Αφιέρωμα στον Ομότιμο Καθηγητή Μύρωνα Μυρίδη
Edition spĕciale pour le Professeur Émérite Myron Myridis
Special issue for Emeritus Professor Myron Myridis

Χαρτογραφίες Νου, Ψυχής και Γνώσης
Cartographies de l'Esprit, de l'Ame et du Savoir
Cartographies of Mind, Soul and Knowledge

Επιμέλεια / Revision / Editing
Αρβανίτης Α., Λαφαζάνη Π., Μπάσμπας Σ., Παπαδοπούλου Μ., Παρασχάκης Ι., Ρωσσικόπουλος Δ.
Arvanitis A., Basbas S., Lafazani P., Papadopoulou M., Paraschakis I., Rossikopoulos D.

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης / Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών
Universitĕ Aristote de Thessalonique / Ecole des Ingénieurs Géographes
Aristotle University of Thessaloniki / School of Rural and Surveying Engineers

Εξώφυλλο:

φωτογραφία αντιγράφου MET /Νέα Υόρκη (*συλλογή Μύρωνα Μυρίδη*)
Χάρτης Κλαύδιου Πτολεμαίου Tabula Asia I (Asia Minor), έκδοση Πάντοβας, 1621

Φωτογράφιση:

Ελισάβετ Κούκη

Ψηφιακή επεξεργασία φωτογραφίας:

Χρύσα Πετρίτση

Σύνθεση:

Μύρων Μυρίδης

Ψηφιακή επεξεργασία, σύνθεση και συνολική επιμέλεια εξωφύλλου:

Άννα Παναγοπούλου

ISBN 978-960-89320-7-4

© Copyright, Νοέμβριος 2015

Φωτοστοιχειοθεσία
Εκτύπωση
Βιβλιοδεσία

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ
18ο χλμ Θεσσαλονίκης - Περαίας
Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19
Τηλ.: 2392.072.222 - Fax: 2392.072.229 • e-mail: info@ziti.gr

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

www.ziti.gr

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ:
Αρμενοπούλου 27 - 546 35 Θεσσαλονίκη • Τηλ.: 2310-203.720 • Fax 2310-211.305
e-mail: sales@ziti.gr

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ - ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΘΗΝΩΝ:
Χαριλάου Τρικούπη 22 - Τ.Κ. 106 79, Αθήνα • Τηλ.-Fax: 210-3816.650
e-mail: athina@ziti.gr

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ: www.ziti.gr

Χάρτης και αλληλεπίδραση

Βύρωνας Νάκος

Καθηγητής ΕΜΠ, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών,
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
bnakos@central.ntua.gr

Περίληψη: Με αφετηρία την τελευταία δεκαετία του 20ου αιώνα, μπορεί να υποστηριχθεί ότι η χαρτογραφία βρίσκεται σε φάση διαρκούς εξέλιξης, ενσωματώνοντας τις σύγχρονες τεχνολογικές αλλαγές. Ίσως το πιο σημαντικό στοιχείο αυτής της εξέλιξης είναι το γεγονός, ότι ο δημιουργός του χάρτη δεν ανήκει πλέον σε ένα περιορισμένο επιστημονικό ή επαγγελματικό τμήμα του κοινωνικού συνόλου, τους χαρτογράφους, αλλά δυνητικά σε ολόκληρη την κοινωνία. Η νέα μορφή του χάρτη, που παύει να είναι μια στατική εικόνα αποτυπωμένη σε ένα χαρτί, καθίσταται δυναμική εικόνα στην οθόνη ενός υπολογιστικού συστήματος και χαρακτηρίζεται από μια πολύ σημαντική ιδιότητα, την αλληλεπίδραση. Στην εργασία, αρχικά παρουσιάζεται μια συνοπτική ιστορική περιοδολόγηση αναφορικά με την επίδραση των τεχνολογικών αλλαγών στη χαρτογραφία. Στη συνέχεια, αναλύεται η αλληλεπίδραση του σύγχρονου χάρτη, ως βασικής παραμέτρου της διαδικασίας διεπαφής του ανθρώπου με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, σε σχέση με τις ανάγκες που υπαγορεύει η γραφική επικοινωνία της χωρικής πληροφορίας. Η εργασία ολοκληρώνεται με τη διατύπωση ορισμένων σκέψεων-προτάσεων, στη βάση των οποίων η αλληλεπίδραση του χάρτη μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό παράγοντα προς την κατεύθυνση δημιουργίας του χάρτη από ευρύτερες ομάδες του κοινωνικού συνόλου και όχι μόνο από το χαρτογράφο.

1. Εισαγωγή

Στην ιστορική της διαδρομή η χαρτογραφία χαρακτηρίζεται από τη διαρκή αξιοποίηση και ενσωμάτωση τεχνολογικών αλλαγών. Ωστόσο, υπάρχουν συγκεκριμένες περιπτώσεις - «σταθμοί», κατά τις οποίες η υιοθέτηση ορισμένων τεχνολογικών καινοτομιών συνοδεύεται από ριζική αναθεώρηση των θεωρητικών και πρακτικών διεργασιών της χαρτογραφίας, αλλά και της μορφής του χαρτογραφικού μέσου, δηλαδή, του χάρτη. Οι «σταθμοί» αυτοί της χαρτογραφίας ουσιαστικά διαμορφώνουν κάθε φορά τους όρους μιας τεχνολογικής επανάστασης.

Με αφετηρία την κλασική και ελληνιστική εποχή, η συνεισφορά πολλών φιλοσόφων, μαθηματικών και αστρονόμων συνδέει τη χαρτογραφία με τα μαθηματικά και ιδιαίτερα με τη γεωμετρία (Harley and Woodward, 1987) και διαμορφώνεται ένας πρώτος «σταθμός» για τη χαρτογραφία. Αποκορύφωμα αυτής της περιόδου αποτελεί το έργο του Κλαύδιου Πτολεμαίου που μεταξύ άλλων θέτει τα θεμέλια των χαρτογραφικών προβολών (Εικόνα 1Α), με παρόμοιο πλαίσιο που τις χρησιμοποιούμε ακόμα και σήμερα (Snyder, 1993). Η συμβολή αυτή των Ελλήνων χαρτογρά-

φων, πολύ αφαιρετικά, μπορεί να συνοψιστεί στο γεγονός ότι, η χαρτογραφία από εμπειρική τεχνική αναπαράστασης του γεωγραφικού χώρου μετασχηματίζεται σε επιστήμη (Bagrow and Skeleton, 1964), θέτοντας τα δικά της επιστημολογικά ερωτήματα.

