

Resource Description Framework

Μανόλης Γεργατσούλης

Χρήστος Παπαθεοδώρου

Ομάδα Βάσεων Δεδομένων και Πληροφοριακών
Συστημάτων, Τμήμα Αρχιτεκτονικής – Βιβλιοθηκονομίας

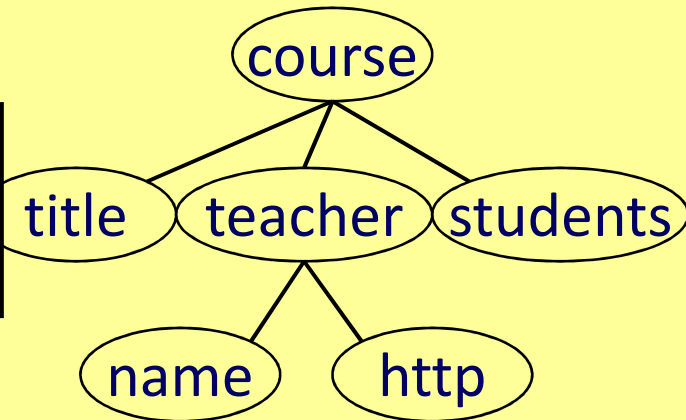
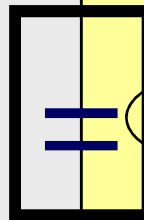
Ιόνιο Πανεπιστήμιο



XML: document = δέντρο με ετικέτες

- κόμβος = ετικέτα + γνωρ./τιμές + περιεχόμενα

```
<course date="...">  
  <title>...</title>  
  <teacher>...</teacher>  
    <name>...</name>  
    <http>...</http>  
  <students>...</students>  
</course>
```



- **XML Schema:** γραμματικές για περιγραφή εγκύρων δέντρων και τύπων δεδομένων
- Ερώτημα: γιατί να μην χρησιμοποιήσουμε XML για να αναπαραστήσουμε σημασιολογία;

Η σύνταξη σε αντίθεση με τη σημασιολογία

- **Σύνταξη**: η δομή των δεδομένων.
- **Σημασιολογία**: η σημασία των δεδομένων.
- Δύο συνθήκες απαραίτητες για διαλειτουργικότητα:
 - Υιοθέτηση **κοινής σύνταξης**: επιτρέπει στις διάφορες εφαρμογές να *αναλύουν συντακτικά (parse)* τα δεδομένα.
 - Υιοθέτηση ενός **μέσου κατανόησης** της σημασιολογίας: επιτρέπει στις διάφορες εφαρμογές να *χρησιμοποιούν* τα δεδομένα.
- Η XML δεν παρέχει τα απαραίτητα μέσα για την περιγραφή της σημασιολογίας.



Τι είναι η RDF ;

- Η **RDF** (**R**esource **D**escription **F**ramework) είναι ένα μοντέλο δεδομένων
 - ανεξάρτητο από το πεδίο εφαρμογής, και ανεξάρτητο από συγκεκριμένη εφαρμογή,
 - μπορεί να ειπωθεί σαν ένας *κατευθυνόμενος γράφος* με ετικέτες.
- Το μοντέλο δεδομένων της RDF είναι ένα αφηρημένο, εννοιολογικό επίπεδο ανεξάρτητο από την XML
 - επομένως, η XML μπορεί να παρέχει τη σύνταξη για την RDF, αλλά δεν είναι συστατικό της RDF
 - τα RDF δεδομένα είναι πιθανόν να μην εμφανίζονται ποτέ σε μορφή XML.

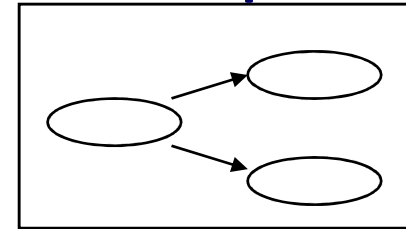
Αναπαραστάσεις της RDF

XML Encoding

```
<rdf:RDF ..... >  
  <... >  
  <... >  
</rdf:RDF>
```

Κατάλληλη για
μηχανική
επεξεργασία

Graph



Κατάλληλη
για χρήση από
ανθρώπους

Μοντέλο
Δεδομένων
RDF

Triples

```
stmt(docInst, rdf_type, Document)  
stmt(personInst, rdf_type, Person)  
stmt(inroomInst, rdf_type, InRoom)  
stmt(personInst, holding, docInst)  
stmt(inroomInst, person, personInst)
```

Κατάλληλη για
συμπερασματολογία

*Η RDF είναι μια απλή
γλώσσα για την
δημιουργία
αναπαραστάσεων που
βασίζονται σε γράφους*

Το μοντέλο της RDF

- Αποτελείται από ένα σύνολο **δηλώσεων** (statements).
- Μια **δήλωση RDF** (RDF statement) συνίσταται από

Πόρους (resources) (= κόμβοι)

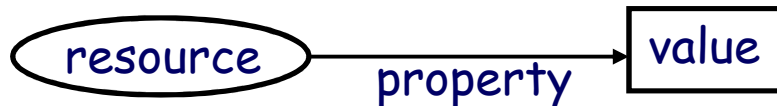
οι οποίοι έχουν **ιδιότητες** (properties)

οι οποίες έχουν **τιμές** (values) (=κόμβοι, strings)

= **υποκείμενο** (subject)

= **κατηγορημα** (predicate)

= **αντικείμενο** (object)



Παράδειγμα: "http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/ has creator Ora Lassila"

