

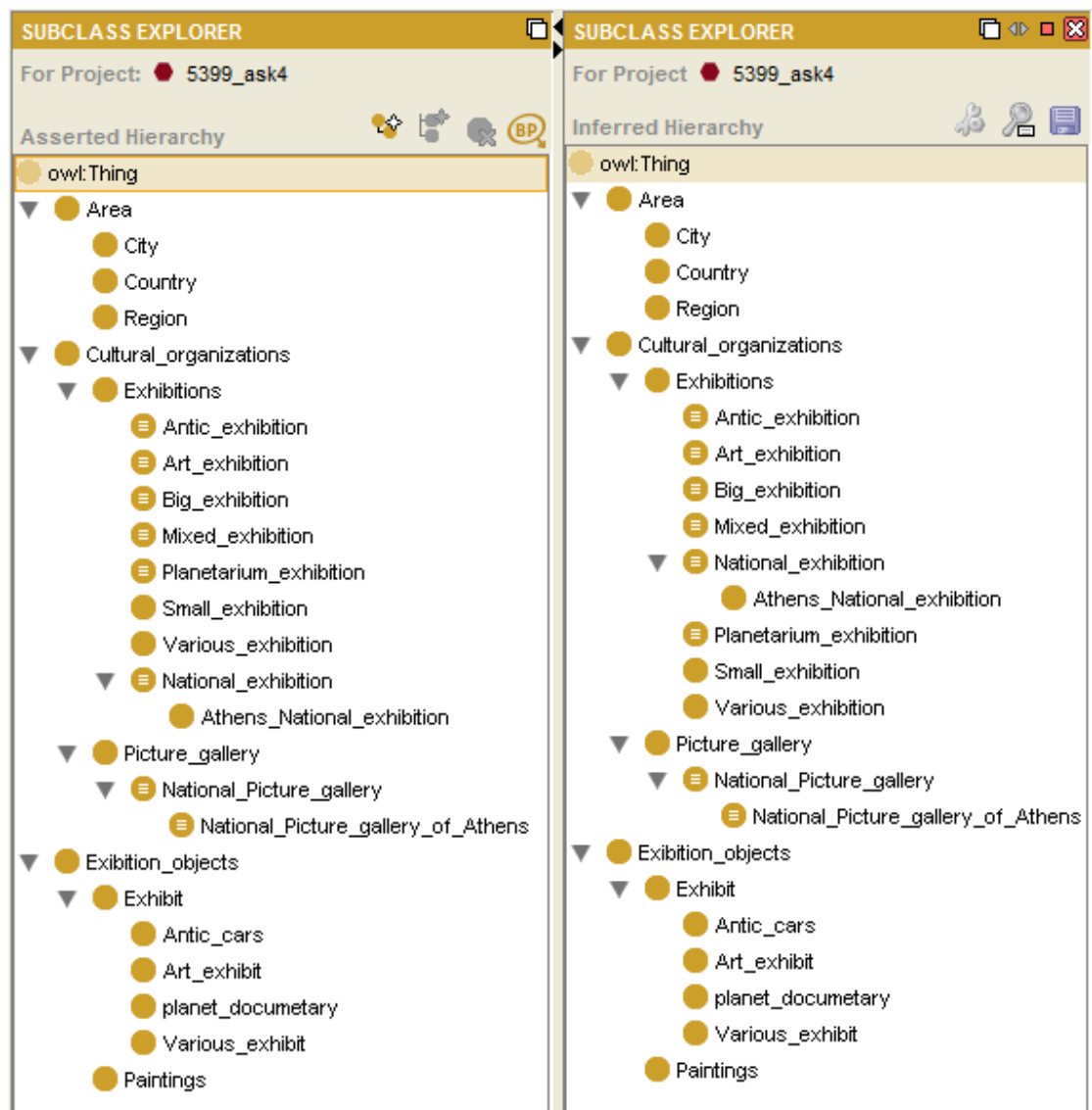
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧ/ΚΩΝ Η/Υ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΣΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΙΣΤΟ
2015 – 2016
Β' ΜΕΡΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΠΑΤΡΩΝΗ ΣΩΤΗΡΙΑ

ΑΜ: 5399

Ερώτημα 1:

- α. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η asserted class hierarchy (στα αριστερά) και η inferred class hierarchy (στα δεξιά).



- b. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η ιεραρχία των κλάσεων όπως έχει εξαχθεί από το asserted model.



- Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η ιεραρχία των κλάσεων όπως έχει εξαχθεί από το inferred model.



- c. Όπως φαίνεται από τις παραπάνω εικόνες οι κλάσεις που έχουν εξαχθεί από το protégé είναι πανομοιότυπες με την ιεραρχία των κλάσεων που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη άσκηση.

Ερώτημα 2:

Παρακάτω γίνεται η παρουσίαση των πέντε αντικειμένων που ζητούνται και σημειώνεται ότι η γνώση που έχει επισημανθεί με **κόκκινο** χρώμα στους παρακάτω πίνακες, είναι η γνώση που μπορεί να είναι άμεση ή έμμεση και αναφέρεται κυρίως σε μεταβατικές, αντίστροφες ή συμμετρικές ιδιότητες. Επίσης, η σειρά με την οποία δηλώθηκαν δεν είναι γνωστή.

Αντικείμενο 1

Το αντικείμενο Athens ανήκει στην κλάση πόλη (City), και επειδή η κλάση πόλη είναι υποκλάση της Area συνεπάγεται ότι το αντικείμενο αυτό θα ανήκει και στην κλάση Area. Το αντικείμενο έχει όνομα Αθήνα, έχει σύνδεση με δρόμο στις περιοχές :Κρήτη, Ολυμπία και Πάτρα. Επίσης στην Αθήνα βρίσκονται τα εξής: Πινακοθήκη Αθηνών, Πολιτιστική εκδήλωση Αθήνας, Ένωση Πολιτιστικών εκδηλώσεων, Εθνική γκαλερί τέχνης και Πλανητάριο.

Παρακάτω παρουσιάζεται σε μορφή triples η παραπάνω περιγραφή:

Άμεση γνώση	Inferred γνώση
Athens is-a City	Athens is-a Area
Athens area_name Αθήνα	Athens has Athens_Picture_gallery
Athens is road_connected to Crete	Athens has Athens_exhibition
Athens is road_connected to Olympia	Athens has Greece_Exhibitional_Union
Athens is road_connected to Patras	Athens has National_Art_gallery
	Athens has Planetarium

Αντικείμενο 2

Το αντικείμενο Scarabeo ανήκει στην κλάση Antic_cars. Επειδή η κλάση Antic_cars είναι υποκλάση της Exhibit συνεπάγεται ότι το αντικείμενο Scarabeo ανήκει και στην κλάση Exhibit. Αντίστοιχα επειδή η κλάση Exhibit είναι υποκλάση της Exhibition_objects, τότε και το Scarabeo θα ανήκει και στην κλάση Exhibition_objects. Το αντικείμενο Scarabeo έχει όνομα Scarabeo, προέλευση από την Ολυμπία, ανήκει στην Πολιτιστική εκδήλωση Αθήνας (Athens_exhibition) και έχει σχέση με το αντικείμενο Painting_of_a_girl.

