

15/6/2016

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ WEB- PROTEGE

ΛΟΛΟΤΣΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ (Α.Μ. 2011064)

ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΟΥΤΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αρχικά θα κάνουμε μια εισαγωγή στις βασικές έννοιες της οντολογίας. Θα γίνει εκτενής περιγραφή της ίδιας της έννοιας της οντολογίας, από την περίοδο της φιλοσοφικής οντολογίας μέχρι τη σημερινή οντολογία. Θα αναλύσουμε τα κύρια χαρακτηριστικά των σημερινών οντολογιών, τις χρήσεις και τα βασικά στάδια σχεδιασμού μιας οντολογίας. Τέλος, θα αναφέρουμε τις κύριες κατηγορίες οντολογιών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα γίνει εκτενής παρουσίαση των κυριότερων οντολογιών υψηλού επιπέδου, όπου και θα αναφερθούν τα δέκα σημαντικότερα είδη, με ανάλυση και οπτική παρουσίαση μέσω δέντρων αποφάσεων.

Στο τρίτο μέρος θα επιστρέψουμε στις βασικές γενικές αρχές που είναι απαραίτητες για τον σχεδιασμό μιας οντολογίας. Τα κυριότερα μέρη που θα αναλύσουμε είναι η έννοια και η σημασία της στις σύγχρονες οντολογίες, οι ιδιότητες και οι σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων σε μια οντολογία.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τις γλώσσες αναπαράστασης των οντολογιών, με σημαντικότερη εξ αυτών τη γλώσσα OWL. Θα αναλύσουμε επίσης τα χαρακτηριστικά της.

Τέλος, θα υπάρχουν τα συμπεράσματα – σύνοψη της εργασίας, καθώς και παρουσίαση των βιβλιογραφικών αναφορών.

ABSTRACT

At the start we will make an introduction to the basic concepts of the ontology. It will be a comprehensive description of the very concept of ontology, from the period of philosophical ontology to the current ontology. We will analyze the main features of current ontologies, uses and basic planning stages of an ontology. Finally, we will mention the main categories of ontologies.

The second chapter will be detailed presentation of the main high-level ontologies, they will mention the ten most important species, analysis and visual presentation through trees making.

The third part will return to the basic principles necessary for designing an ontology. The main parties will analyze the meaning and significance of modern ontologies, properties and relationships between entities in an ontology.

The fourth chapter will talk about the ontology representation languages, the most important of them the OWL language. We will also analyze its characteristics.

Lastly, we will present the conclusions - a summary of the work as well as presentation of references.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΟΝΤΟΛΟΓΙΑ

1.1 Εισαγωγή	5
1.2 Ορισμός οντολογίας.....	6
1.3 Χαρακτηριστικά μιας οντολογίας.....	10
1.4 Χρήσεις των οντολογιών.....	11
1.5 Ο σχεδιασμός μιας οντολογίας.....	12
1.6 Κατηγορίες οντολογιών.....	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Εισαγωγή.....	21
2.1 Οντολογίες γενικών και ειδικών εννοιών.....	24
2.2 Η Οντολογία Υψηλού Επιπέδου του Sowa.....	25
2.3 Η οντολογία Cyc Upper.....	27
2.4 The Suggested Upper Merged Ontology.....	29
2.5 Η οντολογία WordNet.....	30
2.6 The Generalized Upper Model.....	31
2.7 Η οντολογία Mikrokosmos.....	32
2.8 SENSUS Ontology.....	33
2.9 Η οντολογία BFO.....	34
2.10 Η οντολογία DOLCE.....	35
2.11 Η οντολογία GFO.....	36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΝΝΟΙΕΣ, ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΣΕΙΣ

Εισαγωγή.....	39
3.1 Έννοιες.....	40
3.1.1 Η κλασσική θεωρία περί εννοιών.....	41
3.1.2 Θεωρία Πρωτοτύπων.....	42

3.1.3 Θεωρία περί θεωριών.....	43
3.1.4 Θεωρία Εννοιολογικού Ατομισμού.....	44
3.2 Ιδιότητες.....	44
3.3 Σχέσεις	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΓΛΩΣΣΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ

4.1 Εισαγωγή.....	50
4.2 Η γλώσσα OWL.....	52
4.3 Τα χαρακτηριστικά της γλώσσας OWL.....	54

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	58
-------------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	59
-------------------	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	60
----------------	----

1.1 Εισαγωγή

Όταν αναφερόμαστε σε μια οντολογία αναφερόμαστε σε μια προσπάθεια οργάνωσης και τεκμηρίωσης της γνώσης. Μπορούν να υπάρχουν οντολογίες ειδικές σε ένα συγκεκριμένο πεδίο ή οντολογίες που έχουν σκοπό την περιγραφή εννοιών, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με άλλους τρόπους. Ωστόσο, όπως θα δούμε και παρακάτω δεν υπάρχει κάποιος κοινός αποδεκτός ορισμός της οντολογίας, αλλά διαφορετικές προσεγγίσεις σε φιλοσοφικό ή πρακτικό επίπεδο.

Ο όρος οντολογία έχει τις ρίζες του στην αρχαία Ελλάδα, όπου ήταν φιλοσοφική έννοια που περιέγραφε την προσπάθεια προσδιορισμού της αρχής του κόσμου. Η οντολογία στην μετέπειτα φιλοσοφία χρησιμοποιήθηκε με παρόμοιο τρόπο από τους νεότερους Γερμανούς ρομαντικούς φιλοσόφους. Πλέον χρησιμοποιείται από ένα μεγάλο εύρος επιστημών αλλά με διαφορετική νοηματοδότηση ανάλογα με τη χρήση που της γίνεται. Τέτοιες επιστήμες είναι η πληροφορική και η γεωγραφία. Στη γλώσσα των υπολογιστών αποτελεί εργαλείο για την τυποποίηση της γνώσης και την επίτευξη της διαλειτουργικότητας σε διάφορα επίπεδα.

Σε αυτό το πρώτο κεφάλαιο θα εισάγουμε τον αναγνώστη στις βασικές έννοιες της οντολογίας, βήμα απαραίτητο για την περαιτέρω μελέτη του αντικειμένου και την παραγωγή οντολογίας στα επόμενα κεφάλαια. Αρχικά θα προσδιορίσουμε αναλυτικότερα την έννοια της οντολογίας και κατόπιν θα αναλύσουμε τις κύριες κατηγορίες οντολογιών.

Τέλος, στο κεφάλαιο αυτό θα μιλήσουμε ειδικότερα για την οντολογία στην πληροφορική και θα περιγράψουμε τον τρόπο παραγωγής οντολογίας μέσω του web protégé. Το web protégé είναι ένα περιβάλλον ανοικτού κώδικα ανάπτυξης οντολογιών.

1.2 Ορισμός οντολογίας

Ο πρώτος που χρησιμοποίησε τον όρο οντολογία ήταν ο Αριστοτέλης στο έργο του Μετά τα Φυσικά. Η λέξη είναι σύνθετη και προέρχεται από τη λέξη *ον* και *λόγος*. Όπως διαφαίνεται και από την ετοιμολογία της είναι η προσπάθεια αναζήτησης της αρχής των πραγμάτων. Η λέξη όμως έχει τελείως διαφορετική νοηματοδότηση στις επιστήμες που την χρησιμοποιούν.

Στην μετέπειτα φιλοσοφία, η έννοια οντολογία σήμαινε η αναζήτηση του Όντος, δηλαδή κάποιας μορφής θεότητας ή αιώνιας αλήθειας. Εξετάζει επίσης από τι συγκροτείται το Όν και ποια είναι τα χαρακτηριστικά του. Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν τρεις φιλοσοφικές οντολογίες ανάλογα με το πού δίνεται βάση:

- Ουσιοκρατία
- Προσωποκρατία
- Ατομοκρατία

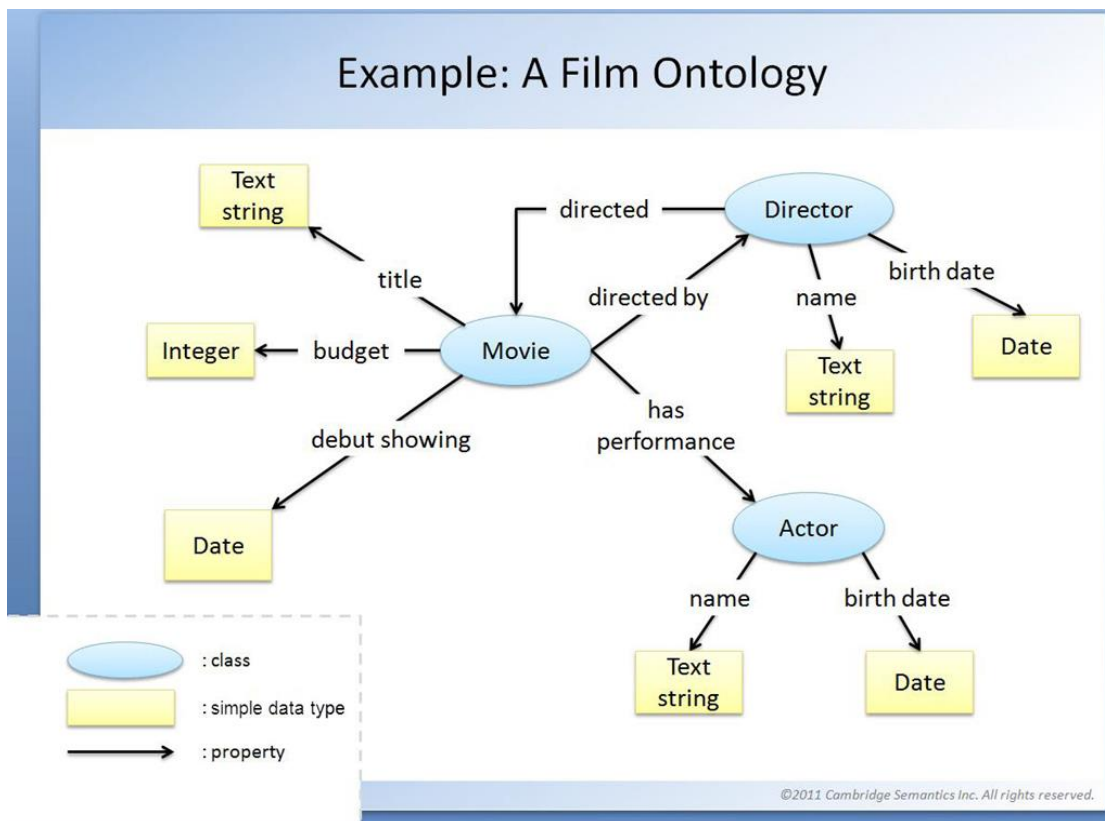
Κατά την ουσιοκρατία δίνεται περισσότερο έμφαση στην ουσία του όντος, στην προσωποκρατία αναδεικνύεται το πρόσωπο έναντι της ουσίας, και τέλος στην ατομοκρατία δίνεται περισσότερο σημασία στο άτομο. Η εργασία μας όμως θα αναφερθεί περισσότερο στην σημερινή πρακτική έννοια παρά στην φιλοσοφική διάσταση, και συνεπώς ο καλύτερος προσδιορισμός των παραπάνω εννοιών ξεφεύγει από τα όρια της.

Στην επιστήμη των υπολογιστών η οντολογία έχει αρκετά διαφορετική έννοια. Θα την ονομάζαμε ως την προσπάθεια τεκμηρίωσης ή αναπαράστασης της γνώσης. Στην πραγματικότητα η ουσία της οντολογίας είναι η παραγωγή μοντέλων που μπορούν να εισαχθούν σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Συνεπώς, αναγνωρίζουμε περισσότερες διαφορές παρά ομοιότητες με την φιλοσοφική έννοια του όρου. Κατά την υπολογιστική έννοια δεν μπορεί κάτι να θεωρηθεί υπαρκτό αν δεν υπάρχει η δυνατότητα αναπαράστασης του σε υπολογιστικό σύστημα.

Ως καλύτερο και ακριβέστερο ορισμό θα χρησιμοποιήσουμε των Ling Liu και M. Tamer Özsu (2008) κατά τον οποίο οντολογία θεωρείται:

“An ontology defines a set of representational primitives with which to model a domain of knowledge or discourse. The representational primitives are typically classes (or sets), attributes (or properties), and relationships (or relations among class members). The definitions of the representational primitives include information about their meaning and constraints on their logically consistent application. In the context of database systems, ontology can be viewed as a level of abstraction of data models, analogous to hierarchical and relational models, but intended for modeling knowledge about individuals, their attributes, and their relationships to other individuals. Ontologies are typically specified in languages that allow abstraction away from data structures and implementation strategies; in practice, the languages of ontologies are closer in expressive power to first-order logic than languages used to model databases. For this reason, ontologies are said to be at the "semantic" level, whereas database schema are models of data at the "logical" or "physical" level. Due to their independence from lower level data models, ontologies are used for integrating heterogeneous databases, enabling interoperability among disparate systems, and specifying interfaces to independent, knowledge-based services. In the technology stack of the Semantic Web standards, ontologies are called out as an explicit layer. There are now standard languages and a variety of commercial and open source tools for creating and working with ontologies”.

Με έναν απλούστερο ορισμό θα μπορούσαμε να περιγράψουμε την οντολογία ως την διαδικασία περιγραφής των βασικών εννοιών και βασικών σχέσεων που διέπουν το λεξιλόγιο μια θεματικής περιοχής καθώς και τους κανόνες για το συνδυασμό των όρων και των σχέσεων με απώτερο σκοπό την επέκταση του λεξιλογίου (Μπαγλατζή, 2010). Τέλος, θα αναφέρουμε τον αγγλικό ορισμό κατά τον οποίον “ontology is an explicit specification of a conceptualization” (Gruber, 1993).



Σχήμα 1.1 Ένα απλό παράδειγμα οντολογίας για την περιγραφή μιας ταινίας

Θα μπορούσαμε να συνοψίσουμε τις διαφορές στην φιλοσοφική έννοια της οντολογίας με την έννοια της οντολογίας στην επιστήμη των υπολογιστών στα παρακάτω:

- Στη φιλοσοφία η οντολογία αποσκοπεί στην εύρεση της αλήθειας και της ουσίας των πραγμάτων
- Στην επιστήμη των υπολογιστών δεν είναι ο κύριος σκοπός η εύρεση της αλήθειας, αλλά η ικανοποίηση συγκεκριμένων πρακτικών σκοπών ή η εύρεση λύσεις σε προβλήματα
- Στην φιλοσοφία η οντολογία μπορεί να παραχθεί κάποια οντολογία χωρίς να είναι σημαντική η γλώσσα στην οποία παρήχθη

- Στην επιστήμη των υπολογιστών είναι σημαντικότερη η γλώσσα στην οποία γράφτηκε η οντολογία καθώς κάθε γλώσσα υπόκειται σε συγκεκριμένους περιορισμούς και έχει συγκεκριμένες δυνατότητες

Για την επιστήμη των υπολογιστών ο σημαντικότερος λόγος που παράγεται μια οντολογία είναι η οργάνωση και τεκμηρίωση κάποιου είδους γνώσης, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον. Τα στοιχεία της οντολογίας έχουν καθορισμένη σχέση μεταξύ τους. Στην οντολογία θα μπορούσαμε να πούμε ότι γίνεται ορισμός των στοιχείων που συμμετέχουν και των σχέσεων μεταξύ τους. Η διαφορά είναι ότι η θεώρηση αυτή δεν επαρκεί για να περιγράψει μια οντολογία, καθώς υπάρχει πολύ βαθύτερη προσέγγιση από την αναπαραγωγή προσδιορισμένων σχέσεων μεταξύ αντικειμένων.

Αρχικά θα μπορούσαμε να δούμε τις οντολογίες με τη σειρά των πράξεων ή γεγονότων καταγραφής που καλούμαστε να κάνουμε. Το πρώτο βήμα είναι η δημιουργία λεξικού ή προσθήκη ορισμούς και ονόματα των αντικειμένων στην φυσική γλώσσα. Κατόπιν θα πρέπει να προσδιοριστούν πιθανές ιεραρχικές σχέσεις μεταξύ των συμμετεχόντων αντικειμένων. Μετά θα πρέπει να βρεθεί ή να εφαρμοστεί ένα σχεσιακό μοντέλο μεταξύ των αντικειμένων που θα προσδιορίζει όσο καλύτερα γίνεται τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Τέλος, είναι η δημιουργία της οντολογίας, που θα πρέπει πλέον να περιγράψει επαρκώς τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να παραχθεί ένας συλλογισμός.

Οι οντολογίες μπορεί αν διαφέρουν ως πολλά χαρακτηριστικά, όπως η πολυπλοκότητα, η δομή, το πεδίο αναφοράς ή το μέγεθος. Υπάρχουν όμως κάποια βασικά στοιχεία που υπάρχουν σε όλες τις οντολογίες:

1. Οι έννοιες (concepts)
2. Οι σχέσεις (relations)
3. Οι συναρτήσεις (functions)
4. Τα αξιώματα (axioms) και
5. Τα στιγμιότυπα (instances)

1.3 Χαρακτηριστικά μιας οντολογίας

Κάθε οντότητα που υπάρχει στην οντολογία θα πρέπει να περιγράφεται. Οι οντότητες αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε υποκλάσεις ή κλάσεις. Για παράδειγμα αν έχουν μια οντολογία γεωγραφική, οι κλάσεις μπορούν να είναι τα ποτάμια, τα βουνά, οι λίμνες κτλ. Αν έχουμε μια οντολογία που σχετίζεται με τον κινηματογράφο κλάσεις μπορούν να θεωρηθούν οι ηθοποιοί, το σκηνοθετικό τιμ, οι παραγωγοί, οι σεναριογράφοι κτλ.

Οι υποκλάσεις της πρώτης οντολογίας για την κλάση ποτάμι μπορεί να είναι χείμαρρος ή ρυάκι, ενώ για την περίπτωση των ηθοποιών πρωταγωνιστές, κομπάρσοι κτλ.

Οι σχέσεις που προσπαθούμε να εξάγουμε παρουσιάζουν την επίδραση που έχει μια οντότητα σε μια άλλη ή μια κλάση με μια άλλη ή μια υποκλάση με μια άλλη. Για παράδειγμα μπορούμε σε μια οντολογία γεωγραφία να πούμε ότι η κλάση ποτάμι συνδέεται με την κλάση βουνό.

Η συνάρτηση είναι μια κατηγορία σχέσης όπου το νιοστό αντικείμενο μιας σχέσης είναι μοναδικό για το $n-1$ αντικείμενο που προηγείται. Τέτοιο παράδειγμα είναι η μητέρα κάποιου, όπου δεν μπορεί να έχει δύο μητέρες.

Τα αξιώματα περιγράφουν σχέσεις που είναι πάντα αληθείς. Ανάλογα την οντολογία, το μέγεθος και την πολυπλοκότητα, μπορούμε να έχουμε λίγα ή περισσότερα αξιώματα, με αναλυτικό τρόπο ή μη. Τα αξιώματα προσφέρουν περιορισμούς στις τιμές που μπορούν να λάβουν οι έννοιες.

