

# Χώρας αιχώρος

**ΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

ΤΟΜΟΣ 1  
VOLUME 1

ΤΕΥΧΟΣ 1  
ISSUE 1

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2002  
NOVEMBER 2002



**ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ** - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΚΟΚΚΩΣΗΣ ΧΑΡΗΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΓΟΥΣΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΜΠΕΡΙΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ

ΠΕΤΡΑΚΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

ΠΑΠΠΙΑΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

ΔΕΦΝΕΡ ΑΛΕΞΗΣ

**ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΣΥΝΤΑΞΗΣ**

Αραβαντινός Αθανάσιος	- ΕΜΠ
Ανδρικόπουλος Ανδρέας	- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Βασενχόβεν Λουδοβίκος	- ΕΜΠ
Γιαννακούρου Τζίνα	- ΥΠΕΧΩΔΕ
Γιαννιάς Δημήτρης	- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Δελλαδέτσιμας Παύλος	- Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Δεμαθάς Ζαχαρίας	- Πάντειο Πανεπιστήμιο
Ιωαννίδης Γιάννης	- Tufts University, USA
Καλογήρου Νίκος	- ΑΠΘ
Καρύδης Δημήτρης	- ΕΜΠ
Κοσμόπουλος Πάνος	- ΔΠΘ
Κουκλέλη Ελένη	- University of California, USA
Λαμπριανίδης Λόης	- Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Λουκάκης Παύλος	- Πάντειο Πανεπιστήμιο
Λουρή Ελένη	- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μαντουβάλου Μαρία	- ΕΜΠ
Μελαχροινός Κώστας	- University of London, Queen Mary, UK
Μοδινός Μιχάλης	- Εθν. Κέντρο Περιβ. και Αειφ. Ανάπτυξης (ΕΚΠΙΑΑ)
Μπριασούλη Ελένη	- Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Παπαθεοδώρου Ανδρέας	- University of Surrey, UK
Πρεβελάκης Γεώργιος-Στυλ.	- Universite de Paris I, France
Φωτόπουλος Γιώργος	- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Χαστάογλου Βίλμα	- ΑΠΘ

---

Διεύθυνση:

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας

και Περιφερειακής Ανάπτυξης

Περιοδικό ΑΕΙΧΩΡΟΣ

Πεδίον Άρεως, 38334 ΒΟΛΟΣ

<http://www.prd.uth.gr/aeihoros> e-mail: [aeihoros@prd.uth.gr](mailto:aeihoros@prd.uth.gr)

τηλ.: 24210 – 74456 fax: 24210 - 74380



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Επιστημονικό Περιοδικό

---

# αειχώρας

---

Επιμέλεια έκδοσης: Άννα Σαμαρίνα - Παναγιώτης Πανταζής  
Σχεδιασμός εξωφύλλου - Λαγούτ: Γιώργος Παρασκευάς  
Εκτύπωση: Αλ. Ξουράφας  
Κεντρική διάθεση: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας

## Περιεχόμενα

Αειχώρος - αναζητώντας σκέψεις για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη στο χώρο	<b>4</b>
<b>Αραβαντινός Α.</b>	<b>6</b>
Δυναμικές και σχεδιασμός κέντρων στην πόλη των επόμενων δεκαετιών - πρὸς συγκεντρωτικά ή αποκεντρωτικά σχήματα;	
<b>Βασενχόβεν Λ.</b>	<b>30</b>
Η δημοκρατικότητα του σχεδιασμού του χώρου και η αμφισβήτηση του ορθολογικού "μοντέλου"	
<b>Πρεβελάκης Γ.</b>	<b>50</b>
Ο μητροπολιτικός σχεδιασμός στην Ελλάδα: η περίπτωση της Αθήνας.	
<b>Φωτόπουλος Γ., Γιαννιάς Δ. και Λιαργκόβας Π.</b>	<b>60</b>
Οικονομική ανάπτυξη και σύγκλιση στους νομούς της Ελλάδας 1970-1994: εναλλακτικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις	
<b>Κάβουρας Μ.</b>	<b>92</b>
Γεωγραφικές οντολογίες και διαλειτουργικότητα	
<b>ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ</b>	
<b>Οικονόμου Δ.</b>	<b>116</b>
Το δεσμικό πλαίσιο της χωροταξίας και οι περιπέτειές του	
<b>Χονδρού - Καραβασίλη Μ.</b>	<b>128</b>
Προς έναν αειφόρο σχεδιασμό του δομημένου περιβάλλοντος: Οικολογική δόμηση	
<b>ΣΤΑΥΡΟΔΡΟΜΙΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</b>	
<b>Σκάγιαννης Π.</b>	<b>142</b>
AESOP, Βόλος, 2002	
<b>Μπεριάτος Η.</b>	<b>146</b>
ISOCARP, Αθήνα - Βόλος, 2002	
<b>Ψυχάρης Ι.</b>	<b>156</b>
ERSA, Dortmund, 2002	
<b>ΚΡΙΤΙΚΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ</b>	
<b>Δέφνερ Α.</b>	<b>160</b>
Νέα Υόρκη: Μια ταινία ντοκιμαντέρ	
<b>Σερράος Κ.</b>	<b>170</b>
Martin Wentz (επ.), Die kompakte stadt	
<b>ΑΠΟΨΕΙΣ</b>	<b>180</b>
Συνέντευξη με τον <b>Klaus Kunzmann</b>	<b>182</b>
Συνέντευξη με τον <b>Andreas Faludi</b>	<b>190</b>
<b>Louis Albrechts</b>	<b>196</b>
Σκέψεις για το Σχεδιασμό	

## **Γεωγραφικές οντολογίες και διαλειτουργικότητα**

**Μαρίνος Κάβουρας**

*Αναπληρωτής Καθηγητής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*

### **Περίληψη**

Για την επίτευξη διαλειτουργικότητας μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών βάσεων δεδομένων, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων για τον ορισμό και την αναπαράσταση της γεωγραφικής γνώσης. Το πρόβλημα της ανταλλαγής γεωγραφικών δεδομένων περιπλέκεται από την πληθώρα των χρησιμοποιούμενων προτύπων τα οποία χρησιμοποιούν διαφορετικές τέτοιες αναπαραστάσεις. Η ανάγκη ενοποίησης ετερογενών προτύπων γεωγραφικών δεδομένων που παρουσιάζουν όχι απλά συντακτικές αλλά κυρίως σχηματικές και σημασιολογικές διαφορές, οδήγησαν την Επιστήμη της Γεωπληροφορικής στην ερευνητική κατεύθυνση των οντολογιών. Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο την ενοποίηση διαφορετικών γεωγραφικών κατηγοριοποιήσεων στο πλαίσιο μιας οντολογίας γενικού επιπέδου (top-level). Γι' αυτό το σκοπό, αρχικά αναλύεται η σχέση των οντολογιών με τη διαλειτουργικότητα. Στη συνέχεια εξετάζονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών κατηγοριών, καθώς και τα αίτια της μεταξύ τους διαφοροποίησης και προτείνονται εργαλεία για την τυποποίηση και την αναπαράστασή τους σε μια ενοποιημένη οντολογία. Η μεθοδολογία που έχει αναπτυχθεί χωρίζεται σε δύο βασικές διαδικασίες: τη Σημασιολογική Παραγοντοποίηση και τη Ανάλυση Τυποποιημένων Εννοιών. Για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή τους όμως, προτείνεται μια συμπληρωματική διαδικασία για τη εξαγωγή σημασιολογικής πληροφορίας από ορισμούς κατηγοριοποιήσεων.

### **Λέξεις κλειδιά**

Οντολογίες, κατηγοριοποιήσεις, διαλειτουργικότητα, σημασιολογία, ολοκλήρωση βάσεων δεδομένων, NLP.

## **Geographic ontology and interoperability**

*In order to achieve information exchange between different geographic databases, it is necessary to develop suitable methods for formally defining and representing geographic knowledge. However, the plethora and diversity of data standards and terminologies representing different geographic concepts further complicate the problem of geographic information sharing and reuse. The schematic but mainly the semantic differences which occur between heterogeneous geographic data and cause integration problems have led geographic information science towards ontological research. The methodology presented in this paper, focuses on fusing different geographic ontologies with more general top-level ontologies. For this reason, firstly, the relationship between ontologies and interoperability is discussed. Then, some distinguishing characteristics of geographic categories are analyzed, as well as the causes of the heterogeneities between them. Finally, a methodology for the formalization and integration of heterogeneous geographic ontologies in a single schema is proposed. The methodology consists of two procedures: Semantic Factoring and Formal Concept Analysis. In order to improve their effectiveness a complimentary procedure is used for the extraction of semantic information from concept (category) definitions.*

### **Keywords:**

*Ontologies, categorisations, interoperability, semantics, database integration, NLP.*

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **Διαλειτουργικότητα**

Η διαλειτουργικότητα (interoperability) - ένας νέος όρος στη Γεωπληροφορική και γενικότερα στην τεχνολογία των πληροφοριών - αναφέρεται στην ικανότητα δύο ή περισσότερων συστημάτων για ανταλλαγή και αμοιβαία χρήση χωρικών δεδομένων. Η διαλειτουργικότητα ενσωματώνει διαφορετικές έννοιες (Goodchild κ.ά., 1997), όπως την ανοικτή βιομηχανία λογισμικού, δηλαδή την ελεύθερη δημοσίευση των εσωτερικών δομών των δεδομένων, ώστε οι χρήστες να έχουν τη δυνατότητα δημιουργίας εφαρμογών που συνενώνουν τμήματα λογισμικού από διαφορετικά πακέτα. Πρωτοβουλίες όπως το Open GIS Consortium (OGC) ενισχύουν αυτή την τάση παρέχοντας το πλαίσιο για την ανάπτυξη λογισμικού με σκοπό την πρόσβαση και επεξεργασία γεωγραφικών δεδομένων από διάφορες πηγές σε μια "ανοικτή" τεχνολογία πληροφοριών. Επιπλέον, διαλειτουργικότητα σημαίνει ελεύθερη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων και απλοποίηση των πολύπλοκων μορφών και προ-

τύπων, καθώς και της αλληλεπίδρασης του χρήστη με το σύστημα.