Άμεση γνώση	Inferred γνώση
Scarabeo is-a Antic_cars	Scarabeo is-a Exhibit
Scarabeo exh_title Scarabeo	Scarabeo is-a Exhibition_objects
Scarabeo has_origin_from Olympia	
Scarabeo belongs_to Athens_exhibition	
Scarabeo is_associated_with Painting_of_a_girl	

Αντικείμενο 3

Το αντικείμενο Dominikos_Paintings ανήκει στην κλάση Paintings, αλλά επειδή η κλάση Paintings είναι υποκλάση της κλάσης Exhibition_objects, τότε και το Dominikos_Paintings ανήκει και στην κλάση Exhibition_objects. Ο τίτλος του Dominikos_Paintings είναι Πινάκας του Δομινίκου και ανήκει στην Πινακοθήκη Αθηνών(Athens_Picture_gallery).

Άμεση γνώση	Inferred γνώση
Dominikos_Paintings is-a Paintings	Dominikos_Paintings is-a Exhibition_objects
Dominikos_Paintings exh_title Πινάκας του Δομινίκου	
Dominikos_Paintings belongs_to Athens_Picture_gallery	

Αντικείμενο 4

Το αντικείμενο Athens_Picture_gallery ανήκει στην κλάση Picture_gallery, και επειδή η κλάση Picture_gallery είναι υποκλάση της Cultural_organization, τότε το αντικείμενο Athens_Picture_gallery θα ανήκει και στην κλάση Cultural_organization. Επίσης βάση των τιμών κάποιων ιδιοτήτων του (όπως is_national=true και located_in=Athens), πληροί τις προϋποθέσεις για να ανήκει και στις κλάσεις National_Picture_gallery και National_Picture_gallery_of_Athens (αντίστοιχα με τους περιορισμούς της κάθε κλάσης από τις δύο, χρησιμοποιούνται η μία ή και οι δύο προαναφερθείσες ιδιότητες του αντικειμένου). Η Athens_Picture_gallery βρίσκεται στην Αθήνα, το όνομά της είναι Πινακοθήκη Αθηνών, είναι εθνικός πολιτιστικός οργανισμός, της ανήκει το έκθεμα Dominikos_Paintings, το email της είναι mailer@apg.gr και το τηλεφώνό της :2103355567. Το email και το τηλέφωνο του αντικειμένου αυτού αποτελούν και μέσα επικοινωνίας του, αφού αυτές οι δύο παραπάνω ιδιότητες είναι υποιδιότητες της ιδιότητας επικοινωνία. Τέλος η Πινακοθήκη Αθηνών έχει 10000 επισκέπτες, συνεργάζεται με την Πολιτιστική εκδήλωση Αθήνας (Athens_exhibition) και είναι υποοργανισμός της Ένωσης Πολιτιστικών εκδηλώσεων (Greece_Exhibitional_Union).

Άμεση γνώση	Inferred γνώση
Athens_Picture_gallery is-a Picture_gallery	Athens_Picture_gallery is-a Cultural_organization
Athens_Picture_gallery is_national true	Athens_Picture_gallery is-a National_Picture_gallery
Athens_Picture_gallery org_name Πινακοθήκη Αθηνών	
Athens_Picture_gallery is_located_in Athens	Athens_Picture_gallery is-a National_Picture_gallery_of_Athens
Athens_Picture_gallery email mailer@apg.gr	Athens_Picture_gallery communication mailer@apg.gr
Athens_Picture_gallery telephone 2103355567	Athens_Picture_gallery communication 2103355567
Athens_Picture_gallery no_visitors 10000	Athens_Picture_gallery owns Dominikos_Paintings
Athens_Picture_gallery collaborate_with Athens_exhibition	
Athens_Picture_gallery sub_org_of Greece_Exhibitional_Union	

Αντικείμενο 5

Το αντικείμενο Athens_exhibition ανήκει στην κλάση Exhibitions, και αφού η κλάση Exhibitions είναι υποκλάση της Cultural_organizations τότε το αντικείμενο αυτό θα ανήκει και στην κλάση Cultural_organizations. Το Athens_exhibition έχει τίτλο Πολιτιστική εκδήλωση Αθήνας, βρίσκεται στην Αθήνα, είναι εθνικός οργανισμός, το email του είναι mailer@exhb.meuseum.gr, το τηλέφωνό του είναι 2105456635, έχει 1000 εκθέματα και 1000 επισκέπτες, συνεργάζεται με την Athens_Picture_gallery και την Patras_exhibition, ενώ είναι και υποοργανισμός της Greece_Exhibitional_Union. Επίσης, επειδή διαθέτει κάποιο έκθεμα αντίκας αυτοκινήτου ανήκει και στην κλάση Antic_exhibition, επειδή διαθέτει κάποιο έκθεμα τέχνης ανήκει και στην κλάση Art_exhibition, επειδή ανήκει σε πάνω από δύο κατηγορίες εκδηλώσεων, τότε ανήκει και στην κλάση Mixed_exhibition και επειδή έχει αρκετά εκθέματα θα ανήκει και στην κλάση Big_exhibition. Τέλος, η Athens_exhibition συνεργάζεται με την Athens_Picture_gallery και Patras_exhibition, της ανήκουν τα εκθέματα: Acropolis_painting, Mercendes_antic, Scarabeo, Cadillac.

Άμεση γνώση	Inferred γνώση
Athens_exhibition is-a Exhibitions	Athens_exhibition is-a Cultural_organizations
Athens_exhibition org_name Πολιτιστική εκδήλωση Αθήνας	Athens_exhibition is-a Antic_exhibition
Athens_exhibition is_located_in Athens	Athens_exhibition is-a Art_exhibition
Athens_exhibition is_national true	Athens_exhibition is-a Mixed_exhibition
Athens_exhibition no_visitors 1000	Athens_exhibition is-a Big_exhibition
Athens_exhibition email mailer@exhb.meuseum.gr	Athens_exhibition communication mailer@exhb.meuseum.gr
Athens_exhibition telephone 2105456635	Athens_exhibition communication 2105456635
Athens_exhibition no_exhibits 1000	Athens_exhibition owns Acropolis_painting
Athens_exhibition collaborate_with Athens_Picture_gallery	Athens_exhibition owns Mercendes_antic
Athens_exhibition collaborate_with Patras_exhibition	Athens_exhibition owns Scarabeo
Athens_exhibition sub_org_of Greece_Exhibitional_Union	Athens_exhibition owns Cadillac

Ερώτημα 3:

- Έννοια πρώτη

- i) Η δήλωση της κλάσης National_exhibition περιέχει τον περιορισμό ότι κάθε στιγμιότυπο που ανήκει σε αυτή, θα πρέπει να ανήκει στην κλάση Exhibitions και στην ιδιότητα is_national να έχει την τιμή true. Το αντικείμενο αυτό έχει τον περιορισμό στο πεδίο necessary and sufficient που σημαίνει ότι οποιοδήποτε αντικείμενο πληροί αυτούς τους περιορισμούς ανήκει και σε αυτή την κλάση.