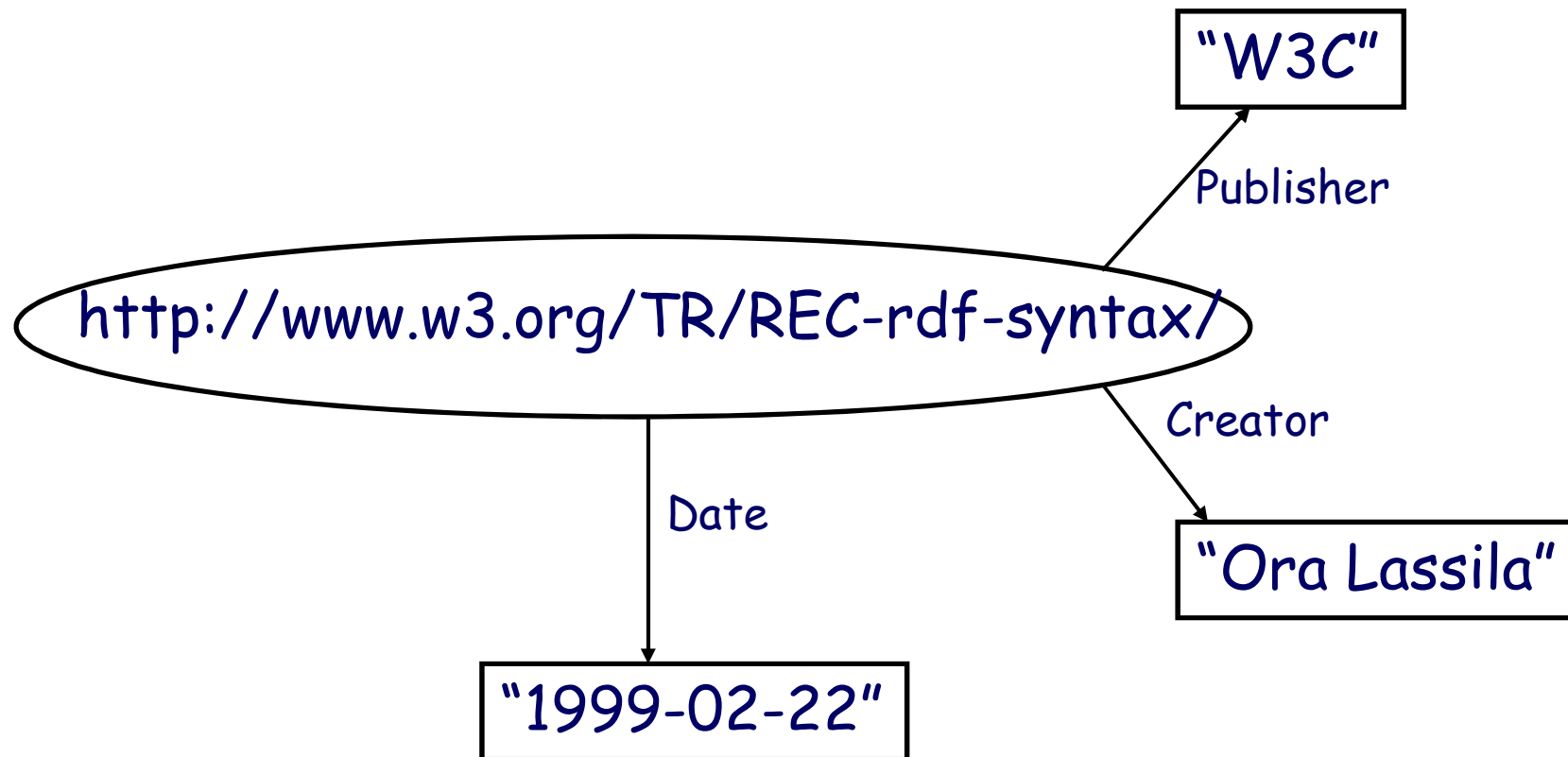


Το μοντέλο της RDF (συνέχεια)

- Οι δηλώσεις περιγράφουν ιδιότητες **πόρων** (**resources**) του web
- Ένας πόρος είναι κάθε αντικείμενο το οποίο μπορεί να αντιστοιχηθεί σε ένα **URI**:
 - Ένα τεκμήριο, μια εικόνα, μια παράγραφος στο Web, ...
 - Π.χ., <http://www.ionio.gr/~manolis/index.html>
 - Ένα βιβλίο στη βιβλιοθήκη, ένα υπαρκτό πρόσωπο (?)
 - isbn://5031-4444-3333
 - ...
- Οι ιδιότητες είναι επίσης πόροι (URIs)

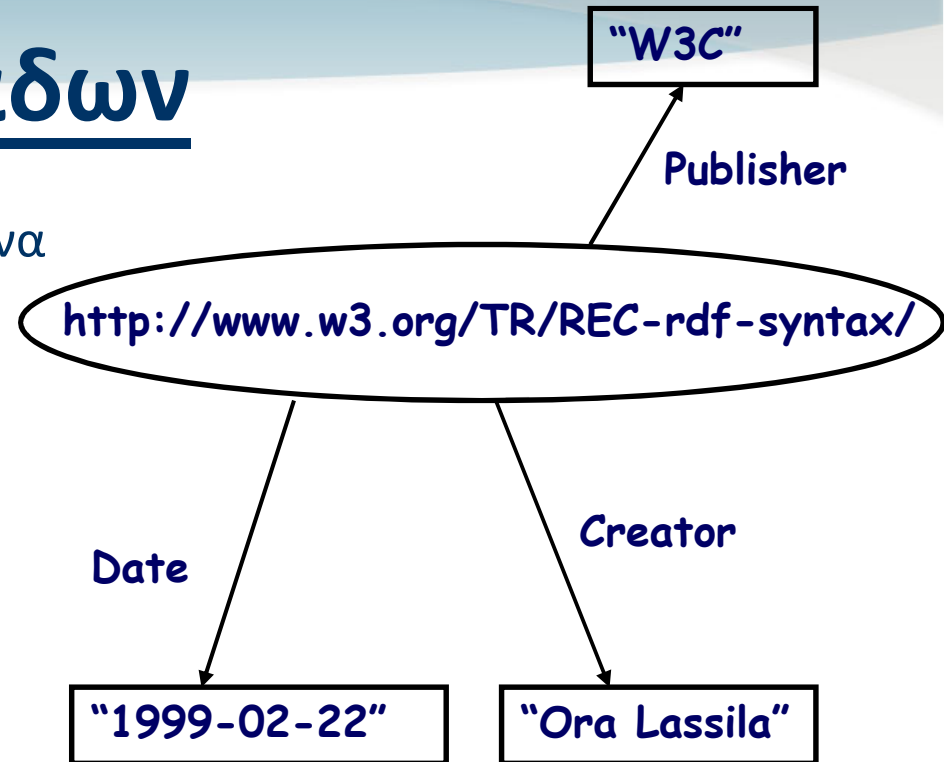
Παράδειγμα στο RDF μοντέλο

"http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/ was created at 1999-02-22, its creator is Ora Lassila and its publisher is W3C"



Αναπαράσταση τριάδων

- Η RDF μπορεί να κωδικοποιηθεί σαν ένα σύνολο **τριάδων** (triples):
<subject> <predicate> <object>.
- Κάθε τριάδα αντιστοιχεί σε ένα βέλος στο γράφο.
- Η αναπαράσταση τριάδων του διπλανού γράφου είναι η ακόλουθη:



`http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax Publisher "W3C"`.

`http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax Date "1999-02-22"`.

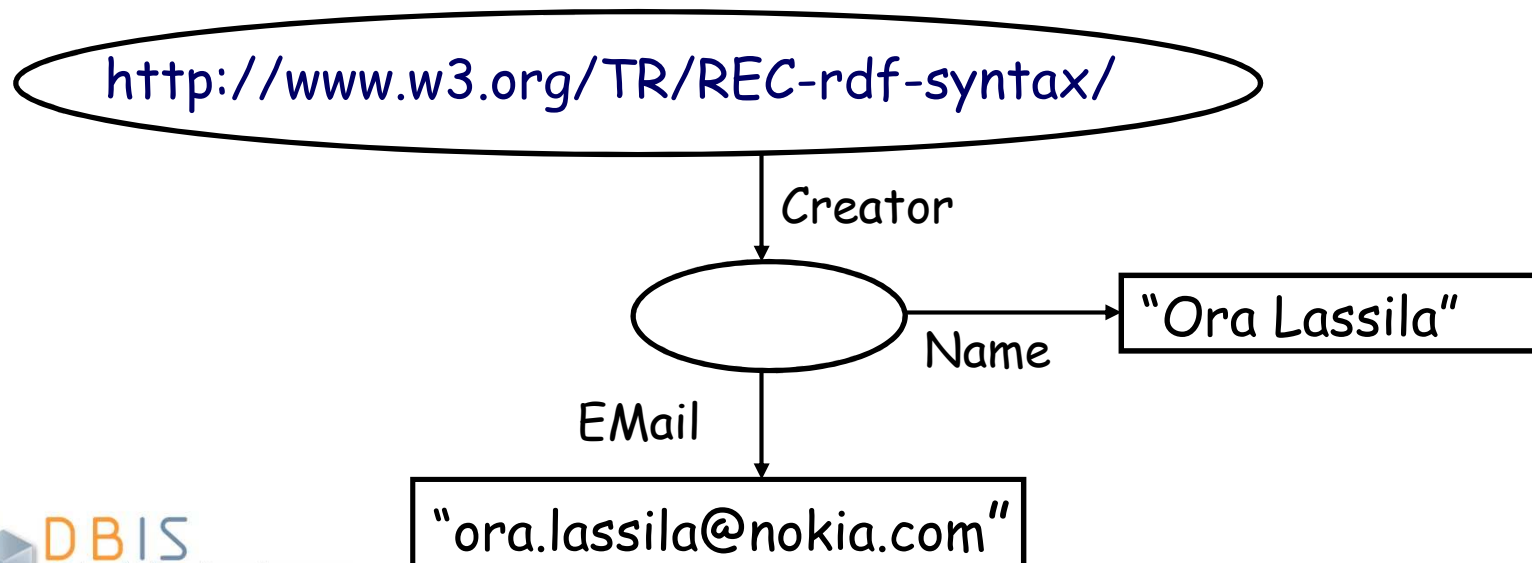
`http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax Creator "Ora Lassila"`.

