

## **Η μη χρονική χαρτογραφική κίνηση και η αστική (μεγάλη) κλίμακα έργων**

**Γεώργιος Σιδηρόπουλος**

*Χωροτάκτης, Δρ. Γεωγράφος,*

*Προϊστάμενος Εργαστηρίου Γεωγραφικής Ανάλυσης, Χαρτογραφίας και GIS,  
Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού.*

*geos@fhw.gr*

**Βασίλης Παππάς**

*Επίκουρος Καθηγητής, Πολυτεχνική Σχολή*

*Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών,  
Εργαστήριο Πολεοδομικού και Χωροταξικού Σχεδιασμού,*

*vrappas@upatras.gr*

### **Περίληψη**

*Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει επηρεάσει σημαντικά τη χαρτογραφία και έχει εδραιώσει επιστημονικό διάλογο αναφορικά με τις νέες δυνατότητες, την μορφή και τις προοπτικές της. Η χαρτογραφική αναπαράσταση σε τρεις διαστάσεις έχει ένα βασικό χαρακτηριστικό: την προσομοίωση του χώρου με όσο τον δυνατόν “φυσικά” χαρακτηριστικά για την καλύτερη κατανόηση και αντίληψή του. Ένα από τα κυριότερα προβλήματα, που αναδεικνύεται στα εικονικά περιβάλλοντα, αναφέρεται στη χρήση της χαρτογραφικής κλίμακας σε συνδυασμό με την μελέτη και ανάλυση του χώρου αναφοράς. Αν και στην “παραδοσιακή” χαρτογραφία η σχέση της γεωγραφικής ανάλυσης και των χαρτογραφικών εργαλείων είναι αυστηρά προσδιορισμένη, στην εικονική χαρτογραφία οι κανόνες της οπτικής κατανόησης και μέτρησης του χώρου ορίζονται από μία αυθαίρετη κίνηση της θέασης, η οποία υπαγορεύει τη “φυσική” όραση και συνεπώς την αντίληψη του συγκεκριμένου χώρου. Σε στενή σχέση με την χαρτογραφική κίνηση είναι και η χαρτογραφική οπτικοποίηση του χρόνου και των σχετικών τεχνικών: χρονικός διαμοιρασμός, δημιουργία χρονικών πλαισίων, συγχρονισμός, ταχύτητα, μοτίβα κίνησης, κλπ. Η παρούσα εργασία περιγράφει, μέσα από συγκεκριμένα παραδείγματα που εστιάζονται στην αστική (μεγάλη) κλίμακα, μεθοδολογικές και τεχνικές προσεγγίσεις ανάπτυξης εικονικής χαρτογραφίας και τα παρελκόμενα προβλήματα καθορισμού της έννοιας του χρόνου και της κλίμακας σ’ αυτήν.*

**Λέξεις κλειδιά:** *Χαρτογραφική κίνηση, Χρόνος, Χαρτογραφική οπτικοποίηση, Εικονική Πραγματικότητα, Χαρτογραφική κλίμακα.*

Ιανουάριος 2003



## 1. Εισαγωγή

Η χαρτογραφία υπόκειται την τελευταία δεκαετία σε σοβαρές αλλαγές. Οι αλλαγές αυτές επηρεάζονται από τις νέες επιστημονικές και κοινωνικές αναζητήσεις, παράλληλα με τη γρήγορη ανάπτυξη των τεχνολογιών στη γεωπληροφορική αλλά και σε συνδυασμό από μία εισροή νέων γεωαναφερόμενων (χωρικών) δεδομένων. Αυτές οι τεχνολογίες είναι μέρος ευρύτερων αλλαγών και εξελίξεων στην αναπαράσταση της γεωαναφερόμενης πληροφορίας και την επεξεργασία της, αντικείμενα με τα οποία συνδέθηκαν η επιστημονική οπτικοποίηση και η εικονική πραγματικότητα. Μια ιδιαίτερη μορφή δυναμικής παρουσίασης μέσα στο πλαίσιο της ανάλυσης των γεωαναφερόμενων δεδομένων αποτελεί και η χαρτογραφική κίνηση (cartographic animation) η οποία επιτρέπει την αναπαράσταση πολύπλοκων, συνήθως εξελικτικών, διαδικασιών. Η χαρτογραφική κίνηση μπορεί να οριστεί ως η οπτικοποίηση των αλλαγών διαμέσου μιας σειράς χαρτών προβαλλόμενων σε γρήγορη διαδοχή<sup>1</sup>.

## 2. Γενικό πλαίσιο της κίνησης στη χαρτογραφία

Οι δισδιάστατες αναπαραστάσεις της χωρικής πληροφορίας διαδραματίζουν ένα δεδομένα σημαντικό ρόλο για τις επιστήμες του χώρου και δικαιολογημένα η "χαρτογραφική οπτικοποίηση" θεωρείται σαν κάτι όχι καινούργιο. Ο στατικός επίπεδος χάρτης είναι ένα από τα παλαιότερα μέσα επικοινωνίας<sup>2</sup>, και εμπεριέχει μία σειρά από εγγενείς περιορισμούς στην απεικόνιση της χωρικής πληροφορίας και συνακόλουθα περιορίζει τον τύπο την πληροφορίας η οποία πρέπει να κοινοποιηθεί (Parsons E., 1994). Περιορισμοί όπως η παρουσίαση της τρισδιάστατης πραγματικότητας σε δισδιάστατη παρουσίαση, η δυσκολία αναπαράστασης δυναμικών φαινομένων, η αδυναμία απελευθέρωσης από τη σταθερή κλίμακα και τη γενίκευση, η δυσκολία αναπαράστασης χρονικών δεδομένων, είναι πολύ συχνά προβλήματα που απαντώνται στη χαρτογραφία.

Από την άλλη πλευρά το ευρύτερο πλαίσιο διάδοσης και παραγωγής της πληροφορίας με την αλματώδη εξέλιξη της ψηφιακής τεχνολογίας και το Διαδίκτυο επιβάλλουν ένα καινούργιο επικοινωνιακό καθεστώς. Οι νέες δυνατότητες διάδοσης αλλά και επεξεργασίας της γεωπληροφορίας εξαρτώνται από αυτές ακριβώς τις εξελίξεις και υπόκειται στις επιταγές της. Η χαρτογραφική κίνηση και μάλιστα σε τρεις διαστάσεις

<sup>1</sup> Πηγή: <http://www.odyssey.ursus.maine.edu/gisweb/spatdb/gis-lis/gi94078.html> (τελευταία επίσκεψη ιστοσελίδας 19/5/2002)

<sup>2</sup> Χάρτες σε πέτρα ή πηλό παρουσιάζονται για πρώτη φορά πριν από 4.500 χρόνια στη Μεσοποταμία και λίγο αργότερα παρουσιάζονται και οι χάρτινοι χάρτες (Peterson M., 2000).

είναι πλέον μία πραγματικότητα που επέτρεψε να πραγματοποιηθεί μέσα από την εξέλιξη του εξοπλισμού (υλικό και λογισμικό) και το επέβαλε η κοινωνία της πληροφορίας.

Είναι σίγουρο ότι η κλασική χαρτογραφία, με τη μεγάλη της παράδοση που τη βαρύνει και έχοντας διαμορφώσει ένα ισχυρό θεωρητικό και τεχνικό πλαίσιο, είναι διστακτική απέναντι στη χαρτογραφία της κίνησης και της διάδρασης (animated and interactive cartography). Από την άλλη πλευρά η πράξη δείχνει ότι η χαρτογραφία κίνησης δεν είναι απορριπτική απέναντι στις αρχές της κλασικής χαρτογραφίας αλλά ενέχεται από ένα πνεύμα επαναδιαπραγμάτευσης των αρχών τόσο σε επίπεδο χρηστών όσο και σε επίπεδο ειδικών, όπου κατά μερικούς είναι μία επανάσταση που αφορά τόσο τον τρόπο διάδοσης αλλά και τις προσδοκίες από τη χαρτογραφική πληροφορία.

Για πρώτη φορά η κίνηση εμφανίζεται στη χαρτογραφία πριν από μερικές δεκαετίες. Ήδη από το 1960 είναι γνωστή και ως αντικείμενο και ως πρακτική, αλλά μόνο πολύ πρόσφατα κατέστη μία εναλλακτική εφαρμόσιμη πρακτική στην χαρτογραφία. Στην πράξη ακόμα νωρίτερα, στην δεκαετία του '30 οι κινηματογραφικές πρακτικές δείχνουν το δρόμο της κίνησης στη χαρτογραφία. Για πρώτη φορά η Disney παρουσιάζει την κατάληψη της Βαρσοβίας από την Γερμανία, το 1940, χρησιμοποιώντας κινούμενα σύμβολα πάνω σε χαρτογραφικό υπόβαθρο (Peterson M., 2000).