Τα θέματα που σχετίζονται με την ανταλλαγή γεωγραφικών δεδομένων μεταξύ ανεξάρτητων χωρικών βάσεων δεδομένων αφορούν, τόσο στην αρχιτεκτονική των συστημάτων, όσο και στη μοντελοποίηση των δεδομένων. Τα προβλήματα της αρχιτεκτονικής των συστημάτων πληροφοριών επικεντρώνονται σε θέματα όπως οι ομοσπονδιακές βάσεις δεδομένων (federated databases), η αρχιτεκτονική client-server, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και γενικότερα σε θέματα συμβατότητας των μορφών των δεδομένων, ανάπτυξης κοινής γλώσσας ή κοινού περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης για όλα τα συστήματα και απαλλαγής του χρήστη από τις λεπτομέρειες υλοποίησης της εφαρμογής. Ο σχεδιασμός των δεδομένων επικεντρώνεται στην επίλυση διαφορών στα εννοιολογικά και λογικά μοντέλα των βάσεων δεδομένων του υποκείμενου συστήματος.

Χάρη στην πρόοδο της πληροφορικής, τα θέματα που σχετίζονται με την αρχιτεκτονική των υποκείμενων συστημάτων έχουν αναπτυχθεί αρκετά. Όμως, τα θέματα που αφορούν στη μοντελοποίηση των δεδομένων απαιτούν περαιτέρω έρευνα. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει κάποια θεωρία που να παρέχει το κατάλληλο συντακτικό για την αναπαράσταση της χωρικής γνώσης και την τυποποίηση της σημασιολογίας των χωρικών δεδομένων, ούτε κάποια μεθοδολογία που να εξασφαλίζει την ανταλλαγή χωρικών δεδομένων με διατήρηση της σημασίας τους.

Έτσι, αν υιοθετήσουμε τυποποιήσεις για τα επίπεδα διαλειτουργικότητας ανάμεσα σε δύο ή περισσότερα πληροφοριακά συστήματα (Bishr, 1998), τότε το χαμηλότερο επίπεδο διαλειτουργικότητας αναφέρεται στα πρωτόκολλα δικτύων, ενώ το υψηλότερο επίπεδο στη διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών. Όσο ανεβαίνουμε σε υψηλότερα επίπεδα, όπου η μοντελοποίηση των δεδομένων διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο, η επίτευξη της διαλειτουργικότητας γίνεται δυσκολότερη.

Σκοπός του υψηλότερου επιπέδου της διαλειτουργικότητας είναι η εξασφάλιση επικοινωνίας μεταξύ Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) χωρίς να απαιτείται γνώση των υποκείμενων σημασιολογιών τους. Ουσιαστικά αναφέρεται στη σύνδεση και επικοινωνία εφαρμογών με διαφορετικές αντιλήψεις του χώρου, διαφορετικές ερμηνείες των χωρικών δεδομένων διαφορετικές αναπαραστάσεις, διαφορετικά σχήματα και επομένως διαφορετικές σημασιολογίες.

## **Η γεωγραφική πληροφορία στην ανάλυση και το σχεδιασμό του χώρου**

Στο παρόν άρθρο, και όπου δεν έχει πρακτική σημασία, οι όροι "δεδομένα" και "πληροφορίες" χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Πιο αυστηρά όμως, ενώ ως "δεδομένα" μπορούν να οριστούν τα ουδέτερα στοιχεία (π.χ. τα εικονοστοιχεία-pixels μιας εικόνας) ο όρος "πληροφορία" υπονοεί την παρεμβολή μιας γνωσιακής (cognitive) διαδικασίας. Ως τέτοια, η γεωγραφική



κή πληροφορία έχει άμεση σχέση και επίδραση στην ανάλυση και στο σχεδιασμό του χώρου. Καταρχήν, είναι σαφές ότι η ανάλυση και ο σχεδιασμός χρησιμοποιούν μοντέλα και αναπαραστάσεις (representations) των γεωγραφικών φαινομένων που δομούνται σε πληροφορίες του φυσικού και κοινωνικοοικονομικού χώρου. Οι τελεστές της χωρικής ανάλυσης και του σχεδιασμού βασίζονται στη συσχέτιση, επεξεργασία και ενοποίηση πληροφοριών από διαφορετικά θέματα. Για τη στήριξη των αναγκών της ανάλυσης και του σχεδιασμού, σήμερα δημιουργούνται Υποδομές Χωρικών Δεδομένων (spatial data infrastructures - SDIs) (π.χ., INSPIRE, 2002) οι οποίες στηρίζουν τη συσχέτιση-σύνθεση απλών δεδομένων αναφοράς (reference data) με πιο σύνθετα.

Στα πλαίσια αυτών των προσπαθειών αποδεικνύεται, ότι η καταγραφή δεδομένων για της ανάγκες αναπαράστασης του φαινομένου επηρεάζεται από τη σκοπιά του χρήστη ή του γνωστικού πεδίου (context). Δεν υφίστανται λοιπόν ουδέτερες γεωγραφικές πληροφορίες, τις οποίες χρησιμοποιούν διαφορετικοί χρήστες στην ανάλυση και το σχεδιασμό, αλλά αυτές έχουν ήδη επηρεαστεί από διαφορετικές σημασιολογίες άποψης-σκοπιάς-ενδιαφέροντος (context), κλίμακας, χρόνου, κ.ά. Έτσι όταν, στα πλαίσια της ανάλυσης ή του σχεδιασμού του χώρου, πρέπει να συνδυαστούν δεδομένα από διαφορετικές πηγές και φορείς, αυτό συχνά γίνεται πρακτικά αδύνατο λόγω των πολλών σημασιολογικών ανομοιογενειών, όπως:

- Ανομοιογένεια στο πεδίο ενδιαφέροντος. Φορείς με διαφορετικό αντικείμενο, (π.χ., Χωροταξία, Περιβάλλον, Κτηματολόγιο, Εθνικές Στατιστικές, Οικονομία) κατηγοριοποιούν διαφορετικά τις δραστηριότητες στο χώρο.
- Ανομοιογένεια μεταξύ εθνικών συλλογών δεδομένων και αντίστοιχων (π.χ., άλλων ευρωπαϊκών) ή γενικότερων (π.χ., πανευρωπαϊκών).
- Ανομοιογένεια λόγω διαφορετικού επιπέδου λεπτομέρειας, όταν π.χ., μια κατηγοριοποίηση χρήσης/κάλυψης γης μεσαίας κλίμακας 1:50000 πρέπει να συσχετιστεί με δεδομένα μεγάλης κλίμακας 1:5000 για την παραγωγή μιας ενδιάμεσης χωροταξικής κλίμακας 1:25000.
- Ανομοιογένεια που οφείλονται σε αλλαγή του σημασιολογικού συστήματος αναφοράς στο χρόνο. Αν π.χ., μια στατιστική υπηρεσία αλλάξει την κατηγοριοποίησή της από μια απογραφή στην άλλη, η συσχέτιση/ανάλυση δεδομένων γίνεται δυσχερестаτη αν όχι αδύνατη.

Για την ανάλυση και το σχεδιασμό του χώρου, είναι συνεπώς απαραίτητη η ανάπτυξη μεθόδων που να επιτρέπουν με ένα συστηματικό τρόπο τη συσχέτιση χωρικών συλλογών δεδομένων που βασίζονται σε διαφορετικές οντολογίες.

## Μορφές ετερογένειας

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν διάφοροι τρόποι τυποποίησης των ετερογενειών που προκύπτουν μεταξύ δύο ή περισσότερων συστημάτων πληροφοριών (Bishr, 1998· Pitoura κ.ά., 1995· Reddy κ.ά., 1994· Spaccapietra κ.ά., 1992). Στην παρούσα εργασία υιοθετείται η παρακάτω τυποποίηση (Bishr, 1998):

- Συντακτική ετερογένεια (syntactic heterogeneity): κάθε βάση δεδομένων μπορεί να υλοποιείται με διαφορετικό Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων - ΣΔΒΔ (π.χ., σχεσιακό ή αντικειμενοστραφές). Η συντακτική ετερογένεια σχετίζεται εξίσου και με τις διαφορετικές γεωμετρικές αναπαραστάσεις των γεωγραφικών αντικειμένων, π.χ. αναπαραστάσεις raster και vector.
- Σχηματική ετερογένεια (schematic heterogeneity): αντικείμενα σε μια βάση δεδομένων θεωρούνται ως ιδιότητες σε μια άλλη, ή κατηγορίες αντικειμένων έχουν διαφορετικές ιεραρχίες γενίκευσης και συνένωσης, παρόλο που περιγράφουν τα ίδια πραγματικά φαινόμενα.
- Σημασιολογική ετερογένεια (semantic heterogeneity): αποτελεί την κυριότερη πηγή των περισσότερων προβλημάτων ανταλλαγής δεδομένων. Οφείλεται κυρίως στην πολυπλοκότητα των γεωγραφικών πληροφοριών και στις διαφορές στον τρόπο που διαφορετικές εφαρμογές αντιλαμβάνονται, μοντελοποιούν και αναπαριστούν τα ίδια πραγματικά φαινόμενα. Για παράδειγμα, μια διεύθυνση δημοσίων έργων ενδιαφέρεται για το οδικό δίκτυο και συγκεκριμένα για τον αριθμό των λωρίδων, τον τύπο των διασταυρώσεων και την κυκλοφοριακή κίνηση στους οδικούς άξονες. Αντίθετα, το ενδιαφέρον για το οδικό δίκτυο μιας εταιρίας μάρκετινγκ είναι διαφορετικό και εστιάζεται κυρίως στους δρόμους ως διευθύνσεις υποψήφιων πελατών. Έτσι, για τις δύο περιπτώσεις, το οδικό δίκτυο εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς. Γι' αυτό το λόγο, δεν υπάρχει κοινή βάση ορισμών μεταξύ τους. Αυτή η μορφή σημασιολογικής ετερογένειας καλείται γνωσιακή ετερογένεια (cognitive heterogeneity).