Αναπαράσταση τριάδων (συνέχεια)

- Οι τριάδες RDF έχουν μια από τις ακόλουθες μορφές:
 - `<URI> <URI> <URI>`
 - `<URI> <URI> <συμβολοσειρά σε εισαγωγικά>`
- Οι τριάδες μπορούν εύκολα να αναπαρασταθούν με λογική
 - Όπου το `<subject> <predicate> <object>` γίνεται:
 - `<predicate>(<subject>,<object>)`
 - Ενώ ο τύπος `(<S>,<O>)` γίνεται `<O>(<S>)`
 - παράδειγμα:
 - `subclass(man,person)`
 - `sex(man,male)`
 - `domain(sex,animal)` ; Σημείωση: για απλότητα δεν
 - `man(adam)` ; εμφανίζουμε τα πραγματικά
 - `age(adam,100)` ; URIs
- Οι τριάδες μπορούν εύκολα να αποθηκευτούν και να διαχειριστούν από ένα σχεσιακό DBMS
 - Η επίπεδη φύση των τριάδων ταιριάζει με φυσικό τρόπο με τις σχεσιακές ΒΔ.

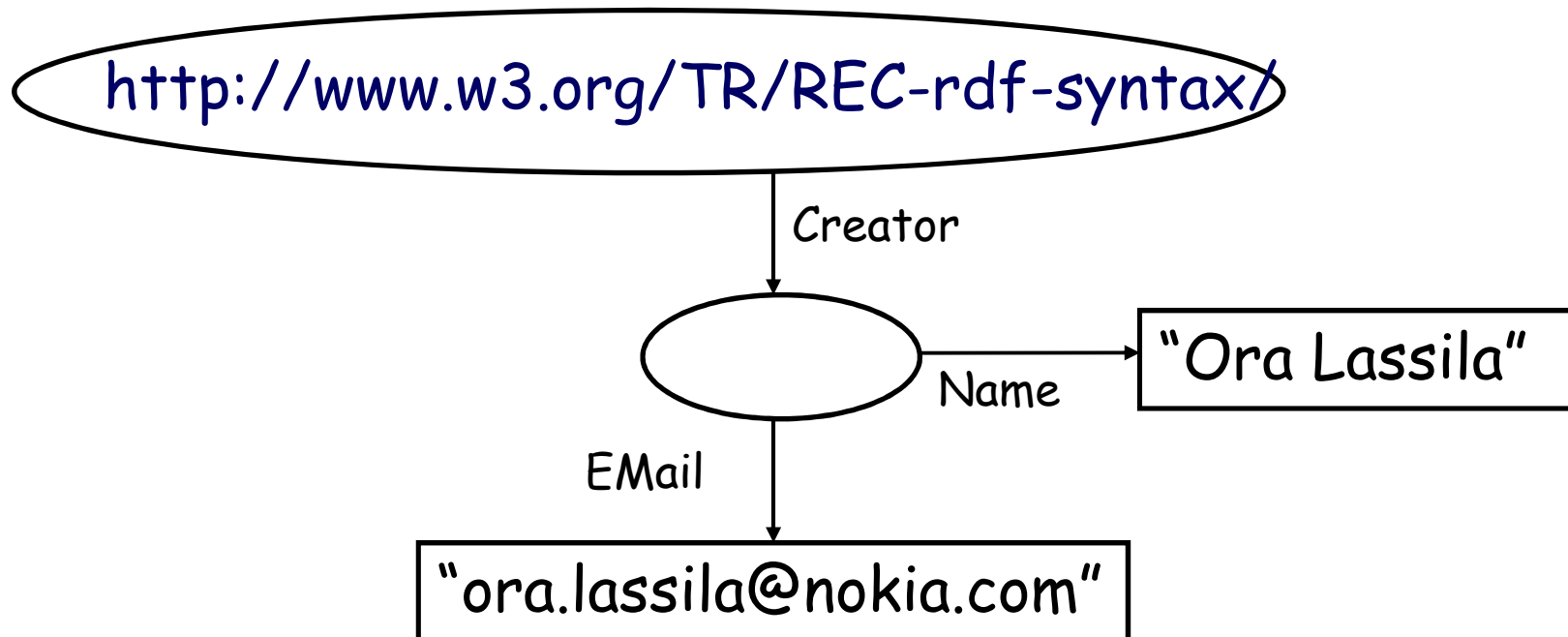
Δομημένες τιμές

- Μέχρι τώρα, οι τιμές των ιδιοτήτων ήταν ακολουθίες χαρακτήρων (strings).
- Ένας κόμβος του γράφου (που αντιστοιχεί σε ένα πόρο) μπορεί επίσης να είναι η τιμή μιας ιδιότητας
 - είναι πιθανές εξαιρετικά πολύπλοκες δομές δέντρων ή γράφων
 - συντακτικά, οι τιμές μπορεί να είναι εμφυτευμένες ή να αναφέρονται.
- Παράδειγμα: "The individual whose name is Ora Lassila and whose email is ora.lassila@nokia.com is the creator of <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>"



Δομημένες τιμές (συνέχεια)

- Αντίστοιχες τριάδες:
 - `http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/`, Creator, `_:X`.
 - `_:X`, Name, "Ora Lassila".
 - `_:X`, EMail, "ora.lassila@nokia.com".

