

Αυτοματοποίηση δημιουργίας πληροφοριακού
συστήματος αξιοποιώντας την μετά-πληροφορία της
βάσης δεδομένων

Δημήτριος Χ. Μιχαλάκος
ME 0578

Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων
Π.Μ.Σ. Διδακτική της Τεχνολογίας και Ψηφιακά Συστήματα
Κατεύθυνση Δικτυοκεντρικών Συστημάτων
Πανεπιστήμιο Πειραιώς



Ιανουάριος 2011

Εποπτεύουσα καθηγήτρια: Βέρα-Αλεξάνδρα Σταυρουλάκη

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ από καρδιάς την Πολυξένη για την περίσσια εμπιστοσύνη της, τον Παναγιώτη, την Ευθυμία, το Χρήστο και την Ευδοκία για τη απλόχερη βοήθεια τους.

*Αφιερωμένο στον Ανδρέα Σείριο. Ίσως μια μέρα καταλάβεις γιατί ο μπαμπάς
ξοδεύει τόσο χρόνο μπροστά στον υπολογιστή.*

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	8
1.1. Έλλειψη μετασχηματιστών στο διαδίκτυο	8
1.2. Το HTTP ως κοινός συνδέτης.....	11
1.3. Η αναξιοποίητη μετά-πληροφορία των βάσεων δεδομένων.....	11
1.4. Στόχοι συγγράμματος	13
2. Βιβλιογραφική επισκόπηση	15
2.1. REST.....	15
2.1.1. Data.....	15
2.1.1.1. Resource και resource identifier	16
2.1.1.2. Representation και meta-data.....	16
2.1.1.3. Control data.....	17
2.1.2. Connectors	17
2.1.2.1. Client και Server	18
2.1.2.2. Cache.....	18
2.1.2.3. Resolver	18
2.1.2.4. Tunnel	19
2.1.3. Components (στοιχεία)	19
2.1.3.1. User agent	19
2.1.3.2. Origin server	19
2.1.3.3. Gateway και Proxy.....	20
2.2. Resource-Oriented Architecture	21
2.2.1. URIs.....	21
2.2.2. Addressability	22
2.2.3. Statelessness.....	23
2.2.4. Representations	24
2.2.5. Links and Connectedness.....	25
2.2.6. The uniform interface	26
2.2.6.1. HTTP GET	26
2.2.6.2. HTTP POST	26
2.2.6.3. HTTP PUT	27
2.2.6.4. HTTP DELETE	27
2.2.6.5. HTTP HEAD	27

2.2.6.6. HTTP OPTIONS.....	27
2.2.6.7. HTTP TRACE	28
2.2.6.8. HTTP CONNECT.....	28
3. Υφιστάμενες λύσεις.....	29
3.1. Oracle Forms.....	31
3.2. Filemaker	32
3.3. Microsoft Access	33
3.4. Dabble Db	34
3.5. Zoho Creator	35
3.6. PhpMyAdmin.....	36
3.7. Ruby on Rails.....	36
4. Απαιτήσεις.....	37
4.1. Ease of Use	37
4.2. Interoperability.....	37
4.3. RESTful	37
4.4. Support for major database vendors	38
5. Τεχνολογίες υλοποίησης	39
5.1. J2EE (Java Enterprise Edition 2)	39
5.2. Apache Tomcat J2EE Container	40
5.3. JSR 311 + Jersey	40
5.4. JDBC (Java DataBase Connectivity)	40
5.5. MySQL	41
6. Σχεδιασμός/Μοντελοποίηση Λύσης	42
6.1. HTTP Interface	42
6.2. HTTP Request Parser.....	43
6.3. SQL Designer.....	43
6.4. Database Connector	44
6.5. Representation Builder.....	44
7. Υλοποίηση	46
7.1. Αυθεντικοποίηση χρήστη	47
7.2. Προσθήκη στοιχείων σύνδεσης με νέα βάση δεδομένων	48
7.3. Διαθέσιμες βάσεις δεδομένων	49
7.4. Προβολή πινάκων	50
7.5. Προβολή δεδομένων	51
7.6. Φιλτράρισμα δεδομένων.....	52

7.7. Προβολή συγκεκριμένων στηλών.....	53
7.8. Ταξινόμηση δεδομένων	54
7.9. Επιλογή σελίδας αποτελεσμάτων	55
7.10. Inner Join	56
7.11. Left Outer Join	57
8. Συμπεράσματα - Ανακεφαλαίωση.....	58
9. Βιβλιογραφία	59
10. Παράρτημα: Πηγαίος κώδικας.....	60

Ορολογία

CRM Customer Relationship Management
DNS Domain Name System
ERP Enterprise Resource Management
FTP File Transfer Protocol
HTML HyperText Markup Language
HTTP Hypertext Transfer Protocol
IANA Internet Assigned Numbers Authority
IDE Integrated Development Environment
IMAP Internet Message Access Protocol
JSON JavaScript Object Notation
MVC Model View Controller
OOP Object Oriented Programming
OSI Model Open System Interconnection Reference Model
POP Post Office Protocol
REST Representational State Transfer
RESTful Σύστημα που ακολουθεί τις επιταγές του REST
SMTP Simple Mail Transfer Protocol
SOA Service Oriented Architecture
SOAP Simple Object Access Protocol
SSH Secure Shell
UML Unified Modeling Language
URI Uniform Resource Identifier
W3C The World Wide Web Consortium
WSDL Web Services Description Language
WWW World Wide Web
XML Extensible Markup Language
XMPP Extensible Messaging and Presence Protocol

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1. Έλλειψη μετασχηματιστών στο διαδίκτυο

Οιοσδήποτε ταξίδεψε στο εξωτερικό, γνωρίζει το πρόβλημα της εναλλαγής συστημάτων ηλεκτρικού ρεύματος. Για παράδειγμα, στο Ηνωμένο Βασίλειο, διατίθεται εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα τάσεως 230V συχνότητας 50Hz, ενώ χρησιμοποιούνται συνδέτες (βύσματα και πρίζες) τύπου G. Εν αντιθέσει, στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής διατίθεται συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα τάσεως 120V συχνότητας 60Hz, ενώ χρησιμοποιούνται συνδέτες τύπου A και B. Τέλος, στην Ελλάδα διατίθεται εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα τάσεως 220V συχνότητας 50Hz, ενώ χρησιμοποιούνται συνδέτες τύπου C (European 2-pin), D, E, και F (Schuko). Επομένως, μία ηλεκτρική συσκευή που αγοράστηκε στην Αθήνα και διαθέτει βύσμα τύπου F (Schuko) δεν είναι δυνατόν να λειτουργήσει στο Λονδίνο ή τη Νέα Υόρκη.

Για να λυθεί το πρόβλημα, οι ηλεκτρολόγοι μηχανικοί εφύηραν τους μετασχηματιστές (adaptors). Οι μετασχηματιστές μετατρέπουν έναν τύπο σύνδεσης σε κάποιον άλλο καθιστώντας δυνατή τη χρήση συσκευών σε διαφορετικά ηλεκτρικά συστήματα.

Το διαδίκτυο χαρακτηρίζεται από παρόμοια σύγχυση. Όπως κάθε χώρα έχει τους δικούς της συνδέτες, έτσι κάθε λειτουργία στο διαδίκτυο έχει τα δικά της πρωτόκολλα επικοινωνίας. Ο Πίνακας 1.1 παρουσιάζει δέκα (10) ενδεικτικά πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο και ανήκουν στο Layer 7 του OSI Model.

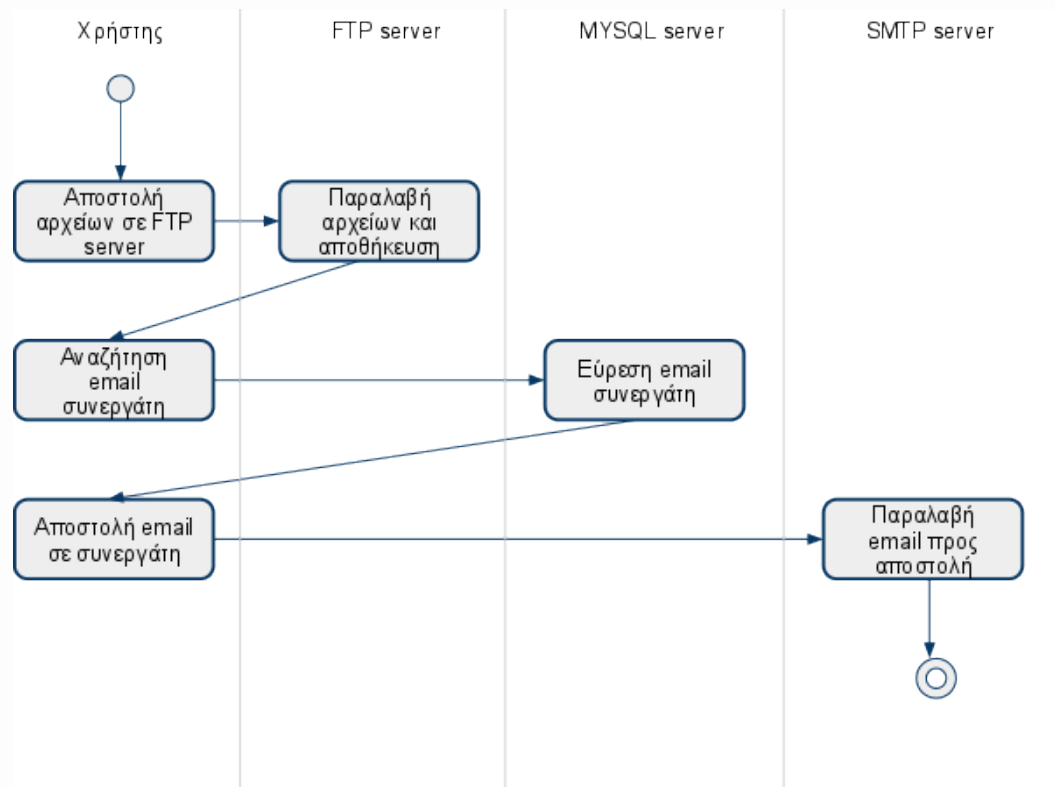
Πίνακας 1.1. Δέκα (10) πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο.

Τίτλος	Λειτουργία	IANA port
DNS	Μετάφραση ονομάτων διαδικτύου σε IP διευθύνσεις.	53
FTP	Μεταφορά αρχείων μεταξύ δύο κόμβων.	21
HTTP	Μεταφορά αρχείων μεταξύ δύο κόμβων.	80
IMAP	Λήψη μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.	143

MSSQL	Διαχείριση βάσης δεδομένων Microsoft SQL.	1433
MYSQL	Διαχείριση βάσης δεδομένων MySQL.	3306
POP	Λήψη μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.	110
SMTP	Αποστολή μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.	25
SSH	Ασφαλής διαμεταγωγή δεδομένων μεταξύ δύο κόμβων.	22
WHOIS	Έρευνα για τον ιδιοκτήτη και τον διαχειριστή ενός ονόματος διαδικτύου.	43

Ένα πρόγραμμα client που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο επικοινωνίας POP δεν είναι δυνατόν να συνδεθεί σε ένα εξυπηρετητή (server) που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο επικοινωνίας FTP. Ομοίως ένας HTTP client δεν είναι δυνατόν να συνδεθεί σε κάποιο MYSQL server, κ.ο.κ. Επομένως, ο χρήστης αναγκάζεται να χρησιμοποιεί τόσα προγράμματα όσα είναι τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που καλύπτουν τις ανάγκες του.

Πολλές φορές μία επιχειρησιακή διαδικασία περιλαμβάνει την χρήση άνω του ενός πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Για παράδειγμα, μία επιχείρηση χρειάζεται να στείλει δύο (2) αρχεία μεγάλου μεγέθους σε έναν FTP εξυπηρετητή, έπειτα να εντοπίσει το email ενός συνεργάτη μέσω του προγράμματος CRM και τέλος να στείλει ένα email στον συνεργάτη ενημερώνοντας τον για την επιτυχή αποθήκευση των αρχείων στον FTP εξυπηρετητή. Η διαδικασία απεικονίζεται στο σχήμα 1.1.



Σχήμα 1.1. UML διάγραμμα δραστηριοτήτων που επιδεικνύει την ανάγκη χρήσης άνω του ενός πρωτοκόλλων επικοινωνίας σε μία επιχειρησιακή διαδικασία.

Στην προκειμένη περίπτωση, οι χρήστες θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν τρία (3) διαφορετικά προγράμματα: ένα πρόγραμμα FTP client, ένα πρόγραμμα CRM που συνδέεται στην βάση δεδομένων και ένα πρόγραμμα SMTP client. Για κάθε ένα από αυτά τα προγράμματα η επιχείρηση πρέπει να ξοδέψει χρόνο και χρήμα για να εκπαιδεύσει τους εργαζόμενους της. Επιπλέον, ο μεγάλος αριθμός των προγραμμάτων δυσκολεύει σημαντικά την συντήρηση του πληροφοριακού συστήματος και αυξάνει το κόστος λειτουργίας.

Θα ήταν ιδανικό όλες αυτές οι λειτουργίες να ενσωματωθούν σε ένα πρόγραμμα και να αυτοματοποιηθούν. Να μην χρειάζεται, λόγου χάριν, η παρέμβαση του χρήστη για την αναζήτηση του email από το πρόγραμμα CRM. Έτσι, θα επιταχυνόταν η διαδικασία και θα ελαχιστοποιούνταν τα σφάλματα που προκαλούνται από την συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα στο σύστημα.

Υπάρχουν δύο (2) τρόποι για να επιτευχθεί το ανωτέρω ιδανικό:

1. Η ανάπτυξη λογισμικού που ενσωματώνει όλα τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που απαιτούνται από μία επιχειρησιακή διαδικασία.

2. Η ανάπτυξη λογισμικού που αναλαμβάνει τον ρόλο του μετασχηματιστή μεταξύ δύο πρωτοκόλλων επικοινωνίας ακολουθώντας το παράδειγμα των ηλεκτρικών συστημάτων.

Η πρώτη λύση είναι αυτή που ακολουθείται μέχρι σήμερα στην αγορά της πληροφορικής και δεν χρήζει περαιτέρω ανάπτυξης. Το παρόν σύγγραμμα ασχολείται με την δεύτερη λύση.

1.2. Το HTTP ως κοινός συνδέτης

Οι πιθανοί συνδυασμοί n στοιχείων σε ομάδες των r ακολουθούν τον παρακάτω μαθηματικό τύπο:

$$\frac{n!}{r!(n-r)!}$$

Αν υποθέσουμε ότι υπάρχουν εκατό (100) πρωτόκολλα επικοινωνίας στο διαδίκτυο, θα έπρεπε να κατασκευαστούν $\frac{100!}{2!(100-2)!} = 4950$ μετασχηματιστές.

Το πρόβλημα θα ήταν πιο εύκολο αν υπήρχε ένα σταθερό σημείο αναφοράς, ένας κοινός συνδέτης για όλους τους μετασχηματιστές. Τότε ο αριθμός των απαιτούμενων μετασχηματιστών θα ταυτιζόταν με τον αριθμό των πρωτοκόλλων επικοινωνίας.

Το πρωτόκολλο HTTP (HyperText Transfer Protocol) ενδείκνυται για το ρόλο του κοινού συνδέτη. Διαμέσου των προγραμμάτων πλοήγησης (web browsers) «τρέχει» παντού και προσφέρει συμβατότητα με κάθε είδους ηλεκτρονική συσκευή: Η/Υ (desktops, laptops, tablets), κινητά τηλέφωνα, κονσόλες βιντεοπαιχνιδιών, ηλεκτρονικούς αναγνώστες (e-books), τηλεοράσεις, κ.ά.

Η χρήση του HTTP εξασφαλίζει ότι ο μετασχηματιστής θα λειτουργεί σε όσο το δυνατόν περισσότερες πλατφόρμες.