Ως στιγμιότυπα ονομάζουμε τη στιγμιαία κατάσταση στην οποία βρίσκεται μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ο κόσμος, ή η οντότητα στην περίπτωσή μας. Παράδειγμα στιγμιότυπου είναι ο ηθοποιός Robert De Niro, της έννοιας ηθοποιός ή ο ποταμός Αλιάκμονας είναι στιγμιότυπο της έννοιας ποτάμι.

1.4 Χρήσεις των οντολογιών

Οι σημαντικότεροι λόγοι για τους οποίους θεωρούμε ότι πρέπει να κάποιος να συντάξει μια οντολογία είναι οι παρακάτω:

- Με τις οντολογίες μπορούμε να δημιουργήσουμε έναν κοινό κώδικα επεξεργασίας των δεδομένων μεταξύ ατόμων ή υπολογιστικών συστημάτων. Αν για παράδειγμα κάθε ιστοσελίδα χρησιμοποιεί την ίδια κωδικοποίηση εννοιών τότε αυτά τα δεδομένα μπορούν να γίνουν άμεσα επεξεργάσιμα. Αυτό απαιτεί ωστόσο να υπάρχει κοινή γλώσσα. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να δημιουργηθούν κώδικες αποθήκευσης και επεξεργασίας της γνώσης για παραγωγή νέας. Υπάρχουν επίσης συστήματα τεχνίτης νοημοσύνης που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν δεδομένα που παραμένουν αχρησιμοποίητα.
- Καθιστούν ευκολότερη την επαναχρησιμοποίηση κάποιας πληροφορίας ή κάποιας παλαιότερης γνώσης. Αν μια ερευνητική ομάδα έχει παράγει κάποια οντολογία, αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσια χωρίς να χρειάζεται να δημιουργηθεί εξ' αρχής. Μπορούν επίσης για την παραγωγή κάποιας πολύ μεγάλης οντολογίας με πολλές υποκλάσεις να συνδυαστούν τα έργα πολλών μικρότερων ερευνητικών ομάδων.
- Στις οντολογίες μπορούν να γίνουν διορθώσεις με εύκολο τρόπο στην [περίπτωση που παρουσιαστεί κάποιο λάθος. Είναι συστήματα που βασίζονται στην δημιουργία ενός συστήματος από τα συστατικά του μέρη, και ως αποτέλεσμα αλλάζοντας ένα μέρος ταυτόχρονα αλλάζει και το σύστημα.
- Ανάλυση της γνώσης ενός τομέα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί άμεσα αν είναι διαθέσιμες οι ξεκάθαρες προδιαγραφές των όρων που εμφανίζονται στην οντολογία. Επιπλέον η τυπική (φορμαλιστική) ανάλυση των όρων (formal analysis of terms) είναι πολύ χρήσιμη για επαναχρησιμοποίηση και επέκταση υφιστάμενων οντολογιών.

1.5 Ο σχεδιασμός μιας οντολογίας

Υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις για το ποιες πρέπει να είναι η βασικές αρχές κατά τον σχεδιασμό μιας οντολογίας. Όπως ήδη αναφέραμε μπορούμε να δημιουργήσουμε μια οντολογία εξ' αρχής ή να χρησιμοποιήσουμε μια ήδη υπάρχουσα οντολογία. Εμείς θα χρησιμοποιήσουμε την προσέγγιση που θέλει να υπάρχουν δέκα βασικά αρχικά απαραίτητα χαρακτηριστικά :

1. Η οντολογία πρέπει να είναι σαφής, και αν αναφέρεται σε ζητήματα που μπορούν να ερμηνευθούν υποκειμενικά, όσο μεγαλύτερη αντικειμενικότητα μπορεί να επιτευχθεί. Η οντολογία θα πρέπει να εμπεριέχει έννοιες και κλάσεις που να μην αφήνουν περιθώρια παρερμηνείας, και να είναι καλά ορισμένες. Αυτή η διαδικασία απαιτεί καλή επιλογή κλάσεων και υποκλάσεων και σωστή τεκμηρίωση.
2. Θα πρέπει να υπάρχει πληρότητα. Κάθε προσδιορισμός μιας έννοιας θα πρέπει να περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά της και τις συνθήκες που αυτά εμφανίζονται. Στην αγγλική ορολογία ονομάζεται Completeness
3. Θα πρέπει να υπάρχει συνοχή μεταξύ εννοιών, κλάσεων και υποκλάσεων που υπάρχουν στην οντότητα. Οι σχέσεις που θα παρουσιάζονται θα πρέπει να έχουν λογική συνέχεια. Μόνο έτσι μπορούμε να εξάγουμε σωστά συμπεράσματα και γνώση από μια οντολογία.
4. Δυνατότητα επέκτασης της οντολογίας. Όπως αναφέραμε για την παραγωγή μιας οντολογίας μπορεί κάποιος να ξεκινήσει από το μηδέν ή να χρησιμοποιήσει μια υπάρχουσα οντολογία και να την επεκτείνει. Αυτή η διαδικασία μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας την οντολογία ως μέρος μιας γενικότερης και μεγαλύτερης οντολογίας, ή μέσω περαιτέρω ανάλυσης της οντολογίας στα συστατικά της μέρη.
5. Θα πρέπει να υπάρχουν όσο γίνεται λιγότερες παραδοχές και δεσμεύσεις. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να εισαχθούν ειδικότερα δεδομένα και να προσεγγιστεί καλύτερα ο κόσμος που μοντελοποιούμε.

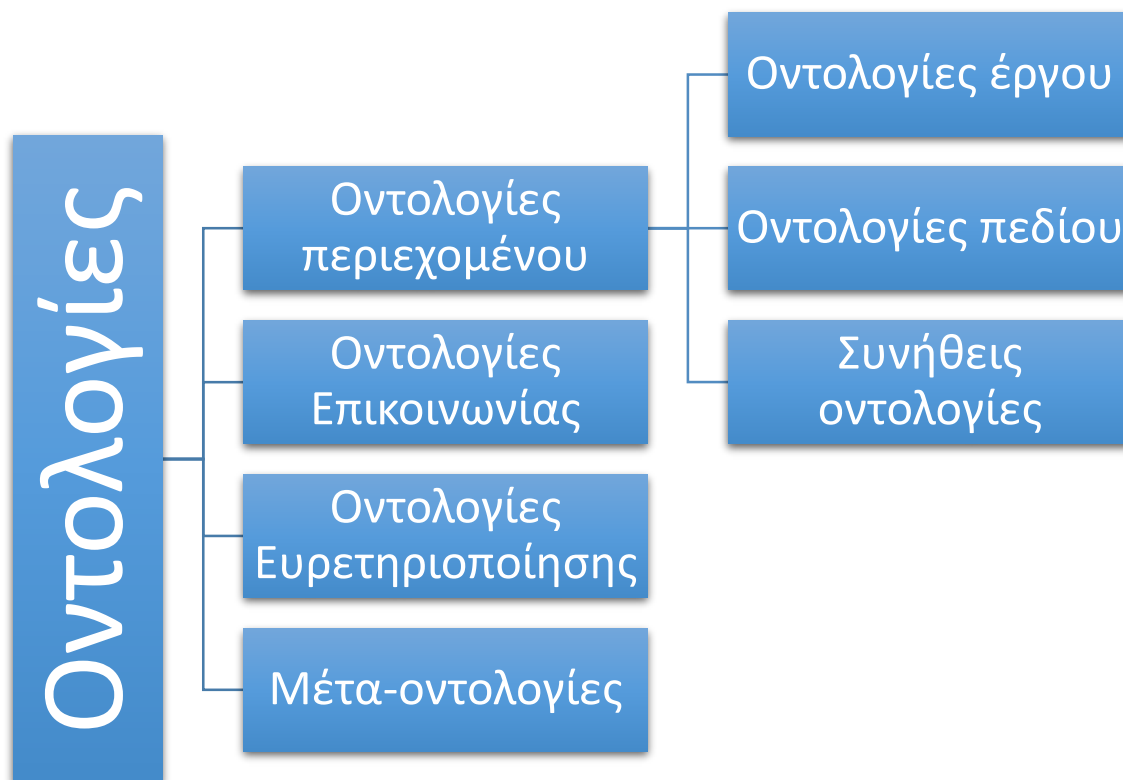
6. Οι κλάσεις μας οντολογίας θα πρέπει να είναι διακριτές. Αυτή η αρχή ονομάζεται αρχή οντολογικού διαχωρισμού (Ontological Distinction Principles).
7. Όσες περισσότερες ιεραρχίες έχουμε τόσο περισσότερες πιθανότητες έχουμε να εξαχθεί πολυπαραγοντικό αποτέλεσμα. Συνεπώς είναι θεμιτό να υπάρχουν διαφοροποιημένες ιεραρχίες.
8. Συναρμολογισιμότητα ή Modularity. Η αρχή αυτή σκοπεύει στην ελαχιστοποίηση της ένωσης ή σύνδεσης μεταξύ των διαφόρων ομάδων της οντολογίας.
9. Μείωση των διαφοροποιήσεων μεταξύ παρεμφερών εννοιών. Έννοιες που βρίσκονται κοντά σημασιολογικά θα πρέπει να ομαδοποιούνται κάτω από κοινά αρχέτυπα.
10. Χρήση κοινής ή κατάλληλης ονοματολογίας. Αυτή η αρχή καθιστά πιο εύκολη τη χρήση της οντολογίας, αλλά και την επέκταση σύνδεση ή της οντολογία με κάποια άλλη.

1.6 Κατηγορίες οντολογιών

Και σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν πολλές διαφορετικές απόψεις για την κατηγοριοποίηση των οντολογιών. Εμείς θα παρουσιάσουμε την άποψη του Mizoguchi (1995), όπως αυτή παρουσιάστηκε στην εργασία της Μπαγλατζιά το 2012. Γενικά οι περισσότερες κατηγοριοποιήσεις μοιάζουν σε κάποια βασικά στοιχεία. Η συγκεκριμένη έχει τέσσερις κατηγορίες:

1. Οι οντολογίες περιεχομένου που έχουν τρεις υποκατηγορίες:
 - Οντολογίες έργου (task)
 - Οι οντολογίες πεδίου (domain ontologies)
 - Γενικές ή συνήθεις οντολογίες

2. Οντολογίες Επικοινωνίας (Communication Ontologies) όπου χρησιμεύουν στην ανταλλαγή γνώσης
3. Οντολογίες Ευρετηριοποίησης (Indexing Ontologies) για την εύρεση, ανάκτηση και μελέτη περιπτώσεων οντολογιών
4. Οι μέτα-οντολογίες όπου θεωρούνται αυτές που μπορούν να δημιουργήσουν ή να αναπαραστήσουν τη γνώση (Meta – ontologies)



Σχήμα 1.2 Οι κατηγορίες οντολογίας κατά τον Mizoguchi (1995)

Ο Uschold το 1996 δημιούργησε μια διαφορετική κατηγοριοποίηση στις οντολογίες, που βασίζεται σε τρία διαφορετικά κριτήρια. Τα κριτήρια είναι η τυπικότητα (formality), ο σκοπός δημιουργίας (purpose) τους και το αντικείμενό της οντολογίας (subject matter). Κάθε κριτήριο ορίζει και διαφορετική κατηγοριοποίηση. Συνοπτικά με βάση το κριτήριο της τυπικότητας υπάρχουν οι εξής κατηγορίες:

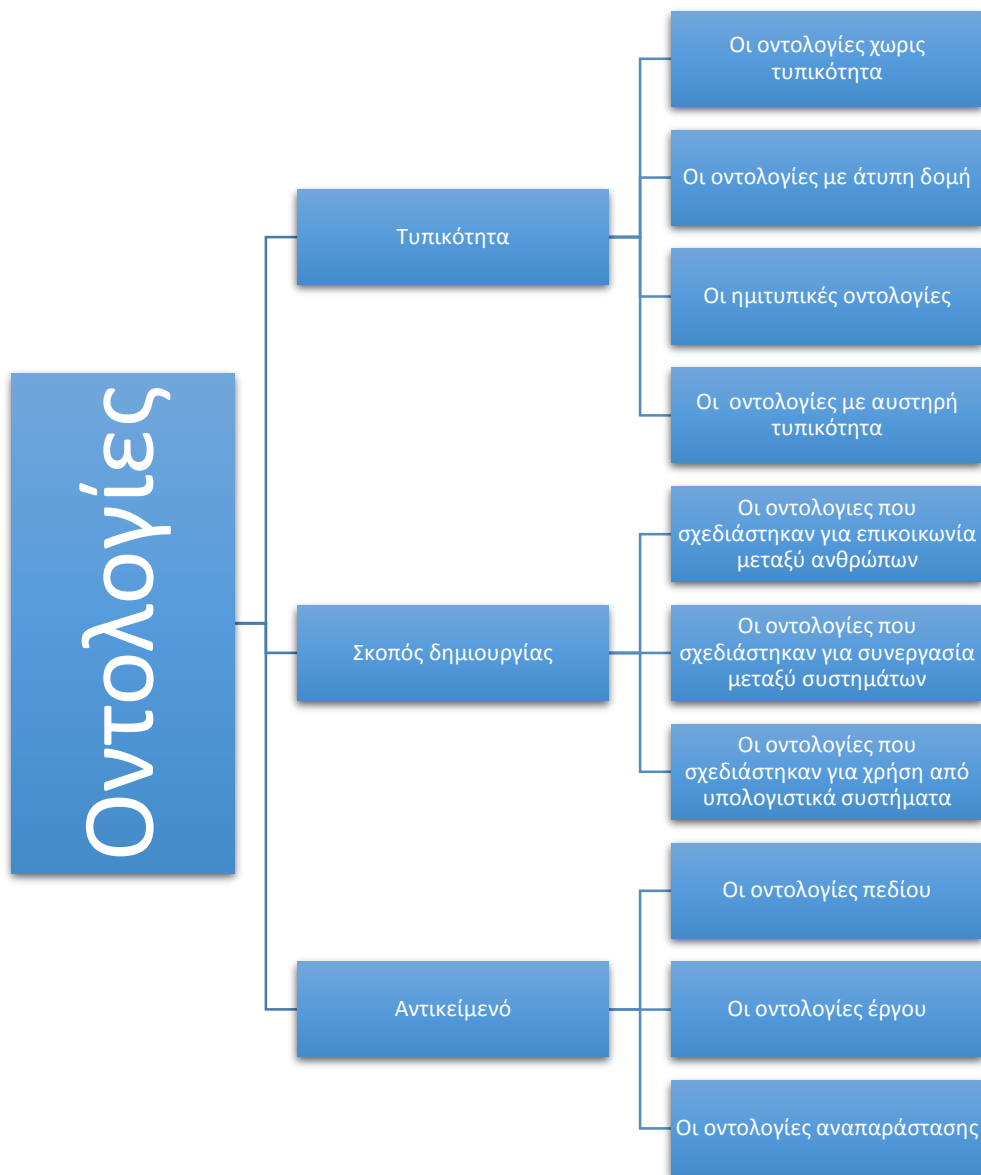
1. Οι οντολογίες χωρίς τυπικότητα όπου οι έννοιες εκφράζονται στη φυσική γλώσσα με ελεύθερο τρόπο. Αγγλική ορολογία: Highly informal
2. Οι οντολογίες με άτυπη δομή όπου οι έννοιες εκφράζονται στη φυσική γλώσσα με δομημένο τρόπο. Αγγλική ορολογία: Structural informal
3. Οι ημιτυπικές οντολογίες όπου οι έννοιες εκφράζονται σε τεχνητή γλώσσα. Αγγλική ορολογία: Semiformal ontologies
4. Οι οντολογίες με αυστηρή τυπικότητα στις οποίες η σημασία των εννοιών εκφράζεται σε τυπική γλώσσα με τυπική σημασιολογία και αποδείξεις. Αγγλική ορολογία: Rigorously formal ontologies

Το δεύτερο κριτήριο είναι ο σκοπός δημιουργίας της οντολογίας. Με βάση λοιπόν αυτό υπάρχουν οι εξής κατηγορίες:

1. Οι οντολογίες που σχεδιάστηκαν για επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων
2. Οι οντολογίες που σχεδιάστηκαν για την επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ συστημάτων
3. Οι οντολογίες που σχεδιάστηκαν για χρήση από υπολογιστικά συστήματα με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση γνώσης, εξαγωγή γνώσης, αξιοπιστία και ειδίκευση

Το τρίτο κριτήριο είναι το αντικείμενο της οντολογίας. Με βάση αυτό υπάρχουν οι εξής τρεις κατηγορίες

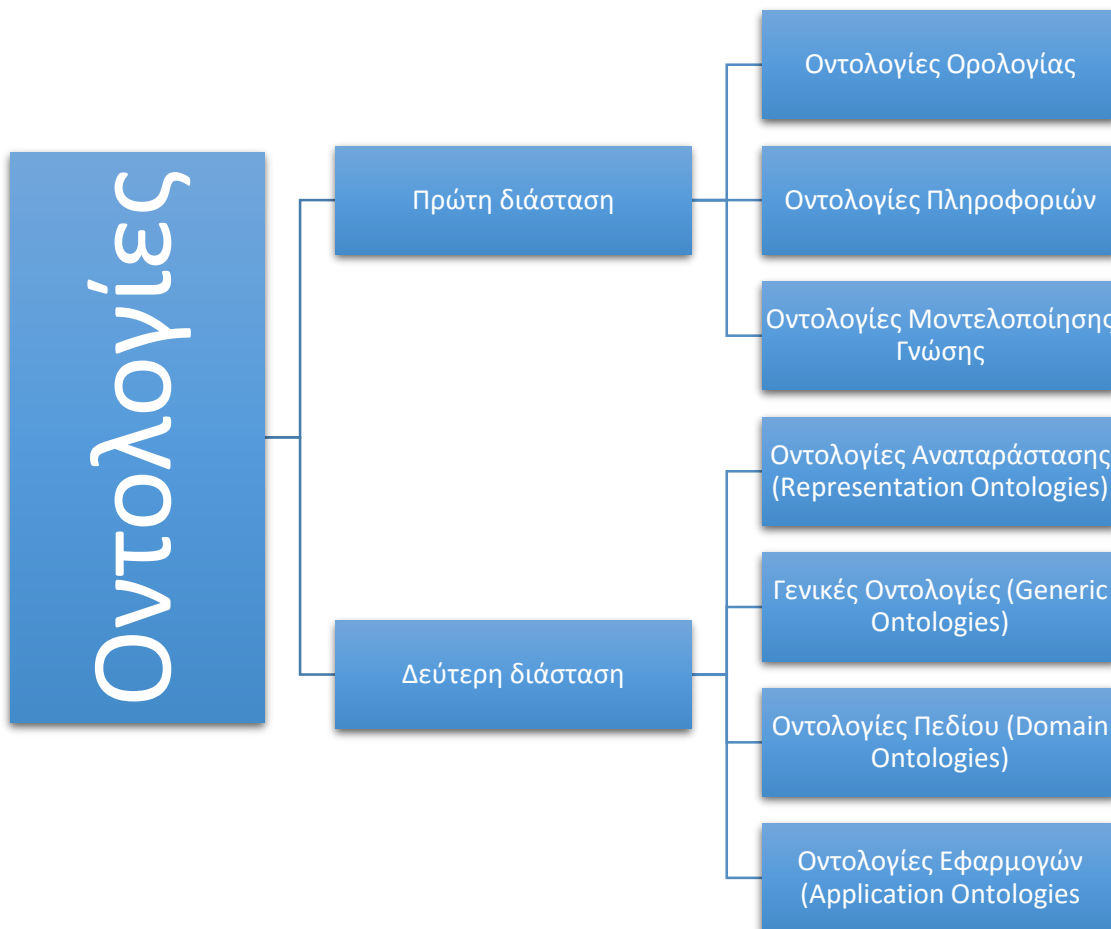
1. Οι οντολογίες πεδίου (Domain ontologies), που αναφέρονται σε συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο
2. Οι οντολογίες έργου (Task), μεθόδου (method) ή επίλυσης προβλημάτων (problem solving ontologies)
3. Οι οντολογίες Αναπαράστασης (Representational ontologies)



Σχήμα 1.3 Η κατηγοριοποίηση των οντολογιών κατά τον Uschold

Οι τελευταίες κατηγοριοποιήσεις που θα παρουσιάσουμε είναι των Van Heijst και Guarino (1998). Κατά την πρώτη κατηγοριοποίηση δημιουργούνται δυο διαστάσεις με τις οποίες θα γίνεται η κατηγοριοποίηση. Η πρώτη διάσταση είναι ποσότητα, το είδος και η δομή του εννοιολογικού συλλογισμού (conceptualization) και η δεύτερη διάσταση αναφέρεται στο αντικείμενο του εννοιολογικού συλλογισμού. Οι διαστάσεις μπορούν να παρασταθούν σε ορθοκανονικό σύστημα διαστάσεων.