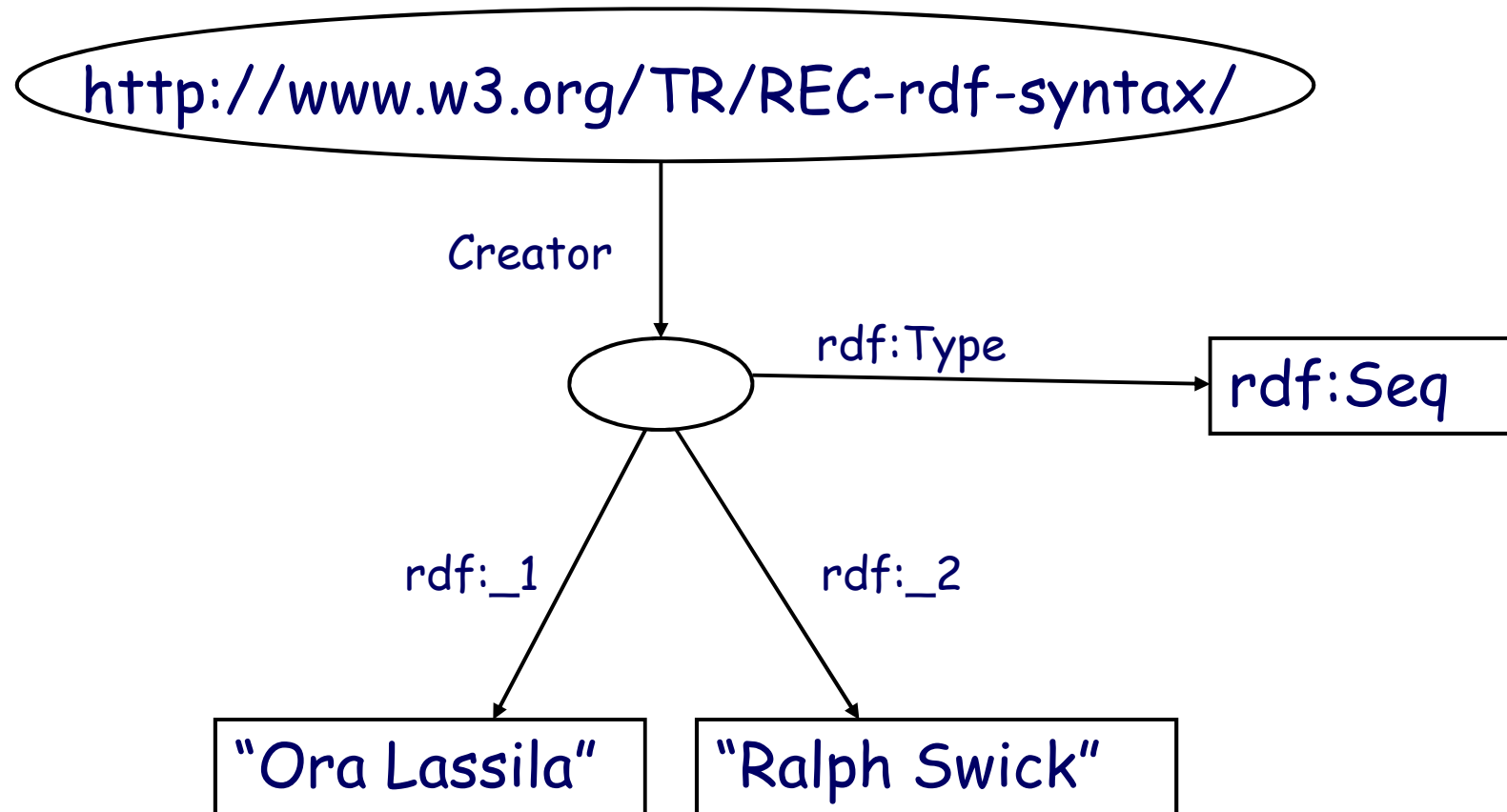


Περιβλήματα

- Τα περιβλήματα (Containers) στην RDF χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση συλλογών από πόρους
 - επιτρέπουν ομαδοποίηση των πόρων (ή των τιμών).
- Έναι δυνατό να διατυπώσουμε δηλώσεις που αναφέρονται σε ένα περίβλημα (σαν ολότητα) ή στα ξεχωριστά μέλη του.
- Η RDF παρέχει τρεις διαφορετικούς τύπους περιβλημάτων:
 - `bag` – συλλογή χωρίς διάταξη
 - `seq` – διατεταγμένη συλλογή (= “sequence”)
 - `alt` – αναπαριστά εναλλακτικές τιμές.
- Επιτρέπονται επαναλαμβανόμενες τιμές
 - δεν υπάρχει μηχανισμός που να επιβάλλει περιορισμούς μοναδικότητας των τιμών.
- Είναι δυνατόν να δημιουργηθούν συλλογές με βάση URI πρότυπα
 - για παράδειγμα, όλα τα αρχεία σε ένα συγκεκριμένο web site.

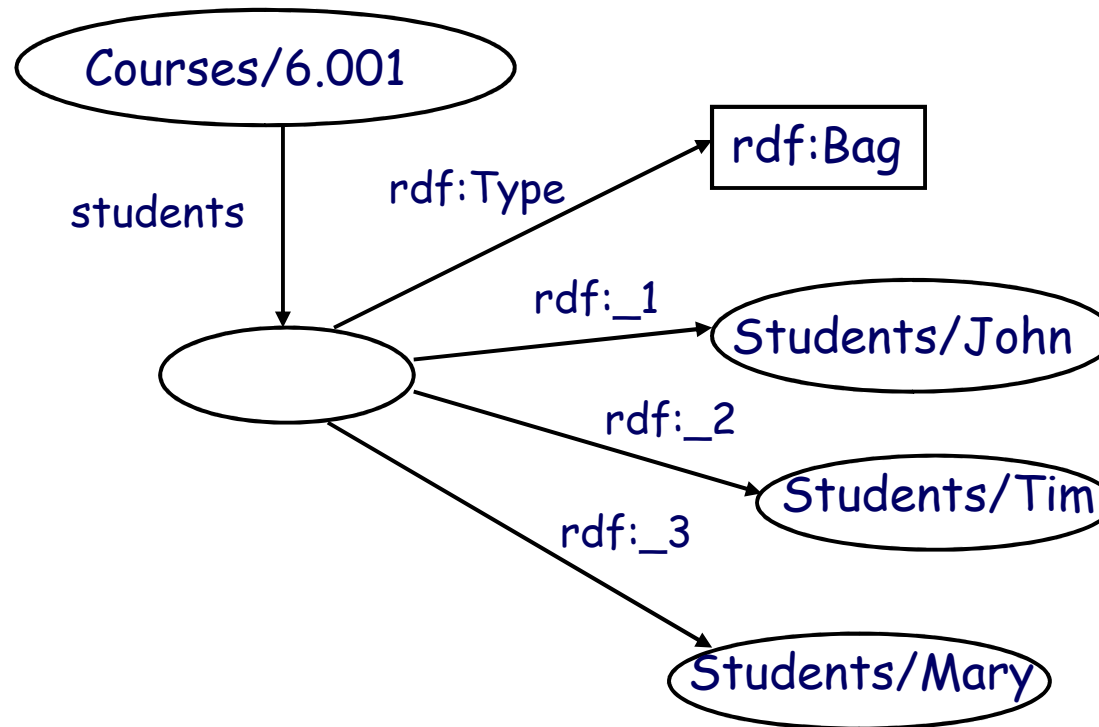
Περιβλήματα (συνέχεια)

"http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/ has as creator(s) Ora Lassila and Ralph Swick"



Περιβλήματα (συνέχεια)

"The students in course 6.001 are John, Tim and Mary"



Η RDF/XML σύνταξη

- Το μοντέλο δεδομένων RDF παρέχει ένα αφηρημένο, εννοιολογικό πλαίσιο για τον ορισμό και τη χρήση μεταδεδομένων.
- Μια συγκεκριμένη σύνταξη είναι όμως απαραίτητη για τη δημιουργία και την ανταλλαγή των μεταδεδομένων.
- Η XML μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν τέτοια σύνταξη.
- Η RDF επίσης απαιτεί τη χρήση χώρων ονομάτων XML για να συνδέει με ακρίβεια κάθε ιδιότητα (property) με το σχήμα που ορίζει αυτήν την ιδιότητα.
- Ορίζονται δύο τρόποι σύνταξης βασισμένοι στην XML για τη κωδικοποίηση ενός στιγμιότυπου του RDF μοντέλου δεδομένων:
 - η **σειριακή σύνταξη** (serialization syntax): εκφράζει τις πλήρεις δυνατότητες του μοντέλου με έναν συστηματικό τρόπο
 - η **συντετμημένη σύνταξη** (abbreviated syntax): παρέχει επιπλέον δομές οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα αναπαράστασης ενός υποσυνόλου του μοντέλου με έναν πιο συμπαγή τρόπο
 - οι διερμηνείς RDF υποστηρίζουν και τους δύο τρόπους σύνταξης.

Βασική σειριακή σύνταξη

- Η RDF XML σύνταξη έχει σχεδιαστεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ομαδοποιεί πολλαπλές δηλώσεις για τον ίδιο πόρο σε ένα στοιχείο με ετικέτα *Description*.

<http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8">
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:s="http://description.org/schema">
  <rdf:Description about =
    'http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/'>
    <s:creator>Ora Lassila</s:creator>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