*Σχήμα 1: Πέντε καρτέ από την παραγωγή των Disney Studios απεικονίζοντας την γερμανική εισβολή στην Πολωνία<sup>3</sup>.*



Η κίνηση στην χαρτογραφία δεν είναι μια συγκυριακή επινόηση που εξωθήθηκε από τη ραγδαία εξέλιξη λογισμικού και υπολογιστών αλλά οι επιστημονικές της καταβολές παραπέμπουν σ' ένα ευρύτερο επιστημονικό πεδίο, την οπτικοποίηση. Η πρώτη ιεραρχικά ευρισκόμενη έννοια στην πορεία ερμηνείας της κίνησης στη χαρτογραφία είναι η Επιστημονική Οπτικοποίηση.

Α. Η Επιστημονική Οπτικοποίηση (scientific visualization) είναι η μετατροπή αριθμητικών και συμβολικών δεδομένων και πληροφοριών σε γεωμετρικές εικόνες που παράγονται από υπολογιστή (Rhyn T., 1999). Η επιστημονική οπτικοποίηση βασίζεται σε μία σειρά από εφαρμογές και τεχνικές από συναφή πεδία όπως: η επεξεργασία

<sup>3</sup> Πηγή: <http://maps.unomaha.edu/AnimArt/ActiveLegend/Peterson.html> (τελευταία επίσκεψη ιστοσελίδας 12/5/2002)

εικόνας, τα γραφικά με Η/Υ, ο σχεδιασμός με τη βοήθεια Η/Υ, και η έρευνα για το σχεδιασμό διεπικοινωνιακών εργαλείων με τον χρήστη (user interfaces). Η έρευνα επιπλέον της Επιστημονικής Οπτικοποίησης εστιάζεται σε τομείς όπως η απόδοση χρωμάτων (rendering) στα τρισδιάστατα γραφικά, η κίνηση στις χρονοσειρές (animation), η διαδραστικότητα στους υπολογιστές, κλπ.

Β. Η Χαρτογραφική οπτικοποίηση (cartographic visualization), η οποία κατά μερικούς αναλυτές (Peterson M., 1994) ονομάζεται και γεωγραφική οπτικοποίηση (geographic visualization), αποτελεί τη δεύτερη κατά σειρά έννοια που καθορίζει τη διαδρομή προς τη χαρτογραφική κίνηση. Ορίζεται ως η μορφή οπτικοποιημένης πληροφορίας η οποία δίνει έμφαση στην ανάπτυξη και την αποτίμηση οπτικών μεθόδων σχεδιασμένων με τρόπο που να διευκολυνθεί η έρευνα, η ανάλυση, η σύνθεση και η παρουσίαση της γεωαναφερόμενης πληροφορίας (MacEachren A, 1997.). Η γεωγραφική οπτικοποίηση δίνει συνδυασμένα έμφαση από τη μία πλευρά στην ανάπτυξη θεωρίας, εργαλείων και μεθόδων και από την άλλη στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα εργαλεία και η μέθοδος χρησιμοποιούνται για να ωθήσουν τη σκέψη και να διευκολύνουν τη λήψη αποφάσεων.

Γ. Η χαρτογραφία με κίνηση (cartographic animation), είναι η αλληλεπίδραση (interaction) και η κίνηση (animation) στους χάρτες, και ενσωματώνει βασικά στοιχεία της οπτικοποίησης. Σημαντικό στοιχείο είναι ότι προσπαθεί να ενσωματώσει το χρόνο μέσα στους χάρτες δείχνοντας με δυναμικό τρόπο όχι μόνο "πού" βρίσκονται τα αντικείμενα, αλλά επίσης "όταν" αυτά θα βρίσκονται, και ακόμα πιο σημαντικό, πώς αυτά κινούνται και συμπεριφέρονται. Ο βασικός στόχος στη χαρτογραφία με κίνηση είναι η οπτικοποίηση των "αλλαγών".

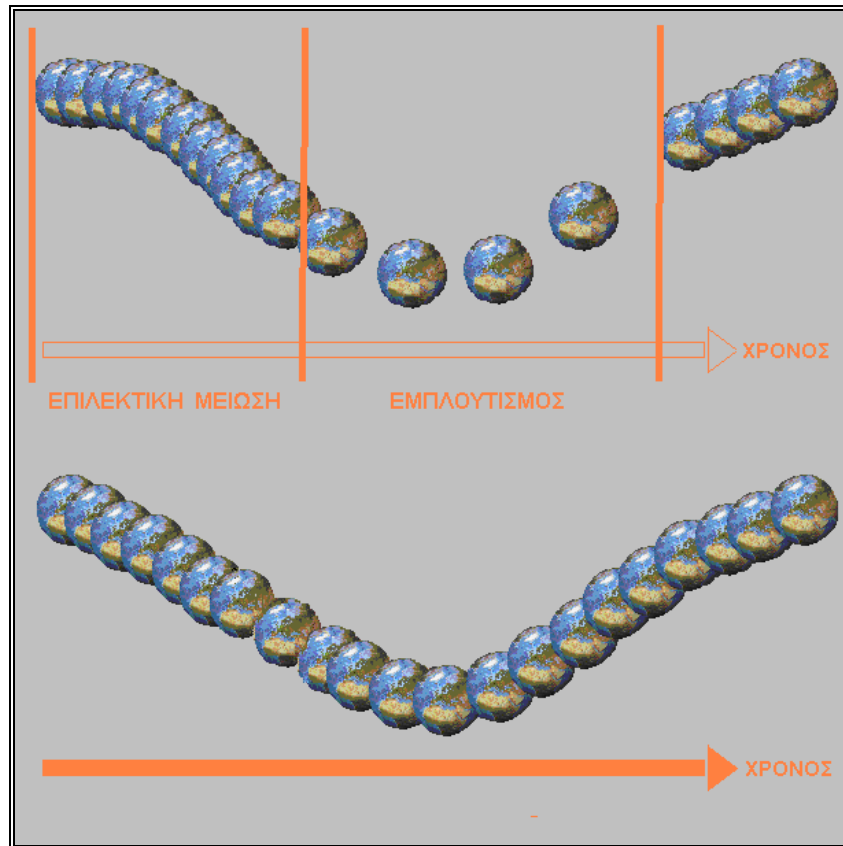
### **3. Γενικά ερωτήματα για το συμβατικό χρόνο και την αντιμετώπισή του.**

Η αναπαράσταση του χρόνου και της κίνησης με το συμβατικό και παραδοσιακό τρόπο, το στατικό χάρτη, είναι δύσκολη και σύνθετη διαδικασία και το βασικό εμπόδιο (ή η βασική πρόκληση) παραμένει: η πραγματικότητα μπορεί να αναπαρασταθεί μόνο με στατικά σύμβολα. Η απάντηση στην προσπάθεια αναπαράστασης είναι η ενσωμάτωση κίνησης η οποία προσπαθεί να εξομοιώσει τις τεχνικές της ανθρώπινης όρασης.

Στοιχείο κλειδί στο να αντιμετωπισθεί η κίνηση μέσα στο χρόνο είναι ο "κερματισμός" του με τρόπο ώστε να καταστεί δυνατή η χαρτογράφηση σειράς αντιπροσωπευτικών "στιγμών" που θα δώσουν τη δυνατότητα κατανόησης της εναλλαγής. Οι εφαρμογές πρέπει να πλησιάζουν το υπό πραγματικές συνθήκες δυναμικό σύστημα (Castagneri J.,

1998). Η πιο γνωστή μέθοδος αναπαραγωγής του χρόνου είναι η παραγωγή χρονοσειρών με χάρτες όπου η κάθε στιγμή αναπαριστά ένα ξεχωριστό χάρτη (Robinson, A., κ.α. 1995).

Σχήμα 2. Σχηματική αναπαράσταση της ποσοτικής εξισορρόπησης



Η χρήση όμως των χρονικών δεδομένων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Στην προσπάθεια, πχ., αναπαραγωγής μίας χρονοσειράς που να αρχίζει τον μεσαίωνα και τελειώνει στα μέσα του παρόντος αιώνα, πρέπει να μεθοδευτεί η κατανομή της πληροφορίας με τη λογική της ποσοτικής εξισορρόπησης. Δηλαδή, μείωση του υλικού εκεί όπου υπάρχει πληθώρα, με τη σύμπτυξή του σε συγκεκριμένα "καρέ" και, ανάδειξη του υλικού, εκεί που υπάρχει έλλειψη, με τη δημιουργία νέων "καρέ", με στόχο την απόδοση ολοκληρωμένης, και συνεπούς χρονικά, εικονοσειράς που περιγράφει την εξέλιξη του χωρικού φαινομένου (Σχήμα 2).