Η δήλωση της κλάσης αυτής σε κώδικα owl είναι η εξής:

```

<owl:Class rdf:ID="National_exhibition">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty>
            <owl:DatatypeProperty rdf:ID="is_national"/>
          </owl:onProperty>
          <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean">
            true</owl:hasValue>
          </owl:Restriction>
          <owl:Class rdf:about="#Exhibitions"/>
        </owl:intersectionOf>
      </owl:Class>
    </owl:equivalentClass>
  </owl:Class>

```

Η δήλωση της ίδιας κλάσης σε μορφή DL είναι η παρακάτω:

Exhibitions \cap is_national has true

ii) Παράδειγμα αξιοποίησης της μηχανής συμπερασμού για παραγωγή νέας γνώσης:

- Άμεση γνώση
 - :Athens_exhibition rdfs:type :Exhibitions
 - :Athens_exhibition:is_national true
- Γνώση που παράγεται από τη μηχανή συμπερασμού
- : Athens_exhibition rdfs:type :National_exhibition

Όπως φαίνεται αφού το αντικείμενο Athens_exhibition πληροί τις προϋποθέσεις, εξάγεται η γνώση ότι ανήκει στην κλάση National_exhibition.

- **Έννοια δεύτερη**

i) Η δήλωση της κλάσης Various_exhibit αποτελεί το συμπλήρωμα της ένωσης των κλάσεων planet_documetary, Art_exhibit και Antic_cars.

Η δήλωση της κλάσης αυτής σε κώδικα owl είναι η εξής:

```

<owl:Class rdf:ID="Various_exhibit">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Exhibit"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class>
      <owl:complementOf>
        <owl:Class>
          <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
            <owl:Class rdf:about="#planet_documetary"/>
            <owl:Class rdf:about="#Art_exhibit"/>
            <owl:Class rdf:about="#Antic_cars"/>
          </owl:unionOf>
        </owl:Class>
      </owl:complementOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

```

Η δήλωση της ίδιας κλάσης σε μορφή DL είναι η παρακάτω:

$\neg (\text{planet_documetary} \cup \text{Art_exhibit} \cup \text{Antic_cars})$

Παράδειγμα αξιοποίησης της μηχανής συμπερασμού με δημιουργία ασυνέπειας:

➤ Άμεση γνώση

:mini_cooper rdfs:type :Art_exhibit
 :mini_cooper rdfs:type :Various_exhibit

Οι παραπάνω δηλώσεις δημιουργούν ασυνέπεια καθώς δεν είναι δυνατόν το ίδιο αντικείμενο να ανήκει ταυτόχρονα σε δύο συμπληρωματικές κλάσεις.

• Έννοια τρίτη

- i) Η ιδιότητα `is_associated_with` έχει δηλωθεί ως συμμετρική και αυτό σημαίνει ότι αν τα στοιχεία που βρίσκονται στο Domain και στο Range αλλάξουν θέση μεταξύ τους η πρόταση εξακολουθεί να ισχύει.

Η δήλωση της ιδιότητας αυτής σε κώδικα owl είναι η εξής:

```

<owl:SymmetricProperty rdf:ID="is_associated_with">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Exhibition_objects"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#is_associated_with"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Exhibition_objects"/>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:SymmetricProperty>

```

Η δήλωση της ίδιας ιδιότητας σε μορφή DL είναι η παρακάτω:

$(a,b) : \text{is_associated_with}$

- ii) Παράδειγμα αξιοποίησης της μηχανής συμπερασμού για παραγωγή νέας γνώσης:

- Άμεση γνώση
:Scarabeo :is_associated_with Painting_of_a_girl
- Γνώση που παράγεται από τη μηχανή συμπερασμού
: Painting_of_a_girl :is_associated_with Scarabeo

Με βάση το παραπάνω συμπέρασμα, αφού το έκθεμα Scarabeo σχετίζεται με το έκθεμα Painting_of_a_girl, τότε και το έκθεμα Painting_of_a_girl θα σχετίζεται με το έκθεμα Scarabeo.

- **Έννοια τέταρτη**

- i) Η ιδιότητα sub_org_of είναι μεταβατική και αυτό σημαίνει ότι αν ισχύει: $\alpha_1 \rightarrow \alpha_2$ και $\alpha_2 \rightarrow \alpha_3$ τότε θα ισχύει και $\alpha_1 \rightarrow \alpha_3$.

Η δήλωση της ιδιότητας αυτής σε κώδικα owl είναι η εξής:

```
<owl:TransitiveProperty rdf:about="#sub_org_of">
  <rdfs:range rdf:resource="#Cultural_organizations"/>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Object">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Cultural_organizations"/>
</owl:TransitiveProperty>
```

Η δήλωση της ίδιας ιδιότητας σε μορφή DL είναι η παρακάτω:

(a,b) : sub_org_of

- ii) Παράδειγμα αξιοποίησης της μηχανής συμπερασμού για παραγωγή νέας γνώσης:

- Άμεση γνώση
:National_Picture_gallery_of_Athens_Middle_Ages_Section
:sub_org_of Athens_Picture_gallery
:Athens_Picture_gallery : sub_org_of
Greece_Exhibitional_Union
- Γνώση που παράγεται από τη μηχανή συμπερασμού
:National_Picture_gallery_of_Athens_Middle_Ages_Section
:sub_org_of Greece_Exhibitional_Union

Με βάση το παραπάνω συμπέρασμα, αφού η Picture_gallery National_Picture_gallery_of_Athens_Middle_Ages_Section είναι υποοργανισμός της Picture_gallery Athens_Picture_gallery και η Picture_gallery Athens_Picture_gallery είναι υποοργανισμός της Greece_Exhibitional_Union, τότε και η Picture_gallery National_Picture_gallery_of_Athens_Middle_Ages_Section θα είναι υποοργανισμός της Greece_Exhibitional_Union.

