Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

# Τεχνολογία Λογισμικού

7ο / 9ο Εξάμηνο 2018-19

Ν.Παπασπύρου, Αν.Καθ. ΣΗΜΜΥ, nickie@softlab.ntua,gr

Β.Βεσκούκης, Αν.Καθ. ΣΑΤΜ, v.vescoukis@cs.ntua,gr

Κ.Σαΐδης, ΠΔ 407, saiko@softlab.ntua.gr

# Αρχιτεκτονικά πρότυπα στον Παγκόσμιο Ιστό

# Περιεχόμενα

- Ο Παγκόσμιος Ιστός
- Διεπαφές χρήστη στον Παγκόσμιο Ιστό
  - Η τεχνική AJAX
  - Τα πρότυπα MVC, MVVM και Observable
  - Ο μορφότυπος JSON
- Υπηρεσιοστραφής αρχιτεκτονική (Service-oriented architecture)
- Το αρχιτεκτονικό στυλ REST
- Μικρουπηρεσίες (Microservices)

# Ο Παγκόσμιος Ιστός

# Βασικά συστατικά

- Client/Server
- HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)
- HTML (Hyper Text Markup Language)
- Unified Resource Identifiers, Locators and Names (URIs, URLs, URNs)

# Μορφή ενός URL

```
scheme://[user:password@]host[:port]/path[?query][#fragment]
```

# HTTP

- Μέθοδοι (HEAD, GET, PUT, POST, DELETE, κ.ά)
- Headers (Host, Accept, Cookie, κ.ά)
- Status codes (200, 404, 500, κ.ά)
- Εκδόσεις: 1.0, 1.1, 2.0

# Παράδειγμα

Αίτηση

```
GET /index.html HTTP/1.1
<line feed>
```

Απάντηση

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 29 Mar 2017 14:38:00 GMT
Server: Apache/1.3.27 (Unix) ...
Last-Modified: Wed, 29 Mar 2017 01:16:05 GMT
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 6188
Content-Type: text/html
<html>
<head>...</head><body>...</body>
</html>
```

# Μετασχηματισμός

- Από στατικές σελίδες & δυναμικά web sites
- Σε διαδραστικά, προσαρμόσιμα και ταχέως αποκρίσιμα Web applications που παρέχουν ή χρησιμοποιούν Web APIs
- Ο Παγκόσμιος Ιστός μετασχηματίζεται σε μια προγραμματιστική πλατφόρμα υπηρεσιών με τη Javascript να είναι η defacto γλώσσα

# Διεπαφές χρήστη στον Παγκόσμιο Ιστό

- Η τεχνική AJAX
- Το πρότυπο Model-View-ViewModel
- Το πρότυπο Observable
- Τεχνικές ασύγχρονου προγραμματισμού (Promises) *
- Reactive Programming*
- Ο μορφότυπος JSON

*Σε επόμενη διάλεξη

# AJAX

- Asynchronous Javascript and ~~XML~~ (JSON)
- Αποστολή του HTTP αιτήματος ασύγχρονα (σε ξεχωριστό thread) και παροχή callback hook για το αποτέλεσμα

# Προ-AJAX

- Αργά και δύσχρηστα User Interfaces
- Δεν ήταν εφικτό να υλοποιηθεί αποτελεσματικό User Experience!
  - Π.χ. auto-complete as you type του google search.
  - Γιατί;

# Παράδειγμα

https://jsfiddle.net/2tqja09e/2577/

# Το Observable πρότυπο σχεδίασης

- Push paradigm
- Ο χρήστης/client του Observable (ο observer) ενημερώνεται για την αλλαγή της τιμής του observable (το observable κάνει push)
- Παρόμοια λογική με events & event handling

## java.util.Observable