Η δεύτερη μορφή σημασιολογικής ετερογένειας καλείται ονομαστική ετερογένεια (naming heterogeneity) και περιλαμβάνει τα ομώνυμα και τα συνώνυμα. Τα ομώνυμα αντιστοιχούν στις περιπτώσεις όπου το ίδιο όνομα αποδίδεται σε διαφορετικές έννοιες, ενώ τα συνώνυμα αναφέρονται στις περιπτώσεις, όπου η ίδια έννοια περιγράφεται από διαφορετικά ονόματα.

Η ονομαστική ετερογένεια μπορεί να διορθωθεί με απλή αντιστοίχιση με τη χρήση ενός λεξικού συνωνύμων. Αντίθετα, η γνωσιακή ετερογένεια είναι πιο δύσκολο να επιλυθεί, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει ένα ελάχιστο σύνολο κοινών ορισμών. Αυτό οφείλεται στη δυσχέρεια σύλληψης και περιγραφής του ρόλου και του ορισμού των πραγματικών φαινομένων και αναπαράστασης τους σε μια βάση δεδομένων.

## Αντικείμενο του άρθρου

Συνοψίζοντας, σε αντίθεση με τα τεχνικά θέματα που είναι ευκολότερο να αντιμετωπιστούν, η επίτευξη της διαλειτουργικότητας προϋποθέτει την επίλυση και άλλων προβλημάτων που σχετίζονται με το σημασιολογικό επίπεδο των δεδομένων και αναφέρονται στην ικανότητα μεταφοράς δεδομένων μεταξύ συστημάτων με διαφύλαξη της σημασίας τους. Ο ιδανικός στόχος για την επίλυση των παραπάνω προβλημάτων είναι η ανάπτυξη μιας κοινά αποδεκτής θεωρίας για τον ορισμό της σημασιολογίας των γεωγραφικών πληροφοριών. Με βάση τη θεωρία αυτή, θα είναι δυνατή η αναπαράσταση τόσο της δομής, όσο και της σημασιολογίας των γεωγραφικών οντοτήτων.

Πέρα όμως από αυτό τον ιδανικό στόχο, απαιτείται και η ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων και εργαλείων για την τυποποίηση των ήδη κωδικοποιημένων σε διαφορετικές εφαρμογές γεωγραφικών πληροφοριών. Έτσι θα είναι δυνατή η καλύτερη οργάνωση των πληροφοριών, αλλά και η αποτελεσματικότερη ανταλλαγή και επαναχρησιμοποίηση τους.

Η ανάγκη εύρεσης ενός ενιαίου πλαισίου αναφοράς για τη σύνδεση ετερογενών πληροφοριών και γενικότερα διαφορετικών συλλήψεων του γεωγραφικού χώρου οδήγησαν την επιστήμη της Γεωπληροφορικής σε μια νέα ερευνητική κατεύθυνση, τις οντολογίες.

Το παρόν άρθρο έχει ως αντικείμενο την ενοποίηση διαφορετικών γεωγραφικών κατηγοριοποιήσεων με μια γενικού επιπέδου (top-level) οντολογία. Γι' αυτό το σκοπό, αρχικά αναλύονται βασικές έννοιες των οντολογιών, όπως τα είδη και οι αρχές των οντολογιών, τα δομικά τους στοιχεία και η σχέση τους με την ενοποίηση δεδομένων και τη διαλειτουργικότητα (Guarino, 1998· Sowa, 2000). Στη συνέχεια εξετάζονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών κατηγοριών, καθώς και τα αίτια της μεταξύ τους διαφοροποίησης και προτείνονται εργαλεία για την τυποποίηση και την αναπαράστασή τους σε μια ενοποιημένη γεωγραφική οντολογία.

## ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ

Οι οντολογίες είναι αντικείμενο τόσο της φιλοσοφίας όσο και της πληροφορικής. Εντούτοις, οι δύο επιστήμες χρησιμοποιούν διαφορετικές έννοιες του όρου. Στη φιλοσοφία, η οντολογία εξετάζει τα είδη των αντικειμένων που υπάρχουν σε ένα τομέα, ανεξάρτητα από κάποια συγκεκριμένη γλώσσα ή λεξιλόγιο. Από την άλλη πλευρά, η επιστήμη των υπολογιστών χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο λεξιλόγιο για να περιγράψει ένα τμήμα της πραγματικότητας σύμφωνα με ένα σύνολο υποθέσεων, αξιωμάτων, κ.λπ..

Ο συμβιβασμός των δύο αυτών διαφορετικών εννοιών συνίσταται στη χρήση μεθόδων δημιουργίας οντολογιών μέσω της επιστήμης των πληροφοριών ως βάση για την οργάνωση της επιστημονικής γνώσης πεδίων που διαφοροποιούνται ως προς τους όρους, τις έν-

νοίες και το λεξιλόγιο που χρησιμοποιούν. Η ολοκλήρωση πληροφοριών (information integration) αποτελεί σημαντικό πεδίο εφαρμογής της έρευνας γύρω από τις οντολογίες. Κι αυτό, γιατί ακόμα κι αν δύο συστήματα χρησιμοποιούν το ίδιο λεξιλόγιο, δεν είναι απαραίτητο ότι θα διαλειτουργούν, αφού το κάθε σύστημα είναι δυνατό να ερμηνεύει διαφορετικά τις πληροφορίες του, δηλαδή να βασίζεται σε διαφορετικές οντολογίες. Ιδιαίτερα αν τα επιμέρους συστήματα επικεντρώνονται σε λεπτομέρειες συγκεκριμένων εφαρμογών, τότε μια προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω για την ενοποίηση διαφορετικών συστημάτων και επομένως διαφορετικών τοπικών οντολογιών δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική (Guarino, 1998).

Γι' αυτό το σκοπό είναι δυνατό να αναπτύσσονται διαφορετικά είδη οντολογιών, ανάλογα με το επίπεδο λεπτομέρειάς τους. Μια οντολογία γενικού επιπέδου (top-level ontology) περιγράφει γενικές έννοιες (π.χ., χώρος, χρόνος, αντικείμενο) ανεξάρτητα από κάποιο πεδίο ή πρόβλημα. Γενικά θεωρείται λογικό να υπάρχει μία ενιαία οντολογία γενικού επιπέδου για μεγάλες κατηγορίες χρηστών. Οι οντολογίες πεδίου (domain ontologies) και οι οντολογίες δραστηριότητας (task ontologies) περιγράφουν αντίστοιχα έννοιες που σχετίζονται με ένα πεδίο ή μια δραστηριότητα με την εξειδίκευση των όρων της οντολογίας γενικού επιπέδου. Οι οντολογίες εφαρμογής (application ontologies) περιγράφουν έννοιες που εξαρτώνται τόσο από ένα πεδίο, όσο και από μια δραστηριότητα και συνήθως αποτελούν εξειδίκευση και των δύο σχετικών οντολογιών.

Από τα παραπάνω είδη των οντολογιών, οι οντολογίες γενικού επιπέδου είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την ολοκλήρωση πληροφοριών, αφού παρέχουν ένα γενικό πλαίσιο με βασικές έννοιες και αρχές με τις οποίες οι πιο εξειδικευμένες οντολογίες πρέπει να συμφωνούν προκειμένου να επιτευχθεί η μεταξύ τους ενοποίηση (Sowa, 2000). Επομένως, για την ενοποίηση οντολογιών είναι προτιμότερη μια προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω, στην οποία οι επιμέρους οντολογίες ενσωματώνονται σε μια οντολογία γενικού επιπέδου.

## **ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ**

Η πληθώρα των κατηγοριοποιήσεων των γεωγραφικών δεδομένων προκύπτει από τις διαφορές στη διαίρεση και αντίληψη του γεωγραφικού χώρου. Οι γεωγραφικές κατηγοριοποιήσεις ποικίλουν λόγω:

- διαφορετικών πεδίων εφαρμογής (π.χ., μεταφορές, χωροταξικός σχεδιασμός, κτηματολόγιο, κλπ.),
- διαφορετικών επιπέδων ανάλυσης,
- διαφορών στις οριζόμενες σχέσεις μεταξύ γεωγραφικών εννοιών,
- ασυνεπειών στους ορισμούς, και
- ελλিপών προδιαγραφών για τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά τους.

Στην ενοποίηση σχημάτων κατηγοριοποίησης, μια σοβαρή ιδιαιτερότητα είναι ότι,

**Πίνακας 1.** Ορισμός της κατηγορίας "stream-watercourse" από CYC, WordNet και SDTS

**CYC**

**Stream:** natural, flowing body of water, including everything from great rivers to tiny creeks

- canal: artificial waterway created to be paths for boats, or for irrigation
- river: natural stream of water, normally of a large volume

**WordNet**

**Stream, watercourse:** natural body of running water flowing on or under the earth

- river: large natural stream of water
- brook, creek: natural stream of water smaller than a river (and often the tributary of a river)
- branch: stream or river connected to a larger one
- rivulet, rill, run, runnel, streamlet: small stream

**Channel:** a passage for water (or other fluids)

- canal: long and narrow strip of water made for boats or for irrigation
- gutter, trough: a channel along the eaves or on the roof; collects and carries away rainwater
- spillway, spill: a channel that carries excess water over or around a dam or other obstruction

**SDTS**

**Watercourse:** a way or course through which water may or does flow

- branch
- brook
- canal
- creek
- ditch
- gutter
- river
- rivulet
- spillway

ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής (context), κάθε γεωγραφική κατηγορία είναι δυνατόν να ανήκει σε περισσότερες της μίας ανώτερες κατηγορίες. Για παράδειγμα, η κατηγορία "κανάλι" μπορεί να θεωρηθεί υποκατηγορία τόσο των "μεταφορών" όσο και της "υδρογραφίας". Η πολυδιαστατικότητα είναι μια ιδιότητα των γεωγραφικών κατηγοριών που αντανακλά την ανθρώπινη γνώση των γεωγραφικών φαινομένων και πρέπει να διατηρηθεί στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Usery, 1993· Buttenfield και DeLotto, 1989). Όμως, η δενδρική δομή που χρησιμοποιείται συνήθως για τη σύνδεση των γεωγραφικών κατηγοριών, δεν μπορεί να εκφράσει πολυδιαστατικότητά τους, αφού μια κατηγορία ανήκει αυστηρά σε μία ανώτερη κατηγορία.