## 4. Μορφές και τύποι κίνησης

Οι τεχνικές κίνησης κατατάσσονται σε δύο τύπους την χρονική (temporal)<sup>4</sup> και τη μη χρονική (non temporal). Βασική διαφορά μεταξύ τους είναι ότι στην πρώτη κάθε "καρέ" παρουσιάζει μία χρονική στιγμή, ενώ στη δεύτερη κάθε "καρέ" παρουσιάζει μια διαφορετική άποψη (Sandercock M., 1999).

Μη χρονική χαρτογραφική κίνηση. Η μη χρονική κίνηση απεικονίζει αλλαγές οι οποίες γίνονται από άλλες μεταβλητές και μπορούν να περιλάβουν οπτικά χρονικά δεδομένα με τρόπο μη χρονικό, απεικονίζοντας διαφορετικές αλλά σχετικές ομάδες χωρικών δεδομένων ή δείχνοντας δεδομένα με διαφορετικό επίπεδο γενίκευσης.

Στα μη χρονικά δεδομένα παρατηρούμε τρεις γενικές μορφές: α) εκεί όπου οι αλλαγές γίνονται στα δεδομένα που θέλουμε να δείξουμε (Changing Time), β) εκεί όπου οι αλλαγές έχουν σχέση με την ίδια την αναπαράσταση (Changing Data) και γ) εκεί όπου οι αλλαγές αφορούν την ίδια την αναπαράσταση (Representation) των δεδομένων (Peterson M., 2000). Η παρούσα προσέγγιση αφορά τις δύο τελευταίες περιπτώσεις.

Σχήμα 3. Μορφές χαρτογραφικής κίνησης



Στην περίπτωση που οι αλλαγές έχουν σχέση με την ίδια την αναπαράσταση (Changing Data) τότε διακρίνουμε τριών ειδών κινήσεις .

<sup>4</sup> Αυτή είναι τεχνικά και η πιο συνηθισμένη και κατανοητή αλλά και εύκολα διαχειρίσιμη κίνηση. Στη χαρτογραφία με κίνηση (animation) ορίζεται ως η απεικόνιση των "αλλαγών" δια μέσου του χρόνου. Γνωστή χρονική κίνηση (temporal animation) είναι η παρουσίαση της εξέλιξης αστικών περιοχών.

- Οι Πτήσεις (Fly - Through) μία μορφή κίνησης ίσως η πλέον ευρέως διαδεδομένη μη χρονική χαρτογραφική κίνηση.
- Η Γραφική Αλλαγή κλίμακας (Graphic Zoom), όπου, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση δεν υπάρχει αλλαγή των χαρακτηριστικών. Ένα καλό παράδειγμα είναι η μεγέθυνση (zoom) μέσα σε μία στατική εικόνα, (πχ. φωτογραφία), και
- Οι Χωρικές Τάσεις (Spatial Trends).

Η περίπτωση που σχετίζεται με την ίδια την αναπαράσταση αφορά το επίπεδο και το βαθμό αφαίρεσης του χάρτη στο πλαίσιο που αυτό το ίδιο το γεγονός της εισαγωγής κίνησης απαιτεί εφαρμογή αφαιρετικών διαδικασιών. Η δυνατότητα αυτή, δηλαδή η αφαίρεση της πραγματικότητας, κάνει τους χάρτες ισχυρά χρηστικά «παιχνίδια» αλλά ταυτόχρονα και δύσκολους στην ερμηνεία τους. Η χαρτογραφική αφαίρεση χωρίζεται τυπικά σε τέσσερες κατηγορίες:

- Η χαρτογραφική αυξομείωση της κλίμακας (Cartographic zoom), η οποία συνοδεύεται από αυξομείωση των λεπτομερειών στο χάρτη.
- Η Ταξινόμηση - Κίνηση όπου κάθε "καρέ" (frame) της παραγωγής απεικονίζει ένα διαφορετικό σχήμα ταξινόμησης.
- Γενίκευση – Κίνηση, η οποία στηρίζεται στις κλασσικές θεωρήσεις και μεθόδους της κλασσικής χαρτογραφικής γενίκευσης, και
- Ο Ήχος μπορεί και αυτός ως πρόσθετο στοιχείο να αποτελέσει μέρος της χαρτογραφικής κίνησης.

## 5. Τεχνικές υλοποίησης της χαρτογραφικής κίνησης

Κατά τον Dorling (1992) υπάρχουν τρεις τύποι κίνησης: 1) Μετακίνηση (pan, panning) και μεγέθυνση σε στατικές τρισδιάστατες εικόνες (Κίνηση στο Χώρο), 2) κίνηση σε χρονοσειρές σε δισδιάστατες εικόνες (Κίνηση στο Χρόνο), και 3) χρήση κίνησης για να ερευνηθούν τρισδιάστατα αντικείμενα (3D Κίνηση).

Παραλλαγή του ίδιου σχήματος δίνει και ο Acevedo (1997): 1) Δισδιάστατη πλανιμετρική κίνηση, 2) τρισδιάστατη προοπτική κίνηση με σταθερό παρατηρητή, και 3) τρισδιάστατη προοπτική κίνηση με κινούμενο παρατηρητή.

Ανεξάρτητα από τον ποιό διαχωρισμό θα υιοθετήσει κανείς, οι βασικές κατηγορίες τεχνικών κίνησης ταξινομούνται σε δύο βασικές κατηγορίες: α) την "κίνηση που

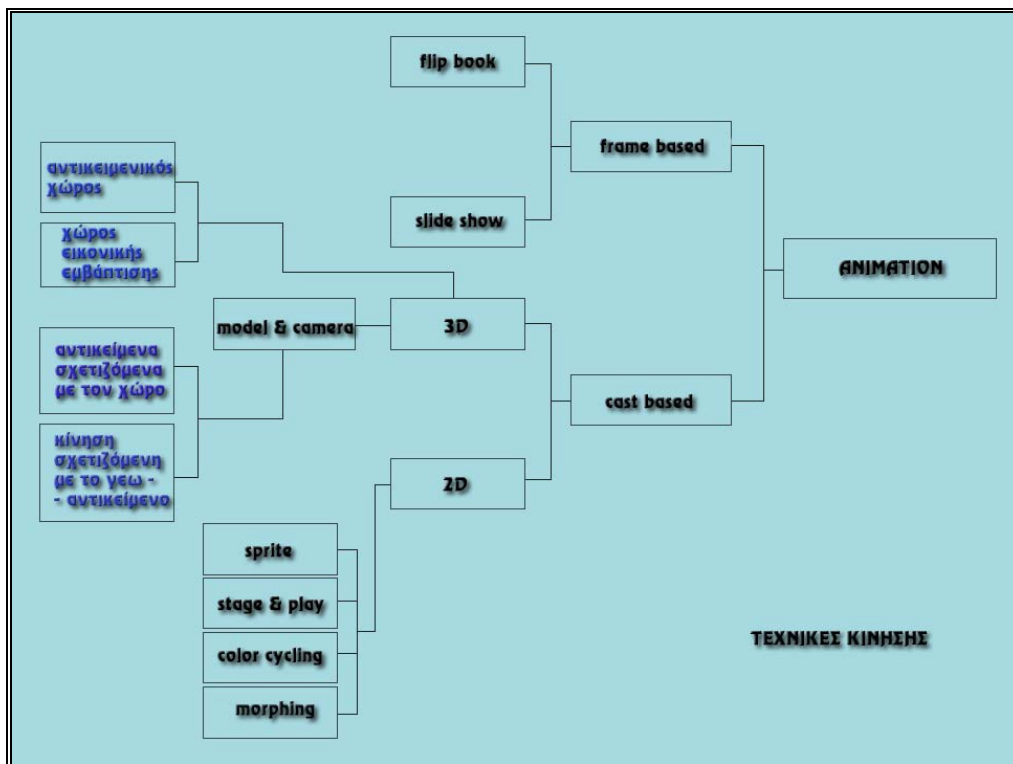


βασίζεται στις σκηνές" (frame based), και β) την κίνηση που βασίζεται στην ύπαρξη υποκειμένου "ηθοποιών" (cast - based).