Παρακάτω παρατίθεται το σχήμα 1.4 όπου φαίνεται η κατηγοριοποίηση:

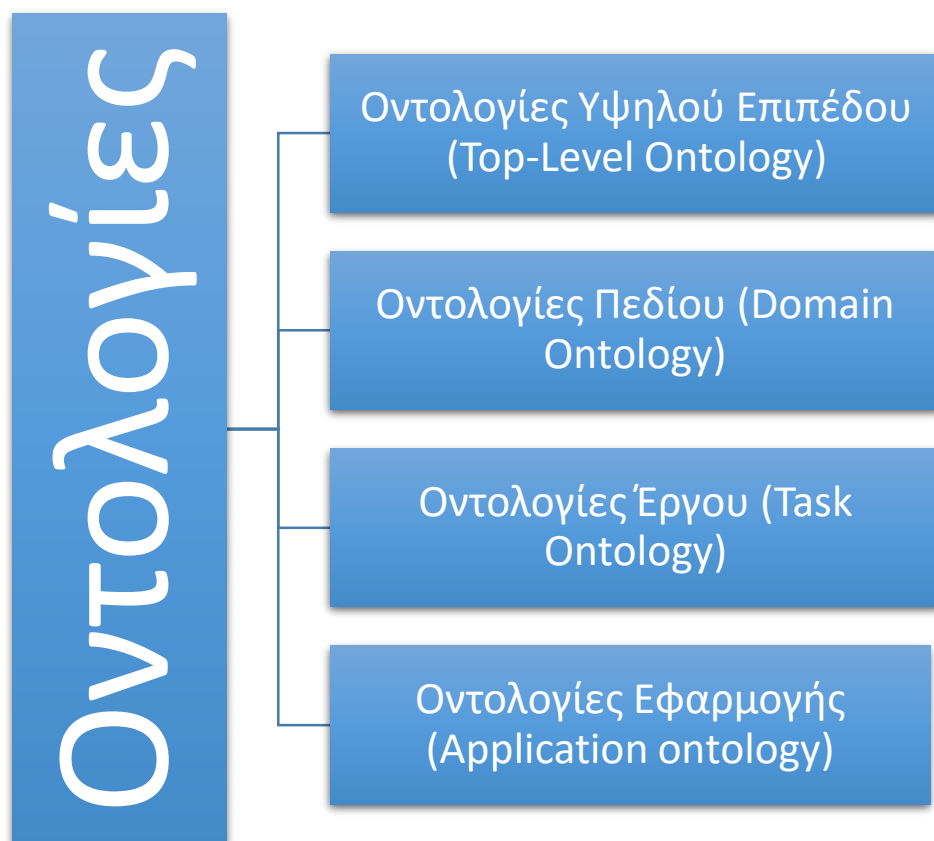


Σχήμα 1.4 Η κατηγοριοποίηση των οντολογιών κατά τον Van Heijst

Τέλος, ο Guarino έκανε μια νέα κατηγοριοποίηση στις οντολογίες με βάση την οπτική με την οποία δημιουργούνται. Περιέχει τέσσερις βασικές κατηγορίες:

1. Οντολογίες Υψηλού Επιπέδου (Top-Level Ontology)
2. Οντολογίες Πεδίου (Domain Ontology)
3. Οντολογίες Έργου (Task Ontology)

4. Οντολογίες Εφαρμογής (Application ontology)



Σχήμα 1.5 η κατηγοριοποίηση των οντολογιών κατά τον Guarino (1998)

Η τελευταία κατηγοριοποίηση που θα αναφέρουμε είναι των Lassila και McGuinness (2001) που έκαναν κατηγοριοποίηση με β'λαση την εσωτερική δομή της οντολογίας, και με βάση τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζεται ώστε να μπορεί να είναι λειτουργική. Κατά αυτούς υπάρχουν οι παρακάτω οντολογίες:

- Ελεγχόμενα Λεξιλόγια (Controlled Vocabularies)
- Γλωσσάρια (Glossaries)
- Θησαυροί (Thesauri)
- Άτυπες Ιεραρχίες is-a (Informal is-a hierarchies)
- Τυπικές Ιεραρχίες is-a (Formal is-a hierarchies)

- Πλαίσια (Frames)
- Περιορισμοί Τιμών (Value restriction)
- Γενικοί Λογικοί Περιορισμοί (General Logical Constraints)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Εισαγωγή

2.1 Οντολογίες γενικών και ειδικών εννοιών

2.2 Η Οντολογία Υψηλού Επιπέδου του Sowa

2.3 Η οντολογία Cyc Upper

2.4 The Suggested Upper Merged Ontology

2.5 Η οντολογία WordNet

2.6 The Generalized Upper Model

2.7 Η οντολογία Mikrokosmos

2.8 SENSUS Ontology

2.9 Η οντολογία BFO

2.10 Η οντολογία DOLCE

2.11 Η οντολογία GFO

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Εισαγωγή

Οι οντολογίες Υψηλού Επιπέδου (Top Level Ontologies) είναι αυτές που ασχολούνται με πολύ γενικές και αόριστες έννοιες όπως ο χρόνος, η ενέργεια, οι σχέσεις μεταξύ υποκειμένων κτλ. Οι οντολογίες αυτές δεν υπάγονται σε κάποιο σαφώς προσδιορισμένο επιστημονικό πεδίο, όπως κάποια επιστήμη (γεωγραφία, γεωλογία, οικονομική επιστήμη) αλλά αναφέρονται σε έννοιες που χρειάζεται να προσδιοριστούν από μια γενική θεωρητική βάση. Σκοπός αυτών των οντολογιών (που προσεγγίζουν σε μεγάλο βαθμό τη φιλοσοφική σκέψη) είναι να δημιουργήσουν μια κοινή βάση για όλες τις επιστήμες ή χρήσεις μιας έννοιας ώστε να μπορεί να υπάρχει κοινή θεωρητική ή πρακτική επεξεργασία της έννοιας αυτής. Πιο αναλυτικά, σκοπός είναι η δημιουργία μιας πιο ειδικής θεώρησης της έννοιας από τη σφαίρα του γενικού.

Με αυτό τον τρόπο μπορεί και έννοια να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικές επιστήμες διασφαλίζοντας τη διαλειτουργικότητα της έννοιας. Δίνεται η δυνατότητα χρήσης από διαφορετικούς τομείς, και η δυνατότητα παραγωγής συνδυασμών. Η δημιουργία μιας ειδικότερης έννοιας για μια αόριστη έννοια στην πραγματικότητα είναι η δημιουργία μιας κοινής γλώσσας, με τρόπο που μπορεί η έννοια πλέον να είναι επεξεργάσιμη μεταξύ ανθρώπων και συστημάτων.

Όταν λέμε ότι μια έννοια υψηλού επιπέδου θα πρέπει να είναι επεξεργάσιμη από όλους τους ανθρώπους και τα συστήματα, θα πρέπει να ισχύουν οι παρακάτω προϋποθέσεις:

Θα πρέπει να είναι ανεξάρτητη γλώσσας, δηλαδή να προσδιορίζεται από παγκόσμιες καθολικές έννοιες. Να μην επηρεάζεται από την περιοχή που θα χρησιμοποιηθεί (π.χ. ΗΠΑ ή Ιαπωνία).

Να μην επηρεάζεται από τις συνθήκες και τον δημιουργό που την δημιούργησαν. Δηλαδή, θα πρέπει να είναι ανεξάρτητη της γλώσσας, της περιοχής, της ηλικίας του δημιουργού και των λοιπών εξαρτημένων παραγόντων. Συνεπώς, δεν επηρεάζεται και από την περιοχή στην οποία χρησιμοποιείται ή τον χρόνο στον οποίο χρησιμοποιείται.

Τέλος, θα πρέπει να είναι ανεξάρτητη και να μην επηρεάζεται από τους σκοπούς για τους οποίους χρησιμοποιείται.

Το κυριότερο χαρακτηριστικό ώστε να πληρούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις είναι η σαφήνεια κατά τη δημιουργία της οντολογία υψηλού επιπέδου. Θα πρέπει να διαθέτει πλήρη περιγραφή και τεκμηρίωση των εννοιών και της σημασιολογίας τους ώστε να γίνεται κατανοητή από τους σχεδιαστές ειδικότερων οντολογιών και να είναι εφικτή έτσι η σωστή ενσωμάτωση αυτών στην πρώτη.

Το βασικό ζήτημα κατά τη δημιουργία μιας τέτοιας οντολογίας είναι ο διαχωρισμός των κλάσεων και υποκλάσεων. Σε τόσο αόριστες έννοιες, ο δημιουργός της οντολογίας καλείται να χωρίσει ή να κατηγοριοποιήσει σημαντικά στοιχεία του κόσμου σε σύνολα και υποσύνολα.

Αυτό βέβαια φαίνεται αρκετά ουτοπικό ως εγχείρημα. Στην ιστορία της φιλοσοφίας, και σε μεγάλο βαθμό στην φιλοσοφική οντολογία, πολλοί προσπάθησαν να δημιουργήσουν μια γενικώς αποδεκτή κατηγοριοποίηση του κόσμου. Μια από τις σημαντικότερες προσπάθειες έκανε ο Bernard Russell. Άλλοι σύγχρονοι σημαντικοί που έκαναν αντίστοιχες προσπάθειες ήταν ο Ludwig Widgestein, παλαιότερα ο Kant και αναφοράς αξίζει και η προσπάθεια του Whitehead. Έστω και αν ήταν σε καθαρά φιλοσοφικό επίπεδο η προσπάθεια του Russell είναι αυτή που προσεγγίζει περισσότερο την έννοια της οντολογία υψηλού επιπέδου. Προσπάθησε να φτιάξει μια κοινώς αποδεκτή μαθηματική γλώσσα στην οποία θα υπάγονται όλες οι έννοιες και οι σχέσεις μεταξύ αντικειμένων και υποκειμένων.

Στην αρχαία ελληνική φιλοσοφία σημαντικές προσπάθειες κατηγοριοποίησης του κόσμου έγιναν από τον Αριστοτέλη. Στο έργο του «Κατηγορίαι - Περί Ερμηνείας»

ταξινομεί τον κόσμο σε δέκα κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι: ουσία, ποιόν, ποσόν, προς τι, ποιείν, πάσχειν, έχειν, κείσθαι, πού και πότε.

Η κατηγοριοποίηση αυτή ωστόσο δεν μπορούσε ποτέ να είναι αντικειμενική, καθώς υπάρχει διαφορετική αντίληψη του διαχωρισμού και νοηματοδότησης των στοιχείων του κόσμου. Έτσι η θεωρίες αυτές κατέληξαν να προσκρούουν στην αρχική υπόθεση, δηλαδή ότι θα πρέπει να υπάρχει αντικειμενική νοηματοδότηση των εννοιών. Συνεπώς, οι οντολογίες θα πρέπει να προσδιορίζονται με βάση την θεωρία στην οποία στηρίζεται ο σχεδιαστής της οντολογίας, και από τον τρόπο γίνεται ο διαχωρισμός του κόσμου. Έτσι, αυτή τη στιγμή υπάρχουν πολλές διαφορετικές Οντολογίες Υψηλού Επιπέδου ανάλογα με τη θεωρία στην οποία βασίζονται. Το ιδανικό θα ήταν η δημιουργία μιας και μοναδικής παγκόσμιας Οντολογίας Υψηλού Επιπέδου πράγμα που για τους περισσότερους ειδικούς του κλάδου θεωρείται ουτοπικό.

Πολλοί θεωρούν ότι οι οντολογίες υψηλού επιπέδου έχουν ήδη προσκρούσει σε δομικά προβλήματα, και έχουν το αντίστροφο από το επιθυμητό αποτέλεσμα. Επειδή υπάρχουν άπειρες οντολογίες, είναι πλέον αδύνατον να δημιουργηθεί κοινή γλώσσα, και η οντολογία επηρεάζεται από την οπτική του δημιουργού της.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι οντολογίες υψηλού επιπέδου αυτή τη στιγμή δέχονται μεγάλη κριτική όσον αφορά τη χρησιμότητά τους, αφού στην πραγματικότητα έχουν πρόβλημα στα σημεία για τα οποία αρχικά δημιουργήθηκαν. Φανταστείτε πόσο δύσκολο θα είναι να συνδυαστούν δύο οντολογίες πεδίου, δηλαδή συγκεκριμένου επιστημονικού αντικειμένου, αν έχουν θέσει τις βάσεις τους σε διαφορετικές οντολογίες υψηλού επιπέδου. Αν για παράδειγμα έχει προσδιοριστεί διαφορετικά η έννοια του χρόνου.

Από την άλλη πλευρά οι υποστηρικτές των οντολογιών υψηλού επιπέδου θεωρούν ότι το τεράστιο πλήθος οντολογιών πεδίου που έχουν δημιουργηθεί θα μπορούσε να οργανωθεί μόνο μέσω της δημιουργίας οντολογιών υψηλού επιπέδου. Έτσι θα μπορούσαν να δημιουργηθούν κατηγορίες οντολογιών με βάση το ποιες οντολογίες υψηλού επιπέδου χρησιμοποίησαν για τον προσδιορισμό των βασικών εννοιών τους.

Οι κατηγορίες αυτές θα μπορούσαν να παράγουν συνδυαστικά αποτελέσματα, καθώς οι γενικές έννοιες θα λειτουργούν όντως διαλειτουργικά.

2.1 Οντολογίες γενικών και ειδικών εννοιών

Οι δημιουργοί των οντολογιών, δηλαδή ο Guarino και οι συνεργάτες του, θεώρησαν ότι για να δημιουργηθούν οντολογίες υψηλού επιπέδου θα έπρεπε να υπάρξει σημαντικός διαχωρισμός. Αυτός ο διαχωρισμός ορίζει ότι υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες:

- Οι οντολογίες γενικών εννοιών (ontology of universals)
- Οι οντολογίες ειδικών εννοιών (ontology of particulars)

Ως γενικές έννοιες (universal) ονομάζουμε τις γενικές έννοιες που είναι καθολικώς προσδιορισμένες όπως η έννοια σπίτι, χώρα, άνθρωπος κτλ. Με τον όρο ειδικές έννοιες (particulars) θα περιγράφονται συγκεκριμένες ικανοποιήσεις των εννοιών αυτών. Δηλαδή για την έννοια σπίτι ένα συγκεκριμένο τριώροφο σπίτι, για την έννοια άνθρωπος ο Χρήστος Νικολόπουλος, για την έννοια χώρα η Σουηδία κτλ.

Η κάθε μια από τις δύο αυτές υποοντολογίες βασίζονται σε συγκεκριμένες φιλοσοφικές αρχές. Για την πρώτη υποκατηγορία οι αρχές αυτές είναι:

- Αυστηρότητα (rigidity)
- Ταυτότητα (identity)
- Εξάρτηση (dependency)

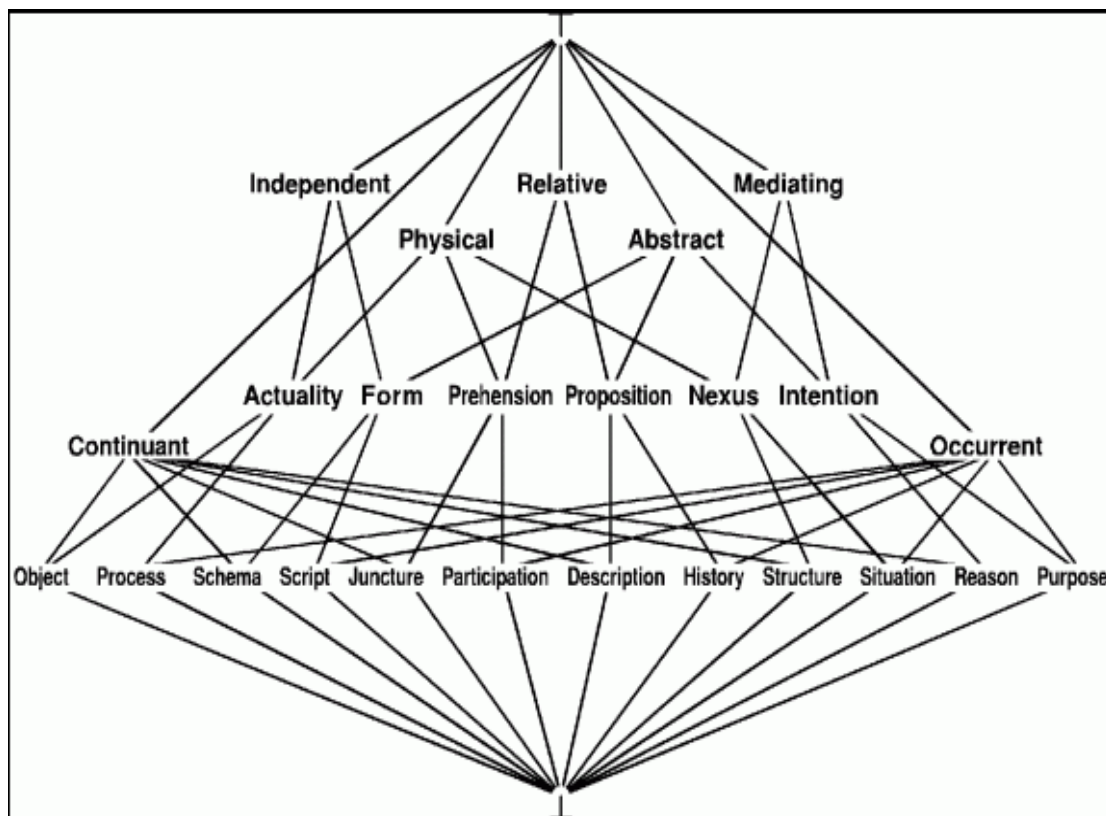
Για την δεύτερη υποκατηγορία, την οντολογία των ειδικών εννοιών βασίζεται στις παρακάτω βασικές τρεις αρχές, με τις οποίες μπορούμε να κάνουμε με επαγωγικό τρόπο μετάβαση από το γενικό στο ειδικό ή συγκεκριμένο:

- Θεωρητικό (abstract)
- Συγκεκριμένο (concrete)
- Σχέση (relation)

2.2 Η Οντολογία Υψηλού Επιπέδου του Sowa

Όπως πιο φιλόσοφοι έκανα κάποιες προσπάθειες προσδιορισμού των στοιχείων του κόσμου, έτσι και οι σύγχρονοι που ασχολούνται με οντολογίες υψηλού επιπέδου κάνουν προσπάθειες ένταξης των βασικών εννοιών σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Μια από τις σημαντικές οντολογίες υψηλού επιπέδου είναι η οντολογία του Sowa. Η Οντολογία Υψηλού Επιπέδου του Sowa, αποτελείται από 27 έννοιες προερχόμενες από τα επιστημονικά πεδία της λογικής, της φιλοσοφίας, της γλωσσολογίας και της τεχνητής νοημοσύνης.