Ο Hirtle (1995) θεώρησε τα δικτυωτά (lattices) ως ένα εναλλακτικό σχήμα για την γνωσιακή αναπαράσταση της χωρικής γνώσης. Πιο συγκεκριμένα, σύγκρινε τα δένδρα (trees), τα διατεταγμένα δένδρα (ordered trees) και τα δικτυωτά (lattices) για την αναπαράσταση πολλαπλών, επικαλυπτόμενων σχέσεων στο γεωγραφικό χώρο. Το συμπέρασμα της έρευνάς του ήταν ότι τα δικτυωτά είναι πιο πλούσιες και ευέλικτες δομές οι οποίες συμφωνούν και με πολλές πλευρές της γνωσιακής αναπαράστασης του γεωγραφικού χώρου.

## **ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΝΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Για τον ορισμό των εκάστοτε γεωγραφικών θεμάτων-πλαισίων (contexts) και την ενοποίηση υφιστάμενων γεωγραφικών οντολογιών με μια οντολογία γενικού επιπέδου, η παρούσα εργασία βασίζεται στη θεωρία της Ανάλυσης Τυποποιημένων Εννοιών (Formal Concept Analysis) [Wille, 1992· Ganter και Wille, 1999].

Η προτεινόμενη μεθοδολογία επιτυγχάνει την ενοποίηση γεωγραφικών οντολογιών που παρουσιάζουν διαφορές τόσο στο θέμα - πλαίσιο εφαρμογής, όσο και στην θεματική ανάλυση. Σχετικές κατηγορίες σε διαφορετικές οντολογίες μπορεί να συνδέονται με σχέσεις subtype/supertype ή με επικαλυπτόμενες σχέσεις. Η εφαρμογή της μεθοδολογίας επιδεικνύεται στην περίπτωση ενοποίησης της κατηγορίας "υδατόρευμα" (stream, watercourse) και των υποκατηγοριών της, όπως ορίζονται από δύο γενικές οντολογίες CYC (CYCORP, online) και WordNet (online) και μία γεωγραφική οντολογία - πρότυπο SDTS (USGS, 2001) [Πίνακας 1]. Υποχρεωτικά, επειδή οι οντολογίες είναι στην Αγγλική, και όπου η μετάφραση μπορεί να αλλοιώσει σοβαρά το περιεχόμενο, νόημα και εύρος των χρησιμοποιούμενων όρων, που αποτελούν το κύριο αντικείμενο επίλυσης των ετερογενειών, οι όροι θα χρησιμοποιούνται ως έχουν.

Η μεθοδολογία ενοποίησης χωρίζεται σε δύο βασικές διαδικασίες: τη Σημασιολογική Παραγοντοποίηση (Semantic Factoring) και την Ανάλυση Τυποποιημένων Εννοιών (Formal Concept Analysis).

## Σημασιολογική παραγοντοποίηση

Η Σημασιολογική Παραγοντοποίηση είναι η διαδικασία ανάλυσης των αρχικών κατηγοριών σε ένα σύνολο θεμελιωδών κατηγοριών που ονομάζονται σημασιολογικοί παράγοντες (Πίνακας 2). Η περίπτωση επικάλυψης μεταξύ δύο ή περισσότερων κατηγοριών επιλύεται με τη διαίρεσή τους σε απλούστερες, διακριτές κατηγορίες. Έτσι, οι σύνθετες κατηγορίες διαχωρίζονται στις απλούστερες κατηγορίες από τις οποίες δημιουργήθηκαν. Στο παράδειγμα, η κατηγορία "υδατόρευμα", όπως ορίζεται από τις τρεις οντολογίες αναπαριστά διαφορετικές, επικαλυπτόμενες έννοιες. Με τη διαδικασία της Σημασιολογικής Παραγοντοποίησης, οι έννοιες αυτές διαχωρίζονται σε απλούστερες, σαφείς έννοιες - σημασιολογικούς παράγοντες, όπως "κανάλι" και "ποτάμι". Πιο συγκεκριμένα, οι οντολογίες CYC και WordNet δεν ορίζουν ισοδύναμα την κατηγορία "υδατόρευμα" (stream). Το κοινό τους τμήμα αντιστοιχεί στην κατηγορία (στο σημασιολογικό παράγοντα) s2 "ποτάμι" (river), ενώ διαφοροποιούνται ως προς άλλες κατηγορίες, π.χ., "κανάλι" (canal) και "ρυάκι" (brook, creek).

Αντίστοιχα, στον Πίνακα Απώδωσης Χαρακτηριστικών (Πίνακας 3), προσδιορίζονται οι ιδιότητες των αρχικών κατηγοριών που τις διαφοροποιούν από τις υπόλοιπες κατηγορίες. Στην τρέχουσα εφαρμογή, οι ιδιότητες εξάχθηκαν από τις οντολογίες CYC και SDTS, αφού το WordNet δεν χρησιμοποιεί ιδιότητες για τον ορισμό των κατηγοριών.

Ο Πίνακας του Ενοποιημένου Θέματος (Πίνακας 4) συνδέει τους σημασιολογικούς παράγοντες με τις ιδιότητες των κατηγοριών από τις οποίες προέκυψαν οι σημασιολογικοί παράγοντες.

Στη συνέχεια, εφαρμόζεται η μαθηματική θεωρία της Ανάλυσης Τυποποιημένων Εννοιών για το συνδυασμό των θεμελιωδών κατηγοριών που προέκυψαν από τη διαδικασία της σημασιολογικής παραγοντοποίησης σε μια ενιαία δομή που ονομάζεται Δικτυωτό Εννοιών (Concept Lattice).

## Ανάλυση τυποποιημένων εννοιών

Η Ανάλυση Τυποποιημένων Εννοιών (Wille, 1992· Ganter και Wille, 1999) είναι μια θεωρία για την ανάπτυξη και ταξινόμηση εννοιών. Βασίζεται στη μαθηματική θεωρία της διάταξης και πιο συγκεκριμένα στη θεωρία των δικτυωτών. Η Ανάλυση Τυποποιημένων Εννοιών είναι ένα νέο πεδίο έρευνας που βασίζεται σε ένα θεωρητικό μοντέλο για τις έννοιες και τις εννοιολογικές ιεραρχίες. Η θεωρία αυτή αναλύει διαφορετικά πεδία εφαρμογών - θέματα (contexts) επισημαίνοντας τις συσχετίσεις μεταξύ των οντοτήτων και των χαρακτηριστικών που καταγράφονται από αυτά τα πεδία εφαρμογών.

Η Ανάλυση Τυποποιημένων Εννοιών αναπτύσσεται σε ένα συγκεκριμένο θέμα (context) που ονομάζεται και τυποποιημένο θέμα (formal context) και αποτελείται από ένα σύνολο

λο αντικειμένων (ή οντοτήτων), ένα σύνολο χαρακτηριστικών (ή ιδιοτήτων) και μια δυαδική σχέση σύνδεσης των αντικειμένων με τα χαρακτηριστικά.

Η κεντρική ιδέα στην Ανάλυση Τυποποιημένων Εννοιών είναι η τυποποιημένη έννοια (formal concept) ή εννοιολογική κατηγορία (conceptual class), η οποία ορίζεται ως μια συλλογή οντοτήτων ή αντικειμένων που παρουσιάζουν ένα ή περισσότερα κοινά χαρακτηριστικά ή ιδιότητες. Οι τυποποιημένες έννοιες χαρακτηρίζονται λογικά από την έκταση (extent) και το σκοπό-χαρακτήρα (intent) τους. Η έκταση είναι το σύνολο των οντοτήτων ή αντικειμένων που ανήκουν στην έννοια, ενώ ο σκοπός-χαρακτήρας είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων που περιγράφουν την έννοια.

Μια σημαντική σχέση στην Ανάλυση Τυποποιημένων Εννοιών είναι η σχέση εξειδίκευσης (σχέση υπέρ-έννοιας/υπό-έννοιας), η οποία ορίζεται ως η σειρά που εξελίσσεται από πάνω προς τα κάτω από τις γενικότερες έννοιες με μεγαλύτερη έκταση και μικρότερο σκοπό στις πιο ειδικές έννοιες με μικρότερη έκταση και μεγαλύτερο σκοπό. Οι τυποποιημένες έννοιες που συνδέονται μεταξύ τους με τη σχέση εξειδίκευσης σχηματίζουν ένα Δικτυωτό Εννοιών (Concept Lattice). Με άλλα λόγια, ένα Δικτυωτό Εννοιών είναι ένα διατεταγμένο σύνολο όλων των τυποποιημένων εννοιών ενός θέματος.

Παρακάτω δίνονται ορισμένοι βασικοί μαθηματικοί ορισμοί της θεωρίας της Ανάλυσης Τυποποιημένων Εννοιών:

Το θέμα ορίζεται μαθηματικά ως μια τριάδα  $(G, M, I)$ , όπου τα  $G$  και  $M$  είναι σύνολα και  $I$  είναι η δυαδική σχέση που ορίζεται ανάμεσα στα  $G$  και  $M$ . Τα στοιχεία των  $G$  και  $M$  ονομάζονται αντικείμενα και χαρακτηριστικά αντίστοιχα, ενώ  $gIm$  σημαίνει ότι το αντικείμενο  $g$  έχει το χαρακτηριστικό  $m$ .

