

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ: ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΜΒΑΘΥΝΣΗ ΣΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΤΗΝ ΑΦΟΡΟΥΝ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ

Πανωραία Γαϊτάνου

*Μουσείο Μπενάκη, Κουμπάρη 1, 106 74, Αθήνα
gaitanou@benaki.gr*

Μανόλης Γεργατσούλης

*Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Αρχειονομίας–Βιβλιοθηκονομίας
Παλαιά Ανάκτορα, Πλατεία Ελευθερίας, 491 00, Κέρκυρα
manolis@ionio.gr*

Περίληψη: Τα τελευταία χρόνια καταβάλλεται σημαντική προσπάθεια στην κατεύθυνση της ανάπτυξης τεχνικών οι οποίες στοχεύουν στον “Σηματολογικό Ιστό”. Ο στόχος στην κατεύθυνση αυτή είναι να δοθεί η δυνατότητα στα προγράμματα των Η/Υ να “κατανοούν” την πληροφορία που είναι τοποθετημένη στον Ιστό. Πολλές από τις τεχνικές που προτείνονται περιλαμβάνουν την ανάπτυξη οντολογιών με αποτέλεσμα να αυξάνεται συνεχώς ο αριθμός των εξειδικευμένων οντολογιών που αναπτύσσονται. Η κατάλληλη διαχείριση των οντολογιών που αναπτύσσονται ανεξάρτητα μεταξύ τους είναι αναγκαία προκειμένου να έχουμε αποδοτική χρησιμοποίηση και επαναχρησιμοποίηση τους.

Στόχος της εργασίας αυτής αποτελεί η μελέτη και εμβάθυνση στα προβλήματα της διαχείρισης οντολογιών. Αρχικά γίνεται αναφορά σε βασικούς ορισμούς, ακολουθούν κάποιες βασικές αρχές σχετικά με τη δημιουργία οντολογιών και οι λόγοι ανάπτυξής τους. Στη συνέχεια γίνεται λόγος για συγκεκριμένα προβλήματα που αφορούν στον όρο διαχείριση οντολογιών, όπως είναι η συνδυασμένη χρησιμοποίηση (combined use) διαφορετικών οντολογιών, η διαχείριση οντολογιών που μεταβάλλονται με τον χρόνο (ontology versioning), η αποθήκευση και ανάκτηση (storage and retrieval) οντολογιών κλπ. Ακολουθεί η έρευνα και παρουσίαση ορισμένων υπάρχοντων συστημάτων που χρησιμοποιούνται ως βιβλιοθήκες οντολογιών, σε κάθε ένα από τα οποία παρατηρείται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η διαχείριση, επεξεργασία, προτυποποίηση, αναζήτηση οντολογιών, η εξαγωγή συμπερασμάτων κλπ. Τέλος, προτείνονται ορισμένες ερευνητικές κατευθύνσεις σχετικά με τη δημιουργία του καταλληλότερου συστήματος για τη διαχείριση των οντολογιών.

Λέξεις κλειδιά: Οντολογίες, διαχείριση οντολογιών, βιβλιοθήκες οντολογιών

ONTOLOGY MANAGEMENT: EXTENDED STUDY ON THE MAIN PROBLEMS AND PRESENTATION OF EXISTENT ONTOLOGY LIBRARY SYSTEMS

2.04

Panorea Gaitanou

*Benaki Museum, Koumpari 1, 106 74, Athens
gaitanou@benaki.gr*

Manolis Gergatsoulis

*Department of Archives and Library Science, Ionian University
Plateia Eleftherias, Palea Anaktora, 491 00, Corfu, Greece
manolis@ionio.gr*

Abstract: During the last decade, an important amount of effort has been spent towards the development of techniques targeting the so called “Semantic Web”. The major target is to make computer programs able to understand the majority of the information available over the web. Many of the proposed schemes include web ontologies development, which results to a constantly increasing number of domain specific ontologies under development. In order to achieve an effective use and reuse of these independently developed ontologies, an appropriate management framework is necessary.

In this paper, a thorough study on the ontology management problem is performed. The paper begins with a presentation of the basic ontology definitions, followed by some basic principles on creating and developing ontologies. Next, specific problems regarding the term “ontology management” are presented. Such problems include the combined use of different ontologies, ontology versioning, ontology storage and retrieval etc. This is followed by the research and presentation of a selection of the existing ontology library systems, together with an overview of the management, editing, standardization, search and reasoning techniques used in each of the presented systems. Finally, the paper concludes with the suggestion of some research issues regarding the development of the optimum ontology management system.

Keywords: Ontology management, ontology versioning, combined use of ontologies, ontology library systems

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Παγκόσμιος Ιστός χρειάζεται να εξελιχθεί σε κάτι πολύ παραπάνω από μια απλή πλατφόρμα που επιτρέπει σε χρήστες και οργανισμούς να φιλοξενούν ιστοσελίδες. Είναι ανάγκη να αναπτυχθεί ένας μηχανισμός, ο οποίος θα επιτρέπει στις μηχανές να συλλέγουν περιεχόμενο από διαφορετικές πηγές, να επεξεργάζονται την πληροφορία και να ανταλλάσσουν τα αποτελέσματα με άλλα προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών (πράκτορες) και χρήστες. Προς αυτήν την κατεύθυνση, κινείται το όραμα της ανάπτυξης του *Σημασιολογικού Ιστού* (Semantic Web), ενώ σημαντική μπορεί να είναι η συνεισφορά των οντολογιών στην κατεύθυνση αυτή. Οι οντολογίες διευκολύνουν το διαμοιρασμό και την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ ετερογενών και διανεμημένων συστημάτων εφαρμογών. Αποτελούν, λοιπόν, ένα από τα βασικότερα εργαλεία *σημασιολογικής διαλειτουργικότητας* (semantic interoperability), γιατί προσφέρουν λεξιλόγια για την περιγραφή των εννοιών και των σχέσεών τους και λειτουργούν ως εργαλεία αυτόματης “διερμνείας” και συσχέτισης των μεταδεδομένων που χρησιμοποιούνται από διάφορες εφαρμογές και υπηρεσίες πληροφόρησης.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ

2.1. Ορισμοί της έννοιας “οντολογία”

Στη διεθνή βιβλιογραφία είναι δυνατό να εντοπιστούν πάρα πολλοί ορισμοί για το τι είναι η οντολογία. Ένας ορισμός της, που προσεγγίζει τη φιλοσοφική πλευρά του όρου, ορίζει την οντολογία ως την επιστήμη που μελετά την ύπαρξη, τη φύση και τις σχέσεις των όντων.

Επιπρόσθετα, ένας από τους ορισμούς που χρησιμοποιείται ευρύτατα από τους περισσότερους ερευνητές, είναι αυτός που προτείνεται από τον Gruber (1993): “η οντολογία είναι ένας τυπικός, σαφής προσδιορισμός μιας διαμοιρασμένης εννοιολογικής αναπαράστασης”. Ο Fensel (2001), επιχειρώντας να αναλύσει αυτόν το σύνθετο εννοιολογικά ορισμό, αναγνωρίζει τις τέσσερις βασικές έννοιες που εμπλέκονται: ένα αφηρημένο μοντέλο ενός φαινομένου που ορίζεται ως “εννοιολογική αναπαράσταση”, μια ακριβής, μαθηματικά, περιγραφή που υποδηλώνει ο όρος “τυπικός”, η ακρίβεια των εννοιών και των εμφανώς ορισμένων σχέσεών τους, που εκφράζονται με τον όρο “σαφής” και η ύπαρξη μιας συμφωνίας μεταξύ εκείνων που χρησιμοποιούν τις οντολογίες, που υποδηλώνεται με τον όρο “διαμοιρασμένη”.

