

# ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΜΕ ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ- ΓΛΩΣΣΕΣ

(από εργασία του μεταπτυχιακού  
φοιτητή Χρήστου Βαβάτσικου)

# Περιεχόμενα

## ▶ **Οντολογίες γενικά**

- Ορισμοί
- Εφαρμογές
- Πρότυπα/Γλώσσες
- Διαχείριση οντολογιών

## ▶ **Semantic Web**

- Εισαγωγή
- Πρότυπα
- Εφαρμογές οντολογιών

## ▶ **Γλώσσες Οντολογιών στο Semantic Web**

- Ιστορική αναδρομή
- Παρουσίαση Γλωσσών
- Σύγκριση Χαρακτηριστικών

# Οντολογίες γενικά

## Ορισμός:

Μια *οντολογία* είναι μια ρητά και τυπικά εκφρασμένη περιγραφή κάποιων εννοιών που ανήκουν σε ένα πεδίο ενδιαφέροντος, καθώς και των σχέσεων που υφίστανται μεταξύ τους.

## Σκοπός:

- Αποδοτική ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ ανθρώπων.
- Επικοινωνία μεταξύ software agents
- Διαλειτουργικότητα
- Επαναχρησιμοποίηση γνώσης πεδίου
- Διευκόλυνση της ανάλυσης της γνώσης πεδίου

# Οντολογίες γενικά

## Εφαρμογές:

- Τεχνητή Νοημοσύνη (κανόνες, σημασιολογικά δίκτυα, πλαίσια, εννοιολογικοί γράφοι κλπ)
- Αναζήτηση και Ανάκτηση Πληροφορίας
- Γλωσσολογία (EDR, WordNet)
- Ανάπτυξη Λογισμικού και ΒΔ (CASE, Object-Oriented programming)
- Βιομηχανία:
  - Φαρμακευτική (SNOMED, UMLS)
  - Προϊόντα και υπηρεσίες (UNSPSC)
  - Ηλεκτρονικό Εμπόριο (B2B, B2C)
  - Διαχείριση Γνώσης (ανταλλαγή εγγράφων)
  - Μηχανική, Βιολογία, Νομική
  - Εννοιολογικό Σχήμα (ANSI)
- Γενικές οντολογίες (Cyc)
- Web (Yahoo!, Amazon, RDF)
- Semantic Web

# Οντολογίες γενικά

## Φορμαλισμοί και Πρότυπα Αναπαράστασης Γνώσης

- **Γενικοί Φορμαλισμοί** (οντολογικά ουδέτεροι)
  - Λογική Πρώτης Τάξης
    - Μεγάλη εκφραστικότητα
    - Απλότητα
  - Knowledge Interchange Format (KIF)
  - Conceptual Graphs (CGs)
- **Οντολογικοί Φορμαλισμοί**
  - Πλαίσια (Frame-based Systems)
  - Περιγραφικές Λογικές (Description Logics)
  - Σημασιολογικά Δίκτυα (Semantic Nets)
  - Θεματικοί Χάρτες (Topic Maps)

# Οντολογίες γενικά

- Γλώσσες/Πρότυπα Οντολογιών
  - OKBC
  - LOOM
  - Ontolingua
  - Protégé
  - CycL
  - OML/CMKL
  - UML
  - XOL

# Οντολογίες γενικά

## Διαχείριση Οντολογιών

### Οντολογίες

- Διαφορετικές πηγές
- Δυναμικές Δομές
- Επαναχρησιμοποίηση

### Εργαλεία για:

- Δημιουργία
- Έλεγχο Ορθότητας
- Επεξεργασία
- Σύνδεση
- Συγχώνευση
- Ευθυγράμμιση
- Versioning

# Semantic Web

- **Syntactic Web:**
  - Η πληροφορία προορίζεται για κατανάλωση από ανθρώπους
- **Semantic Web (Tim Berners-Lee 1999):**
  - Η πληροφορία προορίζεται για κατανάλωση από αυτοματοποιημένες διαδικασίες
  - Επέκταση του τρέχοντος Web με ενσωμάτωση σημασιολογικής περιγραφής (αναγνώσιμης από μηχανές) στο περιεχόμενο των ιστοσελίδων
  - **Απώτερος στόχος:** συνεργασία ετερογενών πρακτόρων λογισμικού για την παροχή εξελιγμένων υπηρεσιών διαχείρισης γνώσης.