Για  $A \subseteq N G$  και  $B \subseteq N M$ , ορίζονται οι παρακάτω τελεστές εξαγωγής:

$$A' = \{m \in M \mid gIm \text{ για όλα τα } g \in A\}$$

$$B' = \{g \in G \mid gIm \text{ για όλα τα } m \in B\}$$

δηλαδή  $A'$  είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών που είναι κοινά για όλα τα αντικείμενα του  $A$ , ενώ  $B'$  είναι το σύνολο των αντικειμένων που λαμβάνουν χαρακτηριστικά από το  $B$ .

Η φιλοσοφικός ορισμός μιας έννοιας ως η ολότητα που αποτελείται από την έκταση και το χαρακτήρα της, διατυπώνεται μαθηματικά με τη βοήθεια του ακόλουθου ορισμού:

Ένα ζεύγος  $(A, B)$  είναι μια τυποποιημένη έννοια (formal concept) του θέματος  $(G, M, I)$  αν  $A \subseteq G$ ,  $B \subseteq M$ ,  $A = B'$  και  $B = A'$ . Τα  $A$  και  $B$  ονομάζονται αντίστοιχα έκταση (extent) και χαρακτήρας (intent) της έννοιας  $(A, B)$ .

Το σύνολο όλων των τυποποιημένων εννοιών του  $(G, M, I)$  συμβολίζεται με  $B(G, M, I)$ .

Για τις έννοιες  $(A_1, B_1)$  και  $(A_2, B_2)$  του  $B(G, M, I)$  ορίζεται η ιεραρχική σχέση ως εξής: η έν-



νοια  $(A_1, B_1)$  είναι υπο-έννοια (subconcept) της έννοιας  $(A_2, B_2)$ , αν  $A_1 \subseteq A_2$ . Ισοδύναμα ισχύει  $B_2 \subseteq B_1$ . Τότε η έννοια  $(A_2, B_2)$  είναι υπερ-έννοια (superconcept) της έννοιας  $(A_1, B_1)$ . Η ιεραρχική σχέση συμβολίζεται  $\leq$ , οπότε  $(A_1, B_1) \leq (A_2, B_2)$ .

Ένα Δικτυωτό Εννοιών  $\underline{B}(G, M, I)$  είναι το διατεταγμένο σύνολο όλων των τυποποιημένων εννοιών του θέματος  $(G, M, I)$ . Το δικτυωτό που σχηματίζεται από τις έννοιες ονομάζεται Δικτυωτό Εννοιών. Το Δικτυωτό Εννοιών δίνει την ανάλυση ενός θέματος και την ταξινόμηση των αντικειμένων, ενώ παράλληλα αναδεικνύει και τις διασυνδέσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά.

Η θεωρία των Δικτυωτών Εννοιών έχει εφαρμοστεί σε διάφορα επιστημονικά πεδία, όπως στην ιατρική (Spangenberg και Wolff, 1999), στη βιολογία (Ganter και Wille, 1989), στην κοινωνιολογία (Ganter και Wille, 1989) και στην επιστήμη της πληροφορικής και των υπολογιστών (Kent και Neuss· 1995, Faid κ.ά., 1997· Schmitt και Saake, 1997· Deogun κ.ά., 1998· Priss, 1999). Οι Schmitt και Saake (1997) εφάρμοσαν τον αλγόριθμο που παρέχεται από την Ανάλυση Τυποποιημένων Εννοιών για την παραγωγή Δικτυωτών Εννοιών στη διαδικασία της ενοποίησης σχημάτων. Προκειμένου να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις του σχεδιασμού και συντήρησης των βάσεων δεδομένων, μετασχηματίζουν το ενοποιημένο σχήμα σύμφωνα με διάφορα ποιοτικά κριτήρια.

Ο αλγόριθμος δημιουργίας ενός δικτυωτού εννοιών από ένα Πίνακα Ενοποιημένου Θέματος (Πίνακας 3), περιλαμβάνει τα εξής βήματα. Αρχικά, για  $X \subseteq G$  και  $Y \subseteq M$ , παράγονται οι τυποποιημένες έννοιες του θέματος  $(G, M, I)$  σύμφωνα με τις παρακάτω πράξεις:

$$X' = \{m \in M \mid gIm \text{ για όλα τα } g \in X\} \quad (1)$$

$$Y' = \{g \in G \mid gIm \text{ για όλα τα } m \in Y\} \quad (2)$$

$$C_i = (X'', X') \cup (Y', Y'') \quad (3)$$

όπου  $X'$  είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών που περιγράφουν κάθε αντικείμενο στο  $X$ , ενώ  $Y'$  είναι το σύνολο των αντικειμένων που έχουν χαρακτηριστικά από το  $Y$ .

Για την εφαρμογή, προκύπτει:

$$X' = \{\{s_1\}', \{s_2\}', \{s_3\}', \dots, \{s_9\}'\},$$

$$Y' = \{\{a_1\}', \{a_2\}', \{a_3\}', \dots, \{a_{17}\}'\},$$

όπου  $\{s_1\}'$  είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών που αποδίδονται στο σημασιολογικό παράγοντα  $s_1$  ("κανάλι"), δηλαδή  $\{a_1, a_2, a_4, a_5, a_7, a_8, a_{11}\}$ , ενώ  $\{a_6\}'$  είναι το σύνολο των σημασιολογικών παραγόντων που περιγράφονται από το χαρακτηριστικό  $a_6$  ("διεύθυνση ροής"), δηλαδή,  $\{s_2, s_3, s_4, s_5, s_6\}$ .

Από τα  $X'$  και  $Y'$  προκύπτουν τα  $(X'', X')$  και  $(Y', Y'')$  που συνδέουν αντίστοιχα σύνολα χαρακτηριστικών με κοινά σύνολα παραγόντων  $(\{s_1\}, \{a_1, a_2, a_4, a_5, a_7, a_8, a_{11}\})$ , και παράγοντες με κοινά σύνολα χαρακτηριστικών  $(\{s_2, s_3, s_4, s_5, s_6\}, \{a_6\})$ . Οι τελικές κατηγορίες, που συμβολίζονται με  $C_i$ , είναι η ένωση των συνόλων  $(X''A, X'A)$  και  $(YA, Y''A)$ . Για το ενοποιημένο θέμα της εφαρμογής του Πίνακα 3, προκύπτουν οι παρακάτω τελικές κατηγορίες:

Πίνακας 2. Σημασιολογική παραγοντοποίηση

		Σημασιολογικοί Παράγοντες								
Αρχικές Κατηγορίες s <sub>1</sub>		s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>7</sub>	s <sub>8</sub>	s <sub>9</sub>	
CYC	<b>Stream</b>	x	x							
	canal	x								
	river		x							
	<b>Path artifact</b>	x								
	canal	x								
WORDNET	<b>Stream, watercourse</b>		x	x	x	x	x			
	river		x							
	brook			x						
	creek				x					
	branch					x				
	rivulet						x			
	<b>Channel</b>	x						x	x	
	canal	x								
	gutter							x		
	spillway									x
SDTS	<b>watercourse</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	branch					x				
	brook			x						
	canal	x								
	creek				x					
	ditch									x
	gutter							x		
	river		x							
	rivulet						x			
	spillway									x

Πίνακας 3. Πίνακας απόδοσης χαρακτηριστικών

		Χαρακτηριστικά																
		in-ContOpen	waterage	hasAsTributary	path type	shipping	direction of flow	controlling depth	wetted perimeter	form_ratio	branch/parent	commercial_shipping	force_of_flow	flooded	volume	navigable	seasonal_depth	discharge
Αρχικές Κατηγορίες		a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17
CYC	<b>Stream</b>	x																
	canal	x	x															
	river	x		x														
WORDNET	<b>Path artifact</b>				x													
	canal				x	x												
	<b>Stream, watercourse</b>						x											
	river						x											
	brook						x											
	creek						x											
	branch						x											
	rivulet						x											
	<b>Channel</b>							x										
	canal							x										
gutter							x											
spillway							x											
SDTS	<b>watercourse</b>								x									
	branch							x	x									
	brook							x		x								
	canal							x			x							
	creek							x				x						
	ditch							x					x					
	gutter							x						x				
	river							x							x			
	rivulet							x									x	
	spillway							x										x

Πίνακας 4. Σημασιολογική παραγοντοποίηση

Σημασιολ. Παράγοντες	Χαρακτηριστικά																	
	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17	
s1	x	x		x	x		x	x			x							
s2		x		x			x	x									x	
s3							x	x		x								
s4							x	x				x						
s5							x	x	x									
s6							x	x									x	
s7								x	x								x	
s8								x	x									x
s9									x								x	

C1 = ({s1, s2, s3, s4, s5, s6, s7, s8, s9}, {a8}) (watercourse, SDTS)

C2 = ({s2, s3, s4, s5, s6}, {a6}) (stream - watercourse, WordNet)

C3 = ({s1, s2}, {a1, a8}) (stream, CYC)

C4 = ({s1, s7, s8}, {a7}) (channel, WordNet)

C5 = ({s1}, {a1, a2, a4, a5, a7, a8, a11}) (canal)

C6 = ({s2}, {a1, a3, a6, a8, a15}) (river)

C7 = ({s3}, {a6, a8, a10}) (brook)

C8 = ({s4}, {a6, a8, a12}) (creek)

C9 = ({s5}, {a6, a8, a9}) (branch)

C10 = ({s6}, {a6, a8, a16}) (rivulet)

C11 = ({s7}, {a7, a8, a14}) (gutter)

C12 = ({s8}, {a7, a8, a17}) (spillway)