Συμπερασματικά, λοιπόν, μπορούμε να σημειώσουμε τα εξής σημαντικά στοιχεία, αναφορικά με τις οντολογίες:

- Οι οντολογίες χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν ένα συγκεκριμένο τομέα.
- Οι όροι και οι σχέσεις τους ορίζονται εμφανώς στον τομέα αυτό.
- Υπάρχει κάποιος μηχανισμός και κάποια μεθοδολογία για την οργάνωση των όρων αυτών (π.χ. μία ιεραρχική δομή χρησιμοποιεί τις σχέσεις IS–A ή HAS–A).

- Πάντα προηγείται μία συμφωνία μεταξύ εκείνων που θα χρησιμοποιήσουν μία οντολογία, ούτως ώστε να παραμένει σταθερή η έννοια των όρων.

2.2. Η μορφή μιας οντολογίας και τα βασικά συστατικά της

Η γνώση στις οντολογίες τυποποιείται χρησιμοποιώντας πέντε κατηγορίες συστατικών: τις κλάσεις (classes), τις σχέσεις (relations), τις συναρτήσεις (functions), τα αξιώματα (axioms) και τέλος τα στιγμιότυπα (instances).

Οι κλάσεις αναπαριστώνται με τις έννοιες. Οι έννοιες χρησιμοποιούνται με την ευρεία σημασία τους. Μια έννοια μπορεί να είναι οτιδήποτε για κάτι που λέγεται και γι' αυτό το λόγο θα μπορούσε επίσης να είναι η περιγραφή μιας εργασίας, μιας λειτουργίας, μιας ενέργειας, μιας ιδέας, μιας κρίσης κλπ. Οι έννοιες είναι δυνατόν να διαιρεθούν σε δύο κατηγορίες: α) τις *πρωταρχικές έννοιες* (primitive concepts), οι οποίες έχουν μόνο απαραίτητες συνθήκες (ως προς τις ιδιότητές τους), για να είναι μέλος μιας κλάσης, β) τις *έννοιες εξ' ορισμού* (defined concepts), των οποίων η περιγραφή είναι ικανή και αναγκαία συνθήκη, για να είναι ένα αντικείμενο μέλος της κλάσης. Οι σχέσεις εκφράζουν ένα είδος αλληλεπίδρασης μεταξύ των εννοιών ενός πεδίου (π.χ. subclass-of, is-a). Οι συναρτήσεις εκπροσωπούν μια ειδική περίπτωση σχέσης. Για παράδειγμα, η τιμή-μεταχειρισμένου-αυτοκινήτου μπορεί να προσδιορίζεται ως συνάντηση της αρχικής τιμής του καινούριου αυτοκινήτου, του μοντέλου και των χαρακτηριστικών του αυτοκινήτου, καθώς και των χιλιομέτρων που έχει διανύσει. Τα αξιώματα χρησιμοποιούνται προκειμένου να αναπαριστούν προτάσεις που είναι πάντοτε αληθείς. Για παράδειγμα, αν ο Χ είναι δευτεροετής φοιτητής, τότε μπορεί να παρακολουθήσει το επιλεγόμενο μάθημα Μ. Τέλος, τα στιγμιότυπα εκφράζουν συγκεκριμένα στοιχεία, π.χ. ο φοιτητής με το όνομα "Πέτρος" είναι στιγμιότυπο της κλάσης "φοιτητής".

2.3. Κατηγορίες οντολογιών

Μία οντολογία, σύμφωνα με το βαθμό της τυπικότητας (formality) της αναπαράστασής της, μπορεί να είναι:

- **Άτυπη** (highly informal), εκφρασμένη δηλαδή σε μια φυσική γλώσσα.
- **Ήμι-άτυπη** (semi-informal), για παράδειγμα διατυπωμένη σε ένα περιορισμένο και δομημένο υποσύνολο κάποιας φυσικής γλώσσας.
- **Ήμι-τυπική** (semi-formal), διατυπωμένη σε μια τεχνητή και αυστηρά ορισμένη γλώσσα.
- **Αυστηρά τυπική** (rigorously formal): ορισμοί όρων με αυστηρή σημασιολογία, θεωρήματα και αποδείξεις ιδιοτήτων.

Οι Gomez-Perez και Benjamins (1999) ταξινομούν τις οντολογίες ως ακολούθως:

- **Οντολογίες αναπαράστασης γνώσης** (knowledge representation ontologies): παρέχουν οντότητες αναπαράστασης χωρίς να προσδιορίζουν τι συγκεκριμένο αναπαριστούν.

- **Γενικές ή κοινές οντολογίες** (general/common ontologies): στοχεύουν στο να αποτυπώσουν γενική γνώση γύρω από τον κόσμο, παρέχοντας βασικές έννοιες όπως ο χρόνος, ο χώρος, τα συμβάντα κλπ.
- **Οντολογίες ανώτερου επιπέδου** (top-level ontologies): παρέχουν γενικές έννοιες κάτω από τις οποίες συσχετίζονται όλοι οι όροι σε ήδη υπάρχουσες οντολογίες.
- **Οντολογίες μεταδεδομένων** (metadata ontologies): παρέχουν ένα λεξιλόγιο για την περιγραφή του περιεχομένου πληροφορίας, η οποία είναι ηλεκτρονικά διαθέσιμη.
- **Οντολογίες πεδίου ορισμού** (domain ontologies): αναπαριστούν γνώση γύρω από ένα συγκεκριμένο πεδίο, π.χ. ιατρική κλπ.
- **Οντολογίες μεθοδολογίας ή εργασιών** (method or task ontologies): παρέχουν όρους που αναφέρονται σε συγκεκριμένες εργασίες, π.χ. διάγνωση κλπ.

2.4. Λόγοι δημιουργίας οντολογιών

Οι λόγοι, για τους οποίους είναι χρήσιμη η ανάπτυξη μιας οντολογίας, είναι αρκετοί και ιδιαίτερα σημαντικοί:

Διαμοιρασμός της κοινής αντίληψης της δομής της πληροφορίας ανάμεσα σε ανθρώπους ή υπολογιστικούς πράκτορες: Είναι ίσως ο πιο σημαντικός στόχος στην ανάπτυξη οποιασδήποτε οντολογίας. Για παράδειγμα, αν υποθέσουμε ότι διάφοροι ιστότοποι περιέχουν ιατρική πληροφορία, διαμοιράζονται και δημοσιεύουν υλικό που βασίζεται πάνω στην ίδια οντολογία, τότε οι πράκτορες μπορούν να ανακτήσουν και να συνθέσουν πληροφορία από όλες αυτές τις διαφορετικές πηγές.

