



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

Τμήμα Πληροφορικής

ΕΠΛ 421 - Προγραμματισμός Συστημάτων

ΑΣΚΗΣΗ 2 – Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων της Ανοικτής Πλατφόρμας Οικιακού Αυτοματισμού openHAB μέσω Προγραμματισμού Κελύφους Bash

Διδάσκων: Δημήτρης Ζεϊναλιπούρ
Υπεύθυνος Εργαστηρίου: Παύλος Αντωνίου

Ημερομηνία Ανάθεσης: Παρασκευή 27/09/19

Ημερομηνία Παράδοσης: Παρασκευή 18/10/18 και ώρα 13:00 (21 μέρες)

(η λύση να υποβληθεί σε zip μέσω του Moodle)

<http://www.cs.ucy.ac.cy/courses/EPL421>

I. Στόχος Άσκησης

Στόχος αυτής της άσκησης είναι η εξοικείωση με προχωρημένες τεχνικές προγραμματισμού στο κέλυφος Bash, και η εκτίμηση της ευκολίας με την οποία μπορεί κανείς να δημιουργήσει ένα σύνθετο σύστημα μέσω προγραμμάτων ωφελιμότητας (system utilities). Συγκεκριμένα, σε αυτή την άσκηση θα έχετε την ευκαιρία να χρησιμοποιήσετε έννοιες Διαχείρισης Συστημάτων (System Administration) και στη συνέχεια να κάνετε χρήση των εντολών του UNIX μέσω Προγραμματισμού Κελύφους (Bash Programming): εντολή *exec*, *πίνακες*, *συνθήκες* ελέγχου, *δομές επανάληψης*, *κανονικές εκφράσεις*, *επεξεργαστές ροών* (*sed*, *awk*) και *χρήση συναρτήσεων με τα προαναφερθέντα*.

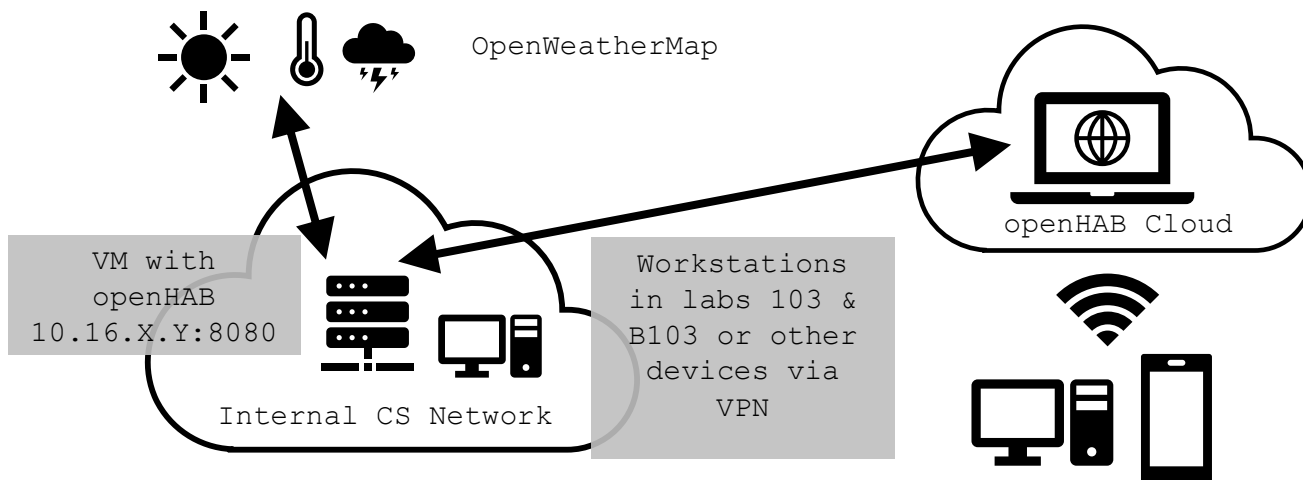


Το θέμα της άσκησης είναι η υλοποίηση ενός προγράμματος συλλογής και ανάλυσης δεδομένων από την πλατφόρμα openHAB χωρίς την χρήση κάποιου έτοιμου

εργαλείου όπως για παράδειγμα, curl και wget για ανάκτηση περιεχομένου και χωρίς jq για επεξεργασία δεδομένων τύπου json. Η πλατφόρμα openHAB αναλύεται στη συνέχεια. Οι λειτουργίες του προγράμματος σας και το αναμενόμενο αποτέλεσμα περιγράφονται αναλυτικότερα στην συνέχεια.

