

Τμήμα ΜΗΥΠ
ΠΜΣ Υπολογιστική Δεδομένων και
Αποφάσεων (ΥΔΑ)

Γλώσσα Οντολογιών Ιστού:
OWL

Ι. Χατζηλυγερούδης

Γλώσσες Οντολογιών Ιστού

- Επιτρέπουν τη συγγραφή ρητών, αυστηρών εννοιολογικοποιήσεων (conceptualizations) για μοντέλα πεδίων
- Απαιτήσεις
 - Καλά ορισμένη σύνταξη
 - Αποδοτική υποστήριξη συλλογισμών
 - Αυστηρή σημασιολογία
 - Εκφραστική επάρκεια
 - Ευκολία έκφρασης

Γλώσσες Οντολογιών Ιστού- Συλλογισμοί

- Συμμετοχή σε κλάσεις
 - Αν x στιγμιότυπο της C και η C υποκλάση της D , τότε x στιγμιότυπο της D
- Ισοδυναμία κλάσεων
 - Αν η κλάση A είναι ισοδύναμη με την B και η B με την C , τότε η A είναι ισοδύναμη με την C
- Συνέπεια
 - Αν x στιγμιότυπο της A , A υποκλάση της $B \cap D$, A υποκλάση της D , και B και D ξένες μεταξύ τους, τότε έχουμε ασυνέπεια (που πρέπει να ανιχνεύεται)
- Ταξινόμηση
 - Αν συγκεκριμένα ζεύγη ιδιότητας-τιμής αποτελούν ικανή συνθήκη για συμμετοχή σε μια κλάση A , τότε αν ένα μεμονωμένο στοιχείο x τις ικανοποιεί είναι στιγμιότυπο της A

Γλώσσες Οντολογιών- Συλλογισμοί

- Η υποστήριξη συλλογισμών είναι σημαντική διότι επιτρέπει
 - Τον έλεγχο συνέπειας της οντολογίας
 - Τον έλεγχο ανεπιθύμητων σχέσεων ανάμεσα σε κλάσεις
 - Την αυτόματη ταξινόμηση στιγμιοτύπων σε κλάσεις
- Η αυστηρή σημασιολογία και η υποστήριξη συλλογισμών εξασφαλίζεται συνήθως με την αντιστοίχιση σε γνωστούς αυστηρούς φορμαλισμούς (π.χ. ΚΛ) και χρήση αντίστοιχων μεθόδων/εργαλείων αυτόματου συλλογισμού (automated reasoning).
- Στην περίπτωση της OWL ο αντίστοιχος αυστηρός φορμαλισμός είναι μια περιγραφική λογική (description logic-DL) και ο αντίστοιχος μηχανισμός συλλογισμού ένας εκ των π.χ. Pellet, FaCT, RACER κλπ.
- Οι περιγραφικές λογικές είναι υποσύνολα της πλήρους ΚΛ πρώτης τάξεως (ΚΛΠΤ) που εξασφαλίζουν αποδοτική υποστήριξη συλλογισμών.

OWL-Σύνταξη

- Χρησιμοποιεί τη σύνταξη της RDF που στηρίζεται στην XML (RDF/XML)
- Υπάρχουν και άλλες συντακτικές μορφές για την OWL:
 - Βασισμένη στην XML, ανεξάρτητη της RDF/XML
 - Μια αφηρημένη σύνταξη πιο συμπαγής και ευανάγνωστη από τις αντίστοιχες XML και RDF/XML
 - Μια γραφική σύνταξη που στηρίζεται στην UML
- Ένα έγγραφο OWL είναι ένα έγγραφο RDF και αποκαλείται συνήθως *οντολογία OWL*.

OWL-Κεφαλίδα

- Στοιχείο-ρίζα

```
<rdf:RDF
```

```
  xmlns:owl = "http://www.w3.org/2002/07/owl#"
```

```
  xmlns:rdf = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
```

```
  xmlns:rdfs = "http://www.w3.org/2001/01/rdf-schema#"
```

```
  xmlns:xsd = "http://www.w3.org/2001/02/XMLSchema#">
```

- Ισχυρισμοί (assertions)

```
<owl:Ontology rdf:about = "">
```

```
<rdfs:comment>παράδειγμα οντολογίας OWL</rdfs:comment>
```

```
<owl:priorVersion rdf:resource=http://www.mydomain.org/
```

```
  uni-ns-old"/>
```

```
<owl:imports rdf:resource=http://www.mydomain.org/persons"/>
```

```
<rdfs:label>University Ontology</rdfs:label>
```

```
</owl:Ontology>
```

Το owl:imports έχει συνέπειες στο λογικό νόημα της οντολογίας: εισάγει άλλες οντολογίες.

Το owl:imports έχει μεταβατική ιδιότητα.