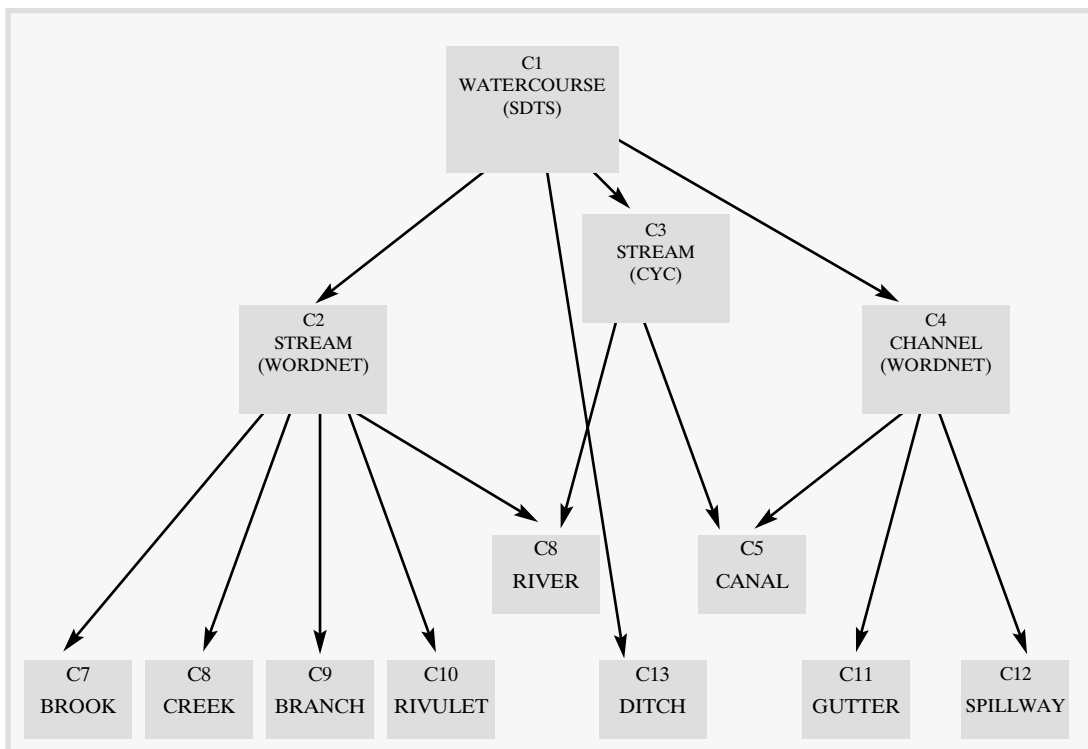
C13 = ({s9}, {a8, a3}) (ditch)

Η εξέταση των εκτάσεων (extents) και των χαρακτήρων (intents) των τυποποιημένων εννοιών οδηγεί στον προσδιορισμό των σχέσεων εξειδίκευσης (σχέσης υπέρ-έννοιας / υπό-έννοιας) μεταξύ τους. Το ενοποιημένο δικτυωτό εννοιών (Σχήμα 1) αποκαλύπτει τις διαφορές στη σύλληψη της κατηγορίας "υδατόρευμα" (stream, watercourse) από τις τρεις οντολογίες. Παρ' όλες τις διαφορές τους, οι τρεις αυτές ομώνυμες κατηγορίες περιλαμβάνουν ένα κοινό τμήμα που αντιστοιχεί στις κατηγορίες "ποταμός" (river) και "κανάλι" (canal). Αυτές οι υποκατηγορίες περιλαμβάνονται και στις τρεις οντολογίες αλλά συνδέονται με διαφορετικές ανώτερες κατηγορίες.

## ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ

Στα παραπάνω δύο στάδια της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε, δηλαδή τη σημασιολογική παραγοντοποίηση και την ανάλυση τυποποιημένων εννοιών, ένα σημαντικό ρόλο για την αποτελεσματικότητά τους έχει η γνώση (α) των επικαλύψεων των κατηγοριών και (β) των πλέον αντιπροσωπευτικών χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ανάλυση αντίστοιχων κατηγοριών και ο σαφής και αντικειμενικός προσδιορισμός των ομοιοτήτων και των διαφορών τους, αξιοποιήθηκαν μεθοδολογίες από την έρευνα Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing - NLP) για την ανάλυση ορισμών και την εξαγωγή σημασιολογικής πληροφορίας. Στα πλαίσια της Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας αναπτύσσονται μεθοδολογίες για την αυτόματη εξαγωγή σημασιολογικής πληροφορίας από λεξικά (Markowitz κ.ά., 1986· Jensen και Binot, 1987· Wilks κ.ά., 1989· Dolan κ.ά., 1993· Vanderwende, 1995· Richardson κ.ά., 1998). Σύμφωνα με τους Jensen και Binot (1987), τα τυπικά λεξικά περιλαμβάνουν αφθονία γνώσης που εκφράζεται σε φυσική γλώσσα και η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί από τα Συστήματα Ε-



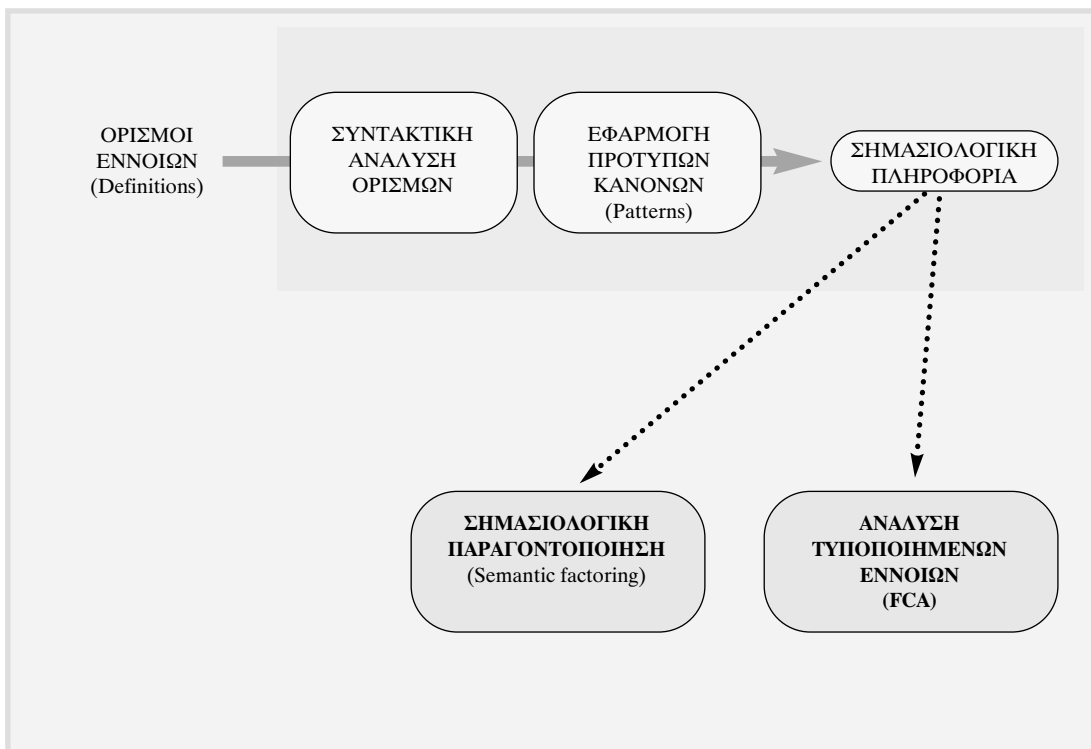
Σχήμα 1. Ενοποιημένο Διζτυωτό Εννοιών

πεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας.

Η μεθοδολογία εξαγωγής σημασιολογικής πληροφορίας που υιοθετήθηκε στο παρόν άρθρο, αναπτύχθηκε από τους Jensen και Binot (1987) και στη συνέχεια επεκτάθηκε από τη Vanderwende (1995). Η προσέγγιση αυτή (Σχήμα 2), συνίσταται αρχικά στην συντακτική ανάλυση των ορισμών και στη συνέχεια στην εφαρμογή κάποιων προτύπων-κανόνων που προσδιορίζουν ένα σύνολο σημασιολογικών σχέσεων και τις τιμές τους με βάση τη συντακτική ανάλυση.

Οι ορισμοί θεωρούνται ως ένα είδος κειμένου το οποίο έχει ιδιαίτερη δομή και περιεχόμενο. Οι ορισμοί διακρίνονται σε δύο τμήματα: στο γένος (genus) και στα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του γένους (differentiae). Το γένος είναι ο ανώτερος όρος του λήμματος (της λέξης που ορίζεται), δηλαδή η ορισμένη λέξη είναι "ένα είδος" (a kind of) του γένους. Για παράδειγμα, στον ορισμό: "river: large natural stream of water", το "υδατόρευμα" (stream) είναι το γένος της κατηγορίας "ποτάμι" (river).

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα (differentiae) είναι όλα τα υπόλοιπα στοιχεία του ορισμού εκτός από το γένος και τα οποία διαφοροποιούν τις λέξεις που έχουν το ίδιο γένος.



Σχήμα 2. Εξαγωγή σημασιολογικής πληροφορίας.

Έτσι, στον ορισμό: "brook, creek: natural stream of water smaller than a river (and often the tributary of a river)", η λέξη "ρυάκι" (brook, creek) έχει το ίδιο γένος με τη λέξη "ποτάμι" (river), αλλά διαφοροποιούνται λόγω των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων (π.χ., "large" ή "smaller than a river" και "often the tributary of a river").

Το πρώτο βήμα της μεθοδολογίας εξαγωγής σημασιολογικής πληροφορίας από τους ορισμούς είναι η συντακτική ανάλυσή τους. Για τη συντακτική ανάλυση χρησιμοποιείται ένα κατάλληλο εργαλείο ανάλυσης λέξεων - αναλυτής (parser). Στη συγκεκριμένη προσέγγιση χρησιμοποιείται ένας από τους πλέον διαδεδομένους αναλυτές, γνωστός ως MEG (Microsoft English Grammar). Το εργαλείο αυτό είναι μια γραμματική ευρείας κάλυψης. Το πλεονέκτημά του είναι ότι δεν έχει δημιουργηθεί για να εφαρμόζεται σε κάποιο συγκεκριμένο λεξικό, όπως άλλα αντίστοιχα εργαλεία, αλλά παράγει συντακτική ανάλυση οποιουδήποτε λεξικού. Η λεξιλογική πληροφορία για κάθε λέξη αναπαρίσταται με τη μορφή ενός αρχείου. Το αρχείο αυτό περιλαμβάνει συντακτικές πληροφορίες όπως: τμήμα του λόγου, λήμμα, μορφολογική πληροφορία και κάποια πληροφορία υποκατηγοριοποίησης. Οι πληροφορίες αναπαρίστανται ως ζεύγη χαρακτηριστικών-τιμών. Ένα ακόμα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτού του αναλυτή είναι ότι μπορεί να παράγει μερικές αναλύσεις, γιατί οι ορισμοί δίνονται συνήθως με τη μορφή φράσης και όχι με τη μορφή πλήρους πρότασης.