Στο υψηλότερο σημείο της οντολογίας βρίσκεται η έννοια T η οποία και περιλαμβάνει όλες τις υπόλοιπες έννοιες. Στη βάση βρίσκεται η κενή έννοια η οποία δεν περιέχει κανένα στοιχείο.



Σχήμα 2.1 Η οντολογία υψηλού επιπέδου του John Sowa

Πολλές φορές στην ιστορία της φιλοσοφίας μπορούμε να συναντήσουμε αντίστοιχες τμήσεις του κόσμου, ή εξαγωγή όλων των εννοιών από μία κεντρική έννοια. Ο καθορισμός των υποκατηγοριών στον John Sowa γίνεται με βάση φιλοσοφικές αρχές που προσομοιάζουν των αρχών της δύναμης και της μορφής και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: α) Φυσικό ή Αφηρημένο (Physical or Abstract), β) Ανεξάρτητο, Σχετικό ή Διαμεσολαβεί (Independent, Relative or Mediating) και γ) Συνεχές ή Παροδικό (Continuant or Occurrent).

Όπου ως φυσικό θεωρούμε οτιδήποτε έχει μια υπόσταση ή κάποια ενέργεια, ενώ ως αφηρημένο ορίζουμε οτιδήποτε δεν μπορούμε να το κατηγοριοποιήσουμε στο φυσικό και έχει τη μορφή της γνώσης ή της πληροφορίας.

Κατά το δεύτερο στάδιο προσδιορισμού θα χρησιμοποιήσουμε τρεις έννοιες. Ως ανεξάρτητες θεωρούνται οι αυθύπαρκτες οντότητες που μπορεί να έχουν τη μορφή

αντικειμένου ή προσώπου ή κάποια κατάσταση. Ως σχετικές ή relative ονομάζονται οι σχέσεις ή η δυναμική κατάσταση μεταξύ δύο οντοτήτων. Τέλος ως Mediating περιγράφεται το μεταβατικό στάδιο μεταξύ δυο οντοτήτων, ή η κατάσταση μετατροπής μιας οντότητας σε μια άλλη.

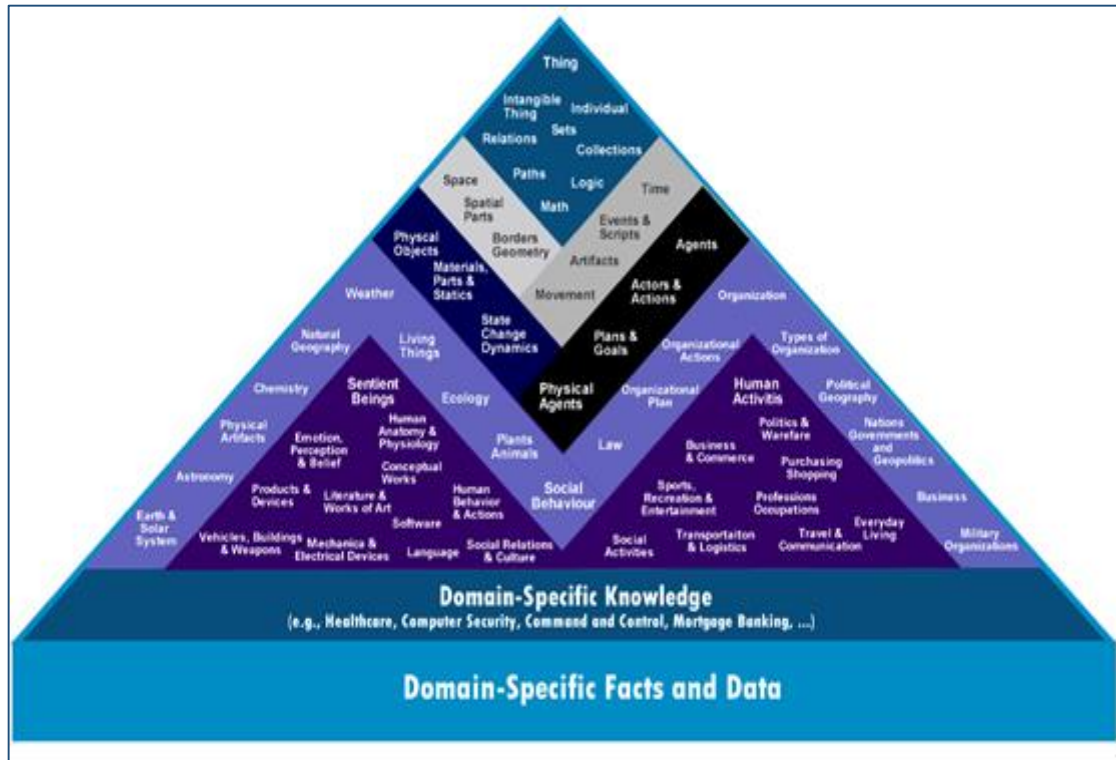
Στο τρίτο στάδιο προσδιορισμού ως συνεχείς (continuant) περιγράφονται οι οντότητες που διατηρούν ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ή πολλά χαρακτηριστικά για ένα ικανοποιητικό χρονικό διάστημα. Κατά τον προσδιορισμό του συνεχούς χαρακτηριστικού μιας οντότητας βέβαια θα πρέπει να προσδιορίσουμε το χρονικό διάστημα και τον αριθμό και το είδος των χαρακτηριστικών. Ως παροδικές (occurent) περιγράφονται οι οντότητες που μεταβάλλονται, δηλαδή που διατηρούν χαρακτηριστικά για μικρό χρονικό διάστημα. Η συγκεκριμένη οντολογία χαρακτηρίζεται ως δικτυωτή οντολογία.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά όταν συνδυαστούν μας δίνουν τις υποκατηγορίες της βασικής οντότητας T. Για παράδειγμα όπως βλέπουμε και στο σχήμα 2.1 αν συνδυαστούν τα χαρακτηριστικά relative και abstract προκύπτει η υποκατηγορία proposition.

2.3 Η οντολογία Cys Upper

Η συγκεκριμένη οντολογία θεωρείται η πιο ολοκληρωμένη μορφή οντολογίας υψηλού επιπέδου. Αυτή η θεώρηση οφείλεται στη λεπτομερή περιγραφή των εννοιών και των υποκατηγοριών της κάθε έννοιας. Αποτελείται από αξιώματα και ακριβείς ορισμούς για κάθε χρησιμοποιούμενη έννοια. Η οντολογία αυτή έχει δημιουργηθεί από την εταιρία Cys Corp και έχει τη μεγαλύτερη βάση δεδομένων αυτή τη στιγμή, όσον αφορά τη καταγραφή γνώσης. Χρησιμοποιείται ελεύθερα μόνο με την παροχή της άδειας Apache Licence. Πιο συγκεκριμένα η βάση δεδομένων της Cys που σχετίζεται με την οντολογία υψηλού επιπέδου περιλαμβάνει:

- 500000 έννοιες
- 15000 είδη συσχετίσεων
- 5000000 ισχυρισμούς (assertions) που συνδέονται με τις έννοιες



Σχήμα 2.2 Αναπαράσταση της οντολογίας της Cyc Corp

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η οντολογία αυτή περιέχει σαράντα τρεις βασικές κατηγορίες, που αποτελούνται από τρεις χιλιάδες όρους. Ο κάθε όρος περιέχει συγκεκριμένες έννοιες. Κάθε όρος μπορεί να αποτελείται από μια εσωτερική μικρότερη οντολογία πεδίου που συνδέεται με τη γενικότερη οντολογία υψηλού επιπέδου. Στην κορυφή της ταξινόμησης βρίσκεται η κατηγορία Thing και αμέσως από κάτω οι βασικές υποκατηγορίες στις οποίες βασίζονται όλες οι υπόλοιπες μικρότερες εννοιες. Ο διαχωρισμός των οντοτήτων σε αυτή την οντολογία είναι εντελώς διαφορετικός από αυτόν του Sowa.

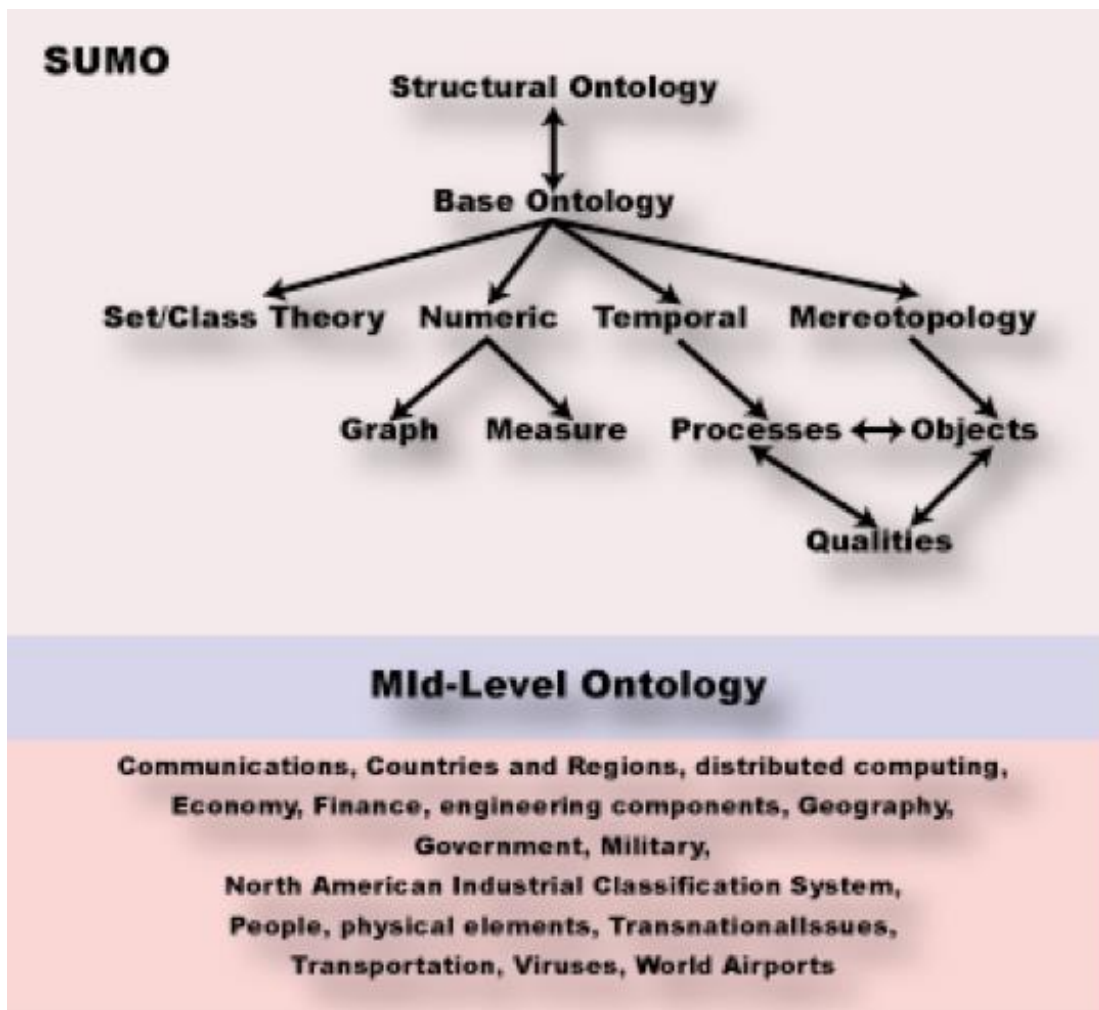
Για τον ορισμό των υπολοίπων κατηγοριών ακολουθήθηκαν δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο χωρίστηκαν οι οντότητες σε απτές (tangible) και μη απτές (intangible), σε στατικά αντικείμενα (static things) και διαδικασίες ή δυναμικές καταστάσεις (dynamic processes), σε συλλογές (collections) και ξεχωριστές οντότητες (individuals) κτλ. Στο δεύτερο στάδιο έγινε η εκλογή (refinement) των εννοιών με την προσθήκη νέας γνώσης.

2.4 The Suggested Upper Merged Ontology

Η συγκεκριμένη οντολογία υψηλού επιπέδου είναι μια από τις μεγαλύτερες αυτή τη στιγμή. Παρήχθη από το Standard Ontology Working Group που αποτελεί ομάδα της της IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers). Η συγκεκριμένη εργασία αναπτύχθηκε για να υπάρξει διαλειτουργικότητα μεταξύ των οντολογιών πεδίου, δυνατότητα ανάκτησης και επεξεργασίας πληροφοριών και αυτόματη επεξεργασία της φυσικής γλώσσας και ένταξής της σε ένα πεδίο οντολογίας

Συνολικά αποτελείται από τέσσερις χιλιάδες αξιώματα και χίλιες έννοιες. Ο αριθμός των εννοιών και των κατηγοριών, αλλά είναι χαρακτηριστικός μόνο της λεπτομέρειας που μπορεί να περιέχει μια οντολογία, αλλά όχι της συνολικής αξίας κατηγοριοποίησης. Αν προσθέσουμε όλα τα δεδομένα που περιέχονται και στις οντολογίες πεδίου που υπάγονται στην οντολογία υψηλού επιπέδου τότε μιλάμε για 20000 αξιώματα και 60000 έννοιες αντίστοιχα. Όπως όλες οι οντολογίες υψηλού επιπέδου και αυτή χωρίζεται σε σημαντικές υποκατηγορίες, που προσδιορίζονται από το αν είναι αφηρημένες ή όχι, αν αποτελούν δομικές έννοιες, αν είναι διαδικασίες ή στατικές μορφές κτλ.

Για τη δημιουργία αυτής της οντολογίας χρησιμοποιήθηκαν και οι δύο προηγούμενες οντολογίες, καθώς και πολλές μικρότερες οντολογίες πεδίου, που μπορούσαν να ενταχθούν στο πλαίσιο της μεγαλύτερης αυτής οντολογίας πεδίου. Σκοπός της είναι να αποτελέσει την πιο απλή και αξιόπιστη οντολογία υψηλού επιπέδου.



Σχήμα 2.3 Η οντολογία SUMO και με ποιο τρόπο μια οντολογία πεδίου αλληλεπιδρά με την οντολογία υψηλού επιπέδου

2.5 Η οντολογία WordNet

Το συγκεκριμένο εγχείρημα αρχικά ερχόταν σε αντίθεση με τις βασικές αρχές της δημιουργίας μιας οντολογία υψηλού επιπέδου, καθώς αναφερόταν αυστηρά μόνο στην αγγλική γλώσσα. Το WordNet άρχισε ως μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης των λέξεων της αγγλικής γλώσσας ώστε να είναι εφικτή η αυτόματη γλωσσική επεξεργασία. Κατά τη μέθοδο του WordNet έγινε καταγραφή των εννοιών της αγγλικής και κατηγοριοποίηση τους με βάση αν είναι συνώνυμες, αντώνυμες,

υπερώνυμες κτλ. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκαν συγκεκριμένες κλάσεις λέξεων. Δημιουργήθηκε από το Cognitive Science Laboratory του Princeton University και βασίζεται σε ψυχολinguιστικές θεωρίες.

Ως επέκταση του WordNet αναπτύχθηκε το EuroWordNet, το οποίο έχει παρόμοια δομή αλλά αφορά όλες τις Ευρωπαϊκές γλώσσες. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να το εντάξουμε στις οντολογίες υψηλού επιπέδου. Σκοπός του EuroWordNet είναι η δημιουργία ενός πλαισίου οντολογιών μεταξύ όλων των ευρωπαϊκών γλωσσών, εγχείρημα που κατέληξε στην δημιουργία οντολογίας εξήντα τριών βασικών κατηγοριών.

2.6 The Generalized Upper Model

Το Generalized Upper Model είναι Οντολογία Υψηλού Επιπέδου με γλωσσολογικό προσανατολισμό που αναλύει τη σημασιολογία των εκφράσεων της φυσικής γλώσσας. Ουσιαστικά, περιγράφει πώς η γραμματική και η σημασιολογία μιας φυσικής γλώσσας κατηγοριοποιούν την πραγματικότητα . Στο βαθμό που είναι εφικτό επιδιώκεται να είναι όσο πιο πολύγλωσση γίνεται. Η οντολογία αυτή προέρχεται από την οντολογία Penmann Upper Model και αυτή τη στιγμή αναπτύσσεται και συντηρείται από το Bremen Ontology Research Group. Παρέχεται σε πολλές μορφές στις οποίες από το Σεπτέμβριο του 2007 έχει προστεθεί μια εκδοχή της γραμμένη σε OWL-DL και σε CASL.

Αυτή η οντολογία είναι κατάλληλη για γλωσσικές εφαρμογές που εμπλέκουν την έννοια του χώρου όπως για παράδειγμα ρομποτικές εφαρμογές σε περίπλοκα περιβάλλοντα. Η ταξινόμηση της οντολογίας περιέχει δυο βασικές ιεραρχίες.

Την ιεραρχία των εννοιών και την ιεραρχία των συσχετίσεων. Η ιεραρχία των εννοιών περιέχει οντότητες όπως θέση, δραστηριότητα, στατικότητα, δυναμικότητα κτλ. Στην κορυφή της βρίσκεται η έννοια GUM-Thing, και ακολουθούν οι έννοιες Διαμόρφωση (Configuration), Στοιχείο (Element), Πολυδιάταξη (Multi Configuration) κτλ.

2.7 Η οντολογία *Mikrokosmos*

Η οντολογία *Mikrokosmos*, αποτελεί τμήμα ενός ευρύτερου προγράμματος που στόχευε στη δημιουργία ενός διαγλωσσικού συστήματος για μετάφραση βάσεων γνώσης που πραγματοποιήθηκε από το Computing Research Laboratory του New Mexico University. Είναι μια οντολογία ανεξάρτητη γλώσσας (language-independant) που δε βασίζεται σε κάποια οντολογική θεωρία αλλά προέκυψε από την προσπάθεια επίλυσης πιο πρακτικών ζητημάτων. Στο ανώτατο επίπεδο της οντολογίας βρίσκονται οι έννοιες γεγονός (event), αντικείμενο (object) και ιδιότητα (property).