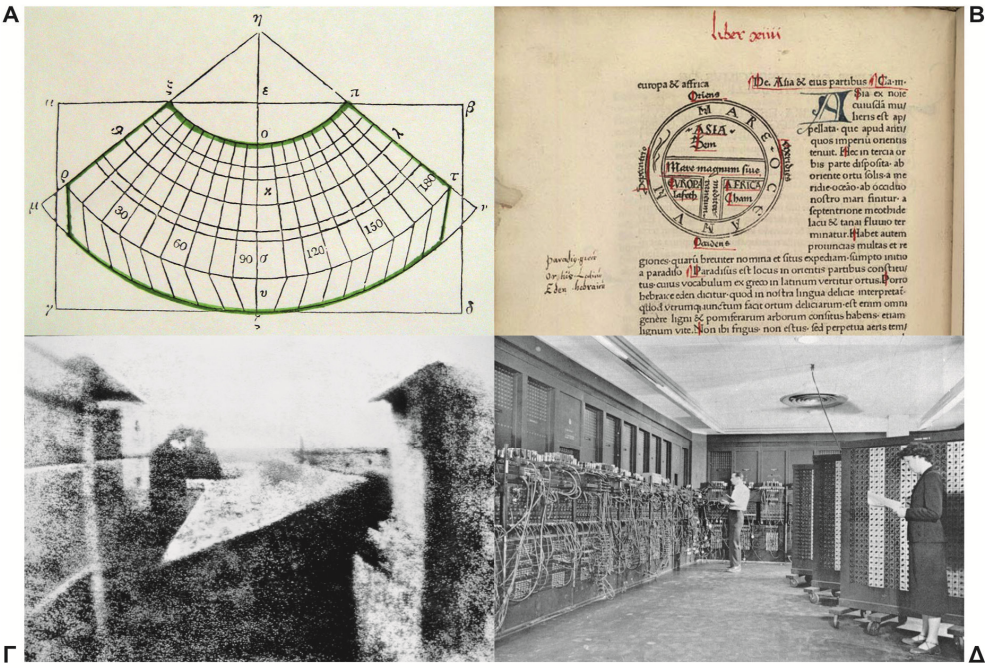
Πολλούς αιώνες αργότερα η ανακάλυψη της τυπογραφίας, το δεύτερο μισό του 15ου αιώνα, παρέχει τη δυνατότητα της μαζικής αναπαραγωγής του χάρτη (Εικόνα 1Β). Στο δεύτερο αυτό «σταθμό» της χαρτογραφίας, ο χάρτης παύει να είναι αποκλειστικά και μόνον ένα από τα εργαλεία άσκησης της εξουσίας των ηγεμόνων, δηλαδή, των λίγων, και έδωσε δυνατότητα πρόσβασης σε αυτόν σε ευρύτερες κοινωνικές ομάδες (Raisz, 1948; Brown, 1977; Peterson, 1995).

Κατά τον 19ο αιώνα (1823), η ανακάλυψη της φωτογραφίας, από τον Joseph Nicéphore Niépce (Εικόνα 1Γ), και στη συνέχεια στις αρχές του 20ου αιώνα (1911) η ανακάλυψη του αεροπλάνου, από τους αδελφούς Wright, οδηγούν στην επινόηση της αεροφωτογραφίας, ως μέσου μαζικής συλλογής χωρικών δεδομένων εκ του μακρόθεν. Η λήψη της φωτογραφίας από το αεροπλάνο συμβάλλει στη μαζική συλλογή χωρικών δεδομένων με χαμηλό σχετικά κόστος αντικαθιστώντας τις χρονοβόρες και υψηλού κόστους μετρήσεις στο πεδίο. Ο τρίτος αυτός σημαντικός «σταθμός» της χαρτογραφίας επιτρέπει την ακριβή και ταχύτερη χαρτογράφηση ανεξερεύνητων περιοχών (Raisz, 1948). Η αεροφωτογραφία με την παράλληλη ανάπτυξη της φωτογραμμετρίας συμβάλλουν καταλυτικά στην ολοκλήρωση χαρτογραφικών προγραμμάτων με πλήρη χωρική κάλυψη σε πολλαπλές κλίμακες πολλών προηγμένων τεχνολογικά κρατών.

Από τα μέσα του 20ου αιώνα μέχρι σήμερα βρίσκεται σε διαρκή εξέλιξη ο τέταρτος «σταθμός» της χαρτογραφίας. Καθοριστικά τεχνολογικά επιτεύγματα αυτής της περιόδου, αποτελούν ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και οι τεχνητοί δορυφόροι. Η επινόηση του πρώτου ηλεκτρονικού υπολογιστή, με την ονομασία *ENIAC* (Εικόνα 1Δ), γίνεται την επαύριο του τέλους του 2ου Παγκοσμίου Πολέμου από ερευνητικό εργαστήριο του στρατού των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (*Ballistic Research Laboratory*). Η πρώτη επιτυχής εκτόξευση τεχνητού δορυφόρου, με την ονομασία *Sputnik*, γίνεται μια δεκαετία αργότερα από τη Σοβιετική Ένωση. Οι τεχνολογικές αυτές εξελίξεις ωριμάζουν σταδιακά. Έτσι, το τελευταίο τέταρτο του 20ου αιώνα βρίσκεται πλέον σε λειτουργία το σύστημα *Landsat* που συλλέγει συστηματικά δορυφορικές εικόνες της επιφάνειας της Γης[1], αναδύοντας έναν νέο επιστημονικό τομέα στις γεωεπιστήμες, την τηλεπισκόπηση. Τη δεκαετία το ΄80, κυκλοφορεί ο πρώτος «προσωπικός υπολογιστής» (*IBM PC*) από την εταιρία *IBM*. Οι τεχνολογικές εξελίξεις ολοκληρώνονται στη συνέχεια με τη δημιουργία του *Παγκόσμιου Συστήματος Εντοπισμού* (*Global Positioning System - GPS*) και την επινόηση του διαδικτύου (internet). Το *Παγκόσμιο Συστήμα Εντοπισμού* δημιουργείται από το *De-*