```
class Observable {
  void addObserver(Observer o);
  void deleteObserver(Observer o);
  boolean hasChanged();
  void notifyObservers();
  void notifyObservers(Object arg);
}
```

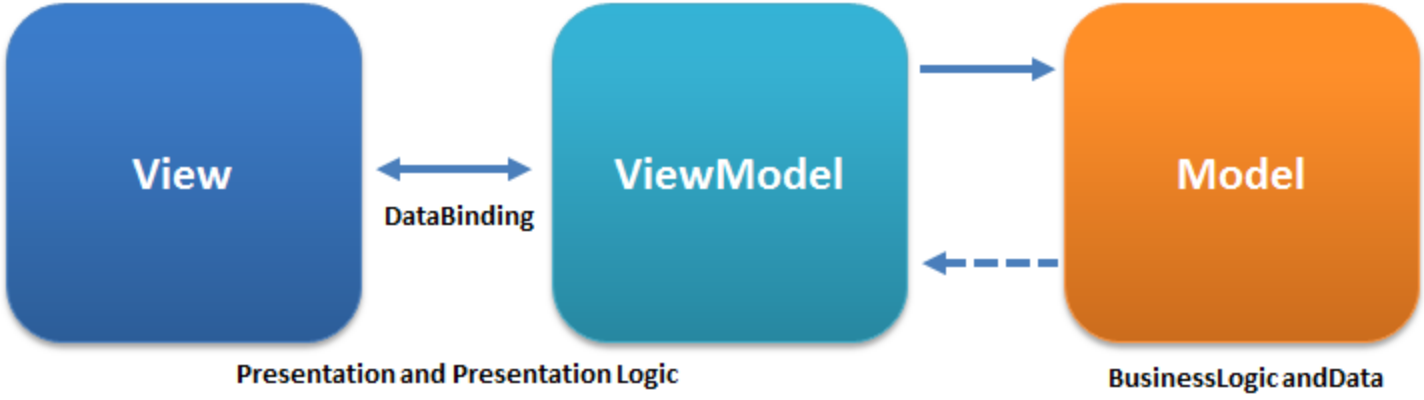
# Observer

java.util.Observable