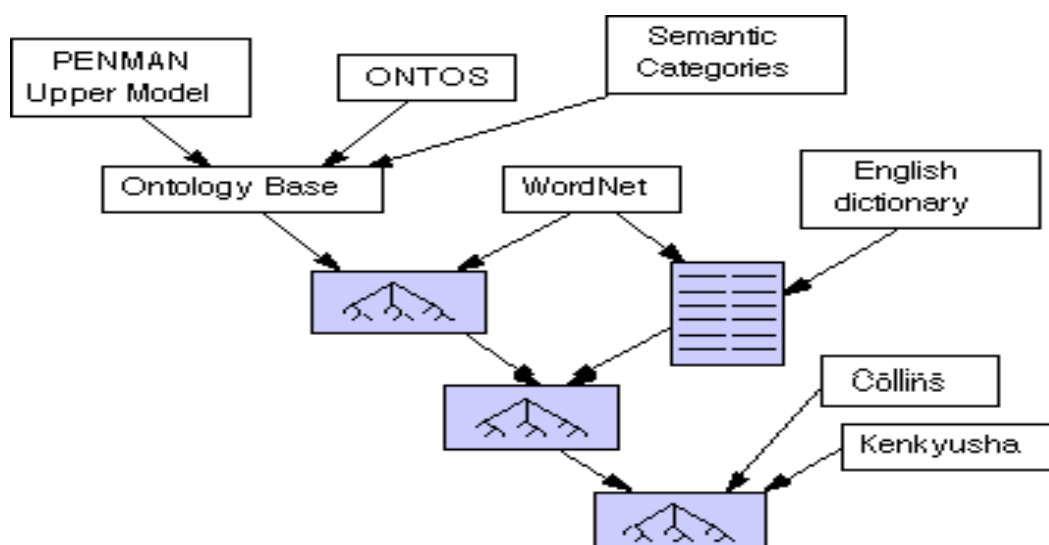
Οι έννοιες αυτές καθώς και όλες οι υπόλοιπες έννοιες της οντολογίας συνδέονται κυρίως μέσω σχέσεων υπαγωγής. Ωστόσο υπάρχει πλήθος άλλων σχέσεων που συνδέει τις έννοιες όπως part-of, manufactured-by.

Για τη δημιουργία της οντολογίας έγιναν οι παρακάτω δέκα βασικές παραδοχές: (1) ευρεία κάλυψη (broad coverage), (2) πλούτος ιδιοτήτων και διασυνδέσεων (rich properties and inter-connections), (3) ευκολία κατανόησης, αναζήτησης και πλοήγησης (ease of understanding, searching and browsing), (4) προσανατολισμός σε επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP oriented), (5) οικονομία/κόστος αποδοτικότητα/ευπείθεια (economy/cost effectiveness/tractability), (6) ανεξαρτησία γλώσσας (language independence), (7) ανυπαρξία μη διασυνδεδεμένων εννοιών (no unconnected terms), (8) ταξινομική οργάνωση και κληρονομικότητα (taxonomic organization and Inheritance), (9) μεσαίου επιπέδου (intermediate-level grain size), (10) ίδια βαρύτητα σε όλες τις ιδιότητες (equal status for all properties). Αρχικά η οντολογία ήταν γραμμένη σε γλώσσα βασισμένη σε πλαίσια (frame based language), πράγμα που την καθιστούσε δύσχρηστη κυρίως ως προς τη σύνδεσή της με άλλες οντολογίες και βάσεις γνώσης.

2.8 SENSUS Ontology

Η οντολογία SENSUS είναι μια γλωσσολογική οντολογία (linguistic ontology) που σχεδιάστηκε από το Natural Language Group στο UCS/ISI (University of South California/Information Sciences Institute). Προέκυψε από την ανάγκη βαθιάς σημασιολογικής κατανόησης των κειμένων για τη μηχανική μετάφρασή τους (machine translating), τη σύνοψη και την εξαγωγή/ανάκτηση πληροφορίας (information retrieval) από αυτά. Η οντολογία αυτή αποτελεί προέκταση του WordNet έχοντας στοιχεία και από το Penman Upper Model.

Η ιεραρχία της ταξινόμησης μπορεί να διαχωριστεί σε τρία επιμέρους επίπεδα. Το ανώτερο τμήμα της οντολογία (Ontology Base) αποτελείται από 400 στοιχεία που περιγράφουν τις απαραίτητες γενικεύσεις που πραγματοποιούνται κατά τη διαδικασία της μετάφρασης. Το ενδιάμεσο τμήμα λειτουργεί ως ένα μοντέλο του κόσμου περιλαμβάνοντας στοιχεία που περιγράφουν πολλές σημασίες λέξεων. Το κατώτερο επίπεδο περιλαμβάνει έννοιες που λειτουργούν ως αγκιστρώσεις για τη διασύνδεση με άλλες φυσικές γλώσσες.

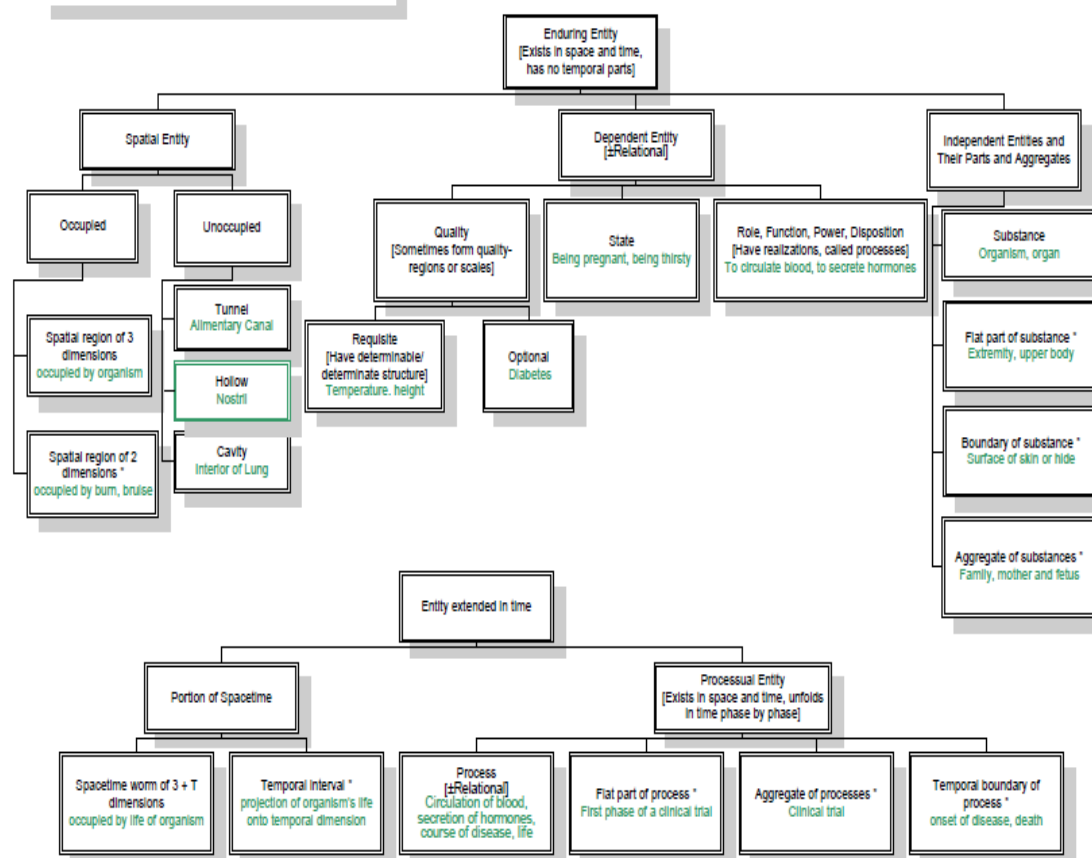


Σχήμα 2.4 Η μορφή μιας τυπικής οντολογίας SENSUS

2.9 Η οντολογία BFO

Η Οντολογία Υψηλού Επιπέδου BFO έχει δημιουργηθεί από τους Barry Smith και Pierre Grenon και έχει φιλοσοφικό προσανατολισμό παρόμοιο με αυτό των DOLCE και SUMO. Η οντολογία αυτή αποτελείται από δύο συμπληρωματικές οντολογίες τη SNAP οντολογία και τη SPAN οντολογία. Η πρώτη αναφέρεται σε συνεχείς οντότητες όπως τα τρισδιάστατα αντικείμενα περιλαμβάνοντας όλες τις οντότητες που υπάρχουν μια δεδομένη χρονική στιγμή ενώ η δεύτερη αναφέρεται σε διαδικασίες και στο πώς αυτές μεταβάλλονται στο χρόνο περιλαμβάνοντας όλες τις διαδικασίες που εκτυλίσσονται σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Στην οντολογία αυτή απεικονίζεται τόσο η τρισδιάστατη όσο και η τετραδιάστατη πραγματικότητα.

MedO Draft 0.0004



Σχήμα 2.5 Μια οντολογία BFO σχετιζόμενη με το χώρο της υγείας

2.10 Η οντολογία DOLCE

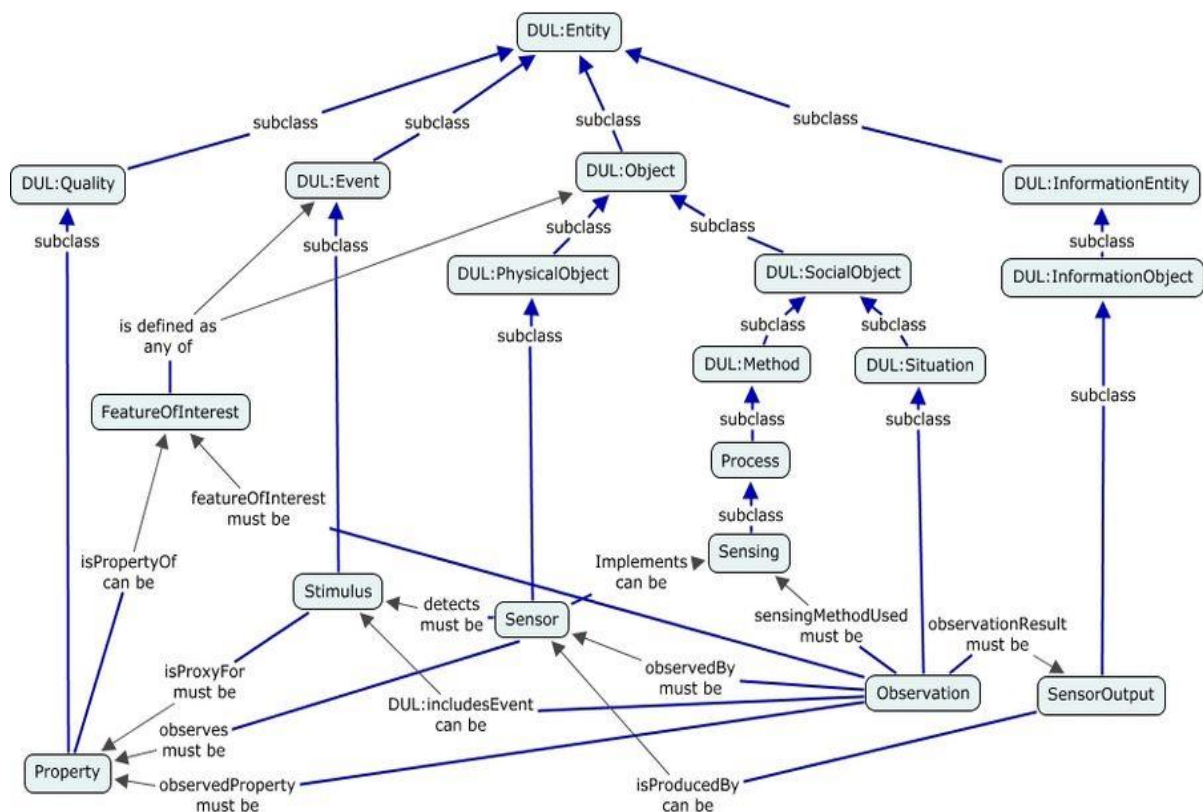
Η οντολογία DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering) είναι ένα μέρος της βιβλιοθήκης οντολογιών (WonderWeb Foundation Ontologies Library (WFOL)). Η συγκεκριμένη οντολογία έχει γνωσιακό προσανατολισμό (cognitive bias) που θα μπορούσαμε να εξηγήσουμε ως μια προσπάθεια δημιουργίας οντολογιών και εννοιών αντγίστοιχες της φυσικής γλώσσας του ανθρώπου αλλά χωρίς να επιδιώκεται η σύλληψη των οντολογικών κατηγοριών πάνω στις οποίες βασίζονται οι φυσικές γλώσσες και η ανθρώπινη κοινή λογική χωρίς να προορίζεται για τον ορισμό της πραγματικής φύσης του κόσμου μέσα από όρους μεταφυσικής.

Και αυτή η οντολογία μπορεί να χαρακτηριστεί από έννοιες που παρίστανται με στιγμιότυπα, δηλαδή α την νομάζαμε πντολογία είδικών εννοιών. Η κύριες έννοιες που χρησιμοποιούνται είναι οι έννοια της σχχέσης και η έννοια της ιδιότητας. Με βάση αυτ'λες τις έννοιες μπορούν να χαρακτηριστούν οι άλλες οντότητες και να διαχωριστούν σεμόνιμες και παροδικές οντότητες.

Ως μόνιμες οντότητες θα ονομάσουμε αυτές που διατηρούν τη φύση τους και τα χαρακτηριστικά τους για ένα προσδιορισμένο χρονικό διάστημα, και ως παροδικές αυτές που είναι βραχύβιες, για το ίδιο χρονικό διάστημα που ορίσαμε.

Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε έναν πίνακα. Ο πίνακας μπορεί να χαρακτηριστεί ως μόνιμη οντότητα αν δεν έχει γαρμμένο τ.ιποτα πάνω του, ενώ αν έχει γραφεί κάποια φράση τότε το ύστημα πίνακας φράση είναι παροδικό.

Προηγουμένως συναντήσαμε και άλλες παρόμοιες οντολογίες, νε τη διαφορά ότι η συγκεκριμένη οντολογία παρότι κατηγοριοποιεί τις οντότητες σε ιδιότητες και σχέσεις δεν προσδιορίζει ακιβώς ποια είναι η σχέση αυτή. Έχει δηλαδή περισσότερο χαρακτήρα καταγραφής των οντοτήτων.



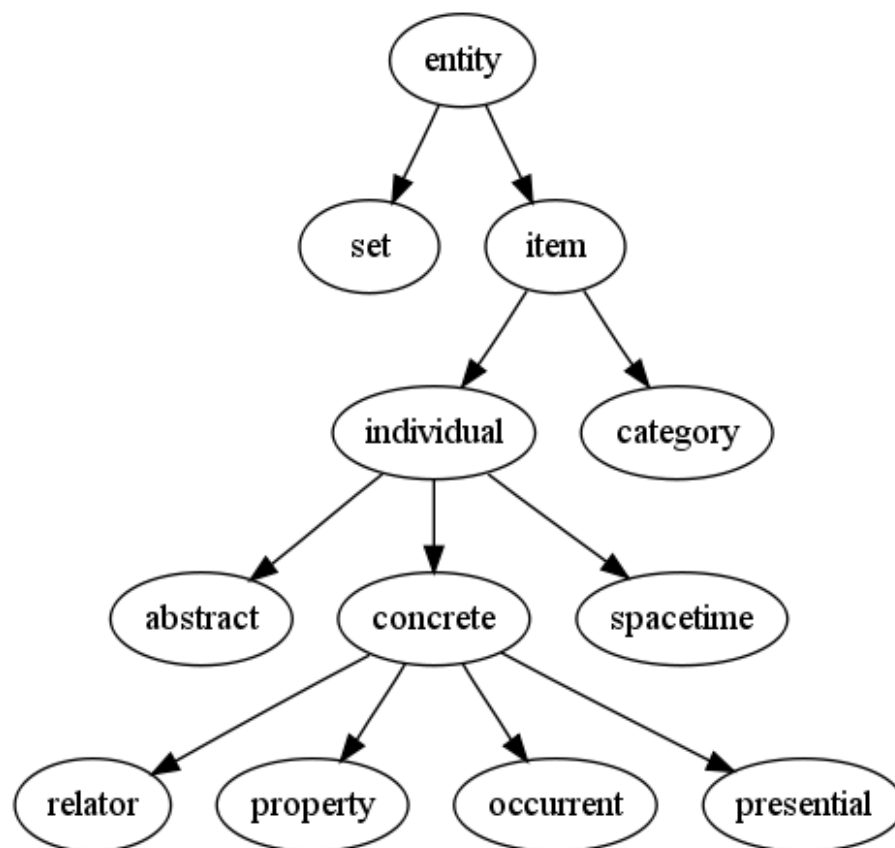
Σχήμα 2.6 Μια βασική δομή της οντολογίας DOLCE

2.11 Η οντολογία GFO

Η συγκεκριμένη οντολογία είναι μια υψηλού επιπέδου οντολογία που σχεδίασαν στην Λειψία οι Heinrich Herre, Barbara Heller και συνεργάτες (ερευνητική ομάδα Opto-Med). Οι κύριες εφαρμογές που έχει είναι στους τομείς της ιατρικής και της βιολογίας, αλλά χρησιμοποιείται πλέον και για κοινωνιολογικές κατηγοριοποιήσεις. Επίσης, χρησιμοποιείται και στην οικονομική επιστήμη. Η οντολογία αυτή είναι ακόμα υπό εξέλιξη, και δεν έχει επιτευχθεί κάποια τελική μορφή. Η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι η γλώσσα OWL, την οποία θα αναλύσουμε εκτενέστερα παρακάτω.

Αποτελείται από τρία βασικά επίπεδα, και έχει σκοπό την αναπαράσταση τρισδιάστατων αντικειμένων και τετραδιάστατων καταστάσεων. Τα επίπεδα είναι:

1. Ένα αφηρημένο υψηλό επίπεδο (abstract top-level)
2. Ένα αφηρημένο κεντρικό επίπεδο (abstract core level)
3. Ένα βασικό επίπεδο (basic level)



Σχημα 2.7 Αναλυτικά η βασική δομή και τα χαρακτηριστικά κάθε έννοιας σε μια οντολογία GFO

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΝΝΟΙΕΣ, ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΣΕΙΣ

Εισαγωγή

3.1 Έννοιες

3.1.1 Η κλασσική θεωρία περί εννοιών

3.1.2 Θεωρία Πρωτοτύπων

3.1.3 Θεωρία περί θεωριών

3.1.4 Θεωρία Εννοιολογικού Ατομισμού

3.1 Ιδιότητες

3.3 Σχέσεις

Εισαγωγή

Η οντολογίες βασίζονται εξ αρχής στον προσδιορισμό των εννοιών. Ίσως η σημαντικότερη διαδικασία είναι ο καθορισμός των εννοιών με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι κοινός στον τρόπο δομής και σκέψης ανεξάρτητα της γλώσσας. Η έννοια μπορεί να προσδιοριστεί ως η αναπαράσταση μιας οντότητας ή κατάστασης νοητικά. Μπορούμε για παράδειγμα να αναπαραστήσουμε με την έννοια άλογο την οντότητα που είναι ζώο με κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Οι έννοιες αντιπροσωπεύονται για λόγους επικοινωνίας από τις λέξεις. Ως λέξη εννοούμε ένα σύμβολο που αντιπροσωπεύει μια έννοια. Κάθε λέξη στις ινδοευρωπαϊκές κυρίως γλώσσες αντιπροσωπεύεται από ένα σύνολο ψ =χαρακτήρων που λέμε γράμματα, και αντιπροσωπεύει καθένα από αυτά ένα φωνητικό παράγωγο, έναν φθόγγο. Σε άλλες γλώσσες δεν υπάρχουν φθόγγοι αλλά σύμβολα που αντιπροσωπεύουν το σύνολο της λέξης και προφέρονται αντίστοιχα.

