήσεις.

Οι Kraak & Klomp (1995), συνοψίζοντας τον Dransch (1995), περιγράφουν επιπλέον παραλλαγές στην ιδέα του δυναμικού οπτικού χάρτη που αποτελείται από μια ακολουθία μεταβαλλόμενων χαρτογραφικών αναπαραστάσεων, όπως η χρήση διαφορετικών τύπων συμβολισμού (πχ. ισαριθμικές καμπύλες, πυκνότητα σημείων, και χωροπληθής απεικονίσεις). Επιπλέον, αναφέρονται στη δημιουργία δυναμικών χαρτών με χρήση “διαδοχικής ενίσχυσης” στις οποίες η αλληλουχία των εικόνων έχει σχεδιαστεί για να δείξει μια σταθερή χωρική έκταση, ενώ τα θεματικά επίπεδα προστίθενται μεμονωμένα στην οθόνη σε μια προσπάθεια να βοηθήσουν το θεατή να κατανοήσει το χωρικό πλαίσιο.

6.2. Κινούμενες εικόνες και ήχος

Ο ήχος είναι ένα εγγενώς χρονικό φαινόμενο. Ως εκ τούτου, είναι κατάλληλος για χρήση σε χάρτη με κινούμενη εικόνα (animation map). Παλαιότερες εργασίες σε χάρτες αυτού του είδους έχουν οδηγήσει στην παραγωγή μιας σειράς δυναμικών μεταβλητών - διάρκεια, ρυθμός μεταβολής, και διάταξη - και μερικές προτάσεις για την εφαρμογή τους. Ο ήχος μπορεί να συνδέεται στενά με τις δυναμικές μεταβλητές και τις εφαρμογές τους και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει την κατανόηση των πληροφοριών που παρουσιάζονται σε μια δυναμική οθόνη. Επιπλέον, πιθανές χρήσεις των δυναμικών μεταβλητών μπορούν να προταθούν από την εξέταση χρονικών θεμάτων ήχου και μουσικής.

Τουλάχιστον τρία διαφορετικά είδη αλλαγής μπορούν να απεικονιστούν σε ένα χάρτη δυναμικής οπτικής απεικόνισης (animation). Η χωρική αλλαγή, που συχνά αποκαλείται "fly-by" , γίνεται ορατή αλλάζοντας την οπτική γωνία του παρατηρητή σε κάποιο στατικό αντικείμενο. Σύγχρονοι εξομοιωτές πτήσης παρέχουν ένα εξαιρετικό παράδειγμα της οπτικής μεταβολής του χώρου. Η χρήση ηχογραφημένης ομιλίας (Voice-over) έχει χρησιμοποιηθεί σε συνδιασμό με εφαρμογές που χρησιμοποιούν εξομοίωση πτήσης, για να παρέχει μια εξήγηση για το τι απεικονίζεται (DiBiase et al. 1991). Η φωνητική αφήγηση είναι, λοιπόν, ένας σημαντικός τρόπος για τη χρήση του ήχου με σκοπό την ενίσχυση δυναμικών γεωγραφικών απεικονίσεων. Επίσης τα ηχητικά μηνύματα – ή αλλιώς earcons - μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση δυναμικών γεωγραφικών απεικονίσεων. Έτσι ο ήχος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα μιμητικό σύμβολο. Ο ήχος της φωτιάς και του ανέμου, για παράδειγμα, έχει ενσωματωθεί σε μια κινούμενη εικόνα της ανάπτυξης των δασών για να κάνει εντονότερο το συναίσθημα ταύτισης του θεατή με αυτό που συμβαίνει στον χάρτη με κινούμενη εικόνα (Krygier 1993). Σε αυτή την περίπτωση ο ήχος χρησιμεύει ως μια επιπλέον μεταβλητή με την οποία πραγματοποιείται ενίσχυση ορισμένων βασικών γεγονότων στην δυναμική απεικόνιση.

Επίσης αλλαγή στην πορεία χρόνου ή χρονοσειρές δεδομένων μπορούν να απεικονιστούν με τη χαρτογράφηση χρονολογικά-ταξινομημένων φαινόμενων σε μια σειρά κινουμένων εικόνων (animation). Για παράδειγμα έχει δημιουργηθεί ένας χάρτης της διάδοσης του AIDS στο χώρο με την πάροδο του χρόνου (Gould et al. 1991, Kabel 1992). Τέτοια χωρική και χρονική μεταβολή είναι άμεσα αντιληπτή και ελάχιστες εξηγήσεις απαιτούνται για να κάνουν τις συγκεκριμένες αναπαραστάσεις κατανοητές στους περισσότερους χρήστες. Ο ήχος έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για να προσθέσει επιπλέον πληροφορίες στην χρονολογική εμφάνιση του AIDS (Krygier 1993). Η ένταση χρησιμοποιήθηκε για να αναπαραστήσει το σύνολο των περιπτώσεων του AIDS για καθένα από τα έτη που εμφανίζονται στο χάρτη κινούμενων εικόνων. Η αυξανόμενη ένταση, προσθέτει τόσο μια διάσταση πληροφοριών (αύξηση του αριθμού των περιπτώσεων AIDS), καθώς και μια αίσθηση επικείμενης καταστροφής. Η τονικότητα χρησιμοποιείται επίσης στην ίδια απεικόνιση του AIDS για να αντιπροσωπεύσει την επί τοις εκατό αύξηση των νέων περιπτώσεων για κάθε έτος. Η τονικότητα μπορεί να ακουστεί "να πέφτει", καθώς η επί της εκατό αύξηση μειώνεται και σταθεροποιείται στα τέλη του 1980. Το 1991, όπου η απεικόνιση από πραγματικές περιπτώσεις AIDS περνάει στο μοντέλο που προέβλεπε μελλοντικές περιπτώσεις του AIDS ακούγεται μια ανωμαλία για να σηματοδοτήσει αυτήν την αλλαγή. Έτσι ο ήχος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την ανίχνευση ανωμαλιών στα δεδομένα.

Αρχικά λιγότερο εμφανές αλλά πολύτιμο για εμπειρογνώμονες σε θέματα οπτικής απεικόνισης, είναι ένα τρίτο είδος της αλλαγής που μπορεί να απεικονιστεί με

χάρτη κινούμενων εικόνων. Η αλλαγή των χαρακτηριστικών, ή «επαν-έκφραση» (re-expression) όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, είναι ορατή με τη χαρτογράφηση ταξινομημένων με βάση κάποιο χαρακτηριστικό φαινομένων σε μια σειρά κινουμένων εικόνων. Μια τέτοια απεικόνιση της μεταβολής χαρακτηριστικών μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη για την ενίσχυση ή την αποκάλυψη μοτίβων που δεν είναι εμφανή στην αρχική χρονοσειρά. Έχουν χρησιμοποιηθεί γραφικές μέθοδοι για την προειδοποίηση του θεατή στο γεγονός ότι η κίνηση ταξινομήθηκε με βάση κάποιο χαρακτηριστικό. Για παράδειγμα, μια χρονική κλίμακα μπορεί να συμπεριληφθεί στο κάτω μέρος του χάρτη κινούμενων εικόνων) και ένας δείκτης μπορεί να υποδεικνύει το έτος κάθε σκηνής. Το πρόβλημα με αυτή τη γραφική λύση είναι ότι η προσοχή του θεατή μπορεί να επικεντρωθεί ή στο χάρτη ή στη γραμμή του χρόνου και όχι και στα δύο ταυτόχρονα. Αυτή είναι προφανώς μια κατάσταση όπου ο ήχος μπορεί να προσφέρει μια καλύτερη λύση, δεδομένου ότι είναι δυνατόν κάποιος να παρακολουθεί το χάρτη και να ακούει την ίδια στιγμή. Έτσι ο ήχος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντικαταστήσει ένα οπτικό στοιχείο που διασπά την προσοχή σε μια απεικόνιση. Η τονικότητα έχει χρησιμοποιηθεί για να αντικαταστήσει την γραμμή του χρόνου σε μια κινούμενη εικόνα των αποτελεσμάτων των προεδρικών εκλογών (Krygier 1993). Η κινούμενη εικόνα σε χρονολογική σειρά με την τονικότητα αντιστοιχίζονται σε έτη (αύξηση τόνου σημαίνει αύξηση έτους). Αυτό εξοικειώνει τον χρήστη με την έννοια της τονικότητας. Τα ίδια δεδομένα στη συνέχεια ξαναπαρουσιάζονται ταξινομημένα με βάση το μέγεθος της εκλογικής νίκης. Το γεγονός ότι οι τονικότητες δεν ακούγονται σε σειρά δημιουργεί στον θεατή το συναίσθημα ότι η οπτική ακολουθία δεν είναι σε χρονική σειρά. Μοτίβα τα οποία παρατηρούνται στην οπτική ή ηχητική απεικόνιση - ή και τα δύο - στη συνέχεια θα εξετάζονται πιο προσεκτικά. Τα πρότυπα του ήχου είναι πιο εύκολα διακριτά από τα οπτικά μοτίβα, και είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την μετάδοση χρονικών δεδομένων (Weber 1993b). Μια τέτοια εφαρμογή του ήχου είναι περισσότερο αναγκαία όσο η ποσότητα των δεδομένων που είναι ορατά αυξάνεται και γίνεται απαραίτητο να απομονωθούν τα πιο ενδιαφέροντα δεδομένα από τα λιγότερο σημαντικά.

7. Διαδραστικότητα

7.1. Διαδραστικότητα και χάρτης ήχου

Ο Monmonier (1992) αναφέρει ότι οι περισσότεροι άνθρωποι που είδαν το πρωτότυπο της εφαρμογής γραφικών σεναρίων που δημιούργησε ήθελαν να έχουν τη δυνατότητα να ρυθμίζουν την παρουσίαση, να αντιστρέψουν την κατεύθυνση των κινούμενων εικόνων και να επανεξετάσουν τις εισαγωγικές ενότητες. Έτσι, η χαρτογραφία κινούμενων εικόνων με υπολογιστή ήταν ένα κίνητρο για την προσθήκη μηχανισμών ελέγχου, που επιτρέπουν στο χρήστη να αποφασίζει πότε

και πόσο συχνά, θα βλέπει ορισμένα τμήματα μιας χαρτογραφικής απεικόνισης. Αλλά και άλλοι παράγοντες, όπως η σχετική δαπάνη για την παραγωγή κλασσικών χαρτών σε διάφορες κλίμακες για να εξεταστούν συγκεκριμένα χωρικά φαινόμενα σε σχέση με την προβολή δυναμικών χαρτών στην οθόνη ενός υπολογιστή ώθησαν επίσης την έρευνα για διαδραστικό έλεγχο. Ο Dorling (1992, 217), υποστήριξε ότι «ενδιαφέροντα χωρικά πρότυπα συχνά υπάρχουν σε πολύ μεγάλες κλίμακες και δεν απεικονίζονται με σαφήνεια, όταν η χωρική κλίμακα ανάλυσης μειώνεται, οπότε απαιτούνται διαδραστικά εργαλεία, όπως η μετακίνηση (pan) και η μεγένθυση (zoom), για να επιτρέψουν την προσαρμογή και διαχείριση της χαρτογραφημένης περιοχής». Η μείωση του κόστους και η ευρεία διαθεσιμότητα της τεχνολογίας των υπολογιστών στη δεκαετία του 1980 οδήγησαν επίσης την έρευνα για τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών στην ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων, είτε χωρικών είτε άλλων (Dorling 1992, Crampton 2002). Διαδραστικές τεχνικές που αναπτύχθηκαν για στατιστική ανάλυση υιοθετήθηκαν και από την χωρική ανάλυση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το γεωγραφικό “βούρτσισμα” (geographical brushing): όταν μια συγκεκριμένη αναπαράσταση των δεδομένων επιλέγεται, μια άλλη πλευρά των ίδιων δεδομένων τονίζεται ταυτόχρονα στην οθόνη (Monmonier 1989).

Ο Monmonier (1990) εξέτασε διάφορες προσεγγίσεις στην ανάλυση των χρονολογικών σειρών δεδομένων από στατικούς χάρτες και διαγράμματα μέχρι τη χρήση των διαδραστικών οθονών. Υποστήριξε ότι, σε σύγκριση με τους στατικούς χάρτες και τα γραφήματα, η διαδραστική χαρτογράφηση και αποτύπωση με τη χρήση δυναμικών οθόνων υπολογιστών προσφέρει μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας που προκύπτει σε σύνολα δεδομένων που αποτελούνται από πολλαπλές μεταβλητές οι οποίες παρατηρούνται περιοδικά σε διάφορες τοποθεσίες.

Οι Asche & Herrman (1994, 217), εξέτασαν τις δυνατότητες αξιοποίησης των ψηφιακών τεχνολογιών, όχι μόνο για την παραγωγή και το σχεδιασμό, αλλά και για τη δημοσίευση και χρήση χαρτών. Ισχυρίστηκαν επίσης ότι δυναμική χρήση του χάρτη ως ένα διαδραστικό περιβάλλον θα υποστηρίξει την "ενσωμάτωση των χρονοσειρών δεδομένων, των κινούμενων εικόνων, και του ήχου" και η ένταξη των διαδραστικών ελέγχων θα επιτρέψει όχι μόνο στο χαρτογράφο, αλλά και στο χρήστη να πειραματιστεί με εναλλακτικές χαρτογραφικές αναπαραστάσεις.

Ο Monmonier (1994), με βάση προηγούμενη εργασία του για τα γραφικά σενάρια, υποστήριξε ότι υπάρχουν δύο κύριες μεταφορές που καθοδηγούν την ανάπτυξη της τεχνικής των κινούμενων εικόνων και διαδραστικής χαρτογραφίας: η πλοήγηση και η αφήγηση. Η πλοήγηση είναι εμφανής σε διεπαφές λογισμικού που επιτρέπουν στο χρήστη να εντοπίσει τις εικόνες και άλλες πληροφορίες σχετικά με τοποθεσίες, περιφερειακές ενότητες και χωρικές σχέσεις. Ο χρήστης κατευθύνει το σύστημα για

να περιορίσει, να διευρύνει ή να ρυθμίσει την οπτική απεικόνιση για να ικανοποιήσει την επιθυμία του για πληροφόρηση. Η αφήγηση, αντίθετα, είναι εμφανής σε λειτουργίες του συστήματος που ενεργούν αναπαράγοντας μια σειρά από πληροφορίες που βασίζονται σε ένα προκαθορισμένο σενάριο. «Η παρουσίαση είναι αφηγηματική και όχι πλοήγησης επειδή ο χρήστης είναι ένας παθητικός θεατής, ο οποίος παρακολουθεί, ενώ το σύστημα καθορίζει την αλληλουχία των σκηνών» (Monmonier 1994, 202). Σύμφωνα με την ανάλυση αυτή, διαχωρίζει τις χρήσεις των ψηφιακών συστημάτων χαρτογράφησης σε πλοήγησης ή αφήγησης βασιζόμενος όχι στις υποκείμενες ενέργειες ενός χρήστη που αναζητά πληροφορίες, αλλά αντ'αυτού με βάση το αν ο χρήστης ή ο υπολογιστής ελέγχει σε μεγαλύτερο βαθμό την απεικόνιση. Ως παράδειγμα, ο ίδιος υποστήριξε ότι ένας χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί σε μια σειρά δεδομένων με τη χρήση ‘’γεωγραφικών brushing’’ ή να δει μια γραφική αφήγηση, όπως το σύστημα τον οδηγεί χρησιμοποιώντας μια προκαθορισμένη ακολουθία. Αν και αυτός ο διαχωρισμός φαίνεται πολύ δύσκολο να εφαρμοστεί στην πολυπλοκότητα που εμπλέκεται στη χρήση των ηλεκτρονικών συστημάτων χαρτογράφησης, η ανάλυση δείχνει το χρονικό πλαίσιο που εμπλέκεται στη χρήση των διαδραστικών συστημάτων χαρτογράφησης. Υπάρχει μια αλληλουχία, ίσως καλύτερα περιγράφεται ως διάλογος, κατά τον οποίον καθώς ο χρήστης κατευθύνει την πλοήγηση, ζητεί τη γνώμη σχετικά με το πού η πλοήγηση τον έχει έως τώρα οδηγήσει στη γεωγραφική έρευνα, και σχεδιάζει τα επόμενα βήματα για τη συνέχιση της εν λόγω έρευνας.

Οι τυποποιημένες γλώσσες υπολογιστών και τα συστήματα τηλεπικοινωνιών παρέχουν σήμερα τα μέσα για τη δημιουργία χαρτών που περιλαμβάνουν διαδραστικές λειτουργίες ήχου και μπορεί να είναι προσβάσιμοι από το διαδίκτυο. Οι χάρτες που προκύπτουν επιτρέπουν στο χρήστη του χάρτη, χρησιμοποιώντας ένα πρόγραμμα περιήγησης στο διαδίκτυο να αναπαράγει ήχους που συνδέονται με διαφορετικές περιοχές του χάρτη, ως μέρος της ανάγνωσης του χάρτη. Οι ήχοι έχουν σχεδιασθεί ως αναπόσπαστο τμήμα του χάρτη, αυξάνοντας τις οπτικές πληροφορίες αντί να τις αναπαράγουν, και έτσι προσθέτουν νέες πληροφορίες στο θέμα του χάρτη. Ο δημιουργός του χάρτη έρχεται αντιμέτωπος με νέες ευκαιρίες για τη δημιουργία χαρτών ήχου και νέες προκλήσεις για τον προσδιορισμό αποτελεσματικών τρόπων για να χρησιμοποιήσει τη νέα αυτή δυνατότητα.

7.2. Τυπολογίες της διαδραστικότητας

Οι Krygier et al. (1997), Crampton (2002) και Persson et al. (2006) καθόρισαν τυπολογίες της διαδραστικότητας για την παρουσίαση των γεωγραφικών πληροφοριών, ο καθένας με διαφορετικό σκοπό και αποτέλεσμα.

Οι Krygier et al. (1997) πρότειναν μια τυπολογία στοιχείων πολυμέσων για χρήση στην ανάπτυξη και την παράδοση εκπαιδευτικών σεμιναρίων σε μεγάλες αίθουσες

διδασκαλίας με αξιοποίηση υπολογιστών και προβολέων διαφανειών. Η τυπολογία αυτή κατηγοριοποιεί το πολυμεσικό περιεχόμενο που πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε μια διάλεξη ανάλογα με τη λειτουργία, περιγράφοντας πώς ο εκπαιδευτής δημιουργεί μια σειρά από οπτικό υλικό παρουσίασης και πώς σχεδιάζει την παρουσίαση των πληροφοριών που το περιεχόμενο πολυμέσων αφορά. Η προσέγγιση είναι παρόμοια με τις τυπολογίες πολυμέσων που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατάρτιση σχεδιαστών πολυμέσων, ενθαρρύνοντας τους χρήστες να εξετάζουν εναλλακτικές μορφές παρουσίασης και διαφορετικούς τρόπους σύνοψης των ιδεών που παρουσιάζονται (Heller & Martin 1995, 1999). Το φάσμα των μορφών που προτείνονται από τους Krygier et.al (1997) εξετάζει μεγάλη ποικιλία εναλλακτικών γραφικών μεθόδων, ωστόσο αγνοεί την εξέταση του κειμένου και ήχου κατά την ταξινόμηση, εκτός εάν περιλαμβάνονται ως μέρος μιας ολιστικής μορφής. Εκτός αυτού ανέπτυξε μια πρωτότυπη διαδραστική οθόνη που χρησιμοποιεί γραφικά σε συνδυασμό με ήχο που εμφανίζει έως και τέσσερις μεταβλητές δεδομένων ταυτόχρονα (Krygier 1993). Το πρωτότυπο βασίζεται σε στοιχεία της απογραφής των ΗΠΑ του 1990 από την Πενσυλβανία. Ένας χωροπληθής χάρτης χρησιμοποιείται για την απεικόνιση του ποσοστού του άνεργου πληθυσμού. Στη συνέχεια ένας χάρτης που απεικονίζει με κύκλο το μέσο όρο εισοδήματος προστίθεται στον αρχικό χάρτη. Στο σημείο αυτό θα μπορούσε κανείς να προσθέσει και μια τρίτη μεταβλητή δεδομένων στην οθόνη με την αλλαγή του χωροπληθή χάρτη σε διμεταβλητό χάρτη, με την προσθήκη μιας μεταβλητής δεδομένων ως γέμισμα των αναλογικών κύκλων, ή να δημιουργήσει ένα δεύτερο χάρτη. Και στις δύο περιπτώσεις παρουσιάζονται ορισμένα προβλήματα: οι διμεταβλητοί χάρτες είναι δύσκολοι στην ερμηνεία και κατανόηση (Olson 1981), και επίσης η τρίτη μεταβλητή, δηλαδή, το γέμισμα του κύκλου είναι δύσκολα ορατό στους μικρούς κύκλους, και πολλοί διαφορετικοί χάρτες μπορεί να οδηγήσουν σε προβλήματα λανθασμένης ερμηνείας ως προς τη σύγκριση. Ο ήχος μπορεί να προσθέσει μια εναλλακτική λύση σε αυτές τις οπτικές μεθόδους. Το πρωτότυπο χρησιμοποιεί μια τονικότητα σε τρεις διαφορετικές οκτάβες για να δείξει τη μετακίνηση των εργαζομένων προς τη δουλειά τους. Ο δείκτης είναι υψηλός, μεσαίος ή χαμηλός και αναφέρεται στη σχετική απόσταση που πρέπει να διανύσουν οι εργαζόμενοι κατά τη μετάβαση προς τους χώρους εργασίας τους. Όταν κάποιος κάνει κλικ πάνω σε μια συγκεκριμένη ενότητα με το ποντίκι, ακούγεται η υψηλή οκτάβα και αντιπροσωπεύει μεγάλες μετακινήσεις από και προς τη δουλειά. Έτσι, δύο μεταβλητές είναι ορατές και μια ακούγεται. Μια τέταρτη μεταβλητή δεδομένων θα μπορούσε να προστεθεί με τη χρήση του εύρους των τόνων που περιέχονται σε αυτές τις τρείς οκτάβες. Στην περίπτωση του πρωτοτύπου, αυτό έγινε με μια άλλη υψηλή / μεσαία / χαμηλή τονικότητα, που αντιπροσωπεύει το ποσοστό φτωχών σε κάθε νομό. Για παράδειγμα, όταν κάποιος κάνει κλικ πάνω σε μια συγκεκριμένη ενότητα ακούγεται αρχικά μια τονικότητα στην υψηλή οκτάβα και στη συνέχεια μια άλλη τονικότητα στη χαμηλή οπότε έχουμε μεγάλη απόσταση για

εργασία και χαμηλό ποσοστό της φτώχειας. Μετά από ένα σύντομο χρονικό διάστημα εξοικείωσης ο χρήστης είναι εύκολο να διακρίνει τις τέσσερις μεταβλητές δεδομένων. Ένα τέτοια ζήτημα θα πρέπει σαφώς να αξιολογηθεί πιο προσεκτικά αλλά η εμπειρία από το πρωτότυπο δείχνει ότι ο ήχος είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την πρόσθεση περισσότερων διαστάσεων δεδομένων σε οθόνες οπτικής απεικόνισης.

Ο Crampton (2002) πρότεινε μια τυπολογία που αφορά διαδραστικές λειτουργίες του χρήστη, που προορίζεται ως βάση σύγκρισης του επιπέδου διαδραστικότητας που υποστηρίζεται από διάφορα γεωγραφικά συστήματα απεικόνισης, και περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργικές κατηγορίες:

• Αλληλεπίδραση με την αναπαράσταση δεδομένων: Ο χρήστης χειρίζεται το σύστημα με σκοπό να παράγει διαφορετικές οπτικοποιήσεις των υπαρχόντων δεδομένων. Αυτό θα μπορούσε να περιλαμβάνει, για παράδειγμα, αλλαγή της χαρτογραφικής αναπαράστασης που χρησιμοποιείται στους χάρτες, επιλέγοντας επιπλέον τύπους στοιχείων (συχνά εφαρμόζονται ως οπτικά στρώματα) για την οθόνη, απαριθμώντας όλα ή ορισμένα από τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με κάποια ή όλα τα χαρακτηριστικά του χάρτη, ή ρύθμιση της εμφανιζόμενης έκτασης του χάρτη.

• Αλληλεπίδραση με τα δεδομένα: Ο χρήστης επιλέγει και φιλτράρει τις πληροφορίες από τη βάση δεδομένων του συστήματος για να επικεντρώσει την παρουσίαση των πληροφοριών στη γεωγραφική έρευνα που διεξάγεται. Τεχνικές όπως το γεωγραφικό “βούρτσισμα” (geographic brushing) και ο τονισμός μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να επιστήσουν την προσοχή στα αποτελέσματα των ενεργειών και να βοηθήσουν το χρήστη στον καθορισμό των επόμενων βημάτων της έρευνας.

• Σχετική (Contextualizing) αλληλεπίδραση: Ο Crampton, αντλώντας από τον Monmonier (1992, 1994), υποστήριξε ότι όταν χρησιμοποιείται ένα ψηφιακό σύστημα χαρτογράφησης, «οι λήψεις αποφάσεων και οι επιλογές του χρήστη εξαρτώνται από το τι γνωρίζει και το τι θέλει να μάθει». Αν και η γενική συζήτηση γύρω από αυτή την ιδέα περιλαμβάνει ρητά τη χρονική διάταξη των αλληλεπιδράσεων του χρήστη με το σύστημα και την κατανόηση ότι, τουλάχιστον για ορισμένες από αυτές τις αλληλεπιδράσεις, μόνο μερικές εντολές έχουν νόημα, η κατηγορία που προτείνεται για την τυπολογία αυτή είναι περιορισμένη. Σε αυτή την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται αλληλεπιδράσεις που παρέχουν πολλαπλές ταυτόχρονες αναπαραστάσεις για τα δεδομένα που εξετάζονται: πολλαπλές προβολές χάρτη, η κάθε μια με διαφορετικές αναπαραστάσεις ή διαφορετικά δεδομένα, ή η διαδραστική σύνδεση του χάρτη εμφανίζεται σε διαφορετικούς τύπους γραφικών απεικονίσεων, όπως για παράδειγμα στατιστικά διαγράμματα, έτσι ώστε εργαλεία όπως το γεωγραφικό “βούρτσισμα” (geographic brushing)

τονίζουν ταυτόχρονα τα πιο ενδιαφέροντα δεδομένα σε όλες τις συνδεδεμένες οθόνες.

• Αλληλεπίδραση με χρονική διάσταση: Ο χρήστης αλληλεπιδρά με έναν δυναμικά μεταβαλλόμενο (animated) χάρτη ή άλλες γραφικές απεικονίσεις, με τη δυνατότητα ελέγχου της αλληλουχίας του εμφανιζόμενων δεδομένων (π.χ. εντολή για ένα χρονικό διάστημα, είτε μέσω της χρήσης της μεταβλητής τρεμοπαίξιμο ή επάν-έκφρασης). Ο Crampton συμπεριέλαβε ακόμα την εξομοίωση πτήσης και την πλοήγηση σε αυτή την κατηγορία.

Οι Persson et al. (2006) πρότειναν μια εναλλακτική τυπολογία από αυτήν του Crampton, αν και ο στόχος για την αξιολόγηση του επιπέδου διαδραστικότητας που παρέχεται από διαφορετικές γεωγραφικές εφαρμογές οπτικοποίησης ήταν παρόμοιος. Γύρω από αυτό το θέμα, τα βασικά χαρακτηριστικά καθεμιάς από αυτές τις τυπολογίες είναι:

• η έμφαση στην ικανότητα των χρηστών να αναλύουν τα δεδομένα και να εστιάζουν τις γεωγραφικές απεικονίσεις σε υποσύνολα πληροφοριών σχετικών με τις τρέχουσες πληροφορίες που χρειάζονται.

• η έμφαση στην ικανότητα των χρηστών να συνδέσουν πολλαπλές αναπαραστάσεις δεδομένων από κοινού, με την εξέλιξη προηγούμενων τεχνικών, όπως το γεωγραφικό “βούρτσισμα” (geographic brushing) και

• η εστίαση στις χρονικές πτυχές της αλληλεπίδρασης του χρήστη με την εφαρμογή, είτε λόγω της διαλογικής δομής των αλληλεπιδράσεων του χρήστη με το σύστημα είτε λόγω της χρονικής φύσεως ορισμένων τεχνικών απεικόνισης, όπως τα κινούμενα σχέδια και το ’τρεμοπαίξιμο’’

Πιο πρόσφατα, οι Andrienko et al. (2005), και Kraak & Van de Vlag (2007), που εργάζονται στο πλαίσιο της γεω-οπτικοποποίησης και της οπτικής ανάλυσης έχουν, μαζί εκτός των άλλων, επικεντρωθεί στη χρήση των διαδραστικών οθόνων που παρέχουν στους χρήστες τη δυνατότητα να συνδέσουν πολλαπλές αναπαραστάσεις των δεδομένων με τη χρήση οπτικών και υπολογιστικών μεθόδων.