OWL-Κλάσεις

- Ορίζονται με τη χρήση του στοιχείου owl:Class.

```
<owl:Class rdf:ID="associateProfessor">  
  <rdf:subClassOf rdf:resource="#academicStaffMember"/>  
</owl:Class>
```

Υπερκλάση όλων
owl:Thing

```
<owl:Class rdf:about="#associateProfessor">  
  <owl:disjointWith rdf:resource="#professor"/>  
  <owl:disjointWith rdf:resource="#assistantProfessor"/>  
</owl:Class>
```

Υποκλάση όλων-κενή κλάση
owl:Nothing

```
<owl:Class rdf:ID="faculty">  
  <owl:equivalentClass rdf:resource="#academicStaffMember"/>  
</owl:Class>
```

OWL-ιδιότητες

- Ιδιότητες αντικειμένου
 - Συσχετίζουν αντικείμενα μεταξύ τους (π.χ. `isTaughtBy`, `supervises`)
- Ιδιότητες τύπου δεδομένων
 - Συσχετίζουν αντικείμενα με τιμές ενός τύπου δεδομένων (π.χ. `phone`, `title`, `age`).
 - Η OWL δεν έχει προκαθορισμένους τύπους δεδομένων
 - Επιτρέπει τη χρήση τύπων δεδομένων της XML Schema.

OWL-ιδιότητες

■ Παραδείγματα

Ιδιότητα αντικειμένου

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="isTaughtBy">  
  <rdf:domain rdf:resource="#course"/>  
  <rdf:range rdf:resource="#academicStaffMember"/>  
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#involves"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

Μπορούν να δηλωθούν περισσότερα του ενός πεδία ορισμού και τιμών, οπότε παίρνουμε την τομή τους.

Ιδιότητα τύπου δεδομένων

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="age">  
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema  
    #nonNegativeInteger"/>  
</owl:DatatypeProperty>
```

Οι τύποι δεδομένων χρήστη συλλέγονται σ' ένα σχήμα XML και κατόπιν χρησιμοποιούνται σε μια οντολογία OWL.

OWL-ιδιότητες

Συσχέτιση αντίστροφων ιδιοτήτων

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="teaches">  
  <rdf:domain rdf:resource="#academicStaffMember"/>  
  <rdf:range rdf:resource="#course"/>  
  <owl:inverseOf rdf:resource="#isTaughtBy"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

Ισοδυναμία ιδιοτήτων

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="lecturesIn">  
  <owl:equivalentProperty rdf:resource="#teaches"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

OWL-ιδιότητες

■ Περιορισμοί ιδιοτήτων

```
<owl:Class rdf:about="#firstYearCourse">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty rdf:resource="#isTaughtBy"/>  
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="#Professor"/>  
    </owl:Restriction>  
  </rdfs:subClassOf>  
</owl:Class>
```

Το στοιχείο "owl:allValuesFrom" δηλώνει τις δυνατές τιμές που μπορεί να πάρει η ιδιότητα "isTaughtBy", ως στιγμιότυπα της κλάσης 'Professor'.

ανώνυμη
υπερκλάση

(Τα μαθήματα του πρώτου έτους διδάσκονται μόνο από καθηγητές)

Δηλώνουμε ότι η κλάση 'firstYearCourse' είναι υποκλάση μιας ανώνυμης κλάσης, η οποία συγκεντρώνει όλα τα αντικείμενα που ικανοποιούν κάποιους περιορισμούς.

OWL-ιδιότητες

```
<owl:Class rdf:about="#mathCourse">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty rdf:resource="#isTaughtBy"/>  
      <owl:hasValue rdf:resource="#949318"/>  
    </owl:Restriction>  
  </rdfs:subClassOf>  
</owl:Class>
```

(Όλα τα μαθήματα μαθηματικών διδάσκονται από τον διδάσκοντα με κωδικό 949318-π.χ. John Hatzis)

Το στοιχείο "owl:hasValue" δηλώνει μια συγκεκριμένη τιμή που πρέπει να πάρει η ιδιότητα "isTaughtBy".

OWL-ιδιότητες

```
<owl:Class rdf:about="#academicStaffMember">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty rdf:resource="#teaches"/>  
      <owl:someValuesFrom rdf:resource="#undergradCourse"/>  
    </owl:Restriction>  
  </rdfs:subClassOf>  
</owl:Class>
```

(Όλα τα μέλη του ακαδημαϊκού προσωπικού πρέπει να διδάσκουν τουλάχιστον ένα προπτυχιακό μάθημα)

owl:allValuesFrom → καθολική ποσοτικοποίηση (universal quantification)

owl:someValuesFrom → υπαρξιακή ποσοτικοποίηση (existential quantification)

OWL-ιδιότητες

```
<owl:Class rdf:about="#department">
```

```
  <rdfs:subClassOf>
```

```
    <owl:Restriction>
```

```
      <owl:onProperty rdf:resource="#hasMember"/>
```

```
      <owl:minCardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger"/>
```

```
        10
```

```
      </owl:minCardinality>
```

```
    </owl:Restriction>
```

```
  </rdfs:subClassOf>
```

```
  <rdfs:subClassOf>
```

```
    <owl:Restriction>
```

```
      <owl:onProperty rdf:resource="#hasMember"/>
```

```
      <owl:maxCardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger"/>
```