Επαναχρησιμοποίηση της πληροφορίας του τομέα: μια από τις κινητήριες δυνάμεις που βρίσκονται πίσω από τις τρέχουσες εξελίξεις στην έρευνα για τις οντολογίες. Εάν μια ομάδα ερευνητών αναπτύσσει μια οντολογία, κάποιες άλλες ομάδες μπορούν απλά να την επαναχρησιμοποιήσουν στο δικό τους αντικείμενο. Επιπρόσθετα, εάν χρειαστεί να αναπτυχθεί μια ευρύτερη οντολογία, αυτό μπορεί να γίνει με τη συνένωση ήδη υπάρχουσών επιμέρους οντολογιών.

Δημιουργία ρητών υποθέσεων για κάθε γνωστικό τομέα: έτσι ώστε αν χρειαστεί να αλλάξει κάποια από τις υποθέσεις, εφόσον αλλάξει η γνώση που έχουμε για τον τομέα αυτό, να μπορεί να υλοποιηθεί πολύ εύκολα η αλλαγή αυτή. Επιπλέον, βοηθούν το νέο χρήστη με περιορισμένη γνώση, ώστε να μπορέσει να αντιληφθεί ευκολότερα και με σαφήνεια την έννοια και τη σημασία των όρων του τομέα.

Διαχωρισμός της γνώσης του κάθε τομέα από τη λειτουργική γνώση: μπορεί, για παράδειγμα, να γίνει η περιγραφή μιας εργασίας για τη συναρμολόγηση ενός προϊόντος από τα συστατικά του σύμφωνα με κάποιες προδιαγραφές, και να υλοποιηθεί και ένα πρόγραμμα το οποίο κάνει τη διαδικασία συναρμολόγησης και ρύθμισης ανεξάρτητη από τα εκάστοτε συστατικά.

Ανάλυση της γνώσης του κάθε τομέα: αυτό μπορεί να γίνει πολύ εύκολα σε περίπτωση που

είναι διαθέσιμες ξεκάθαρες προδιαγραφές για την ορολογία που χρησιμοποιείται.

2.5. Αρχές δημιουργίας οντολογιών

Στη συνέχεια παραθέτονται κάποια κριτήρια σχεδιασμού και ένα σύνολο αρχών, που έχουν αποδειχθεί χρήσιμα για τη δημιουργία των οντολογιών:

1. **Σαφήνεια και αντικειμενικότητα** (clarity and objectivity). Θα πρέπει να υπάρχουν παραδείγματα που θα βοηθούν τον αναγνώστη να καταλάβει ορισμούς, από τους οποίους θα λείπουν οι απαραίτητες και επαρκείς συνθήκες για την κατανόσή τους.
2. **Συνοχή** (Coherence). Μία οντολογία θα πρέπει να είναι εσωτερικά συνεπής. Τα οριζόμενα αξιώματα θα πρέπει, τουλάχιστον, να έχουν μια λογική συνέχεια και συνέπεια.
3. **Επεκτασιμότητα** (Extendibility). Η αναπαράσταση θα πρέπει να σχεδιαστεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε κάποιος να έχει τη δυνατότητα να επεκτείνει και να εξειδικεύει την οντολογία μονοτονικά.
4. **Ελάχιστη οντολογική δέσμευση** (Minimal ontological commitment). Μία οντολογία θα πρέπει να απαιτεί την ελάχιστη οντολογική δέσμευση, η οποία θα είναι ικανή να υποστηρίξει τις επιθυμητές λειτουργίες διαμοιρασμού της γνώσης. Θα πρέπει να έχει κάποιες αξιώσεις σχετικά με το χώρο ο οποίος μοντελοποιείται, επιτρέποντας στα μέρη που δεσμεύονται στην ελευθερία της οντολογίας να εξειδικεύουν και να εγκαθιστούν την οντολογία όπως πραγματικά χρειάζεται.
5. **Ελάχιστο εύρος κωδικοποίησης** (Minimal encoding bias). Η κωδικοποίηση της οντολογίας, θα πρέπει να γίνεται με τον απλούστερο δυνατό τρόπο, απαιτώντας όσο το δυνατόν μικρότερους και απλούστερους κώδικες για την αναπαράστασή της.

3. ΣΥΝΔΥΑΖΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ

Η επαναχρησιμοποίηση των ήδη υπάρχουσών οντολογιών δεν είναι συχνά εφικτή αν δεν καταβληθεί αξιόλογη προσπάθεια. Όταν κάποιος επιθυμεί να επαναχρησιμοποιήσει διαφορετικές οντολογίες μαζί, οι οντολογίες αυτές θα πρέπει κατά κάποιο τρόπο να συνδυαστούν. Αυτό είναι δυνατόν να επιτευχθεί με την *ενοποίηση* (integration) των οντολογιών, που σημαίνει ότι αυτές θα συνενωθούν σε μία νέα οντολογία, ή ακόμα ότι οι οντολογίες μπορεί να παραμείνουν και χωριστά. Και στις δύο περιπτώσεις όμως, οι οντολογίες θα πρέπει να ευθυγραμμιστούν, να έρθουν δηλαδή σε αμοιβαία συμφωνία. Η *ευθυγράμμιση* (alignment) των εννοιών ανάμεσα στις οντολογίες είναι εξαιρετικά δύσκολη, καθώς αυτό απαιτεί κατανόηση της σημασίας των εννοιών. Η ευθυγράμμιση δύο οντολογιών υποδηλώνει το γεγονός ότι θα υπάρξει αλλαγή σε μία τουλάχιστον από αυτές. Η αλλαγή αυτή σημαίνει αυτόματα ότι έχουμε μία νέα έκδοση της οντολογίας. Στην περίπτωση, δε, που οι οντολογίες δεν αναπαριστώνται στην ίδια γλώσσα, τότε συχνά κρίνεται αναγκαία η μετάφρασή τους.

Η συνδυασμένη χρήση πολλαπλών οντολογιών παρεμποδίζεται από αρκετά προβλήματα, όπως οι αναντιστοιχίες που μπορεί να εμφανίζονται μεταξύ διαφορετικών οντολογιών.

Αρχικά, διακρίνουμε δύο επίπεδα στα οποία είναι δυνατόν να παρουσιαστούν αναντιστοιχίες. Το πρώτο είναι το *επίπεδο της γλώσσας* ή το *επίπεδο μετα-μοντέλου* (language or meta-model level), όπου χρησιμοποιούνται τα πρωταρχικά στοιχεία μιας γλώσσας, προκειμένου να οριστεί και να προσδιοριστεί μια οντολογία. Το δεύτερο επίπεδο είναι το *επίπεδο οντολογίας* ή το *επίπεδο μοντέλου* (ontology or model level), στο οποίο ενυπάρχει η πραγματική οντολογία ενός τομέα. Μία αναντιστοιχία σε αυτό το επίπεδο είναι η διαφορά στον τρόπο με τον οποίο μοντελοποιείται το εκάστοτε πεδίο ορισμού. Στο πρώτο επίπεδο διακρίνονται τα εξής είδη αναντιστοιχιών:

- **Συντακτικό** (Syntax). Όπως είναι εύλογο, οι διαφορετικές γλώσσες οντολογιών πολύ συχνά χρησιμοποιούν διαφορετικά συντακτικά. Αυτή η διαφορά είναι πιθανότατα το πιο απλό είδος αναντιστοιχίας. Εντούτοις, πολλές φορές είναι δυνατόν να συνοδεύεται και από άλλες διαφορές (μία γλώσσα οντολογιών, η οποία μπορεί να έχει αρκετές συντακτικές αναπαραστάσεις).
- **Λογική αναπαράσταση** (Logical representation). Για παράδειγμα, σε ορισμένες γλώσσες είναι δυνατόν να δηλώσει κανείς ρητά το γεγονός ότι δύο κλάσεις είναι “ξένες μεταξύ τους”, δηλαδή δεν έχουν κοινά στιγμιότυπα (π.χ. disjoint A B), ενώ σε άλλες γλώσσες είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε την άρνηση στις δηλώσεις της υποκλάσης (π.χ. A subclass-of (NOT B), B subclass-of (NOT A)).
- **Σημασιολογία των πρωταρχικών στοιχείων** (Semantics of primitives). Μια πιο λεπτή πιθανή διαφορά στο επίπεδο μετα-μοντέλου, είναι η σημασιολογία των δομών μιας γλώσσας. Παρά το γεγονός ότι ο ίδιος όρος ενδέχεται να χρησιμοποιείται σε δύο διαφορετικές γλώσσες, εντούτοις η σημασιολογία μπορεί να διαφέρει. Ακόμα και όταν δύο οντολογίες φαίνεται να χρησιμοποιούν το ίδιο συντακτικό, η σημασιολογία μπορεί να διαφέρει.
- **Εκφραστικότητα της γλώσσας** (Language expressivity). Αυτή η αναντιστοιχία αφορά στη διαφορά στην εκφραστικότητα ανάμεσα σε δύο γλώσσες και υποδηλώνει το γεγονός ότι ορισμένες γλώσσες είναι ικανές να εκφράσουν πράγματα που σε άλλες γλώσσες δεν είναι δυνατόν να εκφραστούν.

Αναντιστοιχίες σε επίπεδο οντολογίας προκύπτουν όταν συνδυάζονται δύο ή περισσότερες οντολογίες, που περιγράφουν (εν μέρει) αλληλοεπικαλυπτόμενους τομείς. Αυτές οι αναντιστοιχίες δημιουργούνται, είτε όταν οι οντολογίες γράφονται στην ίδια γλώσσα, είτε όταν χρησιμοποιούν διαφορετικές γλώσσες. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, διακρίνονται αρκετά είδη αναντιστοιχιών στο επίπεδο αυτό, ως προς τα εξής:

- **Εμβέλεια** (Scope). Δύο κλάσεις φαίνονται να αναπαριστούν την ίδια έννοια, αλλά δεν έχουν ακριβώς τα ίδια στιγμιότυπα, παρόλο που διασταυρώνονται (π.χ. για τη κλάση “employee” αρκετές διοικήσεις χρησιμοποιούν ελαφρώς διαφορετικές έννοιες).
- **Κάλυψη μοντέλου και διαβάθμιση** (Model coverage and granularity). Αφορά στο τμήμα εκείνο του θεματικού τομέα που καλύπτεται από την οντολογία ή στο βάθος λεπτομέρειας μέχρι το οποίο μοντελοποιείται ο συγκεκριμένος θεματικός τομέας (π.χ. μια

οντολογία με αυτοκίνητα: κάποια είναι δυνατό να μοντελοποιεί αυτοκίνητα αλλά όχι φορτηγά, κάποια άλλη μπορεί να αναπαριστά φορτηγά, αλλά είναι δυνατό να τα ταξινομεί μόνο σε μερικές κατηγορίες, ενώ μια τρίτη μπορεί να κάνει πολύ λεπτομερείς διακρίσεις των φορτηγών ανάλογα με τη γενική φυσική τους δομή, το βάρος τους, το σκοπό τους κλπ.).

- **Παράδειγμα** (Paradigm). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά παραδείγματα προκειμένου να αναπαραστήσουμε έννοιες όπως είναι ο χρόνος, η αιτιότητα, η κίνηση, οι διαδικασίες κλπ.
- **Περιγραφή έννοιας** (Concept description). Οι διαφορές αυτού του είδους ονομάζονται συμβάσεις μοντελοποίησης (modeling conventions) σύμφωνα με τον Chalupsky (2000) (π.χ. μία διατριβή είναι δυνατόν να μοντελοποιηθεί ως εξής: Dissertation < book < scientific publication < publication, ή αλλιώς dissertation < scientific book < book).
- Επιπλέον, τα επόμενα δύο είδη διαφορών μπορούν να ταξινομηθούν ως αναντιστοιχίες ορολογίας: α) **Συνώνυμοι όροι** (Synonym terms). Οι έννοιες αναπαριστώνται με διάφορα ονόματα. Ένα απλό παράδειγμα είναι η χρήση του όρου “Car” σε μια οντολογία και ο όρος “automobile” σε μια άλλη οντολογία. Αυτό το πρόβλημα ονομάζεται *αναντιστοιχία όρου* (term mismatch). Αν και η λύση για αυτά τα προβλήματα φαίνεται σχετικά απλή (με τη χρήση των θησαυρών), η ενοποίηση των οντολογιών με συνώνυμες ή με διαφορετικές γλώσσες απαιτεί συνήθως αρκετή προσπάθεια και παρουσιάζει αρκετά σημασιολογικά προβλήματα. β) **Ομώνυμοι όροι** (Homonym terms). Η έννοια και η ερμηνεία ενός όρου διαφέρει από περιβάλλον σε περιβάλλον.
- **Κωδικοποίηση** (Encoding). Οι αναντιστοιχίες στην κωδικοποίηση αποτελούν ένα σχετικά επουσιώδες είδος διαφορών. Οι τιμές στις οντολογίες μπορούν να κωδικοποιηθούν σε διάφορες διατάξεις. Για παράδειγμα, μια ημερομηνία μπορεί να αναπαρασταθεί ως “ημέρα/μήνας/χρόνος” ή ως “μήνας-μέρα-χρόνος”, η απόσταση δε, μπορεί να μετρηθεί σε μίλια ή σε χιλιόμετρα κλπ.

4. ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ

4.1. Υποστήριξη πολλαπλών εκδόσεων (Versioning)

Σε γενικές γραμμές, ως “ontology versioning” ορίζεται η ύπαρξη πολλαπλών διαφορετικών παραλλαγών μιας οντολογίας σε κάποιο περιβάλλον. Στην πράξη, οι παραλλαγές αυτές προέρχονται από τροποποιήσεις σε μια ήδη υπάρχουσα οντολογία και γι’ αυτό το λόγο σχηματίζουν ένα *δέντρο παραγώγων* (derivation tree). Ο ευρύτερος ορισμός που θα δίναμε στο “ontology versioning” είναι ο εξής: είναι η δυνατότητα να χειριζόμαστε αλλαγές στις οντολογίες με τη δημιουργία και διαχείριση διαφορετικών παραλλαγών αυτών. Για να επιτευχθεί η δυνατότητα αυτή χρειαζόμαστε μία μεθοδολογία που να διαθέτει μεθόδους που θα διακρίνουν και θα αναγνωρίζουν τις εκδόσεις και διαδικασίες για ενημερώσεις και αλλαγές στις οντολογίες. Αυτό επίσης υποδηλώνει ότι θα πρέπει να παρα-

κολουθούνται στενά οι σχέσεις ανάμεσα στις διάφορες εκδόσεις. Μία τέτοια μεθοδολογία, αφενός παρέχει μηχανισμούς, οι οποίοι αποσαφηνίζουν και αποκρυσταλλώνουν την ερμηνεία των εννοιών για αυτούς που χρησιμοποιούν τις διάφορες παραλλαγές μιας οντολογίας, αφετέρου δε κάνει σαφή τη συμβατότητα μεταξύ των παραλλαγών αυτών. Η έκταση των αλλαγών προσδιορίζει και καθορίζει το βαθμό συμβατότητας ανάμεσα στις εκδόσεις. Συνεπώς, θα πρέπει να εξεταστεί ο σημασιολογικός αντίκτυπος των αλλαγών. Το κεντρικό ερώτημα στο οποίο απαντά αυτή η μεθοδολογία είναι: πώς να επαναχρησιμοποιήσουμε τις ήδη υπάρχουσες οντολογίες σε νέες καταστάσεις, χωρίς να ακυρώσουμε τη τρέχουσα χρήση τους.

4.2. Αιτίες αλλαγών μιας οντολογίας και επιπτώσεις των αλλαγών αυτών

Προκειμένου να εξεταστούν τα αίτια που προκαλούν αλλαγές στις οντολογίες, θα πρέπει να εξεταστεί η ίδια η φύση των οντολογιών. Μπορούμε να πούμε, λοιπόν, ότι οι αλλαγές στις οντολογίες προκαλούνται από:

- **Αλλαγές στον τομέα:** Ένα παράδειγμα τέτοιου είδους αλλαγής είναι η συγχώνευση (merging) δύο τμημάτων κάποιου πανεπιστημίου (πρόκειται για μία αλλαγή στον πραγματικό κόσμο, η οποία επιβάλλει να τροποποιείται (αυτόματα) και η οντολογία που περιγράφει τον τομέα αυτό).
- **Αλλαγές στη διαμοιρασμένη εννοιολογική αναπαράσταση:** Μία διαμοιρασμένη εννοιολογική αναπαράσταση ενός τομέα είναι δυνατόν να αλλάξει και εξαιτίας της προοπτικής της χρήσης της. Διαφορετικές εργασίες μπορούν να υποδηλώσουν διαφορετικές οπτικές γωνίες σε ένα τομέα και συνεπώς μία διαφορετική αντίληψη. Όταν μια οντολογία προσαρμόζεται για μια νέα εργασία ή ένα νέο πεδίο, οι αλλαγές που γίνονται απεικονίζουν μεταβολές στην αναπαράσταση.
- **Αλλαγές στις προδιαγραφές:** Μία αλλαγή στον προσδιορισμό (προδιαγραφές) μιας οντολογίας είναι ένα είδος μετάφρασης, π.χ. μία αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο μία αναπαράσταση καταγράφεται επίσημα.

Υπάρχουν αρκετά είδη αντικειμένων που μπορεί να εξαρτώνται από μια οντολογία. Κάθε μία από αυτές τις εξαρτήσεις μπορεί να δημιουργήσει μια διαφορετική μορφή ασυμβατότητας. Στην πρώτη θέση, βρίσκονται τα δεδομένα τα οποία συμμορφώνονται με την οντολογία. Σε ένα σημασιολογικό ιστό, αυτά μπορεί να είναι ιστοσελίδες, των οποίων το περιεχόμενο να είναι συσχετισμένο με όρους από την οντολογία. Όταν μια οντολογία μεταβάλλεται, τα δεδομένα αυτά μπορεί να λάβουν διαφορετική ερμηνεία ή να χρησιμοποιηθούν άγνωστοι όροι. Κατά δεύτερον, υπάρχουν άλλες οντολογίες οι οποίες χρησιμοποιούν την τροποποιημένη οντολογία. Αυτές ενδέχεται να είναι οντολογίες που προέρχονται από την αρχική οντολογία, ή να την περιέχουν. Αλλαγές στην αρχική οντολογία θα μπορούσαν να επηρεάσουν και την τελική. Τρίτον, εφαρμογές που χρησιμοποιούν μια οντολογία μπορεί να δυσλειτουργήσουν, εφόσον γίνουν αλλαγές στην οντολογία.

4.3. Υποστήριξη πολλαπλών εκδόσεων και εξέλιξη οντολογιών: οι διαφορές ανάμεσα στις δύο έννοιες

Στη διεθνή βιβλιογραφία, γίνεται λόγος για το αν υπάρχει διάκριση μεταξύ του φαινομένου της *εξέλιξης οντολογιών* (ontology evolution) και μεταξύ του φαινομένου της *υποστήριξης πολλαπλών εκδόσεων* (ontology versioning). Πάρα πολλοί ερευνητές, όπως οι Νου και Klein, σημειώνουν ότι οι διαφορές μεταξύ των δύο εννοιών δεν είναι ευδιάκριτες στο πεδίο των οντολογιών. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι αυτοί οι δύο όροι, αλλά και οι τεχνικές που περιγράφουν, προέρχονται από το χώρο των κλασικών βάσεων δεδομένων, όπου οι απαιτήσεις δεν είναι πάντοτε οι ίδιες με τις οντολογίες. Στην περίπτωση των βάσεων δεδομένων, έχουμε να κάνουμε με *δομημένα δεδομένα* (structured data), ενώ στις οντολογίες με *ημιδομημένα* (semi structured data). Εντούτοις, οι Haase και Sure (2004) υποστηρίζουν ότι η διάκριση μεταξύ των δύο αυτών όρων είναι εμφανής.

Πρακτικά, σε μια οντολογία, με τον όρο “evolution” αναφερόμαστε σε αλλαγές που χρειάζεται η οντολογία μας στην παρούσα στιγμή, δε μπορούμε όμως να ανακαλέσουμε την οντολογία όπως ήταν προτού εφαρμόσουμε την ή τις αλλαγές. Αντίθετα, με τον όρο “versioning” αναφερόμαστε στη διατήρηση (είτε κατά απαίτηση του χρήστη, είτε του συστήματος) εκδόσεων που αποτυπώνουν την κατάσταση της οντολογίας πριν την ή τις αλλαγές (και αυτές οι εκδόσεις είναι προσπελάσιμες). Συνεπώς, με το “versioning” έχουμε ένα πλήρες ιστορικό των αλλαγών, ενώ το “evolution” μας δίνει μόνο την οντολογία, όπως είναι την παρούσα στιγμή, χωρίς κανένα ιστορικό αλλαγών.