creator

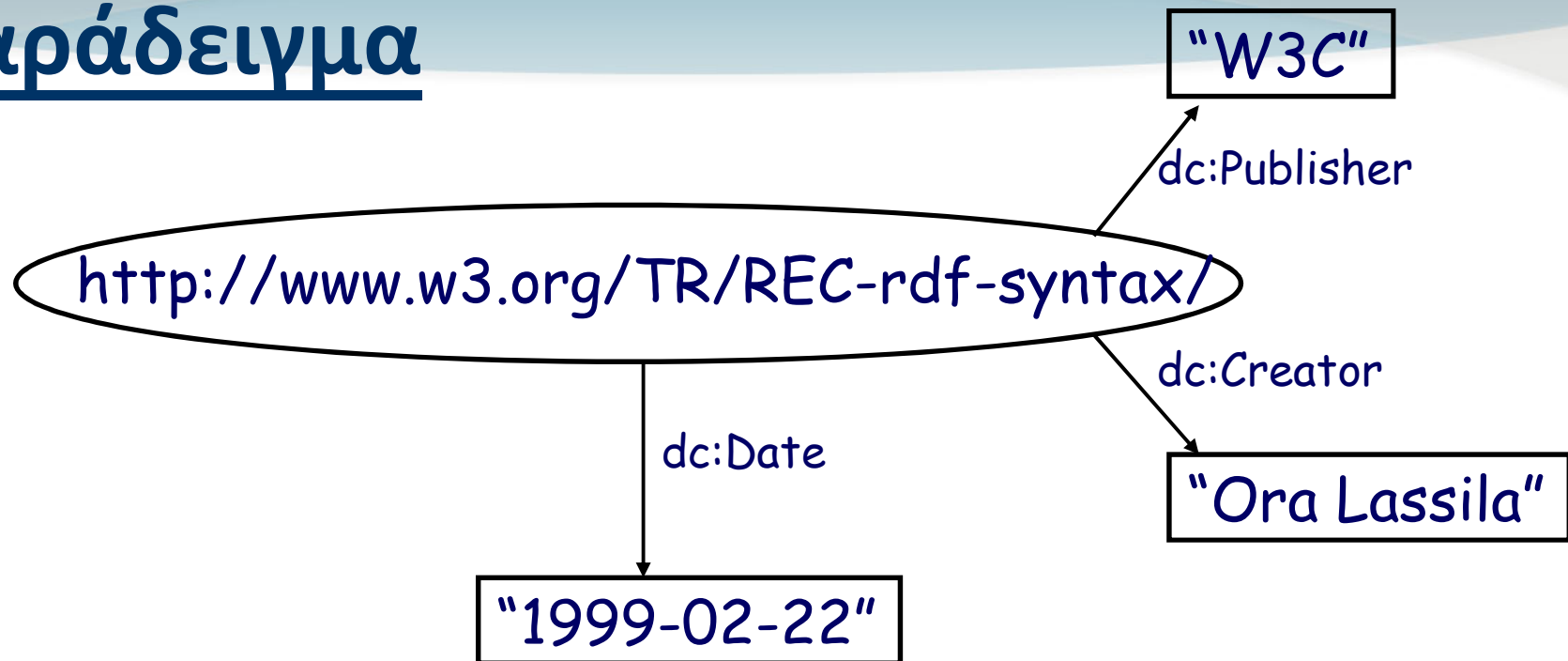
"Ora Lassila"

Υποκείμενο

Κατηγορία

Αντικείμενο

Παράδειγμα



```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description about = "http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/">
    <dc:publisher>W3C</dc:publisher>
    <dc:creator>Ora Lassila</dc:creator>
    <dc:date>1999-02-22</dc:date>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

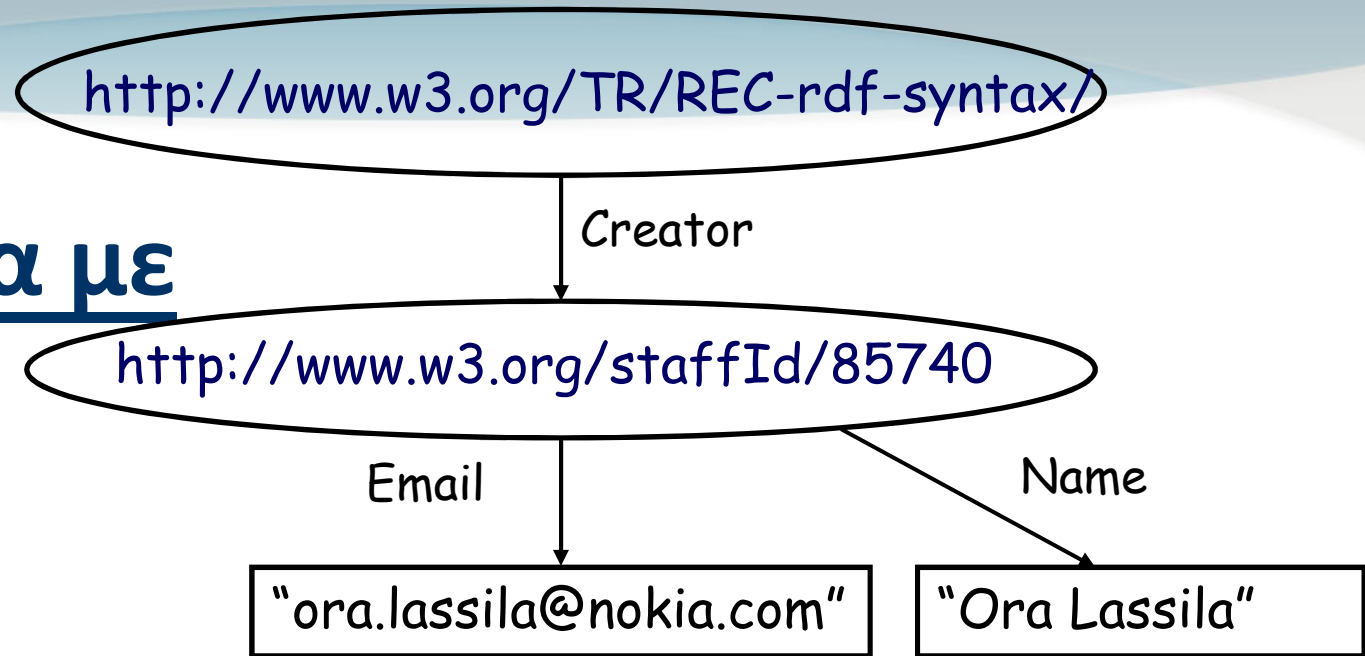
Βασική συντετμημένη σύνταξη

- 1η σύντμηση: αφορά ιδιότητες οι οποίες δεν επαναλαμβάνονται εντός ενός στοιχείου *Description*
 - μπορούν να γραφούν σαν γνωρίσματα της XML επισυναπτόμενα στο στοιχείο *Description*

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="..." xmlns:dc="...">
  <rdf:Description about = "http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/">
    <dc:publisher>W3C</dc:publisher>
    <dc:creator>Ora Lassila</dc:creator>
    <dc:date>1999-02-22</dc:date>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

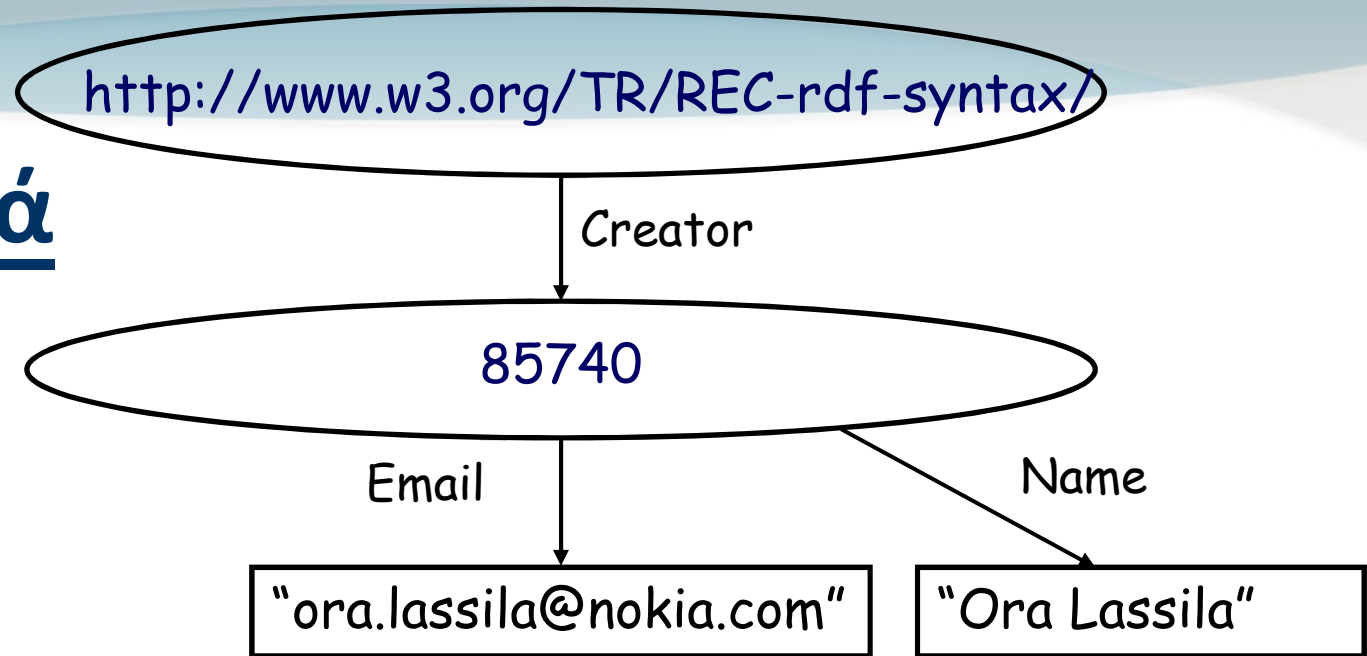
```
<rdf:RDF xmlns:rdf="..." xmlns:dc="...">
  <rdf:Description about="http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/"
    dc:publisher="W3C"
    dc:creator="Ora Lassila"
    dc:date="1999-02-22" />
</rdf:RDF>
```

Παράδειγμα με αναφορές