8. Διασυνδεδεμένη ακουστική αναπαράσταση

8.1. Ορισμός

Αυτή η ενότητα περιγράφει μια ανάλυση των πιθανών χρήσεων του ήχου ως μέσο για συσχετισμένες ή διασυνδεδεμένες αναπαραστάσεις δεδομένων, που αναφέρονται σε οπτικές χαρτογραφικές απεικονίσεις, σε αναλογία με τις διασυνδεδεμένες οπτικές απεικονίσεις της διαδραστικής χαρτογραφίας. Όπως οι διασυνδεδεμένες οπτικές απεικονίσεις, έτσι και οι ακουστικές, χρησιμοποιούνται

για να παρέχουν πληροφορίες που αφορούν γεωγραφικά χαρακτηριστικά ή περιοχές, καθώς ο χρήστης αλληλεπιδρά με την εφαρμογή. Η ανάλυση είναι δομημένη χρησιμοποιώντας τις λειτουργικές κατηγορίες του Crampton (σε γενικές γραμμές) και περιλαμβάνει πολλές από τις διαδραστικές λειτουργίες που περιγράφονται από τον Crampton (2002) και τους Persson et al. (2006). Σε επόμενη ενότητα παρουσιάζεται μια πρωτότυπη οπτικοακουστική εφαρμογή κυβερνοχαρτογραφίας των Brauen & Taylor (2007) που αφορά το εμπόριο του Καναδά με διάφορες περιοχές του κόσμου.

Ωστόσο, δεν μπορούν όλες οι χρήσεις του ήχου σε διαδραστικά, οπτικοακουστικά χαρτογραφικά συστήματα να δια-συνδεθούν με συστατικά της οπτικής απεικόνισης. Ο ήχος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές πολυμέσων υπολογιστή με τρόπους που απαγορεύουν σε έναν χρήστη να τροποποιήσει την αναπαραγωγή του ήχου (εκτός από τη διακοπή ολόκληρης της παρουσίασης).

Για παράδειγμα, μουσική, ηχητικά εφέ, ή διδακτικές αφηγήσεις μπορεί να συνοδεύουν τις υπόλοιπες, συνήθως οπτικές, μορφές των δεδομένων που παρουσιάζονται στο χρήστη. Ακόμη αυτοί οι ήχοι μπορούν να σχετίζονται με γραφικά μέσα με μια διαδραστική λειτουργία play/stop/repeat, αλλά, θεωρείται ότι αυτά τα ακουστικά στοιχεία δεν έχουν σχέση με τα οπτικά στοιχεία της παρουσίασης. Η μετακίνηση του δρομέα «πάνω από» ή το «κλικ» σε περιοχές του χάρτη, ή άλλα γραφικά ή κείμενα υπερ-σύνδεσης δεν τροποποιούν ούτε επηρεάζουν την αναπαραγωγή των ήχων με οποιονδήποτε τρόπο. Αυτός ο τύπος στοιχείου ήχου θα αναφέρεται ως «unlinked» που σημαίνει ότι: δεν υπάρχει άμεση σχέση του χρήστη μεταξύ του ήχου και των γραφικών στοιχείων του υλικού που παρουσιάζεται (Brauen & Taylor 2007). Οι Krygier (1994) και Monmonier (1994) πρότειναν τη χρήση των μη-συνδεδεμένων επεξηγηματικών αφηγήσεων. Οι Caquard et al. (2008) πρότειναν ένα χαρτογραφικό σχεδιασμό ήχου που βασίζεται στην εξέταση της χρηστής παρόμοιων σχεδίων για τον κινηματογράφο και τα παιχνίδια στον υπολογιστή και εξέτασαν τη χρήση μη δια-συνδεδεμένων χρήσεων του ήχου. Με βάση τις παραδόσεις του ντοκυμαντέρ, όπως η φωνητική αφήγηση (Nichols 1985), ένας αποσυνδεδεμένος ήχος είναι ίσως καλύτερα κατανοητός σε συνδυασμό με το σύνολο της οπτικής παρουσίασης ενώπιον του χρήστη.

Αντίθετα, ένας διασυνδεδεμένος (linked) ήχος είναι αυτός που σχετίζεται με το ορατά στοιχεία τα οποία ο χρήστης “ακουμπάει” και τόσο ο τρόπος της σύνδεσης (δηλαδή, πώς ο ήχος και τα γραφικά στα οποία αναφέρεται, συμπεριφέρονται στις ενέργειες του χρήστη) όσο και το περιεχόμενο του ήχου μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την κατανόηση της συνδυασμένης οπτικοακουστικής αναπαράστασης. Δια-συνδέδεμένες ακουστικές αναπαραστάσεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να εκφράσουν πρόσθετες μεταβλητές που σχετίζονται με το επιλεγμένο στοιχείο ή την εν λόγω περιοχή. «Καθώς ο χρήστης επεξεργάζεται

διάφορα στοιχεία της οπτικής παρουσίασης, οι ήχοι μπορεί να αλλάξουν με διάφορους τρόπους: η συνολική ένταση του ήχου μπορεί να ρυθμιστεί, ο όγκος των επιμέρους ηχητικών στοιχείων (πχ. μια αφήγηση ή ένα ειδικό μέρος μιας μουσικής σύνθεσης) θα μπορούσε να προσαρμοστεί, η αναπαραγωγή ολόκληρου του ηχητικού σχεδιασμού ή των επιμέρους στοιχείων θα μπορούσε να σταματήσει, να ξεκινήσει, ή να επαναληφθεί από την αρχή. Η δια-συνδέδεμένη αφήγηση θα μπορούσε να παράσχει αναπαραγωγή τοπωνύμιων, καθώς ο δρομέας κινείται πάνω από τα σύμβολα στο χάρτη. Συνδεδεμένες ηχητικές κωδικοποιήσεις των χωρικών μεταβλητών θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν την ένταση της μουσικής (ή της φωνής) ή ηχητικά εφέ για να εκπροσωπήσουν τη σχετική πυκνότητα για μια μετρημένη χωρική μεταβλητή, όπως η πυκνότητα του πληθυσμού» (Brauen & Taylor 2007).

Όπως πρότεινε ο Krygier (1994), οι ακουστικές μεταβλητές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να προσθέσουν επιπλέον χωρικές μεταβλητές σε ένα ήδη πολύπλοκο χάρτη ως εναλλακτική λύση από την εμφάνιση πολλαπλών παρατιθέμενων μονομεταβλητών χαρτών. «Με προσεκτική επιλογή και καλό σχεδιασμό διασυνδεδεμένων ήχων με την οπτική αναπαράσταση του χάρτη το γενικό χαρτογραφικό μήνυμα μπορεί επίσης να διαμορφωθεί κατάλληλα για το χρήστη, χρησιμοποιώντας την προστιθέμενη αξία» (Chion 1994, 5) ότι ο ήχος προσαρμόζεται στις εικόνες, μέσω της χρήσης ήχων οι οποίοι απλώς ενισχύουν τις πληροφορίες που υπάρχουν σε μια άλλη μορφή στην οπτική απεικόνιση. Παρά το γεγονός ότι έχουν διατυπωθεί ανησυχίες σχετικά με τη γνωστική αξία της μετάδοσης πληροφοριών με αφήγηση και κείμενο ταυτόχρονα (Kulyaga et al. 2004, Vetere & Howard 2000), ο σκοπός των αναπαραστάσεων σε σχέση με το θέμα μπορεί να παρέχει επαρκείς λόγους για τη διάθεση πληροφοριών στο χρήστη σε μορφές που αν δεν ταυτίζονται, τουλάχιστον επικαλύπτονται στο περιεχόμενο. Λαμβάνοντας υπόψη μόνο τη φωνητική αφήγηση και ένα γραπτό κείμενο, υπάρχουν χαρακτηριστικά του περιεχομένου, όπως είναι ο τόνος της φωνής και ο ρυθμός, που είναι διαθέσιμα μόνο σε μια ηχογράφηση, ενώ αντίστοιχα το γραπτό κείμενο μπορεί να είναι πιο εύκολο για την επεξεργασία από ένα χρήστη μέσα σε ορισμένα πλαίσια. Κατά την εξέταση άλλων ακουστικών μορφών αναπαράστασης, όπως η μουσική ή τα ηχητικά εφέ, το δυναμικό για την προστιθέμενη αξία που εισήγαγε ο Chion μπορεί να αντισταθμίζει τις ανησυχίες για της επικάλυψη περιεχομένου. Παρά το γεγονός ότι η υπερβολική χρήση των περιττών πληροφοριών και σε οπτικές αλλά και σε ακουστικές μορφές μπορεί να γίνει κουραστική για ένα χρήστη, φαίνεται να υπάρχουν καλοί λόγοι για να εξεταστεί η εισαγωγή τουλάχιστον κάποιων περιττών πληροφοριών στις οπτικοακουστικές χαρτογραφικές αναπαραστάσεις. Παρόλα αυτά είναι σίγουρο ότι απαιτείται περισσότερη μελέτη πάνω σε αυτό τη ζήτημα.

8.2. Λειτουργική ανάλυση

Οι Brauen & Taylor (2007), προτείνουν χαρτογραφικές χρήσεις του ήχου ως δια-συνδεδεμένη αναπαράσταση στην οποία οι σχέσεις που ενυπάρχουν σε αυτές τις διασυνδέσεις είναι εγγενείς στην έννοια της συνδυασμένης οπτικοακουστικής παρουσίασης, προσαρμόζοντας μεταφορές που αναπτύχθηκαν για τη διαδραστική - και με κινούμενες εικόνες- χαρτογραφία.
Οι ακόλουθες μεταφορές προτείνονται για τη χρήση δια-συνδεδεμένων ακουστικών αναπαραστάσεων στη χαρτογραφία ως ανάλογες με τα κίνητρα και τους στόχους της έρευνας στη διαδραστική χαρτογράφηση με κινούμενες εικόνες που περιγράφηκε ανωτέρω. Προφανώς, η προσεκτική εξέταση είναι απαραίτητη για να εξασφαλιστεί ότι ο χρήστης μπορεί να καθορίσει κατά πόσον ή όχι μια συγκεκριμένη μεταφορά ανταποκρίνεται σε μια συγκεκριμένη παρουσίαση (ή σε ένα μέρος αυτής) και κατά πόσον συνοδευτικά εργαλεία (οπτικά, ακουστικά ή και τα δύο), χρειάζονται για να αποδώσουν το νόημα με σαφήνεια.

• Οι ήχοι προκαλούνται από γεγονότα. Παρά το γεγονός ότι αυτή η μεταφορά περιλαμβάνει και την επόμενη, αν σκεφτεί κανείς τον τρόπο με τον οποίο η ανθρώπινη ακοή μπορεί να εξοικειωθεί σε επαναλαμβανόμενους ή συνηθισμένους θορύβους, αυτό τονίζει ότι ένα ορισμένο σύνολο ήχων μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο ως προειδοποίηση ότι κάτι έχει συμβεί ή για να επιστήσει την προσοχή του χρήστη σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο της οπτικής ή ακουστικής αναπαράστασης.

• Η ακουστική αλλαγή αντιπροσωπεύει μια πραγματική αλλαγή στα δεδομένα. Όσον αφορά τα δεδομένα που σχετίζονται με την παρουσίαση μιας διαφορετικής θεματικής επιλογής (για παράδειγμα αλλαγή χωρικών ή χρονικών κριτήριων) η δια-συνδεδεμένη ηχητική αναπαράσταση θα πρέπει να αλλάξει μόνο εάν οι υποκείμενες πληροφορίες μεταβληθούν. Προφανώς, η παράμετρος (-οι) της ακουστικής αλλαγής που χρησιμοποιείται ως βάση για την ακουστική δια-σύνδεση πρέπει να γίνει κατανοητή από το χρήστη. Τα δυναμικά οπτικοακουστικά υπομνήματα, που συζητήθηκαν προηγουμένως, μπορούν να βοηθήσουν στην επεξήγηση αυτή προς το χρήστη.

Για την τελευταία αυτή μεταφορά, η σειρά με την οποία παρουσιάζονται οι παρατηρήσεις στην ακουστική αναπαράσταση μπορεί να βασίζεται στη σχέση της αλλαγής του φαινομένου με την πάροδο του χρόνου, με το χρόνο της παρουσίασης σε αντιστοιχία με τον πραγματικό χρόνο (όπως , για παράδειγμα, με μια κινούμενη, γραμμική κλίμακα χρόνου) ή να είναι διαβαθμιμένη ανάλογα με κάποια ιδιότητα των υποκειμένων δεδομένων (Monmonier 1992). Εναλλακτικά, όσον αφορά τους χάρτες κινούμενων εικόνων, η διάταξη των παρατηρήσεων μπορεί επίσης να επαν-εκφραστεί σύμφωνα με οποιαδήποτε κριτήρια (Dibiase et al. 1992). Αξίζει να σημειωθούν οι ανησυχίες των Tversky et al. (2002, 258), οι οποίοι υποστήριξαν ότι «θα πρέπει να υπάρχει μια φυσική αντιστοιχία μεταξύ της αλλαγής με την πάροδο

του χρόνου, του πυρήνα των κινουμένων σχεδίων (animation), και των βασικών πληροφοριών που πρέπει να μεταδοθούν (…) και είναι η χρονική ακολουθία , ή η αιτιώδης ροή». Ο προσεκτικός σχεδιασμός και οι αξιολογήσεις των χρηστών απαιτούνται για να εξασφαλιστεί ότι έχουν τη δυνατότητα να μάθουν και να κατανοήσουν τη βάση της σύγκρισης σε επαν-εκφρασμένες παρουσιάσεις.

Στον Πίνακα 1 παρέχεται μια σύνοψη των λειτουργιών που προέρχονται από την ανωτέρω επισκόπηση της διαδραστικής χαρτογραφίας κινούμενων εικόνων των Brauen και Taylor (2007), ομαδοποιημένες ανάλογα με τις λειτουργικές κατηγορίες που προέρχονται από τον Crampton (2002). Για κάθε λειτουργία, ο Πίνακας 1 παρουσιάζει εάν υπάρχει ή όχι μια αναλογία που θα μπορούσε να εφαρμοστεί ή που ήδη έχει εφαρμοστεί με τη χρήση του διασυνδεδεμένου ήχου στην οπτικο-ακουστική χαρτογραφία. Παρακάτω επεξηγείται αναλυτικά η πιθανή ή μη ακουστική αναλογία για κάθε οπτική διαδραστική τεχνική.

Πίνακας 3. Οπτικά διαδραστικά εργαλεία και η πιθανή ακουστική εφαρμογή τους (Brauen & Taylor 2007)

Λειτουργίες	Ανάλογη εφαρμογή με ήχο;
-Αλληλεπιδράσεις με την αναπαράσταση δεδομένων	
1) Λειτουργίες πλοήγησης (pan και zoom)	x
2) Πρόσθεση ή αφαίρεση θεματικών επιπέδων	√
3) Επεξήγηση Υπομνήματος και άλλων εννοιών	√
4) Παράθεση μιας σειράς παραμέτρων για μια συγκεκριμένη περιοχή ή χαρακτηριστικό	√
5) Παράθεση των παραμέτρων για όλα τα χαρακτηριστικά	x
6) Σύγκριση των παρατηρούμενων τιμών με στατιστικά σημαντικές τιμές	√
7) Τροποποίηση του γραφικού συμβολισμού	√
8) Τονισμός συγκεκριμένων δεδομένων μέσω «αναβοσβήματος (blinking)»	√
-Αλληλεπιδράσεις (διαδραστικά) με τα δεδομένα	
9) Διαλογή δεδομένων (επιλογή δεδομένων με ορισμένα χαρακτηριστικά)	x
10) Συνδυασμός επιπέδων δεδομένων	x
11) Μέθοδοι ελέγχου και αποτελέσματα διαδραστικών ενεργειών	x
-Συναφείς Αλληλεπιδράσεις	
12) Δια-σύνδεση(linking) μιας συντονισμένης επιφάνειας στο χάρτη	√
13) Πολλαπλές ταυτόχρονες αναπαραστάσεις δεδομένων	x
14) Δυναμική σύγκριση – πολλαπλές αναπαραστάσεις δεδομένων	√
15) Δυναμική σύγκριση – αναπαράσταση συγκεκριμένων παρατηρήσεων και ή σε συγκεκριμένη σειρά	√
16) Δυναμική συσχέτιση	√
17) 3D πλοήγηση και εξομοίωση-πτήσης	√
-Αλληλεπιδράσεις με χρονική διάσταση	

18) Δυναμική Σύγκριση – αναπαράσταση χρονικά διατεταγμένων παρατηρήσεων	√
19) Διαχείριση δυναμικών μεταβλητών	√
20) Λειτουργίες αναπαραγωγής	√

8.2.1. Αλληλεπιδράσεις με την αναπαράσταση των δεδομένων

Στο πλαίσιο των πολυμέσων που βασίζονται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, οι λειτουργίες πλοήγησης (1) δεν έχουν προφανείς αναλογίες στον ήχο. Το ανθρώπινο σύστημα ακοής σχετίζεται με την αντίληψη του χώρου υπό την έννοια ότι η πηγή ενός ήχου μπορεί να εντοπιστεί σε σχέση με τον ακροατή χρησιμοποιώντας μόνο την ακοή. Ωστόσο η ακρίβεια με την οποία η ανθρώπινη ακοή μπορεί να εντοπίσει μια ηχητική πηγή ποικίλλει, εν μέρει ανάλογα με τη σχετική θέση μιας πηγής ήχου στον τρισδιάστατο χώρο σε σχέση με τη θέση και τον προσανατολισμό του ακροατή (Carlile 1996). Ομοίως, οι λειτουργίες πλοήγησης του χάρτη δεν έχουν προφανή ακουστική αναλογία.

Η πρόσθεση ή η αφαίρεση θεματικών επιπέδων (2) σε ένα οπτικό χάρτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνει κατανοητό το πλαίσιο των εμφανιζόμενων δεδομένων, ή ως μέσο για την αναζήτηση χωρικών σχέσεων μεταξύ διαφόρων μεταβλητών σε ένα σύνολο δεδομένων. Αν και αυτές οι εφαρμογές μπορούν συχνά να συνοδεύονται και από άλλες αναλύσεις για να προσδιοριστεί για παράδειγμα, το αν ή όχι, υπάρχει μία στατιστική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών, η προσθήκη οπτικών θεματικών επιπέδων είναι ανάλογη με την δημιουργία πρόσθετων, συντονισμένων ακουστικών αναπαραστάσεων. Κατά τη διάρκεια της επακόλουθης εξέτασης του χάρτη των Brauen & Taylor (2007) (Ενότητα 10.4), για παράδειγμα, μέσω της χρήσης διαδραστικών επαν-εκφράσεων, ένας χρήστης μπορεί στη συνέχεια να παρακολουθήσει την αντιστοιχία των ακουστικών αναπαραστάσεων με τις μεταβλητές που περιλαμβάνονται. Η πιθανή σχέση μεταξύ μεταβλητών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιλογή αναπαραστάσεων για τη σύγκριση των μεταβλητών με σκοπό την εμφάνιση της σχέσης που υπάρχει. Για παράδειγμα, η χρήση της αύξησης τονικότητας ή η μεταφορά μιας (μουσικής) κλίμακας σε διαφορετικά όργανα (πχ. , βιολί και βιμπράφωνο) μπορεί να αναδείξει τις περιοχές στις οποίες έχουμε αύξηση των μεταβλητών που σχετίζονται, ή να τονίσει την έλλειψη χωρικής συσχέτισης. Επίσης, θα ήταν πολύ χρήσιμη η δυνατότητα ο χρήστης να πειραματιστεί με τον αριθμό των ηχητικά εκπροσωπούμενων μεταβλητών, ή να μπορεί να κλείσει προσωρινά κάποιες από αυτές ώστε να επικεντρωθεί σε ένα συγκεκριμένο υποσύνολο.

Η επεξήγηση του υπομνήματος και άλλων εννοιών ενός χάρτη (3) έχει προφανή ακουστική αναλογία όταν υπάρχουν χαρακτηριστικά που αναπαριστούνται με ήχο. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός οπτικής και

ακουστικής ανάδρασης σε ενέργειες του χρήστη ώστε ο ίδιος, να κατανοήσει τις ακουστικές αναπαραστάσεις. Όπως και τα χρώματα σε ένα στατικό χωροπληθή χάρτη συνήθως εξηγούνται με τη χρήση ενός υπομνήματος, έτσι κάποια μορφή δυναμικής οπτικοακουστικής λειτουργίας υπομνήματος υποχρεούται να επιτρέπει στους χρήστες να απομονώσουν και να μάθουν τον ήχο, που αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη μεταβλητή, καθώς και να κατανοήσουν μια συνδυασμένη αναπαράσταση πολλών μεταβλητών. Στο χάρτη των εμπορικών συναλλαγών του Καναδά (Brauen & Taylor 2007) που παρουσιάζεται στην ενότητα 10.4 περιγράφεται και μια πρακτική εφαρμογή της εν λόγω λειτουργίας.

Η παράθεση μιας σειράς παραμέτρων για ένα συγκεκριμένο σύνολο περιοχών ή χαρακτηριστικών (4) είναι μια ρητή χρήση μιας συντονισμένης, σε μορφή πίνακα, απεικόνισης πρόσθετων στοιχείων που σχετίζονται με χαρτογραφημένα χαρακτηριστικά. Ως εκ τούτου, η χρήση συντονισμένων ακουστικών αναπαραστάσεων μπορεί να θεωρηθεί ως ανάλογη με αυτό, με τον ίδιο τρόπο όπως συζητήθηκε προηγουμένως για την προσθήκη και την αφαίρεση στρωμάτων. Η ιδέα της παράθεσης καταλόγου παραμέτρων για ένα υποσύνολο χαρακτηριστικών, ωστόσο, δίνει έμφαση σε μια πιο αυτοματοποιημένη προσέγγιση για την διαδοχική εξέταση από ό, τι προτάθηκε παραπάνω. Αυτό υποδηλώνει αντίθετα ότι το καθορισμένο σύνολο των παραμέτρων πρέπει να παίζεται σύμφωνα με ένα σενάριο για το σύνολο των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών, με κάθε χαρακτηριστικό να παριστάνεται μεμονωμένα από την ηχητική απεικόνιση των παραμέτρων του και όλα τα χαρακτηριστικά να παρουσιάζονται με κάποια κατανοητή σειρά: αλφαβητικά κατά χαρακτηριστικό, με χρονική σειρά (κατά περίπτωση), είτε με την αύξηση της αξίας μιας παραμέτρου. Η οπτική ανατροφοδότηση που δείχνει τη λειτουργία (-ες) τη στιγμή που εκπροσωπείται θα ήταν απαραίτητη για να βοηθήσει το χρήστη να παρακολουθήσει το πλαίσιο. Το σύνολο των χαρακτηριστικών που πρέπει να περιλαμβάνονται σε αυτή την διαδοχική παρουσίαση θα μπορούσε να επιλέγεται από το χρήστη (ενδεχομένως, αλλά όχι απαραίτητα, μέσω της χρήσης χαρτογραφικού ζουμ) ή θα μπορούσε να αποτελείται από όλα τα χαρτογραφημένα χαρακτηριστικά.

Αν και η παράθεση όλων ή των πρόσθετων παραμέτρων για μια συγκεκριμένη περιοχή ή ένα χαρακτηριστικό (5) δεν διαφέρει τόσο πολύ από την παράθεση των παραμέτρων για όλα τα χαρακτηριστικά, σε μια ακουστική παράσταση είναι συζητήσιμο το κατά πόσο η παρουσίαση ενός μόνο συνόλου παρατηρήσεων θα είναι χρήσιμη. Για πολλούς ανθρώπους, η ηχητική κωδικοποίηση δεδομένων αποδίδει μια αναπαράσταση που είναι πιο χρήσιμη για την μετάδοση σχετικών διαφοροποιήσεων και προτύπων παρά για την εξακρίβωση απόλυτων τιμών. Ίσως με επαρκή κατάρτιση και καλή έμφυτη ικανότητα ακρόασης, ένα πρόσωπο θα μπορούσε να διακρίνει τις πληροφορίες μόνο με το άκουσμα των παραμέτρων που σχετίζονται με ένα χαρακτηριστικό, αλλά είναι πιο πιθανό ο ήχος να είναι πιο

χρήσιμος ως τμήμα μιας ακολουθίας που παρουσιάζει τις παραμέτρους για πολλαπλά χαρακτηριστικά.

Η σύγκριση των παρατηρούμενων τιμών με στατιστικά σημαντικές τιμές (π.χ. μέγιστο, ελάχιστο, μέσο, μέσος όρος) (6) είναι μια πρόσθετη εφαρμογή της χρήσης του ήχου για την ανίχνευση διαφορών μέσα σε ένα σύνολο δεδομένων. Η σύγκριση αυτή θα μπορούσε να διεξαχθεί σε χρονικό πλαίσιο αναπαράγοντας την εκπροσώπηση μιας παρατήρησης πριν ή μετά την αναπαραγωγή του μέσου όρου, για παράδειγμα. Αλλά αυτή η σύγκριση θα μπορούσε επίσης να πραγματοποιηθεί, για τουλάχιστον μία ή δύο μεταβλητές, με την ταυτόχρονη αναπαραγωγή της στατιστικής αξίας με χωριστή κωδικοποίηση ήχου, μαζί με την παρουσίαση μιας συγκεκριμένης παρατήρησης. Αυτή η τεχνική θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την παρουσίαση μιας αλληλουχίας παρατηρήσεων (ο στατιστικός μέσος, για παράδειγμα, παρέχει ένα σταθερό συμπλήρωμα σε κάθε παρατήρηση σε ολόκληρη την αλληλουχία).

Όπως απορρέει από τα προηγούμενα, υπάρχει μια ποικιλία από επιλογές σχεδιασμού για τη χρήση «αφηρημένου» ήχου, ως μέρος της οπτικό-ακουστικής χαρτογραφίας. Αναμφίβολα, ορισμένες αναπαραστάσεις είναι πιο αποτελεσματικές από άλλες για την παρουσίαση ορισμένων τύπων σχέσεων, αλλά αυτό μπορεί επίσης να επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά του ατόμου, τις προτιμήσεις του και την εμπειρία ακρόασης. Έτσι, θα ήταν ιδανικό για ένα χρήστη μιας οπτικοακουστικής χαρτογραφικής παρουσίασης να είναι σε θέση να πειραματιστεί με εναλλακτικά σχέδια ήχου (με λεπτομέρειες για το περιεχόμενο του ήχου, καθώς και για τον τρόπο με τον οποίο οι αλληλεπιδράσεις των χρηστών τροποποιούν τον εν λόγω ήχο). Αυτή είναι η ισοδύναμη ακουστική της τροποποίησης του γραφικού συμβολισμού (7) σε ένα χάρτη. Όλες οι θεωρήσεις για τον προσδιορισμό της κατανομής των υποκείμενων δεδομένων και η επιρροή της κατανομής αυτής στην επιλογή μιας μεθόδου ταξινόμησης ισχύουν εξίσου για ακουστικές όσο και γραφικές αναπαραστάσεις δεδομένων, παρότι περαιτέρω έρευνα για την δυνατότητα των χρηστών να διακρίνουν τις αλλαγές στον ήχο (π.χ. διαφορές στην ένταση ή την τονικότητα του ήχου) μπορεί να δείξει ότι κάποιες ηχητικές αναπαραστάσεις είναι αποτελεσματικές για μικρότερο (ή μεγαλύτερο) αριθμό κατηγοριών από ό,τι οι γραφικές παραστάσεις. Σε αντίθεση με τα γραφικά εργαλεία για υπολογιστές τα οποία έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό με την εισαγωγή των προσωπικών υπολογιστών, επιτρέποντας έτσι στα συστήματα χαρτογράφησης να παρέχουν προεπιλεγμένα σχέδια χρώματος από τα οποία ο χρήστης μπορεί να επιλέξει για μια συγκεκριμένη θεματική εφαρμογή χαρτογράφησης, τα ηχητικά εργαλεία είναι λιγότερο ομοιόμορφα σε όλα τα συστήματα. Η δημιουργία εργαλειοθηκών για τη δημιουργία και τη διαμόρφωση σχεδίων ήχου κατάλληλων για ευρεία οπτικο-ακουστική χαρτογραφία παραμένει ένας σημαντικός μελλοντικός στόχος.