4.4. Η έννοια της εξέλιξης οντολογιών—Γενική περιγραφή του OntoView

Η εξέλιξη οντολογίας ορίζεται ως η έγκαιρη προσαρμογή της οντολογίας στις συνεχείς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις και τη συνεχή εξάπλωση των αλλαγών στα εξαρτώμενα δημιουργήματα (Maedche και Volz 2001). Σκοπός της (σε κατανεμημένα περιβάλλοντα), είναι η αύξηση της γνώσης σε κάθε κόμβο ενός ανοικτού κατανεμημένου συστήματος, με την απόκτηση περιγραφών πηγών από τις οντολογίες των άλλων κόμβων. Περιλαμβάνει έξι στάδια: (1) τον εντοπισμό των αλλαγών, (2) την αναπαράσταση των αλλαγών, (3) τη σημασιολογία των αλλαγών, (4) τη διάδοση των αλλαγών, (5) την υλοποίηση των αλλαγών και (6) την επικύρωση των αλλαγών.

Το OntoView είναι ένα εργαλείο, το οποίο παρέχει υποστήριξη για την εξέλιξη οντολογιών που είναι διαθέσιμες on-line στο διαδίκτυο. Η κύρια λειτουργία του στηρίζεται στην προσπάθεια του συστήματος να βοηθήσει το χρήστη να διαχειρίζεται τις εκάστοτε αλλαγές που παρουσιάζονται στις οντολογίες, αλλά κυρίως επιδιώκει να επιτύχει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφόρων εκδόσεων μιας οντολογίας, με το να συγκρίνει τις διάφορες εκδόσεις και να τονίζει τις διαφορές μεταξύ τους. Στη συνέχεια, επιτρέπει στο χρήστη να προσδιορίζει την εννοιολογική σχέση ανάμεσα στις διαφορετικές εκδόσεις των εννοιών. Επιπρόσθετα, το σύστημα λειτουργεί ως αποθηκευτικό μέσο για εκδόσεις οντολογιών, παρέχοντας μια διαφανή διεπαφή για την επικοινωνία μεταξύ τυχαίων εκδόσεων των οντολογιών.

5. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗ

Καθώς ο αριθμός των ποικίλλων οντολογιών αυξάνεται με γοργούς ρυθμούς, η ανάγκη συντήρησης και η αναδιοργάνωσή τους, ώστε να υποστηρίζεται η επαναχρησιμοποίηση της γνώσης, κρίνεται ιδιαίτερα επιτακτική. Προσπειτούμενο στοιχείο για την επικράτηση τεχνολογιών που αφορούν σε οντολογίες, είναι η μεθοδολογική και εργαλειακή υποστήριξη που θα ενδυναμώσει κατά πολύ την αποδοτική τους ανάπτυξη. Ένα σημείο–κλειδί στην επίτευξη του στόχου αυτού είναι η επιτυχής επαναχρησιμοποίηση των οντολογιών που, αν και αναπτύχθηκαν για την υποστήριξη του διαμοιρασμού και της επαναχρησιμοποίησης της γνώσης, εντούτοις η έλλειψη στην ορθή υποστήριξη της επαναχρησιμοποίησης παρεμποδίζει την ευρύτερη διασπορά του ρόλου τους. Οι *Βιβλιοθήκες Οντολογιών* (Ontology Library Systems) είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την ομαδοποίηση, αποθήκευση και την αναδιοργάνωση οντολογιών για περαιτέρω επαναχρησιμοποίηση, ολοκλήρωση, συντήρηση, ανάκτηση και διαδικασίες υποστήριξης πολλαπλών εκδόσεων.

Τα κύρια κριτήρια για τη δημιουργία μιας βιβλιοθήκης οντολογιών είναι:

- Ανοικτή και κεντρική αποθήκευση, ταυτοποίηση και διαδικασίες υποστήριξης πολλαπλών εκδόσεων.
- Παροχή προηγμένης αναζήτησης σε οντολογίες, οι οποίες προσαρμόζονται σε κάποιον τομέα και σε περιπτώσεις ειδικών συνθηκών/ απαιτήσεων.
- Παροχή πρόσβασης σε τυποποιημένες οντολογίες ανώτερου επιπέδου και γλώσσες αναπαράστασης (προκειμένου να φέρουμε το διαμοιρασμό και την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης στο μέγιστο του δυναμικού τους).

6. ΕΡΕΥΝΑ ΥΠΑΡΧΟΥΣΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ

Στη συνέχεια, ακολουθεί μια παρουσίαση ορισμένων βιβλιοθηκών οντολογιών:

1. **WebOnto:** Το WebOnto είναι μια βιβλιοθήκη οντολογιών, η οποία αναπτύχθηκε από το Knowledge Media Institute του Open University (UK). Σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει τη συνεργατική δημιουργία, ανάγνωση και επεξεργασία των οντολογιών. Παρέχει μια διεπαφή άμεσου χειρισμού, η οποία εκθέτει οντολογικές εκφράσεις και επιπλέον ένα εργαλείο “συνομιλίας” με οντολογίες (ontology discussion tool), το οποίο ονομάζεται Tadzebao και είναι ικανό να υποστηρίξει ταυτόχρονα και σύγχρονες και ασύγχρονες “συνομιλίες”. Βασίζεται σε μια αρχιτεκτονική πελάτη–εξυπηρετητή. Οι εξυπηρετητές είναι υπεύθυνοι για την αποθήκευση και διατήρηση των οντολογιών και των διαλόγων του χρήστη. Οι πελάτες είναι οι διεπαφές προκειμένου να είναι εφικτή η πρόσβαση στις αποθηκευμένες οντολογίες.

Οι οντολογίες που αποθηκεύονται στο WebOnto δεν είναι ταξινομημένες σύμφωνα με κάποιες υπάρχουσες κατηγορίες, αλλά διαιρούνται σε μικρές μονάδες. Προσδιορίζονται μοναδικά με το όνομά τους και απεικονίζονται σε γραφικό περιβάλλον. Εκφράζονται με τη γλώσσα αναπαράστασης OCML, η οποία υποστηρίζει εξαγωγή συμπερασμάτων βάσει κανόνων. Το σύστημα δεν υποστηρίζει πολλαπλές εκδόσεις.

2. **OntoLingua:** Το OntoLingua αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '90 στο Knowledge Systems Laboratory του Stanford University. Αποτελείται από έναν εξυπηρετητή και μια γλώσσα αναπαράστασης. Ο εξυπηρετητής παρέχει ένα αποθετήριο οντολογιών (βιβλιοθήκη οντολογιών), προκειμένου να βοηθήσει τους χρήστες να δημιουργούν νέες οντολογίες και να τροποποιούν και να βελτιώνουν τις ήδη υπάρχουσες συνεργατικά. Η οντολογία που αποθηκεύεται στον εξυπηρετητή είναι δυνατόν να μετατραπεί σε διαφορετικές διατάξεις. Βασίζεται στην αρχιτεκτονική πελάτη–εξυπηρετητή.

Οι οντολογίες που αποθηκεύονται στο OntoLingua δεν ταξινομούνται σύμφωνα με κάποιες πρότυπες κατηγορίες αλλά οργανώνονται με βάση τη θεωρία του πλέγματος (lattice theory), κατά την οποία κάθε οντολογία συμπεριλαμβάνει τις οντολογίες εκείνες, κάτω από τις οποίες βρίσκεται αυτή τοποθετημένη με εσοχή. Κάθε οντολογία έχει ένα μοναδικό όνομα που τη διακρίνει από τις άλλες οντολογίες. Το OntoLingua δεν παρέχει τη δυνατότητα υποστήριξης πολλαπλών εκδόσεων.