1 Ο πρώτος δορυφόρος του συστήματος *Landsat* εκτοξεύτηκε το 1972.

partment of Defense των ΗΠΑ, το οποίο παρέχει υπηρεσίες εντοπισμού από το 1978 με τέσσερις δορυφόρους ενώ από το 1995 λειτουργεί πλήρως με 24 δορυφόρους. Το διαδίκτυο δημιουργείται το 1982, με την τυποποίηση του *Internet Protocol Suite* (*TCP/IP*) και τίθεται το 1993 σε λειτουργία ο *Παγκόσμιος Ιστός* (*World Wide Web*) από επιστήμονες του διεθνούς ερευνητικού κέντρου *CERN*. Οι τεχνολογικές αλλαγές του τέταρτου «σταθμού» της χαρτογραφίας επηρεάζουν ριζικά το αντικείμενό της. Αναπτύσσονται εξαρχής νέες τεχνικές και μέθοδοι βασισμένες σε ψηφιακές αρχές, με αποτέλεσμα κάθε χάρτης να δημιουργείται πλέον με ψηφιακές μεθόδους και τεχνικές, ανεξάρτητα από το αν χρησιμοποιεί ως μέσο απόδοσης το παραδοσιακό χαρτί ή την έγχρωμη οθόνη ενός υπολογιστή. Το πιο σημαντικό, όμως, στοιχείο του τέταρτου «σταθμού» της χαρτογραφίας είναι η καθολική διεύρυνση του υποκειμένου που δημιουργεί το χάρτη.



Εικόνα 1. *Στο Α απεικονίζεται η γεωμετρική αρχή της πρώτης προβολής (απλή κωνική) που επινόησε ο Κλαύδιος Πτολεμαίος (πηγή: http://www.dioi.org/gad.htm).*
Στο Β απεικονίζεται απόσπασμα σελίδας που εμφανίζει τον πρώτο σωζόμενο τυπωμένο χάρτη στο βιβλίο Etymologiae του Ισίδωρου της Σεβίλλης (πρώτη σελίδα 16ου Κεφαλαίου), που εκδόθηκε από τον Günther Zainer στο Augsburg το 1472)
(πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/T_and_ O_map).
Στο Γ απεικονίζεται η παλαιότερη σωζόμενη φωτογραφία από τον εφευρέτη της φωτογραφίας, Joseph Nicéphore Niépce, η λήψη έγινε το 1826 ή 1827
(πηγή: http:// en.wikipedia.org/wiki/History_of_photography).
Στο Δ απεικονίζεται ο πρώτος ηλεκτρονικός υπολογιστής, ο ENIAC, στις εγκαταστάσεις του Ballistic Research Laboratory στην Φιλαδέλφεια των ΗΠΑ
(πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/ENIAC#mediaviewer/File: Eniac.jpg).

Μέχρι και τις τελευταίες δεκαετίες του 20ου αιώνα οι χαρτογράφοι είναι αυτοί που δημιουργούν το χάρτη, ως γνώστες εξειδικευμένων μεθόδων και τεχνικών της γραφικής αναπαράστασης των πληροφοριών που χαρακτηρίζουν το γεωγραφικό χώρο, περιορίζοντας τους μη ειδικούς στο ρόλο του χρήστη του χάρτη. Η χρήση του υπολογιστή σε συνδυασμό με την ευρεία παγκόσμια αποδοχή του διαδικτύου, ως μέσου έκδοσης και διάχυσης του χάρτη, καθιστά «χαρτογράφο» οποιοδήποτε μέλος της κοινωνίας. Δημιουργοί και χρήστες του χάρτη μπορεί πλέον να είναι όλοι, χαρτογράφοι και μη «χαρτογράφοι». Σε αυτό το πλαίσιο η σύγχρονη χαρτογραφία καλείται να απαντήσει στο ερώτημα: Πώς είναι δυνατό, με την καθολική διεύρυνση των δημιουργών του χάρτη, να εξακολουθεί ο χάρτης να είναι ένα αποτελεσματικό μέσο γραφικής επικοινωνίας της χωρικής πληροφορίας, όταν ο δημιουργός του δεν διαθέτει ενδεχομένως το απαραίτητο γνωσιοθεωρητικό υπόβαθρο της επιστήμης της χαρτογραφίας;[2] Το ερώτημα αυτό παραμένει ανοικτό και καλείται η χαρτογραφική κοινότητα να διαμορφώσει μια ολοκληρωμένη απάντηση.

