

Χάρος αιχώρος

ΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΤΟΜΟΣ 3
VOLUME 3

ΤΕΥΧΟΣ 2
ISSUE 2

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004
NOVEMBER 2004



ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
*Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας
και Περιφερειακής Ανάπτυξης*

ΚΟΚΚΩΣΗΣ ΧΑΡΗΣ
ΜΠΕΡΙΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΠΕΤΡΑΚΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
ΓΟΥΣΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΔΕΦΝΕΡ ΑΛΕΞΗΣ
ΨΥΧΑΡΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΣΥΝΤΑΞΗΣ

Αραβαντινός Αθανάσιος	- ΕΜΠ
Ανδρικόπουλος Ανδρέας	- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Βασενχόβεν Λουδοβίκος	- ΕΜΠ
Γιαννακούρου Τζίνα	- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Γιαννιάς Δημήτρης	- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Δελλαδέτσιμας Παύλος	- Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Δεμαθιάς Ζαχαρίας	- Πάντειο Πανεπιστήμιο
Ιωαννίδης Γιάννης	- Tufts University, USA
Καλογήρου Νίκος	- ΑΠΘ
Καρυίδης 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 Δειφ. Ανάπτυξης (ΕΚΠΙΑΑ)
Μπριασούλη Ελένη	- Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Παπαθεοδώρου Ανδρέας	- University of Surrey, UK
Παπτάς Βασίλης	- Πανεπιστήμιο Πατρών
Πρεβελάκης Γεώργιος-Στυλ.	- Universite de Paris I, France
Φωτόπουλος Γιώργος	- Πανεπιστήμιο Πατρών
Χαστάογλου Βίλμα	- ΑΠΘ

Διεύθυνση:

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας
και Περιφερειακής Ανάπτυξης
Περιοδικό ΔΕΙΧΩΡΟΣ

Πεδίον Άρεως, 38334 ΒΟΛΟΣ

<http://www.prd.uth.gr/aeihoros> e-mail: aeihoros@prd.uth.gr

τηλ.: 24210 – 74456 fax: 24210 – 74380



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Ειδικό τεύχος - Αφιέρωμα
Γεωπληροφορική

Επιμέλεια

Μαρίνος Κάβουρας
Ελευθερία Καρνάβου

Επιστημονικό Περιοδικό

αειχώρος
αειχώρος
αειχώρος

Επιμέλεια έκδοσης : Άννα Σαμαρίνα — Παναγιώτης Πανταζής
Λαγούτ : Παναγιώτης Πανταζής
Σχεδιασμός εξωφύλλου : Γιώργος Παρασκευάς
Εκτύπωση : Αλέκος Ξουράφας
Κεντρική διάθεση : Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	4
Κόκλα Μ., Κάβουρας Μ.	8
Προσδιορισμός σημασιολογικών ιδιοτήτων και σχέσεων για την επίλυση οντολογικής ετερογένειας	
Τομαή Ε., Κάβουρας Μ.	24
Απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη Θεματικών Γεωγραφικών Οντολογιών	
Γραϊκούσης Γ., Φώτης Γ. και Κουτσόπουλος Κ.	40
Χωροχρονική πρόβλεψη σημειακών προτύπων ζήτησης στοχαστικών χωροθετικών προβλημάτων με χρήση Νευρωνικών Δικτύων	
Παντελέλης Μ., Σουλακέλλης Ν.	62
Διαχείριση και ανάλυση χωροχρονικών δεδομένων αέριας ρύπανσης αστικών περιοχών: Η περίπτωση της Αττικής	
Μανέτος Π., Φώτης Γ.	76
Εφαρμογή μεθόδων εξαγωγής χωρικής γνώσης για τον προσδιορισμό και την απόδοση Χωρικών Προτύπων	
Μελιδόνη Μ., Χατζηχρήστος Θ.	94
Σχεδιασμός και ανάπτυξη περιβάλλοντος διεπαφής με το χρηστή για την ανάλυση χωρικών σημειακών προτύπων με την τεχνική "Ανάλυση Καννάβου" σε περιβάλλον ΓΣΠ	
Σαραφίδης Δ., Παρασχάκης Ι.	112
Ένα χρηστικό περιβάλλον επικοινωνίας για την διάθεση των κτηματολογικών δεδομένων στο διαδίκτυο	
Ντόκου Αικ.	134
Χωρικές διαδικασίες τεκμηρίωσης τρισδιάστατης πληροφορίας ιδιοκτησιακών αντικειμένων	
Καμαριανάκης Γ., Κοντός Δ.	154
Ταξινόμηση των δήμων της Ελλάδας σύμφωνα με τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά τους όπως προκύπτουν από την Απογραφή του 2001	

Απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη Θεματικών Γεωγραφικών Οντολογιών

Ελένη Τομαή

Υποψήφια Διδάκτορας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μαρίνος Κάβουρας

Αναπληρωτής Καθηγητής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται το πρόβλημα της σχεδίασης οντολογιών για την επιστημονική περιοχή της γεωγραφίας, από μηδενική βάση. Πρώτα αναλύονται τα χρειώδη των οντολογιών σε ότι αφορά τα συστατικά που συγκροτούν αυτές τις οντολογίες (το λεξικό, οι οντότητες, οι σχέσεις και τα αξιώματα). Επιπλέον, αναφέρονται χαρακτηριστικά των γεωγραφικών οντοτήτων τα οποία προβληματίζουν τους επιστήμονες της γεωγραφικής πληροφορίας, και παρουσιάζουν σημεία κλειδιά την γεωγραφικής οντολογικής έρευνας. Λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερθείσες διαστάσεις του προβλήματος και έχοντας ως οδηγό προηγούμενη έρευνα στην ανάλυση υφιστάμενων γεωγραφικών οντολογιών, αναδεικνύονται η ποιότητα και οι τυχόν αδυναμίες τους σε πληρότητα και επάρκεια. Αυτή η "μετά-οντολογική" προσέγγιση οδηγεί στην σύνταξη ενός πλαισίου για την σχεδίαση "στιβαρών" γεωγραφικών οντολογιών οι οποίες θα φέρουν σαφώς ορισμένο το πλαίσιο κατά το οποίο είναι φτιαγμένες (context-aware), και θα συνάδουν με την σημασιολογία του συγκεκριμένου επιστημονικού πεδίου.

Λέξεις-κλειδιά

Οντολογίες πεδίου, γεωγραφικές οντότητες, σημασιολογικές ιδιότητες και σχέσεις, αξιώματα.

Required Elements of a Geographic Ontology

The present work tackles the problem of ontology design for the scientific domain of geography, from scratch. First the desiderata of ontologies are analyzed regarding the elements that constitute these ontologies (the lexicon, the concepts, the relations and the axioms). Moreover, several characteristics of the geographic concepts that have puzzled the geographic information scientists, and present key-points of geographic ontological research are exposed herein. Taking into consideration the aforementioned dimensions of the problem and using as vehicle previous research in the analysis of existing geographic ontologies, the quality and their weaknesses –if any– in robustness and sufficiency are revealed. This "meta-ontological" approach leads to the establishment of a framework for designing robust geographic ontologies that will be "context-aware" and will bear the semantics of the scientific domain in question.