II. Αρχιτεκτονική Συστήματος Άσκησης

Η αρχιτεκτονική του συστήματος που φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα και που θα αναπτυχθεί στη άσκηση αυτή αναλύεται σε ξεχωριστό συνοδευτικό έγγραφο ([openHAB-manual.pdf](#)), στην Ενότητα 6.



Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική Συστήματος άσκησης.

Κεντρικός κόμβος του συστήματος αυτοματισμού είναι το VM που έχει τον ρόλο του εξυπηρετητή με το openHAB server εγκατεστημένο. Επειδή μέσα στο κλειστό δίκτυο του Τμήματος Πληροφορικής δεν μπορούμε να έχουμε οποιαδήποτε άλλη πραγματική IoT συσκευή (hardware) για να τη διαχειριζόμαστε μέσω openHAB σαν “thing” θα χρησιμοποιήσουμε ένα πάροχο υπηρεσιών καιρού όπως είναι το [OpenWeatherMap](#). Τα βήματα για την εγκατάσταση και τη λήψη δεδομένων από το OpenWeatherMap περιγράφονται ενδελεχώς στο openHAB manual.

Στην άσκηση αυτή, θα υλοποιήσετε με χρήση bash programming κάποιες λειτουργίες για την ανάκτηση και επεξεργασία δεδομένων από τον openHAB server. Η άντληση των δεδομένων θα γίνει μέσω openHAB REST API endpoints (βλέπε openHAB manual, ενότητα 7).

III. Προγραμματισμός openHAB με το Κέλυφος Bash

Σε αυτή την ενότητα της εκφώνησης θα δούμε πως μπορεί κανείς να διεκπεραιώσει μια REST αίτηση ανάκτησης δεδομένων από τον openHAB server μέσω του κελύφους Bash και των υποδοχών. Έστω ότι η μηχανή σας (VM) έχει όνομα `ep1421-1.in.cs.ucy.ac.cy` με IP `10.16.30.25`.

Εκτέλεσε την εντολή που ανοίγει ένα tcp socket με τον εξυπηρετητή που τρέχει στην τρέχουσα μηχανή, στην θύρα 8080, για ανάγνωση/γγραφή.

```
exec 5<>/dev/tcp/10.16.30.25/8080
```

Αποστείλε μια αίτηση

```
echo -ne 'GET /rest/items HTTP/1.1\nHost: ep1421-1.in.cs.ucy.ac.cy:8080\nUser-Agent: bash\${BASH_VERSION}\nAccept: application/json\n\n' >&5
```

Εκτύπωσε το αποτέλεσμα στην οθόνη

```
cat <&5
```

Στο σημείο αυτό κρίνουμε σκόπιμο να αναλύσουμε την αίτηση που θα στείλει ο bash client. Από το πιο πάνω κώδικα βλέπουμε ότι χρησιμοποιείται μια αίτηση του πρωτοκόλλου HTTP 1.1 χρησιμοποιώντας τη μέθοδο HTTP GET η οποία συμπεριλαμβάνει κάποιες επικεφαλίδες (headers). Η μέθοδος GET χρησιμοποιείται για την ανάκτηση δεδομένων από τον server στο client. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι επικεφαλίδες της αίτησης:

Επικεφαλίδα Host: Στην έκδοση 1.1 του πρωτοκόλλου HTTP, στις αιτήσεις των πελατών είναι υποχρεωτική η επικεφαλίδα Host, στη μορφή Host: <host>:<port>, όπου <host> είναι το μηχάνημα του εξυπηρετητή και <port> η θύρα στην οποία περιμένει αιτήσεις σύνδεσης, ή απλώς Host: <host>, όπου η θύρα είναι η προκαθορισμένη για το HTTP πρωτόκολλο, η 80 [RFC2616/§14.23].