```
        30
```

```
      </owl:maxCardinality>
```

```
    </owl:Restriction>
```

```
  </rdfs:subClassOf>
```

```
</owl:Class>
```

Ένα στοιχείο "owl:Restriction" περιέχει ένα στοιχείο "owl:onProperty" και μια ή περισσότερες δηλώσεις περιορισμών.

(Ένα τμήμα πρέπει να έχει τουλάχιστον 10 και το πολύ 30 μέλη)

OWL-ιδιότητες

- Το owl:Restriction ορίζει μια ανώνυμη κλάση, που δεν έχει ID και έχει τοπική εμβέλεια.
- Υπάρχουν εν γένει δύο είδη κλάσεων, οι *κανονικές* που ορίζονται μέσω του owl:Class και έχουν ID και οι τοπικές *ανώνυμες* κλάσεις (ως συλλογές αντικειμένων που ικανοποιούν περιορισμούς ή συνδυασμοί κλάσεων), όπως παραπάνω, που ονομάζονται και *εκφράσεις/παραστάσεις κλάσεων* (class expressions).
- Ένα στοιχείο owl:Restriction περιέχει ένα στοιχείο owl:onProperty και μια ή περισσότερες δηλώσεις περιορισμών (owl:allValuesFrom, owl:someValuesFrom, owl:hasValue, owl:minCardinality, owl:maxCardinality)

OWL-ιδιότητες

■ Ειδικές ιδιότητες

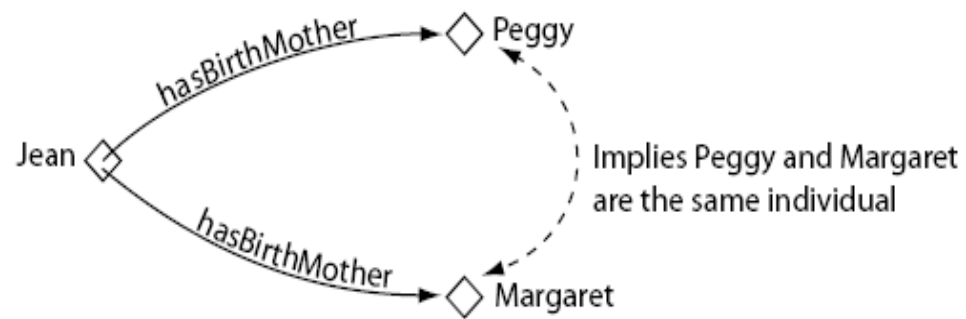
- **owl:TransitiveProperty** (ορίζει μια μεταβατική ιδιότητα: "is taller than", "is ancestor of")
- **owl:SymmetricProperty** (ορίζει μια συμμετρική ιδιότητα: "has same grade as", "is sibling of")
- **owl:FunctionalProperty** (ορίζει μια ιδιότητα με το πολύ μια τιμή για κάθε αντικείμενο: "age", "height")
- **owl:InverseFunctionalProperty** (ορίζει μια ιδιότητα για την οποία δύο διαφορετικά αντικείμενα δεν μπορούν να έχουν την ίδια τιμή: "isTheSocialSecurityNumber")

OWL-ιδιότητες

Παράδειγμα

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasSameGradeAs">  
  <rdf:type rdf:resource="&owl;TransitiveProperty"/>  
  <rdf:type rdf:resource="&owl;SymmetricProperty"/>  
  <rdfs:domain rdf:resource="#student"/>  
  <rdfs:range rdf:resource="#student"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

OWL-ιδιότητες



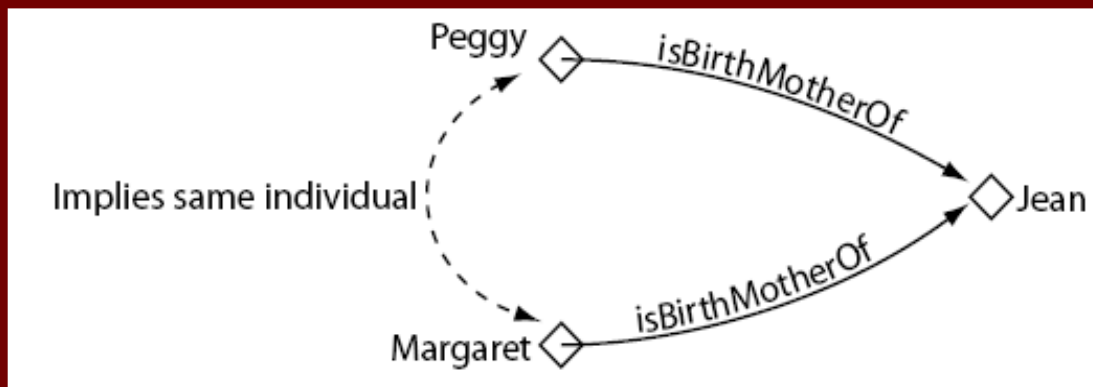
Συναρτησιακές ιδιότητες

- Αν μια ιδιότητα είναι `συναρτησιακή (functional)`, για μια συγκεκριμένη οντότητα, μπορεί να υπάρχει το πολύ μια οντότητα που να σχετίζεται με αυτή την ιδιότητα.
 - Για ένα δεδομένο πεδίο τιμών, το πεδίο ορισμού πρέπει να είναι μοναδικό
- Οι συναρτησιακές ιδιότητες είναι επίσης γνωστές ως **ιδιότητες μοναδικής τιμής**.

OWL-ιδιότητες

Αντίστροφα συναρτησιακές ιδιότητες

- Αν μια ιδιότητα είναι `αντίστροφα συναρτησιακή (inverse functional)`, τότε η αντίστροφή της είναι συναρτησιακή.
 - Για ένα δεδομένο πεδίο ορισμού, το πεδίο τιμών πρέπει να είναι μοναδικό



OWL-ιδιότητες

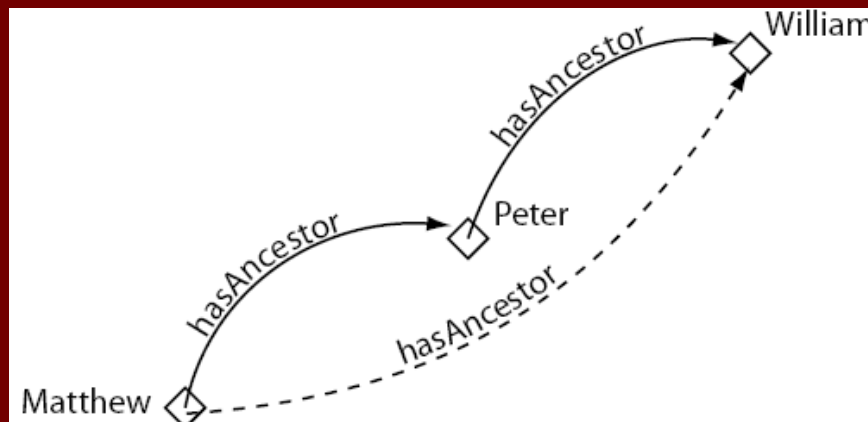
Συναρτησιακές-Αντίστροφα συναρτησιακές ιδιότητες

	domain	range	example
Functional Property	For a given domain	Range is unique	hasFather: A hasFather B, A hasFather C →B=C
InverseFunctional Property	Domain is unique	For a given range	hasID: A hasID B, C hasID B →A=C

OWL-ιδιότητες

Μεταβατικές ιδιότητες

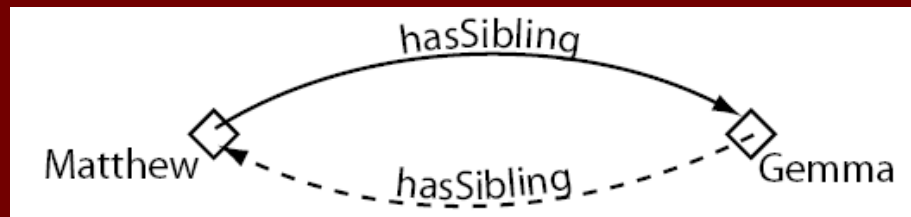
- Αν μια ιδιότητα είναι 'μεταβατική' (transitive) και συσχετίζει την οντότητα A με την οντότητα B και την οντότητα B με την οντότητα Γ, τότε συμπεραίνεται ότι συσχετίζει και την οντότητα A με την Γ.



OWL-ιδιότητες

Συμμετρικές ιδιότητες

- Αν μια ιδιότητα είναι 'συμμετρική' (symmetric) και συσχετίζει την οντότητα A με την οντότητα B, τότε συμπεραίνεται ότι συσχετίζει και την οντότητα B με την A.



OWL-λογικοί συνδυασμοί

Λογικοί συνδυασμοί κλάσεων (ένωση, τομή, συμπλήρωμα)