Keywords

Domain ontologies, geographic concepts, semantic relations and properties, axioms.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να προσφέρει κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό γεωγραφικών οντολογιών. Οι οντολογίες αποτελούν βασικό εργαλείο οργάνωσης και τεκμηρίωσης της γνώσης, αποτελούν δηλαδή μέρος του ευρύτερου γνωστικού πεδίου της Αναπαράστασης Γνώσης (Sowa, 2000).

Οι οντολογίες χρησιμοποιούνται ευρύτατα από διάφορες κοινότητες και για πληθώρα εφαρμογών, με στόχο την τεκμηρίωση της γνώσης με τρόπο δομημένο και όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικό. Όμως συχνά, κατά την μεταφορά γνώσης μεταξύ διαφόρων κοινοτήτων χρηστών ή μεταξύ διαφορετικών βάσεων δεδομένων/γνώσης, παρουσιάζεται το φαινόμενο της αδυναμίας *διαλειτουργικότητας (interoperability)* μεταξύ αυτών των διαφορετικών οντολογιών. Το πρόβλημα έγκειται όχι τόσο στην πληθώρα των διαθέσιμων οντολογιών αλλά στο ότι αυτές συνήθως συντάσσονται χωρίς ένα σαφώς προδιαγεγραμμένο πλαίσιο (*formal context*), ή ότι πολλές πτυχές/ιδιαιτερότητες του φαινομένου που εξετάζουν δεν έχουν ληφθεί υπόψη. Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα εργασία ζητά να ορίσει έναν τρόπο σύνταξης, από μηδενική βάση, γεωγραφικών οντολογιών ώστε αυτές να πληρούν τις προϋποθέσεις για διαλειτουργικότητα.

Πρέπει στο σημείο αυτό να γίνει σαφές ότι η παρούσα εργασία πραγματεύεται τη σύνταξη οντολογιών από την πλευρά της επίλυσης σημασιολογικών ζητημάτων, τα οποία για το γεωγραφικό χώρο είναι ακόμα ανοικτά προς συζήτηση. Αντιθέτως, εδώ δεν γίνεται αναφορά σε θέματα υλοποίησης μιας γεωγραφικής οντολογίας σε περιβάλλον ηλεκτρο-

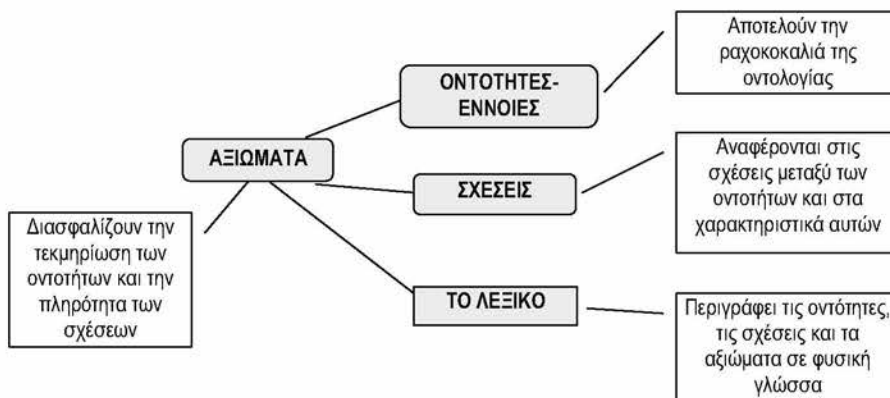
νικού υπολογιστή, οπότε ζητήματα οντολογικών (υπολογιστικών) γλωσσών, ή αναφορά σε διαθέσιμα κελύφη/πλατφόρμες υλοποίησής τους, δεν αποτελούν στόχο διερεύνησης στο παρόν.

Οι γεωγραφικές οντολογίες πρέπει να έχουν τα χαρακτηριστικά των *οντολογιών πεδίου (domain ontologies)*. Οι οντολογίες πεδίου περιγράφουν το λεξιλόγιο το οποίο σχετίζεται με ένα γενικό πεδίο, με το να εξειδικεύει τους όρους που έχουν εισηγηθεί μέσω μιας οντολογίας *ανώτατου επιπέδου (top-level ontology)* (Guarino, 1998). Η ικανότητα να συνταχθούν τέτοιες γεωγραφικές οντολογίες θα διευκολύνει την *διαδικασία ολοκλήρωσης (integration process)* μεταξύ διαφορετικών οντολογιών και θα προωθήσει την *σημασιολογική διαλειτουργικότητα (semantic interoperability)* η οποία, στις μέρες μας, θεωρείται σημαντικό θέμα στην επιστήμη της πληροφορίας.

Η οντολογική έρευνα στο πεδίο της γεωγραφικής επιστήμης, πρέπει να αντιμετωπίσει σημαντικά ζητήματα που αφορούν στα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών οντοτήτων τα οποία δυσκολεύουν τη σύνταξη μιας γεωγραφικής οντολογίας. Πιο συγκεκριμένα, ο σχεδιασμός αυτός πρέπει να λάβει υπόψη του ότι τα γεωγραφικά αντικείμενα αλληλοσχετίζονται, "παίρνουν μέρος" σε δραστηριότητες και διαδικασίες, υπόκεινται σε αλλαγές, παρουσιάζουν πληθώρα ιδιοτήτων κ.λπ. Συνεπώς, ο ορισμός των γεωγραφικών οντοτήτων, ο σαφής προσδιορισμός των μεταξύ τους σχέσεων, και η διατύπωση αξιωμάτων, προϋποθέτει ενδελεχή εξέταση της σημασιολογίας όλων αυτών που συγκροτούν το γεωγραφικό χώρο.

Σύμφωνα με τους Maedche και Staab (2001) μια οντολογία πρέπει να αποτελείται από τα εξής συστατικά στοιχεία: α) το λεξικό (*the Lexicon*), β) τις οντότητες-έννοιες (*concepts*) γ) τις σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων (*relations*), και δ) τα αξιώματα που διασφαλίζουν την πληρότητα των οντοτήτων και των σχέσεων (*axioms*) (σχήμα 1).

Σχήμα 1: Τα συστατικά μιας οντολογίας και που αυτά συνδέονται μεταξύ τους



Παρακάτω, τα συστατικά αυτά παρουσιάζονται αναλυτικότερα, σε σχέση με το γνωστικό αντικείμενο του ενδιαφέροντός μας που δεν είναι άλλο από τον γεωγραφικό χώρο. Η προτεινόμενη μεθοδολογία έχει παρουσιασθεί εκτενώς στο Tomaί και Kanouras (2004), ενώ εδώ γίνεται και επιπλέον αναφορά στον τρόπο που μια γεωγραφική οντολογία μπορεί να συνδεθεί και ως εκ τούτου να αποτελέσει μέρος μιας οντολογίας ανώτατου επιπέδου.

ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

Μια γεωγραφική οντολογία πραγματεύεται την *εννοιολογική αντίληψη (conceptualization)* οντοτήτων που συσχετίζονται, "παίρνουν μέρος" σε δραστηριότητες και διαδικασίες, υπόκεινται σε αλλαγές, παρουσιάζουν πληθώρα ιδιοτήτων και αλλαγών, με άλλα λόγια έχουν αναφορά στον χώρο και τον χρόνο.

Η πρώτη ερώτηση που πρέπει να απαντηθεί όταν συντάσσεται μια γεωγραφική οντολογία, είναι: "τι είναι μια γεωγραφική οντότητα;" Πολλή συζήτηση έχει γίνει γύρω από αυτό το θέμα λόγω της πολυπλοκότητας του γεωγραφικού χώρου και της ποικιλίας των "πραγμάτων" που περιλαμβάνει (Varzi, 2001α, Smith και Mark, 1999).

Αρκετοί επιστήμονες στον τομέα την συστημάτων γεωγραφικής πληροφορίας, έχουν ασχοληθεί με την ανάδειξη και μοντελοποίηση ειδικών χαρακτηριστικών των γεωγραφικών οντοτήτων, πιο συγκεκριμένα:

- Ο Smith (1994) ασχολήθηκε με την διάκριση μεταξύ *αυθύπαρκτων και κατά συνθήκη (fiat/bona fide)* γεωγραφικών αντικειμένων.
- Η προηγούμενη διάκριση προκαλεί και το διαχωρισμό των ορίων των γεωγραφικών αντικειμένων (Smith και Varzi, 2000). Επιπλέον, η Couclelis (1996) έχει εισάγει μια τυπολογία για τα όρια των γεωγραφικών αντικειμένων.
- Οι Casati κ.ά. (1998), εισήγαγαν ένα πλαίσιο σύνταξης γεωγραφικών οντολογιών βασισμένο στην *τοπολογία (topology)*, την *θέση (location)* και την *μερολογία (mereology)*.
- Ο Kuhn (2001), έχει προτείνει μια μεθοδολογία για σύνταξη γεωγραφικών οντολογιών που λαμβάνει υπόψη δραστηριότητες με χωροχρονική αναφορά.
- Τα όρια των γεωγραφικών αντικειμένων παρουσιάζουν *ασάφεια (vagueness)*, γεγονός που περιπλέκει την αναπαράστασή τους σε περιβάλλον πληροφοριακών συστημάτων. Ο Kulik (2001) πρότεινε μια γεωμετρική θεωρία για την μοντελοποίηση αυτών των ασαφών ορίων μέσω της προσέγγισης *supervaluation*, ο Bennett (2001) αναλύει διαφορετικές εκφάνσεις "ασαφών" γεωγραφικών οντοτήτων, ενώ ο Varzi, (2001β), συλλαμβάνει τα θεωρητικά ζητήματα πίσω από την έννοια της ασάφειας για τον γεωγραφικό χώρο.

Η ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΕΩΣ ΣΗΜΕΡΑ

Προηγούμενη ανάλυση υφιστάμενων γεωγραφικών οντολογιών (Kavouras κ.ά., 2003) ανέδειξε τα ακόλουθα:

Τα βήματα που έχουν επιτευχθεί

Υπάρχουν κατάλογοι γεωγραφικής πληροφορίας (*repositories*) οι οποίοι μπορούν να θεωρηθούν ότι δίνουν ως ένα βαθμό οντολογική πληροφορία για το επιστημονικό πεδίο της γεωγραφίας. Η πλειοψηφία αυτών έχει συνταχθεί από κάποιες κοινότητες για να εξυπηρετηθούν δικό τους σκοπό. Ενδεικτικά αναφέρονται εδώ:

1. Το πρότυπο ανταλλαγής χωρικών δεδομένων της Αμερικανικής Γεωλογικής Υπηρεσίας (USGS Spatial Data Transfer Standard -SDTS), (ftp://sdts.er.usgs.gov/pub/sdts/standard/latest_draft/pdf/)
2. Ορισμοί της Αυστραλιανής Υπηρεσίας Γεωδαισίας και Χωρικής Πληροφορίας (Feature definitions of the Australian Surveying and Land Information Group), (http://www.auslig.gov.au/mapping/docs/250kspec/append_a.pdf)
3. Το πρότυπο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας (European Community's MEGRIN standard), (http://www.eurogeographics.org/megrin/PROJECTS/PETIT/Prototyp_desc.html)
4. Η ονοματολογία της Ευρωπαϊκής Περιβαλλοντικής Υπηρεσίας (CORINE LC Nomenclature of the European Environmental Agency), <http://reports.eea.eu.int/CORO-part2/en>

Το μειονέκτημα των τριών πρώτων πρότυπων/οντολογιών είναι ότι δεν αποτελούν μια δομημένη ιεραρχία των γεωγραφικών/χωρικών οντοτήτων που περιλαμβάνουν. Διαθέτουν ωστόσο:

- Ορισμούς για όλες τις γεωγραφικές/χωρικές οντότητες που περιλαμβάνουν. Το γεγονός αυτό έχει πολύ μεγάλη σημασία για την προτεινόμενη προσέγγιση σύνταξης γεωγραφικών οντολογιών, γιατί μέσω των ορισμών γίνεται η προσπάθεια καθορισμού των σχέσεων μεταξύ των οντοτήτων της οντολογίας (βλ. κεφάλαιο "Κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη θεματικών γεωγραφικών οντολογιών").
- Στοιχειώδη αναφορά σε συσχέτιση οντοτήτων –στο 2, για παράδειγμα, οντότητα *mine* (ορυχείο/μεταλλείο); *σχετικές οντότητες: Gas well* (πηγάδι αέριου καυσίμου), *Open Cut/mining area* (ανοιχτή περιοχή εξόρυξης), *Settling ponds* (λίμνες απόθεσης) –χωρίς καμιά περαιτέρω εξήγηση για το είδος της μεταξύ τους σχέσης, έτσι μένει να υποθέσουμε ότι οι λίμνες απόθεσης είναι *μέρος/τμήμα* (*part of*) του ορυχείου/μεταλλείου, ενώ η ανοιχτή περιοχή εξόρυξης

είναι ένα είδος (*is a kind of*) ορυχείου κ.λπ.

- Κάποιες πληροφορίες για συμπεριλαμβανομένους όρους –στο 1, για παράδειγμα: *Hotel is an included term of concept Building*– ξενοδοχείο είναι ένας όρος που περιλαμβάνεται στην οντότητα κτίσμα, αλλά αυτό το είδος πληροφορίας αναφέρεται σε μια μόνο ιδιότητα του όρου, δηλαδή για το παράδειγμα, το ξενοδοχείο είναι ένα είδος κτίσματος χωρίς επιπλέον αναφορά στα χαρακτηριστικά του ξενοδοχείου.