```
interface Observer {
  void update(Observable o, Object arg);
}
```

# Το MVVM αρχιτεκτονικό πρότυπο

# Παραλλαγή του Model-View-Controller

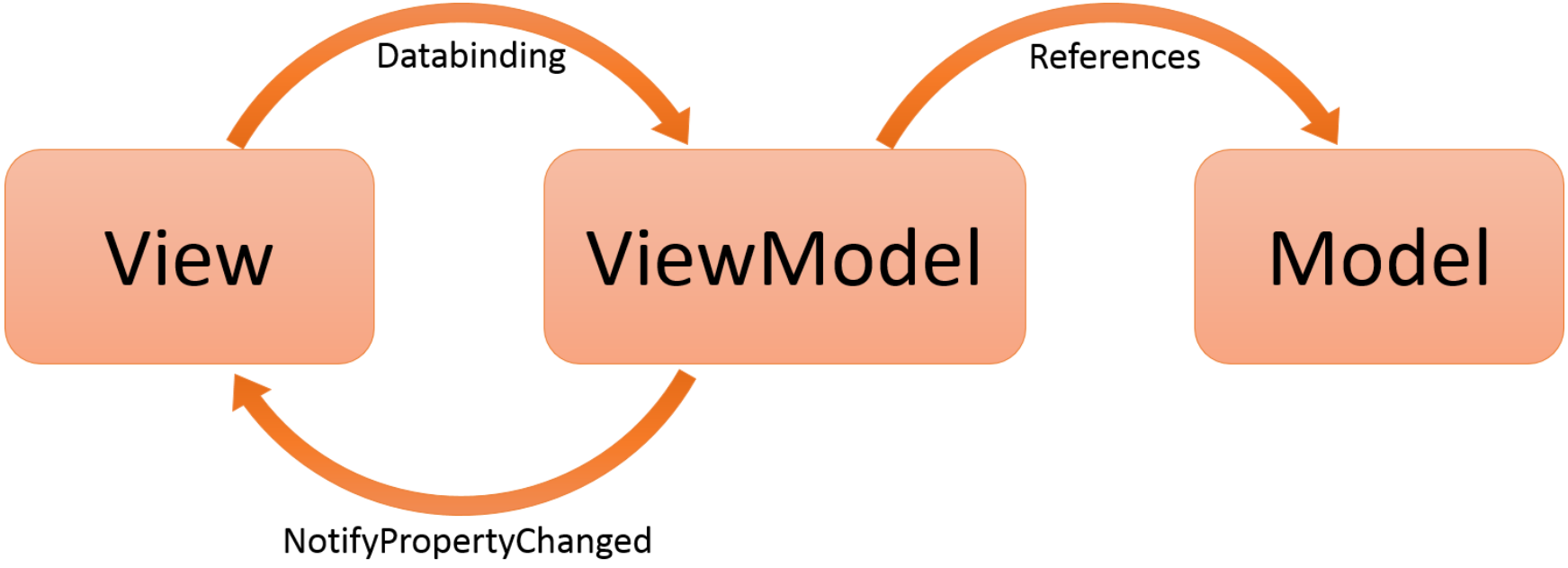


# Συστατικά

- View: τα στοιχεία του UI
- Model: τα δεδομένα
- ViewModel (Presenter ή ViewController):
  - Data bindings (model elements <-> UI elements)
  - Change notifications

# Εφαρμογή του Observable στο MVVM

- ViewModel: Ενθυλακώνει τα δεδομένα (model elements) σε observables
- Τα UI elements γίνονται bind ως observers στα model elements


Databinding
References
View
ViewModel
Model
NotifyPropertyChanged

# Παράδειγμα

http://knockoutjs.com/examples/

# Συζήτηση

- Δηλωτικός κώδικας
- Υψηλό επίπεδο αφαίρεσης
- Αυτόματη -για τον προγραμματιστή- ενημέρωση του UI με τις αλλαγές στα δεδομένα
- Σύνθετο για απλές διεπαφές χρήσης
- Θέματα απόδοσης σε πολύ μεγάλες εφαρμογές ή σύνολα δεδομένων

# Ο μορφότυπος JSON

# JavaScript Object Notation (JSON)

- Text-based πρότυπο για την κωδικοποίηση δεδομένων
  - ECMA-262 3η έκδοση, rfc 4627, ECMA-404
  - Κωδικοποίηση UNICODE (UTF-8, UTF-16, UTF-32)
- Βασίζεται σε υποσύνολο της JavaScript, αλλά είναι πλήρως ανεξάρτητο της γλώσσας προγραμματισμού
- Το πλέον διαδεδομένο πρότυπο για:
  - την ασύχρονη επικοινωνία μεταξύ Web Browser και Web Server
  - επικοινωνία μεταξύ Web APIs (services)

# Οφέλη

- Απλότητα
  - Αναγνώσιμο από τον άνθρωπο
  - Επεξεργάσιμο από οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού
- Σταθερότητα
  - Δεν υπάρχουν διαφορετικές εκδόσεις
  - Δεν αναμένονται αλλαγές στο συνακτικό
- Ταχύτερο κι απλούστερο από την XML
  - WSDL, XML Web Services

# Τύποι δεδομένων

- Πρωτογενείς τύποι
  - String
  - Number
  - Boolean
- null
- Σύνθετοι τύποι
  - Array
  - Object

# JSON String

- Ακολουθία 0 ή περισσοτέρων UNICODE χαρακτήρων
- Περιέχονται σε διπλά εισαγωγικά "..."
- Backslash escapes
- Παράδειγματα
  - `""`
  - `"data"`
  - `"data \"with quotes\""`

# JSON Number

- Χωρίς εισαγωγικά
- Προσημασμένος δεκαδικός αριθμός (διπλής ακρίβειας, κινητής υποδιαστολής)
- Παραδείγματα:
  - `10` (ακέραιος)
  - `-10.45` (πραγματικός)
  - `2.5e-5` (scientific notation)

# JSON Boolean

- Χωρίς εισαγωγικά
- true ή false

# JSON null

- Χωρίς εισαγωγικά
- null

# JSON Array

- Διατεταγμένο σύνολο τιμών
- Οι τιμές εμπεριέχονται μεταξύ `[]` και χωρίζονται με `,`
- Παραδείγματα:
  - Πίνακας με Strings: `["red","green","blue"]`
  - Πίνακας με Numbers: `[10, -20, 0.30]`
  - Πίνακας με διάφορους τύπους: `[10, "red", false, null]`

# JSON Object

- Μη διατεταγμένο σύνολο από ζεύγη ονόματος/τιμής (unordered name/value pairs)
- Ένα JSON Object έχει 0 ή περισσότερα ζευγάρια που εμπεριεχόνται σε `{}`
- Κάθε ζευγάρι έχει ένα όνομα και μία τιμή
- Το όνομα είναι τύπου String
- Η τιμή μπορεί να είναι οποιουδήποτε τύπου (String, Number, Boolean, null, Object, Array)
- Το όνομα διαχωρίζεται από την τιμή με `:`
- Τα ζευγάρια διαχωρίζονται μεταξύ τους με `,`

# Παραδείγματα