```
<owl:Class rdf:about="#course">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Class>  
      <owl:complementOf rdf:resource="#staffMember"/>  
    </owl:Class>  
  </rdfs:subClassOf>  
</owl:Class>
```

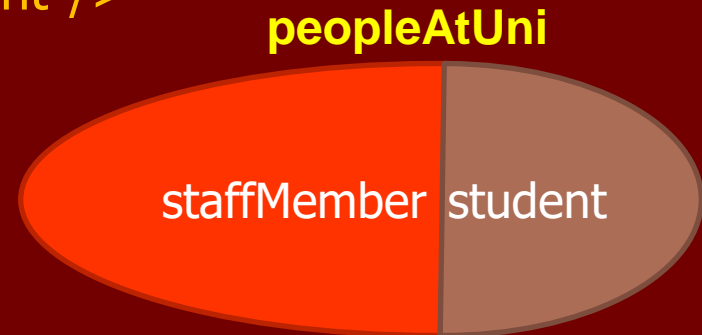


(Κάθε μάθημα είναι στιγμιότυπο του συμπληρώματος των μελών προσωπικού, δηλ. κανένα μάθημα δεν είναι μέλος του προσωπικού, δηλ. η κλάση «μάθημα» και η κλάση «μέλος προσωπικού» είναι ξένες μεταξύ τους)

(Θα μπορούσε εναλλακτικά να χρησιμοποιηθεί το στοιχείο owl:disjointWith)

OWL-λογικοί συνδυασμοί