```
<rdf:RDF xmlns:rdf="..." xmlns:s="...">
  <rdf:Description about = "http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/">
    <s:Creator rdf:resource="http://www.w3.org/staffId/85740" />
  </rdf:Description>
  <rdf:Description about="http://www.w3.org/staffId/85740" >
    <s:Name>Ora Lassila</s:name>
    <s:Email>ora.lassila@nokia.com</s:Email>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Εναλλακτικά με rdf:ID



```
<rdf:RDF xmlns:rdf="..." xmlns:s="...">
  <rdf:Description about = "http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/">
    <s:Creator rdf:resource="#85740" />
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:ID="#85740" >
    <s:Name>Ora Lassila</s:name>
    <s:Email>ora.lassila@nokia.com</s:Email>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Συντετμημένη σύνταξη (συνέχεια)

- 2η σύντμηση: αφορά εμφωλευμένα στοιχεία *Description*

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="..." xmlns:s="...">
  <rdf:Description about="http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/">
    <s:Creator>
      <rdf:Description about="http://www.w3.org/staffId/85740" />
        <s:Name>Ora Lassila</s:name>
        <s:Email>ora.lassila@nokia.com</s:Email>
      </rdf:Description>
    </s:Creator>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

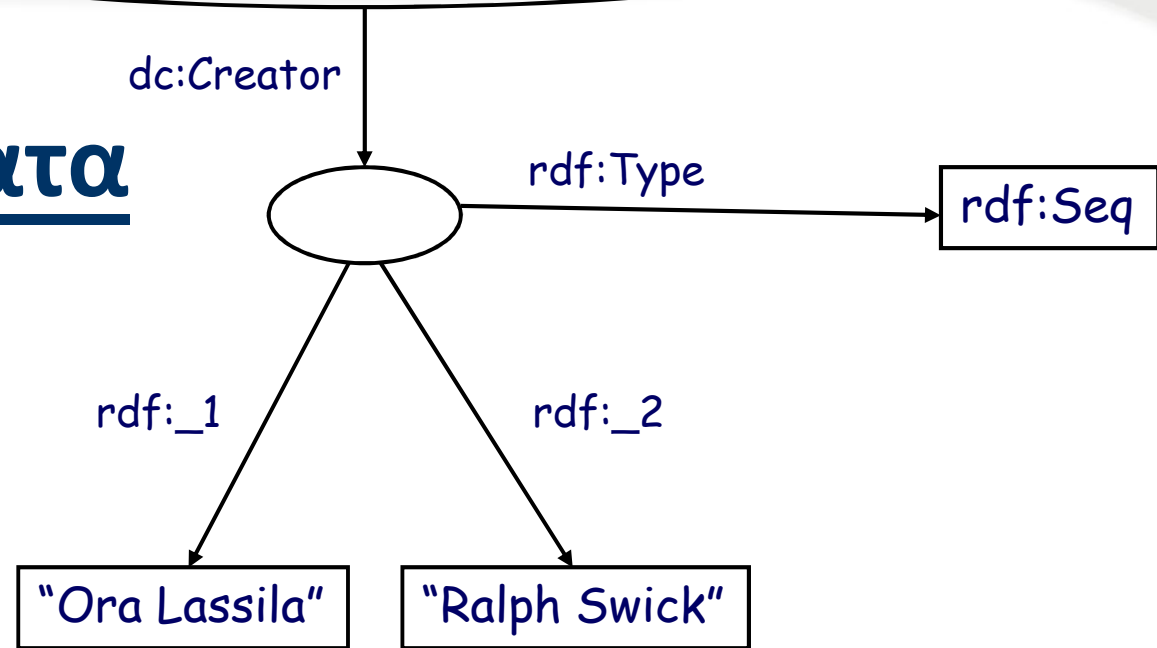
```
<rdf:RDF xmlns:rdf="..." xmlns:s="...">
  <rdf:Description about="http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/">
    <s:Creator rdf:resource="http://www.w3.org/staffId/85740"
      s:Name="Ora Lassila"
      s:Email="ora.lassila@nokia.com" />
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

RDF XML

σύνταξη

για περιβλήματα

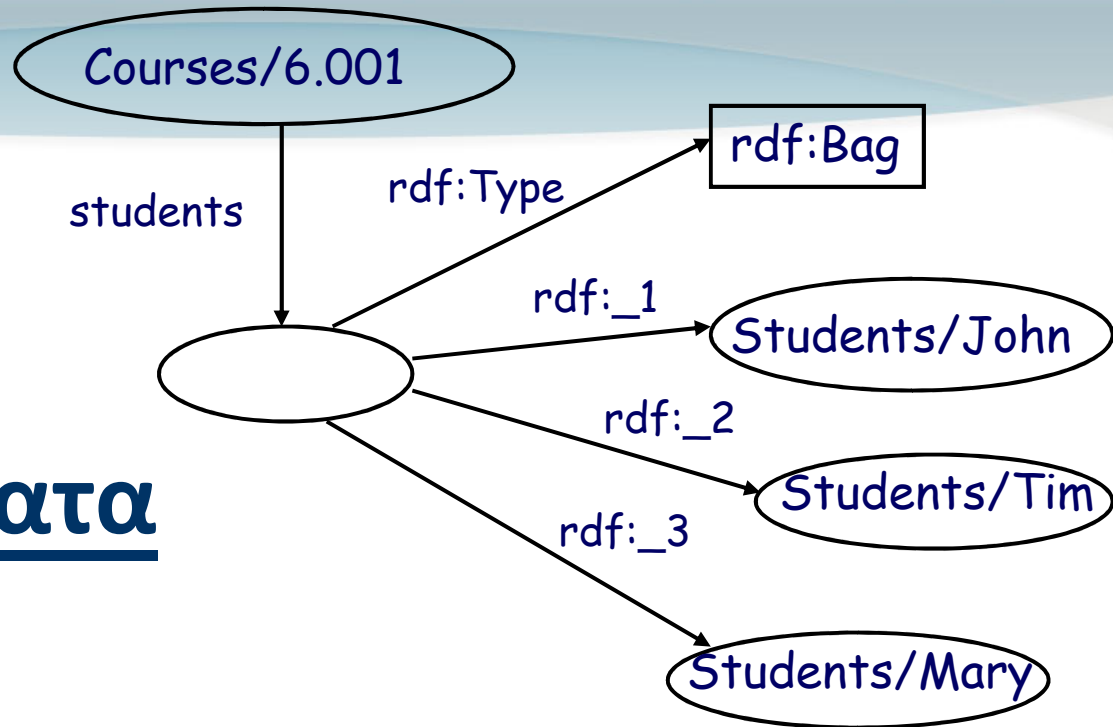
<http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>



```
<rdf:RDF xmlns:rdf="..." xmlns:dc="...">  
  <rdf:Description about = "http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/">  
    <dc:creator>  
      <rdf:Seq>  
        <rdf:li>Ora Lassila</rdf:li>  
        <rdf:li>Ralph Swick</rdf:li>  
      </rdf:Seq>  
    </dc:creator>  
  </rdf:Description>  
</rdf:RDF>
```