- Η κίνηση με βάση τις σκηνές - καρτέ (frame based), είναι η πιο απλή κατηγορία από τις δύο τεχνικές. Κάθε ξεχωριστό "καρτέ" (frame) μπορεί να κατασκευαστεί από ζωγραφικό, χαρτογραφικό ή ΓΣΠ λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Peterson M., 1998). Για κάθε δευτερόλεπτο κίνησης απαιτείται μεγάλος αριθμός σκηνών έτσι ώστε η ψευδαίσθηση των αλλαγών να δημιουργηθεί από τη γρήγορη εναλλαγή των "καρτέ".

- Η δεύτερος τύπος κίνησης που βασίζεται στην ύπαρξη υποκειμένου ή υποκειμένων «ηθοποιών» (cast - based), σχετίζεται με την κλασική τεχνική δημιουργίας κίνησης. Διαχωρίζει τον χάρτη σε διάφορα επίπεδα (το υπόβαθρο, το δίκτυο δρόμων, τα οικοδομικά τετράγωνα κ.α) και κάθε "καρτέ" (frame) μπορεί να περιέχει πολλά επίπεδα. Αυτή η μέθοδος είναι πολύ πιο ακριβής, ευέλικτη και λιγότερο μνημοβόρα, αλλά απαιτεί λογισμικό παραγωγής και θέασης πολύ πιο σύνθετο.

Σχήμα 4. Τεχνικές χαρτογραφικής κίνησης



Ο Gersmehl (1990), διακρίνει δύο μεγάλες κατηγορίες, η πρώτη αφορά τη δισδιάστατη (2Δ) κίνηση (Sprite, Stage & Play, Color Cycling, Morphing) και η δεύτερη τη τρισδιάστατη (3Δ) κίνηση (Model & Camera). Από αυτές το ενδιαφέρον εστιάζεται σ' εκείνες τις μορφές που είναι πλέον κατάλληλες για τη δημιουργία κίνησης σε μεγάλη (αστική) χαρτογραφική κλίμακα.

- Stage & Play. Η μέθοδος αυτή δεν έχει να κάνει τόσο με τις αλλαγές μέσα στο χρόνο αλλά με τις αλλαγές της θέσης και την άποψη του παρατηρητή. Η πιο γνωστή χρήση αυτής της μεθόδου είναι οι πτήσεις (Fly - through) και η βασική εφαρμογή αυτής της τεχνικής είναι η παραγωγή προσχεδιασμένων πτήσεων (movie), ενώ μία ακόμα πιο σύνθετη εφαρμογή είναι η δυνατότητα του χρήστη να πετάξει όπου αυτός επιθυμεί (Virtual Flights).
- Περισσότερο σύνθετη τεχνική (Model & Camera) αφορά κίνηση σε 3Δ χαρακτηριστικά εξειδικεύοντας ακόμα περισσότερο προς το αντικείμενο που αφορά την εικονική χαρτογραφία και προφανώς εμπλέκει τρισδιάστατη μοντελοποίηση. Και σε αυτήν την περίπτωση ισχύει, σε επίπεδο τύπων κίνησης, αυτό που ισχύει στη Stage & Play (Fly through - movie - virtual Flights). Σ' αυτή την περίπτωση οι δυνατότητες του επιλεγμένου λογισμικού υλοποίησης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Υπάρχουν προγράμματα που είναι εφαρμογές μόνο μίας τεχνικής όπως το MS PowerPoint και προγράμματα που προσφέρουν τη δυνατότητα υλοποίησης όλων σχεδόν των προαναφερθέντων τεχνικών: Macromedia Director, 3D Studio Max και Viz Autodesk, Adobe Premiere, κλπ. Η βελτίωση της ισχύος και των δυνατοτήτων των Η/Υ διαδραματίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη δυνατότητα υλοποίησης 3Δ κίνησης.

## 6. Τεχνικές εξομοίωσης της πραγματικότητας

Στην εικονική πραγματικότητα τα χαρακτηριστικά της χαρτογραφικής οπτικοποίησης επεκτείνονται με τη χρήση περαιτέρω ιδιοτήτων: επέκταση στη τρίτη και τέταρτη διάσταση, δημιουργία ψευδαίσθησης ελευθερίας στη βαρύτητα, στην κίνηση και στην οπτική με δυνατότητες «βύθισης» στον χώρο.

Η επιστημονική οπτικοποίηση μετατρέπει αριθμητικά και συμβολικά δεδομένα και πληροφορίες σε γεωμετρικές εικόνες παραγόμενες από υπολογιστή (Rhynne T., 1999). Βασίζεται στην εφαρμογή πεδίων όπως τα γραφικά στους υπολογιστές, την επεξεργασία εικόνας, το CAD, την επεξεργασία σημάτων (signal), τον σχεδιασμό εργαλείων διεπικοινωνίας (interface), ενώ η έρευνα και ανάπτυξη της εστιάζονται σε πεδία όπως η απόδοση χρωμάτων (rendering), η κίνηση με χρονοσειρές, και η διαδραστική οπτικοποίηση.

Η αναπαράσταση της πραγματικότητας που παρουσιάζουν οι χάρτες εμπεριέχει την υπέρβαση ότι ο χρήστης είναι γνώστης της δυσκολίας αναπαράστασης της πραγματικής τρισδιάστατης φύσης του περιβάλλοντος κάνοντας χρήση ενός δισδιάστατου εργαλείου: το χάρτη (Fairbain & Prisley, 1997). Στο παρελθόν έγιναν σημαντικές απόπειρες για να αναπαρασταθεί τρισδιάστατα ο χώρος., σήμερα όμως είμαστε μάρτυρες νέων τεχνικών αναπαράστασης, μέσω υπολογιστή, μία εκ των οποίων είναι η εικονική πραγματικότητα. Οι τεχνικές Εικονικής Πραγματικότητας παράγουν περιβάλλοντα όπου ο χρήστης μπορεί να παρέμβει (interact) πλήρως. Αυτά τα περιβάλλοντα ομοιάζουν πολύ στη συνθετότητα που παρουσιάζει ο πραγματικός κόσμος. Ο βαθμός της αλληλόδρασης (interaction) εξαρτάται από τις δυνατότητες του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού.

Η εικονική πραγματικότητα μπορεί να προσεγγιστεί ως μια μορφή δυναμικής χαρτογραφίας (Sandercoc M., 1999). Αν υιοθετηθεί ο διαχωρισμός του Dorling (1992), που προαναφέρθηκε, τότε διακρίνονται τρεις τύποι κίνησης: 1) Μετακίνηση και μεγέθυνση σε στατικές τρισδιάστατες εικόνες (Κίνηση στο Χώρο), 2) κίνηση σε χρονοσειρές σε δισδιάστατες εικόνες (Κίνηση στο Χρόνο), και 3) χρήση κίνησης για να ερευνηθούν τρισδιάστατα αντικείμενα (3D Κίνηση), τότε εύκολα η Εικονική πραγματικότητα κατατάσσεται στη τελευταία κατηγορία.

Η ισχυρή αναλυτική ικανότητα της Εικονικής Πραγματικότητας σε χωρικά δεδομένα είναι μεγαλύτερη και αυτής της χαρτογραφίας (Fairbain & Prisley, 1997). Δίνει έμφαση στο φυσικό ρόλο του χαρτογράφου παρέχοντάς του τη δυνατότητα δημιουργίας νέων οπτικών εικόνων (θεάσεων) των χωρικών δεδομένων, όχι μόνο για την πληροφόρηση και την παρέμβαση του χρήστη, αλλά και στο να επεκτείνει το στατικό μοντέλο του χάρτη σε ένα δυναμικό περιβάλλον που είναι ενσωματωμένες δυνατότητες διάδρασης αλλά και λήψης αποφάσεων.

Όμως δεν πρέπει να παραγνωριστούν οι δυνατότητες και τα όρια που επιβάλλονται τόσο από τη δυνατότητα αναπαράστασης της προοπτικής όσο και από τις δυνατότητες του εξοπλισμού (υλικό και λογισμικό) και κυρίως από τους περιορισμούς που επιβάλλει η ίδια η υφή και δομή των χρησιμοποιούμενων δεδομένων (κλίμακα, συμβολισμός, γενίκευση, κλπ.).