1.3. Η αναξιοποίητη μετά-πληροφορία των βάσεων δεδομένων

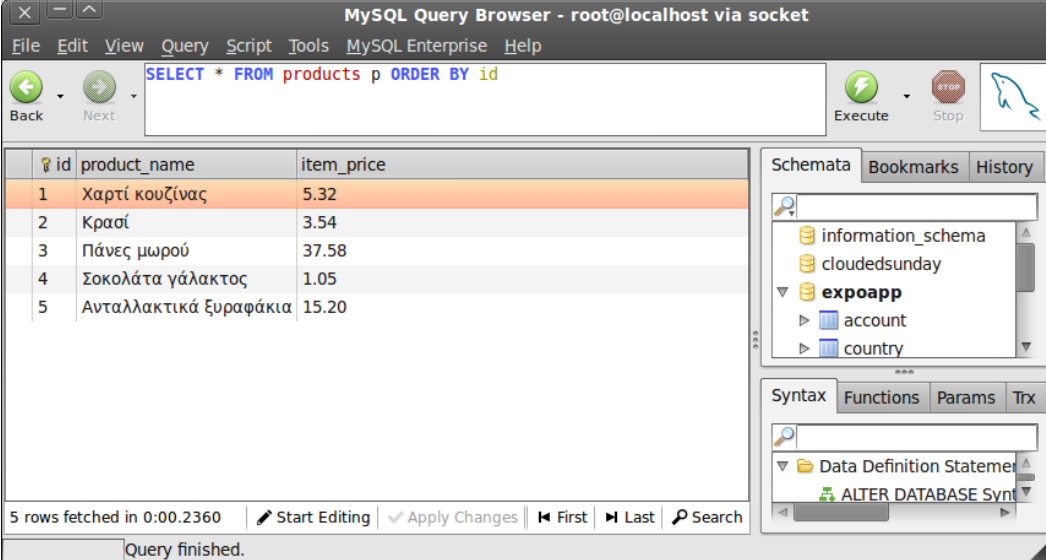
Οι όροι «δεδομένα» και «πληροφορία» χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην επιστήμη της πληροφορικής. Ωστόσο, δεν είναι ταυτόσημοι. Δεδομένα (data) ονομάζονται τα στοιχεία που δύναται να οδηγήσουν σε κάποιο λογικό

συμπέρασμα. Πληροφορία (information) ονομάζεται το αποτέλεσμα της επεξεργασίας των δεδομένων, το λογικό συμπέρασμα καθ' αυτό.

Για να υπάρχει πληροφορία πρέπει να υπάρχουν δεδομένα. Επομένως, κάθε πληροφοριακό σύστημα προϋποθέτει την ύπαρξη ενός υποσυστήματος αποθήκευσης δεδομένων, κοινώς μίας «βάσης δεδομένων» (database), σε φυσική ή ηλεκτρονική μορφή ή συνδυασμό των δύο ανωτέρω.

Το παρόν σύγγραμμα ασχολείται με τις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων και συγκεκριμένα τη κυρίαρχη υποκατηγορία αυτών: τις σχεσιακές (relational) βάσεις δεδομένων.

Οι σχεσιακές βάσεις αποθηκεύουν τα δεδομένα σε πίνακες (tables) με στήλες (columns) και γραμμές (rows). Το Σχήμα 1.2 αποτελεί ένα παράδειγμα σχεσιακού πίνακα για την αποθήκευση τιμοκαταλόγου προϊόντων supermarket. Κάθε γραμμή αντιπροσωπεύει ένα διαφορετικό προϊόν, ενώ κάθε στήλη ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό αυτού.



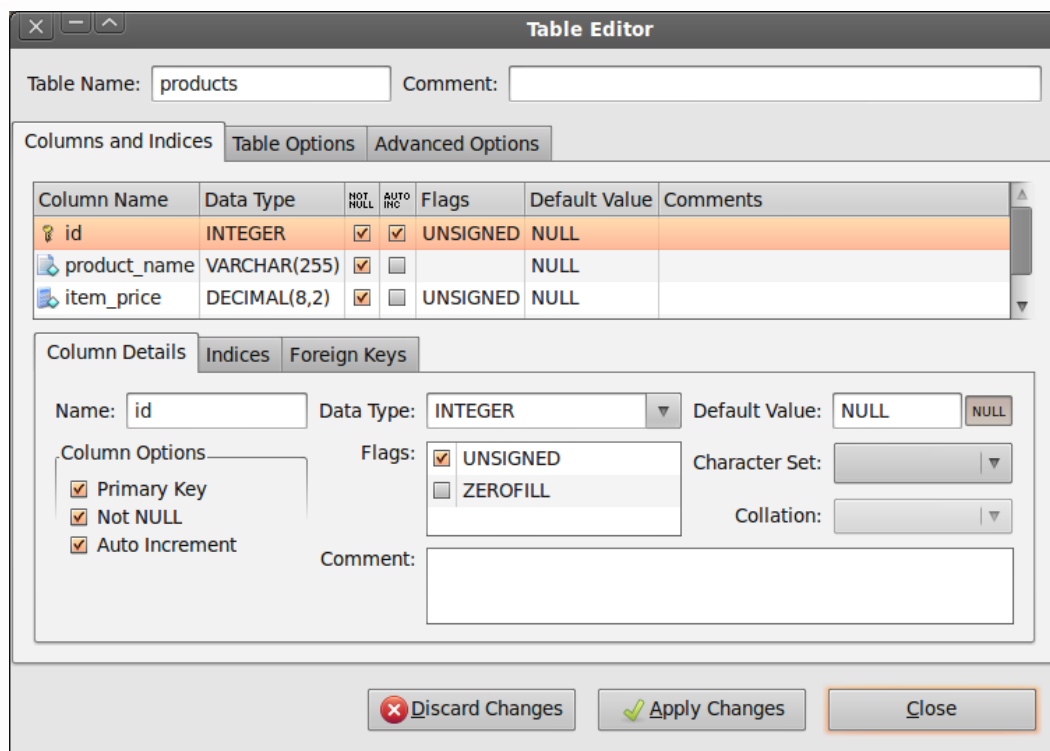
The screenshot shows the MySQL Query Browser interface. The query executed is `SELECT * FROM products p ORDER BY id`. The result is a table with 5 rows and 3 columns: `id`, `product_name`, and `item_price`. The data is as follows:

id	product_name	item_price
1	Χαρτί κουζίνας	5.32
2	Κρασί	3.54
3	Πάνες μωρού	37.58
4	Σοκολάτα γάλακτος	1.05
5	Ανταλλακτικά ξυραφάκια	15.20

The interface also shows the 'Schemata' panel on the right with a tree view of databases including 'information_schema', 'cloudedsunday', and 'exproapp' (expanded to show 'account' and 'country'). The status bar at the bottom indicates '5 rows fetched in 0:00.2360' and 'Query finished.'

Σχήμα 1.2. Παράδειγμα σχεσιακού πίνακα για την αποθήκευση τιμοκαταλόγου προϊόντων supermarket.

Οι στήλες, εκτός των δεδομένων, περιέχουν μετά-δεδομένα (meta-data), δηλαδή δεδομένα που περιγράφουν τα δεδομένα. Το Σχήμα 1.3 παρουσιάζει τις στήλες και τα μετά-δεδομένα του σχεσιακού πίνακα του ανωτέρω παραδείγματος.



Σχήμα 1.3. Στήλες σχεσιακού πίνακα και μετά-δεδομένα.

Εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι η στήλη «id» περιέχει μοναδικούς αύξοντες αριθμούς, ενώ η στήλη «item_price» περιέχει θετικούς δεκαδικούς αριθμούς. Αυτό το λογικό συμπέρασμα ονομάζεται «μετά-πληροφορία» (meta-information).

Μετά-πληροφορία υπάρχει σε κάθε σχεσιακή βάση δεδομένων και είναι δυνατόν να εξαχθεί και να χρησιμοποιηθεί στην αυτοματοποίηση της παραγωγής ενός πληροφοριακού συστήματος ή τουλάχιστον ορισμένων τμημάτων αυτού. Ωστόσο, η συνήθης πρακτική μέχρι σήμερα είναι ο επαναπροσδιορισμός της μετά-πληροφορίας στο επίπεδο της εφαρμογής με αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου κατασκευής του πληροφοριακού συστήματος και τη συντήρηση διπλότυπων κανόνων ακεραιότητας.

1.4. Στόχοι συγγράμματος

Έως τούδε, παρουσιάστηκαν δύο (2) διαφορετικά προβλήματα. Αφενός η έλλειψη μετασηματιστών στο διαδίκτυο και αφετέρου η αναξιοποίητη μετά-πληροφορία των σχεσιακών βάσεων δεδομένων.

Τα δύο αυτά προβλήματα έχουν κοινή λύση: τη δημιουργία λογισμικού - μετασχηματιστή που συνδέεται στην βάση δεδομένων και δημιουργεί, δίχως την παρέμβαση προγραμματιστή, μία διεπαφή (interface) προς τον τελικό χρήστη.

Σταχυολογώντας, οι στόχοι του παρόντος συγγράμματος είναι οι παρακάτω.

- Παρουσίαση αρχιτεκτονικής για την δημιουργία λογισμικού που επιτελεί τον ρόλο του μετασχηματιστή.
- Ανάπτυξη μετασχηματιστή εντός ακαδημαϊκών πλαισίων για την σύνδεση σχεσιακών βάσεων δεδομένων με HTTP.
- Παρουσίαση αποτελεσμάτων.
- Προτάσεις για μελλοντική ανάπτυξη.

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική επισκόπηση

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα ζητήματα που οδήγησαν στην ιδέα του μετασχηματιστή και της αξιοποίησης της μετά-πληροφορίας των βάσεων δεδομένων. Στο κεφάλαιο 2 αναλύονται οι τρέχουσες τεχνολογίες και έννοιες που σχετίζονται με το αντικείμενο της εργασίας.

2.1. REST

Ο όρος «REST» αποτελεί ακρωνύμιο της φράσης «Representation State Transfer». Πρόκειται για μία φιλοσοφική προσέγγιση στη σχεδίαση δικτυοκεντρικών πληροφοριακών συστημάτων που εισήγαγε ο Roy Fielding στο κεφάλαιο πέντε (5) της διδακτορικής του διατριβής (Fielding T. Roy, 2000).

Σύμφωνα με τον Fielding κάθε δικτυοκεντρικό πληροφοριακό σύστημα αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

- Data (δεδομένα)
- Connectors (συνδέτες)
- Components (στοιχεία)

2.1.1. Data

Οι χρήστες ενός RESTful πληροφοριακού συστήματος επικοινωνούν μέσω μιας τυποποιημένης διεπαφής επικοινωνίας (uniform interface) αποστέλλοντας αναπαραστάσεις (representations) των δεδομένων. Οι αναπαραστάσεις έχουν συγκεκριμένη μορφή που ονομάζεται «media type». Το media type επιλέγεται με βάση την φύση των δεδομένων και τις επιθυμίες ή ικανότητες του αποδέκτη.

Ο αποδέκτης δεν δύναται να γνωρίζει αν η αναπαράσταση (representation) που λαμβάνει είναι στην ίδια μορφή με τα πραγματικά δεδομένα ή αν προκύπτει από κάποιο μετασχηματισμό αυτών.

Η διεπαφή επικοινωνίας του REST αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία.

- Resource (πόρος).
- Resource identifier (κλειδί εύρεσης πόρου), π.χ. URL, URN.
- Representation (αναπαράσταση), π.χ. HTML document, JPEG image.

- Representation meta-data (μετα-δεδομένα αναπαράστασης), π.χ. media type, last-modified time.
- Resource meta-data (μετα-δεδομένα πόρου), π.χ. source link, alternates, vary.
- Control data (στοιχεία ελέγχου), π.χ. if-modified-since, cache-control.

2.1.1.1. Resource και resource identifier

Κάθε πληροφορία που δύναται να ονομαστεί, μπορεί να αποτελέσει ένα resource (πόρο). Επομένως, resource μπορεί να είναι ένα αρχείο κειμένου, μία φωτογραφία, μία μετεωρολογική υπηρεσία, μία συλλογή από άλλα resources, ένας άνθρωπος ή μία έννοια, όπως η έννοια του θάρρους.

Βεβαίως, στην περίπτωση των φυσικών οντοτήτων, όπως είναι μία μπάλα ή ένας άνθρωπος, το resource δεν περιέχει την οντότητα καθ' αυτή, αλλά τις έννοιες που την απαρτίζουν. Για παράδειγμα, το resource ενός φοιτητή του Πανεπιστημίου Πειραιώς θα μπορούσε να περιέχει το όνομα του φοιτητή, τον αριθμό μητρώου εγγραφής του, τον αριθμό της ταυτότητας του, κ.ά.

Κάποια resources είναι στατικά, δηλαδή περιέχουν δεδομένα που δεν μεταβάλλονται με το πέρασ του χρόνου. Άλλα resources είναι δυναμικά, δηλαδή τα περιεχόμενα τους έχουν υψηλό βαθμό διακύμανσης.

Μοναδική προϋπόθεση για κάθε resource είναι να διατηρεί σταθερή την σημασία της ονομασίας του διότι μόνο η ονομασία διακρίνει ένα resource από κάποιο άλλο. Για παράδειγμα, το resource του «υπό εξέταση επιστημονικού άρθρου από τον X εξεταστή», περιέχει δεδομένα που αλλάζουν με το πέρασ του χρόνου. Τουναντίον, το resource του «επιστημονικού άρθρου που δημοσιεύτηκε στο Ψ συνέδριο» είναι στατικό. Ενδέχεται κάποτε τα δύο αυτά resources να περιέχουν τα ίδια δεδομένα, διότι θα μπορούσε ο X εξεταστής να εξετάζει το επιστημονικό άρθρο που δημοσιεύτηκε στο Ψ συνέδριο. Σε κάθε περίπτωση, όμως, η σημασία της ονομασίας των δύο resources οφείλει να είναι διακριτή.

2.1.1.2. Representation και meta-data

Ένα representation αποτελείται από δεδομένα και μετα-δεδομένα. Κατ' εξαίρεση δύναται να περιέχει μετα-δεδομένα που περιγράφουν τα μετά-δεδομένα, π.χ. MD5 checksum για την επαλήθευση της ακεραιότητας του μηνύματος.

Τα μετά-δεδομένα αποστέλλονται σε ζεύγη ονόματος - αξίας (name - value pairs). Τα ονόματα είναι τυποποιημένα και καθορίζουν τη δομή και τη σημασία της αξίας που περιγράφουν.

Η μορφή ενός representation ονομάζεται «media type». Τα media types μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποστολή δεδομένων προς επεξεργασία (XML, JSON), τη μεταφορά του αποτελέσματος επεξεργασίας (HTML) ή και για τις δύο (2) ανωτέρω περιπτώσεις (XHTML).

Ορισμένα media types επιτρέπουν την σταδιακή ανάγνωση του μηνύματος από τον client. Για παράδειγμα, το media type «text/html» επιτρέπει στον web browser να εμφανίσει σταδιακά στην οθόνη τις περιεχόμενες πληροφορίες. Κατ' αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η τελική απόδοση του συστήματος κι βελτιώνεται σημαντικά η εμπειρία του χρήστη.

2.1.1.3. Control data

Τα control data (στοιχεία ελέγχου) χρησιμοποιούνται για να παραμετροποιήσουν κάποιο μήνυμα, αλλάζοντας την προεπιλεγμένη συμπεριφορά του server ή του client. Για παράδειγμα, η συμπεριφορά της μνήμης cache του client αλλάζει χρησιμοποιώντας ένα cache-control header.

Στην περίπτωση που ένα resource δύναται να αποστείλει πολλαπλά media types, το format που τελικώς θα επιλεγεί καθορίζεται από τα στοιχεία ελέγχου.

2.1.2. Connectors

Connector (συνδέτης) ονομάζεται το μέσον για την επικοινωνία των components (στοιχείων) του συστήματος.

Το REST περιλαμβάνει τις παρακάτω μορφές συνδετών.

- Client, π.χ. libwww, libwww-perl.
- Server, π.χ. libwww, Apache API, NSAPI.
- Cache, π.χ. μνήμη cache του προγράμματος πλοήγησης, Akamai network.
- Resolver, π.χ. Bind, MyDNS.
- Tunnel, π.χ. SOCKS, SSL έπειτα από HTTP CONNECT.

2.1.2.1. Client και Server

Οι βασικότεροι συνδέτες είναι δύο (2): client και server. Ο client ξεκινάει την διαδικασία της επικοινωνίας αποστέλλοντας μία αίτηση στον server. Ο server αναμένει αιτήσεις από πελάτες και ανταποκρίνεται καταλλήλως.

2.1.2.2. Cache

Η μνήμη cache βρίσκεται συνήθως ενσωματωμένη σε προγράμματα client ή server. Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση απαντήσεων (responses) σε αιτήματα ανάκτησης δεδομένων (requests).

Ο client χρησιμοποιεί την μνήμη cache για να αποφύγει την επανάληψη της επικοινωνίας με τον server. Ο server χρησιμοποιεί τη μνήμη cache για να αποφύγει την επανάληψη της παραγωγής ενός response. Και στις δύο περιπτώσεις, επιτυγχάνεται μείωση του χρόνου επικοινωνίας.

Ορισμένοι συνδέτες cache είναι κοινόχρηστοι, δηλαδή αποθηκεύουν responses που δύναται να εξυπηρετήσουν παραπάνω από ένα πελάτη. Οι κοινόχρηστοι συνδέτες cache είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί στην αντιμετώπιση μίας απότομης αύξησης αιτήσεων στον server. Ωστόσο, αποδεικνύονται ζημιογόνοι όταν η απάντηση που στέλνουν δεν ταυτίζεται με την απάντηση που θα λάμβανε ο client εάν απευθυνόταν αμέσως στον server. Εφόσον κάποιο request περιλαμβάνει στοιχεία αυθεντικοποίησης του χρήστη ή υποδηλώνει ότι αφορά έναν συγκεκριμένο χρήστη, χρησιμοποιείται μη μεριζόμενη μνήμη cache.