Ο τονισμός συγκεκριμένων δεδομένων μέσω «αναβοσβήματος (blinking)» (8) δεν έχει καμία προφανή ακουστική αναλογία όταν το αντιλαμβανόμαστε με το δισδιάστατο ρόλο που ο Monmonier (1992) πρότεινε για το οπτικό «αναβόσβημα», ωστόσο ο «χωροθετημένος» ήχος (ακόμα και μόνο με τη χρήση αριστερού και δεξιού stereo panning) θα μπορούσε ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί, σε συνδυασμό με την όραση, για να καθοδηγήσει ένα χρήστη σε μια σχετική περιοχή στο χάρτη. Επιπλέον, με βάση τη ρήση ότι οι ήχοι προκαλούνται από τα γεγονότα, η χρονική τοποθέτηση των ηχητικών σημάτων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να επιστήσει την προσοχή του χρήστη σε μια συγκεκριμένη παρατήρηση των δεδομένων, σε συνδυασμό με την εντολή για αναπαραγωγή ορισμένων παρατηρήσεων. Για παράδειγμα, συγκεκριμένα χτυπήματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μέσα σε μια εφαρμογή για να ορίσουν τις ελάχιστες και μέγιστες παρατηρούμενες τιμές κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής μιας χρονικής ακολουθίας.

8.2.2. Αλληλεπιδράσεις με τα δεδομένα

Οι περισσότερες από τις λειτουργίες που αναφέρονται ως διαδραστικές με τα δεδομένα δεν έχουν καμία προφανή ακουστική αναλογία. Η διαλογή των δεδομένων (9) και οι επιχειρήσεις που συνδυάζουν επίπεδα δεδομένων (10), αν και περιγράφονται καλύτερα ως λογικές παρά ως οπτικές ενέργειες, συχνά χρησιμοποιούν οπτικές μεθόδους που αλληλεπιδρούν με την αναπαράσταση των δεδομένων, για να ελέγξουν τα αποτελέσματα των εργασιών αυτών. Όπως συζητήθηκε προηγουμένως, υπάρχουν ακουστικές αναλογίες για ορισμένες από αυτές τις οπτικές μεθόδους ελέγχου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με αλληλεπιδράσεις με τα δεδομένα.

Οι μέθοδοι ελέγχου, όπως το γεωγραφικό “βούρτσισμα” (11), στηριζόμενες σε αλληλεπιδράσεις με πολλαπλές αφηρημένες δισδιάστατες απεικονίσεις δεδομένων δεν έχουν καμία προφανή ακουστική αναλογία, παρόλο που εργασίες έχουν προτείνει ότι οι ακουστικές αναπαραστάσεις, που χρησιμοποιούν το ύψος συχνότητας και την ένταση, μπορεί να είναι αποτελεσματικές στη μετάδοση πληροφοριών σχετικά με συσχέτιση ενός ενιαίου ζεύγος μεταβλητών υπό την μορφή γραφικής παράστασης (Flowers et. al. 1996, 1997).

8.2.3. Συναφείς Αλληλεπιδράσεις

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η δια-σύνδεση (linking) μιας συντονισμένης επιφάνειας στο χάρτη (12) θεωρείται ένα θεμελιώδες μοντέλο για τη χρήση των δια-συνδεδεμένων ακουστικών αναπαραστάσεων στα διαδραστικά συστήματα. Έτσι, η τεχνική αναπαράστασης πολλαπλών συντονισμένων μικρών θεματικών χαρτών (13) είναι ανάλογη με την ταυτόχρονη απεικόνιση πολλαπλών μεταβλητών χρησιμοποιώντας ακουστικές αναπαραστάσεις, όπως περιγράφεται στην

προηγούμενη ενότητα. Θεμελιώδες μέρος αυτής της προοπτικής για χαρτογραφική χρήση του ήχου, είναι η δυνατότητα των χρηστών να συσχετίζουν γνωστικά τους ήχους και τα οπτικά στοιχεία στα οποία αυτοί οι ήχοι αναφέρονται και οποιαδήποτε αδυναμία στην εκτέλεση αυτού του στόχου θα υπονόμευε την προσέγγιση. Αλλά αυτή η ικανότητα των χρηστών ενός διαδραστικού χάρτη έχει αποδειχθεί από άλλες έρευνες (Krygier 1994, Fisher 1994) και οι αξιολογήσεις των χρηστών σε χάρτες αυτού του είδους δεν έχει δείξει σίγουρα δυσκολίες αυτού του είδους.

Η τεχνική της χαρτογραφίας κινούμενων εικόνων, δηλαδή η εμφάνιση μιας σειράς από εικόνες που δείχνουν αλλαγές χαρτογραφικών αναπαραστάσεων, και ως εκ τούτου προσφέρουν διαφορετικές προοπτικές για χαρτογραφικά πρότυπα, δεν μπορεί να έχει μια χρήσιμη ακουστική αναλογία. Αν και θα ήταν δυνατόν να παρουσιαστούν πολλαπλές ακουστικές αναπαραστάσεις των ίδιων δεδομένων (14), η απαίτηση για την γραμμικοποίηση της παρουσίασης διαφορετικών παρατηρήσεων χρησιμοποιώντας διαφορετική κωδικοποίηση, καθώς και για την παρουσίαση κάθε παρατήρησης σε διαφορετικές κωδικοποιήσεις φαίνεται δύσκολο να συμβιβαστεί με την ανάγκη διατήρησης ενός κατανοητού πλαισίου για το χρήστη. Η ικανότητα του χρήστη να κατανοήσει μια τέτοια οπτικο-ακουστική αναπαράσταση είναι αμφισβητήσιμη.

Η δυναμική σύγκριση συγκεκριμένων παρατηρήσεων ή όλων των παρατηρήσεων με συγκεκριμένες εντολές (15) φαίνεται σαν μια πολλά υποσχόμενη προσαρμογή των γραφικών σεναρίων (Monmonier 1992) και των αντίστοιχων ακουστικών της οπτικής επαν-έκφρασης (DiBiase et al. 1992) με βάση την αρχή ότι η ακουστική αλλαγή αντιπροσωπεύει μια πραγματική αλλαγή. Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις σε αυτό το θέμα οι οποίες φαίνονται πολύ χρήσιμες: τα αυτοματοποιημένα σενάρια για πρότυπα διάταξης, (όπως η διάταξη με βάση την αξία ενός χαρακτηριστικού για όλα τα στοιχεία ή η χρονική διάταξη παρατηρήσεων ενός μόνο χαρακτηριστικού), και η επιλογή της διάταξης των παρατηρήσεων από το χρήστη. Το πρώτο είδος του αυτοματοποιημένου σεναρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτρέπει στους χρήστες να «τρέχουν» εύκολα δυναμικές συγκρίσεις χρησιμοποιώντας κοινά χρήσιμα σενάρια διάταξης (orderings). Ο δεύτερος τύπος, αντιθέτως, δίνει σε ένα χρήστη περισσότερη ευελιξία να επικεντρωθεί σε ένα μικρότερο σύνολο παρατηρήσεων αν το επιθυμεί. Για παράδειγμα, η επιλογή σημείων ανά διαστήματα κατά μήκος μιας διαδρομής μαραθωνίου και η αναπαραγωγή των σχετικών τιμών υψομέτρου θα μπορούσε να είναι ένα γρήγορο μέσο για την αξιολόγηση της καταλληλότητας ενός εδάφους για τον αγώνα. Εναλλακτικά, η επιλογή ενός ζευγαριού παρατηρήσεων και η εντολή σε μια ακουστική ακολουθία να παίξει σε μια συνεχή επανάληψη (loop) θα δημιουργήσει το αντίστοιχο ακουστικό φαινόμενο του τρεμοπαίγματος (flickering) (Monmonier 1992): η επαναλαμβανόμενη ηχητική πράξη δείχνει την αλλαγή. Ο Monmonier πρότεινε επίσης εναλλακτική βηματοδότηση της οπτικής σάρωσης η οποία θα ήταν

κατάλληλη και για τη χρήση των ακουστικών αναπαραστάσεων. Για παράδειγμα, παρουσίαση διατεταγμένων παρατηρήσεων σε ομοιόμορφα διαστήματα χρόνου ή, για να τονίσει την ομαδοποίηση των παρατηρήσεων, παρουσίαση διατεταγμένων παρατηρήσεων με βήμα, σύμφωνα με μια γραμμική σάρωση της παρατηρούμενης τιμής εύρους.

Η δυναμική συσχέτιση (16), αν και δεν εξυπηρετεί τον ίδιο σκοπό σε ακουστικές αναπαραστάσεις, θα μπορούσε να είναι αρκετά χρήσιμη ως ένα μέσο που επιτρέπει στο χρήστη να εξετάσει ορισμένες μεταβλητές ή υποσύνολα της ακουστικής κωδικοποίησης ξεχωριστά, ως μια μέθοδος για την εκμάθηση ακουστικών κωδικοποιήσεων ή να επικεντρωθεί σε αυτό το υποσύνολο κατά τη διάρκεια της ανάλυσης . Ένα δυναμικό ακουστικό υπόμνημα, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, παρέχει ένα μέσο με το οποίο ένας χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε ατομικές ακουστικές κωδικοποιήσεις κατά τη διάρκεια της κατάρτισης.

Ο «χωροθετημένος» ήχος θα μπορούσε σίγουρα να παίξει έναν ρόλο, σε συνδυασμό με την 3-D πλοήγηση ή την εξομοίωση πτήσης (17) και έχει μελετηθεί ως συστατικό, μαζί με απλά δισδιάστατα χαρτογραφικά γραφικά, των εκπαιδευτικών συστημάτων εικονικής πραγματικότητας (Sanchez et al. 2002). Η έλλειψη τυποποιημένων μορφών για τη χρήση του χωροθετημένου ήχου στο διαδίκτυο περιορίζει σήμερα τη χρήση αυτής της προσέγγισης για τις κυβερνοχαρτογραφικές εφαρμογές στο διαδίκτυο. Χωρίς την απαίτηση για χωροθετημένο ήχο, η τεχνική των Coburn & Smith (2005), για τον ορισμό των εικονικών τομών σε δορυφορικές εικόνες και την επακόλουθη αναπαραγωγή των εν λόγω τομών παρέχει ένα παράδειγμα στο οποίο συνδυασμένη οπτικοακουστική εξέταση έχει εφαρμοστεί σε συγκεκριμένες διαδρομές πάνω σε αναπαριστώμενες επιφάνειες.

8.2.4. Αλληλεπιδράσεις με χρονική διάσταση

Παρόμοια με την παραπάνω συζήτηση της ακουστικής επαν-έκφρασης (15), η χρήση δυναμικής σύγκρισης για χρονικά διατεταγμένες παρατηρήσεις (18) είναι μια πολλά υποσχόμενη χρήση της ακουστικής αναπαράστασης. Πράγματι, η ρητή χρονική διάσταση της αντίληψης του ήχου κάνει την εφαρμογή της χρονικής διάστασης για τη διάταξη της ακουστικής αναπαράστασης να φαίνεται σαν μια προφανής επιλογή. Για παράδειγμα, επιλέγοντας κατάλληλα κανονικοποιημένες παρατηρήσεις των εμπορικών ροών μεταξύ του Καναδά και μιας συγκεκριμένης περιοχής για διαφορετικές χρονικές περιόδους, μια χρονική σάρωση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει για τις αλλαγές με την πάροδο του χρόνου στην σημασία της εν λόγω εμπορικής δραστηριότητας στο συνολικό εμπόριο του Καναδά ή το ισοζύγιο των εμπορικών συναλλαγών μεταξύ Καναδά και του συγκεκριμένου εμπορικού εταίρου (Brauen & Taylor 2007) (Ενότητα 10.4).

Ο χειρισμός των δυναμικών μεταβλητών (19) όπως είναι η διάρκεια και η περίοδος για την ακουστική αναπαράσταση μιας ακολουθίας παρατηρήσεων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί , όπως και σε μια οπτική απεικόνιση (Dibiase et al. 1992), για να τονίσει, για παράδειγμα, περιόδους υψηλής δραστηριότητας. Αλλά η διάρκεια πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή, διότι η αύξηση του χρόνου αναπαραγωγής θα μπορούσε να κάνει την ακουστική παρουσίαση κουραστική. Ομοίως, η χρήση των λειτουργιών αναπαραγωγής (play/pause/stop) και ο χειρισμός του άξονα του χρόνου (20) έχουν προφανή εφαρμογή στον έλεγχο των ακουστικών αναπαραστάσεων.

9. Χάρτες ήχου στο διαδίκτυο και μεταφορά δεδομένων

Η τεχνολογία για την παραγωγή, καταγραφή, αποθήκευση, αναπαραγωγή και μετάδοση ήχων έχει αλλάξει ριζικά μετά την εισαγωγή του προσωπικού υπολογιστή περίπου πριν από 20 χρόνια. Η δυνατότητα αναπαραγωγής του ήχου μέσω του διαδικτύου ή το «κατέβασμα» κλιπ ήχου για μεταγενέστερη αναπαραγωγή συνεχώς βελτιώνονται καθώς το εύρος του δικτύου μεγαλώνει και διατίθεται σε όλο και φθηνότερο κόστος. Ωστόσο, ακόμη και σήμερα η μετάδοση των σύνθετων, υψηλής πιστότητας ήχων σε ψηφιακή μορφή απαιτεί αρκετό χρόνο. Ο χρόνος μεταφοράς πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό των ηχητικών χαρτών επειδή η ενδεχόμενη αποτυχία στον τομέα αυτό, θα παράγει μια δυσάρεστη εμπειρία ανάγνωσης του χάρτη, κατά την οποία ο αναγνώστης θα περιμένει πολύ χρόνο για να φορτώσει ο χάρτης από το διαδίκτυο.

Όπως περιγράφηκε προηγουμένως, ο ήχος μπορεί να παίξει διάφορους ρόλους, σε συνδυασμό με έναν οπτικό χάρτη. Για παράδειγμα, η φωνητική αφήγηση μπορεί να παρέχει διαφορετικές απόψεις πάνω στο χάρτη που εμφανίζεται, ενώ τα μιμητικά ηχητικά εφέ και η μουσική μπορεί να αυξήσουν την εμπλοκή του αναγνώστη με το θέμα. Στους ήχους μπορεί να δοθεί ένα χωρικό νόημα σε σχέση με το χάρτη τροποποιώντας την αναπαραγωγή των ήχων (πχ. , προσαρμογή των επιπέδων της έντασης) ή την έναρξη της αναπαραγωγής των ήχων σε συνδυασμό με τις κινήσεις και το κλικάρισμα του δρομέα, ή του πληκτρολογίου από τον αναγνώστη. Με βάση τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται και μεταφέρονται μέσω του διαδικτύου οι ήχοι μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες:

- διαδραστικοί ήχοι, οι οποίοι αναπαράγονται ως αποτέλεσμα κινήσεων του αναγνώστη του χάρτη,

- προκαθορισμένοι ήχοι, που αναπαράγονται με ένα σταθερό τρόπο (δηλαδή, σε χρόνο που καθορίζεται από τον χαρτογράφο).

Είτε διαδραστικοί είτε προκαθορισμένοι οι ήχοι μπορούν να είναι οποιουδήποτε τύπου συμπεριλαμβανομένων της μουσικής, της αφήγησης και ακόμα ήχους που σχετίζονται με τα αντικείμενα που χαρτογραφούνται. Μια βασική διαφορά μεταξύ των προκαθορισμένων και διαδραστικών ήχων είναι η χρονική στιγμή κατά την οποία λαμβάνεται η απόφαση να χρησιμοποιηθεί ένας ήχος και αυτό έχει επιπτώσεις στο πώς διαχειρίζονται τα ηχητικά δεδομένα μαζί με τον υπόλοιπο του χάρτη.

Οι ήχοι που αναπαράγονται για μεγάλο χρονικό διάστημα απαιτούν σημαντικές ποσότητες δεδομένων να αποστέλλονται στον υπολογιστή του αναγνώστη του χάρτη. Ακόμη και αν υποτεθεί ότι έχουν χρησιμοποιηθεί οι κατάλληλες τεχνικές για τη συμπίεση ψηφιακού ήχου, το ποσό των δεδομένων που απαιτούνται για ένα μεγάλο ηχητικό κομμάτι μπορεί να προκαλέσει μια αισθητή καθυστέρηση για να «κατεβεί» πριν ξεκινήσει η αναπαραγωγή. Για να αμβλυνθεί το πρόβλημα, εφαρμόζονται τεχνικές ταυτόχρονης μεταφοράς και αναπαραγωγής (streaming audio), που αξιοποιούνται συνήθως σε εφαρμογές μετάδοσης ήχου στο διαδίκτυο. Οι τεχνικές αυτές επιτρέπουν την αναπαραγωγή του ήχου να αρχίσει πριν κατεβεί ολόκληρο το μουσικό κομμάτι. Εναλλακτικά, ένα μικρότερο audio track σχεδιασμένο ειδικά για να παίξει σε επανάληψη (loop) θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με το χάρτη. Τα επαναλαμβανόμενα (looped) κομμάτια γρήγορα γίνονται εκνευριστικά αν η επανάληψη ανιχνεύεται εύκολα από τον ακροατή και συχνά χρησιμοποιούνται πολλαπλές επαναλήψεις διαφορετικής διάρκειας για να συγκαλύψουν την επανεκκίνηση. Οι τεχνικές ταυτόχρονης μεταφοράς και αναπαραγωγής και οι τεχνικές επανάληψης (loop) συνήθως δεν μπορούν να συνδυαστούν. Οι τεχνικές ταυτόχρονης μεταφοράς και αναπαραγωγής προϋποθέτουν ότι ο δέκτης υπολογιστής διατηρεί ένα τμήμα του ψηφιακού ήχου μόνο όση ώρα χρειάζεται για να το εκτελεί και στη συνέχεια απορρίπτει αυτά τα δεδομένα, ενώ η επανάληψη υποθέτει ότι ολόκληρο το κομμάτι ήχου διατηρείται για όσο χρονικό διάστημα μπορεί να επαναλαμβάνεται. Η θεώρηση των δυνατοτήτων αποθήκευσης του υπολογιστή λήψης και το εύρος ζώνης που απαιτείται για τη μετάδοση ψηφιακού ήχου στο δέκτη, πρέπει να σταθμίζεται έναντι του πιθανού εκνευρισμού που μπορεί να προκαλείται από τη χρήση εύκολα αντιληπτών επαναλήψεων ή χαμηλότερης πιστότητας ψηφιακού ήχου που απαιτεί διαβίβαση λιγότερων δεδομένων. Η τεχνική ταυτόχρονης μεταφοράς και αναπαραγωγής μπορεί να είναι πιο χρήσιμη για προκαθορισμένους ήχους που χρησιμοποιούνται σε χάρτες – ειδικά για τους ήχους που προορίζονται να εκτελεστούν αφού ο χάρτης «κατέβει» στον υπολογιστή του χρήστη διότι αυτό θα μπορούσε να μειώσει τη συνολική καθυστέρηση στη φόρτωση του χάρτη.

Οι διαδραστικοί ήχοι μπορεί να χρησιμοποιηθούν για διάφορους σκοπούς όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια. Μικρότεροι σε διάρκεια ήχοι μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να δηλώσουν ένα τοπωνύμιο, τοπικές προφορές ή ζώα που

ακούγονται όταν ο αναγνώστης αλληλεπιδρά με το χάρτη. Μεγαλύτεροι σε διάρκεια ήχοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με τον ίδιο τρόπο, παρόλο που ένας αναγνώστης του χάρτη είναι σχεδόν απίθανο να περιμένει ένα ολόκληρο μουσικό κομμάτι να εκτελεστεί πριν από τη μετάβαση σε άλλα τμήματα του χάρτη. Μεγαλύτεροι σε διάρκεια ήχοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη διερεύνηση χωρικών προτύπων που σχετίζονται με το αντικείμενο του χάρτη επιτρέποντας στον χρήστη του χάρτη να μεταβάλλει διαδραστικά ορισμένα χαρακτηριστικά της αναπαραγωγής: όπως η ένταση. Σε διαδραστικούς ήχους για να είναι χρήσιμοι, οι αλλαγές στην αναπαραγωγή ήχου του χάρτη πρέπει να ανταποκρίνονται στις δραστηριότητες των χρηστών. Ωστόσο, ένας χάρτης ήχου θα μπορούσε να περιλαμβάνει πολλούς διαδραστικούς ήχους, μερικοί από τους οποίους μπορεί να μη χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια μιας ανάγνωσης. Υπάρχει, συνεπώς, μια ισορροπία μεταξύ ανταπόκρισης του διαδραστικού χάρτη ήχου και σπάταλης (άχρηστης) μετάδοσης των ήχων που μπορεί να μην χρησιμοποιηθούν. Ανάλογα με το συνολικό σχεδιασμό του ηχητικού χάρτη, μπορεί να είναι δυνατό ο παραλήπτης υπολογιστής να φορτώσει το σύνολο ή μέρος των διαδραστικών ήχων, ενώ ένα εισαγωγικό κομμάτι αφήγησης να ακούγεται με την τεχνική ταυτόχρονης μεταφοράς και αναπαραγωγής. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται από τα προγράμματα περιήγησης στο διαδίκτυο επιτρέπουν την επαναχρησιμοποίηση της μη-συνεχούς (non-streamed) ροής ήχου, έτσι ώστε η επαναλαμβανόμενη αναπαραγωγή του ίδιου του διαδραστικού ήχου, να απαιτεί μόνο μία λήψη.

Οι πρόσφατες προσπάθειες στην παροχή ηχητικών χαρτών μέσω του διαδικτύου έχουν επικεντρωθεί στη χρήση των διανυσματικών γραφικών περιγραφικών γλωσσών, όπως είναι η γλώσσα SVG (Scalable Vector Graphics) (Brauen 2004) ή τα αρχεία του λογισμικού Macromedia Flash (Mouafo & Müller 2002). Ενώ ο ήχος θα μπορούσε να μεταφερθεί σε συνδυασμό με μια εικόνα του χάρτη, ο στόχος της διαδραστικότητας ορίζει ότι τουλάχιστον κάποια επίπεδα του χάρτη θα πρέπει να διανέμονται στο σύστημα του υπολογιστή του αναγνώστη του χάρτη, σε διανυσματική (vector) μορφή ώστε να επιτρέπει στο χώρο του χάρτη να υποδιαιρεθεί με τέτοιο τρόπο που διαφορετικοί ήχοι ή ηχητικά χαρακτηριστικά να συνδέονται με διαφορετικές χαρτογραφικές ενότητες. Η κίνηση των στοιχείων του χάρτη (animation) ή η έναρξη της αναπαραγωγής του ήχου μπορεί να χρησιμοποιήσει ώς βάση βαθμωτά διανυσματικά γραφικά (SVG) ή αρχεία λογισμικού Macromedia Flash. Οι συνολικές προγραμματιστικές δυνατότητες σύνδεσης μεταξύ λογισμικού και γραφικών στοιχείων είναι άπειρες και περιορίζονται μόνο από τη φαντασία του συγγραφέα του χάρτη. Διαμένοντας στο δυναμικό περιβάλλον του διαδικτύου, η λογική του προγράμματος του χάρτη θα μπορούσε να δημιουργήσει ερωτήματα σε μια βάση δεδομένων για πρόσθετες πληροφορίες που σχετίζονται με την περιοχή του χάρτη στην οποία ο δρομέας του

αναγνώστη βρίσκεται πάνω. Ομοίως, η αλληλεπίδραση του χρήστη με το χάρτη θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να κινήσει τη ροή του περιεχομένου πολυμέσων για προβολή ή ακρόαση από τον αναγνώστη του χάρτη. Ενώ οι περισσότερες προσπάθειες μέχρι σήμερα έχουν επικεντρωθεί στην ανάπτυξη των κλασικών πολυμεσικών εφαρμογών στις οποίες ολόκληρη η παρουσίαση καθορίζεται από τον συγγραφέα, θα ήταν δυνατό να δημιουργηθούν χάρτες που επιτρέπουν την πρόσβαση σε μια δυναμική βάση δεδομένων με περιεχόμενο δυναμικών πολυμέσων. Η τεχνική αυτή θα μπορούσε να επιτρέψει στον αναγνώστη να δει το χάρτη σε κάποιο βαθμό ως μια διαρκώς ανανεούμενη εμπειρία. Φυσικά, η δημιουργία μιας τέτοιας βάσης δεδομένων μουσικής και ήχων θα απαιτούσε μια τεράστια προσπάθεια και θα απαιτούσε δυνητικά μεγάλες επενδύσεις για να διαχειριστεί τα πνευματικά δικαιώματα. Επιπλέον, οι επαγωγικές ενώσεις διαφορετικών κομματιών της μουσικής, ακόμη και από την ίδια χρονική περίοδο, θα εισάγει αναμφίβολα πολλές διαφορετικές προοπτικές στην ανάγνωση του χάρτη εύκολα πέρα από την πρόθεση του συγγραφέα.

Το περιβάλλον προγραμματισμού Macromedia Flash επιτρέπει στο συγγραφέα να προσθέσει ηχητικά αποσπάσματα και τεχνικές ταυτόχρονης μεταφοράς και αναπαραγωγής ήχου σε ένα αρχείο κινούμενης εικόνας τύπου flash. Τα εργαλεία του συγγραφέα για τη δημιουργία των ηχητικών χαρτών με αρχεία τύπου SVG όμως είναι ακόμα αρκετά περιορισμένα. Εργαλεία για τη δημιουργία κινούμενων εικόνων με αρχεία τύπου SVG και γραφικών είναι διαθέσιμα ως εμπορικά προϊόντα και ως ελεύθερα διαθέσιμα λογισμικά ανοικτού κώδικα. Παρόλο που τα εργαλεία αυτά επιτρέπουν τη δημιουργία αρχείων γραφικών SVG, είτε άμεσα είτε με τη μορφή εξαγωγής από την προεπιλεγμένη μορφή αρχείου γραφικών, η υποστήριξη των χαρακτηριστικών των κινούμενων εικόνων τείνει ακόμα να είναι περιορισμένη και η υποστήριξη για τον καθορισμό της χρήσης του ήχου σε αρχεία SVG δεν παρουσιάζεται στις εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί. Η δημιουργία χαρτών ήχου με χρήση αρχείων SVG χρειάζεται ένα συνδυασμό γραφικών εργαλείων και προϋποθέτει την αξιοποίηση και άλλων λογισμικών για να δημιουργηθεί το κατάλληλο πρόγραμμα για την έναρξη αναπαραγωγής του ήχου. Τα ηχητικά κλιπ μπορούν να συνταχθούν με πρόσθετο λογισμικό, όπως για παράδειγμα πρόγραμμα ηχογράφησης και πρόσθετα εργαλεία επεξεργασίας ηχητικών εφέ τα οποία είναι ευρέως διαθέσιμα.

10. Χαρτογραφικές Εφαρμογές με ήχο

10.1. Χάρτες ήχου για άτομα με προβλήματα όρασης

Η χρήση της ηχητικής οθόνης έχει διερευνηθεί στο πλαίσιο της μετάδοσης επιστημονικών δεδομένων σε φοιτητές με προβλήματα όρασης. Οι Lunney &

Morrison (1981) έχουν χρησιμοποιήσει την τονικότητα καθώς και τη διάρκεια, για να δημιουργήσουν χάρτες και διαγράμματα με ήχο και έχουν διαπιστώσει ότι χρήστες με προβλήματα όρασης είναι σε θέση να κατανοήσουν τις γραφικές παραστάσεις και να αντιλαμβάνονται τα πρότυπα με σχετική ευκολία (Lunney και Morrison 1981, Lunney 1983). Οι Mansur et al. (1985) έκαναν μια σύγκριση μεταξύ γραφημάτων αφής και γραφημάτων ήχου (που δημιουργήθηκαν με συνεχώς μεταβαλλόμενη τονικότητα) με σκοπό την κατανόηση της κλίσης μιας γραμμής, της ταξινόμησης καμπυλών, της μονοτονίας, της σύγκλισης και της συμμετρίας. Βρήκαν συγκρίσιμη την ακρίβεια των δυο μορφών επικοινωνίας και ακόμα τα γραφήματα ήχου βρέθηκαν να είναι ένας πιο γρήγορος και πιο δημιουργικός τρόπος επικοινωνίας και πληροφόρησης (Lunney & Morrison 1981, Lunney 1983).