# Semantic Web

## Οντολογίες

### Ορισμός (στα πλαίσια του Semantic Web):

Ένα ρητό, τυπικό, αναγνώσιμο από μηχανές σημειολογικό μοντέλο που ορίζει τις κλάσεις (ή τις έννοιες) και τις πιθανές σχέσεις τους σε σχέση με ένα συγκεκριμένο πεδίο εφαρμογής

- Παρέχουν κοινή κατανόηση του περιεχομένου στους πράκτορες λογισμικού που μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους
- Επίλυση προβλημάτων διαφορετικής ορολογίας και ερμηνείας
- **Semantic Web**: ώθηση στην κατασκευή οντολογιών

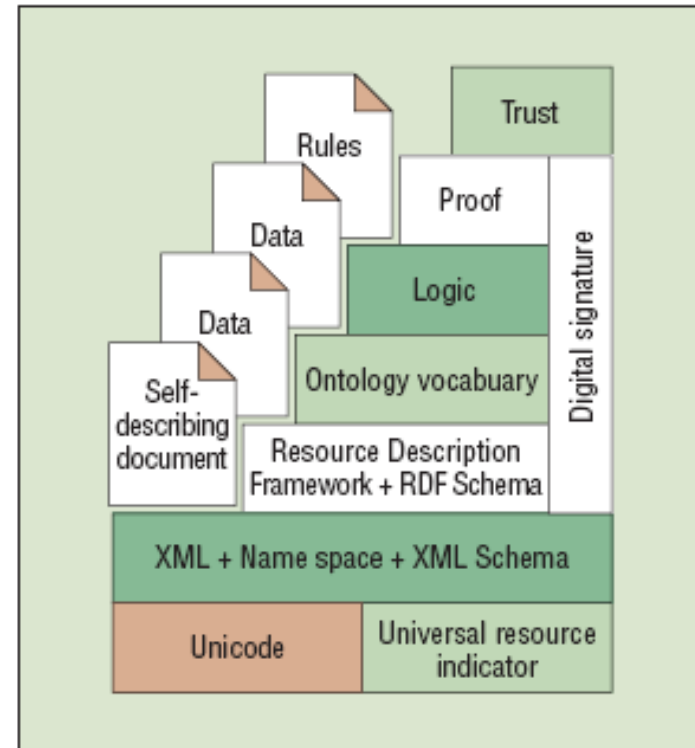
# Οντολογίες στο Semantic Web

## Λογική

- Οντολογία υποσύνολο της λογικής
- Λογική σαν υποσύνολο της οντολογικής συλλογιστικής
- Οντολογία και λογική ξένα μεταξύ τους

## Semantic Web

- Οντολογία: ταξινόμια + απλοί μηχανισμοί συλλογιστικής.



# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## Απαιτήσεις

- ▶ **XML, XMLS, RDF, RDFS:** περιορισμένες εκφραστικές ικανότητες
- ▶ **Απαιτείται η κατασκευή:**
  - Μιας πλήρους γλώσσας οντολογιών και
  - Μιας ισχυρής λογικής γλώσσας εξαγωγής συμπερασμάτων
- ▶ **Απαιτήσεις Γλώσσας Οντολογιών**
  - Συμβατότητα με τα υπάρχοντα πρότυπα του Ιστού (URI, XML, RDF)
  - Εύκολα κατανοητή από ανθρώπους
  - Αρκετά τυπικά καθορισμένη (κατανοητή από μηχανές)
  - Υποστήριξη αυτόματου συλλογισμού για την εξαγωγή συμπερασμάτων
  - Εκφραστικότητα vs. Υπολογιστική Αποδοτικότητα