- Έννοια πέμπτη

- Η ιδιότητα has είναι αντίστροφη του is_located_in και αυτό σημαίνει ότι οι ιδιότητες αυτές είναι ίδιες με τη μόνη διαφορά ότι το Domain της μίας είναι το Range της άλλης.

Η δήλωση της ιδιότητας αυτής σε κώδικα owl είναι η εξής:

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="has">
  <owl:inverseOf>
    <owl:FunctionalProperty rdf:about="#is_located_in"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Area"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Cultural_organizations"/>
</owl:ObjectProperty>
```

Η δήλωση της ίδιας ιδιότητας σε μορφή DL είναι η παρακάτω:

$(a,b) : \text{has}$

- Παράδειγμα αξιοποίησης της μηχανής συμπερασμού για παραγωγή νέας γνώσης:

- Άμεση γνώση

: Athens:has Athens_Picture_gallery

- Γνώση που παράγεται από τη μηχανή συμπερασμού

: Athens_Picture_gallery :is_located_in Athens

Με βάση το παραπάνω συμπέρασμα, αφού η Αθήνα έχει (βρίσκεται σε αυτή) η Athens_Picture_gallery, τότε και η Athens_Picture_gallery θα έχει σαν τοποθεσία (is_located_in) την Αθήνα.

Ερώτημα 4:

α. Τα ζητούμενα 6 queries στη γλώσσα SPARQL παρατίθενται παρακάτω:

- 1) Να εμφανιστούν τα ονόματα των εκθέσεων και ο αριθμός των επισκεπτών τους σε φθίνουσα σειρά ως προς τον αριθμό των επισκεπτών, για όσες εκθέσεις έχουν πάνω από 200 επισκέπτες.

Το ερώτημα σε γλώσσα SPARQL είναι το εξής:

```
SELECT ?exhibitions ?no_visitors
WHERE { ?ind rdf:type :Exhibitions.
        ?ind :org_name ?exhibitions.
        ?ind :no_visitors ?no_visitors.
        FILTER(?no_visitors>300) }
ORDER BY DESC (?no_visitors)
```

Το αποτέλεσμα που επιστράφηκε μετά την εκτέλεση του παραπάνω ερωτήματος στην οντολογία που έχει αναπτυχθεί παρατίθεται παρακάτω:

Query	Results												
<pre>SELECT ?exhibitions ?no_visitors WHERE { ?ind rdf:type :Exhibitions. ?ind :org_name ?exhibitions. ?ind :no_visitors ?no_visitors. FILTER(?no_visitors>300) } ORDER BY DESC (?no_visitors)</pre>	<table> <tr> <th>exhibitions</th><th>no_visitors</th></tr> <tr> <td>Εθνική γκαλερί τέχνης</td><td>3210</td></tr> <tr> <td>Πολιτιστική εκδήλωση Αθήνας</td><td>1000</td></tr> <tr> <td>Βρετανικό πολιτιστική εκδήλωση Τέχνης</td><td>1000</td></tr> <tr> <td>Πλανητάριο</td><td>1000</td></tr> <tr> <td>Πολιτιστική εκδήλωση Πατρας</td><td>512</td></tr> </table>	exhibitions	no_visitors	Εθνική γκαλερί τέχνης	3210	Πολιτιστική εκδήλωση Αθήνας	1000	Βρετανικό πολιτιστική εκδήλωση Τέχνης	1000	Πλανητάριο	1000	Πολιτιστική εκδήλωση Πατρας	512
exhibitions	no_visitors												
Εθνική γκαλερί τέχνης	3210												
Πολιτιστική εκδήλωση Αθήνας	1000												
Βρετανικό πολιτιστική εκδήλωση Τέχνης	1000												
Πλανητάριο	1000												
Πολιτιστική εκδήλωση Πατρας	512												

- 2) Να εμφανιστούν τα ονόματα των πολιτιστικών οργανώσεων και ο αριθμός των εκθεμάτων τους (αν υπάρχει) για τις οργανώσεις που βρίσκονται στην Αθήνα.

Το ερώτημα σε γλώσσα SPARQL είναι το εξής:

```
SELECT ?org ?exhibits
WHERE { ?ind rdf:type :Cultural_organizations.
?ind :org_name ?org.
?ind :is_located_in :Athens.
OPTIONAL {
?ind :no_exhibits ?exhibits.}
}
```

Το αποτέλεσμα που επιστράφηκε μετά την εκτέλεση του παραπάνω ερωτήματος στην οντολογία που έχει αναπτυχθεί παρατίθεται παρακάτω:

Query	Results				
<pre>SELECT ?org ?exhibits WHERE { ?ind rdf:type :Cultural_organizations. ?ind :org_name ?org. ?ind :is_located_in :Athens. OPTIONAL { ?ind :no_exhibits ?exhibits.} }</pre>	<table> <tr> <th>org</th><th>exhibits</th></tr> <tr> <td>Ένωση Πολιτιστικών εκδηλώσεων</td><td>200</td></tr> </table>	org	exhibits	Ένωση Πολιτιστικών εκδηλώσεων	200
org	exhibits				
Ένωση Πολιτιστικών εκδηλώσεων	200				

Από το παραπάνω αποτέλεσμα παρατηρείται ότι το μόνο στιγμιότυπο της οντολογίας που επιστρέφεται είναι η Ένωση Πολιτιστικών εκδηλώσεων. Προφανώς υπάρχουν και άλλες πολιτιστικές οργανώσεις που βρίσκονται στην Αθήνα, όμως επειδή ανήκουν σε υποκλάσεις της κλάσης Cultural_organizations και ανήκουν σε αυτή μέσω συμπερασμού δεν εμφανίζονται παραπάνω. Αν το protégé διέθετε και μηχανή συμπερασμού, τα αποτελέσματα που θα παρήγαγε θα ήταν τα εξής:

org	exhibits
Ένωση Πολιτιστικών εκδηλώσεων	200
Πολιτιστική εκδήλωση Αθήνας	1000
Εθνική γκαλερί τέχνης	1000
Πλανητάριο	100

Πινακοθήκη Αθηνών	
Μεσσαιωνικό τμήμα Εθνικής Πινακοθήκης Αθηνών	20

- 3) Να εμφανιστούν τα ονόματα των πολιτιστικών εκδηλώσεων οι οποίες βρίσκονται στην Αθήνα ή στην Κρήτη καθώς την πόλη στην οποία ανήκουν.

Το ερώτημα σε γλώσσα SPARQL είναι το εξής:

```
SELECT ?org ?city_name
WHERE { ?ind rdf:type :Exhibitions.
        ?ind :org_name ?org.
        {?ind :is_located_in :Athens} UNION {?ind :is_located_in :Crete}.
        ?ind :is_located_in ?city.
        ?city :area_name ?city_name
}
```

Το αποτέλεσμα που επιστράφηκε μετά την εκτέλεση του παραπάνω ερωτήματος στην οντολογία που έχει αναπτυχθεί παρατίθεται παρακάτω:

Query	Results										
<pre>SELECT ?org ?city_name WHERE { ?ind rdf:type :Exhibitions. ?ind :org_name ?org. {?ind :is_located_in :Athens} UNION {?ind :is_located_in :Crete}. ?ind :is_located_in ?city. ?city :area_name ?city_name }</pre>	<table> <thead> <tr> <th>org</th><th>city_name</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Πολιτιστική εκδήλωση Αθηνάς</td><td>Αθήνα</td></tr> <tr> <td>Πολιτιστική εκδήλωση αυτοκινήτων αντικες</td><td>Κρήτη</td></tr> <tr> <td>Εθνική γκαλερί τέχνης</td><td>Αθήνα</td></tr> <tr> <td>Πλανητάριο</td><td>Αθήνα</td></tr> </tbody> </table>	org	city_name	Πολιτιστική εκδήλωση Αθηνάς	Αθήνα	Πολιτιστική εκδήλωση αυτοκινήτων αντικες	Κρήτη	Εθνική γκαλερί τέχνης	Αθήνα	Πλανητάριο	Αθήνα
org	city_name										
Πολιτιστική εκδήλωση Αθηνάς	Αθήνα										
Πολιτιστική εκδήλωση αυτοκινήτων αντικες	Κρήτη										
Εθνική γκαλερί τέχνης	Αθήνα										
Πλανητάριο	Αθήνα										

- 4) Να εμφανιστεί ο μεγαλύτερος αριθμός επισκεπτών που έχει μία πολιτιστική εκδήλωση.

Το ερώτημα σε γλώσσα SPARQL είναι το εξής:

```
SELECT (MAX(?visitors) AS ?max_visitors)
WHERE { ?ind rdf:type :Exhibitions.
        ?ind :no_visitors ?visitors.
}
```

Το αποτέλεσμα που επιστράφηκε μετά την εκτέλεση του παραπάνω ερωτήματος στην οντολογία που έχει αναπτυχθεί παρατίθεται παρακάτω:

Query	 	Results		
<pre>SELECT (MAX(?visitors) AS ?max_visitors) WHERE { ?ind rdf:type :Exhibitions. ?ind :no_visitors ?visitors. }</pre>		<table><tr><th>max_visitors</th></tr><tr><td>3210</td></tr></table>	max_visitors	3210
max_visitors				
3210				
Execute Query				

- 5) Να εμφανιστεί ο αριθμός των περιοχών (Area) οι οποίες διαθέτουν κάποια πολιτιστική εκδήλωση και για τις οποίες υπάρχει οδική σύνδεση με την Πάτρα.

Το ερώτημα σε γλώσσα SPARQL είναι το εξής:

```
SELECT (COUNT(DISTINCT ?area) AS ?result)
WHERE {
    ?area :road_connected :Patras.
    ?ind rdf:type :Exhibitions.
    ?ind :is_located_in ?area.
}
```

Το αποτέλεσμα που επιστράφηκε μετά την εκτέλεση του παραπάνω ερωτήματος στην οντολογία που έχει αναπτυχθεί παρατίθεται παρακάτω:

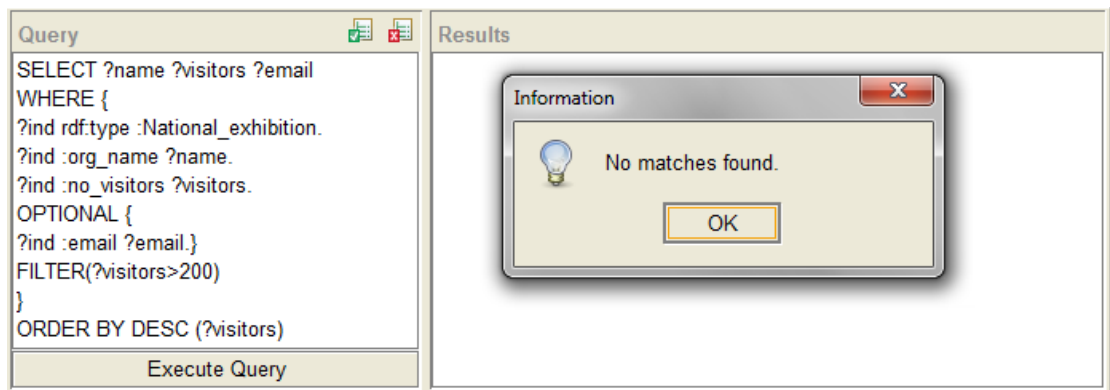
Query	Results		
<pre>SELECT (COUNT(DISTINCT ?area) AS ?result) WHERE { ?area :road_connected :Patras. ?ind rdf:type :Exhibitions. ?ind :is_located_in ?area. }</pre>	<table><tr><th>result</th></tr><tr><td>2</td></tr></table>	result	2
result			
2			
Execute Query			

- 6) Να εμφανιστούν τα ονόματα των εθνικών πολιτιστικών εκδηλώσεων, ο αριθμός των επισκεπτών και το e-mail τους (αν υπάρχει) σε φθίνουσα σειρά ως προς τον αριθμό των επισκεπτών, για όσες εθνικές πολιτιστικές εκδηλώσεις έχουν πάνω από 200 επισκέπτες.

Το ερώτημα σε γλώσσα SPARQL είναι το εξής:

```
SELECT ?name ?visitors ?email
WHERE {
    ?ind rdf:type :National_exhibition.
    ?ind :org_name ?name.
    ?ind :no_visitors ?visitors.
    OPTIONAL {
        ?ind :email ?email.
    }
    FILTER(?visitors>200)
}
ORDER BY DESC (?visitors)
```

Το αποτέλεσμα που επιστράφηκε μετά την εκτέλεση του παραπάνω ερωτήματος στην οντολογία που έχει αναπτυχθεί παρατίθεται παρακάτω:



Όπως παρατηρείται δεν βρίσκεται κανένα στιγμιότυπο που να πληροί τις παραπάνω προϋποθέσεις, παρολαυτά στην οντολογία υπάρχουν τέτοια στιγμιότυπα αλλά επειδή ανήκουν σε άλλες κλάσεις και λόγω συμπερασμού τελικά συγκαταλέγονται στην κλάση *National_exhibition*, για αυτό δεν εμφανίζονται παραπάνω. Αν το προτέγε διέθετε και μηχανή συμπερασμού τα αποτελέσματα που θα παρήγαγε θα ήταν τα εξής:

Name	Visitors	e-mail
Πολιτιστική εκδήλωση Αθήνας	1000	Mailer@exhb.meuseum.gr
Βρετανικό πολιτιστική εκδήλωση Τέχνης	1000	art_london@museum.uk
Εθνική γκαλερί τέχνης	3210	

β. Οι ζητούμενοι 6 κανόνες στη γλώσσα SWRL παρατίθενται παρακάτω:

- 1) Για την δημιουργία αυτού του κανόνα δημιουργήθηκε μία νέα κλάση με όνομα *National_Area*, η οποία είναι υποκλάση της *Area* και περιέχει τις περιοχές οι οποίες διαθέτουν κάποια εθνική πολιτιστική εκδήλωση.

Κανόνας SWLR σε φυσική γλώσσα: Αν κάποια περιοχή έχει κάποια πολιτιστική εκδήλωση και η εκδήλωση αυτή είναι εθνική τότε συνεπάγεται ότι η περιοχή αυτή είναι η εθνική.

Ο κώδικας SWLR είναι ο εξής:

$Area(?a) \wedge has(?a, ?x) \wedge Cultural_organizations(?x) \wedge is_national(?x, true) \rightarrow National_Area(?a)$

Παράδειγμα από την οντολογία:

Για το αντικείμενο *Athens* της κλάσης *Area*, υπάρχει η πολιτιστική εκδήλωση *Athens_exhibition* η οποία έχει την ιδιότητα να είναι εθνική, οπότε η *Athens* θα τοποθετηθεί και στην κλάση *National_Area*.

$Area(Athens) \wedge has(Athens, Athens_exhibition) \wedge Cultural_organizations(Athens_exhibition) \wedge is_national(Athens_exhibition, true) \rightarrow National_Area(Athens).$

- 2) Κανόνας SWLR σε φυσική γλώσσα: Αν κάποια πολιτιστική εκδήλωση έχει πάνω από 900 επισκέπτες τότε αυτή η πολιτιστική εκδήλωση θα θεωρείται εθνική.

Σημειώνεται ότι η παραπάνω γνώση δε θα μπορούσε να παρασταθεί εύκολα από τη γλώσσα OWL, αφού δε γίνεται να συγκριθούν οι τιμές κάποιας ιδιότητας.

Ο κώδικας SWLR είναι ο εξής:

$\text{Exhibitions} (?p) \wedge \text{no_visitors}(?p, ?v) \wedge \text{swrlb:greaterThan}(?v, 900) \rightarrow \text{National_exhibition} (?p)$

Παράδειγμα από την οντολογία:

Για το αντικείμενο `Athens_exhibition` ο αριθμός των επισκεπτών είναι μεγαλύτερος από 900, οπότε η εκδήλωση αυτή θα τοποθετηθεί και στη κλάση `National_exhibition`.

$\text{Exhibitions} (\text{Athens_exhibition}) \wedge \text{no_visitors}(\text{Athens_exhibition}, 1000) \wedge \text{swrlb:greaterThan}(1000, 900) \rightarrow \text{National_exhibition} (\text{Athens_exhibition})$

- 3) Κανόνας SWLR σε φυσική γλώσσα: Αν κάποια πολιτιστική εκδήλωση έχει πάνω από 10 εκθέματα τότε η εκδήλωση αυτή θεωρείται μεγάλη εκδήλωση.

Σημειώνεται ότι η παραπάνω γνώση δε θα μπορούσε να παρασταθεί εύκολα από τη γλώσσα OWL, αφού δεν είναι δυνατό να συγκριθούν οι τιμές κάποιας ιδιότητας μεταξύ τους. Για αυτό το λόγο στην αρχική οντολογία για την κλάση `Big_exhibition` υπήρχε ο περιορισμός της πληθυκότητας. Στη περίπτωση όμως που ένα μουσείο έχει πολλά εκθέματα και στην οντολογία δεν έχουν δημιουργηθεί τα αντίστοιχα αντικείμενα της κλάσης `Exhibit`, τότε η ιδιότητα που δείχνει τον αριθμό των εκθεμάτων μπορεί να θεωρηθεί πιο ακριβής. Γι' αυτό και έχει χρησιμότητα ο παραπάνω κανόνας.

Ο κώδικας SWLR είναι ο εξής:

$\text{Exhibitions}(?p) \wedge \text{no_exhibits}(?p, ?v) \wedge \text{swrlb:greaterThan}(?v, 10) \rightarrow \text{Big_exhibition}(?p)$

Παράδειγμα από την οντολογία:

Για το αντικείμενο `Athens_exhibition` ο αριθμός των εκθεμάτων είναι μεγαλύτερος από 10, οπότε η εκδήλωση αυτή θα τοποθετηθεί και στη κλάση `Big_exhibition`.

$\text{Exhibitions} (\text{Athens_exhibition}) \wedge \text{no_exhibits}(\text{Athens_exhibition}, 1000) \wedge \text{swrlb:greaterThan}(1000, 10) \rightarrow \text{Big_exhibition} (\text{Athens_exhibition})$

- 4) Κανόνας SWLR σε φυσική γλώσσα: Αν κάποια πολιτιστική εκδήλωση έχει λιγότερα από 3 εκθέματα τότε η εκδήλωση αυτή θεωρείται μικρή εκδήλωση.

Σημειώνεται ότι η παραπάνω γνώση δε θα μπορούσε να παρασταθεί εύκολα από τη γλώσσα OWL, αφού δε γίνεται να συγκριθούν οι τιμές κάποιας ιδιότητας.

Ο κώδικας SWLR είναι ο εξής:

$$\text{Exhibitions}(\text{?p}) \wedge \text{no_exhibits}(\text{?p}, \text{?v}) \wedge \text{swrlb:lessThan}(\text{?v}, 3) \rightarrow \text{Small_exhibition}(\text{?p})$$

Παράδειγμα από την οντολογία:

Για το αντικείμενο `Small_exhibition_1` ο αριθμός των εκθεμάτων είναι μεγαλύτερος από 3, οπότε η εκδήλωση αυτή θα τοποθετηθεί και στη κλάση `Small_exhibition`.

$$\text{Exhibitions}(\text{Small_exhibition_1}) \wedge \text{no_exhibits}(\text{Small_exhibition_1}, 3) \wedge \text{swrlb:lessThan}(2, 3) \rightarrow \text{Small_exhibition}(\text{Small_exhibition_1})$$

- 5) Κανόνας SWLR σε φυσική γλώσσα: Αν κάποια πολιτιστική εκδήλωση έχει πάνω από 100 επισκέπτες τότε η εκδήλωση αυτή θεωρείται εθνική εκδήλωση.

Σημειώνεται ότι η παραπάνω γνώση δε θα μπορούσε να παρασταθεί εύκολα από τη γλώσσα OWL, αφού δε γίνεται να συγκριθούν οι τιμές κάποιας ιδιότητας και να παραχθεί κάποιο συμπέρασμα από αυτές. Γι' αυτό τον λόγο η ιδιότητα αν μία πολιτιστική εκδήλωση είναι εθνική ή όχι θα πρέπει να εκχωρείται από τον ίδιο τον χρήστη, ενώ τώρα μέσω της χρησιμότητας του παραπάνω κανόνα η εκχώρηση αυτή γίνεται αυτόματα μέσω του αριθμού των επισκεπτών.

Ο κώδικας SWLR είναι ο εξής:

$$\text{Cultural_organizations}(\text{?p}) \wedge \text{no_visitors}(\text{?p}, \text{?v}) \wedge \text{swrlb:greaterThan}(\text{?v}, 100) \rightarrow \text{is_national}(\text{?p}, \text{true})$$

Παράδειγμα από την οντολογία:

Για το αντικείμενο `Athens_exhibition` ο αριθμός των επισκεπτών είναι μεγαλύτερος από 100, οπότε στην ιδιότητα `is_national` της εκδήλωσης αυτής θα τοποθετηθεί η τιμή `true`.

$$\text{Cultural_organizations}(\text{Athens_exhibition}) \wedge \text{no_visitors}(\text{Athens_exhibition}, 1000) \wedge \text{swrlb:greaterThan}(1000, 100) \rightarrow \text{is_national}(\text{Athens_exhibition}, \text{true})$$

- 6) Κανόνας SWLR σε φυσική γλώσσα: Αν κάποια αντικείμενο ανήκει στην κλάση `Picture_gallery`, τότε ο αριθμός των εκθεμάτων του θα έχει την τιμή 1. Αυτός ο κανόνας εκφράζει τη λογική ότι κάθε πινακοθήκη έχει αποκλειστικά ένα είδος εκθεμάτων, τους πίνακες (γι' αυτό και άλλωστε το `Ragne` της ιδιότητας `owns` είναι μόνο από την κλάση `Paintings`).

Ο κώδικας SWLR είναι ο εξής:

$$\text{Picture_gallery}(\text{?x}) \rightarrow \text{no_exhibits}(\text{?x}, 1)$$

Παράδειγμα από την οντολογία:

Για το αντικείμενο `Athens_Picture_gallery` ο αριθμός των εκθεμάτων θα λάβει την τιμή 1 με τη χρήση του παραπάνω κανόνα.