Η χρήση του ήχου μπορεί εύκολα να προταθεί ως μέσο αναπαράστασης για άτομα με προβλήματα όρασης. Ωστόσο ενώ υπάρχει ένα μέρος χαρτογραφικής έρευνας σχετικά με τους χάρτες αφής (Andrews 1988), υπάρχει μικρή χαρτογραφική έρευνα πάνω σε χάρτες ήχου για άτομα με προβλήματα όρασης. Η φύση του χάρτη - με δύο γραφικές διαστάσεις και μία ή περισσότερες μεταβλητές δεδομένων - περιπλέκει το θέμα και κάνει την εισαγωγή του ήχου στους χάρτες πιο δύσκολη από τη δημιουργία απλών γραφημάτων ήχου. Δημιουργούνται πολλά ερωτήματα όπως:

- Υπάρχει κάποιος τρόπος να δημιουργηθούν χωρικές αναπαραστάσεις με χρήση μονοδιάστατου ήχου;

- Εάν μια υψηλή / χαμηλή τονικότητα χρησιμοποιείται για να αναπαραστήσει μια υψηλή / χαμηλή θέση μπορεί αυτή (ή άλλες παρόμοιες ηχητικές μεταφορές) να χρησιμοποιηθούν για χαρτογράφηση με μονοδιάστατο ήχο;

- Ή θα πρέπει να προσανατολιστούμε στο στερεοφωνικό (δισδιάστατο) και τρισδιάστατο ήχο;

- Αν μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα δισ- ή τρισδιάστατο ηχητικό περιβάλλον πώς θα αναπαριστούνται οι χάρτες μέσα σε αυτό;

- Με τί ακρίβεια μπορεί να προσδιοριστεί η θέση του ήχου;

- Μπορεί και οι δύο διαστάσεις του επιπέδου και μιας μεταβλητής δεδομένων να αναπαρασταθούν με ήχο;

- Πόσο εύκολο είναι να κατανοήσεις, να θυμάσαι, και να χρησιμοποιήσεις μια ηχητική χωρική απεικόνιση;

Η ικανότητα να δημιουργήσεις και να εντοπίσεις έναν ήχο σε δύο ή τρεις διαστάσεις εξακολουθεί να αποτελεί μείζον πρόβλημα που εμποδίζει τη χρήση του ήχου για την χωρική αναπαράσταση δεδομένων .

Ένα υβρίδιο που συνδυάζει και αφή και ήχο μπορεί να αποδειχθεί πιο χρήσιμο από ό,τι το κάθε ένα ξεχωριστά. Έρευνες που έχουν διεξαχθεί από τους Yeung, Bly και Williams έχουν δείξει ότι σύνθετοι πολύ-μεταβλητοί μονο-διάστατοι ήχοι μπορούν να ανιχνευθούν και να γίνουν κατανοητοί (Yeung 1980, Williams et al. 1990, Bly 1982). Έτσι, μια χαρτογραφική απεικόνιση για άτομα με προβλήματα όρασης θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει οθόνη αφής για τις βασικές πληροφορίες του χάρτη και ήχο για την αναπαράσταση μεταβλητών δεδομένων που βρίσκονται σε σημεία ή περιοχές πάνω στο χάρτη. Οι ηχητικές αναπαραστάσεις θα μπορούσαν γενικά να βρίσκονται σε ένα δισ ή τρίσ-διάστατο ηχητικό περιβάλλον ή θα μπορούσαν να επιλεγούν από μια διαδραστική οθόνη αφής. Οι προσεγγίσεις αυτές θα επιτρέπουν την μετάδοση σύνθετων, πολυμεταβλητών δεδομένων σε άτομα με προβλήματα όρασης - κάτι το οποίο οι χάρτες αφής δεν επιτυγχάνουν εύκολα.

10.2. Χάρτες ήχου της αξιοπιστίας και τις ακρίβειας των δεδομένων

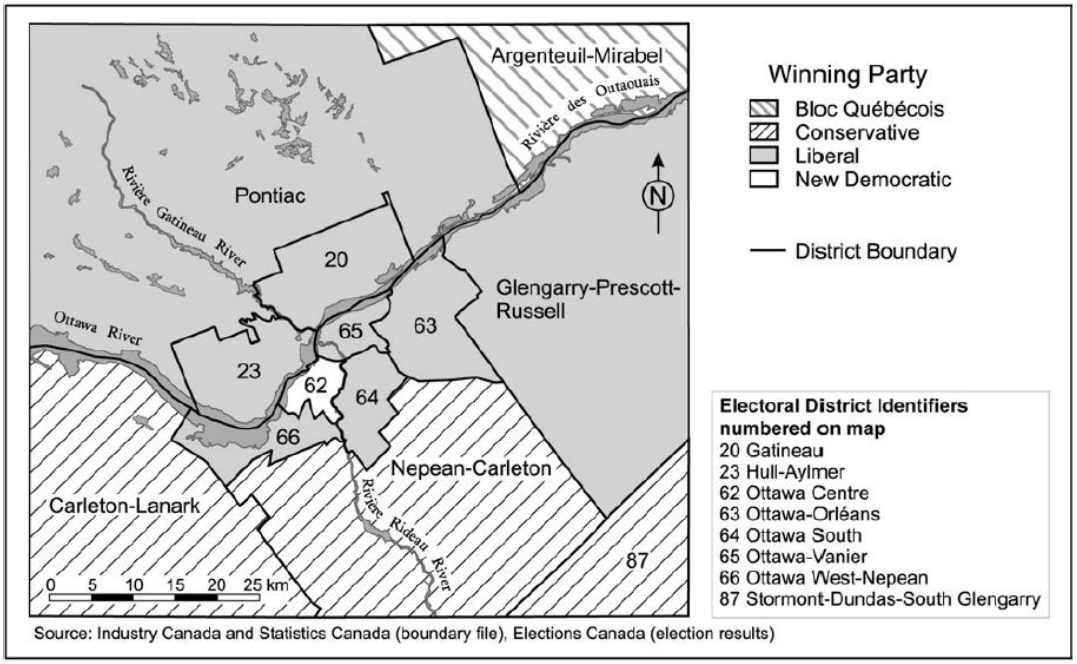
Οι χάρτες συχνά τοποθετούν με σαφήνεια σημεία, γραμμές και επιφάνειες οι οποίες είτε δεν ορίζονται σαφώς είτε η ακρίβεια ή αξιοπιστία για τη θέση τους είναι χαμηλή. Επιπλέον, οι χάρτες συχνά δημιουργούνται από διάφορες πηγές δεδομένων, οι οποίες διαφέρουν σε ποιότητα και αξιοπιστία. Οι χάρτες τείνουν να είναι ομογενείς οντότητες που σημαίνει ότι οι διακυμάνσεις στην ακρίβεια και την αξιοπιστία των στοιχείων εξομαλύνονται με σκοπό τη δημιουργία ομαλών και ομοιογενών γραφικών. Από μια άποψη, αυτός είναι και ο λόγος που οι χάρτες είναι τόσο χρήσιμοι και είναι προφανές ότι οι χάρτες μας επιτρέπουν να αντιμετωπίσουμε και να διαχειριστούμε τον “αβέβαιο και ακατάστατο” κόσμο μας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να υπάρχει αίσθηση της αβεβαιότητας ή της ποιότητας των δεδομένων που αναπαριστώνται στην απεικόνιση. Καθήκον του χαρτογράφου είναι να συλλάβει την αβεβαιότητα ως στατιστικό μέγεθος και να την αντιπροσωπεύσει γραφικά. Υπάρχει μια πλούσια ιστορία της γραφικής αναπαράστασης της αβεβαιότητας - πολλοί ιστορικοί άτλαντες, για παράδειγμα, δείχνουν μεταναστεύσεις των λαών κατά τρόπο που να τονίζει ότι αυτό που είναι γνωστό για τη μετανάστευση είναι “ασαφές” και δεν έχει τεκμηριωθεί επαρκώς. Από την άλλη πλευρά , λογικό είναι να υποθέσουμε ότι ένας χάρτης που εμφανίζει οπτικά την αβεβαιότητα μπορεί να καταλήξει σε ένα “θολό χάος”. Ο σκοπός των χαρτών όμως, είναι να επιβάλουν την τάξη, και όχι να αναπαραστήσουν το υπαρκτό χάος. Επιπλέον, δεν υπάρχει και πολύς ελεύθερος χώρος για οπτικές μεταβλητές σε μια απεικόνιση. Η χρήση οπτικών μεταβλητών για να εμφανιστεί η αβεβαιότητα μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της εμφάνισης άλλων δεδομένων . Ένα τελευταίο πρόβλημα με την οπτική αναπαράσταση της αβεβαιότητας είναι ότι

είναι δύσκολο να παρουσιαστεί οπτικά η σύνθετη αβεβαιότητα από δύο ή περισσότερα επίπεδα του χάρτη.

Μια εναλλακτική προσέγγιση για την οπτικοποίηση της αβεβαιότητας εκμεταλλεύεται τις ιδιότητες του ήχου (Fisher 1994). Ο Fisher (1994) χρησιμοποίησε τον ήχο για να απεικονίσει την αξιοπιστία των δεδομένων σε ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS). Ο χρήστης του χάρτη είχε τη δυνατότητα να συνδέσει μια από τις πολλές αφηρημένες μεταβλητές του ήχου με ένα μέτρο της αξιοπιστίας των δεδομένων μέσω ανάλογα με το που ήταν τοποθετημένος ο δρομέας. Εάν επιλεγόταν η διάρκεια, για παράδειγμα, τότε ένας τόνος μακράς διάρκειας θα έδειχνε ένα υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας των στοιχείων επί των οποίων ο δρομέας ήταν τοποθετημένος. Ένας χάρτης ήχου μπορεί να δημιουργηθεί παράλληλα με τον οπτικό χάρτη και να είναι αισθητός εάν και όταν χρειάζεται. Αυτός ο ηχητικός χάρτης μπορεί να εμπεριέχει πολλές μεταβλητές: Οι οκτάβες και οι τονικότητες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη διάκριση των διαφόρων επιπέδων πληροφοριών. Το κλικ του ποντικιού σε οποιαδήποτε θέση στον οπτικό χάρτη θα μπορούσε να προκαλέσει την αναπαραγωγή ενός συγκεκριμένου ήχου που αντιστοιχίζεται σε αυτό το συγκεκριμένο σημείο/γραμμή ή επιφάνεια. Επίσης το σύρσιμο του ποντικιού θα μπορούσε να συνδέεται με αλλαγή του ήχου ανάλογη με την μεταβολή των χαρτογραφικών δεδομένων. Η μεταβολή της τονικότητας (από χαμηλή προς υψηλή) μπορεί να αντιπροσωπεύει το επίπεδο της αβεβαιότητας των δεδομένων. Σύροντας το ποντίκι - το ηχητικό ισοδύναμο με το γεωγραφικό "βούρτσισμα" (Brushing) (Monmonier 1989) - γίνεται μια κίνηση σε ένα δισδιάστατο χώρο μιας απεικόνισης, αλλά το αποτέλεσμα θα είναι σαν να έχεις ένα μικρό «παράθυρο» μέσα από το οποίο μπορείς να δεις μόνο ένα μικρό τμήμα του χάρτη σε ένα συγκεκριμένο χρόνο. Μπορεί άραγε ο χρήστης να δημιουργήσει μια ηχητική ¨εικόνα¨ του συνόλου του χάρτη από αυτές τις μικρές δόσεις; Η δημιουργία ενός δισδιάστατου ηχητικού χώρου θα επέτρεπε μια πληρέστερη απεικόνιση της αβεβαιότητας στο επίπεδο. Ωστόσο, αν η αβεβαιότητα θα έπρεπε να φαίνεται σε όλη την επιφάνεια ταυτόχρονα, μια οπτική αναπαράσταση θα ήταν μάλλον καταλληλότερη. Η χρήση του ήχου για την αναπαράσταση της ποιότητας ή της αβεβαιότητας των δεδομένων έχει το πλεονέκτημα της διατήρησης της ευκρίνειας στην εικόνα του χάρτη, ενώ επιτρέπει την εξαγωγή συμπεράσματος, εάν και όταν αυτό είναι αναγκαίο ή αν ξεπεραστεί ένα προκαθορισμένο όριο. Ο ήχος, σε αυτή την περίπτωση, λειτουργεί ως μια αόρατη πηγή πληροφοριών και μπορεί να είναι μία λύση στο πρόβλημα της αναπαράστασης της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των δεδομένων σε μια ήδη “φορτωμένη” οπτική απεικόνιση.

10.3. Χάρτης ήχου με χρήση βαθμωτών διανυσματικών γραφικών (SVG), Brauen 2006

Ο Brauen (2006) για να καταδείξει τη χρησιμότητα του ήχου σε χάρτες δημιούργησε έναν ηχητικό χάρτη των αποτελεσμάτων των ομοσπονδιακών εκλογών του 2004 στην περιοχή της Οττάβα του Καναδά. Η συνολική έκταση του χάρτη περιλαμβάνει τα αποτελέσματα των 13 ομοσπονδιακών εκλογικών συνοικιών στην περιοχή της Οττάβα. Η Εικόνα 2 απεικονίζει τα αποτελέσματα των εκλογών και ο Πίνακας 2 παραθέτει τα ποσοστά ψήφων που έλαβαν οι υποψήφιοι που συνδέονται με τα πολιτικά κόμματα σε μια επιλογή από εκλογικά τμήματα (με βάση τα στοιχεία από τις εκλογές του Καναδά 2004).



Εικόνα 26. Αποτελέσματα εκλογών στην περιοχή της Οττάβα, (Brauen 2006)

Πίνακας 2. Ποσοστά υποψηφίου κάθε κόμματος, (Brauen 2006)

Party	Federal elections results by riding (%)			
	Carleton–Lanark	Ottawa Centre	Argenteuil–Mirabel	Pontiac
Liberal Party	34.0	31.4	26.9	38.4
Conservative Party	50.0	19.0	7.0	22.2
New Democratic Party	10.4	40.9	3.0	5.8
Green Party	5.6	7.5	5.1	4.2
Bloc Québécois	0.0	0.0	57.4	29.2
Independent/Other	0.0	1.3	0.6	0.3

Source: Elections Canada (2004)

Ο χάρτης στην Εικόνα 2 δείχνει την παραδοσιακή παρουσίαση των εκλογικών αποτελεσμάτων (‘‘first-past-the-post’’) κατά την οποία το σύνολο της εκλογικής του περιφέρειας απεικονίζεται με μεταβολή της οπτικής μεταβλητής μοτίβο (σχήμα) ανάλογα με το κόμμα του υποψήφιου που κέρδισε. Η άποψη αυτή απλοποιεί τα

αποτελέσματα των εκλογών με πολλούς τρόπους. Στο χάρτη αυτόν, δεν απεικονίζεται το ποσοστό που έχει λάβει ένας υποψήφιος αλλά ούτε και η διαφορά του από τους υπόλοιπους υποψηφίους. Για παράδειγμα, ο υποψήφιος του κόμματος Bloc Quebecois στην περιοχή Argenteuil-Mirabel κέρδισε το 57% των ψήφων και εκλέγεται με αριθμό ψήφων υψηλότερο από το διπλάσιο του πλησιέστερου αντίπαλο. Αντίθετα, ο Φιλελεύθερος υποψήφιος στο Pontiac κέρδισε μια αρκετά αμφισβητούμενη εκλογή με μόνο το 38% των ψήφων. Επιπλέον για να παρουσιάσει τα αποτελέσματα των εκλογών μεταξύ των εκλογικών περιφερειών, η παραδοσιακή αυτή μέθοδος απλοποιεί τα αποτελέσματα μέσα σε μια εκλογική περιφέρεια. Με τη σύμπτυξη των αποτελεσμάτων για μια εκλογική περιφέρεια στο κόμμα που έχει κερδίσει, ο χάρτης κρύβει το επίπεδο διαλόγων και διαφωνίας -την παρουσία δηλαδή άλλων φωνών– στο πλαίσιο της εκλογικής αναμέτρησης. Τα αποτελέσματα της περιοχής Pontiac και του κέντρου της Οττάβα (Ottawa centre) στον Πίνακα 2 παρουσιάζουν αποτελέσματα στα οποία οι περισσότερες ψήφους ήταν εναντίον αντί υπέρ του υποψήφιου του κόμματος που τελικά κέρδισε.

Ως εναλλακτική λύση, σχεδιάστηκε ένας χάρτης με ήχο για να παρουσιάσει τόσο το νικητήριο κόμμα όσο και μια ένδειξη των ψήφων προτίμησης εντός και μεταξύ των εκλογικών περιφερειών. Ο χάρτης δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας το ίδιο υπόβαθρο, που φαίνεται και στην Εικόνα 2. Χρησιμοποιώντας ένα πρόγραμμα περιήγησης στο διαδίκτυο, ο χρήστης μπορεί να κάνει κλικ με το ποντίκι, ενώ ο δρομέας βρίσκεται πάνω από το χάρτη, και να ακούσει τις πραγματικές ομιλίες των ηγετών των ομοσπονδιακών κόμματων. Η ένταση της ομιλίας του κάθε ηγέτη προσαρμόζεται ανάλογα με το ποσοστό των ψήφων που έλαβε ο υποψήφιος του κόμματος αυτού στην εκλογική περιφέρεια στην οποία είναι τοποθετημένος ο κέρσορας. Η μετακίνηση του κέρσορα πάνω σε μια άλλη περιοχή θα προκαλέσει τις εντάσεις σε αναπροσαρμογή σύμφωνα με τα ποσοστά των ψήφων στη νέα περιοχή. Τοποθετώντας τον κέρσορα πάνω από τα σύμβολα του υπομνήματος ο χρήστης θα ακούσει την ομιλία του ηγέτη ενός κόμματος να αναπαράγεται μόνη της. Ο χάρτης που προκύπτει, ενώ εξακολουθεί να παρέχει μια απλή οπτική εντύπωση του κόμματος του οποίου ο υποψήφιος κέρδισε, επανεισάγει μερικά στοιχεία από την πολυπλοκότητα των εκλογικών αποτελεσμάτων στο χάρτη. Όταν ο χρήστης του χάρτη τοποθετήσει τον κέρσορα πάνω από μια εκλογική περιφέρεια όπως για παράδειγμα το Carleton-Lanark, στην οποία ο νικητής υποψήφιος κέρδισε μια ισχυρή πλειοψηφία, η ομιλία του ηγέτη του κόμματος είναι κυρίαρχη, αν και ακούγονται, παράλληλα, οι άλλες φωνές. Όταν ο δρομέας μετακινείται πάνω από μια εκλογική περιφέρεια που η νίκη του πρώτου δεν ήταν ισχυρή, ακούγονται οι ομιλίες πολλών ηγετών ταυτόχρονα, και συναγωνίζονται για να τραβήξουν την προσοχή. Το κακό ηχητικά αποτέλεσμα αντανακλά την αμφισβητούμενη εκλογή σε αυτή την εκλογική περιφέρεια.

Οι ομιλίες που χρησιμοποιούνται στο χάρτη είναι πολιτιστικά αγαθά και δεν λειτουργούν απλά ως τα επίσημα στοιχεία του χάρτη, με σκοπό να προβάλουν τις σχετικές μετρήσεις ψήφων για τα διάφορα μέρη σε κάθε περιοχή, όπως ένα ''ηχητικό διάγραμμα''. Στην πραγματικότητα, θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι από αυτήν την άποψη, άλλες μέθοδοι θα ήταν πιο αποτελεσματικές. Όπως υποστηρίζει ο Théberge (2005), οι ήχοι που επιλέχθηκαν είναι πολιτιστικά αντικείμενα από μόνα τους και φέρουν επιπλέον σημασίες στο χάρτη που δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας τους. Με τη χρήση μιας επιλογής ομιλιών που έγιναν από τους αρχηγούς των κομμάτων κατά τη διάρκεια της προεκλογικής εκστρατείας, ο χάρτης κάνει σύντομη αναφορά των θεμάτων που συζητήθηκαν από τα κόμματα κατά τη διάρκεια και αμέσως μετά τις εκλογές (ο χάρτης διαθέτει ομιλίες από την εκστρατεία τη νύχτα των εκλογών). Αυτό, βέβαια, είναι μια άλλη μορφή της επιλογής που οι χαρτογράφοι μπορούν να δημιουργήσουν με αξιοποίηση του ήχου. Το αποτέλεσμα είναι ταυτόχρονα μια υποκειμενική, από μέρους του χαρτογράφου, αναπαράσταση των εκλογικών αποτελεσμάτων και, κυριολεκτικά, μια επαναφορά των φωνών, που δεν συμπεριλαμβάνονταν στον αρχικό χάρτη, και εκπροσωπούν τα μέρη των απορριφθέντων υποψηφίων σε κάθε εκλογική περιφέρεια.

Άτυπες παρουσιάσεις αυτού του χάρτη σε ομάδες και άτομα (συμπεριλαμβανομένων χαρτογράφων και μη) απέφεραν μια ποικιλία απαντήσεων, συμπεριλαμβανομένων των παρακάτω:

-έκπληξη για το γεγονός ότι ένας χάρτης θα μπορούσε να αναπαράγει ήχους

-ενδιαφέρον στο “μιξάρισμα” της ηχητικής στάθμης ως μέσο για να δείξει την διαφορά στα αποτελέσματα μεταξύ των εκλογικών περιφερειών,

-διασκέδαση στην «κακοφωνία» όπου όλοι μιλούν ταυτόχρονα

-και εκνευρισμό στο άκουσμα των φωνών όλων να μιλάνε ταυτόχρονα (για μερικούς, αυτό το αποτέλεσμα είναι πολύ παρόμοιο με εκείνο του κλιπ που είχε εγγραφεί κατά τη διάρκεια ερωτήσεων στο ομοσπονδιακό κοινοβούλιο, κατά την οποία οι βουλευτές πραγματικά φωνάζουν ο ένας πάνω στον άλλο) (Brauen, 2006).

10.3.1. Σχεδιασμός χάρτη με βαθμωτά διανυσματικά γραφικά

Αυτή η ενότητα περιέχει μια λεπτομερή περιγραφή του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιήθηκαν Scalable Vector Graphics (SVG), προγραμματισμός JavaScript και ψηφιακά αρχεία ήχου για να δημιουργήσουν τον χάρτη ήχου των εκλογικών αποτελεσμάτων που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

Μία σημαντική παράμετρος για τη διαδικτυακή χαρτογραφία, στην οποία οι χάρτες που δημιουργούνται θα πρέπει να είναι ορατοί σε διαφορετικές γεωγραφικές θέσεις και από πλήθος χρηστών, είναι η διαθεσιμότητα τυποποιημένων γλωσσών προγραμματισμού και τεχνολογιών για την περιγραφή των γραφικών του χάρτη και το συναφές περιεχόμενο πολυμέσων, όπως εικόνες, βίντεο, και ήχος. Η Ilya Zaslavsky (2003) παρουσιάζει μια επισκόπηση της eXtensible Markup Language (XML), μιας τυποποιημένης, απλής, ιεραρχικής γλώσσας για την περιγραφή ηλεκτρονικών εγγράφων, με επίκεντρο την εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας για την παραγωγή σε απευθείας σύνδεση χαρτών. Οι Neumann & Winter (2003) παρέχουν μια λεπτομερή περιγραφή της χρήσης των αρχείων SVG, μιας γλώσσας βασισμένης σε διανυσματικά γραφικά XML, για διαδραστική γραφική αναπαράσταση γεω-αναφερμένων δεδομένων. Τα αρχεία SVG υποστηρίζουν διαδραστικά γραφικά, επιτρέποντας σε γραφικά αντικείμενα (π.χ. πολύγωνα ή γραμμικά χαρακτηριστικά), να αλλάξουν την εμφάνισή τους ή να πραγματοποιήσουν προκαθορισμένες εντολές του προγράμματος, όταν ο χρήστης, για παράδειγμα, μετακινεί τον κέρσορα πάνω από το χαρακτηριστικό ή πατάει το κουμπί του ποντικιού όταν ο δείκτης βρίσκεται πάνω από το χαρακτηριστικό. Ο Neumann (2002) δημιούργησε ένα χάρτη των κοινωνικών πρότυπων και δομών της Βιέννης. Μαζί με τις δυνατότητες για τη διαδραστικότητα των γραφικών, τα αρχεία SVG υποστηρίζουν επίσης τη σύνδεση των ήχων με γραφικά αντικείμενα και υποστηρίζουν λογισμικό που μπορεί να αλλάξει τις παραμέτρους των αρχείων του ήχου σε συνδυασμό με την αλληλεπίδραση του χρήστη. Ως εκ τούτου, ένας συνδυασμός αρχείων SVG και αποθηκευμένων αρχείων ήχου, είναι δυνατόν να μεταφέρει χάρτες που περιλαμβάνουν διαδραστικό ήχο σε απομακρυσμένους χρήστες του χάρτη μέσω του διαδικτύου.

Ο σχεδιασμός που παρουσιάζεται εδώ βασίζεται στις ηχητικές δυνατότητες του λογισμικού Adobe SVG viewer, το οποίο αποτελεί την πιο συνηθισμένη εφαρμογή αρχείων SVG και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο (plug-in) σε μια ποικιλία διαδικτυακών περιηγητών (Adobe Systems 2004).

Αυτή η ενότητα αρχικά παρέχει μια πλήρη περιγραφή απλών αρχείων SVG γραφικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ξεκινήσει ή να σταματήσει η αναπαραγωγή ενός αρχείου ήχου. Αυτό το απλό παράδειγμα αποτελεί τη βάση για μια περιγραφή του πώς λειτουργεί ο χάρτης των εκλογών στην περιοχή της Οττάβα.

10.3.2. Διαδραστικός ήχος με Javascript

Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει μια πλήρη περιγραφή αρχείου SVG όπου υλοποιεί το διαδραστικό ήχο στην προσέγγιση για τον έλεγχο της αναπαραγωγής του ήχου στον ηχητικό χάρτη των ομοσπονδιακών εκλογών του Καναδά του Brauen (2006). Η

αρίθμηση στις γραμμές έχει προστεθεί για να απλοποιήσει την περιγραφή. Αυτό το παράδειγμα δεν χρησιμοποιεί την απλούστερη δυνατή μέθοδο για τη δημιουργία διαδραστικού ήχου με χρήση αρχείων SVG, αλλά η μέθοδος που εμφανίζεται εδώ, παρουσιάζει ευελιξία και δίνει τη δυνατότητα για τροποποίηση των παραμέτρων ενός αρχείου ήχου, γιατί στην περίπτωση αυτή η πρόσθετη πολυπλοκότητα απαιτείται, για να παρέχει την επιθυμητή διαδραστικότητα του χρήστη (π.χ., η ένταση στην οποία πρέπει να παίξει ο ήχος και οι ενέργειες του χρήστη που απαιτούνται για να αρχίσει ή να σταματήσει η αναπαραγωγή του ήχου). Στον Πίνακα 3 ορίζεται μια μικρή γραφική απεικόνιση που αποτελείται από ένα οπτικό στοιχείο και ένα ηχητικό στοιχείο. Μόλις αυτή η απεικόνιση του αρχείου SVG ανοίξει σε ένα πρόγραμμα περιήγησης του διαδικτύου που μπορεί να ερμηνεύσει αρχεία SVG, εμφανίζει ένα τυρκουάζ ορθογώνιο. Εάν ο χρήστης μετακινήσει το δρομέα πάνω από το ορθογώνιο και κάνει κλικ στο πλήκτρο του ποντικιού, ένα αρχείο ήχου που ονομάζεται “Music.wav” στον ίδιο κατάλογο με το αρχείο SVG θα αρχίσει να αναπαράγεται μέσω του ηχοσυστήματος του υπολογιστή και θα συνεχίσει να παίζει για όσο διάστημα ο δρομέας παραμένει πάνω από το ορθογώνιο. Η περιγραφή του αρχείου SVG χωρίζεται στα ακόλουθα μέρη: ένα τμήμα που περιέχει κώδικα σε γλώσσα προγραμματισμού JavaScript που περιγράφει τη συμπεριφορά του αρχείου ήχου ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του χρήστη (γραμμές 2-30) και ένα τμήμα που δηλώνει τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στην οθόνη SVG (γραμμές 32-40).

Ο κώδικας στις γραμμές 37-40 περιγράφει μια γενική μορφή ενός γραφικού χαρακτηριστικού που ονομάζεται διαδρομή (path). Δίνεται το αναγνωριστικό “rect0” και ορίζεται ως ένα κλειστό ορθογώνιο. Η “onMouseOver” παράμετρος καθορίζει τη δράση που πρέπει να ληφθεί όταν ο κέρσορας κινείται πάνω από το ορθογώνιο, που επικαλείται τη λειτουργία JavaScript στη γραμμή 11 και προσδιορίζει το ηχητικό συστατικό που ονομάζεται “sound0”, ως αυτό για το οποίο η ηχητική αναπαραγωγή θα πρέπει να ρυθμιστεί. Ομοίως, η onMouseOut παράμετρος καθορίζει τη δράση που πρέπει να εκτελεστεί όταν ο δρομέας φεύγει από το ορθογώνιο, επικαλούμενη τη λειτουργία JavaScript που ορίζεται στη γραμμή 21.