Το τέταρτο παράδειγμα (CORINE LC), αποτελεί μια κατηγοριοποίηση κάλυψης γης με ιεραρχική δομή. Όμως τα επίπεδα της ιεραρχίας αυτής δεν αντανακλούν επίπεδα οντοτήτων με βάση την οντολογική ανάλυση, γιατί η αρχή σχεδιασμού αυτής της κατηγοριοποίησης βασίστηκε στην κλίμακα και το εμβαδόν των περιοχών μελέτης και είχε ως δεδομένα τηλεπισκοπικές εικόνες. Για το λόγο αυτό και αυτό το σχήμα δεν αντανακλά πλήρως την οντολογική υπόσταση των διαφόρων ειδών κάλυψης γης.

Οι ελλείψεις του υφιστάμενου οντολογικού σχεδιασμού

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, παρουσιάστηκαν ενδεικτικές πηγές πληροφοριών γεωγραφικών οντοτήτων, σε ότι ωστόσο αφορά τον αποδεκτό ορισμό των οντολογιών, αυτά τα πρότυπα, είναι πόρρω απέχοντα από τον ρόλο των οντολογιών, για τον λόγο αυτό η επιστημονική κοινότητα των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών, αναζητά γεωγραφικές οντολογίες που θα συνάδουν με τις αρχές του οντολογικού σχεδιασμού που αναφέρθηκαν στην εισαγωγή, και θα λαμβάνουν υπόψη τις ιδιαιτερότητες των γεωγραφικών οντοτήτων όπως παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο "ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών αντικειμένων".

Αυτό που λείπει περισσότερο από αυτά τα πρότυπα είναι ο προσδιορισμός σχέσεων, και σε ότι αφορά τις σημασιολογικές σχέσεις και σημασιολογικές ιδιότητες (όπως αυτές περιγράφονται στο κείμενο αυτό –βλ. κεφάλαιο "Κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη θεματικών γεωγραφικών οντολογιών") αλλά και σε ότι αφορά τις σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων. Αυτή η δεδομένη ανεπάρκεια έχει ως αποτέλεσμα την σύνταξη των οντοτήτων σε μη ορθές ιεραρχίες.

Σε ότι, ειδικότερα, αφορά τις σημασιολογικές ιδιότητες, οι υφιστάμενες οντολογίες δεν προσφέρουν αυτού του είδους την πληροφορία για τις οντότητες που περιλαμβάνουν. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε σημασιολογική διαφοροποίηση μεταξύ των οντοτήτων μπορεί να επιτευχθεί αποκλειστικά μέσω του ορισμού τους.

Ένα άλλο στοιχείο που απουσιάζει εμφανώς, είναι το σύνολο των αξιωμάτων που πρέπει να συνοδεύει τις οντότητες και τις σχέσεις σε μια σωστά σχεδιασμένη οντολογία. Οι περιορισμοί που επιβάλλει η υιοθέτηση αξιωμάτων, βοηθούν να διασαφηνισθεί το

νόημα των οντοτήτων και να ξεκαθαρίσουν τις μεταξύ τους σχέσεις. Υιοθετώντας αυτήν την αρχή, η παρουσία αξιωμάτων είναι ένα καθοριστικό σημείο καμπής στον σχεδιασμό γεωγραφικών οντολογιών, λόγω της πολυπλοκότητας των γεωγραφικών οντοτήτων και τις εκτεταμένες συσχετίσεις που παρουσιάζουν.

ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ

Το ανωτέρω κεφάλαιο κατέδειξε την παρούσα κατάσταση σε ότι αφορά τις γεωγραφικές οντολογίες. Λαμβάνοντας υπόψη την περιγραφείσα κατάσταση καθώς και τα ειδικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών οντοτήτων που προαναφέρθηκαν, μπορούν να εισηγηθούν οι ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές για τα συστατικά μιας γεωγραφικής οντολογίας.

Γεωγραφικές Οντότητες

Οι οντότητες που θα περιληφθούν σε μια γεωγραφική οντολογία, πρέπει να καλύπτουν την ποικιλία και την ιδιομορφία που παρουσιάζει ο γεωγραφικός χώρος. Οι γεωγραφικές οντολογίες εμπίπτουν σε εκείνη την κατηγορία οντολογιών που είναι *οντολογίες πεδίου (domain ontologies)*. Αυτές σύμφωνα με τον ορισμό του Guarino (1998) είναι συχνά εξαρτημένες από το πλαίσιο στο οποίο γίνονται (*context-driven*). Δηλαδή οι οντότητες που υπάρχουν σε αυτές, ακολουθούν την αντίληψη που μια δεδομένη ομάδα χρηστών ή δημιουργών έχει για το γνωστικό ή επιστημονικό αντικείμενο κατά το οποίο είναι χτισμένη η οντολογία. Έτσι, για παράδειγμα μια οντολογία *κάλυψης γης* δεν θα περιλαμβάνει οντότητες όπως *νομός ή περιφέρεια* οι οποίες αν και είναι γεωγραφικές οντότητες, δεν αποτελούν αντικείμενο προς εξέταση στην προαναφερθείσα οντολογία.

Από την εμπειρία μας, η σωστή επιλογή των οντοτήτων σε μια οντολογία πεδίου (ή έργου), δεν είναι ζήτημα, αφού την επιστημονική γνώση για τη δεδομένη επιστημονική ή γνωστική περιοχή αναγνωρίζει τις οντότητες ενδιαφέροντος. Στη επιστήμη των γεωγραφικών πληροφοριών όμως, η συζήτηση είναι ακόμα ανοικτή για το πώς ορίζεται μια γεωγραφική οντότητα λόγω της ποικιλομορφίας της γνωστικής περιοχής. Κατά συνέπεια, το πρώτο βήμα στη σύνταξη μιας γεωγραφικής οντολογίας είναι να επιλεγούν οι οντότητες που θα περιλαμβάνονται σε αυτήν.

- Μια αφετηρία θα ήταν να τεθεί το πλαίσιο της οντολογίας. Με άλλα λόγια, η έναρξη της διαδικασίας είναι να καθορισθεί το πεδίο της οντολογίας, οριοθετώντας τις σχετικές οντότητες. Στη συνέχεια,
- Με χρήση των τεχνικών κατανόησης/επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Understanding/Processing), μπορούμε να εξαγάγουμε τις οντότητες ενδιαφέροντος από τα συναφή με το πεδίο κείμενα. Πολλές προσπά-

θιεις στην σύνταξη των οντολογιών έχουν χρησιμοποιήσει τις NLP τεχνικές. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας γεωγραφικής οντολογίας είναι η activity-based οντολογία (οντολογία που περιγράφει δραστηριότητες στον γεωγραφικό χώρο) που προέρχεται από το γερμανικό κώδικα οδικής κυκλοφορίας (Kuhn, 2001).

- Μια υβριδική προσέγγιση θα περιελάμβανε τη συνεργασία των εμπειρογνομόνων της γνωστικής/επιστημονικής περιοχής, και την αυτόματη εξαγωγή των οντοτήτων όπως περιγράφεται ανωτέρω.
- Μια εναλλακτική λύση θα χρησιμοποιούσε τις υπάρχουσες οντολογίες (όπως αυτές που παρουσιάζονται σε προηγούμενο κεφάλαιο) της περιοχής ενδιαφέροντος, η δε ολοκλήρωσή (*integration*) τους θα έδινε μια ενοποιημένη οντολογία πεδίου, που θα περιείχε τις σχετικές οντότητες ενδιαφέροντος.