Οι δομές που προκύπτουν από τη συντακτική ανάλυση υποβάλλονται σε ένα σύνολο ευριστικών κανόνων (Dolan κ.ά., 1993). Οι κανόνες αυτοί εξετάζουν την ύπαρξη συντακτικών και λεξιλογικών προτύπων (patterns), τα οποία αποτελούν τα εργαλεία για τον προσδιορισμό σημασιολογικής πληροφορίας από τους ορισμούς. Τα πρότυπα αξιοποιούν κάποια επαναλαμβανόμενα στοιχεία της δομής των ορισμών, για να προσδιορίσουν σημασιολογικές σχέσεις στο κείμενο του ορισμού, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν αξιόπιστα σε ελεύθερο κείμενο. Το αποτέλεσμα εφαρμογής των προτύπων είναι μία ή περισσότερες σημασιολογικές σχέσεις που συνδέουν το λήμμα και τις λέξεις που συμμετέχουν στον ορισμό του. Οι σημασιολογικές σχέσεις που χρησιμοποιούνται από τους Richardson κ.ά. (1998) για την εξαγωγή και δόμηση σημασιολογικής πληροφορίας από κείμενο δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Όταν ικανοποιούνται οι συνθήκες για την εφαρμογή ενός προτύπου, ξεκινά η διαδικασία προσδιορισμού της τιμής της σημασιολογικής σχέσης, αξιοποιώντας πληροφορία από τη συντακτική ανάλυση. Το σύνολο των σημασιολογικών σχέσεων και των τιμών που αυτές παίρνουν ονομάζεται σημασιολογικό πλαίσιο (semantic frame). Για κάθε λέξη για την οποία προσδιορίζονται σημασιολογικές σχέσεις και οι αντίστοιχες τιμές τους δημιουργείται ένα σημασιολογικό πλαίσιο (Σχήμα 3). Το σημασιολογικό πλαίσιο παρέχει τόση πληροφορία όση και ο ορισμός που αναλύεται.

Στη συνέχεια αναλύονται οι κανόνες - πρότυπα για τον προσδιορισμό των σημασιολογικών σχέσεων ΘΕΣΗΣ (LOCATION-OF) και ΣΚΟΠΟΥ (PURPOSE).

### Πρότυπο για τον προσδιορισμό της σημασιολογικής σχέσης LOCATION-OF:

- Αν υπάρχει μια αναφορική πρόταση και η συνδετική αντωνυμία ανήκει στο σύνολο {where, in which, on which}, τότε ορίζεται μια σχέση ΘΕΣΗΣ (LOCATION-OF) μεταξύ του λήμματος και του ρήματος της αναφορικής πρότασης (μαζί με τα ορίσματά της).

Attribute	Goal	Possessor
Cause	Hypernym	Purpose
Co-Agent	Location	Size
Color	Manner	Source
Deep Object	Material	Subclass
Deep Subject	Means	Synonym
Domain	Modifier	Time
Equivalent	Part	User

- Αν ο όρος γένους ανήκει στο σύνολο {place, area, space, ...} και υπάρχει μια φράση εισαγόμενη με την πρόθεση of, τότε ορίζεται μια σχέση ΘΕΣΗΣ (LOCATION-OF) μεταξύ του λήμματος και του ουσιαστικού της φράσης.

Παράδειγμα σχέσης ΘΕΣΗΣ (LOCATION-OF):

port -- (a place (seaport or airport) where people and merchandise can enter or leave a country)

Στο παραπάνω ορισμό, υπάρχει μια σχέση ΘΕΣΗΣ μεταξύ του λήμματος και των λέξεων "enter" και "leave".

#### port

HYPERNYM place (seaport or airport)  
LOCATION-OF to enter or leave

HAS SUBJECT people, merchandise  
HAS OBJECT country

Σχήμα 3. Σημασιολογικό πλαίσιο για τη λέξη "port".



### Πρότυπο για τον προσδιορισμό της σημασιολογικής σχέσης PURPOSE:

Η σημασιολογική σχέση ΣΚΟΠΟΣ (PURPOSE) ορίζεται στους ορισμούς της αγγλικής γλώσσας από συγκεκριμένες φράσεις που περιλαμβάνουν την πρόθεση for (π.χ., for (the) purpose(s) of, for, used for, intended for) και ακολουθούνται από μια φράση εμπεριέχουσα κύριο όνομα, μια μετοχή ενεστώτος ή μια πρόταση εμπεριέχουσα απαρέμφατο.

Αν το ρήμα used ακολουθείται από μια φράση εισαγόμενη με την πρόθεση for, τότε ορίζεται μια σχέση ΣΚΟΠΟΥ (PURPOSE) με τιμή την κυρίως λέξη της φράσης.

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ PURPOSE

Road: an open way (generally public) for travel or transportation

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται ορισμένες σημασιολογικές σχέσεις που εμπλέκονται στον ορισμό γεωγραφικών κατηγοριών και αντίστοιχα παραδείγματα.

Σημασιολογική σχέση	Παράδειγμα
HYPERNYM	<b>hotel</b> : a <b>building</b> where travellers can pay for lodging and meals and other services
LOCATION	<b>river</b> : <b>large</b> natural stream of water <b>saltpan</b> : a shallow basin <b>in a desert</b> region; contains salt and gypsum that was deposited by an evaporated salt lake <b>watercourse</b> : natural body of running water flowing <b>on or under the earth</b>
MATERIAL	<b>river</b> : natural stream of <b>water</b> , normally of a large volume <b>snowfield</b> : a permanent wide expanse of <b>snow</b>
PURPOSE	<b>recycling plant</b> : a plant for <b>reprocessing</b> used or abandoned materials <b>pit</b> : a surface excavation for <b>extracting</b> stone or slate
PART_OF	<b>flat</b> : a suite of rooms usually on one floor of an apartment house <b>seacoast</b> : the shore of a sea or ocean
HAS-PARTS	<b>flat</b> : a suite of rooms usually on one floor of an apartment house <b>forest</b> : land that is covered with <b>trees</b> and <b>shrubs</b> <b>saltpan</b> : a shallow basin in a desert region; contains <b>salt</b> and <b>gypsum</b> that was deposited by an evaporated salt lake
SIZE	<b>snowfield</b> : a permanent wide expanse of snow <b>river</b> : large natural stream of water <b>brook, creek</b> : natural stream of water <b>smaller than a river</b>
TIME	<b>wetland</b> : land on which water covers the soil or is present either at or near the surface of the soil or within the root zone, <b>all year</b> or for <b>varying periods of time during the year</b> , including <b>during the growing season</b> <b>snowfield</b> : a permanent wide expanse of snow <b>wadi</b> : gully or streambed in North Africa and the Middle East that remains dry except <b>during rainy season</b>

Αν η μεθοδολογία προσδιορισμού σημασιολογικής πληροφορίας χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση της κατηγορίας "ποτάμι" (river), όπως ορίζεται από την οντολογία CYC "river: natural stream of water, normally of a large volume", τότε προσδιορίζονται δύο σημασιολογικές σχέσεις: HYPERNYM με τιμή "stream of water" και SIZE με τιμή "large volume".

Αντίστοιχα, από την ανάλυση της ίδιας κατηγορίας όπως ορίζεται από την οντολογία WordNet: "river (WordNet): large, natural stream of water", προσδιορίζονται οι ίδιες σημασιολογικές σχέσεις με αντίστοιχες τιμές, δηλαδή η σχέση HYPERNYM με τιμή "stream of water" και η σχέση SIZE με τιμή "large". Από την ανάλυση προκύπτει ότι οι δύο οντολογίες ορίζουν ισοδύναμα την κατηγορία "river".

Αν όμως η παραπάνω μεθοδολογία χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση της κατηγορίας "κανάλι" (canal), όπως ορίζεται από τις οντολογίες: CYC, WordNet και MEGRIN, προκύπτουν οι σημασιολογικές σχέσεις και οι αντίστοιχες τιμές τους που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

canal (CYC): artificial waterway created to be paths for boats, or for irrigation

canal (WordNet): long and narrow strip of water made for boats or for irrigation

canal (MEGRIN): a manmade or improved natural waterway used for transportation

Από τον πίνακα είναι φανερό ότι οι τρεις ορισμοί δεν είναι ισοδύναμοι. Οι βασικότερες διαφορές τους συνίστανται στις τιμές που λαμβάνουν οι σημασιολογικές σχέσεις HYPER-

canal	Hypernym	Material	Purpose	Description	Size
CYC	waterway	(water)	Boats or irrigation	Artificial	
WordNet	strip	water	Boats or		Long and narrow
MEGRIN	waterway	(water)	transportation	Manmade or improved natural	

NYM και PURPOSE. Έτσι, για τη σχέση HYPERNYM ορίζονται οι τιμές "waterway" (CYC, MEGRIN) και "strip" (WordNet), ενώ για τη σχέση PURPOSE ορίζονται οι τιμές "boats or irrigation" (CYC, WordNet) και "transportation" (MEGRIN). Επομένως, κανένας ορισμός δεν είναι απόλυτα ισοδύναμος με κάποιον άλλο. Για παράδειγμα, ενώ οι οντολογίες CYC και WordNet ορίζουν ως σκοπό της κατηγορίας "κανάλι" τις μεταφορές (μέσω πλοίων) ή την άρ-

δευση, το πρότυπο MEGRIN ορίζει μόνο τις μεταφορές. Έτσι, κατά το MEGRIN, μια υδάτινη δίοδος που χρησιμοποιείται για άρδευση δεν θεωρείται ότι αποτελεί κανάλι.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το παρόν άρθρο στόχο είχε να παρουσιάσει τη σημασία της διαλειτουργικότητας για τη γεωπληροφορική και να εισάγει μια μεθοδολογία για την αντιμετώπιση του πλέον σοβαρού θέματος - της αντιμετώπισης της σχηματικής και σημασιολογικής ολοκλήρωσης ετερογενών βάσεων γεωγραφικών δεδομένων. Η μέθοδος αυτή αποτελεί χρησιμότερο εννοιολογικό εργαλείο για την επίλυση διαφορών μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών οντολογιών.