2.1.2.3. Resolver

Ο resolver χρησιμοποιείται για την μετάφραση κάποιου resource identifier σε διεύθυνση δικτύου. Τα περισσότερα resource identifiers περιλαμβάνουν ένα λεκτικό μέρος (π.χ. unipi.gr) που προσδιορίζει την αρχή ονοματοδοσίας στο διαδίκτυο. Κατά την δημιουργία ενός αιτήματος, ο web browser αποστέλει το συγκεκριμένο λεκτικό σε έναν DNS Resolver για να ανακαλύψει την διεύθυνση της αρχής ονοματοδοσίας στο διαδίκτυο. Η χρήση των Resolver επιμηκύνει την διάρκεια ζωής των resource identifiers, καθυστερεί όμως την επικοινωνία στο δίκτυο.

2.1.2.4. Tunnel

Το Tunnel χρησιμοποιείται για την δημιουργία ασφαλών συνδέσεων. Συμπεριλαμβάνεται στους συνδέτες του REST καθώς ορισμένα components μπορούν να επιλέξουν δυναμικά την χρήση Tunnel, π.χ. ένα HTTP proxy χρησιμοποιεί Tunnel ως απάντηση σε HTTP CONNECT αίτημα, ο πελάτης συνδέεται με την χρήση πρωτοκόλλου TLS (που δεν επιτρέπει χρήση ενδιάμεσων κόμβων) σε έναν εξυπηρετητή, το Tunnel κλείνει όταν η επικοινωνία ολοκληρωθεί.

2.1.3. Components (στοιχεία)

Τα components του REST, σύμφωνα με τους ρόλους που επιτελούν, διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες.

- Origin server, π.χ. Apache httpd, Microsoft IIS.
- Gateway, π.χ. Squid, CGI, Reverse Proxy.
- Proxy, π.χ. CERN Proxy, Netscape Proxy, Gauntlet.
- User agent, π.χ. Mozilla Firefox, Lynx, MOMspider.

2.1.3.1. User agent

Ο user agent χρησιμοποιεί ένα client connector για να συνδεθεί στον server και να λάβει την αναμενόμενη απάντηση (response). Ένα σύννηθες παράδειγμα user agent είναι το πρόγραμμα πλοήγησης διαδικτύου (web browser).

2.1.3.2. Origin server

Ο origin server χρησιμοποιεί ένα server connector για να δημοσιεύσει μία λίστα από resources.

Δημιουργεί representations των πόρων που διαθέτει και είναι ο τελικός αποδέκτης των αιτημάτων που σκοπεύουν να μεταβάλλουν τα περιεχόμενα των πόρων. Οι λεπτομέρειες λειτουργίας των πόρων παραμένουν κρυφές στα υπόλοιπα στοιχεία του συστήματος.

2.1.3.3. Gateway και Proxy

Το gateway και ο proxy είναι ενδιάμεσα στοιχεία που λειτουργούν ως client και server ταυτόχρονα μεταφέροντας αιτήματα (requests) και απαντήσεις (responses).

Ο proxy επιλέγεται από τον client για την επικοινωνία με άλλες υπηρεσίες, την μετάφραση δεδομένων, την βελτίωση των επιδόσεων, την προστασία ασφάλειας, κ.ά.

Το gateway επιβάλλεται από το δίκτυο ή τον origin server και παρέχει την ίδια λειτουργικότητα με τον proxy.

Η διαφορά του proxy με το gateway, είναι ότι ο πελάτης έχει την δυνατότητα να επιλέξει πότε θα χρησιμοποιήσει proxy.

2.2. Resource-Oriented Architecture

Οι Leonard Richardson και Sam Ruby βασίστηκαν στην θεωρία του Roy Fielding για να αναπτύξουν μία αρχιτεκτονική σχεδίασης δικτυοκεντρικών πληροφοριακών συστημάτων με τίτλο Resource-Oriented Architecture (Leonard Richardson & Sam Ruby, 2007).

Τα βασικά στοιχεία της Resource-Oriented αρχιτεκτονικής αναλύονται παρακάτω.

- URIs (ενιαία κλειδιά εύρεσης πόρου)
- Addressability (δυνατότητα ανάκλησης περιεχομένου)
- Statelessness (έλλειψη πληροφορίας κατάστασης)
- Representations (αναπαραστάσεις)
- Links and Connectedness (σύνδεσμοι και συνδεσιμότητα)
- The uniform interface (ενιαία διεπαφή)

2.2.1. URIs

Τον Ιούνιο του 1994 ο Tim Berners-Lee πρότεινε στο World Wide Consortium ένα κοινό τρόπο γραφής των κλειδιών εύρεσης πόρων (resource identifiers). Τα resource identifiers που συμμορφώνονται με το πρότυπο του Tim Berners-Lee ονομάζονται URIs (Uniform Resource Identifiers).

Για παράδειγμα, η λίστα των προϊόντων που εμπορεύεται μία εταιρεία στο διαδίκτυο είναι διαθέσιμη μέσω του URI <http://www.company.gr/products.txt>.

Το σχήμα 2.1 απεικονίζει το αίτημα ενός client με τη χρήση του ανωτέρω URI και την αντίστοιχη απάντηση του server.

Client HTTP request	Server HTTP response
GET /products.txt HTTP/1.1 Host: www.company.gr	200 OK Content-Type: text/plain Προϊόν Α Προϊόν Β Προϊόν Γ

Σχήμα 2.1. Παράδειγμα χρήσης URI στον παγκόσμιο ιστό.

Δύο (2) ή περισσότερα URIs είναι δυνατόν να υποδεικνύουν το ίδιο Resource. Για παράδειγμα, μία εταιρεία παράγει λογισμικό και η τρέχουσα έκδοση του λογισμικού ονομάζεται 1.03. Το URI <http://www.company.gr/software/releases/1.0.3.tar.gz> υποδεικνύει το ίδιο αρχείο με το <http://www.company.gr/software/releases/latest.tar.gz>. Βεβαίως, η σημασία της ονομασίας των δύο (2) URIs είναι διαφορετική: το πρώτο URI αναφέρεται στην έκδοση 1.03 του λογισμικού και μόνο, ενώ το δεύτερο URI αναφέρεται στην νεότερη έκδοση του λογισμικού που υπάρχει την τρέχουσα χρονική στιγμή.

Κάθε URI υποδεικνύει ένα και μόνο ένα resource. Για παράδειγμα, το URI <http://www.company.gr/software/releases/archive.tar.gz> υποδεικνύει ένα αρχείο που περιλαμβάνει όλες τις εκδόσεις του λογισμικού που υπάρχουν μέχρι σήμερα. Αν υποθέσουμε λοιπόν ότι υπάρχουν δέκα (10) εκδόσεις του λογισμικού, τότε το αρχείο θα περιλαμβάνει δέκα (10) υπο-φακέλους, έναν για κάθε έκδοση του λογισμικού. Δεν θα ήταν όμως δυνατόν το εν λόγω URI να υποδεικνύει δέκα αρχεία ταυτόχρονα.

2.2.2. Addressability

Addressability σημαίνει ότι μία διαδικτυακή υπηρεσία είναι προσπελάσιμη (addressable), δηλαδή εκθέτει ένα URI για κάθε resource που δημοσιεύει.

Για παράδειγμα, το URI <http://www.google.com/search?q=σπουδές> αντιπροσωπεύει ένα κατάλογο με συνδέσμους που αναφέρονται στον όρο "σπουδές". Αν η μηχανή αναζήτησης της google δεν ήταν προσπελάσιμη, δεν θα υπήρχε η δυνατότητα δημοσίευσης του παραπάνω URI στο παρόν σύγγραμμα. Θα έπρεπε, αντί αυτού, να δοθούν οδηγίες χρήσης στον αναγνώστη, όπως «επισκεφτείτε την ιστοσελίδα google.com, πληκτρολογήστε "σπουδές" στο πεδίο αναζήτησης και πατήστε το κουμπί "Αναζήτηση"».

Χάρης στο addressability, οι χρήστες μπορούν να αποθηκεύσουν ένα URI, να αποστείλουν το URI με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, να δημιουργήσουν μία ιστοσελίδα που θα συμπεριλαμβάνει το URI, κ.ο.κ. Μάλιστα είναι εφικτό να συνδυαστούν δύο ή περισσότερα URIs για την μετάφραση κειμένου ή την επικύρωση HTML κώδικα μίας ιστοσελίδας. Για παράδειγμα το URI <http://translate.google.com/translate?u=http%3A%2F%2Fwww.unipi.gr&sl=el&tl=en> χρησιμοποιείται για την μετάφραση της ιστοσελίδας του Πανεπιστημίου Πειραιώς στα αγγλικά.

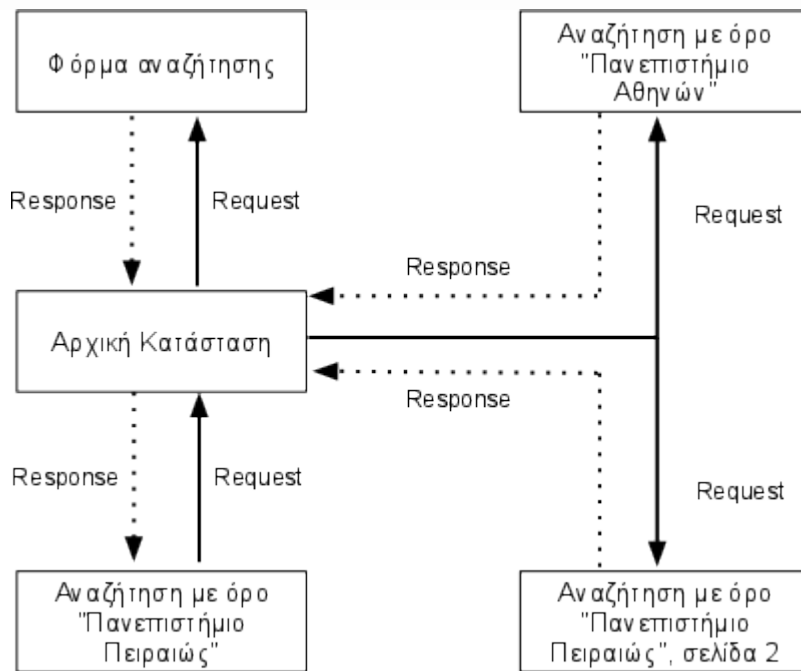
Κοντολογίς, εξαιτίας της δυνατότητας ανάκλησης περιεχομένου μπορούμε σήμερα να μιλάμε για παγκόσμιο ιστό (www).

2.2.3. Statelessness

Statelessness για μία διαδικτυακή υπηρεσία (web service) σημαίνει ότι η κατάσταση (state) του client δεν διασώζεται κατά την μετάβαση από ένα resource σε κάποιο άλλο. Κάθε αίτημα (request) του client είναι αυτόνομο, δηλαδή ανεξάρτητο από προηγούμενα αιτήματα. Περιλαμβάνει μόνο τις πληροφορίες που χρειάζεται ο server για να παράξει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

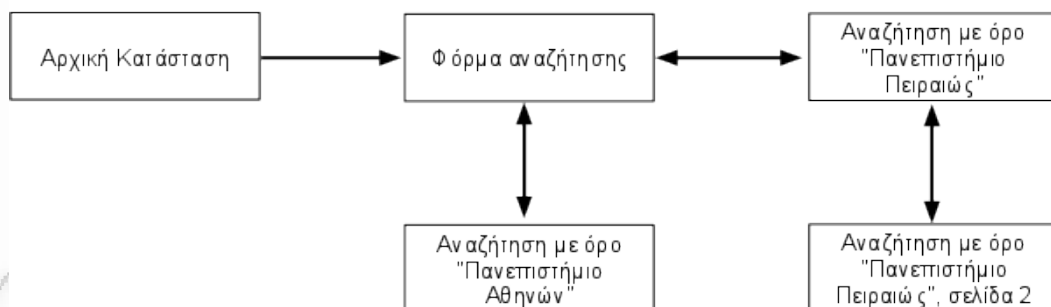
Ο server απαγορεύεται να χρησιμοποιήσει την πληροφορία που έστειλε ο client σε προηγούμενα αιτήματα - αν αυτή η πληροφορία ήταν σημαντική τότε ο πελάτης θα έπρεπε να την ξαναστείλει.

Η μηχανή αναζήτησης της Google είναι stateless. Κάποιος χρήστης, για παράδειγμα, ζητάει πληροφορίες για το Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Στέλνει λοιπόν ένα αίτημα στο URI <http://www.google.com/search?q=Πανεπιστήμιο+Πειραιώς> και λαμβάνει έναν κατάλογο με τους δέκα (10) πρώτους συνδέσμους που παράγει η μηχανή αναζήτησης. Ο ίδιος χρήστης επιθυμεί να λάβει περισσότερα αποτελέσματα. Στέλνει λοιπόν ένα δεύτερο αίτημα στο URI <http://www.google.com/search?q=Πανεπιστήμιο+Πειραιώς&start=10> και λαμβάνει έναν κατάλογο με τους δέκα (10) επόμενους συνδέσμους. Την τελευταία φορά, ο χρήστης χρειάστηκε να ξαναστείλει τον όρο αναζήτησης, προσθέτοντας όμως μία παράμετρο στο URI που υποδεικνύει ότι ζητάει την δεύτερη σελίδα αποτελεσμάτων. Το Σχήμα 2.2 απεικονίζει την επικοινωνία ενός client με μία stateless μηχανή αναζήτησης.



Σχήμα 2.2. Παράδειγμα stateless μηχανής αναζήτησης.

Οι διαδικτυακές υπηρεσίες που αποθηκεύουν την πληροφορία κατάστασης του πελάτη ονομάζονται *stateful*. Αυτού του είδους οι υπηρεσίες, εκτελούν αιτήματα σε μία συγκεκριμένη σειρά: Α, Β και έπειτα Γ. Δημιουργείται λοιπόν πρόβλημα όταν ο χρήστης στείλει το αίτημα Β δύο φορές αντί να προχωρήσει στο αίτημα Γ. Το σχήμα 2.3 απεικονίζει την επικοινωνία ενός client με μία *stateful* μηχανή αναζήτησης.



Σχήμα 2.3. Παράδειγμα stateful μηχανής αναζήτησης.

2.2.4. Representations

Κάθε resource περιέχει δεδομένα. Τα δεδομένα φτάνουν στον τελικό χρήστη με κάποια συγκεκριμένη μορφή που ονομάζεται *representation*.

Για παράδειγμα, το URI <http://www.company.gr/products.txt> υποδεικνύει ότι τα δεδομένα, δηλαδή ο κατάλογος των προϊόντων μίας εταιρείας, αναπαριστάται με την μορφή αρχείου κειμένου. Αντιθέτως, το URI <http://www.company.gr/products.html> υποδεικνύει ότι η λίστα των προϊόντων αναπαριστάται με την μορφή HTML προγράμματος.

Ορισμένα resources μπορούν να παράγουν άνω του ενός representations. Για παράδειγμα, το URI <http://www.company.gr/products> μπορεί να παράγει ένα αρχείο μορφής HTML, XHTML, TXT ή XML. Ο εξυπηρετητής (server) αποφασίζει τι είδους representation θα στείλει, διαβάζοντας το "Accept" header της αίτησης HTTP του client.

Ομοίως, το URI <http://www.company.gr/press-release.html> ενδέχεται να παράγει διαφορετικά representations αναλόγως την γλώσσα που μιλάει ο client, η οποία δηλώνεται στο "Accept-Language" header του HTTP envelope. Αν ο χρήστης είναι Ισπανός το representation θα αποσταλεί στα ισπανικά, αν ο χρήστης είναι Έλληνας το representation θα αποσταλεί στα ελληνικά, κ.ο.κ.

2.2.5. Links and Connectedness

Ένα representation, πέραν των δεδομένων, ενδέχεται να περιέχει συνδέσμους (links) προς άλλα resources. Για παράδειγμα, η μηχανή αναζήτησης της Google δεν παράγει μόνο αποτελέσματα αναζήτησης, αλλά και συνδέσμους προς τις σελίδες των αποτελεσμάτων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.4.

▶ [ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ - Αρχική Σελίδα](#) ☆ 🔍
Ψήφισμα Πανεπιστημίου Πειραιώς. 02/11/2010. Ανακοίνωση. 01/11/2010. Ακαδημαϊκό Ημερολόγιο Ακαδ. Έτους 2010-2011. 27/10/2010. Μετεγγραφές φοιτητών ...
www.unipi.gr/ - Προσωρινά αποθηκευμένη - Παρόμοιες

Μεταπτυχιακά Προγράμματα	Ηλεκτρονικά Μαθήματα
Αποτελέσματα Εξετάσεων	Βιβλιοθήκη
Ακαδημαϊκά Τμήματα	Πρόγραμμα Μαθημάτων Χειμ. ...
Πρόγραμμα Εξετάσεων Σεπτεμβρίου ...	Πρόσβαση φοιτητών



Σχήμα 2.4. Σύνδεσμοι στη σελίδα αποτελεσμάτων της Google.

Ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα είναι διασυνδεδεμένο, ονομάζεται «connectedness». Η επιτυχία του διαδικτύου οφείλεται στην υψηλή

συνδεσιμότητα, δίχως την οποία οι χρήστες θα έπρεπε να δακτυλογραφούν τα URIs στη γραμμή διεύθυνσεως του web browser.

2.2.6. The uniform interface

Το κυρίαρχο πρωτόκολλο επικοινωνίας στο διαδίκτυο είναι το HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα απλό πρωτόκολλο με έξι (6) βασικές λειτουργίες:

- Create new resource (δημιουργία νέου resource): HTTP PUT σε νέο URI ή HTTP POST σε υφιστάμενο URI.
- Read the contents of a resource (ανάκτηση των περιεχομένων ενός resource): HTTP GET.
- Update an existing resource (αναβάθμιση ενός υπάρχον resource): HTTP PUT σε υφιστάμενο resource.
- Delete a resource (διαγραφή ενός resource): HTTP DELETE.
- Read the meta-data of a resource (ανάκτηση των μετά-δεδομένων ενός resource): HTTP HEAD
- Find the supported HTTP verbs by a specific resource (εύρεση των υποστηριζόμενων HTTP ρημάτων από κάποιο resource): HTTP OPTIONS

2.2.6.1. HTTP GET

Το ρήμα GET χρησιμοποιείται για την ανάκτηση των περιεχομένων ενός resource.

Ο client στέλνει ένα GET request σε κάποιο URI κι ο server απαντάει με ένα representation των περιεχομένων του resource.

2.2.6.2. HTTP POST

Το ρήμα POST χρησιμοποιείται για την δημιουργία ενός νέου resource. Το RFC 2616 (HTTP standard) στην παράγραφο 9.5 προσδιορίζει:

Το POST σχεδιάστηκε για να καλύψει τις παρακάτω ανάγκες:

- Προσθήκη σε υφιστάμενα resources.

- Δημιουργία μηνυμάτων σε *bulletin boards*, *newsgroups*, *mailing-lists* ή παρεμφερείς ομάδες αντικειμένων.
- Αποστολή δεδομένων σε κάποιο *data-handling process*.
- Επέκταση βάσης δεδομένων.

Ο client στέλνει ένα POST request σε κάποιο URI κι ο server απαντάει αν το resource δημιουργήθηκε καθώς και το νέο URI στο οποίο βρίσκεται.

2.2.6.3. HTTP PUT

Το ρήμα PUT χρησιμοποιείται για την δημιουργία ενός νέου resource εφόσον αποσταλεί σε νέο URI ή την αναβάθμιση ενός υφιστάμενου resource.

Στην πρώτη περίπτωση, ο client στέλνει ένα PUT request κι ο server απαντάει με ένα representation των περιεχομένων του νέου resource.

Στη δεύτερη περίπτωση ο client στέλνει ένα PUT request κι ο server απαντάει με ένα representation των περιεχομένων του αναβαθμισμένου resource.

2.2.6.4. HTTP DELETE

Το ρήμα DELETE χρησιμοποιείται για την διαγραφή ενός resource.

Ο client στέλνει ένα DELETE request σε κάποιο URI κι ο server απαντάει αν το resource διαγράφηκε.

2.2.6.5. HTTP HEAD

Το ρήμα HEAD χρησιμοποιείται για την ανάκτηση των μετά-δεδομένων ενός resource, π.χ. στην περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να μάθει το μέγεθος ενός αρχείου, χωρίς ωστόσο να κατεβάσει το αρχείο.

Ο client στέλνει ένα HEAD request σε κάποιο URI κι ο server απαντάει με τα μετά-δεδομένα του resource.

2.2.6.6. HTTP OPTIONS

Το ρήμα OPTIONS χρησιμοποιείται για την εύρεση των ρημάτων που υποστηρίζει κάποιο resource.

Ο client στέλνει ένα OPTIONS request σε κάποιο URI κι ο server απαντάει με τα υποστηριζόμενα HTTP ρήματα.

2.2.6.7. HTTP TRACE

Το ρήμα TRACE συναντάται σπανίως και χρησιμοποιείται για διαγνωστικούς λόγους.

Ο client στέλνει ένα TRACE request σε κάποιο URI κι ο server απαντάει επιστρέφοντας το μήνυμα του client ως έχει.

2.2.6.8. HTTP CONNECT

Το ρήμα CONNECT χρησιμοποιείται για tunneling, π.χ. υλοποίηση ασφαλούς σύνδεσης SSL.

Κεφάλαιο 3: Υφιστάμενες λύσεις

Η αξιοποίηση της μετά-πληροφορίας των σχεσιακών βάσεων δεδομένων έχει απασχολήσει κατά το παρελθόν τη αγορά της πληροφορικής. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται επτά (7) αντιπροσωπευτικές λύσεις για την αυτοματοποιημένη δημιουργία διεπαφής.

1. Oracle Forms
2. Filemaker
3. Microsoft Access
4. Dabble Db
5. Zoho Creator
6. PhpMyAdmin
7. Ruby on Rails

Ο Πίνακας 3.1 συγκρίνει τις επτά (7) λύσεις της αγοράς με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

- Supported databases
- Ease of use
- Interoperability
- Data addressability and connectedness

«Supported databases» είναι οι βάσεις δεδομένων, με τις οποίες συνεργάζεται το λογισμικό, π.χ. Oracle ή Microsoft SQL. Ο αστερίσκος (*) υποδεικνύει ότι το λογισμικό συνεργάζεται με την πλειονότητα των βάσεων δεδομένων. Η παύλα (-) υποδεικνύει ότι δε συνδέεται εξωτερικά με καμία βάση δεδομένων.

«Ease of use» είναι η ευκολία χρήσης εκ μέρους του developer. Το ζητούμενο είναι η όσο το δυνατόν μικρότερη συμμετοχή στην παραγωγή της διεπαφής.

«Interoperability» σημαίνει δυνατότητα λειτουργίας της παραγόμενης διεπαφής σε κάθε πλατφόρμα λογισμικού.

«Data addressability and connectedness» ονομάζεται η δυνατότητα ανάκλησης περιεχομένου και συνδεσιμότητα της παραγόμενης διεπαφής. Το ζητούμενο είναι η σύνδεση με άλλες προγραμματιστικές εφαρμογές.

Πίνακας 3.1. Συγκριτικός πίνακας υφιστάμενων λύσεων.

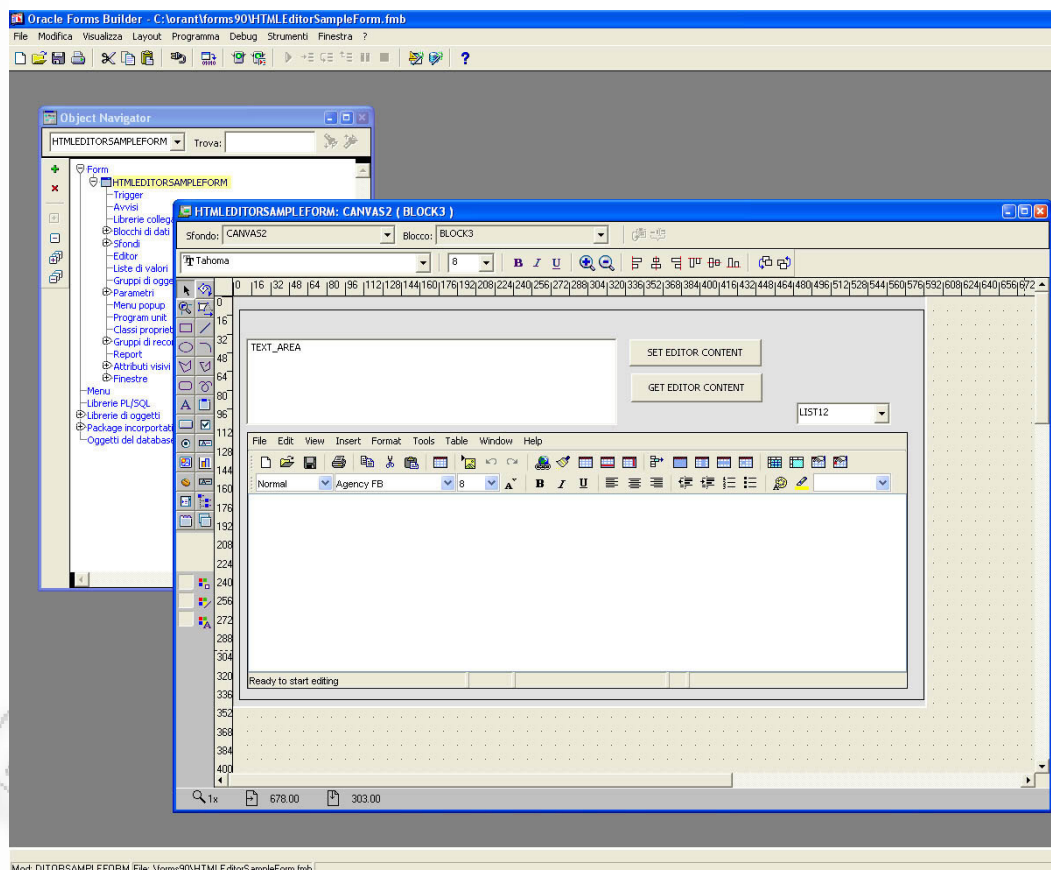
	Supported databases	Ease of use	Interoperability	Data addressability and connectedness
Oracle Forms	Oracle	No	Yes (Java)	No
Apple Filemaker	Filemaker	Yes	No	No
Microsoft Access	* (ODBC)	Yes	No	No
Dabble Db	-	Yes	Yes (HTTP)	Yes (JSON)
Zoho Creator	-	Yes	Yes (HTTP)	No
PhpMyAdmin	MySQL	Yes	Yes (HTTP)	No
Ruby on Rails	*	No	Yes (HTTP)	Yes (programmable)

3.1. Oracle Forms

Το λογισμικό «Oracle Forms» δεν είναι μετασχηματιστής, αλλά μάλλον ένα έξυπνο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) για τη δημιουργία της διεπαφής του χρήστη. Κατασκευάστηκε από την Oracle Corporation στα τέλη της δεκαετίας του '80 κι συνεχίζει να αναπτύσσεται μέχρι σήμερα.

Διαφέρει από τα υπόλοιπα IDE, καθώς έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με τη βάση δεδομένων, να εξάγει τα μετά-δεδομένα και να τα αξιοποιήσει στην δημιουργία της διεπαφής. Ως αποτέλεσμα, μειώνεται ο χρόνος κατασκευής, ενώ απαιτείται ελάχιστη συγγραφή κώδικα εκ μέρους του προγραμματιστή.

Ωστόσο, απαιτεί ειδικές γνώσεις προγραμματισμού, ενώ το παραγόμενο interface δεν δύναται να συνδεθεί με άλλες προγραμματιστικές εφαρμογές.

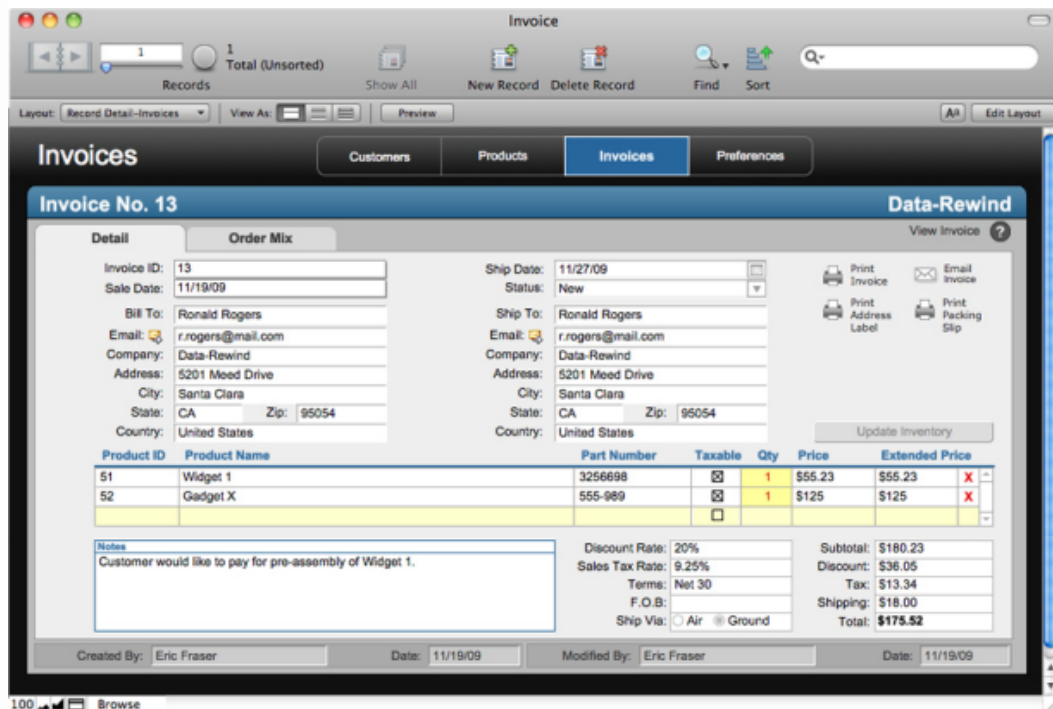


Σχήμα 3.1. Oracle Forms Builder

3.2. Filemaker

Το λογισμικό «Filemaker» είναι ένας συνδυασμός σχεσιακής βάσης δεδομένων, IDE και client. Κατασκευάστηκε από την εταιρεία Nashoba το 1982 κι αργότερα εξαγοράστηκε από την Filemaker Inc, θυγατρική της εταιρείας Apple.

Το κομμάτι του IDE λειτουργεί όπως το Oracle Forms, με τη διαφορά ότι είναι πιο εύχρηστο. Ωστόσο, το παραγόμενο interface δεν δύναται να συνδεθεί με άλλες προγραμματιστικές εφαρμογές, ενώ για την εκτέλεση του απαιτείται ο Filemaker Client, ένα ειδικό λογισμικό που λειτουργεί μόνο σε περιβάλλοντα Windows και Mac.

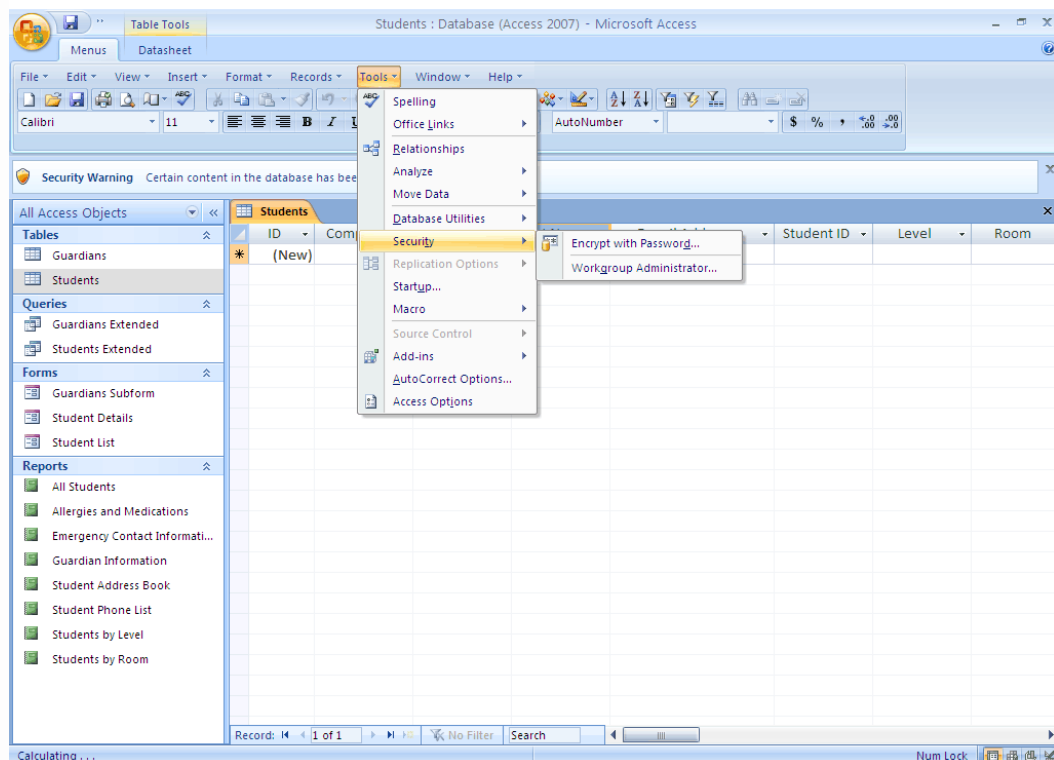


Σχήμα 3.2. Apple Filemaker Client

3.3. Microsoft Access

Το λογισμικό «Access», όπως και το Filemaker, είναι ένας συνδυασμός σχεσιακής βάσης δεδομένων, IDE και client. Κατασκευάστηκε από την εταιρεία Microsoft το 1992 κι αργότερα προστέθηκε στη σουίτα λογισμικού «Office».