Ο ανθρώπινος νους όταν έρχεται σε επαφή με το άκουσμα ή με την ανάγνωση μιας λέξης αυτομάτως δημιουργεί την αντιστοιχεί εικόνα, αν η έννοια ακολουθείται από εικόνα, ή με ήχο αν η έννοια ακολουθείται από ήχο, ή τέλος από την αντίστοιχη έννοια, αν η έννοια είναι αρκετά γενική ώστε να μην ακολουθείται από κάποιο φαντασικό αισθητήριο. Τέτοια παραδείγματα είναι η λέξη λίμνη, θρόισμα και δικαιοσύνη αντίστοιχα. Πιο συνοπτικά θα λέγαμε ότι:

- Οι έννοιες είναι το σημαίνον στοιχείο
- Οι λέξεις το σημαινόμενο
- Τα αντικείμενα το αναφερόμενο

Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τα άλλα δυο αποτελώντας ένα τμήμα του συμπλέγματος της πραγματικότητας, της σκέψης και της απόδοσής της μέσα από τη γλώσσα. Ονομάζουμε νοητό τρίγωνο ή τρίγωνο του νοήματος το σύμπλεγμα μεταξύ αυτών των τριών στοιχείων.

3.1 Έννοιες

Όπως αναφέραμε στο κέντρο της ανθρώπινης σκέψης υπάρχουν οι έννοιες. Πολλές επιστήμες προσεγγίζουν διαφορετικά την έννοια και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφορετικών θεωριών.

Τα περισσότερα ερωτήματα δημιουργούνται στη σύνδεση έννοιας και γλώσσας, στον προσδιορισμό και τη δημιουργία των ίδιων των εννοιών. Στην φιλοσοφία, πολλοί θεωρούν ότι η δημιουργία νέων τρόπων σκέψης και ιστορικών φιλοσοφικών ρευμάτων βασίζεται στον διαφορετικό προσδιορισμό των αφηρημένων εννοιών. Για παράδειγμα η πολιτική μπορεί να δημιουργήθηκε πάνω στις διαφωνίες για τον προσδιορισμό της έννοιας της δικαιοσύνης. Σε μεγάλο βαθμό αυτή η θεώρηση έρχεται σε αντίθεση με τη εγχείρημα της δημιουργίας οντολογιών, καθώς οι οντολογίες απαιτούν μια καθολική και αντικειμενική θεώρηση για την απόδοση κάθε έννοιας. Οι πιο πρόσφατες φιλοσοφικές θεωρήσεις ωστόσο απαιτούν για τον προσδιορισμό κάποιας έννοιας και την ενσωμάτωση της προοπτικής του ατόμου που την εκφράζει.

Κατά συγκεκριμένες θεωρήσεις μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι έννοιες είναι απεικονίσεις των σκέψεων, κατά την παραστατική θεωρία του μυαλού και την φροϋδική ψυχολογία, είτε αφαιρετικά αντικείμενα κατά την σημασιολογική θεωρία, είτε κατηγοριοποίηση των υπαρχόντων οντοτήτων κατά την πιο κλασική φιλοσοφική θεώρηση.

Υπάρχουν και άλλες φιλοσοφικές θεωρήσεις, που ωστόσο ξεφεύγουν από τα όρια της συγκεκριμένης εργασίας. Αυτό που όμως υπόκειται σε σοβαρή αμφισβήτηση είναι το

κατ' πόσο οι έννοιες υπάρχουν χωρίς τη χρήση της γλώσσας, δηλαδή αν και σε ποιο βαθμό η λέξη διαχωρίζεται από την έννοια. Πολύ θεωρούν ότι αν δεν υπάρχει μια λάθη για να εκφράσει μια έννοια, τότε αυτή η έννοια απλά δεν υπάρχει.

Τρόπος που θα χρησιμοποιήσουμε τις έννοιες στην οντολογία είναι περισσότερο αυτός της κατηγορίας αντικειμένων με κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Δηλαδή, η έννοια ζώα εμπεριέχει τις οντότητες με το κοινό χαρακτηριστικό της ζωής και κάποια μορφολογικά και βιολογικά χαρακτηριστικά που τα διαχωρίζουμε από τα φυτά και τα άλλα είδη ζωής. Υποσύνολο της έννοιας των ζώων είναι η έννοια θηλαστικά που εκτελεί αντίστοιχη λειτουργία αλλά με πιο ειδικά χαρακτηριστικά. Καταλήγοντας στην έννοιας άνθρωπος έχουμε εκτελέσει μια διαδικασία παραγωγή από το γενικό στο ειδικό. Ένα γενικότερο συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι το ζήτημα των εννοιών είναι ακόμα πολύ ασαφές και η φύση του μάλλον προδιαθέτει σε αρνητική απάντηση στην ερώτηση αν ποτέ θα μπορεί να υπάρξει μια ενιαία θεωρία.

3.1.1 Η κλασσική θεωρία περί εννοιών

Η κλασσική θεωρία ακολουθεί την πορεία της φιλοσοφικής μεταφυσικής, δηλαδή εισήχθη από την αρχαία Ελλάδα και συγκεκριμένα από τον Αριστοτέλη, χρησιμοποιήθηκε από τον γερμανικό ρομαντισμό και σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα.

Η έννοια είναι ταυτόσημη με τον ορισμό της, και κάθε στοιχείο που μπορεί να ενταχθεί στην έννοια αυτή θα πρέπει να ικανοποιεί τα βασικά χαρακτηριστικά που την προσδιορίζουν. Οι περισσότερες έννοιες είναι συνδυασμός πολλών συνθηκών και περιέχουν περισσότερα χαρακτηριστικά του ενός. Για παράδειγμα για να προσδιορίζεται κάποιος από την έννοια παντρεμένος, θα πρέπει να έχει συμμετάσχει σε γάμο και να είναι άντρας. Αν μια από τις δύο συνθήκες δεν ικανοποιείται τότε κάποιος δεν μπορεί να υπαχθεί σε αυτή την έννοια. Για την κλασσική θεωρία θα πρέπει να ικανοποιούνται όλες οι συνθήκες.

Υπάρχουν όμως και σημαντικές διαφωνίες σχετικά με αυτή τη θεωρία. Υπάρχει ο υποκειμενικός παράγοντας, όπου καθιστά δύσκολη την κοινή διάκριση των συνθηκών. Η έννοια όμορφη απαιτεί την υποκειμενική αισθητική κρίση του αν κάποιος έχει καλή όψη, που δεν είναι λόγω της φύσης της κρίσης εφικτό να γίνει αντικειμενική συνθήκη.

Μια άλλη σημαντική διαφωνία στην κλασσική θεωρία, είναι η δυσκολία σαφούς προσδιορισμού αφηρημένων ή εννοιών υπό διαπραγμάτευση. Τέτοια είναι για παράδειγμα η έννοια της ελευθερίας ή της δικαιοσύνης. Ακόμα περισσότερα η έννοια της ευτυχίας.

Σε άλλες περιπτώσεις κάποιες οντότητες μπορούν να υπαχθούν με περισσότερη ευκολία από άλλες κάτω από μια έννοια. Ο σκύλος μπορεί ευκολότερα να υπαχθεί στην έννοια ζώο παρά το σφουγγάρι. Αυτή η διαισθητική διάκριση μπορεί να δημιουργήσει δυσκολία στην κατηγοριοποίηση των οντοτήτων, ειδικά στις περιπτώσεις που είναι δύσκολος ο ορισμός της έννοιας.

3.1.2 Θεωρία Πρωτοτύπων

Κατά αυτή τη θεώρηση που αναπτύχθηκε αρχικά από τον Βιτκενσταιν δεν υπάρχουν δεσμευτικές συνθήκες ώστε κάποια οντότητα να ενταχθεί σε μια έννοια, αλλά υπάρχουν πιθανότητες. Όσες περισσότερες από τις συνθήκες ικανοποιεί μια συγκεκριμένη οντότητα τόσες περισσότερες πιθανότητες έχει να ενταχθεί στην έννοια. Υπό αυτή την έννοια υπάρχει κάποιος σαφής ορισμός της έννοιας αλλά όχι δεσμευτική σχέση με τις οντότητες που την αποτελούν. Σε μια διαφορετική προσέγγιση της θεωρίας των πρωτοτύπων δεν μετράει μόνο η πιθανότητα ώστε μια οντότητα να υπαχθεί σε μια έννοια αλλά και η βαρύτητα της κάθε συνθήκης που ικανοποιεί. Δηλαδή, το εκάστοτε χαρακτηριστικό έχει διαφορετική σημαντικότητα ώστε να μπορέσει να εντάξει στην έννοια το αντικείμενο. Έτσι μπορούμε να χωρίσουμε τα χαρακτηριστικά σε κατηγορίες σημαντικότητας, σε πρωτεύοντα και

δευτερεύοντα. Συνεπώς, μια οντότητα μπορεί να ικανοποιεί μόνο ένα πρωτεύον χαρακτηριστικό και να υπάγεται στην έννοια, ενώ μια άλλη μπορεί να ικανοποιεί όλα τα δευτερεύοντα και να ην υπάγεται στην έννοια.

Το κύριο πρόβλημα σε αυτή τη θεωρία είναι ότι κάποιες έννοιες δεν επιδέχονται πιθανοτήτων αλλά είναι σε μεγάλο βαθμό απόλυτες. Όταν λέμε νεκρή, τότε μια οντότητα δεν μπορεί πάρα να ικανοποιεί και τις δύο συνθήκες ή καμία. Πρέπει να είναι και νεκρή και θηλυκού γένους ταυτόχρονα. Συνεπώς για κάποιες έννοιες δεν μπορεί να εφαρμοστεί η θεωρία αυτή.

3.1.3 Θεωρία περί θεωριών

Κατά τη θεωρία αυτή κάθε οντότητα υπάγεται σε μια έννοια ή όχι αν οι υπάρχουσες θεωρίες ορίζουν ότι υπάγεται. Δηλαδή, η ανθρώπινη σκέψη είναι αυτή που ορίζει τι θα υπαχθεί στην έννοια λίμνη ή στην έννοια ελευθερία, και εξαρτάται από ποιος είναι αυτός που το ορίζει. Ένας επιστήμονας έχει τελείως διαφορετική άποψη για μια θεώρηση από ένα μη επιστήμονα στην ίδια έννοια. Ένα παράδειγμα είναι το αν ή τομάτα υπάγεται στην συνομοταξία των φρούτων ή των λαχανικών. Ανάλογα με τις υπάρχουσες θεωρίες ή τη γνώση του ατόμου που θα κάνει την υπαγωγή τότε είτε υπάγεται είτε όχι.

Η θεωρία αυτή έχει πολύ μεγάλο βαθμό υποκειμενικότητας, και στο επίπεδο της επικοινωνίας μεταξύ ατόμων και στο επίπεδο της αλλαγής των συνθήκων, γνώσεων και απόψεων, στο ίδιο το άτομο κατά τη διάρκεια της ζωής του.

Δεδομένου λοιπόν του πλήθους των διαφορετικών θεωρήσεων και πεποιθήσεων στο μυαλό κάθε ανθρώπου, οι έννοιες δεν περιγράφονται στην ίδια βάση και συνεπώς δεν μπορούν να συγκριθούν ή να συνδυαστούν.

Επιπλέον, προβλήματα εμφανίζονται όταν η θεωρία μέσα στην οποία εντάσσεται μια έννοια είναι εσφαλμένη. Στην περίπτωση αυτή το άτομο κατανοεί και αναπαράγει

μεν την έννοια σύμφωνα με τη θεώρησή του, η λειτουργία αυτή όμως δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.

3.1.4 Θεωρία Εννοιολογικού Ατομισμού

Κατά τη Μπαγλατζή «Η θεωρία εννοιολογικού ατομισμού σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες θεωρίες διαφέρει ως προς ένα πολύ βασικό στοιχείο. Σε αντίθεση με τις πρώτες όπου οι έννοιες θεωρείται ότι αποτελούνται από απλούστερες έννοιες, στη νέα θεωρία το δεδομένο αυτό αναιρείται με αποτέλεσμα όλες οι έννοιες να θεωρούνται αρχέγονες.

Σύμφωνα με τη θεωρία του εννοιολογικού ατομισμού το περιεχόμενο μιας έννοιας δεν καθορίζεται από τη συσχέτισή της με άλλες έννοιες, αλλά με τη συσχέτισή της με τον κόσμο. Αναφορικά με τα διαφορετικά είδη της διακρίνεται σε θεωρία αυστηρού ατομισμού κατά τον οποίο όλες οι έννοιες είναι αρχέγονες και μέτριου ατομισμού κατά τον οποίο οι περισσότερες έννοιες είναι αρχέγονες υπάρχουν όμως και μερικές πιο περίπλοκες. Υπό το πρίσμα αυτής της θεωρίας - και ιδιαίτερα κατά τον αυστηρό ατομισμό, όλες οι έννοιες υποστηρίζεται ότι είναι έμφυτες στον άνθρωπο και δεν προκύπτουν από το συνδυασμό άλλων απλούστερων εννοιών».

3.2 Ιδιότητες

Και σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να δούμε ότι υπάρχουν πολλές διαφορετικές θεωρήσεις για την έννοια της ιδιότητας. Η πιο καθολική έννοια της ιδιότητας, αλλά κι αυτή που χρησιμοποιήσουμε στην περίπτωση των οντολογιών, είναι η έννοια του χαρακτηριστικού που έχει μια οντότητα.

Οι ρεαλιστές θεωρούν ότι υπάρχουν ιδιότητες στα πάντα, και ότι οι έννοιες και οι οντότητες έχουν ιδιότητες, που έχουν το χαρακτηριστικό να είναι καθολικές. Οι

νομιναλιστές δεν θεωρούν ότι υπάρχουν οντότητες αλλά είναι και αυτές έννοιες και τέλος οι γνωστικοί θεωρούν ότι οι περισσότερες ιδιότητες αλλά όχι όλες είναι έννοιες που εκφράζονται με τη μορφή οντότητας.

Στην πραγματικότητα είναι δυσδιάκριτη η νοητή γραμμή μεταξύ έννοιας και οντότητας. Έννοιες όπως η ειλικρίνεια παίρνουν τη μορφή ιδιότητας, και ιδιότητες όπως το να είναι κάποιος ζώο παίρνουν τη μορφή έννοιας. Και οι ιδιότητες όμως έχουν κατηγορίες σύνολα και υποσύνολα. Έτσι το να έχει κάποιος την ιδιότητα να είναι πρωταθλητής, εμπεριέχει σίγουρα την ιδιότητα του να είναι αθλητής που εμπεριέχει σίγουρα την ιδιότητα του να είναι ζωντανός. Παρακάτω θα αναλύσουμε μερικές από τις προσεγγίσεις στις ιδιότητες που σχετίζονται περισσότερο με τις οντολογία και λιγότερο με γενικές φιλοσοφικές προσεγγίσεις.

Κατά τον Guarino οι ιδιότητες χωρίζονται με βάση τέσσερα κριτήρια:

Την ταυτότητα (identity)

Την ενότητα (unity)

Την ουσία (essence)

Την αυστηρότητα (rigidity)

Η κατηγοριοποίηση αυτή ορίζει με ποιόν τρόπο θα δίνεται μια ιδιότητα σε ένα στιγμιότυπο. Μια ιδιότητα μπορεί να είναι απαραίτητη ώστε να κατηγοριοποιηθεί ένα στιγμιότυπο σε μια έννοια ενώ άλλες θεωρούνται καθόλου απαραίτητες, είτε ανά περίπτωση απαραίτητες και εξαρτώνται από το στιγμιότυπο.

Κατά μια άλλη κατηγοριοποίηση οι ιδιότητες μπορούν να διαχωριστούν σε βασικού επιπέδου και υψηλού επιπέδου. Μια ιδιότητα βασικού επιπέδου είναι το χρώμα ενός τραπεζιού. Μια άλλη είναι το να είναι κάποιος παντρεμένος ή όχι. Σε πολλές περιπτώσεις είναι αδύνατον ένα άτομο ή στιγμιότυπο να έχει δύο ιδιότητες μαζί καθώς είναι αντικρουόμενες.

Αντίθετα οι ιδιότητες υψηλού επιπέδου αποτελούν ιδιότητες μιας ιδιότητας. Δηλαδή αξιοποιούνται για να αποδώσουν χαρακτηρισμό στην ίδια την έννοια της ιδιότητας.

Για παράδειγμα στην ιδιότητα βασικού επιπέδου δίδυμος αδερφός αποδίδεται η ιδιότητα συμμετρική. Ομοίως η ιδιότητα πρωταθλητής είναι επέκταση της έννοιας αθλητής, η ιδιότητα κίτρινο έχει την ιδιότητα του ότι είναι χρώμα.

3.3 Σχέσεις

Οι σχέσεις αποτελούν ένα βασικό αντικείμενο της συλλογιστικής, σκέψης και αλληλεπίδρασης των ατόμων με το περιβάλλον. Ουσιαστικά μπορούν θεωρηθούν ως το συνδετικό υλικό που δημιουργεί δεσμούς μεταξύ των εννοιών παράγοντας μια δομημένη γνώση.

Οι έννοιες δύναται να οριστούν μόνο μέσω της συσχέτισής τους με άλλες έννοιες και όχι αυτοτελώς. Ο Green προκειμένου να τονίσει τη σημασία των σχέσεων και την αξιοποίησή τους σε πολλές διαδικασίες υποστηρίζει ότι “οι συσχετίσεις εμπλέκονται κατά το συνδυασμό πρωταρχικών εννοιών για την παραγωγή πιο σύνθετων, κατά τη σύγκριση εννοιών, κατά την ομαδοποίηση εννοιών”. Στον τομέα της αναπαράστασης της γνώσης - π.χ. στις οντολογίες - οι συσχετίσεις είναι τόσο σημαντικές ώστε ο πρώτος διαχωρισμός των εννοιών πραγματοποιείται μεταξύ οντοτήτων (entities) και σχέσεων (relations).

Οι έννοιες είναι τα δομικά στοιχεία μιας συσχέτισης μιας και αποτελούν προϋπόθεση για την ύπαρξή της. Ως επί το πλείστον οι συσχετίσεις είναι δυαδικές. Ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις συσχέτισης περισσότερων εννοιών. Για παράδειγμα η σχέση “αγοράζει” μπορεί να συνδεθεί με πολλά αντικείμενα - ο Α αγοράζει το Β, το Γ, το Δ.