```
{"img":"web.jpg", "width":800, "height":600}
```

```
{
    "user":      "saiko",
    "enabled":    true,
    "favorites": [10, 11, 20],
    "roles": [
        {"id":"editor",  "text":"Content Editor"},
        {"id":"manager", "text":"System Manager"}
     ]
}
```

# Μορφότυπος JSON

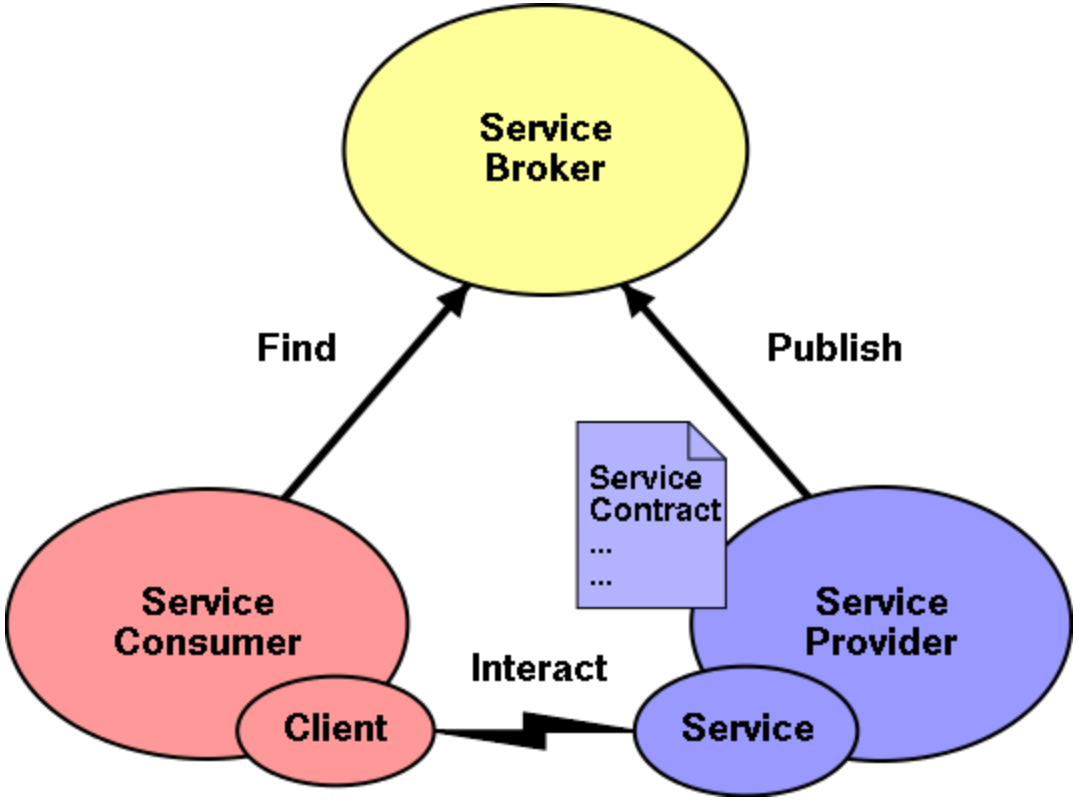
- Εύκολα αναγνώσιμο/διαχείσιμο και από ανθρώπους και από προγράμματα
- Αναπαριστά εύκολα τις ευρέως χρησιμοποιούμενες δομές δεδομένων (records, lists, trees)
- Οι αλγόριθμοι ανάλυσης (parsing) είναι απλοί, γρήγοροι και συνεπείς λόγω του απλού συντακτικού
- Υποστήριξη UNICODE
- MimeType: application/json

# Service-oriented architecture

# Η κεντρική ιδέα

- Υπηρεσίες που επικοινωνούν μέσω ενός πρωτοκόλλου επικοινωνίας και είναι:
  - κατανεμημένες,
  - αυτοτελείς (separately maintained & deployed)
  - χαλάρα συνδεδεμένες (loosely-coupled)
  - ανεξάρτητες της τεχνολογίας υλοποίησης (technology-neutral)
  - ανεξάρτητες του κατασκευαστή (no vendor lock-in)
- Σύνθεση της εφαρμογής μέσω της ολοκλήρωσης (integration) των υπηρεσιών.

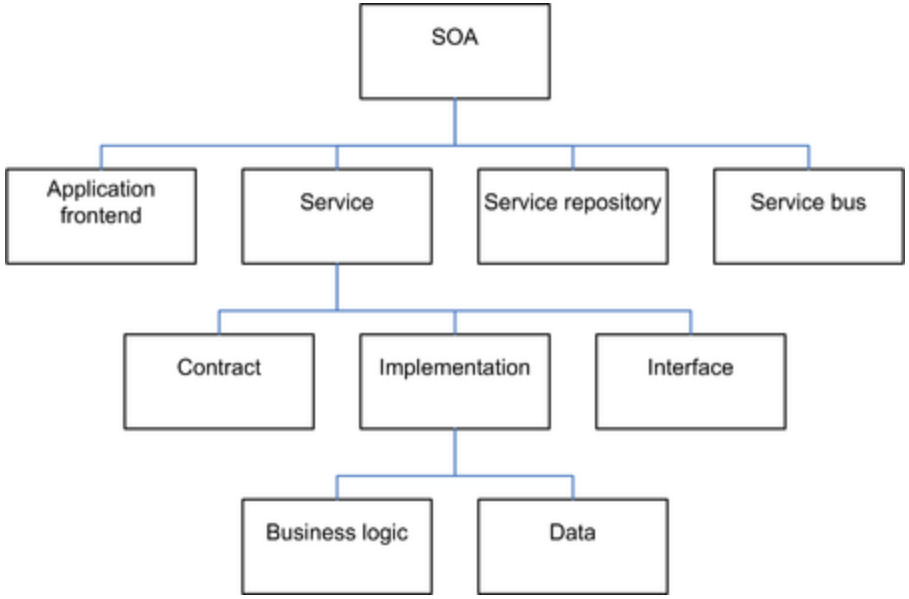
# Ρόλοι




- Service consumer
- Service producer
- Service broker

# SOA Αρχές

- Service contract
- Metadata
- Composition
- Autonomy
- Discovery
- Reusability


SOA
Application frontend
Service
Service repository
Service bus
Contract
Implementation
Interface
Business logic
Data

# Υλοποίηση

- Web Services (SOAP, WSDL, UDDI)
- Remote-procedure call (RPC)
- Message-driven middleware
- RESTful APIs
- κ.ά

# Ζητήματα

- Stateful vs Stateless
- Απόδοση
- Πολυπλοκότητα
- Έλεγχος και επαλήθευση (testing)

# Η Αρχιτεκτονική Representational State Transfer (REST)

# RESTful APIs

- Υπάρχουν παντού (Web, Microservices, IoT)
- Σχεδόν πάντα με υποστήριξη για JSON

# Τι είναι το REST

- Ένα αρχιτεκτονικό στυλ για τη λειτουργία του Παγκόσμιου Ιστού (ή, γενικά, κατανεμημένων συστημάτων)
- Οριοθετεί αρχές, περιορισμούς και βασικές λειτουργίες