Πρόκειται για μία ιδιαίτερα δημοφιλή και εύχρηστη εφαρμογή. Ωστόσο, δεν λειτουργεί ικανοποιητικά σε περιβάλλον δικτύου, ενώ για την εκτέλεση της διαπαφής απαιτείται ειδικό λογισμικό.



Σχήμα 3.3. Microsoft Access

3.4. Dabble Db

Το «Dabble Db» δημιουργήθηκε το 2007 ως επί πληρωμή διαδικτυακή υπηρεσία (<http://dabbledb.com>). Παρείχε ένα εύχρηστο interface για την δημιουργία της βάσης δεδομένων, αλλά και την ανάπτυξη της διεπαφής του τελικού χρήστη. Τρία χρόνια αργότερα αγοράστηκε από την εταιρεία Twitter κι ανέστειλε τις εργασίες της.

Αποτελεί τη σημαντικότερη προσπάθεια κατασκευής μετασχηματιστή έως σήμερα. Ωστόσο, δεν είναι μετασχηματιστής. Μάλλον μοιάζει με ηλεκτρική συσκευή, καθώς είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την βάση δεδομένων, η οποία παραμένει κρυφή στον χρήστη.

The screenshot displays the Dabble Db web interface for a report titled "homicides by district and neighborhood". The interface includes a search bar, navigation links (Applications, User Account, Admin, Logout), and a sidebar with filters. The main content area shows a table of crime entries, categorized by district and neighborhood. The table columns include offense type, date, latitude, longitude, and a neighborhood code. Below the table, there is a "Summary" section with "Time Series Data" and "Popular Graphs".

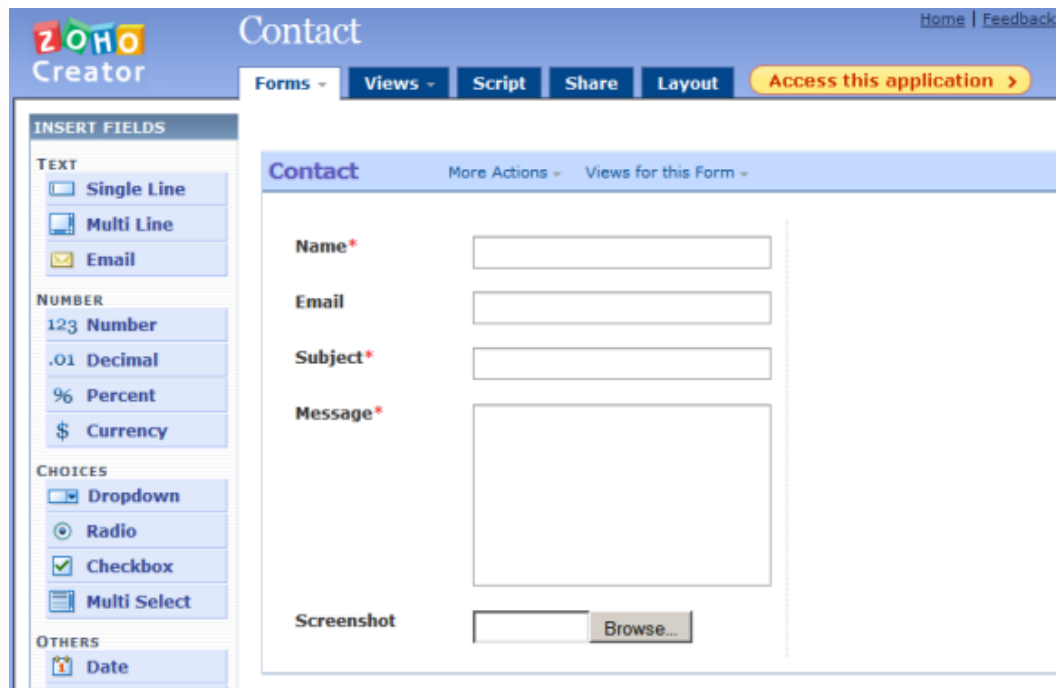
Category	Offense	Date	Latitude	Longitude	Neighborhood
BURGLARY (366 entries)					
FIFTH (63 entries)					
BLOOMINGDALE (3 entries)					
	BURGLARY	November 23, 2006	38.91556653	-77.01060274	5C
	BURGLARY	November 29, 2006	38.91564603	-77.01240839	5C
	BURGLARY	October 31, 2006	38.92077076	-77.00904212	5C
BRENTWOOD (4 entries)					
	BURGLARY	November 16, 2006	38.92051303	-76.98709854	5B

Σχήμα 3.4. Dabble Db

3.5. Zoho Creator

Το λογισμικό «Zoho Creator», όπως και το Dabble Db, είναι μία επί πληρωμή διαδικτυακή υπηρεσία (<http://creator.zoho.com>) για τη δημιουργία και διαχείριση βάσεων δεδομένων μέσω internet.

Ωστόσο, είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την βάση δεδομένων, ενώ δεν δύναται να συνδεθεί με άλλες προγραμματιστικές εφαρμογές.



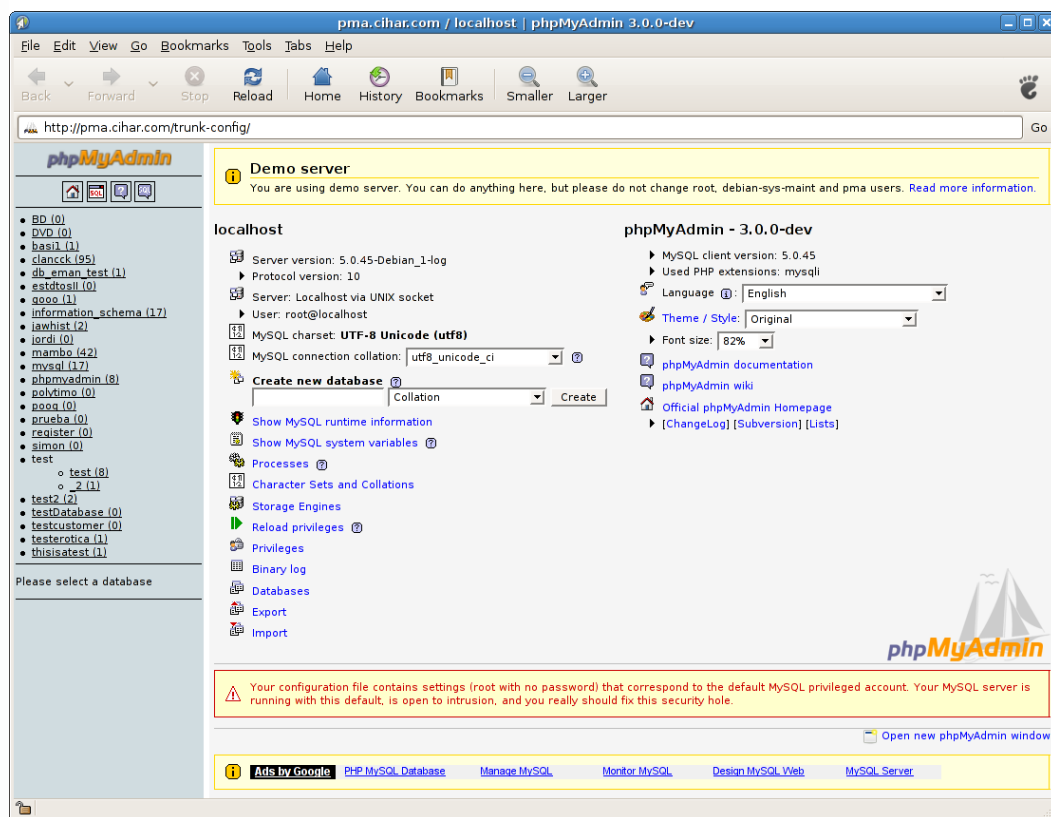
The screenshot displays the Zoho Creator web interface for creating a form. The top navigation bar includes the Zoho logo, the title 'Contact', and links for 'Home' and 'Feedback'. Below this is a menu with options: 'Forms', 'Views', 'Script', 'Share', and 'Layout', along with a yellow button labeled 'Access this application >'. On the left side, there is a sidebar titled 'INSERT FIELDS' with categories: 'TEXT' (Single Line, Multi Line, Email), 'NUMBER' (123 Number, .01 Decimal, % Percent, \$ Currency), 'CHOICES' (Dropdown, Radio, Checkbox, Multi Select), and 'OTHERS' (Date). The main workspace shows a form titled 'Contact' with fields for 'Name*', 'Email', 'Subject*', and 'Message*'. A 'Screenshot' field with a 'Browse...' button is also visible.

Σχήμα 3.5. Zoho Creator

3.6. PhpMyAdmin

Το «PhpMyAdmin» είναι ένα εξαιρετικά δημοφιλές λογισμικό ανοιχτού κώδικα για την διαχείριση MySQL βάσεων δεδομένων. Κατασκευάστηκε το 1998 σε γλώσσα PHP.

Βρίσκεται πολύ κοντά στην έννοια του μετασηματιστή, όμως υστερεί στη δυνατότητα διασύνδεσης με άλλες προγραμματιστικές εφαρμογές.



Σχήμα 3.6. PhpMyAdmin

3.7. Ruby on Rails

Το «Ruby on Rails» είναι ένα framework ανοιχτού κώδικα γραμμένο σε γλώσσα Ruby. Συνδέεται στη βάση δεδομένων, αντλεί τη μετά-πληροφορία και δημιουργεί αυτομάτως ένα πρωτότυπο της διεπαφής, διαθέσιμο στον προγραμματιστή για περαιτέρω ανάπτυξη.

Κεφάλαιο 4: Απαιτήσεις

Το λογισμικό που θα επιτελέσει το ρόλο του μετασχηματιστή, απαιτείται να φέρει τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

4.1. Ease of Use

Ένας μετασχηματιστής οφείλει, κατ' αρχήν, να είναι απλός και εύκολος στην χρήση. Στην προκειμένη περίπτωση, να λαμβάνει από το χρήστη τα στοιχεία για τη σύνδεση στη βάση δεδομένων και να δημιουργεί αυτομάτως την HTTP διεπαφή.

4.2. Interoperability

Η διεπαφή που παράγεται από τον μετασχηματιστή, θα πρέπει να λειτουργεί σε όσο το δυνατόν περισσότερες πλατφόρμες. Για το λόγο αυτό, άλλωστε, επιλέχθηκε το πρωτόκολλο HTTP ως κοινός συνδέτης, καθώς περιγράφεται στο κεφάλαιο 1.3.

4.3. RESTful

Ο όρος RESTful σημαίνει ότι κάποιο πρόγραμμα ακολουθεί τις επιταγές του REST. Ωστόσο, το REST δεν είναι τίποτε άλλο από την απτή εφαρμογή του HTTP πρωτοκόλλου.

Τα πλεονεκτήματα δεν είναι αμελητέα:

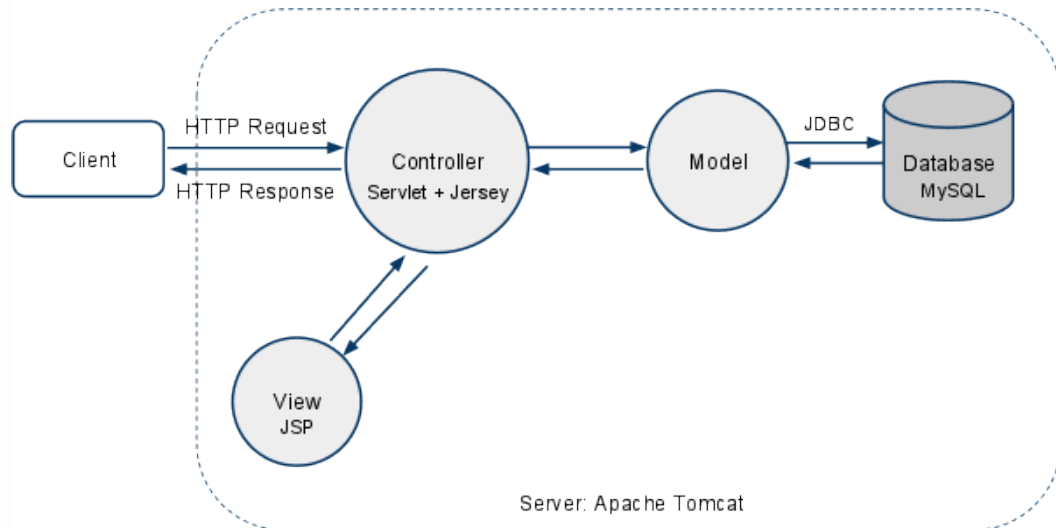
- **Connectedness.**
Σύνδεση με άλλες προγραμματιστικές εφαρμογές.
- **Scallability.**
Ευκολία επέκτασης του συστήματος.
- **Easier acceptance.**
Οι χρήστες αποδέχονται πιο εύκολα ένα σύστημα που τρέχει μέσω web browser, διότι γνωρίζουν πως να το χειριστούν.

4.4. Support for major database vendors

Ο μετασχηματιστής πρέπει να υποστηρίζει όσο το δυνατόν περισσότερες σχεσιακές βάσεις δεδομένων και κατ' ελάχιστο τις τρεις (3) δημοφιλέστερες εξ' αυτών: Oracle, Microsoft SQL, MySQL.

Κεφάλαιο 5: Τεχνολογίες υλοποίησης

Το Σχήμα 5.1 απεικονίζει τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του μετασχηματιστή, στα πλαίσια της παρούσης εργασίας.



Σχήμα 5.1. Τεχνολογίες υλοποίησης

5.1. J2EE (Java Enterprise Edition 2)

Για την δημιουργία της HTTP διεπαφής του μετασχηματιστή, χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία J2EE, μια βιβλιοθήκη (library) της Java για την δημιουργία web εφαρμογών.

Η χρήση της βιβλιοθήκης J2EE συνεπάγεται την αποδοχή της αρχιτεκτονικής MVC (Model View Controller).

- Model ονομάζεται το τμήμα (layer) της εφαρμογής που συνδέεται με τη βάση δεδομένων.
- View είναι το τμήμα της εφαρμογής που παράγει το οπτικό κομμάτι της διεπαφής, π.χ. JSP.
- Controller είναι το τμήμα της εφαρμογής που διατηρεί τη λογική (business logic) του συστήματος, π.χ. Servlet.

5.2. Apache Tomcat J2EE Container

Οι J2EE εφαρμογές χρειάζονται κάποιο J2EE container για να λειτουργήσουν στο διαδίκτυο. Ο Tomcat είναι ένας δημοφιλής J2EE container ανοιχτού κώδικα που διατίθεται δωρεάν από το ίδρυμα Apache Foundation (<http://tomcat.apache.org/>).

5.3. JSR 311 + Jersey

Το JSR 311 είναι ένα Java API (Application Interface) για την δημιουργία RESTful δικτυοκεντρικών εφαρμογών (<http://jcp.org/en/jsr/detail?id=311>).

Jersey ονομάζεται μία βιβλιοθήκη (library) ανοιχτού λογισμικού που υλοποιεί το JSR 311 (<http://jersey.java.net/>). Υποστηρίζεται από την εταιρεία Oracle Corporation και παρέχει συναρτήσεις για την επεξεργασία των media types και τη χρήση URI templates.

URI template είναι ένα URI που περιέχει μεταβλητές μέσα σε αγκύλες. Για παράδειγμα, το URI `http://www.google.com/a/{domain}/admin` υποδηλώνει ότι η πρόσβαση στην υπηρεσία google apps πραγματοποιείται αντικαθιστώντας το variable {domain} με τον επιθυμητό όνομα χώρου.

Η μεγάλη αξία, όμως, των URI template αποδεικνύεται όταν λειτουργούν αντίστροφα, όταν δηλαδή από τη διεύθυνση `http://www.google.com/a/jmike.gr/admin` εξάγουν τον όρο «jmike.gr».

5.4. JDBC (Java DataBase Connectivity)

Το JDBC είναι ένα Java API που προδιαγράφει τη σύνδεση Java προγραμμάτων με βάσεις δεδομένων. Παρέχει συναρτήσεις για την επεξεργασία πινάκων, την εξαγωγή μετά-πληροφορίας, κ.ά.

Χάρη στο JDBC, ο μετασχηματιστής δύναται να συνδεθεί σε πληθώρα σχεσιακών βάσεων δεδομένων χωρίς να αλλάξει τον κώδικα του Model της εφαρμογής.