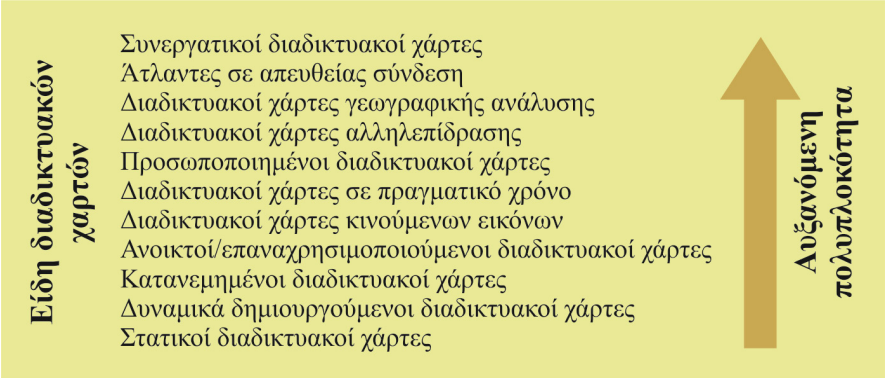
Παράλληλα, οι τεχνολογικές εξελίξεις του τετάρτου «σταδίου» της χαρτογραφίας ενεργοποιούν σημαντικές ανακατατάξεις στα αντικείμενα της χαρτογραφίας, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων γνωστικών πεδίων, με χαρακτηριστικό αυτό της *διαδικτυακής χαρτογραφίας* (*web/internet mapping/cartography*). Η διαδικτυακή χαρτογραφία συνίσταται στη διαδικασία σχεδιασμού, υλοποίησης, δημιουργίας και διάθεσης του χάρτη με τη βοήθεια του διαδικτύου (Neumann, 2012). Εκτός όμως από την τεχνοκρατική διάσταση που εμπεριέχει ο εν λόγω ορισμός, αντικείμενο της διαδικτυακής χαρτογραφίας αποτελεί η μελέτη των θεωρητικών αρχών που διέπουν τη χρήση των διαδικτυακών χαρτών, την αξιολόγηση και βελτιστοποίηση των εφαρμοζόμενων τεχνικών, τη χρηστικότητα του διαδικτυακού χάρτη, θέματα κοινωνικής διάστασης κ.ά. (Neumann, 2012).

Ένας διαδικτυακός χάρτης συνδυάζει όλα τα στοιχεία του παραδοσιακού χάρτη εισάγοντας ταυτόχρονα καινοτόμα στοιχεία όπως είναι: οι δυναμικοί χάρτες (π.χ. χάρτες κινούμενων εικόνων[3]), τα εργαλεία μεγέθυνσης/σμίκρυνσης και μετακίνησης στην επιφάνεια του χάρτη, τη μίξη της εικόνας του χάρτη με ήχο ή άλλα πολυμέσα κ.ά. Ο διαδικτυακός χάρτης προβάλλεται στην οθόνη ενός υπολογιστή, ενός υπολογιστή ταμπλέτα (tablet) ή ενός «έξυπνου» κινητού τηλεφώνου (smartphone) μέσω σύνδεσης στο διαδίκτυο. Στην Εικόνα 2, παρουσιάζονται τα διαφορετικά είδη των διαδικτυακών χαρτών ταξινομημένα κατά αύξουσα σειρά πολυπλοκότη-

2 Στο πρόσφατο 13ο Εθνικό Συνέδριο Χαρτογραφίας, που διεξήχθη στις 22-24 Οκτωβρίου 2014 στην Πάτρα, το ερώτημα αυτό απασχόλησε ως κύριο θέμα τη συζήτηση της 8ης Συνεδρίας (Συμπεράσματα – Προτάσεις) που διεξήχθη κατά την τελετή της λήξης του.

3 Η ιδέα αξιοποίησης της κινούμενης εικόνας (animation) ως δυναμικού μέσου γραφικής επικοινωνίας της χωρικής πληροφορίας, δηλαδή δυναμικού χάρτη, για πρώτη φορά προτάθηκε από τον Thrower (1959) πριν από πολλές δεκαετίες.

τας. Βασικό χαρακτηριστικό των διαδικτυακών χαρτών, ως προϊόντων της πληροφορικής, είναι η *αλληλεπίδραση*. Αντικείμενο της εργασίας είναι η ανάλυση της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με το χάρτη από την οπτική της γραφικής επικοινωνίας της χωρικής πληροφορίας, δηλαδή, της χαρτογραφίας.



Εικόνα 2. *Τα είδη των διαδικτυακών χαρτών (με τροποποίηση από το πρωτότυπο, πηγή: Neumann, 2012).*

2. Τα στοιχεία της αλληλεπίδρασης του χάρτη

Η αλληλεπίδραση του χρήστη με το χάρτη ορίζεται ως ο διάλογος μεταξύ ανθρώπου και χάρτη που επιτυγχάνεται με τη διαμεσολάβηση του ηλεκτρονικού υπολογιστή (Roth, 2011). Η αλληλεπίδραση του χάρτη αποτελεί μια εξειδικευμένη εφαρμογή ενός γενικότερου γνωστικού αντικειμένου, της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή (*Human Computer Interaction - HCI*). Είναι προφανές ότι η έννοια της αλληλεπίδρασης, έχει νόημα σήμερα μόνο για χαρτογραφικές απεικονίσεις οι οποίες υλοποιούνται σε ψηφιακό περιβάλλον. Ένας χάρτης με αλληλεπίδραση συνήθως υλοποιείται σε ένα γραφικό περιβάλλον διεπαφής (*Graphical User Interface - GUI*), το οποίο συντίθεται από γραφικά εργαλεία. Τα γραφικά εργαλεία διαμεσολαβούν μεταξύ χρήστη και υπολογιστή και είναι αυτά που παρέχουν στο χρήστη τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά με το χάρτη. Η αλληλεπίδραση είναι δυνατόν να σχετίζεται τόσο με το γραφικό μέρος όσο και με τα χαρακτηριστικά του χάρτη (Peterson, 1995). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται ορισμένα χαρακτηριστικά παραδείγματα αλληλεπίδρασης του χρήστη με το γραφικό μέρος και με χαρακτηριστικά του χάρτη, όπως έχουν διατυπωθεί από τον Peterson (1995).

Ο χάρτης αλληλεπίδρασης είναι δυνατόν να περιλαμβάνει τη σύνδεση των στοιχείων της απεικόνισης με διάφορα πολυμέσα (multimedia), τα οποία αποτελούνται από κείμενα, ήχους, εικόνες, βίντεο, δικτυακούς συνδέσμους κ.ά. Η δυνατότητα αυτή διαμορφώνει μια εξειδικευμένη εκδοχή του χάρτη που ονομάζεται *χάρτης πολυμέσων* (multimedia map).