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## Ιστορική Αναδρομή

- Πρώτη Γλώσσα Αναπαράστασης Γνώσης με χρήση Οντολογιών: SHOE (Simple HTML Ontology Extensions)
- Resource Description Framework (RDF)
- Ontobroker
- OIL
- DAML
- DAML+OIL
- OWL

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## Γλώσσες Οντολογιών

### ▶ SHOE (Simple HTML Ontology Extensions)

- Πρώτη γλώσσα οντολογιών
- Επέκταση της HTML
- Tags που παρέχουν μια δομή για απόκτηση γνώσης
- Σύνδεση σελίδων με οντολογίες (που περιέχονται σε ιστοσελίδες)
- XML ως συντακτικό
- Κανόνες εξαγωγής συμπερασμάτων

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ SHOE (Simple HTML Ontology Extensions) - Παράδειγμα

```
<HTML>
...
<BODY>
<ONTOLOGY ID="cs-dept-ontology" VERSION="1.1"
BACKWARD-COMPATIBLE-WITH="1.0">
<USE-ONTOLOGY ID="univ-ontology" VERSION="1.0" PREFIX="u"
URL="http://ontlib.org/univ_v1.0.html">
...
<DEF-CATEGORY NAME="ComputerScience" ISA="u.ResearchArea">
...
<DEF-RELATION NAME="writtenIn">
<DEF-ARG POS=1 TYPE="Program">
<DEF-ARG POS=2 TYPE="ComputerLanguage">
</DEF-RELATION>
...
<DEF-RENAME FROM="u.Department" TO="Department">
<DEF-RENAME FROM="u.Chair" TO="DepartmentHead">
...
</ONTOLOGY>
</BODY>
</HTML>
```

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ Ontobroker

- Αρχιτεκτονική μεσίτη
- Αποτελείται από:
  - Διεπαφή ερωτημάτων
  - Μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων
  - Webcrawler για τη συλλογή γνώσης από τον Ιστό
  - Γλώσσα αναπαράστασης οντολογιών
  - Γλώσσα χαρακτηρισμού για τον εμπλουτισμό των εγγράφων του Ιστού με οντολογική πληροφορία
  - On2broker

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ Ontobroker - Παράδειγμα

```
<html>
<head><TITLE> Richard Benjamins </TITLE>
<a onto="page:Researcher" > </a>
</head>

<H1> <A HREF="pictures/id-rich.gif" >
<IMG align=middle SRC="pictures/richard.gif" ></A>
<a onto="page[photo=href]"
  HREF="http://www.iiia.csic.es/~richard/pictures/richard.gif" ></a>

<a onto="page[firstName=body]" >Richard</a>
<a onto="page[lastName=body]" >Benjamins </a>
</H1>
<A onto="page[affiliation=body]" HREF="http://www.swi.psy.uva.nl/" >
  Dept. of Social Science Informatics (SWI)</A>
```



# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ RDF Schema (RDFS)

- Πρότυπο W3C
- **RDF**: στοιχειώδεις αρχές μοντελοποίησης
- **RDFS**: Εμπλουτίζει το RDF αναθέτοντας σημασιολογία σε πόρους την οποία δεν μπορεί να εκφράσει το RDF
- Παρέχει πληροφορία για την ερμηνεία των δηλώσεων που έχουν γίνει σε RDF
- Δηλώνει Κλάσεις και Ιδιότητες με ιεραρχική οργάνωση
- Περιορισμένη γλώσσα με μικρή εκφραστική ικανότητα
- Βάση για πιο πολύπλοκες γλώσσες

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

- ▶ RDF Schema (RDFS) - Παράδειγμα

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf= "http://www.w3.org/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xml:base= "http://www.animals.fake/animals#">

<rdfs:Class rdf:ID="animal" />

<rdfs:Class rdf:ID="horse">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#animal"/>
</rdfs:Class>