Τιμές

RDF XML σύνταξη για περιβλήματα

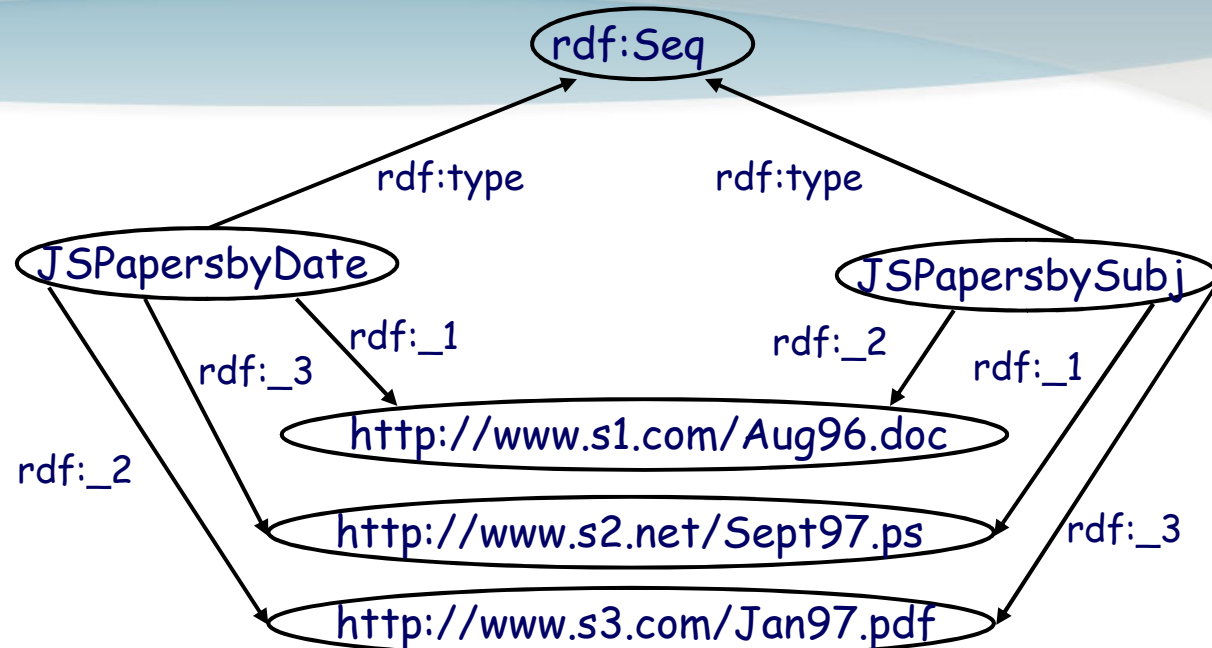


```
<rdf:RDF xmlns:rdf="..." xmlns:s="...">
  <rdf:Description about = "Courses/6.001/">
    <s:students>
      <rdf:Bag>
        <rdf:li resource="Students/John" />
        <rdf:li resource="Students/Tim" />
        <rdf:li resource="Students/Mary" />
      </rdf:Bag>
    </s:students>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Αναφορές σε
πόρους

Παράδειγμα

- Ένας πόρος μπορεί να είναι τιμή για περισσότερες από μια ιδιότητες (να δείχνεται από περισσότερα του ενός βέλη).



```
<rdf:RDF xmlns="...">
  <Seq ID="JSpapersByDate">
    <li resource="http://www.s1.com/Aug96.doc"/>
    <li resource="http://www.s3.net/Jan97.pdf"/>
    <li resource="http://www.s2.com/Sept97.ps"/>
  </Seq>
  <Seq ID="JSpapersBySubj">
    <li resource="http://www.s2.com/Sept97.ps"/>
    <li resource="http://www.a1.com/Aug96.doc"/>
    <li resource="http://www.s3.net/Jan97.pdf"/>
  </Seq>
</rdf:RDF>
```



Περιβλήματα ορισμένα σαν URI πρότυπα

- Χρησιμοποιώντας την παρακάτω δήλωση μπορούμε να πούμε ότι:
 - κάθε πόρος που το URI του ξεκινά με “http://foo.org/doc” έχει μια συγκεκριμένη ιδιότητα *copyright*:

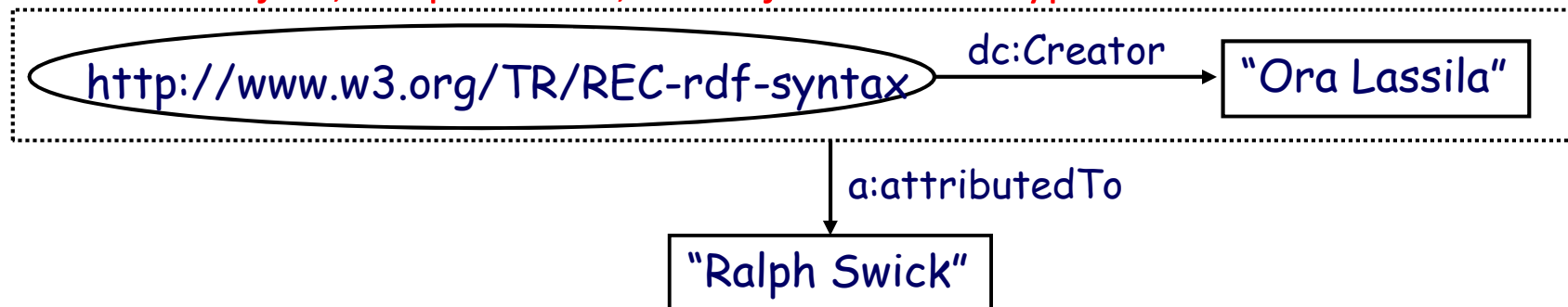
```
<rdf:RDF xmlns:rdf="..." xmlns:s="...">  
  <rdf:Description aboutEachPrefix = "http://foo.org/doc">  
    <s:copyright>1998, The Foo Organization</s:copyright>  
  </rdf:Description>  
</rdf:RDF>
```

Δηλώσεις υψηλότερης τάξης

- Είναι δυνατόν να διατυπώσουμε δηλώσεις RDF οι οποίες αφορούν άλλες δηλώσεις RDF. Οι δηλώσεις αυτές ονομάζονται δηλώσεις υψηλότερης τάξης (Higher-order statements)
 - παράδειγμα: “Ralph Swick says that Ora Lassila is the creator of the resource www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/”
- Οι δηλώσεις υψηλότερης τάξης:
 - μας επιτρέπουν να εκφράσουμε πεποιθήσεις (beliefs) (και άλλες «modalities»)
 - σημαντικές για trust models, digital signatures, κ.λ.π.
 - επίσης: μεταδεδομένα που αφορούν άλλα μεταδεδομένα
 - αναπαριστώνται μοντελοποιώντας RDF στην ίδια την RDF.

Υποστασιοποίηση

- Για να διατυπώσουμε δηλώσεις σχετικά με άλλες δηλώσεις πρέπει να χτίσουμε ένα μοντέλο της αρχικής δήλωσης εκφράζοντας το σαν πόρο στον οποίο στη συνέχεια μπορούμε να επισυνάψουμε ιδιότητες. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **υποστασιοποίηση (reification)**.
- Η RDF παρέχει ένα ενσωματωμένο λεξιλόγιο ιδιοτήτων για αυτό:
 - **rdf:subject, rdf:predicate, rdf:object and rdf:type**



Το περιεχόμενο του πλαισίου με τη στικτή γραμμή αντιστοιχεί στις παρακάτω δηλώσεις:

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="..." xmlns:dc="...">
  <rdf:Statement about = "StatementAboutREC-rdf-syntax">
    <rdf:subject resource="http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax"/>
    <rdf:predicate resource="dc:Creator"/>
    <rdf:object>Ora Lassila</rdf:object>
  </rdf:Statement>
</rdf:RDF>
```