- Ανεξάρτητα της γλώσσας προγραμματισμού, του πρωτοκόλλου επικοινωνίας ή του είδους των δεδομένων

# Συνοπτικά

Τέσσερις βασικές έννοιες:

- Resources, Representations, Requests, Responses

Έξι βασικές αρχές:

- Client-server, Stateless, Cacheable, Layered System, Uniform Interface, Code on demand (προαιρετικά)

# Οφέλη

- Η σωστή χρήση των RESTful αρχών βελτιώνει όλα τα σημαντικά χαρακτηριστικά μιας αρχιτεκτονικής:
  - Απόδοση
  - Κλιμάκωση
  - Απλότητα
  - Επεκτασιμότητα
  - Αξιοπιστία

# 1η RESTful Αρχή

## Client – Server

- Πλήρης διαχωρισμός ενδιαφερόντων (separation of concerns) μεταξύ client & server
- Χρήση ομοιόμορφης διεπαφής (uniform interface) για την επικοινωνία τους

Παράδειγμα: ο client δεν πρέπει να «ενδιαφέρεται» για το data storage, ο server δεν πρέπει να «ενδιαφέρεται» για το user interface

# 2η RESTful Αρχή

## Stateless

- Ο server δεν αποθηκεύει καμιά πληροφορία για το state της εφαρμογής κατά την επικοινωνία του με τον client
- Το ακριβές application state τηρείται μόνο από τον client

Αλλά, προφανώς, ο server μπορεί να αποθηκεύει πληροφορίες του user session σε κάποια βάση δεδομένων

# 3η RESTful Αρχή

## Cacheable

- Ο client πρέπει να μπορεί να αποθηκεύσει προσωρινά επιλεγμένα responses από τον server
- Ο server πρέπει να υποδεικνύει στον client ποια responses μπορούν να αποθηκευθούν προσωρινά και ποια όχι

Παράδειγμα: χρήση κατάλληλων cache headers του HTTP

# 4η RESTful Αρχή

## Layered System

- Ο client πρέπει να μπορεί να συνδεθεί είτε με τον end server είτε με κάποιον ενδιάμεσο server, χωρίς να μπορεί να «διακρίνει» τη διαφορά
- Οι ενδιάμεσοι server πρέπει να μπορούν να προσθέτουν λειτουργικότητα: π.χ. caching, authorization, security, κτλ.

Παράδειγμα: Web proxies, N-tier architectures

# 5η RESTful Αρχή

## Code on demand

- Ο client πρέπει να μπορεί να εκτελέσει κώδικα που προέρχεται από τον server δυναμικά (π.χ. applets, scripts, κτλ.)