Η δήλωση στις γραμμές 32-35 περιγράφει ένα ηχητικό στοιχείο για την απεικόνιση SVG. Η πηγή του ήχου που θα ακουστεί καθορίζεται από την παράμετρο XLink: href που σε αυτή την περίπτωση, είναι ένα αρχείο με το όνομα ''Music.wav'' στο τοπικό σύστημα αρχείων, αλλά επίσης θα μπορούσε να καθοριστεί μια διεύθυνση Uniform Resource Locator (URL) για ένα αρχείο ήχου που βρίσκεται σε έναν εξυπηρετητή του διαδικτύου. Δίνεται το αναγνωριστικό “Sound0” μια αρχική ρύθμιση για την ένταση των 0,0 (sound0) που θα καταλήξει στη σιωπή αν ξεκινήσει η αναπαραγωγή του ήχου, και μια επαναληπτική ρύθμιση που θα προκαλέσει το αρχείο ήχου να παίξει κατ΄επανάληψη από τη στιγμή που ξεκίνα. Η αρχική παράμετρος που έχει οριστεί

ως “indefinite” στη γραμμή 33 δείχνει ότι αρχικά δεν υπάρχει μια ορισμένη ενέργεια που θα προκαλέσει αυτόν τον ήχο να αρχίσει να παίζει.

Οι λειτουργίες της γλώσσας προγραμματισμού JavaScript, που περιγράφονται στη συνέχεια, αποτελούν το κλειδί για την κατανόηση του πώς η αναπαραγωγή του αρχείου ήχου ξεκίνα έτσι ώστε ο ήχος να ακούγεται.

Όταν η λειτουργία setupPlayback κληθεί από τη συνάρτηση στη γραμμή 39, το επιχείρημα «soundDefn» στη γραμμή 12 έχει οριστεί στην τιμή “sound0”. Η γραμμή 14 βρίσκει το στοιχείο ήχου (audio) που δηλώνεται στη γραμμή 32, και το υπόλοιπο της λειτουργίας μπορεί τώρα να αναφερθεί σε αυτό το στοιχείο ήχου χρησιμοποιώντας τη μεταβλητή audio. Η γραμμή 15 καθορίζει το στοιχείο ένταση του ήχου στη μέγιστη στάθμη (volume). Η γραμμή 17 καθορίζει την εναρκτήρια παράμετρο του στοιχείου ήχος στη συμβολοσειρά “Rect0.click” έτσι ώστε το στοιχείο ήχου να αρχίσει να παίζει όταν το κουμπί του κέρσορα «κλικάρει», ενώ ο δρομέας είναι τοποθετημένος πάνω από το ορθογώνιο. Ομοίως, η γραμμή 18 θέτει την παράμετρο λήξης του ήχου με την συμβολοσειρά “rect0.mouseout”, που σημαίνει ότι ο ήχος θα πρέπει να σταματήσει να παίζει όταν ο κέρσορας φύγει από πάνω από το ορθογώνιο.

Η λειτουργία preventPlayback που ορίζεται στις γραμμές 21-28 δουλεύει με σχεδόν τον ίδιο τρόπο όπως η setupPlayback, εκτός από το ότι η στάθμη της έντασης του ηχητικού στοιχείου επανέρχεται στην σιωπή και το “εναρκτήριο” χαρακτηριστικό βρίσκεται πίσω στην αρχική του τιμή, το οποίο σημαίνει ότι δεν υπάρχει πλέον καμία ρήτρα ενεργοποίησης για το στοιχείο.

Οι λειτουργίες της γλώσσας προγραμματισμού JavaScript είναι σε θέση να τροποποιήσουν τις παραμέτρους των δηλωθέντων στοιχείων του αρχείου SVG δυναμικά για να δημιουργήσουν διαδραστικές επιδράσεις ως αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων του ποντικιού που ενεργοποιείται από τον χρήστη. Στην περίπτωση αυτή, οι λειτουργίες ρυθμίζουν δυναμικά τις παραμέτρους του αρχείου ήχου για να επιτρέψουν στην αναπαραγωγή του ήχου να αρχίσει και να σταματήσει.

Πίνακας 3. Διαδραστικός ήχος στον χάρτη SVG με javascript, (Brauen 2006)

```
01 <svg xmlns:a="http://ns.adobe.com/AdobeSVGViewerExtensions/3.0/">
02   <script type="text/JavaScript"> <![CDATA[
03
04   // JavaScript to set up sound file playback when the cursor is
05   // positioned over an object linked to this code through its
06   // mouseover event.  This function does not start playback but
07   // updates the sound component's definition such that playback
08   // will start if the mouse button is clicked while the cursor is
09   // still over the object (identified as 'event.target') and will
10   // stop if the cursor is moved off the object.
11   function setupPlayback(event,     // mouse event: identifies object.
12                          soundDefn) // soundDefn: sound file to set up.
13   {
14     var audio = document.getElementById(soundDefn);
15     audio.setAttribute('volume', 1.0); // full volume
16     // The next line makes clicks on current feature the start trigger.
17     audio.setAttribute('begin', event.target.id+'.click');
18     audio.setAttribute('end', event.target.id+'.mouseout');
19   }// end setupPlayback()
20
21   function preventPlayback(event,     // event: identifies object.
22                            soundDefn) // soundDefn: sound file to disable.
23   {
24     var audio = document.getElementById(soundDefn);
25     audio.setAttribute('volume', 0.0); // min volume
26     // The next line makes start event for sound file "undefined".
27     audio.setAttribute('begin', 'indefinite');
28   }// end preventPlayback()
29
30   ]]> </script>
31
32   <a:audio id="sound0" xlink:href="./music.wav"
33            volume="0.0" begin="indefinite"
34            repeatCount="indefinite">
35   </a:audio>
36
37   <path id="rect0" d="M100,250 100,50 400,50 400,250 Z"
38         style="fill:turquoise; stroke:black; stroke-width:10"
39         onmouseover="setupPlayback(evt,'sound0')"
40         onmouseout="preventPlayback(evt,'sound0')" />
41 </svg>
```

10.3.3. Σχεδιασμός του χάρτη ήχου

Ο Πίνακας 4 δείχνει επιλεγμένες λεπτομέρειες του κώδικα του ηχητικού χάρτη των εκλογικών αποτελεσμάτων της περιοχής της Οττάβα. Απεικονίζονται μόνο οι λεπτομέρειες που σχετίζονται με την αναπαραγωγή των αρχείων ήχου. Το αρχείο του χάρτη περιέχει πέντε ηχητικά στοιχεία, καθένα από τα οποία περιέχει τμήματα καταγεγραμμένων ομιλιών από τους ηγέτες των πολιτικών κομμάτων που, ως ομάδα, έλαβαν το μεγαλύτερο μέρος της λαϊκής ψήφου κατά τη διάρκεια των εκλογών στην Οττάβα. Ο χάρτης είναι σχεδιασμένος ώστε να αρχίσει να παίζει τις ομιλίες των ηγετών, όταν ο δρομέας τοποθετηθεί πάνω από τη γραφική αναπαράσταση οποιασδήποτε από τις εκλογικές περιφέρειες και το πλήκτρο του ποντικιού πατηθεί. Το επίπεδο της έντασης της ομιλίας του κάθε ηγέτη προσαρμόζεται ώστε να αντικατοπτρίζει το ποσοστό που έλαβε από την ψηφοφορία ο υποψήφιος του κόμματος αυτού στην εκλογική περιφέρεια στην οποία βρίσκεται ο δρομέας. Καθώς ο δρομέας μετακινείται από τη μια περιοχή στην άλλη, τα επίπεδα του ήχου αυτόματα προσαρμόζονται ώστε να αντιπροσωπεύεται το εκλογικό αποτέλεσμα σε κάθε περιοχή.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα ακόλουθα τμήματα του κώδικα του ηχητικού χάρτη:

- Η λειτουργία της JavaScript που ονομάζεται (adjust), η οποία χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για την έναρξη της αναπαραγωγής του ήχου και να ρυθμίσει τα επίπεδα έντασης από όλες τις ομιλίες των ηγετών, καθώς ο δρομέας μετακινείται πάνω από τις εκλογικές περιφέρειες στο χάρτη (γραμμές 4-22).

- Δηλώσεις των ηχητικών στοιχείων, κάθε ένα από τα οποία καθορίζει την πηγή και τις παραμέτρους της αναπαραγωγής για την ομιλία ενός ηγέτη (γραμμές 24-33).

- Ορισμένοι από τους ορισμούς των εκλογικών περιφερειών, που δείχνουν τις κινήσεις του ποντικιού “mouseover” που επικαλούνται τη λειτουργία adjust (γραμμές 35-46).

Ο χάρτης έχει σχεδιαστεί ώστε να ξεκινάει την αναπαραγωγή του ήχου με τον ίδιο τρόπο όπως στο παράδειγμα της ενότητας 10.3.2. Καθώς ο δρομέας κινείται πάνω από το χάρτη, το «mouseover» στοιχείο καλεί την λειτουργία «adjust» να δράσει , και αυτή η λειτουργία ενεργοποιεί την παράμετρο «begin» στην ομιλία του κάθε ηγέτη καθώς ποντίκι «κλικάρει» στην τρέχουσα περιοχή (γραμμή 20). Ως εκ τούτου, η ενέργεια εκκίνησης για τις ομιλίες των ηγετών ακολουθεί το δρομέα καθώς κινείται πάνω στο χάρτη. Αυτή η συμπεριφορά είναι πιο σημαντική σε αυτό το παράδειγμα από ό, τι στην Εικόνα 3, επειδή σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν περισσότερα από ένα γραφικά χαρακτηριστικά που συνδέονται με κάθε αρχείο ήχου: κάθε περιοχή του χάρτη αλληλεπιδρά με κάθε αρχείο ήχου.

Κάθε επίκληση της λειτουργίας “adjust” ενεργοποιεί και τα επίπεδα έντασης που πρέπει να χρησιμοποιηθούν για κάθε ομιλία του αρχηγού κόμματος (γραμμές 36, 39, 42, 45). Το επίπεδο έντασης για την ομιλία του κάθε ηγέτη είναι ανάλογο με το ποσοστό των ψήφων που έλαβε ο υποψήφιος που αντιπροσωπεύει το κάθε κόμμα σε αυτή την ψηφοφορία.

Πίνακας 4. Αναπαραγωγή αρχείων ήχου στον χάρτη SVG (G. Brauen, 2006)

```
01 <svg>
     ...
02   <script type="text/JavaScript"> <![CDATA[
03     var numberSounds = 5;
04     function adjust(evt, bparty, cparty, gparty, lparty, nparty)
05     {
06       var soundIndex;
07       var audio;
08       var volumes = new Array();
09
10       volumes[0] = bparty; // volumes array initialized to match
11       volumes[1] = cparty; // the order of the audio components
12       volumes[2] = gparty; // declared below.
13       volumes[3] = lparty;
14       volumes[4] = nparty;
15       for (soundIndex=0; soundIndex < numberSounds; soundIndex++)
16       {
17         audio = document.getElementById('sound'+soundIndex);
18         audio.setAttribute('volume', volumes[soundIndex]);
19         // make clicks on current district the start trigger
20         audio.setAttribute('begin', evt.target.id+'.click');
21       }// end for (soundIndex)
22     }// end adjust()
23   ]]> </script>
     ...
24   <a:audio id="sound0" xlink:href="bloc_duceppe.mp3" volume="0.0"
25            pan="0.0" begin="indefinite" repeatCount="indefinite"></a:audio>
26   <a:audio id="sound1" xlink:href="conservative_harper.mp3" volume="0.0"
27            pan="0.0" begin="indefinite" repeatCount="indefinite"></a:audio>
28   <a:audio id="sound2" xlink:href="green_harris.mp3" volume="0.0"
29            pan="0.0" begin="indefinite" repeatCount="indefinite"></a:audio>
30   <a:audio id="sound3" xlink:href="liberal_martin.mp3" volume="0.0"
31            pan="0.0" begin="indefinite" repeatCount="indefinite"></a:audio>
32   <a:audio id="sound4" xlink:href="ndp_layton.mp3" volume="0.0"
33            pan="0.0" begin="indefinite" repeatCount="indefinite"></a:audio>
     ...
34   <!-- map features follow  path definitions truncated for brevity -->
35   <path id="Pontiac"
36         onmouseover="adjust(evt,0.29,0.22,0.04,0.38,0.06)"
37         d="M-75.5205 -47.8463 ..."></path>
38   <path id="Argenteuil-Mirabel"
39         onmouseover="adjust(evt,0.57,0.07,0.05,0.27,0.03)"
40         d="M-75.7803 -45.9640 ..."></path>
41   <path id="Carleton-Lanark"
42         onmouseover="adjust(evt,0.00,0.50,0.06,0.34,0.10)"
43         d="M-75.3425 -45.5370 ..."></path>
44   <path id="Ottawa Centre"
45         onmouseover="adjust(evt,0.00,0.19,0.08,0.31,0.41)"
46         d="M-75.3615 -45.6106 ..."></path>
47   ... // other district polygons go here…
48 </svg>
```

10.3.4. Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν

Τα SVG παρέχουν πολλές χρήσιμες λειτουργίες για τη δημιουργία κινούμενων εικόνων και διαδραστικών γραφικών παραστάσεων, και, λόγο του αριθμού των περιηγητών (browsers) και των υπολογιστών που υποστηρίζουν το λογισμικό Adobe SVG Viewer, οι παρουσιάσεις αυτές είναι ορατές σε πολλούς από τους υπολογιστές που είναι συνδεμένοι με το διαδίκτυο παγκοσμίως. Η συγκεκριμένη τεχνολογία δεν έχει ακόμη επιτύχει διαδεδομένη χρήση στο διαδίκτυο, ωστόσο, το πρώτο βήμα που απαιτείται πριν από την προβολή ενός τέτοιου χάρτη είναι η εγκατάσταση του SVG viewer.

Η περιορισμένη χρήση των βαθμωτών διανυσματικών γραφικών (SVG) είναι επίσης αισθητή στον τομέα των διαθέσιμων συγγραφικών εργαλείων. Εργαλεία για τη δημιουργία κινούμενων σχεδίων και εικόνων SVG υπάρχουν, τόσο ως εμπορικό προϊόν, καθώς και ως ελεύθερα διαθέσιμο λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Ωστόσο η υποστήριξη για τις κινούμενες εικόνες χαρακτηριστικά τείνει ακόμα να είναι περιορισμένη, και η υποστήριξη για τον καθορισμό της χρήσης του ήχου σε προγράμματα δημιουργίας γραφικών SVG είναι ανύπαρκτη, δεδομένου ότι μέρος της γλώσσας δεν έχει ακόμη τυποποιηθεί. Ο ηχητικός χάρτης των ομοσπονδιακών εκλογών δημιουργήθηκε με την εισαγωγή των διανυσμάτων του χάρτη στο CorelDRAW για την τελική επεξεργασία, έπειτα έγινε εξαγωγή των τελικών γραφικών του χάρτη από το CorelDRAW σε μορφή SVG, και στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου για να τροποποιήσει άμεσα το αρχείο SVG για να εισαχθούν τα στοιχεία ήχου, ο κώδικας JavaScript για να αλληλεπιδρά με τα στοιχεία ήχου, και οι παράμετροι του «mouseover» των SVG γραφικών χαρακτηριστικών.

Άλλα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία χάρτων με βαθμωτά διανυσματικά γραφικά (SVG) περιλαμβάνουν πακέτα λογισμικού GIS που υποστηρίζουν τις εξαγωγές αρχείων σε μορφή SVG, μετατροπείς GIS δεδομένων που υποστηρίζουν SVG (υπάρχουν πολλά πακέτα που το κάνουν αυτό, ανάλογα με την αρχική μορφή GIS δεδομένων), καθώς και εξυπηρετητές διαδικτύου που υποστηρίζουν τη δημιουργία χάρτη με χρήση SVG και όχι μόνο τη δημιουργία χαρτογραφικών εικόνων (δηλαδή, αρχεία raster). Εάν τα γραφικά SVG δημιουργούνται με την εξαγωγή αρχείων SVG από λογισμικό GIS ή με τη χρήση μετατροπέων, ο συντάκτης του χάρτη πρέπει να επεξεργαστεί το παραγόμενο αρχείο SVG για να προσθέσει τις δυνατότητες του ήχου, όπως περιγράφεται παραπάνω. Η δημιουργία ενός διαδραστικού χάρτη SVG με τη χρήση ενός διακομιστή διαδικτυακής χαρτογραφίας, απαιτεί το λογισμικό του διακομιστή διαδικτυακής χαρτογραφίας να παρέχει ένα μηχανισμό που να δίνει στον δημιουργό του χάρτη την ευελιξία να καθορίσει τον κώδικα JavaScript και τα ηχητικά χαρακτηριστικά ως τμήμα του χάρτη, καθώς και να συνδέσει τις ρυθμίσεις της έντασης για τα στοιχεία του ήχου με κάθε μία από τις περιφέρειες. Αρκετοί χαρτογραφικοί εξυπηρετητές του διαδικτύου υποστηρίζουν τη δημιουργία των γραφικών SVG του χάρτη, όπως για παράδειγμα το λογισμικό MapServer (MapServer 2003).

10.4. Διαδραστικός Χάρτης Εμπορίου Καναδά

10.4.1. Επισκόπηση

Η Εικόνα 3 παρουσιάζει μια μερική άποψη μιας διαδυκτιακής εφαρμογής που έχει σχεδιαστεί από τους Brauen & Taylor (2007) για να συμπληρώσει το υπάρχων περιεχόμενο σε έναν άτλαντα που απεικονίζει την εμπορική δραστηριότητα του Καναδά με τον υπόλοιπο κόσμο (Eddy & Taylor 2005), επιτρέποντας στον ενδιαφερόμενο χρήστη να περιηγηθεί σε δεδομένα που αφορούν μετρήσεις εμπορικών συναλλαγών του Καναδά με διάφορες χώρες του κόσμου μέσα από μια οπτικό-ακουστική αλληλεπίδραση. Μπορούν να επιλεγούν αναπαραστάσεις δεδομένων που αντιπροσωπεύουν την οικονομική αξία των εξαγωγών και των εισαγωγών εμπορευμάτων μεταξύ του Καναδά και άλλων χωρών, που εκτείνονται γεωγραφικά σε περίπου παγκόσμιο επίπεδο και χρονικά σε πενταετείς περιόδους.

Το ηχητικό μοντέλο που υποστηρίζει τη διασυνδεδεμένη αναπαράσταση σε αυτή τη εφαρμογή βασίζεται σε ένα πολύ-κάναλο μίκτη ήχου και ένα λογισμικό συνθεσάιζερ που επιτρέπει την ταυτόχρονη αναπαραγωγή πολλών ηχογραφήσεων μαζί με την αναπαραγωγή μιας σύνθεσης από το συνθεσάιζερ. Επιπλέον, το ηχητικό μοντέλο επιτρέπει τον ανεξάρτητο έλεγχο της κάθε ηχογράφησης και παραγόμενης σύνθεσης (πχ. , να σταματήσει, να ξεκινήσει, να επαναληφθεί, τον όγκο της, και στερεοφωνικές ρυθμίσεις ισορροπίας) και κάθε μέσου στο πλαίσιο της συνθετικής σύνθεσης (πχ., έντασης και σίγασης, ηχώ, αντήχηση).

Τα δεδομένα μπορούν να κατανεμηθούν σε κατηγορίες ανά τομέα των βασικών προϊόντων: Υλικά και ενέργεια, τρόφιμα και γεωργία, καθώς και μεταποιημένα προϊόντα - επίσης κάθε ένας από τους τομείς αυτούς μπορεί να ταξινομηθεί περαιτέρω και να αποδίδονται με περισσότερη ακρίβεια τιμές συναλλάγματος. Καθώς ο χρήστης εργάζεται με τον περιηγητή (browser), οι διασυνδεδεμένες οπτικές και ακουστικές αναπαραστάσεις παρουσιάζουν τις εισαγωγές και εξαγωγές:

- Οι απόλυτες τιμές συναλλάγματος μπορούν να εμφανιστούν στην οπτική απεικόνιση, με την επιλογή μιας περιοχής, ενός οικονομικού τομέα και μιας πενταετούς περιόδου, και την επιλογή εμφάνισης των ιστογραμμάτων. Έτσι εμφανίζεται ένα ζευγάρι διαγραμμάτων, από τα οποία το ένα αποδίδει τις εξαγωγές και το άλλο τις εισαγωγές. Το πρόγραμμα περιήγησης παρέχει στην οθόνη χώρο για την ταυτόχρονη προβολή τριών ζευγαριών ιστογραμμάτων και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα από τα τρία, σύμφωνα με ορισμένα κριτήρια.

- Οι σχετικές τιμές συναλλάγματος αντιπροσωπεύονται με τη χρήση αφηρημένων ήχων, δηλαδή, με την αλγοριθμική αναπαράσταση δεδομένων μέσω της χρήσης των παρατηρούμενων τιμών δεδομένων οι οποίες τροποποιούν ηχητικές παραμέτρους, όπως, για παράδειγμα, η ένταση, η τονικότητα ή η χροιά. Καθώς ο χρήστης ασχολείται με την επιλογή της

περιοχής που απεικονίζεται στο χάρτη, δύο αξονικές μεταβλητές αναπαριστούνται με τη χρήση ακουστικών μεταβλητών:

1. Το εμπορικό ισοζύγιο για ένα συγκεκριμένο τομέα και το επιλεγμένο χρονικό διάστημα: Όπως ο δρομέας μετακινείται πάνω από τις περιοχές του χάρτη, το εμπορικό ισοζύγιο με τον Καναδά για την τρέχουσα επιλεγμένη περιοχή (Ασία στην Εικόνα 3) αποδίδεται ηχητικά, και υπολογίζεται ως ο λόγος των εξαγωγών του Καναδά στην περιοχή προς τις εισαγωγές του Καναδά από τη συγκεκριμένη περιοχή με απόδοση των χαρακτηρισμών: "καθαρές εισαγωγές", "ισορροπημένη κατάσταση" και "καθαρές εξαγωγές".
2. Η αξία της ανταλλαγής ως ποσοστό των συνολικών εμπορικών συναλλαγών του Καναδά: Για ένα συγκεκριμένο τομέα και το επιλεγμένο χρονικό διάστημα, όπως ο δρομέας μετακινείται πάνω από τις περιοχές του χάρτη, το ποσοστό που η επιλεγμένη περιοχή συμβάλλει στο συνολικό εμπόριο του Καναδά αναπαριστάται ηχητικά και χαρακτηρίζεται γενικώς ως "χαμηλό", "μέσο" ή "υψηλό".

Για να βοηθήσει τον χρήστη να κατανοήσει αυτές τις ακουστικές αναπαραστάσεις, το πρόγραμμα περιήγησης συνδυάζει ακουστική και οπτική ανάδραση ως αντίδραση στις ενέργειες του χρήστη. Καθώς ο χρήστης μετακινεί τον κέρσορα πάνω από το χάρτη, εμφανίζεται ένα περίγραμμα της επιλεγμένης περιοχής, καθώς και η ετικέτα της περιοχής αυτής κάτω από το χάρτη. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ακούγεται η ηχητική αναπαράσταση της ισορροπίας του εμπορίου και της αξίας συναλλάγματος μεταξύ της περιοχής αυτής και του Καναδά, ως ποσοστό των συνολικών εμπορικών συναλλαγών του Καναδά.

Όπως και σε ένα στατικό χωροπληθή χάρτη εξηγούνται με τη χρήση ενός υπομνήματος οι εφαρμοσμένες εντάσεις των χρωμάτων, έτσι κάποια μορφή δυναμικής οπτικοακουστικής λειτουργίας υπομνήματος υποχρεούται να επιτρέπει στους χρήστες να απομονώσουν και να αντιληφθούν τον ήχο, που αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη μεταβλητή, καθώς και να κατανοήσουν μια συνδυασμένη αναπαράσταση πολλών μεταβλητών. Εάν ένας χρήστης επιλέξει την “Learn/Configure Audio (κατανόηση/ρύθμιση ήχου)” καρτέλα που φαίνεται στην Εικόνα 3, εμφανίζονται τα δυναμικά οπτικοακουστικά στοιχεία του υπομνήματος και λειτουργούν ως βοηθήματα κατάρτισης με σκοπό την κατανόηση του ηχητικού σχεδιασμού του προγράμματος περιήγησης, μαζί τις επιλογές παραμέτρων που διατίθενται στην προεπιλεγμένη οθόνη. Για να απλοποιηθεί η συνολική οπτική απεικόνιση και να μειωθεί η διάσπαση της προσοχής (Harrower 2007), ο σχεδιασμός χωρίζει αυτά τα βοηθήματα από την προεπιλεγμένη οθόνη με την πρόθεση ότι δεν θα εμφανίζονται μόλις ένας χρήστης έχει εξοικειωθεί με τις ακουστικές παραστάσεις του προγράμματος περιήγησης. Μια τέτοια λειτουργία υπομνήματος προτείνεται εδώ ως μια προέκταση των προηγούμενων ερευνών

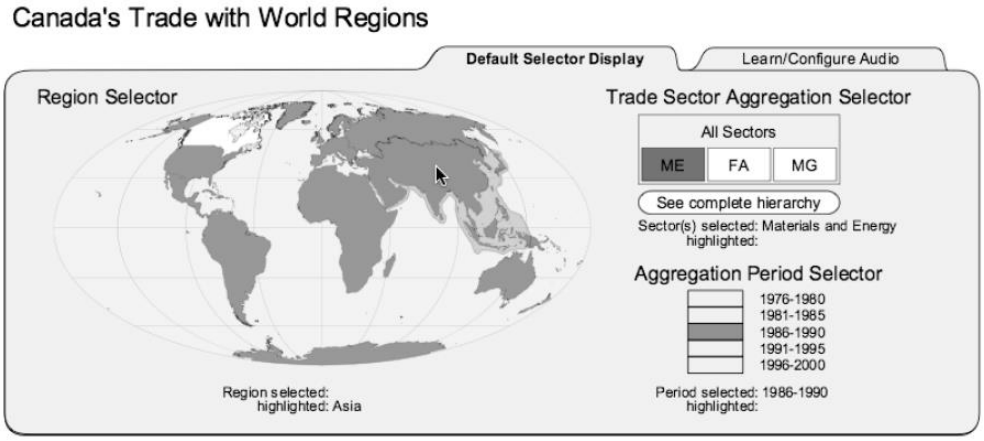
σχετικά με τα διαδραστικά υπομνήματα για χαρτογραφικές εφαρμογές (Peterson 1999) και τα δυναμικά υπομνήματα που συνοδεύουν χρονο-σειρές κινουμένων εικόνων (Kraak et al. 1997, Buziek 2000). Εδώ, το δυναμικό οπτικοακουστικό υπόμνημα πληροί δύο ρόλους:

- Όπως φαίνεται στην Εικόνα 4a, το δυναμικό υπόμνημα ενημερώνεται οπτικά, όπως ο δρομέας κινείται πάνω από τις περιοχές του χάρτη, για να διευκολύνει το χρήστη να συσχετίσει την ταυτόχρονη ακουστική αναπαράσταση με τις δύο μεταβλητές που απεικονίζονται στο χάρτη. Στο διάγραμμα, το εμπόριο της Ασίας με τον Καναδά για όλους τους τομείς των βασικών προϊόντων κατά την περίοδο 1976-1980 παρουσιάζεται ως «ισορροπημένο» με μια «μέση» αξία του συναλλάγματος σε σχέση με το συνολικό εμπόριο του Καναδά.
- Όπως φαίνεται στην Εικόνα 4b, οι συνιστώσες του δυναμικού υπομνήματος μπορεί να χρησιμοποιηθούν απευθείας για τη διαχείριση του ήχου και την απομόνωση των ήχων που συνδέονται με μια μόνο (ηχητική) μεταβλητή. Στο διάγραμμα, ο δρομέας έχει τοποθετηθεί πάνω από την “υψηλή” κατηγορία της αξίας συναλλάγματος στον υπόμνημα. Εκτός από την ενημέρωση της οπτικής απεικόνισης παρέχει μια ένδειξη ότι η ενέργεια του δρομέα έχει ανιχνευθεί, αυτό προκαλεί τους ήχους που συνδέονται με την τιμή της μεταβλητής αξίας συναλλάγματος ώστε να προσαρμοστούν κατάλληλα στην “υψηλή” ταξινόμηση. Οι ήχοι που συνδέονται με την ισορροπία της μεταβλητής εμπορίου δεν ακούγονται και, όπως φαίνεται, η οπτική απεικόνιση της ισορροπίας του εμπορίου δεν διαφοροποιείται.