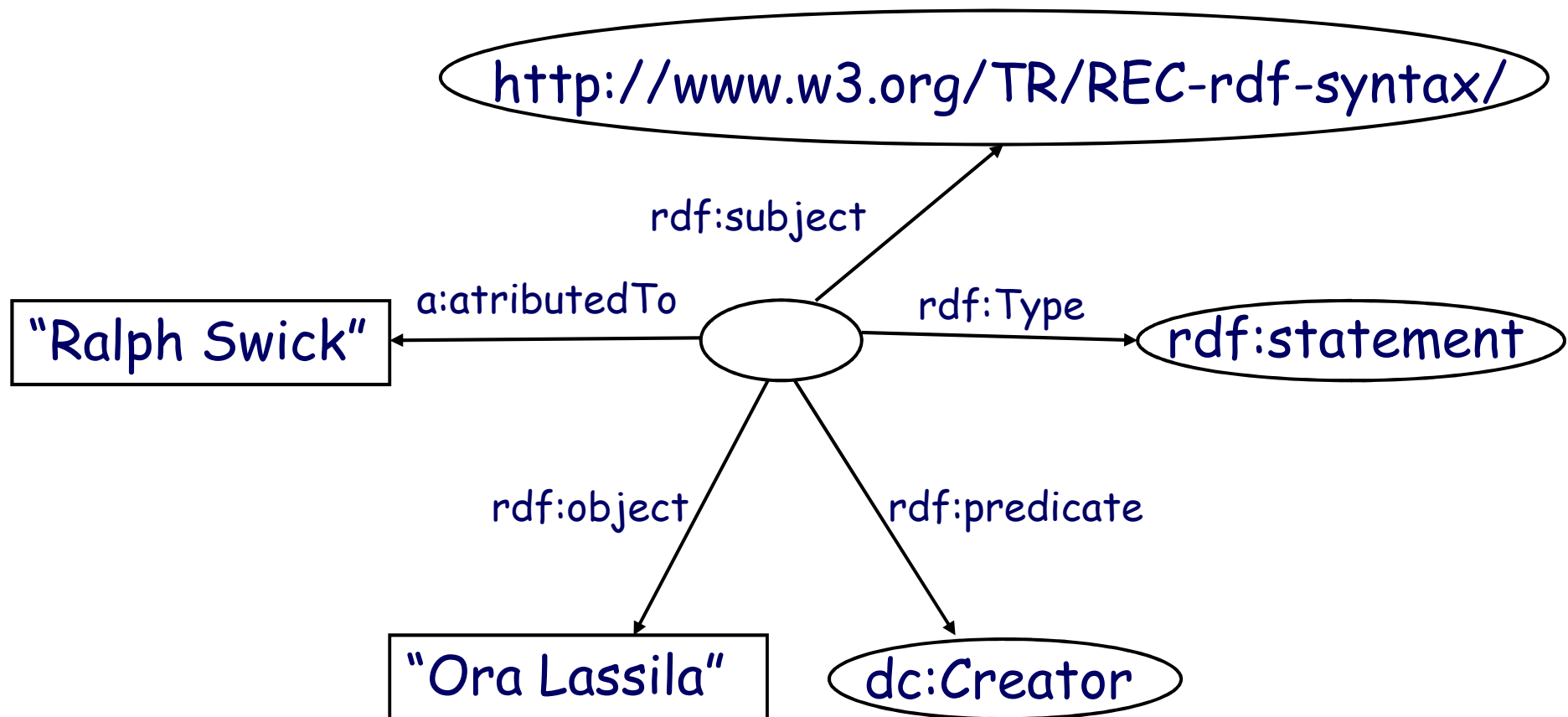


Υποστασιοποίηση (συνέχεια)

- Ένας νέος πόρος με τις παραπάνω τέσσερις ιδιότητες αναπαριστά την αρχική δήλωση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αντικείμενο άλλης ιδιότητας.
- Ο πόρος με τις τέσσερις αυτές ιδιότητες δεν αντικαθιστά την αρχική δήλωση αλλά είναι το μοντέλο της δήλωσης αυτής, το οποίο ονομάζεται **υποστασιοποιημένη δήλωση (reified statement)**.

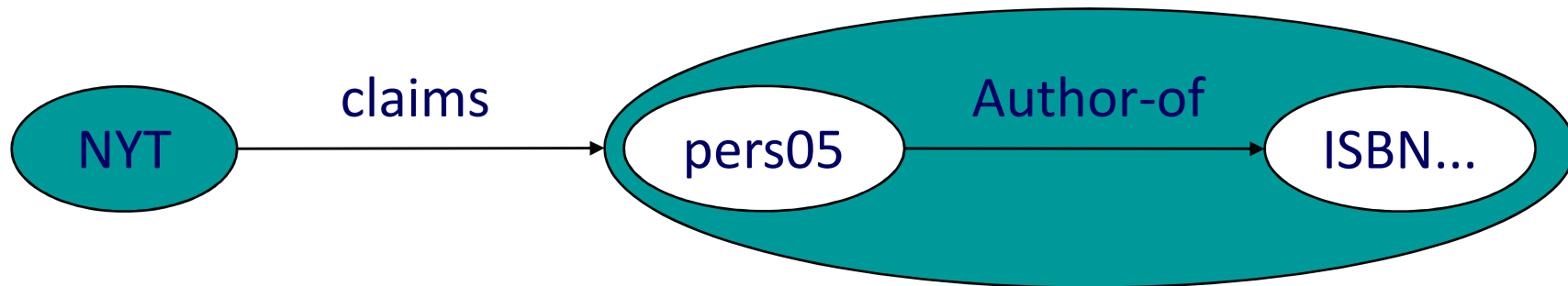
Παράδειγμα

“Ralph Swick says that Ora Lassila is the creator of the resource www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/”



Υποστασιοποίηση

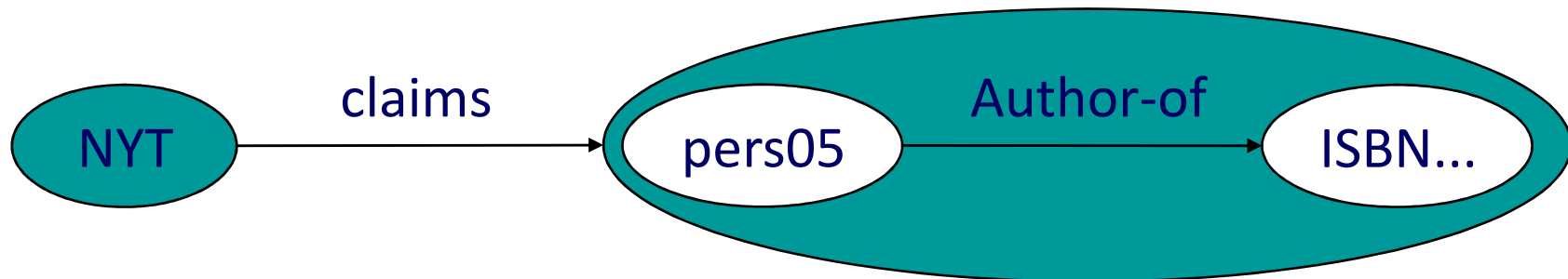
- Κάθε δήλωση μπορεί να είναι ένα αντικείμενο
 - οι γράφοι μπορεί να είναι εμφωλευμένοι



```
<rdf:Description rdf:about="NYT">
  <claims>
    <rdf:Description rdf:about="pers05">
      <authorOf>ISBN...</authorOf>
    </rdf:Description>
  </claims>
</rdf:Description>
```

Εναλλακτικά

- Κάθε δήλωση μπορεί να είναι ένα αντικείμενο
 - οι γράφοι μπορεί να είναι εμφωλευμένοι



```
<rdf:Description rdf:about="NYT">
  <claims resource="#StatementAboutpers05"/>
</rdf:Description>
<rdf:Statement rdf:ID="StatementAboutpers05">
  <rdf:subject resource="pers05"/>
  <rdf:predicate>Author-of</rdf:predicate>
  <rdf:object>ISBN...</rdf:object>
</rdf:Statement>
```


Το λεξιλόγιο της RDF

- Η RDF διαθέτει όρους για να περιγράψουμε λίστες (lists), σύνολα (bags), ακολουθίες (sequences), κ.λ.π.
- Η RDF επιτρέπει επίσης να περιγράψουμε τριάδες μέσω της υποστασιοποίησης.
- Επιτρέπει δηλώσεις που αφορούν άλλες δηλώσεις
john believes _:s.
_:s rdf:type rdf:Statement.
_:s rdf:subject "manolis".
_:s rdf:predicate teaches.
_:s rdf:object "Knowledge Management" .