Τα συστήματα Εικονικής Πραγματικότητας ποικίλουν ανάλογα με τις ικανότητες τόσο του εξοπλισμού (υλικό και λογισμικό). Οι διαχωρισμοί που αφορούν τύπους Εικονικής πραγματικότητας είναι διάφοροι και εντελώς σχηματικά διακρίνονται σε δύο μορφές την πιο σύνθετη, αυτή που δημιουργεί τη μεγαλύτερη εξομοίωση με την πραγματικότητα, της εμβάπτισης ή βύθισης, και την πιο απλή, της μη εμβάπτισης που στην ουσία αντιπροσωπεύεται από την Επιτραπέζια μορφή της, και η οποία είναι η πιο κοινή και διαδεδομένη. Είναι γεγονός όμως ότι, από τα υπάρχοντα γνωστά παραδείγματα - εφαρμογές, μεμονωμένα στοιχεία μίας μορφής χρησιμοποιούνται από μία άλλη μορφή και το αντίστροφο. Προφανώς υφίστανται και διάφοροι άλλοι ενδιάμεσοι διαχωρισμοί, η οποίοι όμως δεν αφορούν την παρούσα εργασία.

Πλήρης εμβάπτιση (Full ή Immersive). Είναι μία μορφή στην οποία εν γένει εφαρμόζονται πλήρως εξομοιωμένα περιβάλλοντα. Σ' αυτή την περίπτωση η εικονική πραγματικότητα απαιτεί από το συμμετέχοντα να είναι υποκείμενο σε ένα περιβάλλον που ερεθίζει την όραση, την ακοή, την κίνηση και την αφή. Σ' αυτή την περίπτωση τα συστήματα χρειάζονται το μέγιστο εξειδικευμένο εξοπλισμό, ειδική κάσκα, ηχεία, κινούμενες πλατφόρμες γάντια κλπ. Έρευνες γίνονται και σε άλλους τομείς όπως η όσφρηση με αντικειμενικό στόχο την πλήρη υποκατάσταση ή προσομοίωση όλων των αισθήσεων. Η πλήρης προσομοίωση της κίνησης επιτυγχάνεται με κινούμενες πλατφόρμες της θέσης του χρήστη ενώ πιο συχνά όμως συναντάται η πλήρης μη χρονική προσομοίωση, όπου ο χρήστης μπορεί να κινηθεί οπουδήποτε (αλλαγή της θέσης του παρατηρητή). Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το πεδίο αλληλόδρασης επί των ίδιων των χαρακτηριστικών του εικονικού περιβάλλοντος (ο χρήστης με δικιά του πρωτοβουλία μπορεί να προσθέσει ή να αφαιρέσει χαρακτηριστικά). Ο όρος πλήρης βύθιση (full immersion) αφορά μία μορφή εικονικής πραγματικότητας, δεν είναι όμως η μόνη

Διαφανής εικονική πραγματικότητα (Transparent VR). Σ' αυτή την περίπτωση σαν υπόβαθρο χρησιμοποιούνται εικόνες του πραγματικού κόσμου επί του οποίου εμφανίζεται η χωρική πληροφορία. Ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα είναι η εμφάνιση του μοντέλου εδάφους επί του υάλινου θόλου της καμπίνας (cockpit) των πιλότων της πολεμικής αεροπορίας, όπου εξ άλλου φαίνεται και το πραγματικό έδαφος. Εφαρμογές αυτής της τεχνικής είναι και εδώ προσφιλείς στην βιομηχανία της ψυχαγωγίας.

Εικονική Πραγματικότητα Προβολής (Projection VR), η οποία μπορεί να εκληφθεί ως μία πολυσυμμετοχική εμπειρία, όπου προϋπόθεση είναι οι γραφικές αναπαραστάσεις μεγάλης κλίμακας. Είναι μία εκδοχή ημι-εμβάπτισης (semi-immersive) όπου η ψευδαίσθηση επιτυγχάνεται με την πλοήγηση σ' ένα σχετικά μεγάλο εξειδικευμένο χώρο, που ονομάζεται CAVE: Cave Automatic Virtual Environment, και του οποίου οι πλευρές του είναι οθόνες. Οι χρήστες φορούν ελαφρά γυαλιά στερεοσκοπικής όρασης και κινούνται με τη βοήθεια φορητής μικροσυσκευής. Ανάλογα συστήματα είναι και οι προβολές σε Πλανητάριο.

Τέλος η πιο κοινή μορφή Εικονικής Πραγματικότητας είναι η μη εμβάπτισης (non Immersive), η επονομαζόμενη και επιτραπέζια (Desktop VR), για το λόγο ότι μπορεί να παρουσιαστεί σε μία συνηθισμένη οθόνη υπολογιστή. Τελευταία όλο και πιο συχνά τα περισσότερα προγράμματα Γ.Σ.Π., αλλά και CAD, προσφέρουν αυτή τη δυνατότητα.

## 7. Βασικοί παράμετροι της αστικής κλίμακας (urban scale projects) και απαιτήσεις από την Εικονική Πραγματικότητα

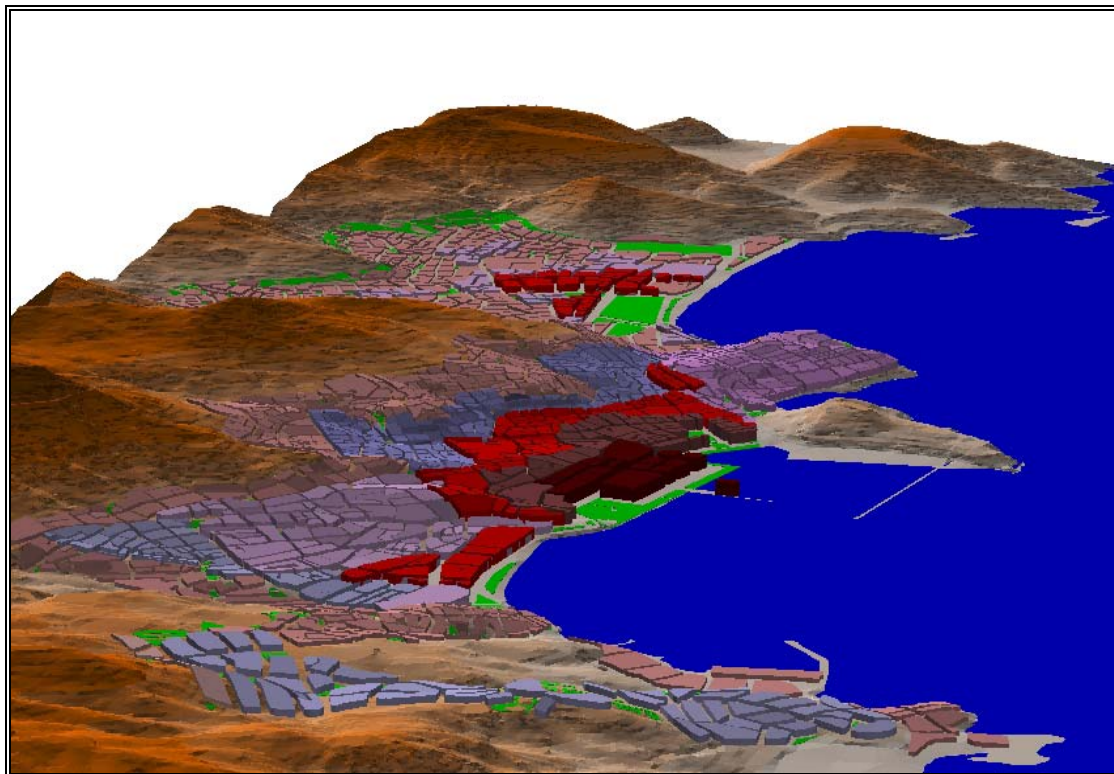
Στην αστική γεωγραφία (De Blij H.J, 1995) δύο έννοιες που προσδιορίζουν το πεδίο αναπαράστασης των πόλεων ορίζεται από τις έννοιες της Τοποθεσίας (site) και της Γεωγραφικής Θέσης (situation). Η γεωγραφική θέση αναφέρεται στο μέρος που κατέχει η πόλη ως προς τα μεγάλα γεωγραφικά σύνολα, δηλαδή τους κυριότερους συγκοινωνιακούς άξονες, τους ορεινούς όγκους, τις υδάτινες επιφάνειες, την εμφανή οικονομική δραστηριότητα, τις όμορες πόλεις κλπ. Το μέγεθος ανάπτυξης και ο χαρακτήρας της πόλης είναι αφ' εαυτού της γεωγραφικής τους θέσης.

Ο δεύτερος προσδιορισμός που αφορά την ανάπτυξη της πόλης στο χώρο εγκατάστασής της είναι η τοποθεσία. Ο όρος αυτός αφορά τα ισχύοντα φυσικά χαρακτηριστικά της θέσης που η πόλη καταλαμβάνει. Ο ρόλος της τοποθεσίας στην ανάπτυξη των πόλεων αλλάζει μέσα στο χρόνο όπως και τα ίδια τα μορφολογικά χαρακτηριστικά.