```
<owl:Class rdf:ID="peopleAtUni">  
  <owl:unionOf rdf:parseType = "Collection">  
    <owl:Class rdf:about = "#staffMember"/>  
    <owl:Class rdf:about="#student"/>  
  </owl:unionOf>  
</owl:Class>
```

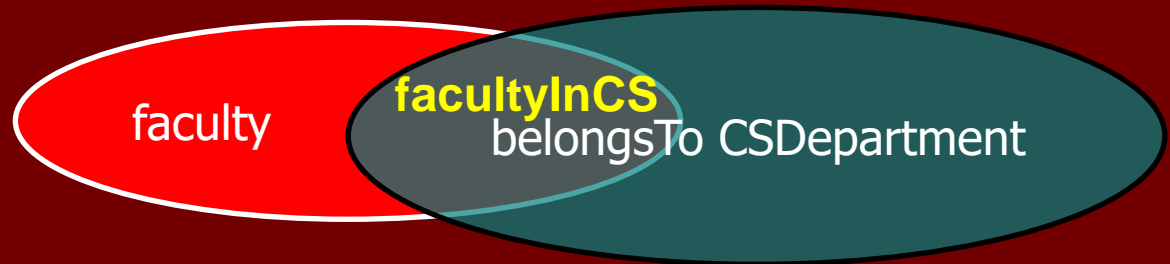


(Δεν δηλώνεται ότι η νέα κλάση είναι υποκλάση της ένωσης, αλλά ίση με την ένωση δύο κλάσεων: περίπτωση ισοδυναμίας κλάσεων. Επίσης δεν δηλώνεται ότι οι δύο κλάσεις πρέπει να είναι ξένες μεταξύ τους, επομένως ένα μέλος της StaffMember μπορεί να είναι και της student).

OWL-λογικοί συνδυασμοί

```
<owl:Class rdf:ID="facultyInCS">  
  <owl:intersectionOf rdf:parseType = "Collection">  
    <owl:Class rdf:about = "#faculty"/>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty rdf:about = "#belongsTo"/>  
      <owl:hasValue rdf:about = "#CSDepartment"/>  
    </owl:Restriction>  
  </owl:intersectionOf>  
</owl:Class>
```

ανώνυμη
κλάση



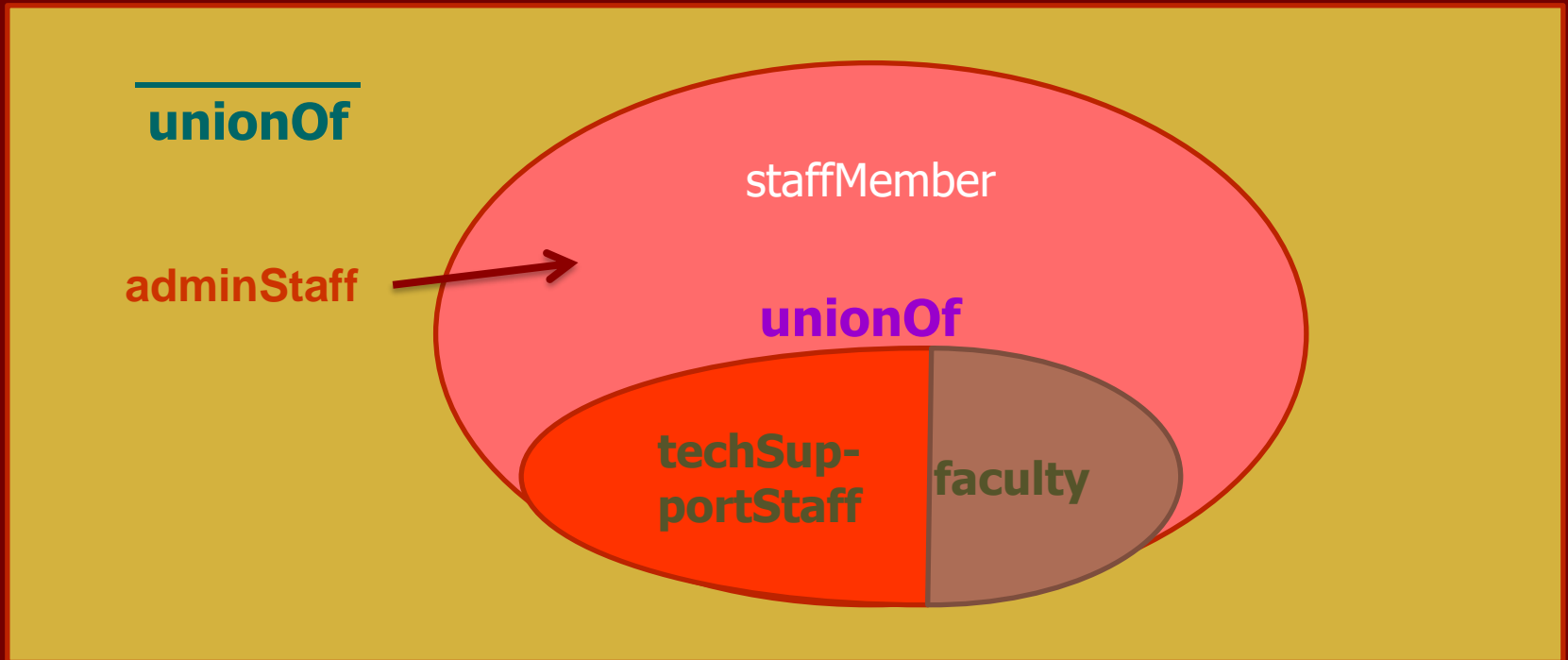
(Δημιουργείται η τομή δύο κλάσεων εκ των οποίων η μία είναι ανώνυμη-αντικείμενα που ανήκουν στο Τμήμα Υπολογιστών- και η άλλη η "faculty", οπότε τελικά προκύπτει το διδακτικό προσωπικό του Τμήματος Υπολογιστών)

OWL- εμφωλευμένοι λογικοί τελεστές