5.5. MySQL

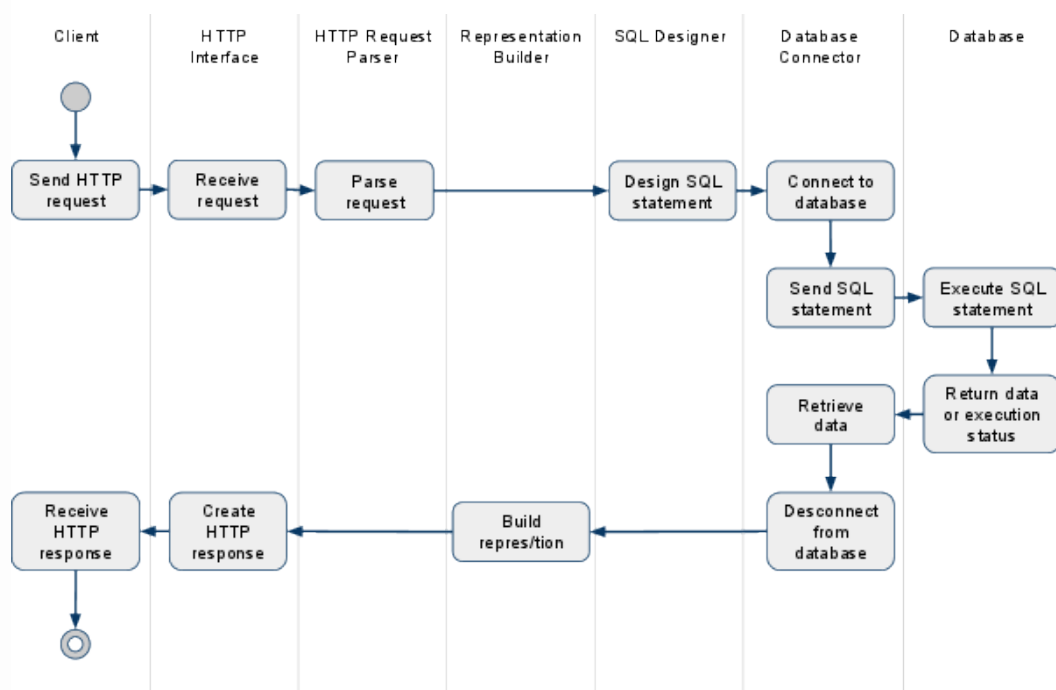
Οι απαιτήσεις του μετασχηματιστή ορίζουν ότι θα πρέπει να συνδέεται με όσο το δυνατόν περισσότερες βάσεις δεδομένων, χαρακτηριστικό που εξασφαλίζεται με την χρήση του JDBC.

Ωστόσο, για τις ανάγκες της εργασίας, επιλέχθηκε η MySQL, μία ιδιαίτερα δημοφιλής σχεσιακή βάση δεδομένων ανοιχτού λογισμικού, η οποία διατίθεται δωρεάν από την εταιρεία Oracle Corporation στη διεύθυνση <http://www.mysql.com>.

Κεφάλαιο 6: Σχεδιασμός/Μοντελοποίηση Λύσης

Η υλοποίηση του μετασχηματιστή αποτελείται από πέντε (5) βασικά μέρη:

1. HTTP Interface
2. HTTP Request Parser
3. SQL Designer
4. Database Connector
5. Representation Builder



Σχήμα 6.2. Διάγραμμα δραστηριοτήτων εφαρμογής μετασχηματιστή.

6.1. HTTP Interface

Το HTTP interface αναλαμβάνει την λήψη και αποστολή των HTTP μηνυμάτων. Είναι το μέρος της εφαρμογής που δημοσιεύεται στο διαδίκτυο και χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με τον client.

Πρόκειται για ένα J2EE Servlet που αξιοποιεί τις συναρτήσεις του Jersey για την εξαγωγή δεδομένων από τα URIs και το body (payload) των HTTP αιτήσεων.

6.2. HTTP Request Parser

Ο HTTP Request Parser λαμβάνει το request από το HTTP interface και προσπαθεί να κατανοήσει τι ακριβώς ζητάει ο πελάτης. Είναι ένα παραδοσιακό Java πρόγραμμα που λειτουργεί υπό τις παρακάτω προϋποθέσεις.

- Το querystring χρησιμοποιείται για το φιλτράρισμα των αποτελεσμάτων του πίνακα.
- Η παράμετρος «_show» προσδιορίζει τις στήλες του πίνακα. Η κάτω παύλα «_» χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει την παράμετρο από τα φίλτρα του πίνακα.
- Η παράμετρος «_page» προσδιορίζει την τρέχουσα σελίδα πίνακα.
- Η παράμετρος «_pagesize» προσδιορίζει το μέγεθος τη σελίδας του πίνακα.
- Η παράμετρος «_order» ταξινομεί τα δεδομένα του πίνακα.
- Το σύμβολο «+» υπονοεί INNER JOIN μεταξύ δύο (2) πινάκων.
- Το σύμβολο «!+» υπονοεί LEFT OUTER JOIN μεταξύ δύο (2) πινάκων.
- Το σύμβολο «+!» υπονοεί RIGHT OUTER JOIN μεταξύ δύο (2) πινάκων.
- Το σύμβολο «!+!» υπονοεί OUTER JOIN μεταξύ δύο (2) πινάκων.

6.3. SQL Designer

Ο SQL Designer είναι ένα Java πρόγραμμα που δέχεται τα αποτελέσματα του HTTP Request Parser και δημιουργεί ένα SQL statement, ικανό να τρέξει στη βάση δεδομένων. Για τη λειτουργία του SQL Designer έχουν γίνει οι παρακάτω παραδοχές, οι οποίες είναι σύμφωνες με το RFC 2616 (HTTP standard) όπως αναλύεται στην παράγραφο 2.2.6.

- Το GET HTTP request μετατρέπεται σε SELECT SQL statement.
- Το POST HTTP request μετατρέπεται σε INSERT SQL statement.
- Το PUT HTTP request μετατρέπεται σε UPDATE SQL statement.
- Το DELETE HTTP request μετατρέπεται σε DELETE SQL statement.

Πίνακας 6.1. Μετατροπή HTTP ρημάτων σε SQL commands

HTTP verbs	SQL commands
GET	SELECT
POST	INSERT
PUT	UPDATE

DELETE	DELETE
--------	--------

6.4. Database Connector

Ο Database Connector είναι ένας JDBC driver που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση με τη βάση δεδομένων. Λειτουργεί ως εξής:

1. Συνδέεται στην βάση δεδομένων.
2. Αποστέλλει το SQL statement που παρήγαγε ο SQL designer.
3. Αν πρόκειται για SELECT statement, λαμβάνει τα δεδομένα και τα μετά-δεδομένα. Αν πρόκειται για INSERT, UPDATE ή DELETE. λαμβάνει το αποτέλεσμα της διεργασίας (επιτυχές ή μη).
4. Αποσυνδέεται από τη βάση δεδομένων.

6.5. Representation Builder

Ο Representation Builder δημιουργεί ένα representation των δεδομένων που λαμβάνει από τον Database Connector. Το media-type που τελικώς θα αποσταλεί στον client επιλέγεται με βάση το αρχικό αίτημα του πελάτη και τη μορφή των δεδομένων που αντλήθηκαν από τη βάση.

Ο Πίνακας 6.2 παρουσιάζει τη μετατροπή των MySQL datatype σε XML μορφή. Ωστόσο, η μετατροπή αυτή γίνεται σταδιακά, τα δεδομένα πρώτα μετατρέπονται σε Java datatypes κι έπειτα στην τελική τους μορφή.

Πίνακας 6.2. Μετασχηματισμός MySQL datatype σε XML

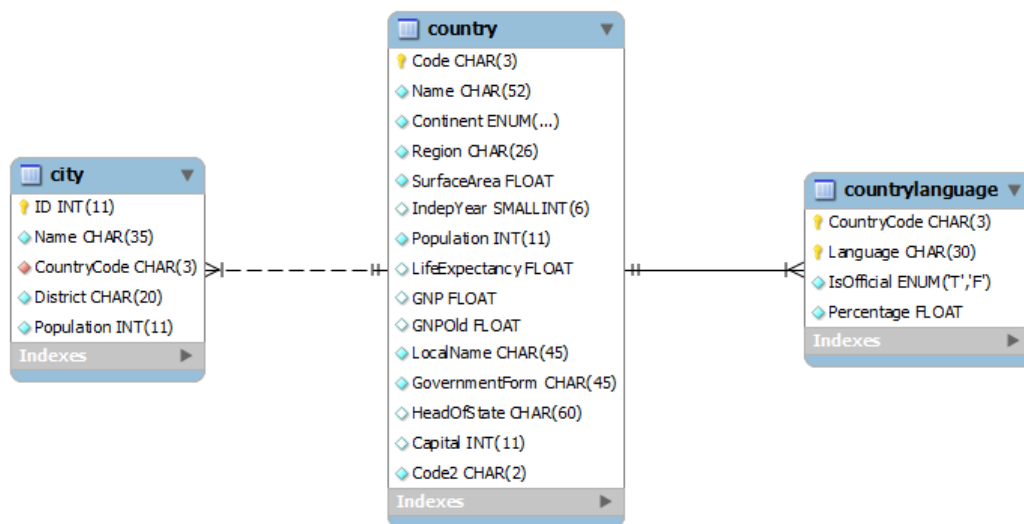
MySql	Java	XML
TINYINT	int	xs:byte (signed) xs:unsignedByte (unsigned)
SMALLINT	int	xs:short (signed) xs:unsignedShort (unsigned)
MEDIUMINT	int	xs:int (signed) xs:unsignedInt (unsigned)
INTEGER	int (signed) Long (unsigned)	xs:int (signed) xs:unsignedInt (unsigned)

BIGINT	Long (signed) java.math.BigInteger (unsigned)	xs:long (signed) xs:unsignedLong (unsigned)
DECIMAL	java.math.BigDecimal	xs:decimal
DOUBLE	Double	xs:double (scale > precision) xs:decimal (scale <= precision)
FLOAT	Float	xs:float (scale > precision) xs:decimal (scale <= precision)
BIT	Boolean (precision = 1) byte[] (precision > 1)	xs:boolean (precision = 1) xs:base64Binary (precision > 1)
ENUM	String	
CHAR	String	xs:string
VARCHAR	String	xs:string
TIME	java.sql.Time	xs:time
TIMESTAMP	java.sql.Timestamp	xs:dateTime
YEAR	int	xs:gYear
DATE	java.sql.Date	xs:date
DATETIME	java.sql.Timestamp	xs:dateTime
BINARY	byte[]	xs:base64Binary
VARBINARY	byte[]	xs:base64Binary
TINYBLOB	byte[]	xs:base64Binary
MEDIUMBLOB	byte[]	xs:base64Binary
BLOB	byte[]	xs:base64Binary
LONGBLOB	byte[]	xs:base64Binary

Κεφάλαιο 7: Υλοποίηση

Ο μετασχηματιστής σχεδιάστηκε με στόχο να αποτελέσει μία διαδικτυακή υπηρεσία. Οι χρήστες μπορούν να εγγραφούν, να καταχωρήσουν τα στοιχεία σύνδεσης των δικών τους βάσεων δεδομένων, και να επεξεργαστούν τις πληροφορίες τους.

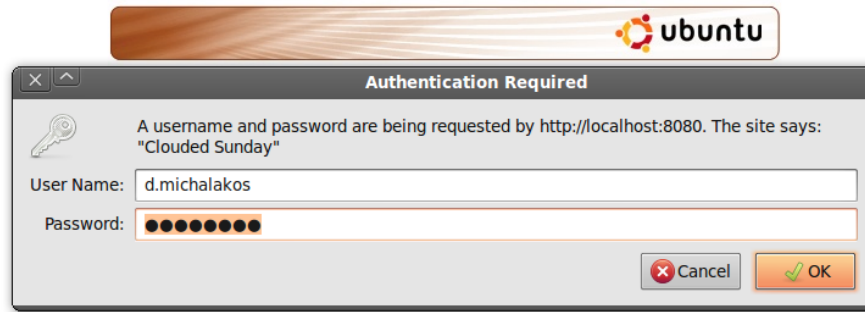
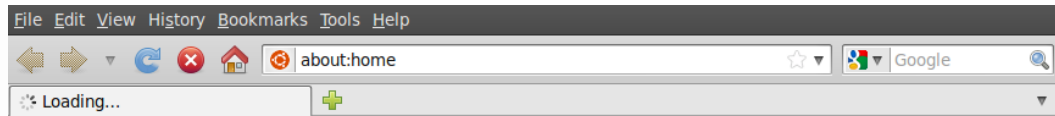
Για την επίδειξη των δυνατοτήτων της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων World, η δομή της οποίας απεικονίζεται στο Σχήμα 7.1.



Σχήμα 7.1. EER διάγραμμα βάσης δεδομένων World.

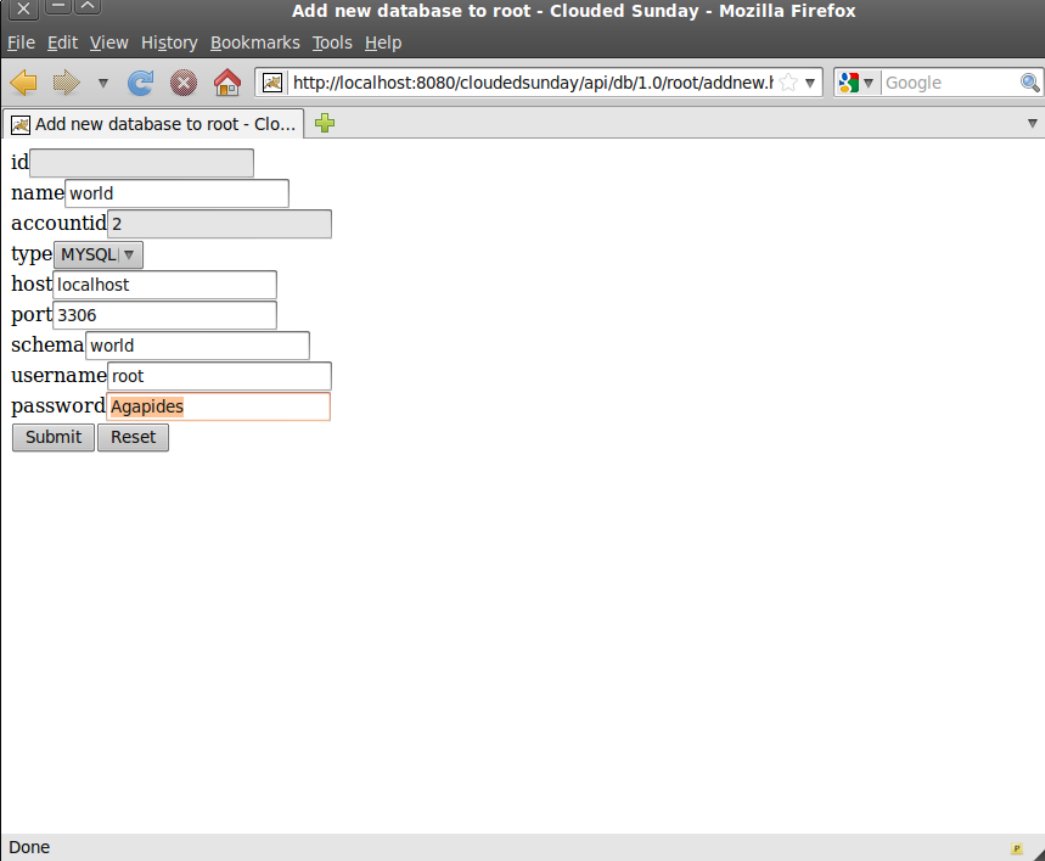
Ακολουθούν screenshots από τη λειτουργία της εφαρμογής.

7.1. Αυθεντικοποίηση χρήστη



7.2. Προσθήκη στοιχείων σύνδεσης με νέα βάση δεδομένων

<http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/addnew.html>



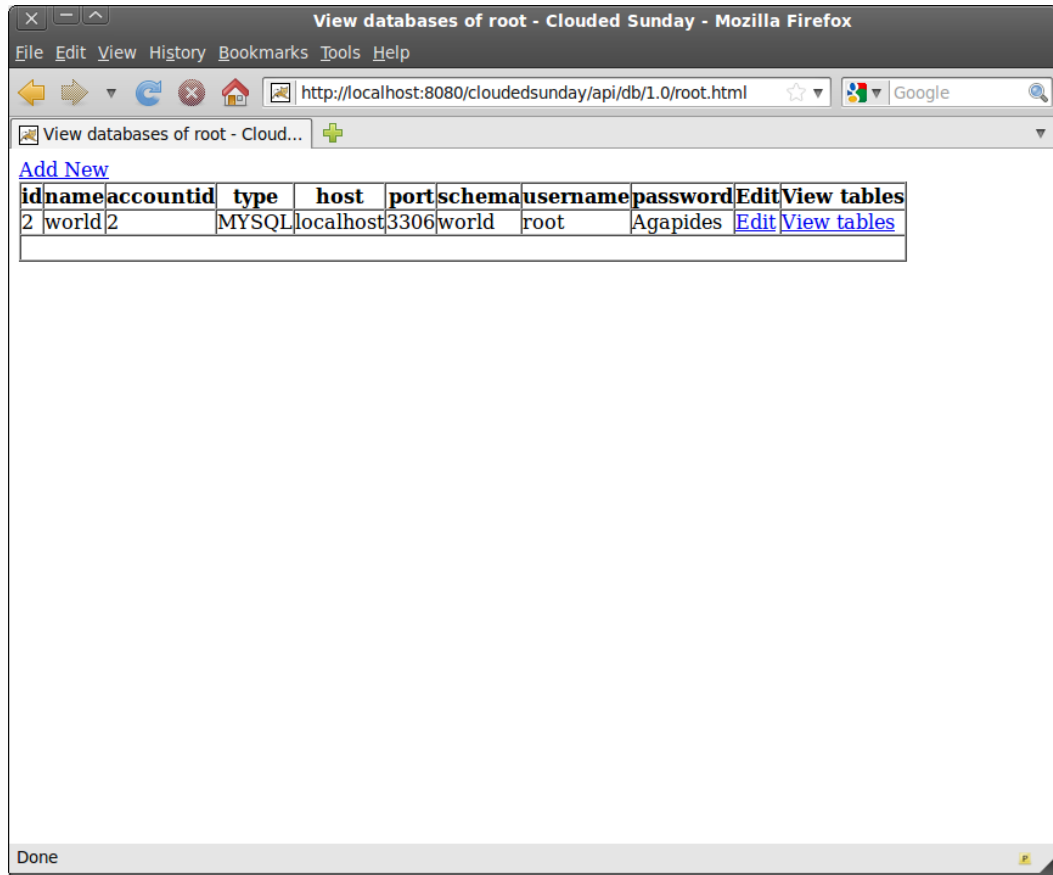
The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window titled "Add new database to root - Clouded Sunday". The address bar contains the URL <http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/addnew.html>. The page content is a form with the following fields and values:

- id:
- name: world
- accountid: 2
- type: MYSQL
- host: localhost
- port: 3306
- schema: world
- username: root
- password: Agapides

At the bottom of the form are two buttons: "Submit" and "Reset". The browser's status bar at the bottom shows "Done".