Μια εκτενής παρουσίαση των προτεινόμενων μεθοδολογιών για τον καθορισμό των οντοτήτων που περιλαμβάνονται στις οντολογίες μπορεί να βρεθεί στους Holsapple και Joshi (2002). Κάθε προσέγγιση έχει ως αποτέλεσμα ένα αποδεκτό, για να περιληφθούν στην οντολογία, σύνολο οντοτήτων μαζί με τους ορισμούς τους.

Σχέσεις

Ο όρος σχέσεις δίνεται εδώ ως αναφορά σε τρεις βασικές έννοιες πολύ σημαντικές για την οντολογία: σημασιολογικές ιδιότητες (*semantic properties*), σημασιολογικές σχέσεις (*semantic relations*), και σχέσεις μεταξύ αυτών.

Η ύπαρξη και η υπόσταση των Σημασιολογικών Ιδιοτήτων, Σημασιολογικών Σχέσεων

Έρευνα στο πεδίο αναζήτησης σημασιολογικών ιδιοτήτων και σχέσεων έχει γίνει μέσω ανάλυσης ορισμών χρησιμοποιώντας επεξεργασία φυσικής γλώσσας από διάφορους ερευνητές (Barriere, 1997· van der Wende, 1995· Madsen κ.ά., 2001). Για δε τον τομέα της γεωγραφίας από (Kokla και Kavouras, 2002· Kavouras κ.ά., 2003).

Η λογική πίσω από αυτήν την έρευνα είναι να καθοριστεί η σημασιολογική πληροφορία από τους ορισμούς και να εμπλουτιστεί η αντιπροσώπευση των οντοτήτων με τις σημασιολογικές ιδιότητες και τις σχέσεις προκειμένου να αποκαλυφθούν οι υπάρχουσες ομοιότητες και ετερογένειες. Ο τομέας της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας αναπτύσσει μεθοδολογίες για την αυτόματη εξαγωγή των σημασιολογικών πληροφοριών από τους ορισμούς.

Οι ορισμοί είναι ένα είδος κειμένου με ειδική δομή το περιεχόμενο. Είναι πλούσιες πηγές επιστημονικής γνώσης μιας περιοχής. Στις γεωγραφικές οντολογίες, οι ορισμοί είναι οι αρχικές και συνήθως μοναδικές περιγραφές των όρων της, αφού άλλα στοιχεία που θα μπορούσαν να συμβάλουν στο σημασιολογικό καθορισμό των γεωγραφικών οντοτήτων,

(δηλαδή, ιδιότητες, λειτουργίες, αξιώματα) είτε λείπουν, είτε περιγράφονται επιφανειακά. Η έρευνα για τους ορισμούς επιδιώκει τους τρόπους χρήσης του πλούτου κρυμμένης της πληροφορίας σε αυτά τα ειδικά είδη κειμένου.

Η μεθοδολογία αυτή έγκειται στην συντακτική ανάλυση των ορισμών των γεωγραφικών οντοτήτων και τον εντοπισμό εκείνων των *λεκτικών και συντακτικών μοτίβων (lexical and syntactic patterns)* που καθιστούν δυνατή την σημασιολογική εξεύρεση ιδιοτήτων όπως *σχήμα, μορφή, θέση, κατάσταση* και σχέσεων μεταξύ των οντοτήτων όπως *γένους (hypernym), υπονυμίας (hyponym), συνωνυμίας (synonym)*.

Έτσι καταλήγουμε σε έναν προσδιορισμό των γεωγραφικών οντοτήτων μέσω αυτού του συνόλου των σημασιολογικών και λεκτικών χαρακτηριστικών που μπορούμε να εντοπίσουμε μέσω ανάλυσης των ορισμών τους. Με αυτό το εργαλείο μπορούμε να βρούμε την ομοιότητα μεταξύ γεωγραφικών οντοτήτων (εξετάζοντας τα κοινά –ή μη κοινά– τους γνωρίσματα), και να την οπτικοποιήσουμε (Κανουρας κ.ά., 2003).

Στις επόμενες παραγράφους αναλύονται διεξοδικά οι σημασιολογικές ιδιότητες και σχέσεις των γεωγραφικών οντοτήτων.

Σημασιολογικές Ιδιότητες

- *Χωρικότητα (Spatiality)*: Καλύπτει την χωρική υπόσταση των γεωγραφικών οντολογιών. Μπορεί περαιτέρω να διαχωριστεί σε *εξωτερική* και *εσωτερική (external/internal spatiality)*. Η πρώτη καλύπτει σχετικές χωρικές ιδιότητες όπως *θέση (location)* και *τοπολογία (topology)*. Η δεύτερη περιλαμβάνει όλες τις εσωτερικές ιδιότητες της γεωγραφικής οντότητας όπως *μέγεθος (size)*, *σχήμα (shape)*, και *μορφή/μορφολογία (form/morphology)*.
- *Χρονικότητα (Temporality)*: Καλύπτει την χρονική χροιά των γεωγραφικών οντοτήτων. Διαχωρίζεται στην σημασιολογική ιδιότητα *χρόνο (time)*, και *κατάσταση (condition/state)* της οντότητας σε σχέση με τον χρόνο.
- *Φύση (Nature)*: Προσδίδει την θεμελιώδη διαφοροποίηση μεταξύ φυσικών και τεχνητών γεωγραφικών αντικειμένων.
- *Υλικό/Κάλυψη (Material/cover)*: Εκφράζει την θεματική κάλυψη ενός γεωγραφικού αντικειμένου, το υλικό από το οποίο καλύπτεται, το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένο.
- *Σκοπός (Purpose)*: Εκφράζει το σκοπό ή λειτουργία μιας γεωγραφικής οντότητας.
- *Δραστηριότητα (Activity)* : Αυτή η ιδιότητα εκφράζει τις δραστηριότητες/ διαδικασίες που υφίστανται οι γεωγραφικές οντότητες.
- *Ρόλος (Role)*. Αυτή δεν είναι μια πρωτογενής ιδιότητα, αλλά η ύπαρξη της εξαρτάται από την ύπαρξη μιας δραστηριότητας. Η ιδιότητα ρόλος απαντά

σε ερωτήσεις του τύπου ποιος/τι δρα στην οντότητα –*παράγοντας (agent)*, χρησιμοποιώντας τι ή πως –*όργανο (instrument)*–, ποιος δέχεται την δραστηριότητα –*φορέας (patient)*–, ποιο το αποτέλεσμα αυτής –*αποτέλεσμα (effect)*).