```
<owl:Class rdf:ID="adminStaff">  
  <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">  
    <owl:Class rdf:about="#staffMember"/>  
    <owl:Class>  
      <owl:complementOf>  
        <owl:Class>  
          <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">  
            <owl:Class rdf:about="#faculty"/>  
            <owl:Class rdf:about="#techSupportStaff"/>  
          </owl:unionOf>  
        </owl:Class>  
      </owl:complementOf>  
    </owl:Class>  
  </owl:intersectionOf>  
</owl:Class>
```

Διοικητικό προσωπικό (adminStaff) είναι τα μέλη του προσωπικού (staffMember) που δεν είναι ούτε εκπαιδευτικό (faculty) ούτε τεχνικό προσωπικό (techSupportStaff).

OWL- εμφωλευμένοι λογικοί τελεστές



OWL-απαριθμήσεις

```
<owl:Class rdf:ID="weekdays">  
  <owl:oneOf rdf:parseType = "Collection">  
    <owl:Thing rdf:about = "#Monday"/>  
    <owl:Thing rdf:about = "#Tuesday"/>  
    <owl:Thing rdf:about = "#Wednesday"/>  
    <owl:Thing rdf:about = "#Thursday"/>  
    <owl:Thing rdf:about = "#Friday"/>  
    <owl:Thing rdf:about = "#Saturday"/>  
    <owl:Thing rdf:about = "#Sunday"/>  
  <owl:oneOf>  
</owl:Class>
```

OWL-στιγμιότυπα

Όπως και στην RDF

```
<rdf:Description rdf:ID="949352">  
  <rdf:type rdf:resource = "#academicStaffMember"/>  
</rdf:Description>
```

ή ισοδύναμα

```
<academicStaffMember rdf:ID = "949352"/>
```

ή με περισσότερες λεπτομέρειες

```
<academicStaffMember rdf:ID = "949352"/>  
  <uni:age rdf:datatype = "&xsd;integer">39</uni:age>  
</academicStaffMember>
```

OWL-στιγμιότυπα

- Η owl δεν υιοθετεί την υπόθεση μοναδικών ονομάτων
Π.χ.

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="isTaughtBy">  
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

(Κάθε μάθημα διδάσκεται από το πολύ ένα μέλος προσωπικού)

```
<course rdf:ID="CS4553">  
  <isTaughtBy rdf:resource="#949318"/>  
  <isTaughtBy rdf:resource="#949352"/>  
</course>
```

(Το μάθημα CS4553 διδάσκεται από τους 949318 και 949352)

Η owl δεν δημιουργεί σφάλμα συλλογιστικής. Τα 949318 και 949352 θεωρούνται ως μη διαφορετικά.

OWL-στιγμιότυπα

- Για να εξασφαλίσουμε τη διαφορετικότητα πρέπει να το δηλώσουμε:

```
<lecturer rdf:ID="949318">  
  <owl:differentFrom rdf:resource="#949352"/>  
</lecturer>
```

Ή ομαδικά

```
<owl:AllDifferent>  
  <owl:distinctMembers rdf:parseType="Collection"/>  
    <lecturer rdf:about = "#949318"/>  
    <lecturer rdf:about = "#949352"/>  
    <lecturer rdf:about = "#949311"/>  
  </owl:distinctMembers>  
</owl:AllDifferent>
```

Υπογλώσσες OWL

■ OWL Full

- Χρησιμοποιεί όλα τα θεμελιώδη στοιχεία («κατασκευαστές») της OWL και επιτρέπει το συνδυασμό τους καθ' οιονδήποτε αυθαίρετο τρόπο, μέσω των RDF και RDFS.
- Δυνατότητα αλλαγής νοήματος των θεμελιωδών στοιχείων των RDF και OWL.
- Πλήρως συμβατή με RDF.
 - Κάθε έγκυρο έγγραφο RDF είναι και έγκυρο έγγραφο OWL Full.
 - Κάθε έγκυρο συμπέρασμα σε RDF είναι και έγκυρο συμπέρασμα σε OWL full.
- Προβλήματα αποδοτικότητας συλλογισμών.

Υπογλώσσες OWL

■ OWL DL (*SHOIN^(D)*)

– Περιορισμοί οντολογίας OWL DL

- **Διαμέριση λεξιλογίου (vocabulary partitioning)**. Κάθε πόρος είναι μόνο: κλάση, τύπος δεδομένων, ιδιότητα τύπου δεδομένων, ιδιότητα αντικειμένου, μεμονωμένο στοιχείο, τιμή δεδομένων, τμήμα ενσωματωμένου λεξιλογίου. Π.χ. μια κλάση δεν μπορεί ταυτόχρονα να είναι και μεμονωμένο στοιχείο ή μια ιδιότητα δεν μπορεί να είναι ταυτόχρονα ιδιότητα τύπου και ιδιότητα αντικειμένου.
- **Ρητή τυποποίηση (explicit typing)**. Η διαμέριση πρέπει να δηλώνεται ρητά. Π.χ. αν και