Πίνακας 1. *Παραδείγματα αλληλεπίδρασης χρήστη με το γραφικό μέρος και τα χαρακτηριστικά του χάρτη (πηγή: Peterson, 1995).*

Αλληλεπίδραση με το γραφικό μέρος του χάρτη	**Αλληλεπίδραση με χαρακτηριστικά του χάρτη**
• Αλλαγές κλίμακας (zoom-in/out) • Αλλαγές στην προοπτική της απεικόνισης (πλάγιες απεικονίσεις, στροφή γύρω από 3D αντικείμενο) • Αλλαγές στο συμβολισμό (π.χ. απόχρωση, μέγεθος, σχήμα, ένταση κλπ.) • …	• Υπολογισμοί αριθμητικών πράξεων μεταξύ χαρακτηριστικών • Επιλογή μεθόδων απόδοσης • Επιλογή αριθμού ομάδων διαβαθμισμένων συμβόλων (π.χ. χωροπληθής χάρτης) • …

Η ενότητα ολοκληρώνεται με την παρουσίαση μιας από τις σημαντικότερες ταξινομήσεις εργαλείων αλληλεπίδρασης του χάρτη με το χρήστη (Edsall et al., 2009).

Αλληλεπίδραση αντιστάθμισης των περιορισμών της οθόνης

Το μέγεθος και η ανάλυση της οθόνης ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή αποτελεί ένα σημαντικό περιορισμό στην προβολή ενός χάρτη, υπό την έννοια της σύγκρισης του μεγέθους μιας οθόνης με το φυσικό μέγεθος ενός χάρτη. Η αντιμετώπιση των πιθανών προβλημάτων που προκύπτουν από τους δύο αυτούς περιορισμούς επιτυγχάνεται με εργαλεία αλληλεπίδρασης όπως είναι: η *μεγέθυνση/σμίκρυνση* (zooming) της εικόνας του χάρτη· η *μετάθεση* (panning) του κέντρου της εικόνας του χάρτη σε διαφορετική θέση· η *επανα-προβολή* (re-projecting) των απεικονιζόμενων δεδομένων του χάρτη σε ένα διαφορετικό προβολικό σύστημα· η *αναγραφή δεδομένων* (accessing exact data) που υλοποιείται με προβολή στην οθόνη της τιμής που αντιστοιχεί σε ένα σύμβολο, όταν ο δρομέας του ποντικιού τοποθετείται πάνω από αυτό. Τέλος, με την *εστίαση* (focusing) ενισχύεται η παρουσίαση ενός υποσυνόλου των απεικονιζόμενων δεδομένων.

Ανάδειξη αφανών μοτίβων των δεδομένων

Η αποκάλυψη μη αναγνωρίσιμων χαρακτηριστικών ή μοτίβων ενός συνόλου δεδομένων αποτελεί έναν από τους βασικότερους σκοπούς της ανάλυσης του χάρτη. Ωστόσο, η διερεύνηση των δεδομένων μπορεί να υποστηρίζεται από εργαλεία αλληλεπίδρασης που τροποποιούν το αφαιρετικό επίπεδο απόδοσης των δεδομένων με σκοπό την ανάδειξη σημαντικών όψεων των απεικονιζόμενων πληροφοριών, όπως είναι: η *αλλαγή είδους συμβολισμού* (altering representation type) που επιτρέπει την εφαρμογή εναλλακτικών τρόπων οπτικοποίησης των δεδομένων του χάρτη ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του φαινομένου και τους κανόνες της γραφικής σημειολογίας· η *αλλαγή συμβόλων* (altering symbolization) που μεταβάλλει την ομαδοποίηση των δεδομένων, την απόχρωση των συμβόλων, τη μέθοδο παρεμβο-

λής ή την ισαποχή των ισαριθμικών γραμμών· η *υποβολή ερωτημάτων* (posing queries) που εφαρμόζεται σε επιλεγμένα δεδομένα ενός παραθύρου ή περικλείονται από ένα πολύγωνο· και τέλος, ο *μετασχηματισμός δεδομένων* (transforming data) με τη βοήθεια του οποίου προσδιορίζονται από πρωτογενή δεδομένα παράγωγες τιμές ή υποστηρίζεται η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων.

Διερεύνηση μεγάλου όγκου ή/και πολυδιάστατων βάσεων δεδομένων

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα χωρικά δεδομένα είναι ιδιαίτερα ογκώδη, δηλαδή, περιλαμβάνουν δεκάδες ή εκατοντάδες θεματικές μεταβλητές που σχετίζονται με κάθε εγγραφή, απαιτούνται ειδικά εργαλεία αλληλεπίδρασης για τη διαχείρισή τους, όπως είναι: η *ενεργοποίηση/απενεργοποίηση* (toggling visibility) θεματικών ενοτήτων· το *βούρτσισμα* (brushing) με τη βοήθεια του οποίου επιτυγχάνεται η σύνδεση επιλεγμένων εγγραφών ενός χάρτη σε διάφορες άλλες οπτικοποιήσεις (για παράδειγμα, πίνακες, διαγράμματα, χάρτες, κλπ.)· το *φιλτράρισμα* (filtering) που περιορίζει την ποσότητα των δεδομένων τα οποία εμφανίζονται μόνο σε εκείνες τις εγγραφές που πληρούν ορισμένα κριτήρια· και τέλος η *εστίαση* (lensing) που προσομοιώνει τη χρήση ενός υπερευρυγώνιου φακού πάνω από το χάρτη ή άλλα εργαλεία φυσικής μεγέθυνσης, ώστε να μεγεθύνεται ένα τμήμα του χάρτη. Παρά το γεγονός ότι η εστίαση, ως εργαλείο αλληλεπίδρασης, επιτυγχάνει την εποπτική απεικόνιση λεπτομερειών σε μια περιοχή ενδιαφέροντος, ωστόσο παραμορφώνει τις περιφερειακές σε αυτήν περιοχές και μειώνει την οπτική τους σημασία, επιτρέποντάς τους όμως να παραμένουν ορατές.