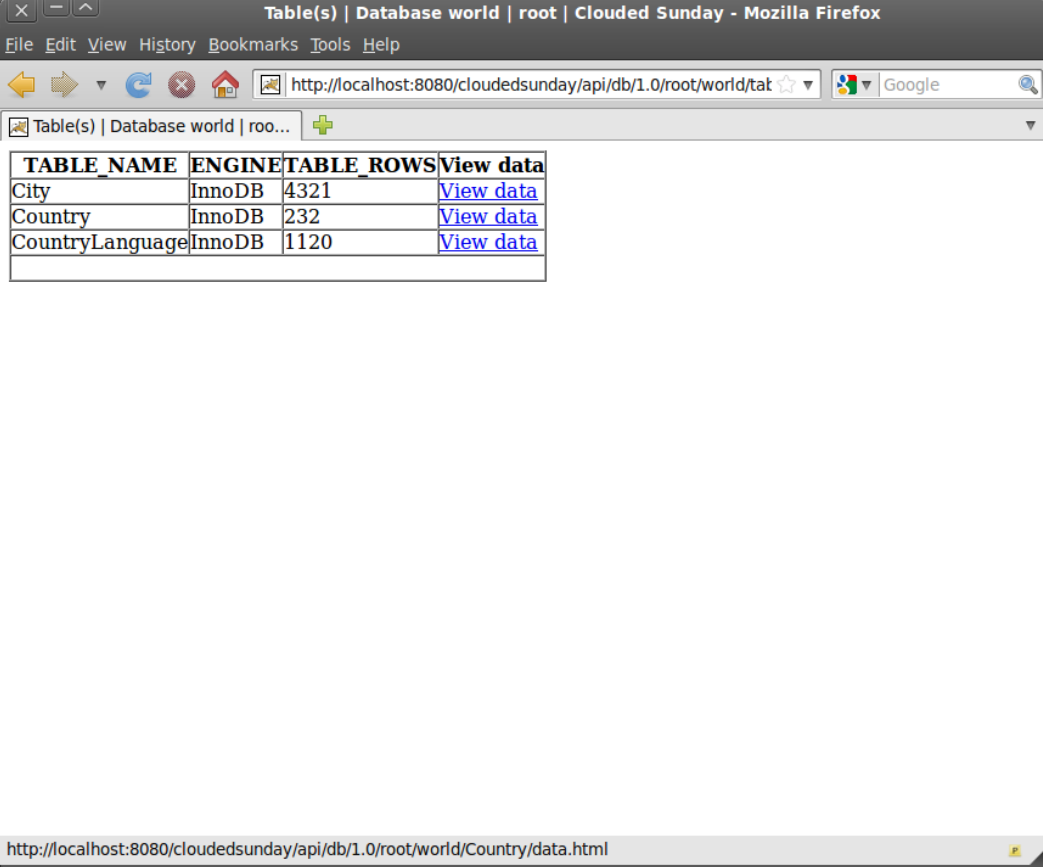
7.3. Διαθέσιμες βάσεις δεδομένων

http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root.html



7.4. Προβολή πινάκων

<http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/tables.html>



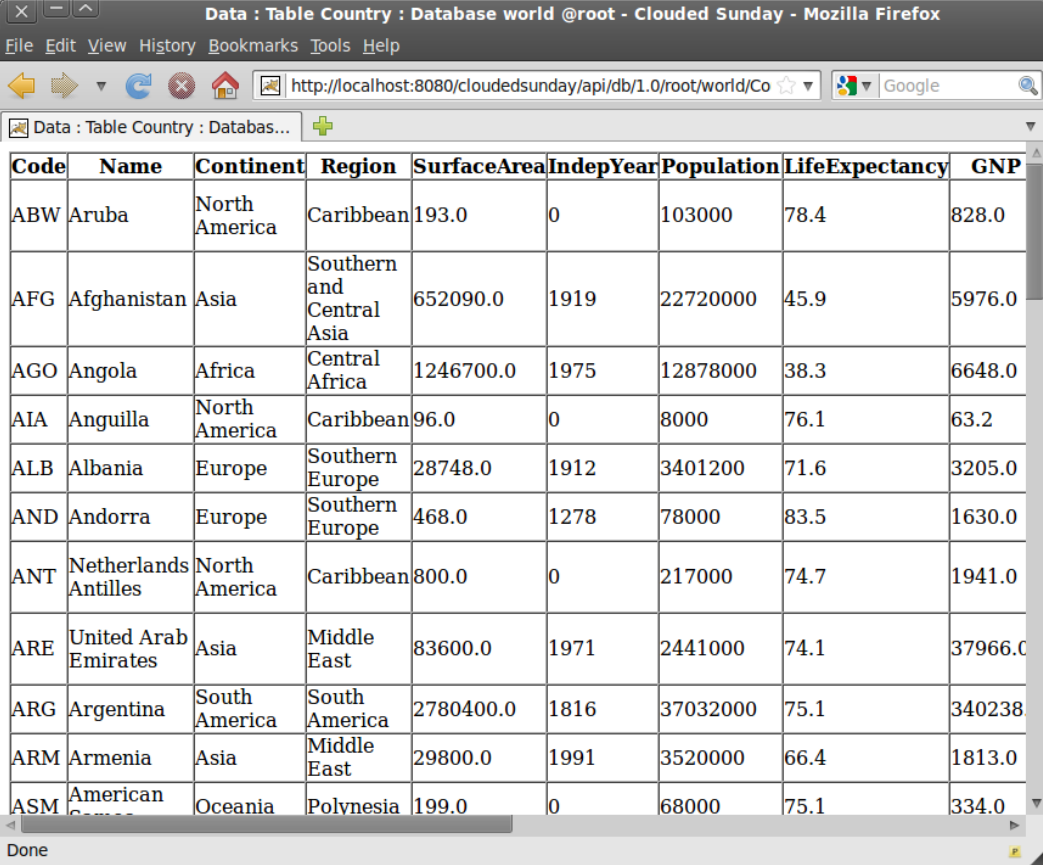
The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the title "Table(s) | Database world | root | Clouded Sunday - Mozilla Firefox". The address bar contains the URL "http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/tat". The browser displays a table with the following data:

TABLE_NAME	ENGINE	TABLE_ROWS	View data
City	InnoDB	4321	View data
Country	InnoDB	232	View data
CountryLanguage	InnoDB	1120	View data

The browser's status bar at the bottom shows the URL "http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/Country/data.html".

7.5. Προβολή δεδομένων

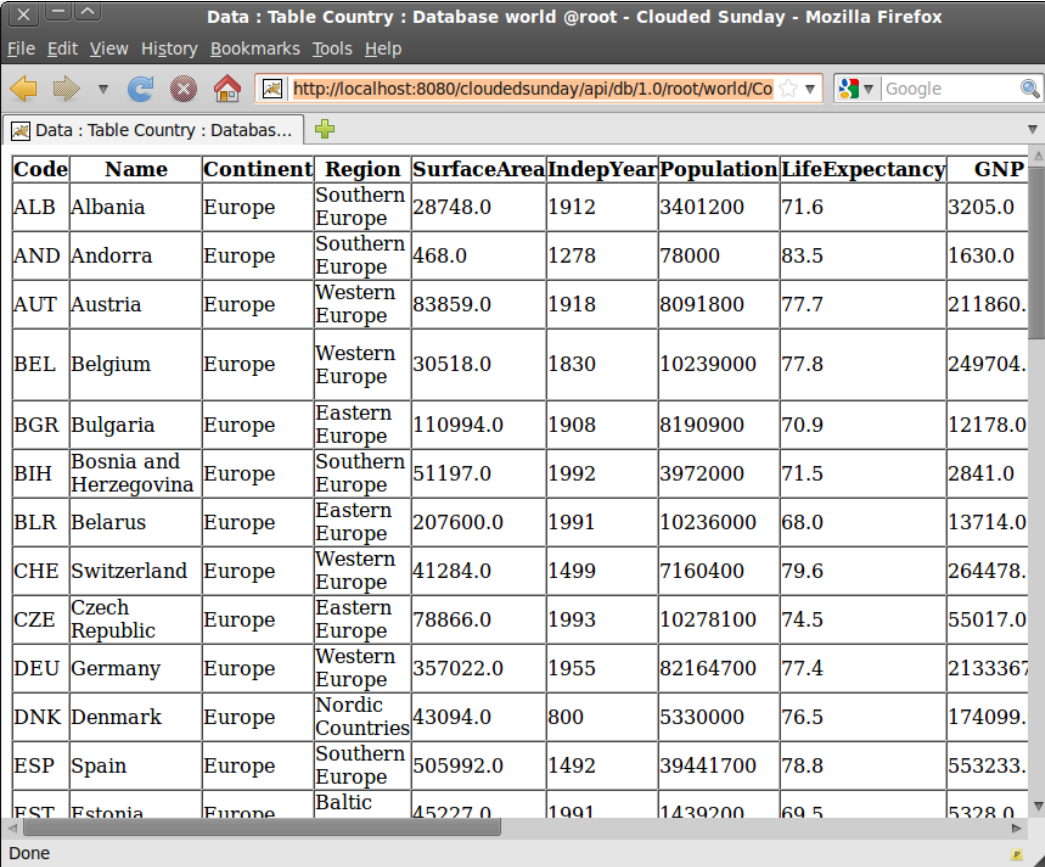
<http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/Country/data.html>



Code	Name	Continent	Region	SurfaceArea	IndepYear	Population	LifeExpectancy	GNP
ABW	Aruba	North America	Caribbean	193.0	0	103000	78.4	828.0
AFG	Afghanistan	Asia	Southern and Central Asia	652090.0	1919	22720000	45.9	5976.0
AGO	Angola	Africa	Central Africa	1246700.0	1975	12878000	38.3	6648.0
AIA	Anguilla	North America	Caribbean	96.0	0	8000	76.1	63.2
ALB	Albania	Europe	Southern Europe	28748.0	1912	3401200	71.6	3205.0
AND	Andorra	Europe	Southern Europe	468.0	1278	78000	83.5	1630.0
ANT	Netherlands Antilles	North America	Caribbean	800.0	0	217000	74.7	1941.0
ARE	United Arab Emirates	Asia	Middle East	83600.0	1971	2441000	74.1	37966.0
ARG	Argentina	South America	South America	2780400.0	1816	37032000	75.1	340238.0
ARM	Armenia	Asia	Middle East	29800.0	1991	3520000	66.4	1813.0
ASM	American Samoa	Oceania	Polynesia	199.0	0	68000	75.1	334.0

7.6. Φιλτράρισμα δεδομένων

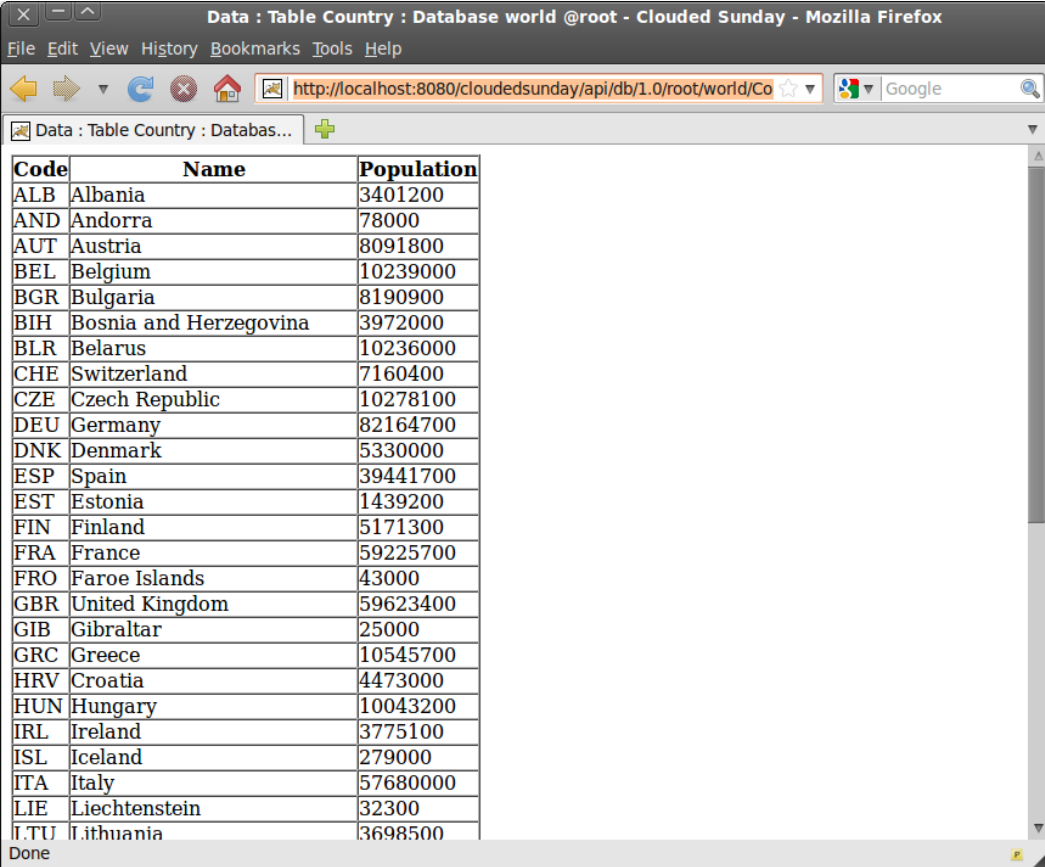
<http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/Country/data.html?Continent=Europe>



Code	Name	Continent	Region	SurfaceArea	IndepYear	Population	LifeExpectancy	GNP
ALB	Albania	Europe	Southern Europe	28748.0	1912	3401200	71.6	3205.0
AND	Andorra	Europe	Southern Europe	468.0	1278	78000	83.5	1630.0
AUT	Austria	Europe	Western Europe	83859.0	1918	8091800	77.7	211860.
BEL	Belgium	Europe	Western Europe	30518.0	1830	10239000	77.8	249704.
BGR	Bulgaria	Europe	Eastern Europe	110994.0	1908	8190900	70.9	12178.0
BIH	Bosnia and Herzegovina	Europe	Southern Europe	51197.0	1992	3972000	71.5	2841.0
BLR	Belarus	Europe	Eastern Europe	207600.0	1991	10236000	68.0	13714.0
CHE	Switzerland	Europe	Western Europe	41284.0	1499	7160400	79.6	264478.
CZE	Czech Republic	Europe	Eastern Europe	78866.0	1993	10278100	74.5	55017.0
DEU	Germany	Europe	Western Europe	357022.0	1955	82164700	77.4	2133367
DNK	Denmark	Europe	Nordic Countries	43094.0	800	5330000	76.5	174099.
ESP	Spain	Europe	Southern Europe	505992.0	1492	39441700	78.8	553233.
EST	Estonia	Europe	Baltic	45227.0	1991	1439200	69.5	5328.0

7.7. Προβολή συγκεκριμένων στηλών

http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/Country/data.html?Continent=Europe&_show=Code,Name,Population