```
<owl:Class rdf:ID="C1"> <rdf:subClassOf rdf:about="#C2"/> </owl:Class>
```

εν τούτοις πρέπει να δηλωθεί ρητά

```
<owl:Class rdf:ID="C2"/>
```
- **Διαχωρισμός ιδιοτήτων**. Τα σύνολα «ιδιότητες αντικειμένων» και «ιδιότητες τύπων» είναι ξένα μεταξύ τους. Οπότε τα παρακάτω δεν μπορούν να οριστούν ως ιδιότητες τύπου δεδομένων: owl:inverseOf, owl:FunctionalProperty, owl:InverseFunctionalProperty, owl:SymmetricProperty

Υπογλώσσες OWL

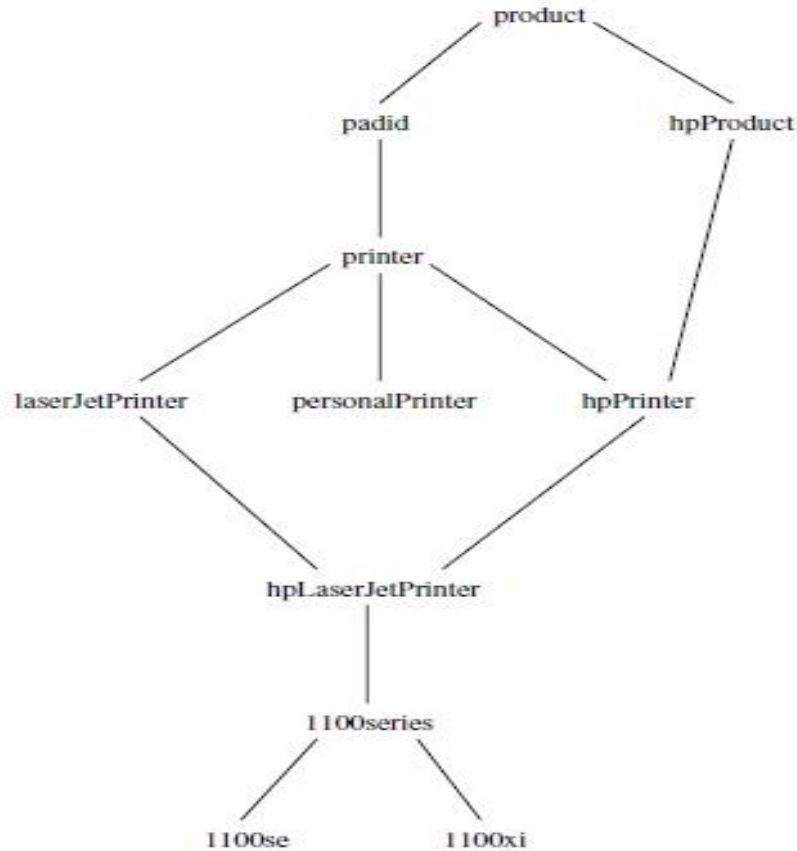
- Περιορισμοί οντολογίας OWL DL (συν.)
 - Απουσία μεταβατικών περιορισμών πληθικότητας. Περιορισμοί πληθικότητας δεν μπορούν να εφαρμοστούν σε μεταβατικές ιδιότητες (ή τις υπεριδιότητές τους που είναι και αυτές μεταβατικές)
 - Περιορισμένες ανώνυμες κλάσεις. Οι ανώνυμες κλάσεις επιτρέπεται να εμφανίζονται μόνο ως πεδίο ορισμού και σύνολο τιμών είτε του στοιχείου `owl:equivalentClass` ή του `owl:disjointWith`, καθώς και ως σύνολο τιμών (αλλά όχι ως πεδίο ορισμού) της ιδιότητας `rdfs:subClassOf`.
- Χάνεται η πλήρης συμβατότητα με την RDF.
 - Ένα έγγραφο RDF θα πρέπει να επεκταθεί με ορισμένους τρόπους και να περιοριστεί με άλλους για να θεωρηθεί έγγραφο OWL DL.
 - Κάθε έγκυρο έγγραφο OWL DL είναι έγκυρο έγγραφο RDF.

Υπογλώσσες OWL

■ OWL Lite ($\mathcal{SHIF}^{\mathcal{D}}$)

- Περιορισμοί οντολογίας OWL Lite (επί πλέον αυτών της OWL DL)
 - Τα στοιχεία («κατασκευαστές») owl:one of, owl:disjointWith, owl:unionOf, owl:complementOf και owl:hasValue δεν επιτρέπονται.
 - Οι προτάσεις πληθικότητας (ελάχιστο, μέγιστο και ακριβές πλήθος) μπορούν να διατυπώνονται μόνο για τις τιμές 0 ή 1 και όχι για αυθαίρετους μη αρνητικούς ακεραίους.
 - Οι προτάσεις owl:equivalentClass δεν μπορούν πλέον να διατυπώνονται μεταξύ ανώνυμων κλάσεων, αλλά μόνο ανάμεσα σε αναγνωριστικά κλάσεων.
 - Κάθε έγκυρη οντολογία OWL Lite είναι έγκυρη οντολογία OWL DL.
 - Κάθε έγκυρο συμπέρασμα σε OWL Lite είναι έγκυρο συμπέρασμα σε OWL DL.

Printers Ontology



Printers Ontology