Με βάση την μεθοδολογία που παρουσιάστηκε παραπάνω, η ανάλυση μπορεί να προχωρήσει ένα βήμα παρακάτω, στην προσπάθεια μας να εντοπίσουμε κρυμμένες σημασιολογικές ιδιότητες, στους ορισμούς, από συγκεκριμένα λεκτικά και συντακτικά μοτίβα. Η εύρεση αυτών των επιπλέον σημασιολογικών ιδιοτήτων θα εμπλουτίσει τη σημασιολογία της οντολογίας. Αυτές οι επιπλέον ιδιότητες είναι:

- Η σημασιολογική ιδιότητα *συνεπαγωγή (entailment)*. Για παράδειγμα, το μοτίβο *κατασκευασμένος για (constructed for)*, με πρώτη ανάγνωση ορίζει την ιδιότητα *σκοπός (purpose)* –ας την ονομάσουμε αυτή *πρωτογενή σχέση (proto-relation)*–, με μια δεύτερη ματιά όμως, το ίδιο μοτίβο, ορίζει μέσω της συνεπαγωγής την ιδιότητα *φύση (nature)* –*δευτερογενής σχέση (meta-relation)*, με τιμή αυτής της ιδιότητας *τεχνητό (manmade)*, αν και δεν υπάρχει εμφανής λεκτική πληροφορία στον ορισμό για ύπαρξη αυτής της δευτερογενούς ιδιότητας.
- Η σημασιολογική ιδιότητα *αιτία (causation)*. Αυτή συνδέεται με την ιδιότητα *κατάσταση (condition-state)* και την ιδιότητα *δραστηριότητα (activity)*, εννοώντας ότι μια δραστηριότητα μπορεί να είναι η αιτία μιας *μεταβολής* της κατάστασης μιας γεωγραφικής οντότητας. Μοτίβα που δείχνουν την ύπαρξη αυτής της ιδιότητας είναι: *susceptible to, liable to* κ.ά. (π.χ. *Salt marshes: Vegetated low-lying areas, above the high-tide line, susceptible to flooding by seawater*; CORINE LC).

Σημασιολογικές Σχέσεις

- Σχέση *γένους/παιδιού (Hypernymy/hyponymy)*. Η πιο σημαντική σχέση των οντολογιών αφού κατηγοριοποιεί τις οντότητες σε ιεραρχική δομή.
- *Μερωνυμία (Meronymy)*. Αποδίδει τη σχέση του *μέρους/τιμήματος σε σχέση με το όλον (part/whole relation)*
- *Συνωνυμία (Synonymy)*. Ένα σημαντικό θέμα που σχετίζεται με τις οντότητες είναι να ορισθούν συνώνυμοι με αυτές όροι.

Αξιολόγηση του ρόλου των ορισμών

- Η ανάλυση των ιδιοτήτων/σχέσεων και οι τιμές τους (στα ευρήματα του κεφαλαίου 3) έδειξε εάν οι *οντολογικοί ισχυρισμοί (ontological commitments)* –όπως η σαφής ταξινομική δομή– μπορούν να αντληθούν από τους ορισμούς.

Κατά συνέπεια, οι ακόλουθες κατευθυντήριες αρχές, όπως διατυπώθηκαν από Κανουρας κ.ά. (2003), για τους ορισμούς των οντοτήτων στις γεωγραφικές οντολογίες θα μπορούσαν να είναι χρήσιμες.

- Οι βασικές οντολογικές σημασιολογικές σχέσεις (*meronymy*, *hypernymy*, *hyponymy*) πρέπει να είναι παρούσες στους ορισμούς λόγω της εκφραστικότητας και της πλούσιας σημασιολογίας τους.
- Οι ορισμοί των οντοτήτων στις οντολογίες πρέπει να αποδίδουν την ταξινομική δομή της κατηγοριοποίησης σωστά. Οποιαδήποτε ασυνέπεια μεταξύ του καθορισμού του *hypernym* και της *κατηγορίας γονέα* (*superordinate category*) (όταν η κατηγοριοποίηση είναι ιεραρχική) παρουσιάζει μια "κακοτεχνία" στην αντιπροσώπευση της ιεραρχίας.
- Οι ορισμοί πρέπει να αποδίδουν τα αποκαλούμενα ειδικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα των γεωγραφικών/χωρικών οντοτήτων όπως η *μορφολογία*, *θέση/τοπολογία*, κάτι που, σύμφωνα με την προηγούμενη ανάλυση, δεν φαίνεται να συμβαίνει.

Οι οντολογίες πεδίου και έργου έχουν ορισμούς που οριοθετούνται από το εννοιολογικό πλαίσιο των οντολογιών, γεγονός που δεν αποτελεί μειονέκτημα αυτών. Αυτοί οι ορισμοί εντούτοις, δεν πρέπει να έρχονται σε αντίθεση με την εγκυκλοπαιδική γνώση των δεδομένων οντοτήτων και πρέπει να απεικονίζουν ως ένα ορισμένο βαθμό τον τρόπο που αυτές γίνονται αντιληπτές, διαφορετικά είναι επιφανειακοί και όχι ευρέως αποδεκτοί.

Σχέσεις άλλου τύπου

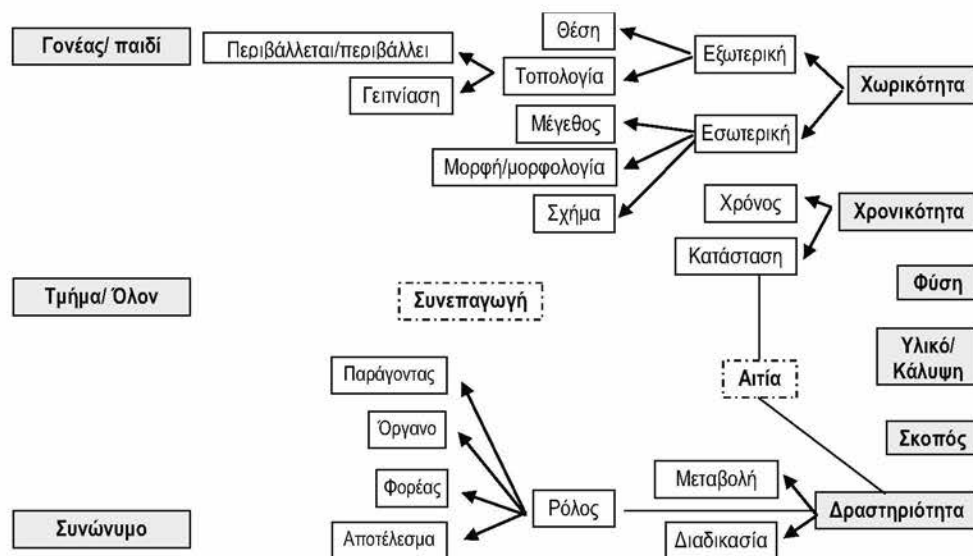
Οι σχέσεις μεταξύ των προηγούμενων ιδιοτήτων/σχέσεων δίνουν μια πλήρη εικόνα της οντολογικής πολυπλοκότητας των γεωγραφικών οντοτήτων και του τρόπου ορισμού τους. Ο εντοπισμός τους καταλήγει σε μια ταξινομία των σχέσεων που διέπουν τις γεωγραφικές οντότητες και διευκολύνουν την κατανόηση της σημασιολογίας τους. Το σχήμα 2 εμφανίζει αυτήν την ταξινομία.