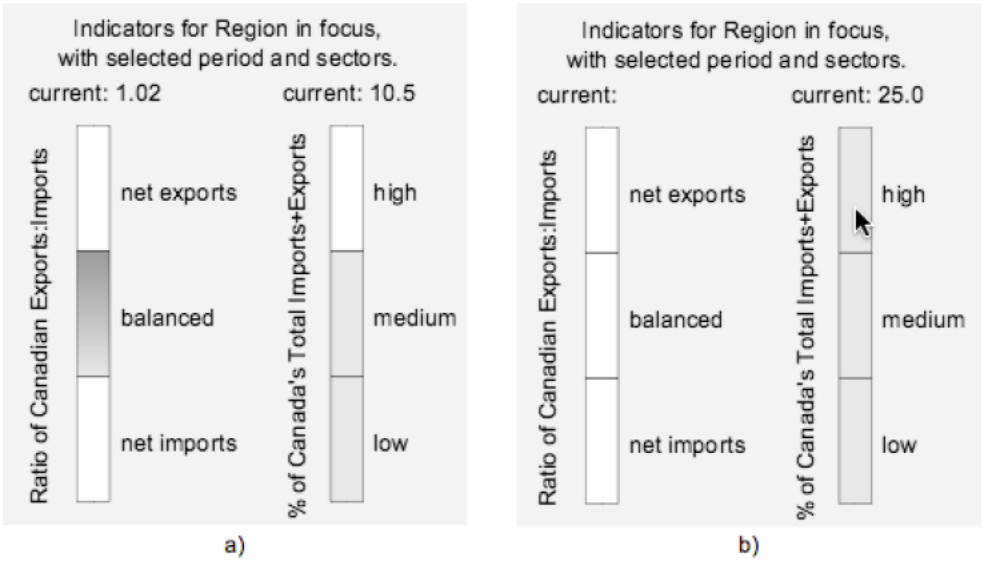
Εκτός από τα χαρακτηριστικά του ήχου που παρουσιάστηκαν, το πρόγραμμα περιήγησης επιτρέπει στον χρήστη να θέσει σε αναπαραγωγή το σύνολο των ιστογραμμάτων που εμφανίζονται, ως μια ακολουθία, χρησιμοποιώντας το ίδιο ηχητικό σχεδιασμό που χρησιμοποιείται κατά την αλληλεπίδραση με το χάρτη. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη να αντιπαραθέσει τις απόλυτες τιμές συναλλάγματος που φαίνονται στα οπτικά ιστογράμματα με τα σχετικά μέτρα των συναλλαγών που αναπαριστούνται με τη χρήση ήχου και να αντιληφθεί γεγονότα όπως για παράδειγμα η απόλυτη τιμή συναλλάγματος των εμπορικών συναλλαγών του Καναδά σε μια συγκεκριμένη περιοχή μπορεί να αυξάνεται σταθερά με το χρόνο, το εμπορικό ισοζύγιο στην εν λόγω περιοχή έχει αλλάξει ή η αξία των εμπορικών συναλλαγών του Καναδά έχει αλλάξει σε σχέση με το συνολικό εμπόριο του Καναδά. Αυτή η μέθοδος αλληλεπίδρασης ήχου και οθόνης μπορεί να οπτικοποιεί μια χρονολογική σειρά παρατηρήσεων, καθώς ο χρόνος αναπαραγωγής (η διάρκεια κάθε παρατήρησης στην ακολουθία που αναπαράγεται) αντιπροσωπεύει μία συμπίεση του φαινομενικού χρόνου (αντί για την πραγματική πενταετή περίοδο που αντιπροσωπεύεται). Μέσω της επαν-έκφρασης, οι παρατηρήσεις θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να τονίσουν άλλες πιθανές σχέσεις

μεταξύ των δεδομένων, όπως η σχέση της αξίας των συναλλαγών με διάφορες περιφέρειες για την ίδια χρονική περίοδο.

Αυτό το είδος της αλληλουχίας υπογραμμίζει το γεγονός ότι οι διασυνδεδεμένες ακουστικές αναπαραστάσεις πρέπει να διαφοροποιηθούν από την οπτικοποίηση, επειδή μια πλήρης δισδιάστατη απεικόνιση των χαρακτηριστικών δεν μπορεί να παρουσιαστεί ταυτόχρονα με την ακουστική αναπαράσταση. Αντ' αυτού, μια διαδοχική ακουστική απόδοση απαιτεί κάποιο σκεπτικό για την επιλογή χαρακτηριστικών, όπως για παράδειγμα μια γραμμική (χρονική) εξέλιξη σε ένα οπτικά χαρτογραφημένο σύνολο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Η οπτική ανατροφοδότηση, ενδεχομένως μέσω της δυναμικής ανάδειξης του χαρακτηριστικού (-ών), εκπροσωπούμενη από τον ήχο, οφείλει να διευκρινίσει τη χρονική σχέση (παρουσίαση - χρόνος). Αν και η δυναμική χαρτογράφηση με ήχο αντιπροσωπεύει χαρακτηριστικά στην παρουσίαση της χρονικής διάστασης σε σχέση «ένα-προς-ένα», δεν είναι απαραίτητο κάτι τέτοιο να ισχύει στην πραγματικότητα.



Εικόνα 3. Εμπορικές Συναλλαγές Καναδά με τον υπόλοιπο κόσμο (Brauen & Taylor, 2007)



Εικόνα 4. Δυναμικά Οπτικό-Ακουστικά Υπομνήματα: a) μεταβλητές για μια επιλεγμένη περιοχή και b) έλεγχος ήχου (Brauen & Taylor 2007)

Τα τρέχοντα έργα ήχου για το πρόγραμμα περιήγησης χρησιμοποιούν είτε μόνο μουσική που έχει παραχθεί από ένα πρόγραμμα παραγωγής ήχου ή ένα συνδυασμό μουσικής και ηχογραφημένου ήχου. Δυνατότητες ήχου που επιλέγονται από τον χρήστη και διατίθενται στη "Learn/Configure Audio (μάθε/ρύθμισε τον ήχο)" επιφάνεια, δίνουν τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε μια σειρά παραγόμενων από το μίκτη συνθέσεων και των συναφών δεδομένων ελέγχου που καθορίζουν ποιες ακουστικές παράμετροι σχετίζονται με κάθε μουσικό όργανο και πως.

Μια ανάλογη εφαρμογή με ήχο χρησιμοποιεί 16 μέρη από μια μουσική εισαγωγή για λαούτο του Johan Sebastian Bach (BWV 997), που αναπαράγονται και ρυθμίζονται σύμφωνα με την τρέχουσα θέση του κέρσορα πάνω από την επιλεγμένη περιοχή του προγράμματος περιήγησης, όπως περιγράφεται στον Πίνακα 5. Οι έλεγχοι που ορίζονται για την τεχνητή σύνθεση χρησιμοποιούν μέρη του τσέλου και της κιθάρας από κοινού για να εκφράσουν την ισορροπία της μεταβλητής του εμπορίου. Μεταφορικά, η ισορροπία στις συναλλαγές αντιπροσωπεύεται από μια ισορροπία των δύο οργάνων, ενώ οι "καθαρές εισαγωγές" και "καθαρές εξαγωγές", εκπροσωπούνται όταν ακούγεται μόνο ένα από τα δύο όργανα. Μια σύνθεση πάνω σε τύμπανα προστέθηκε για να αναπαραστήσει την τιμή της μεταβλητής ανταλλαγής, με την ένταση του τυμπάνου να αντιπροσωπεύει τον "όγκο" των εμπορικών συναλλαγών, ο οποίος μετράται από την οικονομική αξία (δυνατότερη ένταση σημαίνει μεγαλύτερη αξία).

Μερικά χαρακτηριστικά αυτής της σύνθεσης που οδήγησαν στην χρήση της ως ένα από τα σχέδια ήχου του περιηγητή είναι:

• Τα αρχικά 16 μέρη που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούνται από «συνεχόμενα» μέρη από μπάσο και μελωδικές γραμμές οι οποίες θα μπορούσαν να διαχωριστούν και να ανατίθενται σε διαφορετικά μουσικά όργανα ώστε να ελέγχονται χωριστά. Ο όρος συνεχόμενα εδώ σημαίνει ότι δεν υπήρχαν μακριές παύσεις σε οποιοδήποτε από τα μεμονωμένα μουσικά όργανα που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε παρερμηνεία από τον χρήστη του άτλαντα, για παράδειγμα , η σιωπή της κιθάρας σχετίζεται με την τρέχουσα θέση του δρομέα και δεν είναι απλώς μια παύση στο μουσικό οργανικό μέρος.

• Τα κομμάτια των δυο οργάνων που προκύπτουν από τον παραπάνω διαχωρισμό είναι εύκολο να κατανοηθούν, καθώς διαφέρουν σε πολλά ακουστικά χαρακτηριστικά όπως: το ηχόχρωμα (κάθε όργανο έχει ένα ξεχωριστό ήχο), η οκτάβα (το τσέλο ακολουθεί τη γραμμή του μπάσου, ενώ η κιθάρα παίζει σε υψηλότερη οκτάβα τη μελωδία), και το ρυθμό (η μπασο-γραμμή του τσέλου τείνει να είναι πιο «αραιή» από την μελωδία που αποδίδεται με την κιθάρα).

Το τμήμα του ηχητικού σχεδιασμού που περιγράφεται παραπάνω για την ισορροπία της μεταβλητής του εμπορίου παρουσιάζεται στην Εικόνα 5b. Οι Εικόνες 5a και 5c παρουσιάζουν πρόσθετες δυνατότητες σχεδιασμού, κάθε μία από τις οποίες έχει χρησιμοποιηθεί σε ένα τουλάχιστον από τα σχέδια επιλέξιμου ήχου περιήγησης. Τα παραδείγματα αντιπροσωπεύουν χαρτογραφημένες μεταβλητές με τη χρήση ήχου στα οποία

a) η μετατόπιση της κλίμακας χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει την αναπαραγωγή ενός μουσικού οργάνου (από συνθεσάιζερ) σε διαφορετικές οκτάβες για να αντιπροσωπεύσει τις αξίες μιας ονομαστικής μεταβλητής,

b) οι συνδυασμένες ρυθμίσεις σίγασης ενός ζεύγους οργάνων αντιπροσωπεύουν διαφορετικές καταστάσεις μιας ονομαστικής μεταβλητής (όπως περιγράφεται παραπάνω) και

c) η ένταση ενός εγγεγραμμένου ήχου (ή άλλου είδους ήχου όπως μουσική ή φωνή) αντιπροσωπεύει τις τιμές μιας μεταβλητής τάξης.

Σε σύγκριση με τη μελέτη του Krygier (1994), η οποία συνιστά τη χρήση των ήχων που έχουν σχηματιστεί από επιμέρους παραμέτρους του ήχου (πχ. ηχόχρωμα ή συχνότητα ξεχωριστά) για την κωδικοποίηση δεδομένων, οι προσεγγίσεις που παρουσιάζονται στον πίνακα 5 μπορούν να αξιοποιούν μία παράμετρο μετασχηματισμού (α: οκτάβα) ή μπορούν να χρησιμοποιούν πολλαπλές παραμέτρους (β: ηχόχρωμα, οκτάβα, διάρκεια) σε συνεργασία με τη δομή της μουσικής. Σύμφωνα με τον Levitin (2006, 73-80), πολλές από αυτές τις παραμέτρους του ήχου χρησιμοποιούνται μαζί στο γνωστικό διαχωρισμό των ήχων (πχ. προσδιορισμός των διαφόρων πηγών ήχου) και στην ομαδοποίηση των ήχων (πχ.

προσδιορισμός μιας ομάδας από νότες που δημιουργούνται από ένα όργανο). Η χρήση της μουσικής με αυτόν τον τρόπο μπορεί στη συνέχεια να την κάνει περισσότερο κατανοητή για τους χρήστες, ωστόσο μόνο αρχικές δοκιμές έχουν γίνει και καμία δεν περιλαμβάνει τη σύγκριση των διαφόρων σχεδίων ήχου μέχρι σήμερα. Με αυτό το είδος της κωδικοποίησης υπάρχει το ενδεχόμενο ο χρήστης να πρέπει να αποκρυπτογραφήσει πολλές εκδηλώσεις του ήχου για να εντοπίσει εκείνη η οποία στην πραγματικότητα σηματοδοτεί την αλλαγή μιας μεταβλητής.

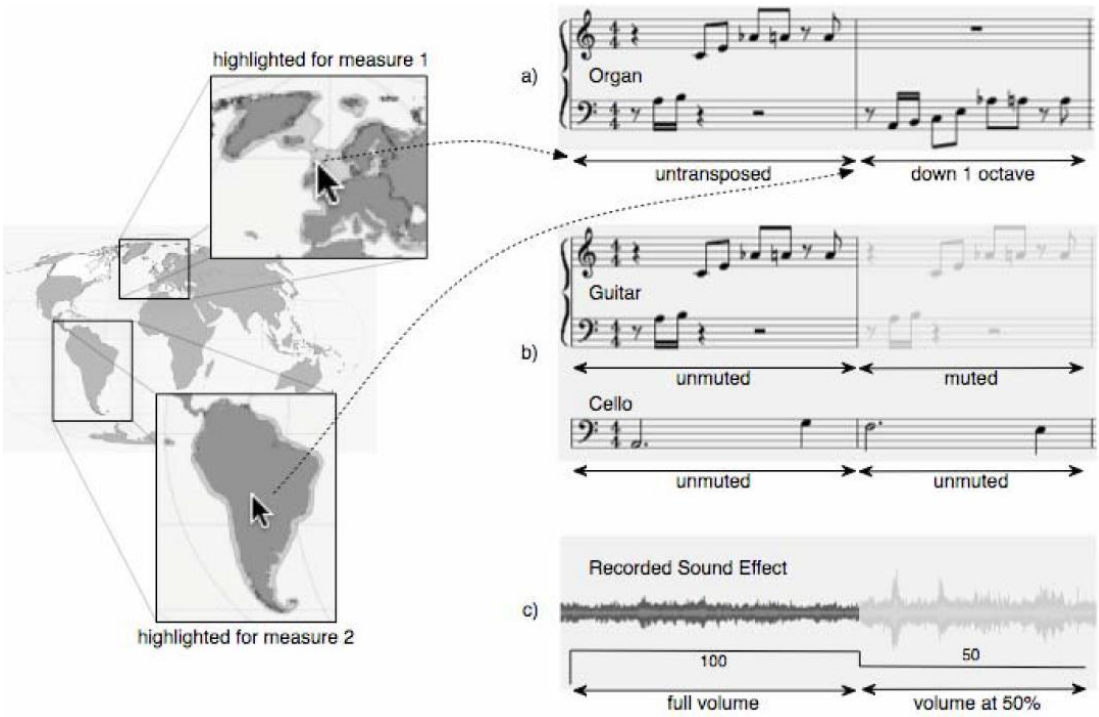
Τα διασυνδεδεμένα ηχητικά σχέδια όπως αυτά που φαίνονται στην Εικόνα 5 απαιτούν οι ήχοι να σχεδιαστούν κατά τρόπο αρθρωτό έτσι ώστε τα επιμέρους ακουστικά στοιχεία (πχ., μια συγκεκριμένη καταγραφή αφήγησης ή ένα απόσπασμα από ήχους πουλιών) να μπορούν να ξεκινήσουν, να διακοπούν ή να έχουν προσαρμοσμένους παραμέτρους αναπαραγωγής (πχ. ένταση) με βάση τις ενέργειες του χρήστη. Αυτό το είδος σχεδιασμού είναι ανάλογο με την “cast- based animation” με μεμονωμένους ήχους, φωνές, ή μουσικά όργανα που οι χρήστες μπορούν να διαχειριστούν ανεξάρτητα από άλλα στοιχεία του ήχου.

Μια από τις πολλές εναλλακτικές λύσεις που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για το διασυνδεδεμένο ήχο είναι η χρήση φωνής για να περιγράψει πληροφορίες που σχετίζονται με το χαρακτηριστικό στο οποίο ο ήχος συνδέεται. Αυτή η χρήση του ήχου είναι παρόμοια με τη χρήση της αφήγησης και γραπτού κειμένου, σε συνδυασμό με εκπαιδευτικά πολυμέσα (Mayer & Anderson 1991, 1992), που προτάθηκε από τον Monmonier (1992), και είναι μια επιλογή που αξίζει να εξεταστεί όταν η περιγραφή των απόλυτων τιμών των παραμέτρων είναι σημαντική. Παρά το γεγονός ότι αυτό το είδος της επιλογής δεν αποκλείεται, εδώ κύρια έμφαση δίδεται στη χρήση των οπτικό-ακουστικών δεσμών ως μέσο έκφρασης νοήματος και όχι στη χρήση μόνο ηχητικού περιεχομένου για τη μετάδοση νοήματος.

Αν και ορισμένες από αυτές τις τεχνικές έχουν δοκιμαστεί και έχουν αναφερθεί (πχ. μεταφορά κλίμακας (Krygier 1994), ορισμένες από τις χρήσεις του ήχου απαιτούν δοκιμές για να καταλάβουμε πόσο καλά αυτές οι εφαρμογές του ήχου ανταποκρίνονται στις προσδοκίες των χρηστών και πόσο εύκολα οι χρήστες του χάρτη μπορούν να καταλάβουν τις απεικονιζόμενες πληροφορίες. Σε γενικές γραμμές, οι χρήστες εξακολουθούν να μην περιμένουν ήχο σε ένα χάρτη και οι αντίληψη τους όταν αυτό συμβαίνει δεν είναι σαφώς κατανοητή.

Πίνακας 5. Στοιχεία ήχου (Brauen & Taylor 2007)

auditory component	purpose in trade browser
Synthesized nylon string guitar	Balance of trade variable — "on" indicates either "net imports" if heard alone or "balanced" if heard accompanied by cello.
Synthesized cello	Balance of trade variable — "on" indicates either "net exports" if heard alone or "balanced" if heard accompanied by nylon string guitar.
Synthesized drum	Value of exchange variable: volume level indicates level of trade with louder indicating that the level of trade with the highlighted region is a greater proportion of Canada's total trade.



Εικόνα 5. Δια-συνδεδεμένος ήχος - Δυνατότητες Σχεδιασμού (Brauen και Taylor, 2007)

10.5. Ηχητικός Χάρτης της Ανταρκτικής

10.5.1. Επισκόπηση

Οι Caquard et al. (2005) προσπαθώντας να μεταφέρουν έννοιες από τη θεωρία ήχου του κινηματογράφου στο χάρτη, σχεδίασαν έναν κυβερνοχαρτογραφικό Άτλαντα της Ανταρκτικής ο οποίος έχει ως στόχο να παρέχει στους χρήστες του, κυρίως μαθητές γυμνασίου, σχετικές πληροφορίες για την Ανταρκτική σύμφωνα με τις αρχές της κυβερνοχαρτογραφίας (Taylor 2003). Ο ηχητικός αυτός χάρτης, συνδυάζει ήχο με κινούμενες εικόνες και διαδραστικότητα ώστε να παρέχει στο χρήστη μια διαφορετική εμπειρία στην πλοήγηση και την κατανόηση των διαφόρων σταδίων εξερεύνησης της Ανταρκτικής.

10.5.2. Ηχητικός σχεδιασμός

Στο χάρτη αυτό χρησιμοποιούνται τρία στοιχεία του ήχου: η φωνητική αφήγηση, τα μιμητικά ηχητικά εφέ και η μουσική για διαφορετικό σκοπό το κάθε ένα.

Φωνητική αφήγηση

Η φωνητική αφήγηση χρησιμοποιείται αρχικά για να «απεικονίσει» την κατάρριψη του μύθου του «νησιού της Ουτοπίας» που επικρατούσε για αρκετούς αιώνες για την Ανταρκτική. Η Ανταρκτική ήταν η τελευταία ήπειρος που εξερευνήθηκε. Όταν οι πρώτοι θαλασσοπόροι, όπως ο Βαρθολομαίος Ντιάζ ή ο Φερδινάνδος Μαγγελάνος έπλευσαν προς το Νότο, η προσδοκία τους ήταν να ανακαλύψουν τη θρυλική Μεγάλη Νότια Γη. Για κάποιους Έλληνες, όπως ο φιλόσοφος Πομπόνιος Μελάς η Μεγάλη Νότια Γη δεν περιείχε τίποτα άλλο εκτός από πάγο. Αλλά για κάποιους άλλους, όπως η περιγραφή του γεωγράφου Κλαύδιου Πτολεμαίου, η Νότια Γη ήταν εύφορη και κατοικούνταν. Αυτή η ιδέα ότι η Μεγάλη Νότια Γη είναι ένα νησί της Ουτοπίας επικράτησε για αιώνες.

Ακολουθώντας την πορεία του Μαγγελάνου, ο Drake και το πλήρωμά του ανακάλυψαν ότι το Tierra del Fuego στο νότιο τμήμα της Νότιας Αμερικής ήταν ένα νησί, και ότι η άκρη με την νότια ήπειρο πρέπει να βρίσκεται ακόμη νοτιότερα. Ο Abel Tasman Janszoon περιέπλευσε την ήπειρο της Αυστραλίας χωρίς ποτέ να δει την Ανταρκτική. Ίσως η κύρια ανακάλυψη έγινε από τον James Cook και το πλήρωμά του που πέτυχαν το πρώτο περίπλου της Ανταρκτικής μετά από ένα ταξίδι 3 ετών. Η ελπίδα για το μύθο της εύφορης μεγάλης νότια Ηπείρου κατέρρευσε!

Η Εικόνα 6 απεικονίζει το νησί της Ουτοπίας όπως σχεδιάστηκε από τον Sir Thomas More το 1518 και τον διαδραστικό ηχητικό χάρτη του Caqouard. Το χρονοδιάγραμμα εξερεύνησης της Ανταρκτικής μπορεί να αναπαραχθεί ως μια σειρά κινουμένων σχεδίων ή να μελετηθεί διαδραστικά. Σε κάθε λειτουργία, η Νήσος Ουτοπία μικραίνει κάθε φορά που οι εξερευνητές φτάνουν πιο κοντά στην Ανταρκτική και τελικά εξαφανίζεται εντελώς το 1997, όταν η αποστολή χαρτογράφησης της Ανταρκτικής RADARSAT παρέχει εικόνες υψηλής ανάλυσης ολόκληρης της νότιας ηπείρου.

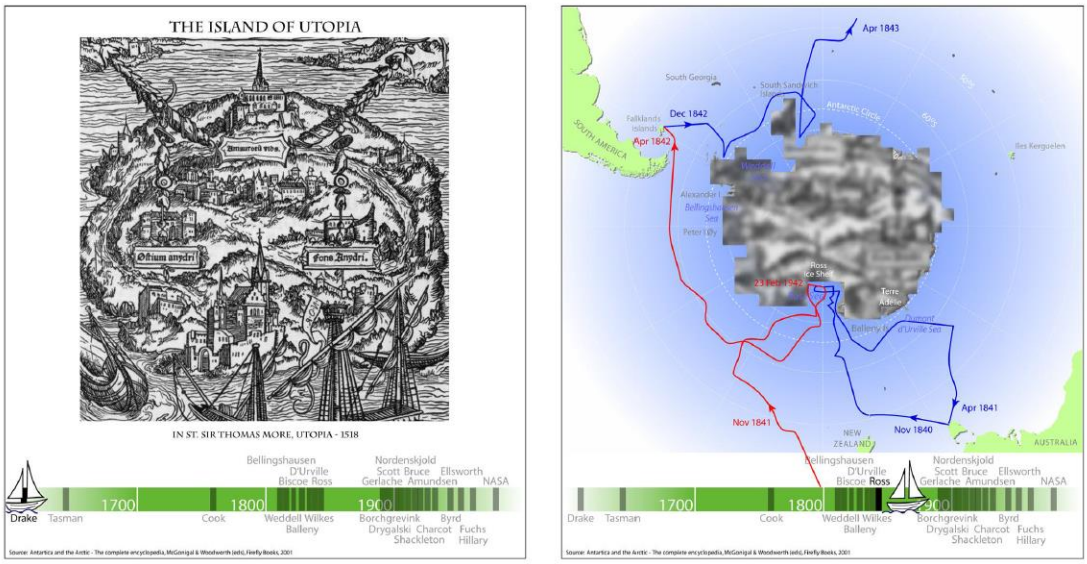


Figure 1: The "Island of Utopia" gets smaller each time explorers get closer to Antarctica

Εικόνα 6. Το νησί της "Ουτοπίας" μικραίνει όσο οι ερευνητές πλησιάζουν (Caquard et. al., 2005)

Στο πλαίσιο αυτού του χάρτη η εικόνα του "Νησιού της Ουτοπίας" αυξάνει την οπτική επιβάρυνση η οποία μπορεί να μειωθεί με τη χρήση φωνητικής αφήγησης (Flower & Hauer 1995). Η προσέγγιση που χρησιμοποιείται στο συγκεκριμένο χάρτη είναι αφηγηματική, δηλαδή οποία η ομιλία εξηγεί την εικόνα (Monmonier & Gluk 1994), με την προσθήκη συμπληρωματικών πληροφοριών στην οπτική απεικόνιση. Ενώ "Το νησί της Ουτοπίας" συρρικνώνεται με τις διαδοχικές εξερευνήσεις με τεχνική κινούμενων εικόνων, μια "φωνή του θεού" εξηγεί κάποια σημεία της έρευνας και τη συμβολή τους στην ανακάλυψη της Ανταρκτικής.

Μια δεύτερη φωνή έχει χρησιμοποιηθεί σε αυτόν τον χάρτη με ένα πολύ διαφορετικό σκοπό: να βοηθήσει το χρήστη να διαχωρίσει το χάρτη από τη πραγματικότητα με τη μεταφορά της προοπτικής του χαρτογράφου. Ο Ross (2003, 11) επισημαίνει, ο «καλύτερος τρόπος για να διαβάσεις ένα χάρτη είναι να μάθεις ότι μπορείς για τον χαρτογράφο, και να καταλάβεις τι πραγματικά προσπαθεί να δείξει. Μόνο τότε θα είσαι πραγματικά έτοιμος να βρεις τον δικό σου τρόπο». Στο χάρτη αυτό, στη συνέχεια, μια δεύτερη φωνή χρησιμοποιείται για να παρουσιάσει μια προσωπική προοπτική, για να περάσουμε δηλαδή από μια ενημερωτική αφήγηση σε μια προσωπική περιγραφή, από ένα τρίτο πρόσωπο σε ένα πρώτο πρόσωπο. Η δεύτερη φωνή είναι μια γυναικεία φωνή που ενισχύει τη διάκριση μεταξύ των δύο ειδών μηνυμάτων που μεταφέρονται από αυτές τις δύο φωνές:

- Φωνή-του-Θεού: Από τους αρχαίους Έλληνες έως το ταξίδι του Cook, ο μύθος της μεγάλης νότιας νήσου κατέρρεε όσο κάθε εξερευνητής πήγαινε πιο κοντά στο Νότιο Πόλο (…)

- Γυναικεία φωνή: Σε κάθε περίπτωση, αυτή είναι η ιδέα που προσπαθώ να μεταφέρω με αυτό το χάρτη. Δεδομένου ότι αυτές οι διάφορες ιστορίες τονίζουν, την ίδια τη φύση αυτού του χάρτη που είναι προσωπική και υποκειμενική (…)

Ο χάρτης δεν είναι πλέον μια ουδέτερη και αντικειμενική αναπαράσταση της πραγματικότητας, στην οποία η αφήγηση προσθέτει ορισμένα στοιχεία. Γίνεται μια αφήγηση σε πρώτο πρόσωπο που ενσωματώνει τις επιλογές, τις αμφιβολίες και την προσωπική συμμετοχή του χαρτογράφου. Η κατασκευασμένη διάσταση του χάρτη αναγνωρίζεται εδώ μέσα από την αφήγηση. Όπως επισημαίνει ο Théberge (2005), «Η ανθρώπινη φωνή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαμορφώσει και να ενσωματώσει τη γνώση, η αναγνώριση του κοινωνικού παράγοντα μπορεί να διευκρινίσει την προέλευση των πληροφοριών, καθώς και η πρόσβαση σε πολλαπλές φωνές μπορεί να φωτίσει όχι μόνο διαφορετικές πτυχές, αλλά και κοινωνικά, πολιτιστικά και πολιτικά διακυβεύματα που είναι σιωπηρά, όταν οι έννοιες της γεωγραφίας, όπως το έδαφος, η ταυτότητα, η οικονομία και το έθνος-κράτος επικρατούν» (Théberge 2005, 9).