Η Σημασιολογική Παραγοντοποίηση και τα Δικτυωτά Εννοιών αποδεικνύονται ισχυρά εργαλεία για τη δόμηση και ενοποίηση γεωγραφικών πεδίων εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα, η προτεινόμενη μεθοδολογία επιτρέπει τον εντοπισμό πιθανών σχέσεων μεταξύ των εννοιών, οι οποίες δεν ήταν προκαθορισμένες. Επιπλέον, το δικτυωτό εννοιών περιλαμβάνει νέες κατηγορίες που προκύπτουν από την ενοποίηση ή τη διάσπαση αρχικών κατηγοριών, που αυξάνουν τη σημασιολογική του πληρότητα.

Το δικτυωτό εννοιών που προκύπτει φανερώνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των αρχικών οντολογιών, χωρίς να αλλοιώνει ή να μετασχηματίζει τις κατηγορίες τους, ούτε να αποτρέπει την ανεξάρτητη χρήση καθεμιάς από αυτές. Η εναλλαγή των οντολογιών, των οποίων η συσχέτιση διατηρείται από το ενοποιημένο δικτυωτό εννοιών, όπως και η επιλογή των κατάλληλων κατηγοριών για συγκεκριμένες εφαρμογές, διευκολύνει την ανταλλαγή και επαναχρησιμοποίηση γεωγραφικών πληροφοριών. Το ενοποιημένο σχήμα που προκύπτει είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί, προκειμένου να παρέχει αναπαραστάσεις των γεωγραφικών δεδομένων σε διαφορετικές κλίμακες και για διαφορετικά θέματα (Kokla και Kanouras, 1999).

Μετά πολλά έτη μη επιτυχημένων προσπαθειών εναρμόνισης των διάφορων βάσεων δεδομένων μέσω επιβολής *de facto* ή *de jure* προτύπων (Hadzilakos κ.ά., 2000), φαίνεται ότι οι προσπάθειες πρέπει να επικεντρωθούν στη διαλειτουργική διασύνδεση τους. Έτσι οι φορείς, που συνήθως αντιδρούν (και όχι πάντα άδικα) στην αλλαγή και προσαρμογή σε πρότυπα, θα εξακολουθούν να χρησιμοποιούν τα δεδομένα τους με τη δική τους οντολογία, δηλαδή περίπου όπως εξυπηρετεί τις εφαρμογές τους. Αλλά παράλληλα θα είναι γνωστή η σημασία των δεδομένων αυτών για τους υπόλοιπους φορείς καθώς και ο τρόπος ενσωμάτωσής τους σε άλλες βάσεις δεδομένων, όπως και το αντίστροφο.

Με την αξία τέτοιων μεθόδων δεδομένη, η έρευνα πλέον επικεντρώνεται στην περαιτέρω ανάπτυξη τους. Η επιτυχία των πολλών πρωτοβουλιών για την ανάπτυξη υποδομών γεωγραφικών πληροφοριών (*spatial data infrastructures*) έχουν υποχρεωτικό σημείο διάβασης την ανάπτυξη προηγμένων μεθόδων διαλειτουργικότητας μέχρι το σημασιολογικό επίπεδο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Bishr Y. (1998) "Overcoming the semantic and other barriers to GIS interoperability", *International Journal of Geographical Information Science*, 12(4): 299-314.
- Buttenfield B.P. και Delotto J.S. (1989) "Multiple Representations", Scientific Report for the Specialist Meeting, National Center for Geographic Information and Analysis. Technical Paper 89-3, State University of New York.
- CYCOP, Inc., Upper Cyclic Ontology, <http://www.cyc.com/>
- Deogun J.S., Raghavan V.V. και Sever H. (1998) "Association Queries and Formal Concept Analysis", *The Sixth International Workshop on Rough Sets, Data Mining and Granular Computing* (in conjunction with JCIS'98), Research Triangle Park, NC, USA, October 23-28.
- Dolan, W.B., Vanderwende L. και Richardson S.D. (1993) "Automatically Deriving Structured Knowledge Base from On-line Dictionaries", *Proceedings of the Pacific Association for Computational Linguistics*, Vancouver, British Columbia, April 21-24.
- Faid M., Missaoui R. και Godin R. (1997) "Mining Complex Structures Using Context Concatenation in Formal Concept Analysis", *Second International KRUSE Symposium (KRUSE'97)*, Vancouver, British Columbia, August 11-13.
- Ganter B. και Wille R. (1989) "Conceptual Scaling" στο F. Roberts (επ.) *Applications of Combinatorics and Graph Theory in the Biological and Social Sciences*, Springer, New York.
- Ganter B. και Wille R. (1999) *Formal Concept Analysis, Mathematical Foundations*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Goodchild M.F., Egenhofer M. και Fegeas R. (1997) "Interoperating GISs", *Report of a Specialist Meeting Held under the Auspices of the Varenus Project Panel on Computational Implementations of Geographic Concepts*, Santa Barbara.
- Guarino N. (1998) "Formal Ontology and Information Systems" στο N. Guarino (επ.) (1998) *Formal Ontology in Information Systems*, Amsterdam: IOS Press, 3-15.
- Hadzilakos T., Halaris G., Kavouras M., Kokla M., Panopoulos G., Paraschakis I., Sellis T., Tsoulos L. και Zervakis M. (2000) "Interoperability and definition of a national standard for geospatial data: The case of the Hellenic Cadastre", *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation (JAG)*, 2(2): 120-8.
- Hirtle S.C. (1995) "Representational Structures for Cognitive Space: Trees, Ordered Trees and Semi-Lattices" στο A.U. Frank και W. Kuhn (επ.) *Information Theory: A Theoretical Basis for GIS*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 327-40.
- INSPIRE (2002) "INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe: INSPIRE Overview", Παρουσίαση, <http://www.ec-gis.org/e-esdi/>
- Jensen K. και Binot J.L. (1987) "Disambiguating prepositional phrase attachments by using on-line dictionary definitions", *Computational Linguistics* 13(3-4): 251-60.
- Kokla M. και Kavouras M. (1999) "Spatial Concept Lattices: An Integration Method in Model Generalization", *Cartographic Perspectives* (34): 23-38.
- Kent R.E. και Neuss C. (1995) "Creating a 3D Web Analysis and Visualization Environment", *Computer Networks and ISDN Systems* 28: 109-17.
- Markowitz J., Ahlswede T. και Evens M. (1986) "Semantically Significant Patterns in

- Dictionary Definitions", *Proceedings of the 24th Annual ACL Conference*, New York, N.Y., 112-19.
- OGC: Open GIS Consortium, <http://www.opengis.org/>
- Priss U. (1999) "Efficient Implementation of Semantic Relations in Lexical Databases" *Computational Intelligence* 15(1): 79-87.
- Reddy M.P., Prasad B.E., Reddy P.G. και Gupta A. (1994) "A Methodology for Integration of Heterogeneous Databases", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 6(6): 920-33.
- Richardson S.D., Dolan W.B. και Vanderwende L. (1998) "MindNet: Acquiring and Structuring Semantic Information from Text", *ACL'98: 36th Annual meeting of the Association for Computational Linguistics and 17th International conference on computational linguistics*, ACL, CONF 17, Vol. 2, pp. 1098-1102.
- Schmitt I. και Saake G. (1997) "Merging Inheritance Hierarchies for Schema Integration based on Concept Lattices", Technical Report, Faculty of Information, University of Magdeburg.
- Sowa J.F. (2000) *Knowledge Representation: Logical, Philosophical and Computational Foundations*, USA: Brooks/Cole.
- Spaccapietra S., Parent C. και Dupont Y. (1992) "Model Independent Assertions for Integration of Heterogeneous Schemas", *VLDB Journal* 1(1): 81-126.
- Spangenberg N. και Wolff K.E. (1999) "Concept lattices as indicators of change in the therapeutic process: does formal concept analysis of repertory grids represent a paradigm change of data evaluation?", στο N. Spangenberg και K.E. Wolff (επ.) *Psychoanalytic research by means of formal concept analysis*, Munster: Sigmund-Freud-Institut, Lit Verlag.
- Usery E. L. (1993) "Category Theory and the Structure of Features in Geographic Information Systems", *Cartography and Geographic Information Systems* 20: 5-12.
- USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (2001) "Spatial Data Transfer Standard", <http://mcmweb.er.usgs.gov/sdts/>
- Vanderwende L. (1995) "The Analysis of Noun Sequences using Semantic Information Extracted from On-Line Dictionaries", *Ph.D. thesis*, Georgetown University.
- Wilks Y., Fass D., Guo C., McDonald J., Plate T. και Slator B. (1989) "A Tractable Machine Dictionary as a Resource for Computational Semantics", στο B. Boguraev και T. Briscoe (επ.) *Computational Lexicography for Natural Language Processing*, London: Longman, 193-228.
- Wille R. (1992) "Concept Lattices and Conceptual Knowledge Systems", *Computers and Mathematics with Applications* 23: 493-522.
- WORDNET - a Lexical Database for English, Cognitive Science Laboratory, Princeton University, <http://www.cogsci.princeton.edu/~wn/>

Μαρίνος Κάβουρας

Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, 157 80, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, Αθήνα  
mkav@survey.ntua.gr