Τα αξιώματα σε μια γεωγραφική οντολογία

Μια ολοκληρωμένη οντολογία πεδίου όπως είναι η γεωγραφική πρέπει να περιέχει και αξιώματα. Τα αξιώματα αυτά πρέπει να αφορούν στην τεκμηρίωση των οντοτήτων και των σχέσεων, τους περιορισμούς αυτών με βάση τον τομέα εφαρμογής, και τους κανόνες που κάνουν τους ορισμούς των οντοτήτων και των σχέσεων ολοκληρωμένους.

Παραδείγματα αξιωμάτων που αφορούν όμως μόνο στις σημασιολογικές σχέσεις υπάρχουν στην βιβλιογραφία. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι Casati κ.ά. (1998) και Eschenbach (2001).

Σχήμα 2: Η ταξινομική σχέση μεταξύ των σημασιολογικών σχέσεων και ιδιοτήτων σε μια γεωγραφική οντολογία



Στην παρούσα εργασία, εξετάζουμε τρόπους για την διασφάλιση της πληρότητας των σημασιολογικών ιδιοτήτων και σχέσεων μιας γεωγραφικής οντολογίας. Το ακόλουθο παράδειγμα αφορά στην πληρότητα ορισμού της σημασιολογικής ιδιότητας δραστηριότητα (*activity*).

Σημασιολογική ιδιότητα *δραστηριότητα*

α) έχει αναφορά στον:

- Χώρο **Ή** τον
- Χρόνο **Ή** (αξίωμα A1)
- Χώρο και Χρόνο

β) εμπλέκει:

- Την σημασιολογική ιδιότητα *ρόλος*

Επίσης εισάγουμε αξιώματα που έχουν να κάνουν με την ίδια την δομή των σημασιολογικών ιδιοτήτων και δημιουργούν *υπό-σχέσεις* (*σχέσεις υπαγωγής*). Έτσι, για την ιδιότητα *ρόλος* (*role*) εισάγουμε το ακόλουθο αξίωμα

Σημασιολογική ιδιότητα *ρόλος* έχει υπο-σχέση:

- *Παράγοντα* (ποιος ενεργεί, *active role*) **και**,
- *Όργανο* (με τι ενεργεί ο παράγοντας) **και**, (αξίωμα A2)
- *Φορέας* (ποιος ή τι δέχεται την ενέργεια, *passive role*) **και**
- *Αποτέλεσμα*

Το δεύτερο αυτό αξίωμα για την ιδιότητα *ρόλος* ορίζει και τις τέσσερις υπό-σχέσεις αυτής κατά την πληρότητά του. Αυτό δεν σημαίνει ότι κάθε φορά που εμφανίζεται η ιδιότητα *ρόλος*, για να θεωρηθεί πλήρως ορισμένη, πρέπει να εμφανίζονται και οι τέσσερις υπό-σχέσεις, αφού σε ορισμένες περιπτώσεις, επί παραδείγματι, δεν ενδιαφέρει να ορισθεί το αποτέλεσμα ή ο παράγοντας αλλά τα υπόλοιπα κ.ο.κ.

Το λεξικό

Η περιγραφή του λεξικού έμεινε για το τέλος γιατί ήταν απαραίτητο να παρουσιαστούν όλες οι διαστάσεις της πληροφορίας που θα περιέχεται σε αυτό. Έτσι, τα περιεχόμενα του λεξικού είναι οι περιγραφές των γεωγραφικών οντοτήτων σε φυσική γλώσσα, το σύνολο των λεκτικών και συντακτικών μορφών που καταδεικνύουν τις σημασιολογικές ιδιότητες και σχέσεις, αυτές τις ίδιες και τα αξιώματα που τις διέπουν.

Επιπλέον το λεξικό πρέπει να περιέχει πληροφορία για το πώς η οντολογία θα πραγματοποιηθεί σε περιβάλλον υπολογιστή δηλαδή την γλώσσα προγραμματισμού, την άλγεβρα των αξιωμάτων κ.λπ.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΩΤΑΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Μια οντολογία πεδίου πρέπει να είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχει ασφαλείς συνδέσεις με μια οντολογία ανώτατου επιπέδου . Για να το επιτύχει αυτό μια οντολογία πεδίου, όπως η γεωγραφική οντολογία, πρέπει να είναι σαφώς οροθετημένο το πλαίσιο της (*context-aware*).

Με τον όρο *context-aware*, αναφερόμαστε στην ποιότητα των οντολογιών να μπορούν να επεξηγήσουν –και να υπηρετήσουν τη σημασιολογική λειτουργία του πλαισίου δηλαδή την γνωστική περιοχή στην οποία μια οντότητα ή ένα θέμα ενδιαφέροντος υπάρχει ή εμφανίζεται (Sowa, 2000). Επομένως, οι οντότητες στις γεωγραφικές οντολογίες είναι κατώτεροι όροι εκείνων των οντοτήτων που περιλαμβάνονται στις *upper-level* οντολογίες. Αυτό συμβαίνει επειδή οι οντολογίες πεδίου είναι εξαρτώμενες από το πλαίσιο.

Αντιθέτως, οι σημασιολογικές σχέσεις που καθορίζουν τις οντότητες μιας γεωγραφικής οντολογίας μπορούν να είναι πιο περίπλοκες από αυτές της *upper-level* οντολογίας επειδή η εννοιολογική σύλληψη των τελευταίων είναι πολύ περισσότερο αφηρημένη (ευρεία). Επιπλέον, οι σημασιολογικές σχέσεις σε μια γεωγραφική οντολογία απεικονίζουν την επιστημονική γνώση της περιοχής, κάτι που μπορεί να μην είναι παρόν σε μια *upper-level* οντολογία, μια που η τελευταία επιδιώκει να περιγράψει γενικές οντότητες βασισμένες στην κοινή λογική

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας εισήγαγαν μια συστηματική προσέγγιση στο σχεδιασμό των γεωγραφικών οντολογιών, ώστε να αντιμετωπίζεται το ζήτημα της πληρότητας. Αυτή η προσέγγιση εφαρμόζει τις κατάλληλες NLU τεχνικές για τις οντότητες που πρέπει να περιληφθούν σε μια οντολογία, και για την αξιολόγηση των σημασιολογικών σχέσεων και των σημασιολογικών ιδιοτήτων αυτών των οντοτήτων.

Επιπλέον, οι σχέσεις μεταξύ των σχέσεων είναι επίσης ένα αναπόσπαστο τμήμα μιας γεωγραφικής οντολογίας αυτές οι *δεύτερης τάξης* (*second-order*) σχέσεις εξετάζουν την πολυπλοκότητα της σημασιολογίας της ιδιαίτερης περιοχής. Όσον αφορά στο σχεδιασμό μιας περιεκτικής γεωγραφικής οντολογίας, το βάρος πρέπει επίσης να είναι στον καθορισμό των αξιωμάτων, αφού αυτά διασφαλίζουν τη σημασιολογία της γνωστικής περιοχής. Στο παρόν, δόθηκαν δύο παραδείγματα αξιωμάτων, που διασφαλίζουν την πληρότητα των σημασιολογικών σχέσεων και των σημασιολογικών ιδιοτήτων που περιλαμβάνονται στην οντολογία.