Αλληλεπίδραση με χωροχρονικά δεδομένα

Ορισμένοι από τους τρόπους με τους οποίους οι χρήστες του χάρτη μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τη χρονική διάσταση των χωρικών δεδομένων περιλαμβάνουν: τη *δημιουργία και έλεγχο κινούμενης εικόνας* (constructing and controlling animation) (Harrower et al., 2000), η οποία αποτελεί το χρονικό ανάλογο του χάρτη. Αυτό συμβαίνει γιατί ενώ ο «κλασικός» χάρτης αναπαριστά το φυσικό χώρο ως χώρο απόδοσης, η κινούμενη εικόνα αναπαριστά το φυσικό χρόνο ως διάρκεια απόδοσης (DiBiase et al., 1992). Τη *χρονική μετάθεση* (temporal panning) που υλοποιείται με «πλήκτρα» μέσω των οποίων ελέγχεται η αναπαραγωγή ενός βίντεο (εκκίνηση, σταμάτημα, μετάβαση πίσω/μπρος, κλπ.), και είναι χρήσιμα να συμπεριλαμβάνονται σε ένα περιβάλλον αναπαράστασης κινούμενης εικόνας· τη *χρονική μεγέθυνση/σμίκρυνση* (temporal zooming) που αυξομειώνει τη χρονική κλίμακα αναπαραγωγής της κινούμενης εικόνας· την *υποβολή χρονικών ερωτημάτων* (temporal querying) και τέλος το *μετασχηματισμό χρονικών δεδομένων* (temporal data transformation).

3. Συζήτηση

Τη δεκαετία του 1970 στην επιστήμη της χαρτογραφίας διαμορφώθηκε το θεωρητικό μοντέλο της *χαρτογραφικής επικοινωνίας* (cartographic communication), με σκοπό την αξιοποίηση της επιστήμης της πληροφορικής (Koláčný, 1969; Salichtchev, 1978; Board, 1981). Σύμφωνα με το μοντέλο της χαρτογραφικής επικοινωνίας, οι παραδοσιακοί χάρτες στατικής μορφής δημιουργούνται από τους χαρτογράφους, οι οποίοι επικοινωνούν τη χωρική πληροφορία με το χρήστη χρησιμοποιώντας ως μέσο το χάρτη. Η αλληλεπίδραση του χρήστη με το χάρτη επιτρέπει προφανώς την επικοινωνία της χωρικής πληροφορίας, αλλά επιπλέον παρέχει τη δυνατότητα διεξαγωγής ενός διαλόγου μεταξύ της χωρικής αναπαράστασης και του χρήστη.

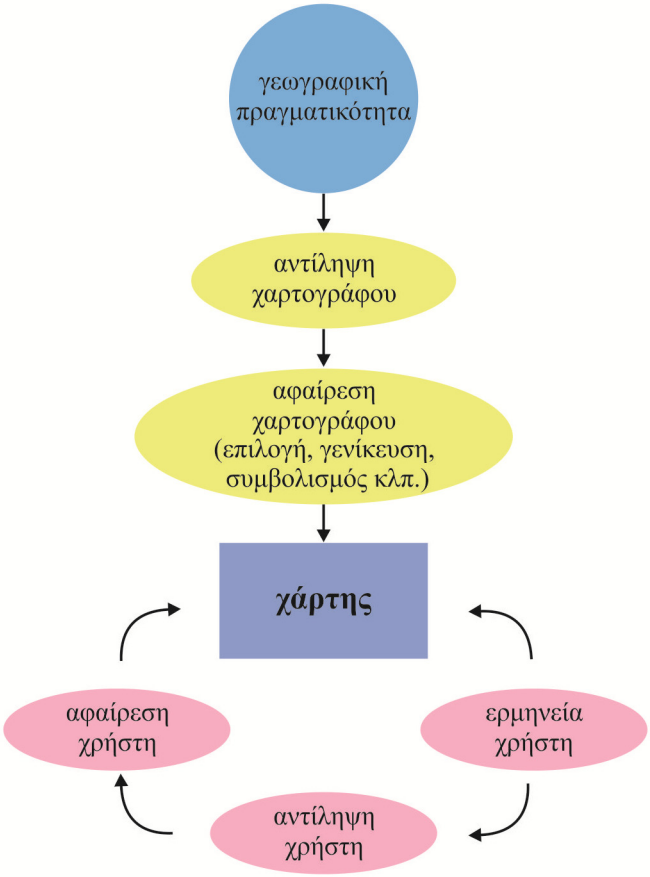
Ο χρήστης πλέον καθίσταται σημαντικός διαμεσολαβητής και δημιουργός της αναπαράστασης της χωρικής πληροφορίας, καθώς μπορεί να τροποποιήσει κάθε βήμα της χαρτογραφικής διαδικασίας (Edsall et al., 2009). Με την αλληλεπίδραση του χρήστη μπορεί να τροποποιηθούν: οι απεικονιζόμενες χωρικές ενότητες, η κλίμακα, το επίπεδο λεπτομέρειας των χωρικών δεδομένων, η ομαδοποίηση των δεδομένων, οι χρωματικές επιλογές των συμβόλων, η θέση παρατήρησης και άλλες παράμετροι του χάρτη. Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται διαγραμματικά το μοντέλο της χαρτογραφικής επικοινωνίας όπως τροποποιείται, προκειμένου να εκφράσει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης του χάρτη. Όμως, το θεωρητικό πλαίσιο που έχει επικρατήσει πλέον σήμερα στη χαρτογραφία έχει αντικαταστήσει το μοντέλο της χαρτογραφικής επικοινωνίας με ένα μοντέλο που θεωρεί ότι ο χάρτης είναι μια ερμηνεύσιμη αφαιρετική γραφική απεικόνιση της χωρικής πληροφορίας (γεωγραφικής πραγματικότητας), δηλαδή, αποτελεί ένα μέσο χωρικών αναπαραστάσεων (MacEachren, 1995). Εντός του νέου θεωρητικού πλαισίου ο χάρτης παύει να είναι απλά ένα παθητικό μέσο «εκπομπής» της χωρικής πληροφορίας και εφεξής αποτελεί ένα μέσο αποκάλυψης της χωρικής γνώσης.