```
Picture_gallery(Athens_Picture_gallery) →  
no_exhibits(Athens_Picture_gallery, 1)
```

Ερώτημα 5:

Η έννοια **Open World Assumption** ορίζει ότι η μη ύπαρξη γνώσης για έναν ισχυρισμό δεν συνεπάγεται ότι ο ισχυρισμός είναι λανθασμένος, αλλά από τη στιγμή που δεν υπάρχουν οι κατάλληλοι κανόνες ή γεγονότα για να τον προσδιορίσουν, τότε το αποτέλεσμα του ισχυρισμού θα θεωρηθεί ως άγνωστο. Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή, κάτι θα θεωρηθεί λάθος μόνο αν έρχεται σε αντίθεση με την υπάρχουσα γνώση.

Για παράδειγμα, στην οντολογία που αναπτύχθηκε παραπάνω, για την εκδήλωση `Small_exhibition_1` δεν έχει δηλωθεί αν είναι εθνική ή όχι. Οπότε στην ερώτηση αν είναι εθνική εκδήλωση ή όχι δεν θα δοθεί η απάντηση «όχι», αλλά ότι η απάντηση «απροσδιόριστο» από το σύστημα. Αυτό γίνεται καθώς δεν υπάρχει κάποια ιδιότητα η οποία ορίζει ρητά αν η συγκεκριμένη εκδήλωση είναι ή δεν είναι εθνική.

Η έννοια **Non-unique Named Assumption** ορίζει ότι δύο αντικείμενα δεν μπορούν να θεωρηθούν διαφορετικά μόνο και μόνο επειδή έχουν διαφορετικό όνομα ή ID.

Για παράδειγμα, στην παραπάνω οντολογία οριστούν οι εξής δύο δηλώσεις για το αντικείμενο `Athens_exhibition`.

```
Athens_exhibition:is_located_in :Crete
```

```
Athens_exhibition:is_located_in :Athens
```

Μετά από αυτές τις δύο δηλώσεις δεν θα υπάρξει κάποια ασυνέπεια ούτε θα θεωρηθεί ότι η `Athens_exhibition` βρίσκεται σε δύο περιοχές, αλλά θα θεωρηθεί ότι τα στιγμιότυπα `Crete` και `Athens` ταυτίζονται.

Ερώτημα 6:

Η υλοποίηση έγινε με java χρησιμοποιώντας το JENA API. Ο κώδικας που δημιουργήθηκε για το συγκεκριμένο ερώτημα βρίσκεται μεταξύ των παραδοτέων στο αρχείο με όνομα `cul_organization_ontology.java`.

Αρχικά, για να φορτωθεί η οντολογία στο πρόγραμμα και να εφαρμοστεί το μοντέλο συμπερασμού, προστέθηκαν οι παρακάτω εντολές στον κώδικα:

```
OntModel model = ModelFactory.createOntologyModel( OntModelSpec.OWL_DL_MEM_RULE_INF);
```

Έπειτα για να διαβαστεί το αρχείο `.owl` που παρήγαγε το `protégé` χρησιμοποιήθηκαν η παρακάτω εντολή:

```
InputStream in = FileManager.get().open("5399_project.owl");
```

Για να εισαχθούν τα δεδομένα του αρχείου στο μοντέλο της οντολογίας που δημιουργείται εκτελείται η παρακάτω εντολή:

```
model.read(in, "");
```

Για να γίνει ανάκτηση και παρουσίαση των στιγμιotypών της οντολογίας κατόπιν επιλογής κάποιας κλάσης από τον χρήστη θα πρέπει να διατυπωθούν τα αντίστοιχα SPARQL ερωτήματα.

Το PREFIX που χρησιμοποιείται στον πρόγραμμα για τον ακριβή προσδιορισμό των κλάσεων και των αντικειμένων είναι αυτό που ορίστηκε από το protégé κατά την έναρξη της κατασκευής της οντολογίας και ο ορισμός του στο πρόγραμμα γίνεται ως εξής με την χρήση της μεταβλητής base:

```
String base = "http://www.owl-ontologies.com/5399_ask4.owl#";
```

Στη συνέχεια εμφανίζεται ένα μενού επιλογών στον χρήστη να επιλέξει μία από τις δυνατότητες που του παρέχει η εφαρμογή ως εξής:

```
System.out.println("CHOICE MENU");  
System.out.println("A.Enter the name of the Class to see the individuals of it.");  
System.out.println("B.Data insertion.");  
System.out.println("C.Data search based on certain parameters.");  
System.out.println("D.Individual's triples display.");  
System.out.println("E.Exit.");  
System.out.println("Input:");
```

Τα ερωτήματα που διατυπώνονται κάθε φορά για την ανάκτηση των δεδομένων από το αρχείο έχουν την εξής μορφή:

- Αφού γίνουν οι κατάλληλες επιλογές από τον χρήστη όσον αφορά από ποια κλάση θα επιλέξει να ανακτήσει δεδομένα, εκτελείται το παρακάτω SPARQL ερώτημα:

```
String queryString;  
queryString="PREFIX base:<http://www.owl-ontologies.com/5399_ask4.owl#> "  
+ "PREFIX rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> SELECT "  
+ "?ind ?name ?x WHERE{?_ind rdf:type base:"+input1  
+ ". ?_ind base:area_name ?_name. "  
+ "bind( strafter(str(?_ind),str(base:)) as ?ind ). "  
+ "bind( str(?_name) as ?name )}";
```

Σημειώνεται ότι με τη χρήση του 'base:'+input1+' γίνεται χρήση της εισόδου που εισήγαγε ο χρήστης στην εκτέλεση του ερωτήματος. Αυτή η λογική ακολουθείται και από όλα τα υπόλοιπα ερωτήματα που θα διατυπωθούν παρακάτω.

Η μετατροπή του παραπάνω αλφαριθμητικού σε ερώτημα, η εκτέλεση του και η διαδικασία εμφάνισης των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται παρακάτω:

```

Query query1 = QueryFactory.create(queryString) ;
QueryExecution new_gexec = QueryExecutionFactory.create(query1, model) ;
ResultSet rs1 = new_gexec.execSelect() ;

System.out.println("\n| Area | Name |");

for ( ; rs1.hasNext() ; )
{
    QuerySolution rb1 = rs1.nextSolution() ;
    RDFNode x = rb1.get("ind") ;
    RDFNode y = rb1.get("name") ;
    if ( x.isLiteral() )
    {
        Literal Str1 = (Literal)x ;
        System.out.print(Str1) ;
    }
    else
        System.out.print(x.toString() + " ") ;

    if ( y.isLiteral() )
    {
        Literal Str2 = (Literal)y ;
        System.out.println("\t "+Str2) ;
    }
    else
        System.out.println(y.toString() + " \t ") ;
}
}

```

Παρόμοια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τα παρακάτω ερωτήματα που χρειάστηκαν, με την μόνη διαφορά ότι οι μεταβλητές που επιστρέφονται κάθε φορά ήταν περισσότερες ή λιγότερες.

- Για την τελευταία επιλογή του χρήστη που αφορά την εμφάνιση των στοιχείων ενός στιγμιότυπου η διαδικασία διατύπωσης των ερωτημάτων SPARQL είναι πιο απλή, καθώς κάθε τριπλέτα που αφορά το εκάστοτε στιγμιότυπο αποθηκεύεται σε τρεις μεταβλητές (subject, predicate και object), όπου χρησιμοποιούνται μόνο οι δύο (subject και predicate) για να δηλωθεί η σχέση που έχει το στιγμιότυπο που επέλεξε ο χρήστης με κάποιο άλλο. Ο κώδικας σε αυτή την περίπτωση έχει την εξής μορφή:

```

while (iter.hasNext())
{
    Statement stmt      = iter.nextStatement();
    Resource  subject   = stmt.getSubject();
    Property  predicate = stmt.getPredicate();
    RDFNode   object    = stmt.getObject();
    if(object.toString().indexOf(base) != -1 && predicate.toString().indexOf(base) != -1)
    {
        ...
    }
}

```

- Για την εισαγωγή νέων στοιχείων στην οντολογία, γίνεται δημιουργία νέου resource name για το εκάστοτε αντικείμενο, δήλωση του αντικειμένου αυτού σε μία από της κλάσεις της οντολογίας, δημιουργία μίας ιδιότητας για το στιγμιότυπο και τέλος προσθήκη της εκάστοτε ιδιότητας στο συγκεκριμένο αντικείμενο.
Οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την περίπτωση είναι οι εξής:

```
Resource org = model.createResource(base+name);
```

```
org.addProperty(RDF.type, base+"City");
```

```
Property hasNameProperty = model.createProperty(base, "area_name");
```

```
org.addProperty(hasNameProperty, name);
```

Οι τελευταίες δύο παραπάνω εντολές επαναλαμβάνονται για όσες ιδιότητες επιθυμεί ο χρήστης να εισάγει στο στιγμιότυπο.

- Για την αναζήτηση στιγμιότυπων της οντολογίας με βάση τιμές παραμέτρων που καθορίζει ο χρήστης, χρησιμοποιήθηκαν επίσης ερωτήματα SPARQL, απλά το φάσμα των διαφορετικών παραμέτρων που εισάγει ο χρήστης περιορίζεται σε τέσσερα βασικά ενδεικτικά ερωτήματα, μόνο και μόνο για την παρουσίαση της δομής και της υλοποίησής τους.
Αυτά τα ερωτήματα είναι τα εξής:
 - 1) Όσον αφορά την κλάση Area: Αναζήτηση δια σύνδεση διαδρομής από μια περιοχή που εισάγει ο χρήστης προς όλες τις πιθανές που υπάρχουν από το στιγμιότυπο που εισήχθηκε.
 - 2) Όσον αφορά την κλάση Exhibition_objects: Αναζήτηση για συσχέτιση κάποιου αντικειμένου-εκθέματος που εισήγαγε ο χρήστης με οποιοδήποτε άλλο πιθανό υπάρχει συσχέτιση.
 - 3) Όσον αφορά την κλάση Cultural organizations:
 - Αναζήτηση κάποιας πολιτιστικής εκδήλωσης με βάση τη συσχέτιση (μεγαλύτερο ή μικρότερο) ενός αριθμού επισκεπτών που εισήγαγε ο χρήστης.

- Αναζήτηση κάποιας πολιτιστικής εκδήλωσης με βάση τη συσχέτιση (μεγαλύτερο ή μικρότερο) ενός αριθμού εκθεμάτων που εισήγαγε ο χρήστης.

Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος ο χρήστης καλείται να επιλέξει μία από τις επιλογές που του δίνονται κάθε φορά, κυρίως όσων αφορά τις κλάσεις της οντολογίας που επιθυμεί, για την παρουσίαση, δημιουργία ή εμφάνιση στιγμιοτύπων και σχέσεων μεταξύ αυτών. Ανάλογα με τις επιλογές που θα κάνει κάθε φορά το μενού των επιμέρους επιλογών αλλάζει, καθώς επίσης και η εμφάνιση των αποτελεσμάτων.