Βασικό ερώτημα που προκύπτει αναφορικά στις σχέσεις είναι το αν αποτελούν και οι ίδιες έννοιες ή αν αποτελούν μόνο το συνδετικό κρίκο μεταξύ των εννοιών. Η απάντηση στο ερώτημα αυτό είναι ότι και οι ίδιες οι σχέσεις μπορούν να θεωρηθούν ως έννοιες καθώς μοιράζονται τα ίδια βασικά χαρακτηριστικά με αυτές. Δηλαδή ομοίως με τις έννοιες, 1) οι σχέσεις μπορούν να αναλυθούν σε περαιτέρω βασικά στοιχεία, 2) μια νέα συσχέτιση μπορεί να είναι μια επέκταση ή συνδυασμός άλλων

συσχετίσεων, 3) οι σχέσεις διαθέτουν συγκεκριμένη δομή και 4) η πολυπλοκότητα με την οποία μπορούν να εκφραστούν διαθέτει μεγάλο φάσμα.

Σύμφωνα με τον Sowa, οι συσχετίσεις μπορεί να διέπονται από μια ή περισσότερες εκ των λογικών ιδιοτήτων (logical properties):

Αυτοπαθητικότητα (Reflexivity): αυτοπαθητική είναι μια σχέση R που συνδέει μια οντότητα με τον εαυτό της $x-R-x$ (π.χ. σχέση μέρους-όλου)

Συμμετρία (Symmetry): συμμετρική είναι μια σχέση η οποία ισχύει ευθέως και αντιστρόφως $x-R-y$ $y-R-x$ (π.χ. η συνωνυμία)

Μεταβατικότητα (Transitivity): μεταβατική είναι μια σχέση αν $x-R-y$ και $y-R-z$ συνεπάγεται $x-R-z$ (π.χ. IS-A)

Σχέση ένα-προς-ένα (One-to-one relation): μια σχέση είναι ένα προς ένα όταν $x-R-y$ και $z-R-y$ συνεπάγεται $x=z$

Όσο σαφές είναι το πεδίο των ιδιοτήτων των σχέσεων, τόσο ασαφές είναι το ζήτημα της κατηγοριοποίησης των σχέσεων σε επιμέρους κατηγορίες. Στη βιβλιογραφία απαντώνται δυο προσεγγίσεις η μινιμαλιστική και η εκτενής.

Οι υποστηρικτές της πρώτης επιλέγουν το διαχωρισμό των σχέσεων σε μικρό αριθμό κατηγοριών βασιζόμενοι συχνά σε φιλοσοφικές και λογικές αρχές. Ο Werner [87] διαχωρίζει τις σχέσεις σε:

Τροποποίηση (modifiatio)

Ταξινομία (taxonomy)

Οργάνωση σε σειρά (queuing)

Μια άλλη κατηγοριοποίηση είναι σε: σχέσεις ισοδυναμίας (relations of equivalence), ιεραρχικές σχέσεις (relations of hierarchy) και σχέσεις συσχέτισης (relations of association). Οι ιεραρχικές σχέσεις επιμερίζονται επιπλέον σε μερωνυμία, υπωνυμία και τροπωνυμία.

Στον αντίποδα, η εκτενής προσέγγιση περιλαμβάνει μεγαλύτερο αριθμό κατηγοριών και συχνά βασίζεται σε λεξιλογικές σημασιολογικές σχέσεις. Αντιπροσωπευτική αυτής της αναλυτικής προσέγγισης είναι η κατηγοριοποίηση των συσχετίσεων σε:

- Συμπερίληψη (inclusion)
- Κατοχή (possession)
- Προσκόλληση (attachment)

Χαρακτηρισμό (attribution)

- Αντωνυμία (antonymy)
- Συνωνυμία (synonymy)
- Περίπτωση (case)

Ανεξάρτητα από την κατηγοριοποίηση και την σκοπιά από την οποία αντιμετωπίζεται το θέμα, οι συσχετίσεις διαθέτουν εξειδικευμένες κατηγορίες. Ορισμένες από αυτές είναι πολύ σημαντικές με αποτέλεσμα να αποτελούν αντικείμενο ενδιαφέροντος για διάφορους επιστημονικούς κλάδους. Οι πιο διάσημες είναι η μερωνυμία (meronymy), η τροπωνυμία (troponymy), η σχέσεις υπερωνύμιου/υπωνύμιου (hypernym/hyponym) και η σχέση αιτίου-αιτιατού (cause-effect).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΓΛΩΣΣΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ

4.1 Εισαγωγή

4.2 Η γλώσσα OWL

4.3 Τα χαρακτηριστικά της γλώσσας OWL

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΓΛΩΣΣΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ

4.1 Εισαγωγή

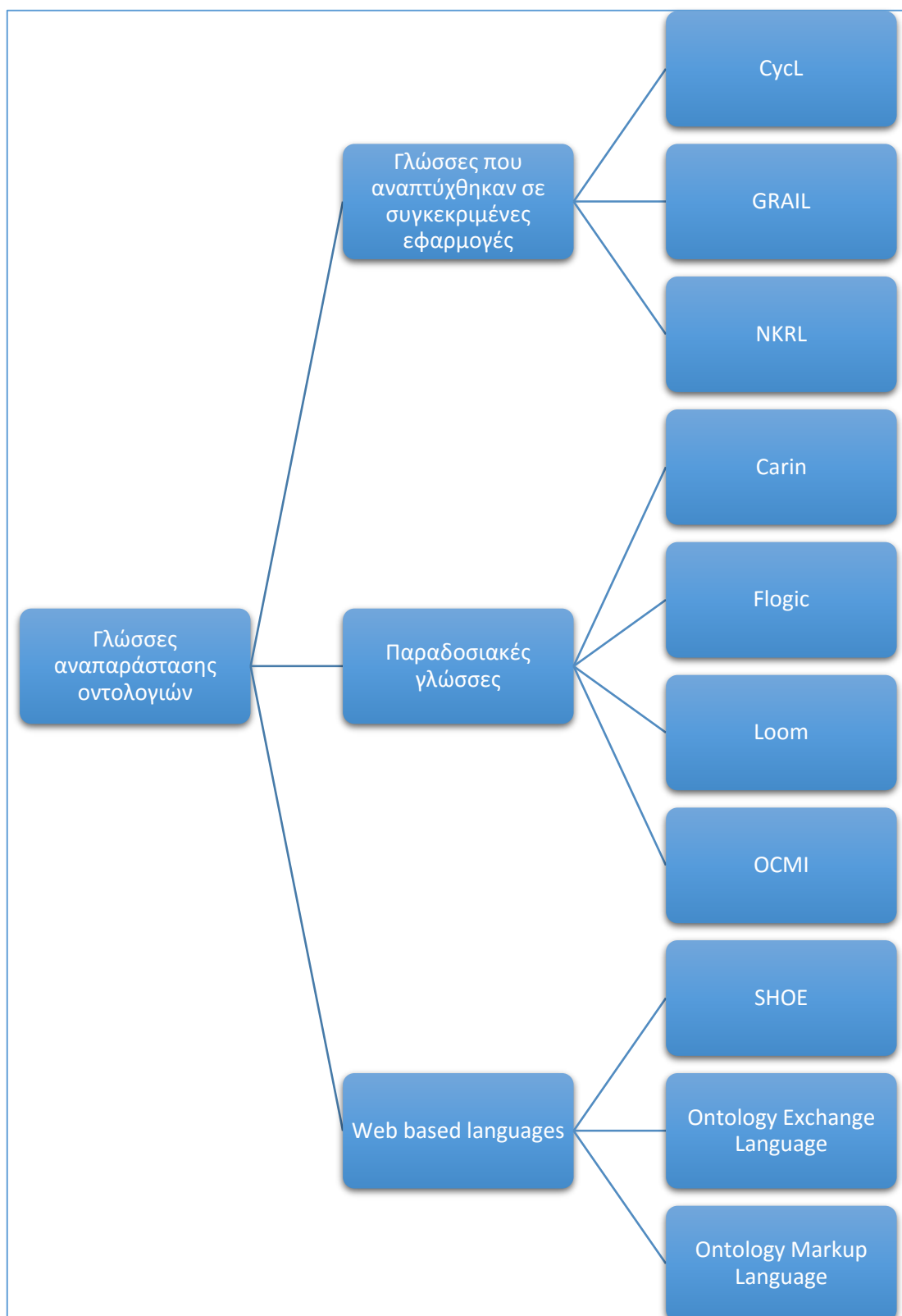
Για να μπορέσει μια οντολογία να είναι καθολική και να γίνει σωστά η τεκμηρίωση και σύνδεση των εννοιών ενός πεδίου, χρειάζεται να υπάρχει ένα κοινό αλφάβητο με καθορισμένη σημασιολογία. Με αυτό τον τρόπο είναι ευκολότερη η σύνδεση μεταξύ οντολογιών και η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ επιστημόνων και έξυπνων συστημάτων. Έχουν σχεδιαστεί πολλές γλώσσες, αλλά η σημαντικότερες εξ αυτών είναι οι γλώσσες OWL.

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες αναπαράστασης οντολογιών, εκ των οποίων η κατηγοριοποίηση που θα χρησιμοποιήσουμε είναι η παρακάτω:

1. Παραδοσιακές γλώσσες
2. Γλώσσες οντολογιών που προορίζονται για το διαδίκτυο (web based languages)
3. Γλώσσες που αναπτύχθηκαν για την αναπαράσταση συγκεκριμένων οντολογιών σε συγκεκριμένες εφαρμογές

Στο Σχήμα 4.1 βλέπουμε πόσο μεγάλο πλήθος γλωσσών έχουν αναπτυχθεί για να αναπαρασταθούν οντολογίες. Οι γλώσσες αυτές διαφέρουν σε πολλά, όπως η ορολογία, ο γενικότερος τρόπος λειτουργίας, η σύνταξη και η σημασιολογία. Κάθε γλώσσα μπορεί να έχει διαφορετικό τρόπο αναπαράστασης των εννοιών και κάτι που υπάρχει στη μία γλώσσα μπορεί να μην υπάρχει στην άλλη. Στην επόμενη ενότητα γίνεται μια λεπτομερής παρουσίαση της γλώσσας OWL.

Η γλώσσα αυτή χρησιμοποιείται στο μεγαλύτερο πλήθος των οντολογιών που σχεδιάζονται για το διαδίκτυο.



Σχήμα 4.1 Οι κυριότερες κατηγορίες γλωσσών αναπαράστασης οντολογιών και οι σημαντικότερες γλώσσες σε κάθε κατηγορία

3.2 Η γλώσσα OWL

Η OWL (Web Ontology Language), είναι μια γλώσσα αναπαράστασης γνώσης για το Σημασιολογικό Ιστό που έχει αναπτυχθεί και προτυποποιηθεί από την W3C (World Wide Web Consortium) (οργανισμό που ασχολείται με την ανάπτυξη και προτυποποίηση τεχνολογιών για τον Παγκόσμιο Ιστό) το 2004. Βασίζεται στον φορμαλισμό των Περιγραφικών Λογικών επιτρέποντας την ανάπτυξη συλλογισμών (reasoning) και την εξαγωγή συμπερασμάτων (inference). Με τις δυο αυτές λειτουργίες ένας μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων (reasoner), ελέγχει τη συνέπεια μιας οντολογίας και διατηρεί σωστή την ιεραρχία των οντοτήτων-εννοιών.

Η γλώσσα OWL παρέχεται σε τρεις εκδοχές αυξανόμενης εκφραστικότητας, την OWL Lite, OWL DL και OWL Full. Κατά την Μπαγλατζή:

Η OWL Lite ενδείκνυται για εφαρμογές με μειωμένες απαιτήσεις εκφραστικότητας. Το βασικό της πλεονέκτημα είναι η εύκολη κατανόησή της από τους χρήστες και υλοποίησή της από τα συστήματα. Απόρροια του δεύτερου είναι η δυνατότητα ανάπτυξης μηχανισμών εξαγωγής συμπερασμάτων που αναμένεται να λειτουργούν ταχύτερα από αυτούς που υλοποιούν γλώσσες με μεγαλύτερη εκφραστικότητα.

Η OWL DL παρέχει τη μεγαλύτερη δυνατή εκφραστικότητα που προσφέρεται από τη γλώσσα OWL, ενώ ταυτόχρονα διατηρεί την αποφανσιμότητά της επιτρέποντας την αποδοτική υποστήριξη συλλογισμών. Βασικό μειονέκτημα της γλώσσας αυτής είναι η ελλιπής συμβατότητα της με την γλώσσα RDF.

Η OWL Full είναι η πιο πλούσια εκδοχή της OWL, παρέχοντας όλο το λεξιλόγιο της OWL, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει τον συνδυασμό με τις γλώσσες RDF και RDF(s). Με τον τρόπο αυτό η γλώσσα αυτή είναι πλήρως συμβατή -συντακτικά και σημασιολογικά- με την RDF. Βασικότερο μειονέκτημά της είναι ότι είναι μη αποφάνσιμη μιας και η γλώσσα αυτή είναι τόσο ισχυρή ώστε να δημιουργούνται διλήμματα στις αποφάσεις και να μη δύναται να επιτευχθεί η αποδοτική υποστήριξη συλλογισμών.

4.3 Τα χαρακτηριστικά της γλώσσας OWL

Όπως και οι φυσικές γλώσσες η γλώσσα OWL περιέχει δικό της αλφάβητο, συντακτικό και γενικά δικό της τρόπο δημιουργίας αναπαραστάσεων εννοιών. Η γλώσσα αυτή είναι συμβατή με τη γλώσσα XML που είναι η γλώσσα του σημασιολογικού ιστού. Είναι συμβατή επίσης με τη σύνταξη XML/RDF ενώ ταυτόχρονα έχει και μια πιο αφηρημένη μορφή σύνταξης, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διδακτικούς λίγους και απλές σημασιολογικές αναπαραστάσεις.

Όπως αναφέραμε και νωρίτερα στο αλφάβητο της γλώσσας OWL υπάρχουν οι κλάσεις , που είναι ομάδες από αντικείμενα που έχουν κάποιο ή κάποια κοινά χαρακτηριστικά, τα ίδια τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων, και τις σχέσεις μεταξύ τους. Υπάρχουν επίσης τα στιγμιότυπα των κλάσεων.

4.3.1 Κλάσεις

Για να γίνει μια ορθή ταξινόμηση σε κάθε οντότητα θα πρέπει να υπάρχουν σαφώς προσδιορισμένες κλάσεις. Στη γλώσσα OWL οι κλάσεις αναπαρίστανται με τη μορφή owl:Class. Οι δυο πιο βασικές κλάσεις είναι η owl:Thing και η owl:Nothing. Η πρώτη κλάση είναι η γενικότερη κλάση που εμπεριέχει όλα τα αντικείμενα και η δεύτερη είναι η κενή κλάση. Η κλάση Thing που αναγράφεται ως owl:Thing είναι μεγαλύτερη της δεύτερης κλάσης Nothing και την εμπεριέχει και προσδιορίζονται από τη σχέση υπερκλάσης υποκλάσης.

Τη σχέση υπερκλάσης υποκλάσης μεταξύ δυο κλάσεων, δηλαδή για να είμαστε σαφέστερη το ότι μία κλάση είναι υποσύνολο της άλλης, την αναγράφουμε ως rdfs:SubclassOf, όπου με αυτή την ιδιότητα μπορούμε να δηλώσουμε τη σχέση μεταξύ τους. Επιπλέον δυο κλάσεις μπορεί να είναι ξένες μεταξύ τους owl:disjointWith ή ισοδύναμες owl:equivalentClass.

Είναι εμφανές ότι χρησιμοποιείται η μαθηματική θεωρία συνόλων για την περιγραφή και τη ανάπτυξη σχέσεων μεταξύ των κλάσεων και των αντικειμένων. Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν τρία είδη συνδυασμών που μπορούν να περιγράψουν τη σχέση μεταξύ δυο κλάσεων:

- Ένωση των κλάσεων owl:unionOf
- Τομή owl:intersectionOf
- Το συμπλήρωμα owl:complementOf

Μια επιπλέον δυνατότητα που παρέχεται είναι η απαρίθμηση (enumeration) owl:oneOf με την οποία ορίζεται μια κλάση με απαρίθμηση όλων των στοιχείων της.

4.3.2 Ιδιότητες

Οι ιδιότητες των αντικειμένων στη γλώσσα OWL παρίστανται με τον παρακάτω τρόπο, που φαίνεται στον πίνακα και αναπαριστούν σχέσεις αντικειμένων ανά δύο. Υπάρχουν οι ιδιότητες αντικειμένων και οι ιδιότητες τύπων. δεδομένων (data type properties).

Σύνταξη	Σημασιολογία
owl:class	Κλάση
owl:subClassOf	υποκλάση
owl:disjointWith	κλάσεις ξένες μεταξύ τους
owl:equivalentClass	ισοδύναμες κλάσεις
owl:Thing	γενική κλάση
owl:Nothing	κενή κλάση

Σύνταξη	Σημασιολογία
rdfs:subPropertyOf	υποϊδιότητα
owl:inverseOf	αντίστροφη ιδιότητα
owl:equivalentProperty	ισοδύναμη ιδιότητα
owl:equivalentClass	ισοδύναμες κλάσεις
rdfs:domain	πεδίο ορισμού
rdfs:range	σύνολο τιμών

Με αυτούς τους δύο πίνακες μπορούμε να συνδέσουμε ένα αντικείμενο με μια κλάση, μια κλάση με μια άλλη κλάση ή να δώσουμε συγκεκριμένη τιμή σε ένα χαρακτηριστικό ενός αντικειμένου. Πιο αναλυτικά η κλάση λίμνη μπορεί να συνδεθεί με το χαρακτηριστικό κύκλος. Η κλάση άλογο μπορεί να συνδεθεί και να χαρακτηριστεί ως υποκλάση της κλάσης θηλαστικά. Επίσης μπορεί το βάρος ενός συγκεκριμένου αντικειμένου να πάρει με βάση τον δεύτερο πίνακα για παράδειγμα την τιμή 60 κιλά.

Στις κλάσεις μπορούμε να θεωρήσουμε ότι κάποιες μπορεί να είναι υποσύνολα μιας άλλης κλάσης. Όπως είπαμε η κλάση άνθρωπος είναι υποκλάση της κλάσης θηλαστικά που είναι υποκλάση της κλάσης ζώα. Αυτές οι σχέσεις ονομάζονται σχέσεις υπαγωγής. Οι ιδιότητες με τη σειρά τους έχουν σχέσεις υπαγωγής. Έτσι μια ιδιότητα μπορεί να είναι υποϊδιότητα μιας άλλης. Αυτή η κατάσταση συμβολίζεται ως `rdfs:subPropertyOf`.

Μια άλλη περίπτωση είναι μια ιδιότητα να είναι αντίστροφη μιας άλλης ιδιότητας. Αυτή η κατάσταση συμβολίζεται ως `owl:inverseOf` ή αν είναι ισοδύναμη `owl:equivalentProperty`. Επιπλέον η OWL παρέχει τη δυνατότητα καθορισμού του πεδίου ορισμού και το σύνολο τιμών μιας ιδιότητας αντικειμένων ή τύπων δεδομένων με τις εκφράσεις `rdfs:domain` και `rdfs:range` αντίστοιχα.