Μελλοντική έρευνα αποτελεί η καλύτερη κατανόηση των σχέσεων δεύτερης τάξης που θα έχει ως αποτέλεσμα εμπλουτισμένες με αξιώματα γεωγραφικές οντολογίες. Επίσης, η έρευνα πρέπει να ασχοληθεί και με τις ιδιαιτερότητες των γεωγραφικών οντοτήτων και πως αυτές θα επιλυθούν μέσα στην προτεινόμενη μεθοδολογία. Δυσεπίλυτα ζητήματα όπως τα ασαφή ή κακώς ορισμένα γεωγραφικά όρια πρέπει να περιληφθούν στο πλαίσιο της δημιουργίας μιας γεωγραφικής οντολογίας.

Βιβλιογραφία

- American National Standard for Information Systems–Spatial Data Transfer Standard (SDTS) (1997) Part 2, Spatial Features, Annex A, Entity Types: http://mcmcweb.er.usgs.gov/sdts/SDTS_standard_nov97/p2anxa.html
- Barriere C. (1997) From a Children's First Dictionary to a Lexical Knowledge Base of Conceptual Graphs, PhD Thesis, Simon Fraser University.
- Barsalou L. W. (1983) "Ad hoc Categories", *Memory & Cognition*, 11 (3): 211-227.
- Bennett B. (2001) "What is a Forest? On the Vagueness of Certain Geographic Concepts", *Topoi*, 20 (2): 189-201.
- Casati R., Smith B., και Varzi A. C. (1998) "Ontological Tools for Geographic Representation", στο Guarino N. (επ.) *Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98*, Amsterdam IOS Press.
- Couclelis H. (1996) "A Typology of Geographic Entities with Ill-Defined Boundaries", στο Burrough P.A. και Frank A.U. (επ.) *Geographic Objects with Indeterminate Boundaries*, Taylor & Francis.

- Eschenbach C. (2001) "Viewing Composition Tables as Axiomatic Systems", στο Guarino N., Smith B., και Welty C. (επ.) *Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'01*, ACM Press: New York, NY, USA.
- European Environmental Agency (2000) CORINE Land Cover Methodology and Nomenclature, <http://reports.eea.eu.int/CORO-part2/en>
- Holsapple C. W. και Joshi K. D. (2002) "A collaborative approach to ontology design", *Communications of the ACM*, 45(2): 42-47.
- Guarino N. (1998) "Formal Ontology and Information Systems", στο Guarino N. (επ.) *Formal Ontology in Information Systems.,. Proceedings of FOIS'98*, Amsterdam IOS Press.
- Kavouras M. (2001) "Understanding and Modelling Spatial Change", στο Frank A. ,Raper J. και Cheylan J.P. (επ.) *Life and Motion of Socio-Economic Units*, London: Taylor & Francis, GISDATA Series 8.
- Kavouras M., Kokla M και Tomai E. (2003) "Determination, Visualization, and Interpretation of Semantic Similarity among Geographic Ontologies", στο Gould M. , Laurini R. και S. Coulondre (επ.) *Proceedings of 6th AGILE Conference on Geographic Information Science*.
- Kokla M. και Kavouras M. (2002) "Extracting Latent Semantic Relations from Definitions to Disambiguate Geographic Ontologies", στο Zavala G. (επ.) *GIScience 2002 Abstracts*. University of California Regents.
- Kuhn W. (2001) "Ontologies in Support for Activities in Geographic Space", *International Journal of Geographical Information Science*, 15(7): 613-631.
- Kulik L. (2001) "A Geometric Theory of vague Boundaries based on Supervaluation", στο Montello D.R. (επ.) *Spatial Information Theory*, International Conference COSIT'01, Springer Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag.
- Madsen B. N., Pedersen B. S. και Thomsen H. E. (2001) "Defining semantic relations for OntoQuery", στο Jensen & Skadhauge (επ.) *A structured overview of semantic relations and suggestions for their application in OntoQuery*.
- Maedche A. και Staab S. (2001) "Ontology Learning for the Semantic Web", *IEEE Intelligent Systems*, 16(2): 72-79.
- Mark D., Smith B. και Tversky B. (1999) "Ontology and Geographic Objects: An Empirical Study of Cognitive Categorization", στο Freksa C. (επ.) *Spatial Information Theory*, International Conference COSIT '99, Springer Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag.
- MEGRIN's PETIT project, http://www.eurogeographics.org/megrin/PROJECTS/PETIT/Prototyp_desc.html

- Rodríguez A. και Egenhofer M. (2003) "Determining Semantic Similarity Among Entity Classes from Different Ontologies", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 12(2): 442-456.
- Smith B. (1994) "Fiat Objects", στο Guarino N. , Vieu L. και Pribbenow S. (επ.) *Parts and Wholes: Conceptual Part-Whole Relations and Formal Mereology*, 11th European Conference on Artificial Intelligence, European Coordinating Committee for Artificial Intelligence Amsterdam.
- Smith B. και Mark D. (1998) "Ontology and Geographic Kinds", στο Poiker T. K. και Chrisman N. (επ.) *Proceedings of the 8th International Symposium on Spatial Data Handling (SDH'98)*, Vancouver: International Geographical Union.
- Smith B. και Mark D. (1999) "Ontology with Human Subjects Testing: An Empirical Investigation of Geographic Categories", *American Journal of Economics and Sociology*, 58(2): 245-272.
- Smith B. και Varzi A. C. (2000) "Fiat and Bona Fide Boundaries", *Philosophy and Phenomenological Research*, 60(2): 401-420.
- Sowa J.F. (2000) *Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations*, Brooks/Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA.
- Staab S. και Maedche A., (2000) "Ontology Engineering beyond the Modeling of Concepts and Relations", στο Benjamins R.V., Gomez-Perez A., Guarino N. και Uschold M. (επ.) *Proceedings of the ECAI'2000 Workshop on Application of Ontologies and Problem-Solving Methods*, IOS Press, Amsterdam.
- Tomai E. και Kavouras M, (2004) "From 'Onto-GeoNoesis' to 'Onto-Genesis' The Design of Geographic Ontologies", *Geoinformatica*, 8(3): 281-298.
- van der Wende L. H. (1995) "The Analysis of Noun Sequences using Semantic Information Extracted from On-Line Dictionaries", PhD Thesis, Georgetown University.
- Varzi A. C. (2001α) "Philosophical Issues in Geography- An introduction", *Topoi*, 20(2): 119-130.
- Varzi A. C. (2001β) "Vagueness in Geography", *Philosophy & Geography*, 4(1): 49-65.

Ελένη Τομαή

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών,
Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80 Ζωγράφου, Αθήνα, e-mail: etomai@central.ntua.gr

Μαρίνος Κάβουρας

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών,
Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80 Ζωγράφου, Αθήνα, e-mail: mkav@survey.ntua.gr