Το σύστημα παρέχει γραφική ανάγνωση οντολογιών και υποστηρίζει γρήγορες μεταβάσεις από τον ένα όρο μιας οντολογίας σε έναν άλλο όρο χρησιμοποιώντας υπερσυνδέσεις. Η OntoLingua παρέχει τέσσερα βασικά είδη σελίδων για την απλή διεπαφή: τον πίνακα περιεχομένων, τις σελίδες σύνοψης της οντολογίας, τις σελίδες πλαισίου (για κλάσεις, σχέσεις ή στιγμιότυπα) και το φυλλομετρητή κλάσεων. Οι οντολογίες κωδικοποιούνται στη γλώσσα KIF.

3. **DAML:** Η βιβλιοθήκη οντολογιών DAML είναι μέρος του DARPA Agent Markup Language (DAML) Program, το οποίο ξεκίνησε επισήμως τον Αύγουστο του 2000. Στόχος αυτής της προσπάθειας είναι η ανάπτυξη μιας γλώσσας και ορισμένων εργαλείων που θα διευκολύνουν την έννοια του Σημαιολογικού Ιστού. Η βιβλιοθήκη οντολογιών περιλαμβάνει έναν κατάλογο, ο οποίος είναι διαθέσιμος σε XML, HTML και DAML μορφές. Η HTML μορφή διευκολύνει τους χρήστες στην αναζήτηση με τη δημιουργία ευρετηρίων των οντολογιών σύμφωνα με το URI, την ημερομηνία καταχώρησης κλπ. Οι άλλες δύο μορφές υποστηρίζουν απλό φυλλομέτρημα. Το κοινό μπορεί να υποβάλλει νέες οντολογίες μέσω της βιβλιοθήκης.

Η βιβλιοθήκη οντολογιών DAML βασίζεται στην αρχιτεκτονική πελάτη–εξυπηρετητή. Οι οντολογίες ταξινομούνται σύμφωνα με το Open Directory Category (www.dmoz.org) και προσδιορίζονται μοναδικά σύμφωνα με τους αναγνωριστές του και το URI. Το σύστημα δε διαθέτει λειτουργίες υποστήριξης πολλαπλών εκδόσεων. Επίσης, δεν υπάρχουν ιδιαίτερες δυνατότητες αναζήτησης, ούτε ιδιαίτερες λειτουργίες επεξεργασίας και συλλογιστικής υποστήριξης.

4. **Shoe:** Η Shoe (Simple HTML Ontology Extensions) αναπτύχθηκε από το University of Maryland (USA) και είναι η πρώτη γλώσσα για τη σημασιολογία του Ιστού που αναπτύχθηκε ως γλώσσα σήμανσης. Η βιβλιοθήκη περιλαμβάνει λίστες οντολογιών, οι οποίες ευρετηριάζονται αλφαριθμητικά και ταξινομούνται ως προς την εξάρτηση της οντολογίας, με την αυστηρή δομή δέντρου. Κάθε οντολογία αναγνωρίζεται μοναδικά από το

όνομά της. Το σχήμα παραλλαγών της Shoe είναι απαραίτητο για το χειρισμό διαφόρων ειδών αναθεωρήσεων. Διατηρεί κάθε έκδοση της οντολογίας ως μία χωριστή ιστοσελίδα και ένα στιγμιότυπο πρέπει να δηλώνει με ποια έκδοση συμφωνεί. Γι' αυτό το λόγο, οι πηγές δεδομένων μπορούν να αναβαθμιστούν σε μια νέα οντολογία. Η SHOΕ ήταν το πρώτο σύστημα που εστίασε στο πρόβλημα της εξέλιξης και συνέχειας των οντολογιών.

Στη βιβλιοθήκη οντολογιών SHOΕ δεν υπάρχει περιβάλλον αναζήτησης και επεξεργασίας. Ο χρήστης πρέπει να επεξεργαστεί σε κάποιο άλλο περιβάλλον την οντολογία και έπειτα να την καταχωρήσει στη SHOΕ. Εν συνεχεία, μπορεί να αναγνώσει ή να αναζητήσει οντολογίες μέσω του αλφαβητικού ευρετηρίου. Στο σύστημα παρέχεται υποστήριξη για διαδικασίες εξαγωγής συμπερασμάτων για το χειρισμό των προβλημάτων των αναθεωρήσεων.

5. **Vub Ontology Server:** Ο εξυπηρετητής οντολογιών VUB, που αναπτύχθηκε από το Vrije Universiteit Brussels, συνδέει την τεχνολογία οντολογιών με τη σημασιολογία των βάσεων δεδομένων, εγκαθιστώντας τεχνικές από τις βάσεις δεδομένων για τη διαχείριση και την κατανόηση των οντολογιών. Το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (DBMS) είναι εξοπλισμένο με ποικίλες συντακτικές δομές και δίνει τη δυνατότητα στα σχήματα βάσεων να παρουσιάζουν αντικείμενα, ταξινομίες, περιορισμούς ακεραιότητας, και κανόνες παραγωγής. Στην τρέχουσα φάση ανάπτυξης του εξυπηρετητή δεν υποστηρίζεται η δυνατότητα υποστήριξης πολλαπλών εκδόσεων και συλλογισμού. Οι οντολογίες περιγράφονται σε XML. Τέλος, δεν υιοθετείται κάποια πρότυπη οντολογία στον εξυπηρετητή.

7. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ

Η ερευνητική κοινότητα αναζητά διαρκώς τρόπους και μεθόδους, προκειμένου να βρεθούν λύσεις για την ανάπτυξη και τη δημιουργία βιβλιοθηκών οντολογιών, που θα ενδυναμώνουν και θα προάγουν τη διαχείριση, την προσαρμογή και την προτυποποίηση των οντολογιών. Στην προσπάθειά της αυτή, σημειώνει τα κύρια χαρακτηριστικά που θα πρέπει να καλύπτει η ιδανική βιβλιοθήκη οντολογιών.

- **Αποθήκευση.** Σε ένα τέτοιο σύστημα, θεωρείται γεγονός μείζονος σημασίας η ύπαρξη μιας αρχιτεκτονικής πελάτη–εξυπηρετητή, η οποία θα δίνει στο σύστημα τη δυνατότητα να υποστηρίζει εργασίες συνεργατικής επεξεργασίας των οντολογιών. Επιπλέον, μια βιβλιοθήκη οντολογιών θα πρέπει να είναι προσβάσιμη μέσω του Παγκοσμίου Ιστού. Συνεχίζοντας, θεωρείται απαραίτητη η ταξινόμηση των οντολογιών, προκειμένου να διευκολύνεται η αναζήτηση, η διαχείριση και η επαναχρησιμοποίηση της οντολογίας. Κάποιοι από τους διαθέσιμους μηχανισμούς ταξινόμησης των οντολογιών βασίζονται σε ορισμένα ευδιάκριτα χαρακτηριστικά τους, όπως είναι: το θέμα των οντολογιών, η δομή και οι διαστάσεις της οντολογίας, η δομή πλέγματος (μέσα στο οποίο διαφαίνεται η συνάφεια των οντολογιών), η διαστρωματοποιημένη οντολογία

ανώτερου επιπέδου, οι σχέσεις και τα συστατικά της. Επιπλέον, η οργάνωση των βιβλιοθηκών σε υπομονάδες, εξυπηρετεί στη μεγιστοποίηση της συνάφειας ανάμεσα στις υπομονάδες και στην ελαχιστοποίηση της αλληλεπίδρασής τους.