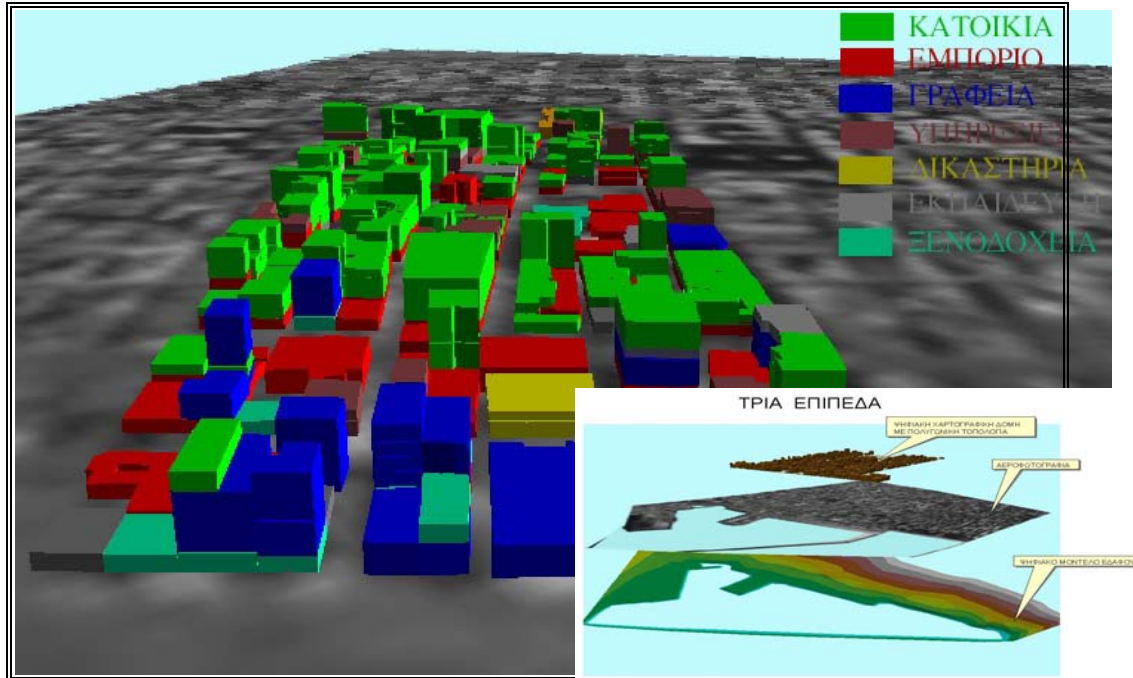
Είναι κοινή διαπίστωση ότι η ισορροπία σε επίπεδο ανάλυσης ανάμεσα στο ανάγλυφο και τον πολεοδομικό ιστό επιτυγχάνεται μόνο σε μικρές κλίμακες. Η διαδικασία δημιουργίας ενός Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους υψηλής ανάλυσης είναι τόσο απαιτητική ώστε να αποτελεί από μόνο του μια ιδιαίτερα απαιτητική παραγωγή. Το ίδιο συμβαίνει και όσον αφορά την τρισδιάστατη δημιουργία μίας πόλης. Η συνύπαρξη Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους και του μοντέλου της πόλης (κάνναβος, βασικές υποδομές, κύρια δημόσια κτίρια κλπ) ειδικά σε μεγάλες κλίμακες ψηφιοποίησης απαιτεί την δραστική ελάφρυνση του μοντέλου γεγονός το οποίο έρχεται σε πλήρη αντίθεση με τις χαρτογραφικές απαιτήσεις, στο πλαίσιο που η χαρτογραφική οπτικοποίηση ως επικοινωνιακό εργαλείο επιβάλλει το υψηλότερο εφικτό αισθητικό αποτέλεσμα. Αν συνυπολογιστεί επιπλέον ότι το περιβάλλον της Εικονικής Πραγματικότητας προσομοιώνει το αληθινό περιβάλλον τότε η παραγωγή φορτίζεται ακόμη περισσότερο.

Από τα περισσότερα εν γνώσει σχέδια εργασίας που αφορούν πόλεις, το μοντέλο εδάφους ακόμα και όταν η τοποθεσία της πόλης είναι επίπεδη, αυτό εμφανίζεται με απολύτως στοιχειώδη μορφή. Δύσκολα μπορεί κανείς να διαπιστώσει τις αλλαγές του ανάγλυφου το οποίο έχει βοηθητικό χαρακτήρα κατασκευασμένο από ένα ελάχιστο αριθμό πολυγώνων ή και το αντίστροφο (σχήματα 4 και 5).. Η έμφαση στις λεπτομέρειες του ενός επιπέδου απαιτεί τη γενίκευση του άλλου και αντιστρόφως, κλασική περίπτωση αποτελεί το MS Flight Simulation όπου οι πόλεις δεν έχουν πολλές λεπτομέρειες ή αφορούν μόνο ένα τμήμα της (η περίπτωση της πόλης του Los Angeles).

Σχήμα 5. Τρισδιάστατη απεικόνιση της της Καβάλας. (Σαββίδης Ι., Διπλωματική Εργασία, ΤΜΧΠΠΑ, 2000). Ενώ το Ψηφιακό Υπόβαθρο Εδάφους διατηρεί τη λεπτομέρεια - ισοδιάσταση 4 μέτρων με μέγιστο ύψος τα 336 μ. - η δομή της πόλης παρουσιάζεται σε επίπεδο Ο.Τ.)



Σχήμα 6. Τρισδιάστατη απεικόνιση κεντρικής περιοχής του Βόλου (Φαρασλής Γ., Ρίζου Δ., Μεταπτυχιακή Εργασία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, ΤΜΧΠΠΑ, 2000). Η ανάλυση της πόλης είναι σε επίπεδο μονάδας χρήσεων γης, ενώ το υπόβαθρο είναι ψηφιοποιημένη αεροφωτογραφία. Το DTM – ισοδιάστασης 4 μ. - λόγω της επιπεδότητας της περιοχής δεν αναγνωρίζεται).



## 8. Η χειραγώγηση της «ελευθερίας κίνησης»

Βασικό χαρακτηριστικό της Εικονικής Πραγματικότητας είναι η δυνατότητα πλήρους και απρόσκοπτης πλοήγησης μέσα σε ένα περιβάλλον που εξομοιώνει την πραγματικότητα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να «περιηγηθεί» μέσα στο χώρο, του παρέχεται δηλαδή το μέγιστο επίπεδο χωρικής κατανόησης και αντίληψης. Η δυνατότητα απόλυτης πλοήγησης θέτει όμως μερικά νέα προβλήματα που στην κλασσική χαρτογραφία αποτελούν αρχές παγιωμένες.

Μερικές από αυτές τις πρακτικές ανατρέπονται καθοριστικά απαιτώντας από το μέσο χρήστη νέα αντιμετώπιση όπως είναι ο προσανατολισμός. Σ' ένα εικονικό περιβάλλον απουσιάζει το κλασσικό σύμβολο του βορρά. Στα εικονικά περιβάλλοντα όπως και στην καθημερινή πραγματικότητα ο βορράς είναι ένα στοιχείο με σχετικά μικρή έως ανύπαρκτη συμμετοχή. Αποτελεί μία ρευστή έννοια που αλλάζει ανά πάσα στιγμή σύμφωνα με τη θέση του παρατηρητή / συμμετέχοντα.