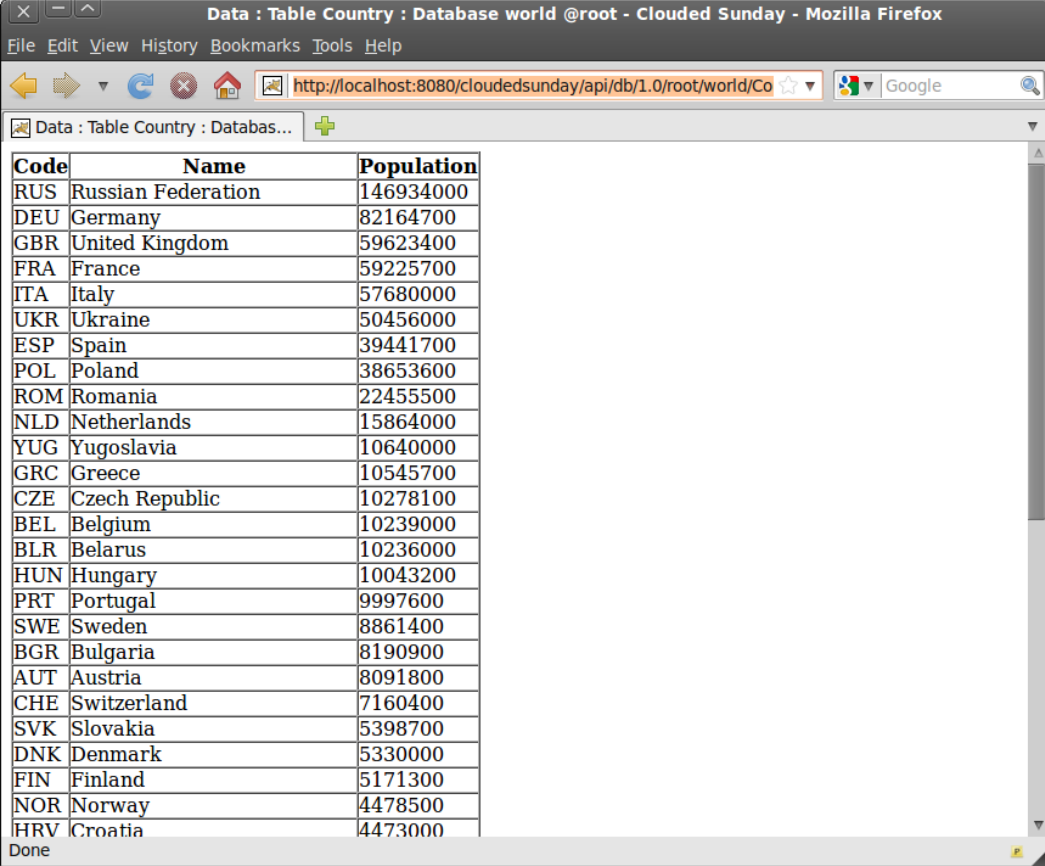


The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the following address bar text: `http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/Country/data.html?Continent=Europe&_show=Code,Name,Population`. The browser displays a table with the following data:

Code	Name	Population
ALB	Albania	3401200
AND	Andorra	78000
AUT	Austria	8091800
BEL	Belgium	10239000
BGR	Bulgaria	8190900
BIH	Bosnia and Herzegovina	3972000
BLR	Belarus	10236000
CHE	Switzerland	7160400
CZE	Czech Republic	10278100
DEU	Germany	82164700
DNK	Denmark	5330000
ESP	Spain	39441700
EST	Estonia	1439200
FIN	Finland	5171300
FRA	France	59225700
FRO	Faroe Islands	43000
GBR	United Kingdom	59623400
GIB	Gibraltar	25000
GRC	Greece	10545700
HRV	Croatia	4473000
HUN	Hungary	10043200
IRL	Ireland	3775100
ISL	Iceland	279000
ITA	Italy	57680000
LIE	Liechtenstein	32300
L.TU	Lithuania	3698500

7.8. Ταξινόμηση δεδομένων

http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/Country/data.html?Continent=Europe&_show=Code,Name,Population&_order=Population:DESC

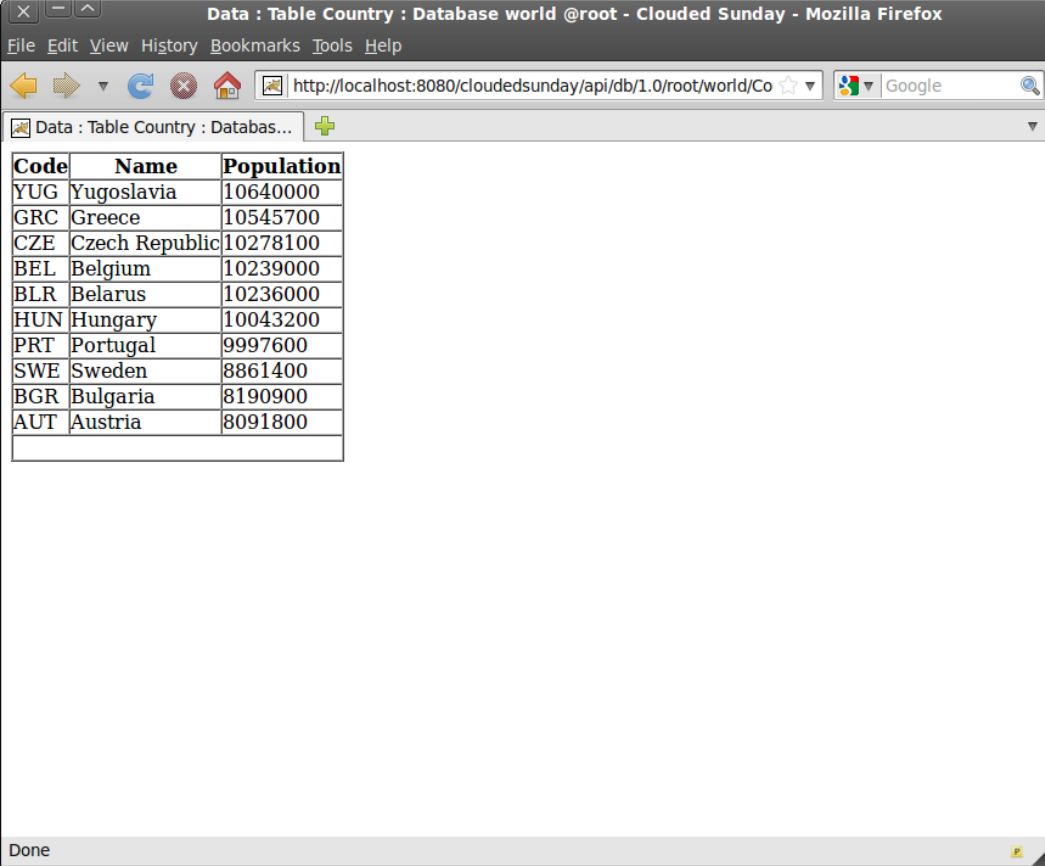


The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the title "Data : Table Country : Database world @root - Clouded Sunday". The address bar contains the URL: http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/Country/data.html?Continent=Europe&_show=Code,Name,Population&_order=Population:DESC. The browser displays a table with three columns: Code, Name, and Population. The data is sorted by Population in descending order.

Code	Name	Population
RUS	Russian Federation	146934000
DEU	Germany	82164700
GBR	United Kingdom	59623400
FRA	France	59225700
ITA	Italy	57680000
UKR	Ukraine	50456000
ESP	Spain	39441700
POL	Poland	38653600
ROM	Romania	22455500
NLD	Netherlands	15864000
YUG	Yugoslavia	10640000
GRC	Greece	10545700
CZE	Czech Republic	10278100
BEL	Belgium	10239000
BLR	Belarus	10236000
HUN	Hungary	10043200
PRT	Portugal	9997600
SWE	Sweden	8861400
BGR	Bulgaria	8190900
AUT	Austria	8091800
CHE	Switzerland	7160400
SVK	Slovakia	5398700
DNK	Denmark	5330000
FIN	Finland	5171300
NOR	Norway	4478500
HRV	Croatia	4473000

7.9. Επιλογή σελίδας αποτελεσμάτων

http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/Country/data.html?Continent=Europe&_show=Code,Name,Population&_order=Population:DESC&_page=2&_pagesize=10



Code	Name	Population
YUG	Yugoslavia	10640000
GRC	Greece	10545700
CZE	Czech Republic	10278100
BEL	Belgium	10239000
BLR	Belarus	10236000
HUN	Hungary	10043200
PRT	Portugal	9997600
SWE	Sweden	8861400
BGR	Bulgaria	8190900
AUT	Austria	8091800

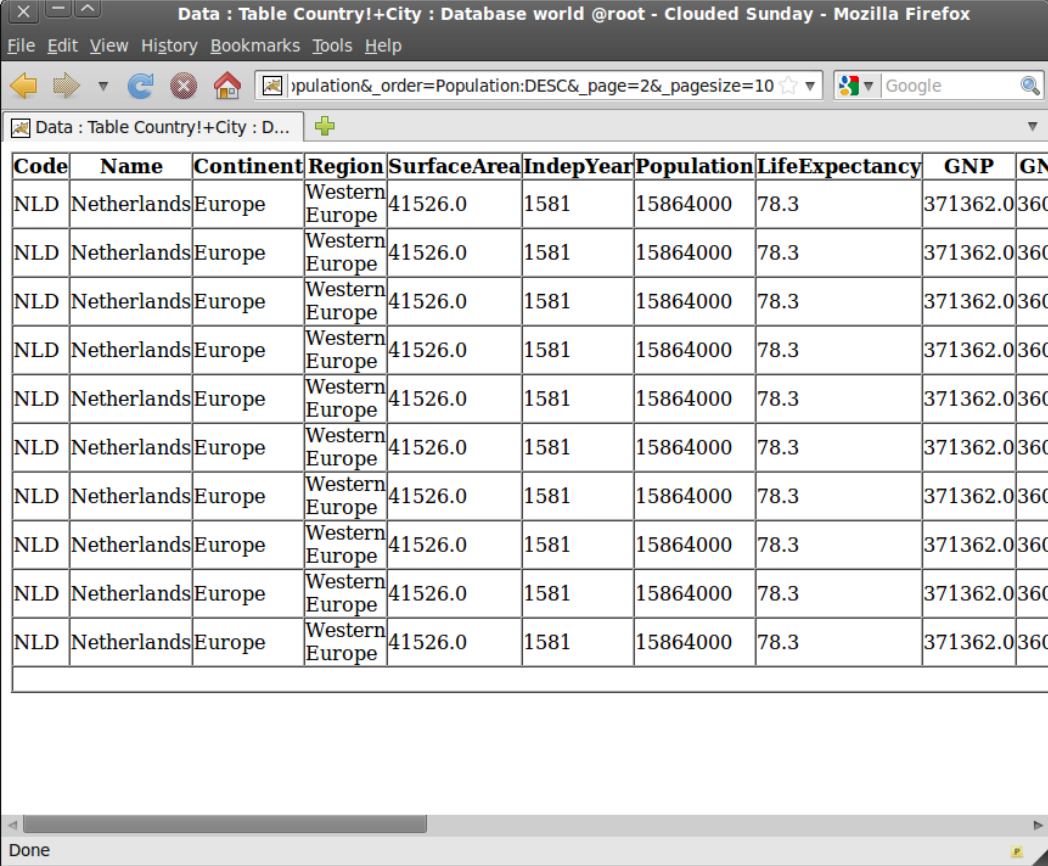
7.10. Inner Join

http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/Country+City/data.html?Continent=Europe&_show=Code,Name,Population&_order=Population:DESC&_page=2&_pagesize=10

Code	Name	Continent	Region	SurfaceArea	IndepYear	Population	LifeExpectancy	GNP
AIA	Anguilla	North America	Caribbean	96.0	0	8000	76.1	63.2
AIA	Anguilla	North America	Caribbean	96.0	0	8000	76.1	63.2
ALB	Albania	Europe	Southern Europe	28748.0	1912	3401200	71.6	3205.0
AND	Andorra	Europe	Southern Europe	468.0	1278	78000	83.5	1630.0
ANT	Netherlands Antilles	North America	Caribbean	800.0	0	217000	74.7	1941.0
ARE	United Arab Emirates	Asia	Middle East	83600.0	1971	2441000	74.1	37966.0
ARE	United Arab Emirates	Asia	Middle East	83600.0	1971	2441000	74.1	37966.0
ARE	United Arab Emirates	Asia	Middle East	83600.0	1971	2441000	74.1	37966.0
ARE	United Arab Emirates	Asia	Middle East	83600.0	1971	2441000	74.1	37966.0
ARE	United Arab Emirates	Asia	Middle East	83600.0	1971	2441000	74.1	37966.0

7.11. Left Outer Join

http://localhost:8080/cloudedsunday/api/db/1.0/root/world/Country!+City/data.html?Continent=Europe&_show=Code,Name,Population&_order=Population:DESC&_page=2&_pagesize=10



Code	Name	Continent	Region	SurfaceArea	IndepYear	Population	LifeExpectancy	GNP	GN
NLD	Netherlands	Europe	Western Europe	41526.0	1581	15864000	78.3	371362.0360	
NLD	Netherlands	Europe	Western Europe	41526.0	1581	15864000	78.3	371362.0360	
NLD	Netherlands	Europe	Western Europe	41526.0	1581	15864000	78.3	371362.0360	
NLD	Netherlands	Europe	Western Europe	41526.0	1581	15864000	78.3	371362.0360	
NLD	Netherlands	Europe	Western Europe	41526.0	1581	15864000	78.3	371362.0360	
NLD	Netherlands	Europe	Western Europe	41526.0	1581	15864000	78.3	371362.0360	
NLD	Netherlands	Europe	Western Europe	41526.0	1581	15864000	78.3	371362.0360	
NLD	Netherlands	Europe	Western Europe	41526.0	1581	15864000	78.3	371362.0360	
NLD	Netherlands	Europe	Western Europe	41526.0	1581	15864000	78.3	371362.0360	
NLD	Netherlands	Europe	Western Europe	41526.0	1581	15864000	78.3	371362.0360	

Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα - Ανακεφαλαίωση

Οι βάσεις δεδομένων διαθέτουν μετά-πληροφορία που παραμένει αναξιοποίητη. Το HTTP είναι το δημοφιλέστερο πρωτόκολλο επικοινωνίας. Ο μετασχηματισμός των δεδομένων σε representations (XML, HTML, JSON, κτλ) και η διάθεση τους μέσω HTTP είναι μια εξαιρετικά απλή ιδέα, σχεδόν αυτονόητη, η οποία όμως θα μπορούσε να διευκολύνει αφάνταστα την υλοποίηση των πληροφοριακών συστημάτων.

Το γενικό όραμα του γράφοντος είναι η δημιουργία μετασχηματιστών για τα δημοφιλέστερα πρωτόκολλα επικοινωνίας του διαδικτύου, όπως FTP, SMTP, POP, IMAP, DNS, κ.ά. Ο κοινός συνδέτης είναι πάντοτε το HTTP. Ως αποτέλεσμα, όλες οι υπηρεσίες του διαδικτύου, θα μπορούσαν να συνδεθούν μεταξύ τους με τη χρήση ενός και μόνο προγράμματος client: του Web Browser.

Η επιλογή της σχεδίασης του μετασχηματιστή ως διαδικτυακή υπηρεσία κρίνεται ανεπαρκής. Οι χρόνοι απόκρισης κατά τη σύνδεση με απομακρυσμένες βάσεις δεδομένων (π.χ. στις Η.Π.Α. με latency 228ms) αγγίζουν τα είκοσι (20) δεπτερόλεπτα. Το συμπέρασμα είναι ότι ο μετασχηματιστής πρέπει να λειτουργεί στον ίδιο Η/Υ ή έστω στο ίδιο τοπικό δίκτυο με τη βάση δεδομένων.

Εάν σήμερα, η εφαρμογή έπρεπε να υλοποιηθεί από την αρχή, θα γινόταν σε μία ιδιαίτερα δημοφιλή γλώσσα προγραμματισμού, όπως η PHP. Ο κώδικας της θα δημοσιευόταν υπό την άδεια ανοιχτού λογισμικού. Το ζητούμενο είναι ο μετασχηματιστής να λειτουργεί στην πλειονότητα των server, εύκολα κι απλά.

Βιβλιογραφία

IANA, *Port Numbers* (<http://www.iana.org/assignments/port-numbers>)
[Αύγουστος 2009]

IANA, *URI Schemes* (<http://www.iana.org/assignments/uri-schemes.html>)
[Μάρτιος 2010]

IETF, *HTTP Authentication: Basic and Digest Access Authentication*
(<http://www.ietf.org/rfc/rfc2617.txt>) [Ιούλιος 2010]

IETF, *Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1* (<http://www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt>) [Ιούλιος 2010]

IETF, *The Atom Publishing Protocol* (<http://www.ietf.org/rfc/rfc5023.txt>)
[Ιούλιος 2010]

Fielding T. Roy, *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*, University of California, 2000 (<http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>) [Αύγουστος 2009]

Tim Berners-Lee, *Universal Resource Identifiers in WWW: A Unifying Syntax for the Expression of Names and Addresses of Objects on the Network as used in the World-Wide Web*, World Wide Web Consortium, 1994 (http://www.w3.org/Addressing/URL/URI_Overview.html) [Ιούνιος 1994]

Leonard Richardson & Sam Ruby, *RESTful Web Services*, O' Reilly, 2007

Bryan Basham, Kathy Sierra, Bert Bates, *Head First Servlets and JSP*, O' Reilly, 2004

Παράρτημα: Πηγαίος κώδικας