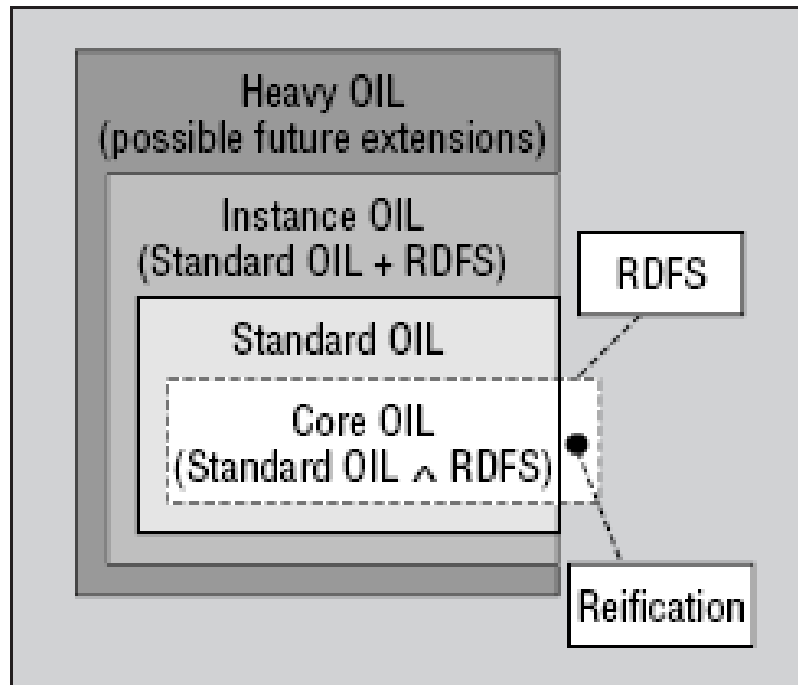
</rdf:RDF>
```

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ OIL (Ontology Inference Layer ή Ontology Interchange Language)

- Ευρωπαίοι ερευνητές (2000)
- Γλώσσα χαρακτηρισμού γενικού σκοπού για το Semantic Web
- Ολοκληρωμένη γλώσσα μοντελοποίησης και αναπαράστασης οντολογιών
- Χρησιμοποιεί:
  - συστήματα που βασίζονται σε πλαίσια,
  - λογικές περιγραφής,
  - πρότυπα του Ιστού (XML, RDF, RDFS)
- Επέκταση του RDFS
- Διαισθητική για τους χρήστες
- Καλά καθορισμένη τυποποιημένη σημασιολογία με καθιερωμένες ιδιότητες συλλογισμού
- Επίπεδα υπο-γλωσσών μικρότερων δυνατοτήτων (*Core OIL*, *Standard OIL*, *Instance OIL* και *Heavy OIL*)

# Επίπεδα της OIL



# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

- ▶ OIL (Ontology Inference Layer ή Ontology Interchange Language) – Παράδειγμα

```
class-def Product
slot-def Price
  domain Product
slot-def ManufacturedBy
  domain Product
class-def PrintingAndDigitalImagingProduct
  subclass-of Product
class-def HPProduct
  subclass-of Product
  slot-constraint ManufacturedBy
    has-value "Hewlett Packard"
class-def Printer
  subclass-of PrintingAndDigitalImagingProduct
slot-def PrinterTechnology
  domain Printer
...
```

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ DAML (DARPA Markup Language)

- Αμερικάνοι ερευνητές (1999)
- W3C, πρότυπο σημασιολογικής γλώσσας για το Semantic Web
  - Γλώσσα οντολογιών (DAML-ONT)
    - επέκταση RDF, RDFS
  - Γλώσσα λογικής (DAML-Logic)
    - έκφραση περιορισμών στην DAML-ONT
    - κανόνες εξαγωγής συμπερασμάτων
- Στηρίζεται σε αρχές :
  - της αντικειμενοστραφούς μοντελοποίησης
  - των συστημάτων πλαισίων
  - των εννοιολογικών σχημάτων

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ DAML (DARPA Markup Language) - Παράδειγμα