Ο σχεδιασμός, η αποθήκευση, η λειτουργία αλλά και η διανομή ενός χάρτη αλληλεπίδρασης απαιτεί την αξιοποίηση ψηφιακών μέσων. Ένας χάρτης αλληλεπίδρασης μπορεί να λειτουργεί και να διανέμεται με μέσα αποθήκευσης ψηφιακών δεδομένων (π.χ. σκληρών δίσκων, οπτικών δίσκων κλπ.). Με τις δυνατότητες που παρέχει σήμερα το υφιστάμενο τεχνολογικό πλαίσιο για τη δημιουργία και δημοσίευση χαρτών στο διαδίκτυο μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αποτελεί ένα αποδοτικό εργαλείο σύνθεσης χαρτών αλληλεπίδρασης. Τα δύο βασικότερα πλεονεκτήματα της διανομής της χωρικής πληροφορίας μέσω του παγκόσμιου ιστού είναι: η εύκολη προσβασιμότητά της και η δυνατότητα για τη συνεχή επικαιροποίησή της (van Elzakker, 2000).

Παρόλα αυτά, λαμβάνοντας υπόψη τις θεωρητικές αλλά και πρακτικές αρχές που διατρέχουν το γνωσιακό υπόβαθρο της χαρτογραφίας, οι περισσότερες εφαρμογές διαδικτυακών χαρτών καταλήγουν απλά και μόνο στη δημιουργία παραδειγμάτων

θέασης χωρικών δεδομένων. Η ποιότητα των χαρτών αλληλεπίδρασης του διαδικτύου έχει υποστεί σημαντική κριτική από τους χαρτογράφους. Χαρακτηριστικές είναι επισημάνσεις σχετικά με την απόκλιση από την εφαρμογή των βασικών χαρτογραφικών κανόνων (Iosifescou et al., 2009), αλλά και απόψεις δόκιμων χαρτογράφων σχετικά με την απόκλιση από την αρμονική εφαρμογή των αντιληπτικών αρχών του χαρτογραφικού σχεδιασμού (Field, 2014). Μπορεί κανείς να ανατρέξει σε δημοφιλείς διαδικτυακές ιστοσελίδες, όπως είναι οι ιστοσελίδες: Google Maps, OpenStreetMap κ.ά. και να αξιολογήσει τα χαρτογραφικά παραδείγματα που προσφέρουν ως προς τους παραπάνω ισχυρισμούς.

Παρά το γεγονός ότι το συγκριτικό πλεονέκτημα των διαδικτυακών χαρτών είναι η αλληλεπίδραση του χρήστη με το χάρτη, εν τούτοις τα εργαλεία μεγέθυνσης/σμίκρυνσης, μετακίνησης στο χάρτη, οι αλλαγές χρωματικών αποχρώσεων στην οπτικοποίηση των χωρικών δεδομένων κ.ά., προσφέρουν μια πολύπλοκη και «γραφει-



Εικόνα 3. *Το μοντέλο της χαρτογραφικής επικοινωνίας όπως τροποποιείται για να εκφράσει την αλληλεπίδραση του χάρτη με τον χρήστη (με τροποποίηση από το πρωτότυπο, πηγή: Edsall et al. 2009).*

οκρατική» λύση, που αδυνατεί να αντιμετωπίσει προβλήματα όπως είναι η υποστήριξη εναλλακτικών τρόπων απόδοσης των χωρικών δεδομένων, γενίκευσης σε πραγματικό χρόνο, εφαρμογή ορίων οπτικής αντίληψης, διάκρισης και διαφοροποίησης, αναγραφής τοπωνυμίων κ.ά. (Τζελέπης, κ.ά., 2014).

Υπό το πρίσμα των όσων προηγουμένως αναπτύχθηκαν, θα επιχειρηθεί να διατυπωθεί μια απάντηση στο εισαγωγικό βασικό ερώτημα: Πώς είναι δυνατό να εξακολουθεί ο χάρτης να είναι ένα αποτελεσματικό μέσο γραφικής επικοινωνίας της χωρικής πληροφορίας, όταν ο δημιουργός του δεν διαθέτει ενδεχομένως το απαραίτητο γνωσιοθεωρητικό υπόβαθρο της επιστήμης της χαρτογραφίας; Μια ικανοποιητική απάντηση ενδέχεται να αποτελεί η αξιοποίηση της αλληλεπίδρασης. Ερευνητές χαρτογράφοι έχουν επισημάνει ότι είναι τεχνολογικά εφικτό σήμερα να σχεδιαστούν και να αναπτυχθούν τρόποι αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με το χάρτη που να αποσκοπούν είτε στην εισαγωγή εκπαιδευτικών βοηθημάτων σε απευθείας σύνδεση (on-line tutorials) ή συστήματα τεχνητής νοημοσύνης - βασισμένα σε γνώση (knowledge-based systems) - με σκοπό την «καθοδήγηση» των χρηστών στη διαδικασία δημιουργίας του χάρτη (Andrienko et al., 2002). Βασική προϋπόθεση, βέβαια, είναι η έκφραση σε ένα φορμαλιστικό επίπεδο της διαδικασίας ανάλυσης των δεδομένων κάθε χαρτογραφικής σύνθεσης, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του απεικονιζόμενου χωρικού φαινομένου καθώς και τους κανόνες της γραφικής επικοινωνίας. Η ανάλυση των δεδομένων του προς απεικόνιση χωρικού φαινομένου βασίζεται: στις διαστάσεις τους και στην κατάταξή τους ως προς το σύστημα ιεράρχησης των χωρικών δεδομένων. Ειδικότερα, σε όσες περιπτώσεις η διαφοροποίηση είναι ποσοτική, θα πρέπει να εξετάζεται περαιτέρω αν τα δεδομένα είναι πρωτογενή ή παράγωγα και αν είναι διακριτά ή συνεχή (εξομαλυσμένα ή μη- εξομαλυσμένα). Το αποτέλεσμα της ανάλυσης σε συνδυασμό με τους κανόνες της γραφικής επικοινωνίας (γραφική σημειολογία) μπορεί να οδηγήσει στην κατάλληλη αξιοποίηση των οπτικών μεταβλητών (Betrin, 1983), με σκοπό η οπτικοποίηση να καθίσταται επικοινωνιακά αποτελεσματική.