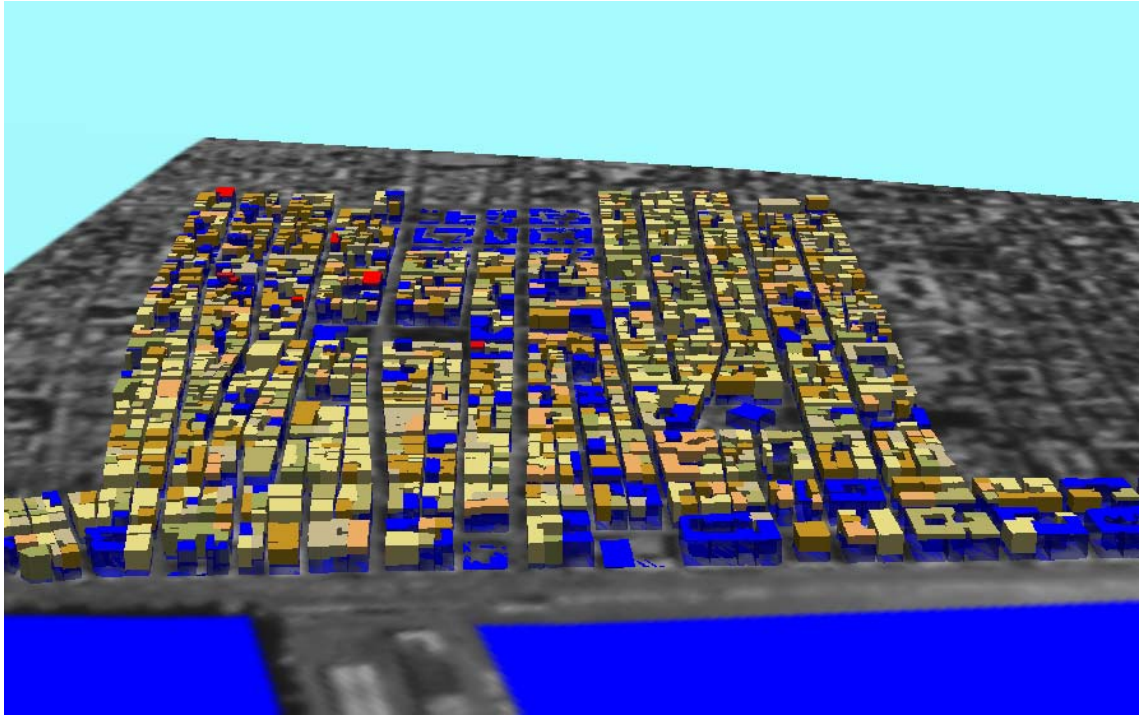
Εξίσου ρευστή έννοια, από τις πλέον σημαντικές που χαρακτηρίζει και σε μεγάλο βαθμό και την Εικονική Πραγματικότητα, είναι η κλίμακα. Το περιβάλλον της Εικονικής Πραγματικότητας δίνει τη δυνατότητα απόλυτης ελευθερίας στην κίνηση, πρακτική συνέπεια της οποίας είναι η πλήρη ελαστικοποίησή της. Οι διαφορετικές και σαφώς διακριτές κλίμακες που προσφέρει η κλασική χαρτογραφία χάνονται και η αντίληψή για την κλίμακα πλησιάζει την αντιληπτική ικανότητα της ανθρώπινης όρασης. Όμως το γεγονός αυτό ταυτοχρόνως αποτελεί και πρόβλημα, στο πλαίσιο που ο χάρτης εκτός από μέσο επικοινωνίας είναι και μέσο επιστημονικής ανάλυσης ταυτισμένος με την αφαίρεση – γενίκευση και ότι η οπτικοποίηση συγκεκριμένων πληροφοριών απαιτεί τη χρήση συγκεκριμένου εύρους κλιμάκων.

Η ανάδειξη της μορφολογίας πόλης μπορεί να επιτευχθεί σε διακύμανση της κλίμακας μέσα σε συγκεκριμένα όρια (1:1.000 - 1:10.000) ώστε να μπορούν να αναδεικνύονται τα χαρακτηριστικά της θέσης και της τοποθεσίας ειδάλλως ο χρήστης κινδυνεύει να "κινείται" στα όρια κλιμάκων που αναδεικνύουν την αρχιτεκτονική ή τη γεωγραφία ανεξέλεγκτα μαζί τις κλίμακες που επιτρέπουν την ανάλυση των πόλεων. Το γεγονός αυτό δημιουργεί σημαντικά προβλήματα οπτικοποίησης αλλά και ανάλυσης των πληροφοριών (Σχήμα 6).

Η δυνατότητα παράκαμψης ή καλύτερα της χρησιμοποίησης προς την επιθυμητή κατεύθυνση της εικονικής πραγματικότητας, που εξ ορισμού είναι η σύγχρονη έκφραση της ελευθερίας ψηφιακής κίνησης, δημιουργεί προβληματισμό ως προς τη δυνατότητα – πιθανότητα καταστρατήγησης του κυριότερου γνωρίσματός της: δηλαδή τη διερεύνηση τιθάσευσης των κύριων χαρακτηριστικών της προς όφελος της οπτικοποίησης και μελέτης του χώρου σύμφωνα με την αρχική κλίμακα ψηφιοποίησής των χωρικών δεδομένων.



Σχήμα 7 Τρισδιάστατη απεικόνιση κεντρικής περιοχής του Βόλου (Φαρασλής Γ., Ρίζου Δ., Μεταπτυχιακή Εργασία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, ΤΜΧΠΠΑ, 2000). Η τρισδιάστατη οπτικοποίηση αναφέρεται στα κτίρια (ύψος), ενώ το υπόβαθρο είναι ψηφιοποιημένη αεροφωτογραφία. Η εικόνα που δημιουργείται από την πτήση (μικρό ύψος παρατηρητή) επιτρέπει μέχρι και την αναγνώριση (διαφοροποίηση) των εικονοστοιχείων της αεροφωτογραφίας.



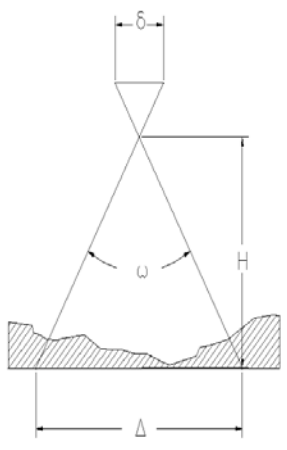
Μ' άλλα λόγια η νέα παρουσιαζόμενη, πολύ σημαντική δυνατότητα ανάλυσης, που προσφέρει η Εικονική Πραγματικότητα, θέτει νέα ερωτήματα και προβληματισμούς. Όπως προαναφέρθηκε, ο προσδιορισμός του πεδίου μελέτης αστικών περιοχών (αστική κλίμακα) είναι καθορισμένος με μεγάλη ακρίβεια τόσο σε τεχνικό επίπεδο (κλίμακα, γενίκευση, κα) όσο και σε θεωρητικό (ταξινόμηση πεδίων έρευνας στη γεωγραφική ανάλυση). Το γεγονός αυτό επιβάλλει τον έλεγχο και τον περιορισμό της κλίμακας ακόμα και σ' αυτό το περιβάλλον που χαρακτηρίζεται από πλήρη ελευθερία πλοήγησης (ελαστικότητα κλίμακας)

Μέσα στο ίδιο θεωρητικό πλαίσιο και η ίδια η έννοια της κλίμακας φαίνεται αφηρημένη γεγονός που ωθεί στην αναζήτηση τρόπων μετρικής εκλογίκευσης του χώρου εφόσον τα 3Δ χωρικά μοντέλα έχουν άλλη κλίμακα κοντά στο μάτι του παρατηρητή και άλλη μακρύτερα. Η ύπαρξη ένδειξης επί της οθόνης των συντεταγμένων της κίνησης του

παρατηρητή, ή κατά τη διάρκεια της εικονικής προήγησης, θα μπορούσε να είναι μία απάντηση αλλά είναι εντελώς ενδεικτικό εφ' όσον ο χρήστης ποτέ δεν κοιτά κάθετα προς τα κάτω αλλά σαρώνει τον χώρο υπό γωνία. Επί πρόσθετα πρέπει να υπολογίζεται το άνοιγμα του φακού με τον οποίο γίνεται η παρατήρηση (κανονικός, είδος ευρυγωνίου κλπ.).

Μια άλλη λύση θα μπορούσε να είναι ο συμβατικός υπολογισμός της κλίμακας ως προς ένα κεντροβαρικό σημείο του χάρτη (οι παραμορφώσεις και οι αποστάσεις σε τρισδιάστατο χώρο είναι για κάθε σημείο διαφορετικές) αλλά υπεισέρχονται παράμετροι που είναι δύσκολα ελεγχόμενοι, όπως είναι η ανάλυση (aperture width) στο λογισμικό με την οποία παράγεται το τελικό προϊόν (πχ : 256X243, 320X240, 512X486 κλπ) οπότε η κλίμακα πρέπει να προσδιορίζεται και ως προς αυτή κάθε φορά. Παράλληλα η ανάλυση της οθόνης από χρήστη σε χρήστη κάνει ακόμα πιο αβέβαιο τον υπολογισμό απαιτώντας αλγόριθμους πιο σύνθετους. Οι απαντήσεις από ότι φαίνεται δεν πρέπει πλέον να αναζητούνται στις συμβατικές προσεγγίσεις αλλά σε νέο μεθοδολογικό πλαίσιο. Στα λογισμικά εικονικών πτήσεων χρησιμοποιούνται εργαλεία πλοήγησης κοινών αεροσκαφών, ύψος πτήσης, γωνία παρατήρησης, ταχύτητα πλοήγησης, πυξίδα, ίσως δηλαδή πρέπει να αλλάξει ολοκληρωτικά η θεώρηση που υπάρχει μέχρι σήμερα "κατανόησης" του χώρου, όπως αυτό γίνεται επί του δισδιάστατου στατικού χάρτου.