```
<Class ID="Thing" >  
  <label>Thing</label>  
  <comment>The most general class in DAML.</comment>  
</Class>
```

```
<Class ID="Nothing" >  
  <comment>the class with no things in it.</comment>  
  <complementOf resource="#Thing"/>  
</Class>
```

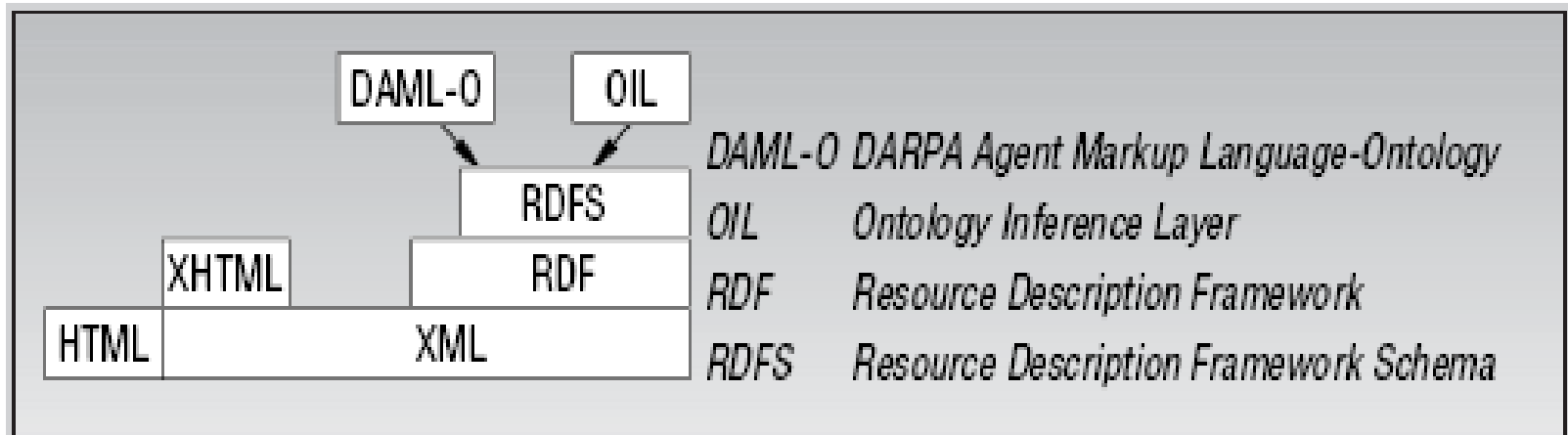
```
<Property ID="disjointWith" >  
  <label>disjointWith</label>  
  <comment>for disjointWith(X, Y) read: X and Y have no members in common.  
</comment>  
  <domain resource="#Class"/>  
  <range resource="#Class"/>  
</Property>
```

# ΣΥΓΚΡΙΣΗ DAML-OIL

- ▶ **Ομοιότητες DAML-OIL:**
  - Υποστηρίζουν ιεραρχίες κλάσεων & ιδιοτήτων
  - Επιτρέπουν τη δημιουργία κλάσεων από άλλες κλάσεις (τελεστές AND, OR, NOT)
  - Επιτρέπουν περιορισμό πεδίου και πλήθους τιμών
  - Υποστηρίζουν μεταβατικές και αντίστροφες ιδιότητες
- ▶ **Διαφορές DAML-OIL:**
  - Η DAML δεν έχει τόσο καλή συμβατότητα με το RDFS όσο η OIL
  - Η DAML δεν παρέχει τόσο καλές δυνατότητες συλλογιστικής όσο η OIL
  - Η DAML δεν μπορεί να κάνει αυτόματη κατηγοριοποίηση αντικειμένων σε κλάσεις



# ΕΠΙΠΕΔΑ ΓΛΩΣΣΩΝ ΙΣΤΟΥ



# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ DAML+OIL

- Συγχώνευση DAML-ONT και OIL
- Βάση της γλώσσας οντολογιών που ετοιμάζε το W3C
- Δική της θεωρία μοντέλων με μορφή Λογικών Περιγραφής
- Η δομή πλαισίων εγκαταλείφθηκε
- Στενή σύνδεση με το RDFS, επέκτασή του με ένα νέο σύνολο αρχών
- Μεγαλύτερη ομοιότητα με OIL
- Πιο στενά συνδεδεμένη με το RDFS απ' ότι η OIL (κάθε οντολογία σε RDFS είναι έγκυρη οντολογία DAML+OIL)
- Πιο ισχυρός μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων από την OIL

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ DAML+OIL - Παράδειγμα