4. Τελικές επισημάνσεις

Είναι σαφές ότι οι ραγδαίες εξελίξεις των τελευταίων δεκαετιών που έλαβαν χώρα στο πεδίο της χαρτογραφίας συμβάλλουν καθοριστικά στην πρόσφατη αναγνώρισή της ως επιστήμη.[4] Αποστολή της Διεθνούς Χαρτογραφικής Ένωσης σε διεθνές πε-

4 Το Διεθνές Συμβούλιο για την Επιστήμη (International Council for Science - ICSU) στην 31η Γενική Συνέλευσή του που διεξήχθη στη Νέα Ζηλανδία (30/08/2014-03/09/2014), αποφάσισε να αναγνωρίσει τη χαρτογραφία ως 32η επιστήμη. Στο πλαίσιο αυτό η Διεθνής Χαρτογραφική Ένωση (Cartographic Association - ICA) χρήστηκε Πλήρες Διεθνές Επιστημονικό Μέλος της Ένωσης (ICSU).

δίο αποτελεί η προώθηση των επιστημονικών αντικειμένων που σχετίζονται με τη χαρτογραφία και τη γεωπληροφορική. Εφεξής, η οικειοποίηση και η ενσωμάτωση της γεωπληροφορικής στη σκευή της Διεθνούς Χαρτογραφικής Ένωσης, υπό την έννοια της παραγωγικής συμπόρευσης της χαρτογραφίας με την επιστήμη της πληροφορικής, αναμένεται στο άμεσο μέλλον να λειτουργήσει προωθητικά προς την κατεύθυνση δημιουργίας λογισμικών περιβαλλόντων - είτε άμεσα εκτελέσιμων από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ή έμμεσα δια του διαδικτύου. Είναι προφανές ότι στο νέο αυτό πλαίσιο ο χρήστης με τη βοήθεια εργαλείων αλληλεπίδρασης θα «καθοδηγείται» στην κατασκευή χαρτών που θα αποτελούν αποτελεσματικά μέσα γραφικής επικοινωνίας.

Βιβλιογραφία

Andrienko, N., Andrienko, G., Voss H., Bernardo, F., Hipolito, J., and Kretchmer, U., 2002. *Testing the Usability of Interactive Maps in CommonGIS*. Cartography and Geographic Information Science, 29(4): 325–342.

Bagrow, L., and Skeleton, R.A., 1964. *History of Cartography*. Watts, London, 312 pp.

Bertin, J., 1983. *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps* (Berg, W.J. Trans.). University of Wisconsin Press, Madison, 432 pp.

Board, C., 1981. *Cartographic Communication*. Cartographica, 18(2): 42-78.

Brown, L.A., 1977. *The Story of Maps*. Dover, New York, 397 pp.

DiBiase, D., MacEachren, A.M., Krygier, J.B., and Reeves, C., 1992. *Animation and the role of map design in scientific visualization*. Cartography and Geographic Information Science, 19(4): 201–214, 265–266.

Edsall, R., Andrienko, G., Andrienko, N., and Buttenfield, B., 2009. *Interactive Maps for Exploring Spatial Data*. In: M. Madden (Editor), Manual of Geographic Information Systems. American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, pp. 837-858.

Field, K., 2014. *A Cacophony of Cartography*. The Cartographic Journal, 51(1): 1-10.

Harley, J.B. and Woodward, D., 1987. *The History of Cartography. Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean* (Volume 1). The University of Chicago Press, London, 599 pp.

Harrower, M., MacEachren, A.M., and Griffin, A.L., 2000. *Developing a geographic visualization tool to support Earth science learning*. Cartography and Geographic Information Science, 27(4): 279-293.

Koláčný, A., 1969. *Cartographic Information – a Fundamental Concept and Term in Modern Cartography*. The Cartographic Journal, 6(10): 47-49.

Iosifescu, I., Hugentobler, M., and Hurni, L., 2009. *Cartographic web services and cartographic rules – A new approach for web cartography*. Proc. of 24th International Cartographic Conference, International Cartographic Association, Santiago.

MacEachren A.M., 1995. *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design.* The Guilford Press, New York, 513 pp.

Neumann, A., 2012. *Web Mapping and Web Cartography*, In: W. Kresse and D.M. Danko (Editors), Handbook of Geographic Information. Springer, Berlin, pp. 567-587.

Peterson, M.P., 1995. *Interactive and Animated Cartography*. Prentice Hall, London, 257 pp.

Raisz, E., 1948. *General Cartography*. McGraw-Hill, New York, 354 pp.

Roth, R.E., 2011. *Interacting with maps: The Science and Practice of Cartographic Interaction*. Ph.D. Dissertation. The Pennsylvania State University, 214 pp.

Salichtchev, K.A., 1978. *Cartographic Communication / Its Place in the Theory of Science*. Cartographica, 12(2): 93-99.

Snyder, J.P., 1993. *Flattening the Earth. Two Thousand Years of Map Projections*. The University of Chicago Press, London, 365 pp.

Τζελέπης, Ν. Κρασανάκης, Β και Νάκος, Β., 2014. *Αξιοποίηση ελεύθερου λογισμικού/λογισμικού ανοικτού κώδικα για τη δημιουργία διαδικτυακών χαρτών στην εκπαίδευση*. Πρακτ. 13ου Εθνικού Συνέδριου Χαρτογραφίας. Χαρτογραφική Επιστημονική Εταιρία Ελλάδος, Πάτρα. (Υπό έκδοση)

Thrower N.J.W., 1959, "Animated cartography." *The Professional Cartographer*, 11(6): 9-12.

van Elzakker, C., 2000. *Use and Users of Maps on the Web*. Cartographic Perspectives, 37: 34-50.