- **Προτυποποίηση.** Ως αναγνωριστικά των οντολογιών θα πρέπει να χρησιμοποιούνται το URL και το όνομα της οντολογίας.
- **Υποστήριξη πολλαπλών εκδόσεων.** Αυτό που κυρίως θεωρείται απαραίτητο να συμπεριλαμβάνει το σύστημα, είναι ένας μηχανισμός, ο οποίος θα είναι σε θέση να ελέγχει τις διάφορες εκδόσεις των οντολογιών. Δυστυχώς, τα περισσότερα συστήματα μέχρι σήμερα, δεν υποστηρίζουν τέτοιους μηχανισμούς.
- **Αναζήτηση και επεξεργασία.** Η βιβλιοθήκη οντολογιών θα πρέπει να έχει τα χαρακτηριστικά ενός σύγχρονου περιβάλλοντος φυλλομέτρησης, χρησιμοποιώντας υπερσυνδέσμους ή διασταυρούμενες αναφορές (cross-references), για να συσχετίζουν τις πληροφορίες. Θα πρέπει να υποστηρίζει συνεργατική επεξεργασία και να παρέχει δυνατότητες προηγμένης αναζήτησης, υιοθετώντας διάφορες τεχνικές ανάκτησης, χαρακτηριστικά αναζήτησης σε βάσεις δεδομένων, κλπ. Τέλος, θα πρέπει να παρακολουθεί τα προφίλ των χρηστών που θα βασίζονται σε διάφορα πρότυπα πρόσβασης, με σκοπό την εξατομίκευση της οπτικής των οντολογιών.
- **Υποστήριξη συλλογισμού.** Στο σύστημα θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται μια απλή συλλογιστική διαδικασία, προκειμένου να διευκολύνεται η ανάπτυξη, αντιστοίχιση και ολοκλήρωση των οντολογιών καθώς και την εξαγωγή συμπερασμάτων από αυτές.
- **Γλώσσα.** Σε συντακτικό επίπεδο, η γλώσσα αναπαράστασης οντολογιών που θα χρησιμοποιείται σε κάθε σύστημα, θα πρέπει να προτυποποιείται ή αλλιώς θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα μετάφρασης της γλώσσας μέσα στην οντολογία. Σε σημασιολογικό επίπεδο, το σύστημα θα πρέπει να διαθέτει ένα κοινό λεξιλόγιο. Σε κάθε περίπτωση πάντως, η γλώσσα θα πρέπει να ελαχιστοποιεί την αμφιβολία μεταξύ όρων σε διαφορετικές οντολογίες (λόγω των ομωνύμων, των συνωνύμων όρων κλπ.) για τις κλάσεις γενικής χρήσεως.
- **Οντολογία ανώτερου επιπέδου.** Η χρήση πρότυπης οντολογίας ανώτερου επιπέδου θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική για την καλύτερη οργάνωση μιας βιβλιοθήκης οντολογιών.
- **Διαβάθμιση οντολογιών.** Οι βιβλιοθήκες οντολογιών θα πρέπει να λάβουν υπόψη τους την αύξηση της κλίμακας των οντολογιών.
- **Λειτουργίες συντήρησης.** Οι βιβλιοθήκες οντολογιών θα πρέπει να παρέχουν επιπλέον και κάποιες λειτουργίες συντήρησης, όπως έλεγχο συνοχής, διαγνωστικούς ελέγχους, υποστήριξη αλλαγών και προσαρμογή οντολογιών σε διαφορετικές εφαρμογές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ding, Y. 2001. *Ontology: the enabler for the semantic web*, <http://citeseer.ist.psu.edu/601004.html> (πρόσβαση στις 14 Δεκεμβρίου 2005).
- Ding, Y., D. Fensel, M. Klein και B. Omelayenko 2001. *Ontology management: survey, requirements and directions*. Project On-to-Knowledge, Deliverable 4. Amsterdam: Vrije Universiteit, <http://www.ontoknowledge.org/down/del4.pdf> (πρόσβαση στις 13 Σεπτεμβρίου 2005).
- Jones, D., T. Bench-Capon και P. Visser 1998. *Methodologies for ontology development*. Εργασία στο Proceedings IT&KNOWS Conference of the 15th IFIP World Computer Congress, Budapest, Chapman-Hall, <http://www.iet.com/Projects/RKF/SME/methodologies-for-ontology-development.pdf> (πρόσβαση στις 5 Φεβρουαρίου 2006).
- Klein, M. 2001. *Combining and relating ontologies: an analysis of problems and solutions*. Εργασία στο IJCAI-2001 Workshop on Ontologies and Information Sharing, Seattle, WA. August 4-5, 2001, <http://www.informatik.uni-bremen.de/agki/www/buster/IJCAIwp/Finals/klein.pdf> (πρόσβαση στις 31 Ιουλίου 2006).
- Klein, M., D. Fensel, A. Kiryakov και D. Ognyanoff 2002. *OntoView: comparing and versioning ontologies*. Εργασία στο 1st International Semantic Web Conference (ISWC2002), June 9-12th, 2002, Sardinia, Italia, <http://iswc2002.semanticweb.org/posters/klein-et-al.pdf> (πρόσβαση στις 21 Μαρτίου 2006).
- Klein, M., A. Kiryakov, D. Ognyanov και D. Fensel 2002. *Finding and characterizing changes in ontologies*. Εργασία στο *Proceedings of the 21st International Conference on Conceptual Modeling, Tampere*, Finland, October 7-11, 2002, επ. S. Spaccapietra, S.T. March και Y. Kambayashi, Vol. 2503, 79-89. Berlin: Springer-Verlag.
- Nieto, M.A.M. 2003. *An overview of ontologies*. Technical Report, Center for Research in Information and Automation Technologies Interactive and Cooperative Technologies, Lab Universidad De Las Americas Puebla, http://www.starlab.vub.ac.be/teaching/ontologies_overview.pdf (πρόσβαση στις 16 Φεβρουαρίου 2005).
- Noy, N.F. και M. Klein 2004. *Ontology evolution: not the same as schema evolution*. *Knowledge and Information Systems*, 6,(4): 428-440.
- Ohgren, A. 2005. *Ontology development and evolution: selected approaches for small-scale application contexts*. Research Report 04:7, Jönköping: Jönköping University, The University Library, http://www.diva-portal.org/diva/getDocument?urn_nbn_se_hj_diva-58-1__fulltext.pdf (πρόσβαση στις 21 Φεβρουαρίου 2006).
- Stojanovic, L., A. Maedche, B. Motik και N. Stojanovic 2002. *User-driven ontology evolution management*. Εργασία στο *Proceedings 13th International Conference, EKAW 2002*, Sigüenza, Spain, October 1-4, 2002, επ. A. Gómez-Pérez, και V. Richard Benjamin, Vol. 2473, 285-300. Berlin: Springer-Verlag.