```
<daml:Class rdf:about="#Animal">  
  <rdfs:comment>  
    Animals have exactly two parents, ie:  
  </rdfs:comment>  
  <rdfs:subClassOf>  
    <daml:Restriction daml:cardinality="2">  
      <daml:onProperty rdf:resource="#hasParent"/>  
    </daml:Restriction>  
  </rdfs:subClassOf>  
</daml:Class>
```

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ OWL

- Νέα γλώσσα οντολογιών για το Semantic Web
- Αναπτύχθηκε απο το W3C Web Ontology Working Group
- Βασίζεται στην DAML+OIL, τις Λογικές Περιγραφής και τη δομή Πλαισίων
- Χρησιμοποιεί XML, RDF και RDF Schema
- Συμβατότητα με SHOEX, OIL και DAML+OIL
- **Χαρακτηριστικά:**
  - Δήλωση κλάσεων και ιδιοτήτων και ιεραρχική οργάνωση
  - Ορισμός κλάσεων ως λογικών συνδυασμών άλλων κλάσεων
  - Ορισμός κλάσεων ως απαριθμήσεις αντικειμένων
  - Ορισμός πεδίων ορισμών και τιμών ιδιοτήτων
  - Δήλωση μιας ιδιότητας ως μεταβατικής, συμμετρικής, συναρτησιακής ή αντίστροφης
  - Ορισμός περιορισμών στη συμπεριφορά ιδιοτήτων (τύπος, εύρος τιμών)

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## ▶ OWL - Παράδειγμα

```
<owl:Class rdf:ID="Mammal" >  
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Animal"/>  
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Reptile"/>  
</owl:Class>
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasParent" >  
  <rdfs:domain rdf:resource="#Animal"/>  
  <rdfs:range rdf:resource="#Animal"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

- Προβλήματα:
  - Χρήση XML/RDF μειώνει την αναγνωσιμότητα
  - Συμβατότητα με παλιές τεχνολογίες
  - Απαιτήση μεγάλης εκφραστικότητας
  - Πολλές παραγωγές => υπολογιστική πολυπλοκότητα
- Τρία Είδη:
  - *OWL DL*: Ο πυρήνας, περιλαμβάνει τις αρχές Λογικών Περιγραφής
  - *OWL Lite*: Προσθέτει περιορισμούς στην OWL DL
  - *OWL Full*: Αφαιρεί τους περιορισμούς, πολύ γενική και αόριστη.

# Γλώσσες Οντολογιών για το Semantic Web

## Σύγκριση Χαρακτηριστικών

Feature	RDF	UML	SHOE	OEM	OIL	OWL
<i>Object ID</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Subclass</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Not Subclass</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Basic Typing</i>	+	<b>i</b>	<b>i</b>	+	+	+
<i>Multiple inheritance</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Reification</i>	+	+	-	-	-	+
<i>Partitions</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Instance Attributes</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Class Attributes</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Constraints: Cardinality</i>	-	+	-	-	+	+
<i>Constraints: Ordering</i>	-	<b>i</b>	-	-	-	-
<i>Relationships: Binary</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Relationships: N-ary</i>	-	+	<b>i</b>	-	-	-