- Προαιρετικά

# 6η RESTful Αρχή

## Uniform Interface

- Η πλέον σημαντική αρχή!
- Αναγνωριστικά πόρων (Resource Identification)
- Διαχείριση πόρων μέσω αναπαραστάσεών τους (representations)
- Hypermedia as the engine of application state (HATEOAS)

# Με απλά λόγια

- Ο client στέλνει requests στον server χρησιμοποιώντας URIs για τον προσδιορισμό των resources (και των representations).
- Τα resources διαχωρίζονται από τα represenations: ο server μπορεί να στείλει τα στοιχεία ενός resource σε μορφή XML, JSON, κτλ.
- Ο client, κατέχοντας οποιοδήποτε representation ενός resource, μαζί με ενδεχόμενα metadata, μπορεί να τροποποιήσει το αντίστοιχο resource.

# Με απλά λόγια (συνέχεια)

- Τα responses που στέλνει ο server έχουν όλη την απαιτούμενη πληροφορία που απαιτείται για το σωστό τους χειρισμό από τον client (μορφότυπο, caching, κτλ.)
- HATEOAS: ο client επικοινωνεί με τον server μόνο μέσω δυναμικά παρεχόμενων hypermedia (π.χ. hyperlinks).
- Δηλαδή, ο client δεν χρειάζεται να γνωρίζει από πριν κάποιο server ή κάποιο interface (όπως στις παραδοσιακές SOA ή στο RPC, κτλ.). Αρκεί μόνο να μπορεί να «καταλάβει» τη λειτουργία των hypermedia.

# RESTful Web Service (API)

Αποτελείται από:

- Ένα HTTP base URL (REST endpoint)
- Ένα ή περισσότερα MimeType για τα representations
- HTTP Methods: GET, PUT ή PATCH, POST, DELETE

# Παράδειγμα

- Έστω μια συλλογή (collection) από στοιχεία (items).
- Υπάρχουν δύο βασικά endpoints:
  - `[baseURL]/items` : Ενέργειες στη συλλογή (εν συνόλω).
  - `[baseURL]/items/id` : Ενέργειες στο στοιχείο (ειδικά).
- REST Calls
  - `GET [baseURL]/items`
  - `PUT [baseURL]/items/32`

# Συλλογές

| HTTP Method | Ενέργεια |
|---|---|
| GET | Εμφάνιση της λίστας με τα elements του collection, παρέχοντας το αντίστοιχο URI για το καθένα και ενδεχόμενα πρόσθετα στοιχεία (π.χ. metadata) καθώς και σελιδοποίηση (αν υποστηρίζεται). |
| PUT | Αντικατάσταση του υπάρχοντος collection με νέο collection (αν υποστηρίζεται). |