```
<!DOCTYPE owl [  
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >  
>  
  
<rdf:RDF  
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"  
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"  
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"  
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"  
  xmlns="http://www.cs.vu.nl/~frankh/spool/printer.owl#">  
  
  <owl:Ontology rdf:about="">  
    <owl:versionInfo>  
      My example version 1.2, 17 October 2002  
    </owl:versionInfo>  
  </owl:Ontology>  
  
  <owl:Class rdf:ID="product">  
    <rdfs:comment>Products form a class.</rdfs:comment>  
  </owl:Class>
```

Printers Ontology

```
<owl:Class rdf:ID="padid">
  <rdfs:comment>
    Printing and digital imaging devices
    form a subclass of products.
  </rdfs:comment>
  <rdfs:label>Device</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#product"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="hpProduct">
  <rdfs:comment>
    HP products are exactly those products
    that are manufactured by Hewlett Packard.
  </rdfs:comment>
  <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class rdf:about="#product"/>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#manufactured_by"/>
```

Printers Ontology

```
<owl:hasValue rdf:datatype="&xsd:string">
  Hewlett Packard
</owl:hasValue>
</owl:Restriction>
</owl:intersectionOf>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="printer">
  <rdfs:comment>
    Printers are printing and digital imaging devices.
  </rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#padid"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="personalPrinter">
  <rdfs:comment>
    Printers for personal use form a subclass of printers.
  </rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#printer"/>
</owl:Class>
```

Printers Ontology

```
<owl:Class rdf:ID="hpPrinter">
  <rdfs:comment>
    HP printers are HP products and printers.
  </rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#printer"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#hpProduct"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="laserJetPrinter">
  <rdfs:comment>
    Laser jet printers are exactly those
    printers that use laser jet printing technology.
  </rdfs:comment>
  <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class rdf:about="#printer"/>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#printingTechnology"/>
      <owl:hasValue rdf:datatype="&xsd:string">
        laser jet
      </owl:hasValue>
    </owl:Restriction>
  </owl:intersectionOf>
</owl:Class>
```


Printers Ontology

```
<owl:Class rdf:ID="hpLaserJetPrinter">
  <rdfs:comment>
    HP laser jet printers are HP products
    and laser jet printers.
  </rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#laserJetPrinter"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#hpPrinter"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="1100series">
  <rdfs:comment>
    1100series printers are HP laser jet printers with
    8ppm printing speed and 600dpi printing resolution.
  </rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#hpLaserJetPrinter"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#printingSpeed"/>
      <owl:hasValue rdf:datatype="&xsd:string">
        8ppm
      </owl:hasValue>
    </owl:Restriction>
```

Printers Ontology

```
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty rdf:resource="#printingResolution"/>
    <owl:hasValue rdf:datatype="&xsd:string">
      600dpi
    </owl:hasValue>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="1100se">
  <rdfs:comment>
    1100se printers belong to the 1100 series and cost $450.
  </rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#1100series"/>
  <rdfs:subClassOf>
```

Printers Ontology

```
<owl:Restriction>
  <owl:onProperty rdf:resource-="#price"/>
  <owl:hasValue rdf:datatype="xsd:integer">
    450
  </owl:hasValue>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="1100xi">
  <rdfs:comment>
    1100xi printers belong to the 1100 series and cost $350.
  </rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource-="#1100series"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource-="#price"/>
      <owl:hasValue rdf:datatype="xsd:integer">
        350
      </owl:hasValue>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

Printers Ontology

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="manufactured_by">
  <rdfs:domain rdf:resource="#product"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="price">
  <rdfs:domain rdf:resource="#product"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd;nonNegativeInteger"/>
</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="printingTechnology">
  <rdfs:domain rdf:resource="#printer"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="printingResolution">
  <rdfs:domain rdf:resource="#printer"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
```

Printers Ontology

```
</owl:DatatypeProperty>  
  
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="printingSpeed">  
  <rdfs:domain rdf:resource="#printer"/>  
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>  
</owl:DatatypeProperty>  
  
</rdf:RDF>
```