Υπάρχει η δυνατότητα μέσω της OWL να εκτελέσουμε ένα μεγάλο βαθμό σχέσεων που σχετίζονται με μαθηματικές συναρτήσεις. Οι σχέσεις αυτές μπορεί να είναι συναρτησιακές `owl:FunctionalProperty`, αντίστροφες συναρτησιακές (inverse functional) `owl:InverseFunctionalProperty`, συμμετρικές (symmetric) `owl:SymmetricProperty` και μεταβατικές (transitive) `owl:TransitiveProperty`.

Επίσης μπορούμε να θέσουμε συγκεκριμένους περιορισμούς στις σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων και των κλάσεων. Πιο καλά οι παραπάνω δυνατότητες παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Σύνταξη	Σημασιολογία
owl:FunctionalProperty	συναρτησιακή ιδιότητα
owl:InverseFunctionalProperty	αντίστροφη συναρτησιακή ιδιότητα
owl:SymmetricProperty	συμμετρική ιδιότητα
owl:equivalentClass	ισοδύναμες κλάσεις
owl:TransitiveProperty	μεταβατική ιδιότητα

Κατά την Μπαγλατζή (2010) για κάθε ιδιότητα μπορούν να οριστούν μια σειρά περιορισμών (restrictions). Με το στοιχείο `owl:allValuesFrom` (καθολικός περιορισμός πληθικότητας), ορίζεται ότι όλες οι τιμές που μπορεί να πάρει μια ιδιότητα προέρχονται αυστηρά από μια κλάση (καθολική ποσοτικοποίηση - universal quantification) ενώ αντίθετα με το στοιχείο `owl:someValuesFrom` (υπαρξιακός περιορισμός πληθικότητας) σε μια ιδιότητα μπορεί να αποδοθούν ορισμένες τιμές μιας κλάσης ή να αποδοθούν τιμές από περισσότερες της μιας κλάσης (υπαρξιακή ποσοτικοποίηση - existential quantification).

Το στοιχείο `owl:hasValue`, δηλώνει μια συγκεκριμένη τιμή που πρέπει να έχει μια ιδιότητα.

Τέλος υπάρχει και μια σειρά αριθμητικών περιορισμών πληθικότητας όπως `owl:minCardinality`, `owl:maxCardinality`, `owl:Cardinality`.

Σύνταξη	Σημασιολογία
owl:allValuesFrom	καθολικός περιορισμός πληθικότητας
owl:someValuesFrom	υπαρξιακός περιορισμός πληθικότητας
owl:hasValue	περιορισμός με συγκεκριμένη τιμή
owl:equivalentClass	ισοδύναμες κλάσεις
owl:minCardinality	ελάχιστος περιορισμός πληθικότητας
owl:maxCardinality	μέγιστος περιορισμός πληθικότητας
owl:Cardinality	περιορισμός πληθικότητας συγκεκριμένης τιμής

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάπτυξη του τομέα της οντολογίας μπορεί να εξελιχθεί και να βοηθήσει εξαιρετικά στη δημιουργία ενός κοινού πλαισίου ανταλλαγής και επεξεργασίας της γνώσης. Η οντολογίες που δημιουργούνται πλέον είναι από πολλά επιστημονικά πεδία και μας δίνεται η δυνατότητα να λειτουργήσουμε συνεργατικά στη δημιουργία συνδυασμών που πριν δεν ήταν εφικτοί. Ωστόσο υπάρχουν σημαντικά προβλήματα μέχρι να γίνει ένα τέτοιο πλάνο πραγματικότητα.

Οι οντολογίες υψηλού πεδίου σε πολλές περιπτώσεις δεν επιτρέπουν τον συνδυασμό όλων των οντολογιών, καθώς χρησιμοποιούν διαφορετική νοηματοδότηση. Ακόμα υπάρχουν πολλές οντολογίες που έχουν δημιουργηθεί σε διαφορετική γλώσσα αναπαράστασης. Σε κάθε περίπτωση όμως η κατηγοριοποίηση αυτή της γνώσης και η δόμηση της σε κοινή παγκόσμια γλώσσα μπορεί να αποφέρει πολλούς σημαντικούς καρπούς στο μέλλον.

Ένα άλλο είδος προβλήματος που δημιουργείται είναι η δυσκολία απόδοσης σύνθετων εννοιών με αντικειμενικό και σαφή τρόπο. Επίσης είναι αρκετά δύσκολη η περιγραφή των σχέσεων μεταξύ των εννοιών.

Παρά τα δομικά προβλήματα των οντολογιών, έχουν γίνει εξαιρετικά επιτυχημένες προσπάθειες ιδιαίτερα στους τομείς των θετικών επιστημών, της ιατρικής και της οικονομική επιστήμης.

Διαφαίνεται τελικώς, ότι πολλοί φορείς αναμένεται να ασχοληθούν εκτενώς με τον τομέα, και το ακαδημαϊκό ενδιαφέρον αυξάνεται συνεχώς. Έχουν γίνει ήδη μεγάλες βιβλιοθήκες εννοιών και οντολογιών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για την περαιτέρω ανάπτυξη του κλάδου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

N. Guarino and L. Schneider. Ontology-driven conceptual modelling. Lecture Notes In Computer Science, pages 10-10, 2002.

N. Guarino and C. Welty. A formal ontology of properties. Knowledge Engineering and Knowledge Management Methods, Models, and Tools, pages 191-230, 2000.

N. Guarino and C. Welty. An overview of OntoClean. Handbook on ontologies, pages 151-159, 2004.

B. Smith. Formal ontology, common sense and cognitive science. International Journal of Human Computer Studies, 1995

B. Swartout, R. Patil, K. Knight, and T. Russ. Toward distributed use of large- scale ontologies. In Proc. of the Tenth Workshop on Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems, 1996

Wikipedia. Concept. [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Concept&oldid=368918717)

Concept&oldid=368918717, 2010. [ημερομηνία προσπέλασης: 22-Ιουνίου-2010].

Μαρία Παπαευθυμίου. Τυποποίηση Χωρικών Σχέσεων. Master's thesis, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2005.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παρατίθεται η διορθωμένη εκδοχή σε γλώσσα OWL οντολογίας της ιστοσελίδας <https://gist.github.com/jmora/2217737/versions>, που αναφέρεται σε παροχή υπηρεσιών υγείας.

```
+@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .  
  
+@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .  
  
+@prefix : <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#> .  
  
+@prefix xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace> .  
  
+@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .  
  
+@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .  
  
+@prefix skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#> .  
  
+@base <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl> .  
  
+  
  
+<http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl> rdf:type owl:Ontology .  
  
+  
  
+  
  
+#####  
  
+#
```

+# Object Properties

+#

+#####

+

+

<http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#affects>

+

+:affects rdf:type owl:ObjectProperty .

+

+

+

<http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#alleviates>

+

+:alleviates rdf:type owl:ObjectProperty ;

+

+ rdfs:subPropertyOf :treats .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#applies

+

+:applies rdf:type owl:ObjectProperty ;

+

+ rdfs:subPropertyOf :treats .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#assigns

+

+:assigns rdf:type owl:ObjectProperty ;

+

+ owl:inverseOf :isAssignedBy ;

+

+ rdfs:subPropertyOf :treats .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#cures

+

+:cures rdf:type owl:ObjectProperty ;

+

+ rdfs:subPropertyOf :treats .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#dealsWith

+

+:dealsWith rdf:type owl:ObjectProperty .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#diagnoses

+

+:diagnoses rdf:type owl:ObjectProperty ;

+


```
+ rdfs:subPropertyOf :treats .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#hasSpeciality

+

+:hasSpeciality rdf:type owl:ObjectProperty .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#isAppliedBy

+

+:isAppliedBy rdf:type owl:ObjectProperty ;

+

+ owl:inverseOf :applies .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#isAppliedTo
```

+

+:isAppliedTo rdf:type owl:ObjectProperty .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#isAssignedBy>

+

+:isAssignedBy rdf:type owl:ObjectProperty .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#isAssignedTo>

+

+:isAssignedTo rdf:type owl:ObjectProperty .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#isDiagnosedWith>

+

`+:isDiagnosedWith` `rdf:type owl:ObjectProperty` ;

+

`+ rdfs:subPropertyOf :presents .`

+

+

+

`+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#isTreatedBy`

+

`+:isTreatedBy` `rdf:type owl:ObjectProperty` ;

+

`+ owl:inverseOf :treats .`

+

+

+

`+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#presents`

+

`+:presents` `rdf:type owl:ObjectProperty .`

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#shows>

+

+:shows rdf:type owl:ObjectProperty ;

+

+ rdfs:subPropertyOf :presents .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#suffers>

+

+:suffers rdf:type owl:ObjectProperty ;

+

+ rdfs:subPropertyOf :presents .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#treats

+

+:treats rdf:type owl:ObjectProperty .

+

+

+

+### http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty

+

+owl:topObjectProperty rdf:type owl:ObjectProperty .

+

+

+

+

+

+#####

+#

+# Classes

+#

+#####

```

+
+
+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Cancer
+
+:Cancer rdf:type owl:Class ;
+
+ rdfs:subClassOf :Disease .
+
+
+
+###
http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#ClinicallyDiagnosedSymptom
+
+:ClinicallyDiagnosedSymptom rdf:type owl:Class ;
+
+ rdfs:subClassOf :Symptom ,
+ [ rdf:type owl:Restriction ;
+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :presents
+ ] ;

```

```
+ owl:someValuesFrom :Disease

+ ] ,

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :diagnoses

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom :Doctor

+ ] ,

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :isDiagnosedWith

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom :Patient

+ ] ,

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :isDiagnosedWith

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom :Person

+ ] .

+
```

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Condition>

+

+:Condition rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Process .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Cutaneous>

+

+:Cutaneous rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Treatment .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Dermatologist>

+

+:Dermatologist rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Doctor .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Diagnosis>

+

+:Diagnosis rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Process .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Disease>

+

+:Disease rdf:type owl:Class ;

```

+

+ rdfs:subClassOf :Condition ,

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty :affects ;

+ owl:someValuesFrom owl:Thing

+ ] .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Doctor

+

+:Doctor rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Person ,

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty :hasSpeciality ;

+ owl:someValuesFrom :MedicineSpeciality

+ ] .

+

```

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#GeneralPracticeDoctor>

+

+:GeneralPracticeDoctor rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Doctor .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Intravenous>

+

+:Intravenous rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Treatment .

+

+

+

```

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Knowledge

+

+:Knowledge rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf owl:Thing .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#MedicineSpeciality

+

+:MedicineSpeciality rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Knowledge ,

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty :dealsWith ;

+ owl:someValuesFrom :Disease

+ ] .

+

+

```

```

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Oncologist

+

+:Oncologist rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Doctor ,

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty :hasSpeciality ;

+ owl:someValuesFrom [ rdf:type owl:Class ;

+ owl:oneOf ( :oncology

+ )

+ ]

+ ] .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Oral

+

```

```

+:Oral rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Treatment .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Patient

+

+:Patient rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :SickPerson ,

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :treats

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom :Doctor

+ ] ,

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty :isDiagnosedWith ;

+ owl:someValuesFrom :Condition

```

+] .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#PatientAndDoctor>

+

+:PatientAndDoctor rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Doctor ,

+ :Patient .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Person>

+

+:Person rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf owl:Thing .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Process>

+

+:Process rdf:type owl:Class .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#SelfIdentifiedSymptom>

+

+:SelfIdentifiedSymptom rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Symptom ,

+ [rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [owl:inverseOf :presents

+] ;

+ owl:someValuesFrom :SickPerson

+] .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#SickPerson>

+

+:SickPerson rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Person ,

+ [rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty :suffers ;

+ owl:someValuesFrom :Disease

+] .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Surgeon>

+

+:Surgeon rdf:type owl:Class ;

```

+
+ rdfs:subClassOf :Doctor ,
+ [ rdf:type owl:Restriction ;
+ owl:onProperty :hasSpeciality ;
+ owl:someValuesFrom [ rdf:type owl:Class ;
+ owl:oneOf ( :surgery
+ )
+ ]
+ ] .
+
+
+
+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Surgery
+
+:Surgery rdf:type owl:Class ;
+
+ rdfs:subClassOf :Treatment .
+
+

```

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Symptom>

+

+:Symptom rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Condition .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Trauma>

+

+:Trauma rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Disease .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Traumatologist>

```

+

+:Traumatologist rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Doctor ,

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty :hasSpeciality ;

+ owl:someValuesFrom [ rdf:type owl:Class ;

+ owl:oneOf ( :traumatology

+ )

+ ]

+ ] .

+

+

+

+### http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#Treatment

+

+:Treatment rdf:type owl:Class ;

+

+ rdfs:subClassOf :Process ,

```

```
+ [ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ owl:onProperty :treats ;  
  
+ owl:someValuesFrom :Condition  
  
+ ] .  
  
+  
  
+  
  
+  
  
+### http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing  
  
+  
  
+owl:Thing rdf:type owl:Class .  
  
+  
  
+  
  
+  
  
+  
  
+  
  
+#####  
  
+#  
  
+# Individuals
```

+ #

+ #####

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#oncology>

+

+ :oncology rdf:type :MedicineSpeciality ,

+ owl:NamedIndividual .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#surgery>

+

+ :surgery rdf:type :MedicineSpeciality ,

+ owl:NamedIndividual .

+

+

+

+### <http://github.com/jmora/ontologies/Hospital.owl#traumatology>

```
+
+:traumatology rdf:type :MedicineSpeciality ,
+ owl:NamedIndividual .

+
+
+
+
+
+
+#####
+#
+# General axioms
+#
+#####
+
+
+[ rdf:type owl:Restriction ;
+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;
+ owl:onProperty :suffers ;
```

```

+ owl:someValuesFrom :Condition

+ ] ;

+ owl:onProperty :shows ;

+ owl:someValuesFrom :Symptom

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty :shows ;

+ owl:someValuesFrom :Symptom

+ ] ;

+ owl:onProperty :presents ;

+ owl:someValuesFrom :Symptom

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf :Surgeon ;

+ owl:onProperty :hasSpeciality ;

+ owl:someValuesFrom [ rdf:type owl:Class ;

+ owl:oneOf ( :surgery

+ )

```



```
+ ]  
  
+ ] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf :Oncologist ;  
  
+ owl:onProperty :treats ;  
  
+ owl:someValuesFrom :Cancer  
  
+ ] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf :Cancer ;  
  
+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :treats  
  
+ ] ;  
  
+ owl:someValuesFrom :Oncologist  
  
+ ] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf :Symptom ;  
  
+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :shows  
  
+ ] ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing
```

```

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf :Doctor ;

+ owl:onProperty :treats ;

+ owl:someValuesFrom :Disease

+] .

+[ rdf:type owl:Class ;

+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :shows

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom :Symptom

+ ] ;

+ owl:intersectionOf ( :Symptom

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :presents

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom owl:Thing

+ ]

+ )

```

```

+] .

+[ rdf:type owl:Class ;

+ rdfs:subClassOf :Patient ;

+ owl:intersectionOf ( :Person

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :treats

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom owl:Thing

+ ]

+ )

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf :Patient ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :isAppliedTo

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom :Treatment

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

```

```

+ rdfs:subClassOf :Traumatologist ;

+ owl:onProperty :hasSpeciality ;

+ owl:someValuesFrom [ rdf:type owl:Class ;

+ owl:oneOf ( :traumatology

+ )

+ ]

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf :Trauma ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :treats

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom :Traumatologist

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf :Oncologist ;

+ owl:onProperty :hasSpeciality ;

+ owl:someValuesFrom [ rdf:type owl:Class ;

+ owl:oneOf ( :oncology

+ )

```

```
+ ]  
  
+] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf :Disease ;  
  
+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :cures  
  
+ ] ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing  
  
+] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ owl:onProperty :suffers ;  
  
+ owl:someValuesFrom :Disease  
  
+ ] ;  
  
+ owl:onProperty :presents ;  
  
+ owl:someValuesFrom :Disease  
  
+] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf :Doctor ;
```

```
+ owl:onProperty :applies ;

+ owl:someValuesFrom :Intravenous

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf :Surgeon ;

+ owl:onProperty :applies ;

+ owl:someValuesFrom :Surgery

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf :SickPerson ;

+ owl:onProperty :suffers ;

+ owl:someValuesFrom :Condition

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf :Patient ;

+ owl:onProperty :applies ;

+ owl:someValuesFrom :Oral

+] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;
```

```
+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ owl:onProperty :isAssignedTo ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing  
  
+ ] ;  
  
+ owl:onProperty :isAssignedBy ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing  
  
+] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf :SickPerson ;  
  
+ owl:onProperty :shows ;  
  
+ owl:someValuesFrom :Symptom  
  
+] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf :Patient ;  
  
+ owl:onProperty :isTreatedBy ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing  
  
+] .  
  
+[ rdf:type owl:Class ;
```

```

+ rdfs:subClassOf :Patient ;

+ owl:intersectionOf ( :Person

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty :isDiagnosedWith ;

+ owl:someValuesFrom owl:Thing

+ ]

+ )

+ ] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf :Traumatologist ;

+ owl:onProperty :treats ;

+ owl:someValuesFrom :Trauma

+ ] .

+[ rdf:type owl:Restriction ;

+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :dealsWith

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom :MedicineSpeciality

+ ] ;

```



```

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :affects
+ ] ;

+ owl:someValuesFrom :Condition

+] .

+[ rdf:type owl:Class ;

+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :suffers

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom owl:Thing

+ ] ;

+ owl:intersectionOf ( :Disease

+ [ rdf:type owl:Restriction ;

+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :presents

+ ] ;

+ owl:someValuesFrom owl:Thing

+ ]

+ )

+] .

```

```
+ [ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf :Person ;  
  
+ owl:onProperty :applies ;  
  
+ owl:someValuesFrom :Cutaneous  
  
+] .
```

```
+ [ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf :Doctor ;  
  
+ owl:onProperty :assigns ;  
  
+ owl:someValuesFrom :Treatment  
  
+] .
```

```
+ [ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ owl:onProperty :isAppliedBy ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing  
  
+ ] ;
```

```
+ owl:onProperty :isAppliedTo ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing  
  
+] .
```

```
+ [ rdf:type owl:Restriction ;
```

```
+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ owl:onProperty :isAssignedBy ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing  
  
+ ] ;  
  
+ owl:onProperty :isAssignedTo ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing  
  
+] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ owl:onProperty :isDiagnosedWith ;  
  
+ owl:someValuesFrom :Condition  
  
+ ] ;  
  
+ owl:onProperty :isAppliedTo ;  
  
+ owl:someValuesFrom :Treatment  
  
+] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf :Disease ;  
  
+ owl:onProperty [ owl:inverseOf :suffers
```

```
+ ] ;  
  
+ owl:someValuesFrom :SickPerson  
  
+] .  
  
+[ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;  
  
+ owl:onProperty :isAppliedTo ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing  
  
+ ] ;  
  
+ owl:onProperty :isAppliedBy ;  
  
+ owl:someValuesFrom owl:Thing  
  
+] .  
  
+
```