| POST | Προσθήκη νέου element στο υπάρχον collection. |
| DELETE | Διαγραφή του υπάρχοντος collection (αν υποστηρίζεται). |

# Στοιχεία

| **HTTP Method** | **Ενέργεια** |
|---|---|
| GET | Ανάκτηση μιας αναπαράστασης του συγκεκριμένου item. |
| PUT ή PATCH | Τροποποίηση του συγκεκριμένου item. |
| POST | Δε χρησιμοποιείται ευρέως για items. |
| DELETE | Διαγραφή του συγεκριμένου item. |

# SOA & REST

- Ένα σύνολο από RESTful HTTP end-points που ανταλλάσσουν δεδομένα σε μορφή JSON
- Ενδεχομένως ο απλούστερος τρόπος υλοποίησης μιας SOA

# Microservices

# Κωδικοποιημένα

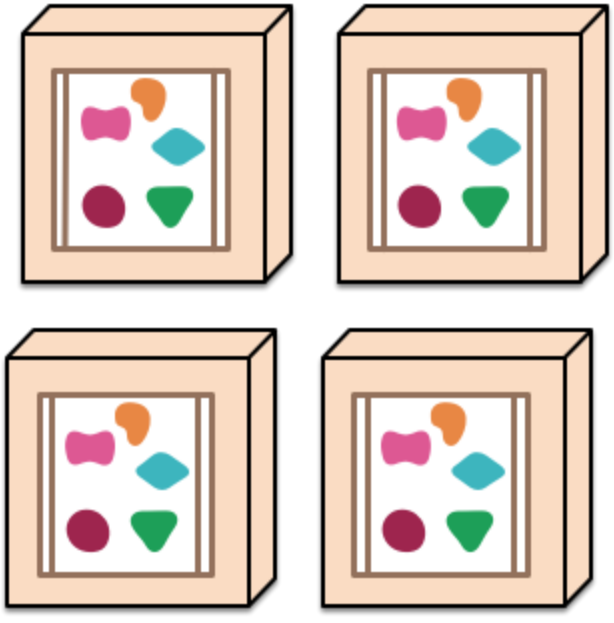
Microservices = SOA + Unix Principles + Agile + DevOps

# Monolithic Server-side Applications

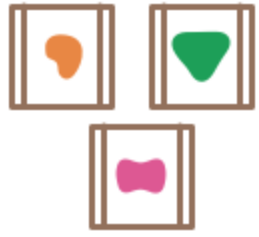
- A single logical executable
- Cloud deployment issues:
  - Small changes -> rebuild and redeploy the whole app
  - Scalability -> scale it all or not at all

*A monolithic application puts all its functionality into a single process...*

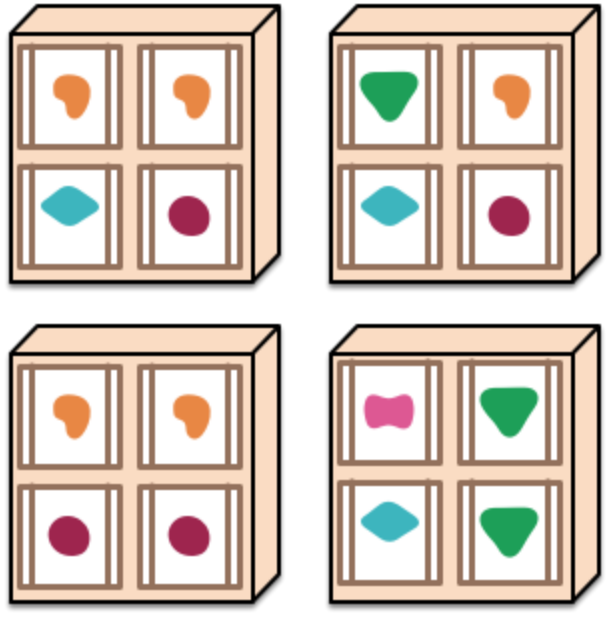
*... and scales by replicating the monolith on multiple servers*



*A microservices architecture puts each element of functionality into a separate service...*



*... and scales by distributing these services across servers, replicating as needed.*



# Χαρακτηριστικά

- Componentization via services
  - As in SOA
- Organized around business capabilities
  - Cross-functional teams, as in Agile
- Products not projects
  - A team should own a product
  - You build it, you run it
- Smart end-points, dumb pipes
  - Simple communication (Unix-style)

- Decentralized governance
  - Each team governs the implementation details of its product
- Decentralized data managument
  - Different datastore per service/app
- Infrastructure automation
  - Build & test automation
  - Continuous delivery & deployment
- Design for failure
  - Sophisticated monitoring & logging