Μιμητικά ηχητικά εφέ

Τα μιμητικά ηχητικά εφέ έχουν ενσωματωθεί στο χάρτη για να παρέχουν στο χρήστη μια καλύτερη αίσθηση των τριών κύριων φάσεων της εξερεύνησης της Ανταρκτικής: θαλάσσια, χερσαία και εναέρια. Ενώ η θαλάσσια εξερεύνηση της Ανταρκτικής ξεκίνησε το 16ο αιώνα, η επίγεια εξερεύνηση άρχισε στην πραγματικότητα στο γύρισμα του εικοστού αιώνα, και η εναέρια εξερεύνηση ξεκίνησε το 1929 με το πέταγμα πάνω από το Νότιο Πόλο του Bird και του πληρώματος του. Οι ιστορικές περίοδοι του χρόνου που σχετίζονται με αυτές τις διαφορετικές φάσεις της εξερεύνησης αποτυπώνονται με μιμητικά ηχητικά εφέ. Ο χρήστης μπορεί να ελέγξει την κινούμενη εικόνα επιλέγοντας να ακούσει ηχητικά εφέ, και όχι τις φωνές. Όπως οι εκτός οθόνης δείκτες, τα ηχητικά εφέ ορίζουν έναν ήχο για κάθε φάση της εξερεύνησης που ο χρήστης βιώνει: η θαλάσσια εξερεύνηση καθορίζεται από τους ήχους των κυμάτων και των τρίξιμο των ξύλων του πλοίου, η χερσαία εξερεύνηση καθορίζεται από τον ήχο του ανέμου και τον ήχο των βημάτων λόγω του χιονιού, καθώς και η εναέρια εξερεύνηση καθορίζεται από τον ήχο ενός κινητήρα αεροπλάνου. Για να διευκολυνθεί η ερμηνεία των ήχων αυτών, ο καθένας απεικονίζεται με κινούμενα σχέδια όπως ένα πλοίο, μερικά βήματα ποδιών ή ένα αεροπλάνο. Αυτά τα μιμητικά ηχητικά εφέ τονίζουν τη μακρά διάρκεια της θαλάσσιας εξερεύνησης της Ανταρκτικής σε σύγκριση με τις πιο πρόσφατες επίγειες και εναέριες εξερευνήσεις. Την ίδια στιγμή επεκτείνουν την οπτική εμπειρία, και ενισχύουν και εμβαθύνουν τον οπτικό χώρο του χάρτη.

Μουσική

Ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε δύο διαφορετικές αφηγήσεις που σχετίζονται με την εξερεύνηση της Ανταρκτικής. Κάνοντας κλικ απευθείας στο χρονοδιάγραμμα κάτω από τον χάρτη, παρουσιάζονται διαδραστικά πληροφορίες σχετικά με τον κάθε εξερευνητή, με τη μορφή κειμένου, εικόνων ή μουσικής. Ο πρωταρχικός στόχος της μουσικής σε αυτό το πλαίσιο είναι να ενισχύσει την αίσθηση του χρόνου που είναι θεμελιώδους σημασίας για τους ιστορικούς χάρτες. Η μουσική μπορεί να συνδέεται στενά με τις χρονικές περιόδους, έτσι ώστε προσεκτικά επιλεγμένα κομμάτια, που συνδέονται με διάφορα γεγονότα στο χρονοδιάγραμμα, μπορεί να προσθέσουν ως εκ τούτου αυτή τη διάσταση στο χάρτη. Για παράδειγμα, ο ήχος ενός κουαρτέτου εγχόρδων του Μότσαρτ, που συνδέεται με την εξερεύνηση του Cook το 1773, διαφοροποιείται με μεγάλη σαφήνεια από ένα κομμάτι jazz που συνδέεται με την εξερεύνηση των Fuchs και Hillary το 1958.

Η μουσική μπορεί επίσης να μεταδώσει την αίσθηση της παγκοσμιότητας. Οι εξερευνήσεις της Ανταρκτικής συνδέονται άμεσα με άλλα γεγονότα όπως είναι οι πόλεμοι, οι αλλαγές στην οικονομική δομή, και τα πολιτιστικά κινήματα που λαμβάνουν χώρα στον υπόλοιπο κόσμο την ίδια στιγμή. Η ενοποίηση μουσικών στοιχείων μπορεί να θεωρηθεί ως ένας τρόπος για να απεικονιστεί αυτό το παγκόσμιο πλαίσιο. Αυτό θα μπορούσε επίσης να βοηθήσει τους χρήστες, και συγκεκριμένα τους μαθητές γυμνασίου, να συνδέσουν τη μουσική με τις χρονικές περιόδους, όπως ο Μότσαρτ και το τέλος του 18ου αιώνα. Τέλος, όπως τονίστηκε προηγουμένως, εκτός από τις παιδαγωγικές χρήσεις της, η μουσική ενισχύει επίσης τη δραματική λειτουργία του χάρτη, την περαιτέρω προώθηση της συναισθηματικής εμπλοκής και της ευχαρίστησης του χρήστη (Caquard et al. 2005).

11. Διαδραστικός ηχητικός χάρτης θορύβου Βέροιας

11.1. Εισαγωγή

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας δημιουργήθηκε ένας ηχητικός διαδραστικός χάρτης θορύβου για την πόλη της Βέροιας. Στόχος αυτής της εφαρμογής είναι η ανάδειξη της χρησιμότητας του ήχου σε χαρτογραφικές εφαρμογές καθώς και η ανάπτυξη ενός διαδραστικού χαρτογραφικού περιβάλλοντος το οποίο θα δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να επιλέξει την κατάλληλη γι΄ αυτόν παρουσίαση των δεδομένων. Ως θέμα του χάρτη επιλέχθηκε η ηχορύπανση επειδή είναι ένα ηχητικό φαινόμενο και η ηχητική του απόδοση θα είναι οικία σε έναν μη εξοικειωμένο -με την ανάγνωση ηχητικών χαρτών- χρήστη. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι ο ήχος δεν μπορεί να αναπαραστήσει μη ηχητικά φαινόμενα όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια. Επιπλέον ο θόρυβος αποδόθηκε και οπτικά με την ένταση του χρώματος. Αυτό παρέχει τη δυνατότητα

μιας οπτικό-ακουστικής ανάγνωσης των δεδομένων αλλά επίσης και την δυνατότητα αξιολόγησης της χρήσης του ήχου ή της ταυτόχρονης χρήσης ήχου και όρασης σε σχέση με μια συνηθισμένη οπτική απεικόνιση.

11.2. Δεδομένα

11.2.1. Πηγή

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του χάρτη προέρχονται από το παρατηρητήριο θορύβου του δήμου Βέροιας και αφορούν την πόλη της Βέροιας. Συγκεκριμένα είναι μετρήσεις db (decibel) που πραγματοποιήθηκαν σε 120 σημεία της πόλης την περίοδο 2003-2004 στα πλαίσια του έργου αντιμετώπισης θορύβου του Δήμου Βέροιας. Το υπόβαθρο που χρησιμοποιήθηκε προέρχεται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.).

11.2.2. Επεξεργασία δεδομένων

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε σε περιβάλλον Quantum GIS (ελεύθερο λογισμικό ανοιχτού κώδικα). Αρχικά έγινε γεωαναφορά των 120 σημείων και δημιουργήθηκε πίνακας (attribute table) με τις τιμές θορύβου του καθενός σε dB (Εικόνα 7). Στη συνέχεια έγινε παρεμβολή για να μεταδοθεί η ηχητική πληροφορία σε όλο το χάρτη. Η παρεμβολή των σημείων έγινε με τη μέθοδο της αντίστροφης σταθμισμένης απόστασης (Inverse Distance Weighting – IDW). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ευρύτατα σε πολλές εφαρμογές χωρικής μοντελοποίησης, ακόμα και στην ανάλυση κλιματικών δεδομένων. Πρόκειται για μια αιτιοκρατική (deterministic), τοπική (local) και ακριβής (exact) μέθοδο παρεμβολής κατά την οποία η τιμή της παραμέτρου σε ένα σημείο προκύπτει από τον σταθμισμένο μέσο όρο των τιμών των γειτονικών σημείων.

Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη μέθοδο η διαφορά στις τιμές που έχουν τα χωρικά δεδομένα, εξαρτάται αποκλειστικά από την μεταξύ τους απόσταση και μπορεί να υπολογιστεί σύμφωνα με τις σχέσεις (1) και (2).

$$\hat{Z}(x_0) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i \cdot Z(x_i) \qquad (1)$$

$$\lambda_i = \frac{1/d_i^p}{\sum_{i=1}^{N} 1/d_i^p} \qquad (2)$$

Όπου: $Z(x_0)$: η εκτιμώμενη τιμή σε μία συγκεκριμένη θέση 0 στον χώρο,

$Z(x_i)$: η παρατηρούμενη τιμή στη θέση i,

d_i : η απόσταση μεταξύ των σημείων 0 και i,

N : το συνολικό πλήθος των σημείων που λαμβάνονται υπόψη στην χωρική παρεμβολή του σημείου 0

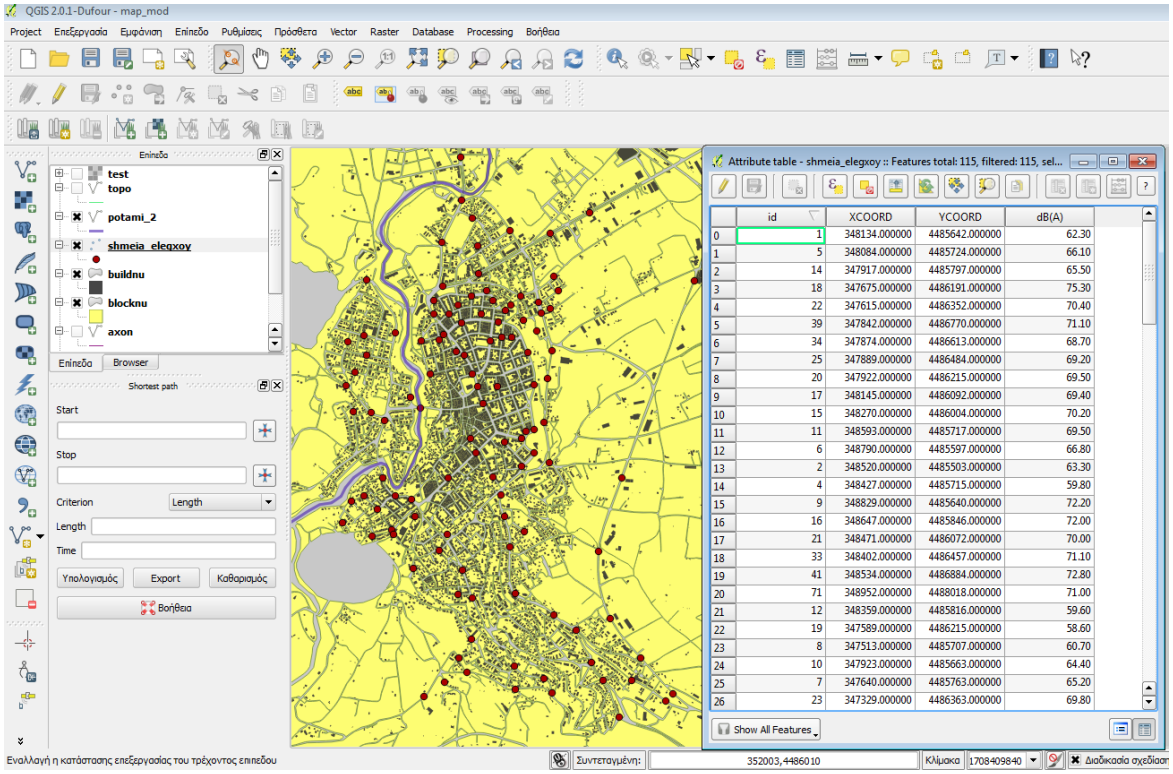
p : συντελεστής βαρύτητας που καθορίζει την επιρροή των σημείων στη χωρική παρεμβολή (συνήθως p = 2)

Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ακριβής εκτιμητής, επιτρέπει την ανισοτροπία και χρησιμοποιείται ευρύτατα για την χωρικοποίηση κλιματικών και μετεωρολογικών παραμέτρων. Ένα από τα βασικά μειονεκτήματα της μεθόδου, είναι ότι δεν έχει κάποια μέτρα αβεβαιότητας, παρ' όλα αυτά είναι πολύ εύκολο να γίνει η επαλήθευση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας την τεχνική της διασταυρούμενης επαλήθευσης (crossvalidation).

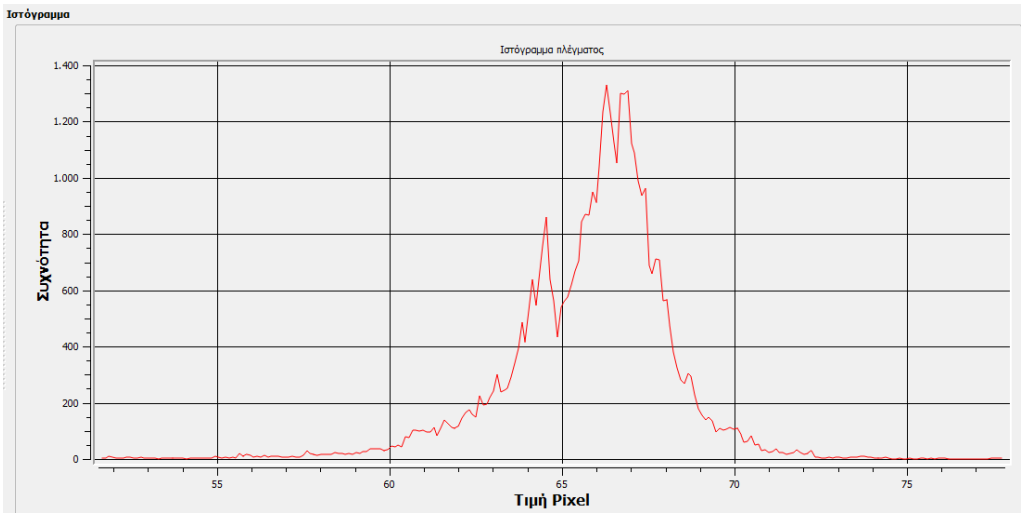
Ο συντελεστής βαρύτητας ορίστηκε 2 ενώ το μέγεθος του pixel ορίστηκε δύο μέτρα. Η περιοχή μελέτης στην οποία είχαμε μετρήσεις ορίζεται από τις γεωγραφικές συντεταγμένες Xmin=346800 έως Xmax=349000 και Ymin=4485400 έως Ymax=4488800 στο ΕΓΣΑ ΄87.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα σημεία δεν ήταν κατανεμημένα ομοιόμορφα στην περιοχή δηλαδή δεν είχαν παντού την ίδια πυκνότητα και κατά συνέπεια δεν έχουμε την ίδια αβεβαιότητα σε όλη την περιοχή μελέτης.

Με την παρεμβολή δημιουργήθηκε ένα οπτικό επίπεδο θορύβου το οποίο ορίζει περιοχές με συγκεκριμένο εύρος τιμών θορύβου πάνω στο χάρτη. Οι κλάσεις επιλέχθηκαν σύμφωνα με το ιστόγραμμα (Εικόνα 8) και ακολουθούν περίπου την κανονική κατανομή. Συγκεκριμένα η πρώτη κλάση περιλαμβάνει δεδομένα με τιμή μικρότερη των 64 decibel, η δεύτερη από 64 έως 66, η τρίτη από 66 έως 68 και η τέταρτη από 68 και πάνω. Με τον παραπάνω τρόπο δημιουργείται το οπτικό επίπεδο του χάρτη του οποίο φαίνεται στην Εικόνα 9 με διαφάνεια 50%.



Εικόνα 7. Σημεία ελέγχου & Πίνακας χαρακτηριστικών σε περιβάλλον Qgis



Εικόνα 8. Ιστόγραμμα

Εικόνα 9. Παρεμβολή με τη μέθοδο της αντίστροφης σταθμισμένης απόστασης

11.3. Δημιουργία χάρτη

11.3.1. Υπόβαθρο

Από το λογισμικό Qgis έγινε εξαγωγή πέντε εικόνων της περιοχής, σε καθεμιά από τις οποίες το οπτικό επίπεδο θορύβου έχει διαφορετική διαφάνεια (transparency). Συγκεκριμένα λήφθηκαν εικόνες με διαφάνεια από 100% έως 0% με βήμα 25%. Όπως θα δούμε παρακάτω αυτό γίνεται διότι στον τελικό χάρτη θέλουμε ο χρήστης να έχει την δυνατότητα επιλογής της όρασης ή μη του οπτικού επιπέδου θορύβου καθώς και του βαθμού όρασης του οπτικού επιπέδου. Δηλαδή με την επιλογή 100% διαφάνειας του οπτικού επιπέδου ο χρήστης θα βλέπει μόνο το υπόβαθρο ενώ με κάθε μια από τις άλλες επιλογές (75%, 50%, 25% & 0%) θα βλέπει το οπτικό επίπεδο με την ανάλογη διαφάνεια.

11.3.2. Ψηφιοποίηση περιοχών

Στη συνέχεια, σε περιβάλλον Gimp (ελεύθερο λογισμικό επεξεργασίας αρχείων τύπου raster) έγινε ψηφιοποίηση των περιοχών (πολυγώνων) που είχαν δημιουργηθεί στα προηγούμενα στάδια. Αυτό έγινε στο συγκεκριμένο πρόγραμμα διότι μας δίνει τις συντεταγμένες των πολυγώνων σε μορφή κώδικα με αρχή το

πάνω αριστερό άκρο της εικόνας, ώστε να μπορούμε να τις εισάγουμε σε ένα αρχείο html και να χρησιμοποιηθούν στη δημιουργία μιας σελίδας (Πίνακας 6). Επίσης το πρόγραμμα Gimp μας δίνει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης λειτουργιών JavaScript στον κώδικα. Το εργαλείο αυτό δεν χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εφαρμογή όπου οι λειτουργίες της JavaScript ενσωματώθηκαν στον κώδικα μετά την δημιουργία των πολυγώνων στο πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου Notepad.

Πίνακας 6. Πολύγωνο με συντεταγμένες πάνω στην εικόνα

```
<area shape="poly" coords="53,0,60,20,79,57,96,85,103,101,116,137,129,156,
133,162,132,179,136,189,148,194,161,197,167,194,163,191,156,192,151,188,150,
183,152,177,158,174,164,176,167,182,165,190,167,193,172,187,172,177,170,169,
166,163,166,155,172,147,164,139,159,142,152,140,148,140,143,134,141,125,144,
114,150,111,159,109,167,114,169,119,172,127,171,132,169,137,166,139,173,146,
177,135,177,125,177,115,175,109,175,99,180,92,187,88,191,85,191,82,180,86,170,
86,166,84,161,76,154,62,153,49,142,31,139,18,138,0" alt="66 - 68 dB"  title="66-68 dB">
```

11.3.3. Ήχος

Οι ήχοι που ενσωματώθηκαν στο χάρτη δημιουργήθηκαν στο πρόγραμμα παραγωγής ήχου Ignite το οποίο αποτελεί ένα συνηθισμένο λογισμικό για σύνθεση, αναπαραγωγή, και εγγραφή ήχου στον υπολογιστή. Στη συνέχεια έγινε επεξεργασία των ήχων στο πρόγραμμα ηχογράφησης Audacity (ελεύθερο λογισμικό) με σκοπό την εξομάλυνση τους. Στο πρόγραμμα αυτό απαλείφτηκαν τυχόν ανωμαλίες και ρυθμίστηκε ο χρόνος αναπαραγωγής (20 sec). Ως μεταβλητές αφηρημένου ήχου επιλέχθηκαν μετά από δοκιμές οι παρακάτω τρεις:

- Ένταση

  Δημιουργήθηκαν τέσσερις διαφορετικοί ήχοι με διαφορά 5 dB μεταξύ τους. Η διαφορά των 5 dB επιλέχθηκε μετά από δοκιμές πάνω στο χάρτη. Η μεταβολή της έντασης του ήχου είναι άμεσα αντιληπτή από τον καθένα, και υποδηλώνει ποσοτική διαφοροποίηση. Επίσης συνδέεται άμεσα με το θόρυβο καθώς η ένταση είναι το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα του θορύβου (μαζί με τη χροιά, δηλαδή το είδος του θορύβου) και μετριέται σε dB.

- Ύψος

  Στη συγκεκριμένη μεταβλητή έγινε χρήση μιας νότας και άλλαξε η οκτάβα στην οποία βρίσκεται. Δηλαδή η συχνότητα (Hz) του ήχου διπλασιαζόταν κάθε φορά ώστε να έχουμε την μεταβολή μιας Οκτάβας (C1=32,70 Hz - C2=65,41 Hz - C3=130,81 Hz – C4=261,63 Hz). Αυτό δίνει την αίσθηση σταδιακής αύξησης του φαινομένου και αποδίδει πολύ καλά την ποσοτική διαφοροποίηση. Επίσης οι υψηλότερες συχνότητες είναι περισσότερο ενοχλητικές από τις χαμηλές και κατά μια έννοια αυτό ταυτίζεται με την ένταση του θορύβου που όσο μεγαλώνει, το φαινόμενο γίνεται πιο ενοχλητικό.

- Τονικότητα

  Εδώ μεταβλήθηκε επίσης η συχνότητα του ήχου αλλά με διαφορετικό βήμα. Δηλαδή έχουμε την διαφοροποίηση μέσα στα πλαίσια μιας μείζονος (ματζόρε) κλίμακας (C_2=65,41 Hz – E_2=82,41 Hz – G_2=98,00 Hz – C_3=130,81 Hz). Η διαφοροποίηση αυτή κρίθηκε κατάλληλη για την απόδοση ποσοτικών διαφοροποιήσεων. Η σταδιακή αύξηση του τόνου στα πλαίσια μιας πολύ οικείας μουσικής κλίμακας ταυτίζεται με την αύξηση της έντασης του θορύβου.

Ο τελικός χάρτης δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να επιλέξει με ποια από τις τρεις αυτές “ακουστικές” μεταβλητές θα παρουσιαστεί το φαινόμενο στο χάρτη. Ο λόγος για τον οποίο δημιουργήθηκαν τρείς διαφορετικές ομάδες ήχων για να αποδώσουν την ηχορύπανση είναι πειραματικός, δηλαδή για να δούμε πώς λειτουργεί ή κάθε μεταβλητή από αυτές τις τρείς στην απόδοση ποσοτικών δεδομένων. Σκοπός είναι να κρίνουμε την αποτελεσματικότητα της κάθε μεταβλητής τόσο για το συγκεκριμένο φαινόμενο όσο και για άλλες ποσοτικές διαφοροποιήσεις.

Ακόμα, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα επιλογής της εμφάνισης του οπτικού επιπέδου του θορύβου καθώς και της διαφάνειας του επιπέδου αυτού, γεγονός το οποίο μας επιτρέπει να δούμε σε ποιο βαθμό μια ηχητική απεικόνιση χρειάζεται και οπτική βοήθεια για να γίνει καλύτερα αντιληπτή.

11.3.4. Κώδικας

Η σύνθεση του χάρτη έγινε με τη δημιουργία μιας ιστοσελίδας με χρήση της γλώσσας σήμανσης html και της γλώσσας σεναρίων JavaScript. Μέσω της html έγινε ο σχεδιασμός και η μορφοποίηση του χάρτη ενώ μέσω της JavaScript δημιουργήθηκε η αλληλεπίδραση μεταξύ των κινήσεων του κέρσορα και της αντίδρασης τους χάρτη στις κινήσεις αυτές. Ενδεικτικά στις παρακάτω εικόνες φαίνονται οι βασικότερες λειτουργίες της JavaScript που χρησιμοποιήθηκαν. Στον Πίνακα 7 απεικονίζονται οι λειτουργίες PlaySound και StopSound οι οποίες είναι υπεύθυνες για την αναπαραγωγή και παύση του ήχου ενώ στον Πίνακα 8 φαίνεται η λειτουργία highlight η οποία ορίζει τον τονισμό των πολυγώνων όπως θα δούμε παρακάτω. Σημαντικό ρόλο κατέχουν επίσης τα χαρακτηριστικά “Usemap” και “Class” (Πίνακας 9). Το usemap δημιουργεί τη σχέση μεταξύ πολυγώνων (areas) και εικόνας ενώ το class ομαδοποιεί τα πολύγωνα ώστε να έχουν κοινά χαρακτηριστικά.

Πίνακας 7. Αναπαραγωγή ήχου

```
function PlaySound(soundobj) {
    var thissound=document.getElementById(soundobj);
    thissound.play();
}

function StopSound(soundobj) {
    var thissound=document.getElementById(soundobj);
    thissound.pause();
    thissound.currentTime = 0;
}
</script><!--αναπαραγωγή και παύση ήχου-->
```

Πίνακας 8. Τονισμός (highlight) πολυγώνων

```
    <script type="text/javascript" src="F:%5Cdiplwmatikh%5Csound_map%5C.jquery"
    ></script> <!-- συνάρτηση Highlight -->
    <script type="text/javascript">$(function() {
        $('.map').maphilight();
        $('#squidheadlink').mouseover(function(e) {
            $('#squidhead').mouseover();
        }).mouseout(function(e) {
            $('#squidhead').mouseout();
        }).click(function(e) { e.preventDefault(); });
    });</script> <!-- λειτουργία Highlight -->
```

Πίνακας 9. Χαρακτηριστικά Usemap και Class

```
<img style="width: 500px; height: 773px;" alt="" src="FINAL_MAP/image_G/image_100.jpg" class="map" usemap="#map"><br>
```

Η JavaScript επιτρέπει τη σύνδεση του οπτικού χάρτη με τους ήχους και την ενεργοποίηση τους με την κίνηση του κέρσορα. Το κάθε πολύγωνο συνδέεται με το αρχείο του ήχου που αντιστοιχεί στην τιμή της έντασης του θορύβου στην συγκεκριμένη περιοχή. Επίσης έχουμε ορίσει την τοποθεσία των αρχείων ήχου στον κώδικα (Πίνακας 10). Έπειτα δίνουμε την εντολή όταν ο κέρσορας περάσει πάνω από μια ορισμένη με συντεταγμένες στην εικόνα περιοχή, να αναπαράγει το αρχείο ήχου που αντιπροσωπεύει την τιμή του φαινομένου (onmouseover= “playsound(‘a’)”). Επίσης δίνεται και η αντίστοιχη εντολή για να σταματήσει ο ήχος όταν κέρσορας βγει από τη συγκεκριμένη περιοχή (Πίνακας 11).

Πίνακας 10. Αρχεία ήχου

```
<audio id="a" src="
file:///F:%5Cdiplwmatikh%5Csound_map%5CFINAL_MAP%5Csound%5Cloudness%5Cmp3%5Cloud_4.mp3">

<audio id="b" src="
file:///F:%5Cdiplwmatikh%5Csound_map%5CFINAL_MAP%5Csound%5Cloudness%5Cmp3%5Cloud_3.mp3">



<audio id="d" src="
file:///F:%5Cdiplwmatikh%5Csound_map%5CFINAL_MAP%5Csound%5Cloudness%5Cmp3%5Cloud_1.mp3">

<audio id="c" src="
file:///F:%5Cdiplwmatikh%5Csound_map%5CFINAL_MAP%5Csound%5Cloudness%5Cmp3%5Cloud_2.mp3">
```

Πίνακας 11. Πολύγωνο με τις εντολές αναπαραγωγής και παύσης ήχου

```
<area shape="poly" coords=
"499,692,490,681,485,677,472,667,459,651,447,641,429,634,412,633,410,632,408,612,39
5,596,382,592,368,595,358,606,352,613,337,610,324,604,309,597,298,599,291,607,290,6
11,290,616,294,626,300,631,311,634,321,646,331,650,341,648,350,640,356,632,360,630,
369,635,378,640,390,639,399,639,403,639,404,643,402,651,399,660,399,673,401,682,402
,688,399,694,398,703,402,710,409,714,429,713,439,721,447,722,455,724,460,730,459,73
9,462,748,477,752,492,746,499,738" alt="&gt; 68 dB" target="30" href="30A"
onmouseover="PlaySound('a')" onmouseout="StopSound('a')" data-maphilight=
"{&quot;stroke&quot;:false,&quot;fillColor&quot;:&quot;0000ff&quot;,&quot;fillOpaci
ty&quot;:0.2}" title="&gt; 68 dB">
```

Με την πλοήγηση του κέρσορα πάνω από κάθε πολύγωνο δίνεται και η εντολή της σκίασης του συγκεκριμένου πολυγώνου ως οπτική βοήθεια στον χρήστη. Έτσι, καθώς ο χρήστης πλοηγείται στον χάρτη, όταν βρίσκεται πάνω από μια περιοχή και ακούει το επίπεδο του θορύβου θα βλέπει τα όρια του συγκεκριμένου πολυγώνου πάνω στο χάρτη. Αυτό γίνεται μόνο στο επίπεδο όπου η διαφάνεια του οπτικού επιπέδου είναι 100% και δεν έχουμε δηλαδή σταθερό οπτικό υπόβαθρο. Στις άλλες απεικονίσεις όπου υπάρχει το οπτικό υπόβαθρο δεν χρησιμοποιήθηκε η συγκεκριμένη εντολή για την αποφυγή οπτικής υπερφόρτωσης.