Η χειραγώγηση δηλαδή του κυριότερου γνωρίσματος της Εικονικής Πραγματικότητας, η δυνατότητα πλοήγησης, πρέπει να περιορισθεί σε μία περιοχή όπου η κλίμακα δεν μπορεί να υπερβαίνει προς τα πάνω και προς τα κάτω, αυτή που επιτρέπεται κατά τη γεωγραφική ανάλυση για την επεξεργασία των αστικών περιοχών. Η μοντελοποίηση της πτήσης του παρατηρητή μπορεί να υλοποιηθεί με τη δημιουργία απαγορευμένων πεδίων μέσα στα οποία δεν θα μπορεί να κινηθεί ο χρήστης και μπορεί να υπολογιστεί ως ακολούθως:

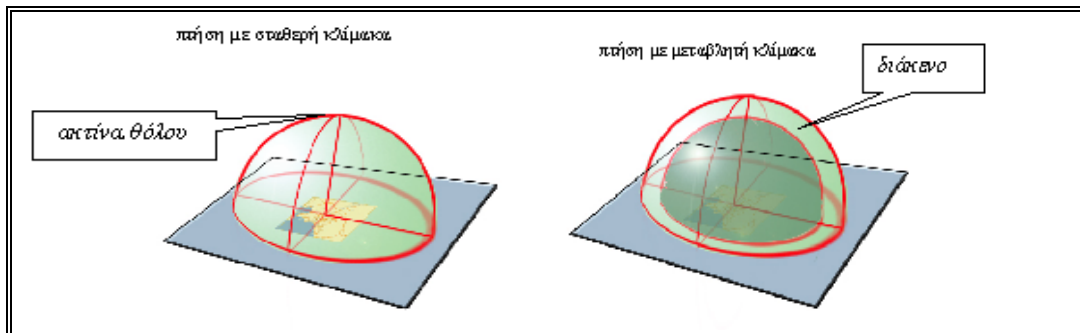


$\Delta$  = μήκος στο έδαφος  
 $\delta$  = μήκος επί της οθόνης  
 $\omega$  = γωνία φακού ( $45^\circ$ )  
 $\kappa$  = συντελεστής κλίμακας  
 $H$  = ύψος πτήσης

$$\left. \begin{aligned} \epsilon\phi\frac{\omega}{2} &= \frac{\Delta/2}{H} \Rightarrow H = \frac{\Delta/2}{\epsilon\phi\frac{\omega}{2}} \\ \frac{d}{\Delta} &= \frac{1}{\kappa} \Rightarrow \Delta = \delta \cdot \kappa \end{aligned} \right\} \Rightarrow H = \frac{d \cdot \kappa}{\epsilon\phi\frac{\omega}{2}}$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΨΟΥΣ "ΠΤΗΣΗΣ" ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗ

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις: Κίνηση σε σταθερή ακτίνα και κίνηση με ελεγχόμενο πεδίο μεταβλητότητας.



ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗ

Ο παρατηρητής πρέπει να κινείται πάνω στην επιφάνεια του τμήματος σφαίρας του οποίου η ακτίνα αναλογεί σε συγκεκριμένη κλίμακα. Εάν ο παρατηρητής επιθυμεί να κινείται σε ένα χώρο μεταβλητής ακτίνας (π.χ. μεταξύ 1:10.000 και 1:1.000), τότε πρέπει να υπολογιστεί η ακτίνα ενός δεύτερου θόλου. Η κίνηση του παρατηρητή πρέπει να περιορίζεται στο διάκενο που σχηματίζεται μεταξύ του εξωτερικού του μικρού θόλου και του εσωτερικού του μεγάλου.

## 9. Συμπέρασμα

Οι Εικονικοί Κόσμοι δίνουν ένα σημαντικό πλεονέκτημα στην ανάλυση προσφέροντας απαντήσεις με προφανή τρόπο σε μία σειρά από ερωτήματα που η δισδιάστατη χαρτογραφία έχει φυσική δυσκολία ανταπόκρισης και ταυτόχρονα θέτουν ερωτήματα που αφορούν τον βαθμό απόδοσης την πραγματικότητας. Είναι ορθοί στόχοι;

Σε κάθε περίπτωση η Εικονική Χαρτογράφηση βρίσκεται στην αρχή. Σειρά ουσιαστικών ζητημάτων πρέπει να διευθετηθούν τα οποία θα της επιτρέψουν να παγιώσει ένα θεωρητικό και ένα τεχνικό πλαίσιο λειτουργίας. Έως τότε κάθε διάλογος που αφορά την υπόστασή της, όπως ο βαθμός εικονικής απόδοσης, οι δυνατότητες αλληλόδρασης, η λειτουργικότητα και η χρήση μέσων και περιφερειακών συσκευών κα. είναι ανοικτός με την προϋπόθεση ότι πρέπει να της δοθεί ο χρόνος που θα επιτρέψει το σχηματισμό ενός πρώτου πλαισίου κοινής επιστημονικής αποδοχής και θα την καταστήσει εξ ίσου αξιόπιστη με την κλασσική χαρτογραφία.

Η πληροφοριακή επανάσταση έκανε στενότερη την επαφή κλάδων και επιστημών. Η Εικονική Πραγματικότητα έφερε στη χαρτογραφία την Εικονική Χαρτογραφία, εργαλείο που σήμερα βρίσκεται σε πλήρη άνθηση. Οι δυνατότητες που ανοίγονται στην εικονική χαρτογραφία είναι εξαιρετικά ευνοϊκές και οι ραγδαίες αλλαγές που επιφέρει η ψηφιακή τεχνολογία προσιωνίζουν την επερχόμενη εξέλιξη αλλά ο δρόμος για την απόλυτη διαχείριση του φαινομένου φαίνεται να είναι μακριά και προϋποθέτει μακρόχρονη ενασχόληση.

## Βιβλιογραφία

- ACEVEDO W., (1997), *Time Series Animation Techniques for Visualizing Urban Growth*, <http://www.elsevier.nl/homepage/misc/cageo/acevedo/acevedo.html>
- DE BLIJ H.J., (1995), *The earth, an introduction to its Physical and Human Geography*, New York, John Wiley & Sons.
- DORLING G. (1992), Stretching space and splicing time: from cartographic animation to interactive visualization, *Cartography and Geographic Information Systems*, 19, 4 1992, 215-227.

- FAIRBAIN & PRISLEY, (1997), The use of VRML for cartographic presentation, *Computer & Geosciences*, v.23, no. 4.
- GERSMEHL, P. (1990), *Choosing Tools: Nine Metaphors of Four - Dimensional Cartography*. *Cartographic Perspectives* No 5: pp 3-17
- ROBINSON, A., MUEHRCKE, P., KIMERLING, A., GUPTILL, C. (1995) *Elements of Cartography*, Wiley, N.York, pp 557-556.
- CASTAGNERI J. (1998), *Temporal GIS explores new dimensions in Time*, <http://www.geoplance.com/gw/1998/0998/998tmp.asp>
- MACEACHREN A. (1997), Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda, *Computers & Geosciences* May 1997, Special Issue – ICA, Commission on visualization, in <http://www.elsevier.nl/homepage/misc/cageo/mk/mkintro.htm>
- PARSONS E (1994), *Visualization techniques for qualitative spatial information*, <http://wwwsgi.ursus.maine.edu/gisweb/spatdb/egis/old/eg94046.html>
- PETERSON M. (2000), Cartographic Animation, *Year Book of Geography*, Mc Graw Hil στο <http://maps.unomaha.edu/mp/Articles/CartographicAnimation.html>
- PETERSON M. (1994), Spatial Visualization Through Cartographic Animation: Theory & Practice, *GIS/LIS* 1994, p.619-628, in <http://wwwsgi.ursus.maine.edu/gisweb/spatdb/gis-lis/gi94078.html>
- RHYNE T. (1999), *Going Virtual with Geographic Information & Scientific Visualization*, <http://www.elsevier.nl/homepage/misc/cageo/rhyne/rhyne.html>
- SANDERCOCK M. (1999), *Cartographic visualization relies on the use of maps to present a cartographic idea, in this visualization metaphor relevant in today's digital world*, <http://www.gisca.adelaide.edu.au/~msanderc/index.html>