11.3.5. Υπόμνημα

Το υπόμνημα του χάρτη σχεδιάστηκε με την ίδια μεθοδολογία. Το υπόμνημα κρίνεται αναγκαίο στην ανάγνωση του χάρτη καθώς επιτρέπει στο χρήστη να συσχετίσει την ένταση του θορύβου με τον ήχο που την εκπροσωπεί στο χάρτη. Παρόλα αυτά επειδή ο αναγνώστης θα πρέπει να ανατρέχει στο υπόμνημα κάθε φορά που θέλει να συσχετίσει τον ήχο που ακούει με την τιμή των decibel του θορύβου, προστέθηκε στον κώδικα το χαρακτηριστικό “title” υπεύθυνο για την εμφάνιση κειμένου το οποίο αναγράφει τα decibel όταν ο κέρσορας παραμείνει ακίνητος πάνω από ένα πολύγωνο.

11.3.6. Σύνθεση

Η μορφοποίηση του τελικού χάρτη έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος kompoZer το οποίο είναι ένα ελεύθερο λογισμικό ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία και επεξεργασία ιστοσελίδων. Στο περιβάλλον αυτό σχεδιάστηκε ο τελικός χάρτης και ενώθηκαν τα επιμέρους στοιχεία όπως το κύριο μέρος του χάρτη, το υπόμνημα και οι υπόλοιπες απαιτούμενες πληροφορίες. Επίσης στο περιβάλλον αυτό δημιουργήθηκε η επιλογή της διαφάνειας του οπτικού επιπέδου θορύβου από το χρήστη. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν πέντε διαφορετικές σελίδες, μια για κάθε επίπεδο διαφάνειας. Στη συνέχεια αυτές οι πέντε σελίδες σχεδιάστηκαν για τις τρεις μεταβλητές του ήχου. Καταλήξαμε δηλαδή σε ένα σύνολο 15 σελίδων για να δημιουργηθούν όλοι οι συνδυασμοί μεταξύ των τριών μεταβλητών του ήχου και των πέντε διαφορετικών επιπέδων διαφάνειας. Έπειτα από την κάθε σελίδα δημιουργήθηκαν σύνδεσμοι (links) έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να μεταφερθεί από κάθε σελίδα σε όλες τις υπόλοιπες. Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι η εφαρμογή παρουσιάζεται επιτυχώς στο πρόγραμμα περιήγησης Google Chrome και σε ανάλυση εικόνας 1440x900. Σε άλλα προγράμματα περιήγησης και με διαφορετική ανάλυση εικόνας ενδέχεται να παρουσιαστούν προβλήματα.

12. Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία αναλύθηκε η χρησιμότητα του ήχου σε έναν σύγχρονο διαδραστικό χάρτη. Στην εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε εφαρμόστηκε μια μέθοδος ενσωμάτωσης του ήχου ως διαδραστική συνιστώσα σε χάρτη του διαδικτύου, ωστόσο υπάρχουν πολλοί τρόποι επίτευξης αυτού του στόχου με την χρήση ευρέως διαθέσιμων γλωσσών προγραμματισμού και σχεδίασης ιστοσελίδων. Η δημιουργία ενός σύγχρονου διαδραστικού οπτικό-ακουστικού χάρτη είναι πλέον εφικτή και υλοποιήσιμη. Επίσης αν λάβουμε υπ΄όψιν ότι η ανάγνωση των περισσότερων χαρτών σήμερα γίνεται σε περιβάλλον ηλεκτρονικού υπολογιστή και μέσω του διαδικτύου η δημιουργία παρόμοιων χαρτογραφικών προϊόντων είναι ένα ζήτημα που πρέπει να εξεταστεί σε βάθος.

Από τη συγκεκριμένη εφαρμογή μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι μεταβολές στην ένταση και τη συχνότητα του ήχου μπορούν είτε από μόνες τους, είτε σε συνδυασμό με οπτικές μεταβλητές, να αποδώσουν ποσοτικές διαφοροποιήσεις δεδομένων με επιτυχία. Όσον αφορά την αναπαράσταση ηχητικών φαινομένων στο χώρο, όπως η ηχορύπανση, βλέπουμε ότι ο ήχος μπορεί κάλλιστα να ενσωματωθεί στην χαρτογραφική απόδοση τους, προσθέτοντας παράλληλα έναν βιωματικό χαρακτήρα. Κατά συνέπεια η παρούσα εφαρμογή αποτελεί μια πρόταση στη δημιουργία χαρτών θορύβου.

Ωστόσο από τις τρείς ηχητικές μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν η ένταση κρίνεται η πλέον κατάλληλη για την απόδοση του εν λόγω φαινομένου. Αυτό

συμβαίνει τόσο λόγο του παραλληλισμού της έντασης του θορύβου με την ένταση του ήχου στο χάρτη, αλλά και λόγω της ικανότητας της έντασης του ήχου ως μεταβλητή, να αναπαριστά δεδομένα σε κλίμακα διαστήματος. Επίσης το ύψος, δηλαδή η μεταβολή της συχνότητας κατά μια οκτάβα, κρίνεται κατάλληλη μεταβλητή για την απόδοση δεδομένων σε κλίμακα διαστήματος ενώ η τονικότητα ίσως να είναι καταλληλότερη για την απόδοση δεδομένων σε κλίμακα τάξης. Υπάρχουν πολλοί τύποι του ήχου και πολλοί τρόποι με τους οποίους αυτοί οι τύποι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συστατικά των διαδραστικών χαρτών.

Γενικότερα η εξερεύνηση του ήχου ως μέθοδος απεικόνισης γεωγραφικών δεδομένων είναι σημαντική για πολλούς λόγους. Είναι απαραίτητο να διερευνήσουμε τους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να επωφεληθούμε πλήρως από τις ανθρώπινες αντιληπτικές και γνωστικές ικανότητες σε σχέδια οπτικοποίησης. Η αίσθηση της ακοής, η οποία μέχρι πρόσφατα ήταν παραγνωρισμένη ως μέσο παρουσίασης δεδομένων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει το εύρος των δεδομένων που συμπεριλαμβάνονται σε ένα χαρτογραφικό σχέδιο. Για παράδειγμα, στην παρούσα εφαρμογή ενώ ο ήχος αντιπροσωπεύει το επίπεδο της ηχορύπανσης το οπτικό επίπεδο θα μπορούσε να αναπαριστά την ατμοσφαιρική ρύπανση ώστε να δούμε πως σχετίζονται τα δυο φαινόμενα στο χώρο. Ο ήχος θα μπορούσε να είναι ένα πολύτιμο συμπλήρωμα σε μια οπτική δυναμική χαρτογράφηση ενώ παράλληλα αποτελεί μια βιώσιμη εναλλακτική λύση στην αυξημένη οπτική πολυπλοκότητα. Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε ότι οι ιδέες και τα φαινόμενα που οι χαρτογράφοι επιθυμούν να παρουσιάσουν δεν αναπαριστώνται πάντα με τον καλύτερο τρόπο από στατικές, δισδιάστατες οπτικές απεικονίσεις.

Ο ήχος, επίσης προσφέρει έναν τρόπο για την αναπαράσταση πληροφοριών για τους χρήστες οι οποίοι έχουν προβλήματα όρασης. Ακόμα προσφέρει έναν τρόπο επέκτασης των περιορισμένων δυνατοτήτων για την γραφική αναπαράσταση δεδομένων με πολλές μεταβλητές. Ο ήχος, με άλλα λόγια, μας προσφέρει περισσότερες επιλογές για την αναπαράσταση ιδεών και φαινομένων και, συνεπώς, περισσότερους τρόπους για να εξερευνήσουμε να κατανοήσουμε και να απεικονίσουμε τον κόσμο μας.

Τέλος, η εισαγωγή του ήχου στη δημιουργία ενός χάρτη επηρεάζει την αντίληψη του χρήστη και μπορεί να προκαλέσει ερμηνεία διαφορετική από την επιθυμητή. Το γεγονός αυτό καθιστά απαραίτητη την έρευνα σχετικά με την κατανόηση και τις προσδοκίες των χρηστών της συνδυασμένης οπτικοακουστικής χαρτογραφίας. Σημαντικές προκλήσεις για τους χαρτογράφους στο μέλλον είναι η διεξαγωγή πειραμάτων με πολλούς χρήστες με σκοπό την κατανόηση του τρόπου ερμηνείας οπτικό-ακουστικών χαρτογραφικών έργων καθώς και η δημιουργία εργαλείων για την απλούστευση της δημιουργίας ανάλογων έργων.

Βιβλιογραφία

Altman, R. 1995. "*The Sound of Sound*", *Cineaste* 21(1-2): 68-71.

Andrews, S., and D. Tilton. 1993, "*How Multimedia and Hypermedia are Changing the Look of Maps*" Proceedings: Auto-Carto 11, Minneapolis. pp. 348-366.

Andrienko, N., Andrienko G. and Gatalsky P. 2005, "Impact of Data and Task Characteristics on Design of Spatio-Temporal Data Visualization Tools". In Dykes J., Macheachren, A. M., and Kraak, M.-J., eds., "Exploring Geovisualization", chap. 10, pp. 201–222. Amsterdam: Elsevier.

Asche H. and Hermann C. M. 1994, "Designing Interactive Maps for Planning and Education". In Macheachren and Taylor, chap. 12, pp. 215–242

Attali J. 1985, "*Noise: The Political Economy of Music"* University of Minnesota Press.

Βαλούκος Στ., 2003, "*Ιστορία του Κινηματογράφου*", Γ΄Έκδοση, Αθήνα

Barthes R. 1977, "*Image – Music – Text*", trans. S. Heath. New York: Hill & Wang.

Begault D. 1990, "The Composition of Auditory Space: Recent Developments in Headphone Music," Leonardo, Vol. 23 (1), pp. 45-52.

Blacking J. 1973, "*How Musical is Man".* University of Washington Press, Seattle, U.S.A.

Blattner M., D. Sumikawa, and R. Greenberg 1989, "Earcons and Icons: Their Structure and Common Design Principles". Human-Computer Interaction, Vol. 4(4), pp. 11-44.

Blauert J. 1983, "Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization", MIT, Cambridge.

Bly S. 1982a, "Sound and Computer Information Presentation", Unpublished PhD, University of California – Davis.

Brauen G. 2006, "*Designing Interactive Sound Maps Using Scalable Vector Graphics*", Department of Geography, Carleton University, Ottawa. Cartographica, vol. 41, no. 1, pp. 59–71.

Brauen G. & Taylor D. R. F. 2007, "*Linked audio representation in Cybercartography: Guidance from animated and interactive cartography for using sound*" Department of Geography, Carleton University, Ottawa, Geomatica, vol. 61, no. 2, pp. 127–136.

Brauen G. & Taylor D. R. F. 2007, "*A Cybercartographic Framework for Audible Mapping*", Canadian National Commission of the International Cartographic Association National Report on Cartography, *Geomatica* 61:2, 19-27.

Bridgett, R. 2002, "Off Screen Sound in Interactive Media".

Buxton W., 1990, "*Using our Ears: An Introduction to the Use of Nonspeech Audio Cues*" In: Farrell, E., (ed.), op cit., pp. 124-127.

Cambell C. S. and Egbert S. L. 1990 "*Animated Cartography: Thirty Years of Scratching the Surface*". Cartographica, vol. 27, no. 2, pp. 24–46.

Caquard, S., G. Brauen, and B. Wright. 2005, ''*Exploring Sound Design in Cybercartography*.'' Paper read at the 22nd International Cartographic Conference, 9–16 July, A Coruna, Spain.

Carille S. 1996, "*Auditory Space*". In CARLILE, S., ed., "Virtual Auditory Space: Generation and Applications", Neuroscience Intelligence Unit, chap. 1–2, pp. ix–xiv, 1–25. Austin, Texas: R. G. Landes Company, ISBN 0-412-10481-4.

Cartwright, W. & M. P. Peterson, G. Gartner (Eds.), 1999, "*Multimedia Cartography*", Berlin, New York, Springer.

Cartwright, W. & M. P. Peterson, G. Gartner, "Multimedia Cartography" 2007

Coburn C. A. and Smith A. W. 2005, "*Musical Landscapes Using Satellite Data*". In Spark Festival of Electronic Music and Art. 3rd Annual Conference. University of Minnesota, Minneapolis, MN.

Cooley, M. 1998, ''*Sound & Image in Computer-Based Design: Learning from Sound in the Arts.*'' Paper read at International Conference on Acoustic Display (ICAD '98), 1–4 November, Glasgow, UK.

Chion, M. 1994, "*Audio-Vision: Sound on Screen*" Columbia University Press, New York.

Chion, M. 1992. *Le son au cinema*. Paris: Etoile.

Chion, M. 1994, "*Audio-Vision: Sound on Screen*". New York: Columbia University Press.

Crampton J. W. 2002, "*Interactivity Types in Geographic Visualization*". Cartography and Geographic Information Systems, vol. 29, no. 2, pp. 85–98.

Dibiase, D., Maceachren, A. M., Krygier, J. B., and Reeves, C. "*Animation and the Role of Map Design in Scientific Visualization*" Cartography and Geographic Information Systems, vol. 19, no. 4, pp. 201–214, 1992.

Dorling D. 1992, "Stretching Space and Splicing Time: From Cartographic Animation to Interactive Visualization". Cartography and Geographic Information Systems, vol. 19, no. 4, pp. 215–227, 267–270.

Dransch, D. 1995, "*Temporale und Nontemporale Computer-Animation in der Kartographie*". Ph.D. thesis, Freie Universität Berlin, Berlin, 1995

Eddy B. G. and Taytor D. R. F. "*Applying a Cybercartographic Human Interface (CHI) Model to Create a Cybercartographic Atlas of Canada's Trade with the World*". In TAYLOR (2005b), chap. 22, pp. 517–540.

Fisher, P.F. 1994, ''*Hearing the Reliability in Classified Remotely Sensed Images.*'' Cartography and Geographic Information Systems 21: 31–36.

Flowers, J.H., and T.A. Hauer. 1995, ‘‘*Musical versus Visual Graphs: Cross-Modal Equivalence in Perception of Time Series Data*’’ Human Factors 37: 553–69.

Flowers J. H., Buhman D. C., and Turnage K. D. 1996, “*Data Sonification from the Desktop: Should Sound be part of Standard Data Analysis Software?*” In Frysinger S. P. and Kremer G. eds., The Proceedings of the Third International Conference on Auditory Display 1996 (ICAD’96), pp. 467–472.

Flowers J. H., Buhman D. C., and Turnage K. D. 1997, “*Cross-modal Equivalence of Visual and Auditory Scatterplots for Exploring Bivariate Data Samples*”, Human Factors, vol. 39, no. 3, pp. 341–351, September.

Flowers, J.H., L.E. Whitwer, D.C. Grafel, and C.A. Kotan. 2001, ‘‘*Sonification of Daily Weather Records: Issues of Perception, Attention and Memory in Design Choices*’’ In Proceedings of the 2001 International Conference on Auditory Display. Espoo, Finland: International Community for Auditory Display. 222–26.

Gaver, W.W., R.B. Smith, and T. O’Shea. 1991, ‘‘*Effective Sounds in Complex Systems: The Arkola Simulation*’’ In Proceedings of CHI’91, ed. S. Robertson, G. Olson, and J. Olson. New Orleans: ACM Press, Addison-Wesley. 85–90.

Gould, P., J. Kabel, W. Gorr, and A. Golub. (1991) “*AIDS: Predicting the Next Map*”. Interfaces Vol. 21(3), pp. 80-92.

Hansen, M.C., E. Charp, S. Lodha, D. Meads, and A. Pang. 1999, ‘‘*Promuse: A System for Multi-Media Data Presentation of Protein Structural Alignments*’’ In Pacific Symposium on Biocomputing 4 (Mauna Loa, Hawaii) Singapore: World Scientific Press. 380–91.

Harrower, M. 2003, “*Tips for Designing Effective Animated Maps*”. Cartographic Perspectives, vol. 44, pp. 63–65.

Harrower, M. 2003, “*The Cognitive Limits of Animated Maps*”. Cartographica, vol. 42, no. 4, pp. 349–357, Winter 2007.

Heller R. S. and Martin C. D. 1995, “*A Media Taxonomy*”. IEEE Multimedia, vol. 2, no. 4, pp. 36–45.

Kraak, M.-J. and Van de Vlag, D. E. “*Understanding Spatiotemporal Patterns: Visual Ordering of Space and Time*” Cartographica, vol. 42, no. 2, pp. 153–161, 2007.

Kraak M.-J. and Klomp A. 1995, “A Classification of Cartographic Animations: Towards a Tool for the Design of Dynamic Maps in a GIS Environment”. In Ormeling F., Kobben, B., and Gomez R. P., eds., Proceedings of the Seminar on Teaching Animated Cartography, pp. 29–37. International Cartographic Association, August 30 – September 1.

Kraak M.-J., Edsall, R., and Maceachren A. M. 1997, “*Cartographic Animation and Legends for Temporal Maps: Exploration and/or Interaction*”. In Proceedsing of the 18th ICA/ACI International Conference, pp. 263–260. International Cartographic Association.

Kraak, M-J. and A. Brown (Eds). 2001, "*Web Cartography",* New York.

Kramer, G. and S. Ellison. (1992) "Audification: The Use of Sound to Display Multivariate Data," Unpublished manuscript.

Kramer G. 1994a, ''*An Introduction to Auditory Display*'' In Auditory Display: Sonification, Audification, and Auditory Interfaces, ed. G. Kramer. Reading, MA: Addison-Wesley. 1–77.

Krygier, J.B. (1993) "*Sound and Cartographic Design*" Manuscript Videotape, Deasy Geographics Lab, Penn State University, University Park, PA.

Krygier, J.B. 1994, "*Sound and Geographic Visualization*", In Maceachren and Taylor, chap. 8, pp. 149–166.

Krygier, J.B. 1996, "*Geography and Cartographic Design*". In WOOD, C. H. and KELLER, C. P., eds., "*Cartographic Design: Theoretical and Practical Perspectives*", chap. 3, pp. 19–33. Chichester; New York: John Wiley & Sons, 1996.

Krygier J. B., Reeves C., Dibiase D., and Cupp J. 1997, "*Design, Implementation, and Evaluation of Multimedia Resources for Geography and Earth Science Education*". Journal of Geography in Higher Education, vol. 21, no. 1, pp. 17–39.

Krygier J.B. 1994, ''*Sound and Geographic Visualization*'' In Visualization in Modern Cartography, ed. A.M. MacEachren and D.R.F. Taylor. New York: Pergamon. 149–66.

Kulyaga S., Chandler P., and Sweller J. 2004, "*When Redundant On-Screen Text in Multimedia Technical Instruction can Interfere with Learning*". Human Factors, vol. 46, no. 3, pp. 567–581, Fall 2004.

Levitin D. J. 2006, "*This is Your Brain on Music: The Science of a Human Obsession*". New York: Dutton.

Lunney, D. 1983, "*A Microcomputer-based Laboratory Aid for Visually Impaired Students*", IEEE Micro, Vol 3 (4), pp. 19-31.

Lunney, D. and R. Morrison. 1981, "*High Technology Laboratory Aids for Visually Handicapped Chemistry Students*", Journal of Chemical Education, Vol. 8 (3), pp. 228-231.

Lunney, D. and R. Morrison. 1990, "*Auditory Presentation of Experimental Data*". In: Farrell, E., (ed.), op cit., pp. 140-146.

Mansur, D., M. Blattner, and K. Joy. 1985 "*Sound Graphs: A Numerical Data Analysis Method for the Blind*" Journal of Medical Systems, Vol. 9 (3), pp. 163-174. Mezrich, J., S. Frysinger, and R. Slivjanovski. 1984 "*Dynamic Representation of Multivariate Time Series Data*" Journal of the American Statistical Association, Vol. 79 (385), pp. 34-40.

Mayer R. E. and Anderson R. B. 1991. "Animations Need Narrations: An Experimental Test of a Dual-Coding Hypothesis". Journal of Educational Psychology, vol. 83, no. 4, pp. 484–490.

Mayer R. E. and Anderson R. B. 1992. "*The Instructive Animation: Helping Students Build Connections Between Words and Pictures in Multimedia Learning*". Journal of Educational Psychology, vol. 84, no. 4, pp. 444–452.

Meijer, P.B.L. 1992. ''*An Experimental System for Auditory Image Representation*''. IEEE Transactions on Biomedical Engineering 39: 112–21.

Moellering, H. 1980 "*The Real-time Animation of Three-Dimensional Maps*". The American Cartographer, vol. 7, pp. 67–75, 1980.

Monmonier M. 1989, "*Geographic Brushing: Enhancing Exploratory Analysis of the Scatterplot Matrix*", Geographical Analysis, vol. 21, no. 1, pp. 81–84, January.

Monmonier M. 1990, "*Strategies for the Visualization of Time-Series Data*", Cartographica, vol. 27, no. 1, pp. 30–45, 1990.

Monmonier M. 1992, "*Authoring Graphic Scripts: Experiences and Principles*", Cartography and Geographic Information Systems, vol. 19, no. 4, pp. 247–260, 272, 1992.

Monmonier, M. and M. Gluck. (1993) "Focus Groups for Design Improvement in Dynamic Cartography," Cartography and Geographical Information Systems, vol. 21, no. 1. pp. 37-47.

Monmonier M. 1994, "*Graphic Narratives for Analyzing Environmental Risks*", In Maceachen and Taylor, chap. 11, pp. 201–213.

Monmonier, M.S. and M. Gluck. 1994, "*Focus groups for design improvements in dynamic cartography*", *Cartography and Geographical Information Systems*. 21(1): 37- 47.

Mouafo, D. and A. Müller. 2002, "*Web-Based Multimedia Cartography Applied to the Historical Evolution of Iqaluit*", Nunavut.. Proceedings of the Joint International Symposium on *Geospatial Theory, Processing, and Applications*, Ottawa, Ontario, July 9-12, 2002.

Murch W., 2005, ''*Dense Clarity – Clear Density*'', The Transom Review 5/1.

Neumann, A. 2002, "*Vienna: Social Patterns and Structures*" Vienna.

Neumann, A., and A.M. Winter. 2003, ''*Webmapping with Scalable Vector Graphics (SVG): Delivering the Promise of High-Quality and Interactive Web Maps*'' In Maps and the Internet, ed. M.P. Peterson. Oxford: Elsevier Science. 197–220.

Nichols B., 1983, "The Voice of Documentary", *Film Quarterly* 36 (3).

O'Connor, R. 1991, "*Workers in Close Quarters May Not Be Ready for Noisy Computers*" Centre Daily Times, Monday, March 18, State College, PA, p. 9E.

Persson D., Gartner G., and Buchroithner M. "*Towards a Typology of Interactivity Functions for Visual Map Exploration*". In Stefanakis et al. (2006), chap. 15, pp. 275–292.

Peterson M. P. 1995, "*Interactive and Animated Cartography*", Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Peterson M. P. 2003, "*Maps and the Internet*". Oxford: Elsevier Science.

Pollack, I. and L. Ficks. (1954) "*Information of Elementary Multidimensional Auditory Displays*" Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 6, pp. 155-158.

Porteous, J. and J. Mastin. (1985) "*SoundScape*", Journal of Architectural Planning Research, Vol. 2, pp. 169-186

Pulsifer P., A. Parush, G. Lindgaard, and D.R.F. Taylor. 2006, "*The Development of the Cybercartographic Atlas of Antarctica*".. In *Cybercartography: Theory and Practice* edited by D.R.F. Taylor. Amsterdam: Elsevier Science.

Richardson, K. 2000, ''*Intertextuality and the Discursive Construction of Knowledge: The Case of Economic Understanding*'' In "*Intertextuality and the Media: From Genre to Everyday Life*", ed. U.H. Meinhof and J. Smith. Manchester, UK: Manchester University Press. 76–97.

Risset, J. and D. Wessel. 1982, "*Exploration of Timbre by Analysis and Synthesis*", In: Deutsch D., (ed.), op cit.

Rodaway, P. 1994, "*Sensuous Geographies: Body, Sense and Place*" London: Routledge.

Ross, V. 2003, "*The road to there: mapmakers and their stories"*. Toronto: Tundra Books

Sanchez J., Jorquera L., Munoz, E. and Valenzuela E. 2001 "*VirtualAurea: Perception Through Spatialized Sound*". In Proceedings of the 4th International Conference on Disability.

Schafer, R.M. 1977, "*The Tuning of the World"* New York.

Schafer R.M. 1994. "*The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World".* Rochester, VT:Destiny Books

Shilling, R.D., and B. Shinn-Cunningham. 2002. ''*Virtual Auditory Displays*''. In Handbook of "Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications", ed. K.M. Stanney. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. 65–92.

Slocum, T., W. Roberson, and S. Egbert. 1990, "*Traditional versus Sequenced Choropleth Maps: An Experimental Investigation*", Cartographica, Vol. 27 (1), pp. 67-88.

Smith, S., R. Bergeron, and G. Grinstein. 1990, "*Stereophonic and Surface Sound Generation for Exploratory Data Analysis*" Proceedings of the Association for Computing Machinery Special Interest Group on Computer Human Interfaces, pp. 125-32.

Taylor, D. R. F., 2005b, "*Cybercartography: Theory and Practice*", Amsterdam: Elsevier Science.

Theberge, P. 2005. ''*Sound Maps: Music and Sound in Cybercartography*'' In Cybercartography: Theory and Practice, ed. D.R.F. Taylor. Amsterdam: Elsevier. 389–410.

Theofanos, M.F., and J. Redish. 2003. ''*Guidelines for Accessible and Usable Web Sites: Observing Users Who Work with Screen Readers*'' Interactions 10/6: 38–51.

Thrower, N. J. W. 1959, “Animated Cartography”. The Professional Geographer, vol. 11, no. 6, pp. 9–12.

Trbovich, P.L., G. Lindgaard and R.F. Dillon. 2008. “Cybercartography: A Multimodal Approach”. In “*Cybercartography: Theory and Practice”* edited by D.R.F. Taylor. Amsterdam: Elsevier Science.

Truax, B. 2001, “*Acoustic Communication*” Westport, CT: Greenwood Publishing.

Tversky B., Morrison J. B., and Betrancourt M. 2002, “Animation: Can it Facilitate?” International Journal of Human-Computer Studies, vol. 57, pp. 247–262.

Vasconcellos, R. and B. Tsuji. 2006, “Interactive Mapping for People Who Are Blind or Visually Impaired”. In *Cybercartography: “Theory and Practice* edited by D.R.F. Taylor. Amsterdam: Elsevier Science.

Vetere F. and Howard S. 2000, “*Prior Knowledge and Redundant Multimedia*”. IEEE International Conference on Multimedia and Expo 2000, vol. 2, pp. 605–608.

Vuillermoz É. 1949*, “Histoire de la musique*. *Les Grandes études historiques”*, Fayard, Paris.

Weber, C. 1993a, “*Sonic Enhancement of Map Information: Experiments Using Harmonic Interval*”. Unpublished PhD dissertation, State University of New York at Buffalo, Department of Geography.

Weber, C. and M. Yuan. 1993, “*A Statistical Analysis of Various Adjectives Predicting Consonance/Dissonance and Intertonal Distance in Harmonic Intervals*” Technical Papers: ACSM/ASPRS Annual Meeting, New Orleans, Vol. 1, pp. 391-400.

Wenzel, E., F. Wightman, and S. Foster. 1988a, “*Development of a Three-Dimensional Auditory Display System*” SIGCHI Bulletin, Vol. 20 (2), pp. 52-57.

Wenzel, E., F. Wightman, and S. Foster. 1988b, “*A Virtual Display System for Conveying Three-Dimensional Acoustic Information*”, Prceedings of the Human Factors Society, Vol. 32, pp. 86-90.

Wenzel, E., S. Fisher, P. Stone, and S. Foster. 1990, “*A System for Three-Dimensional Acoustic `Visualization’ in a Virtual Environment Workstation*”. Visualization `90: First IEEE Conference on Visualization, IEEE Computer Society Press, Washington, pp. 329-337

Williams, M., S. Smith, and G. Pecelli. 1990, “*Computer-Human Interface Issues in the Design of an Intelligent Workstation for Scientific Visualization*”, SIGCHI Bulletin, Vol. 21(4), pp. 44-49.

Yeung, E. (1980) “Pattern Recognition by Audio Representation of Multivariate Analytical Data,” Analytical Chemistry, Vol. 52 (7), pp. 1120-1123.

Zaslavsky, I. 2003, ‘‘*Online Cartography with XML*’’ In Maps and the Internet, ed. M.P. Peterson. Oxford: Elsevier Science. 171–96.

Σύνδεσμοι

http://carto.survey.ntua.gr/theses/sound_map/ (Ηχητικός χάρτης θορύβου Βέροιας)

http://gcrc.carleton.ca/cne/proof_of_concepts/elect2004/JavaVersion/feo_applet.html

http://makingmaps.net/2008/03/25/making-maps-with-sound/

http://www.veria.gr/paratiritirio/NOISE-OBSERVATORY-ObservatoryEL.html