Επικεφαλίδα User-Agent: παρέχει πληροφορία για το λογισμικό που χρησιμοποιεί ο πελάτης για να στείλει την αίτηση και να λάβει την απάντηση [RFC2616/§14.43].

Επικεφαλίδα Accept: Δηλώνει τον τύπο των δεδομένων που υποστηρίζει (δέχεται) ο πελάτης π.χ. text/html, image/jpg, application/json κτλ. Αν δοθεί */* σημαίνει ότι δέχεται κάθε τύπο δεδομένων [RFC2616/§14.1].

Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι κάθε επικεφαλίδα χωρίζεται από την επόμενη με το χαρακτηριστήρα αλλαγής γραμμής (\n) και η τελευταία επικεφαλίδα χωρίζεται από το τέλος του μηνύματος με 2 χαρακτηριστές αλλαγής γραμμής (\n\n).

Αυτό θα επιστρέψει και θα εκτυπώσει στην οθόνη το ακόλουθο κείμενο:

```
HTTP/1.1 200 OK
```

```
Content-Type: application/json
```

```
Content-Length: 4468
```

```
Server: Jetty(9.4.11.v20180605)
```

HTTP

Header

```
[{"link":"http://ep1421-
1.in.cs.ucy.ac.cy:8080/rest/items/WeatherAndForecast_Current_Wi
ndSpeed","state":"4.75 m/s","stateDescription":{"pattern":"%.1f
%unit%","readOnly":true,"options":[]},"editable":true,"type":"N
umber:Speed","name":"WeatherAndForecast_Current_WindSpeed","lab
el":"Wind
Speed","category":"Wind","tags":[],"groupNames":[]},{ "link":"ht
tp://ep1421-
1.in.cs.ucy.ac.cy:8080/rest/items/WeatherAndForecast_Current_Ou
tdoorTemperature","state":"28.08
°C","stateDescription":{"pattern":"%.1f
%unit%","readOnly":true,"options":[]},"editable":true,"type":"N
umber:Temperature","name":"WeatherAndForecast_Current_OutdoorTe
mperature","label":"Outdoor
Temperature","category":"Temperature","tags":[],"groupNames":[]
},...
```

HTTP

Content

(για τα πρώτα 2
items)

Στην συνέχεια πρέπει να κλείσετε το input/output redirection, για να απελευθερώσετε τον File Handler #5.

```
# Κλείσε το output redirection για το socket
exec 5>&-

# Κλείσε το input redirection για το socket
exec 5<&-
```

Όπως είδαμε πιο πάνω, ανακτήσαμε μαζί με το ζητούμενο αποτέλεσμα (HTTP Content) και ένα HTTP Header. Το Header εκφράζει διάφορες μέτα-πληροφορίες, όπως για παράδειγμα, πότε δημιουργήθηκε το αρχείο, πόσο μεγάλο είναι κτλ. Από το HTTP Header, μας ενδιαφέρουν τα ακόλουθα:

1. Εάν βρούμε το κωδικό 200 (δηλαδή «HTTP/1.1 200 OK»), τότε η σελίδα υπάρχει στον server και επιστρέφεται κάτω από το header.
2. Εάν βρούμε οποιονδήποτε άλλο κωδικό (π.χ., HTTP/1.1 404 Not Found), τότε υπάρχει κάποιο άλλο πρόβλημα (π.χ., δεν υπάρχει το item).

Τα HTTP headers δεν χρειάζεται να αποθηκεύονται.

Γνωρίζοντας τώρα πως μπορείτε να ανακτήσετε δεδομένα από τον κόμβο, θα προχωρήσουμε στην περιγραφή της αναμενόμενης λειτουργίας του συστήματος.

IV. Περιγραφή Λειτουργίας Συστήματος

Έχοντας εγκαταστήσει και διαμορφώσει (μέσω των οδηγιών του openHAB manual) το OpenWeatherMap binding και τα 2 αντίστοιχα things, δημιουργείστε (δείτε ενότητα 6 του manual) μέσω των channels (με τις default τιμές) τα εξής items:

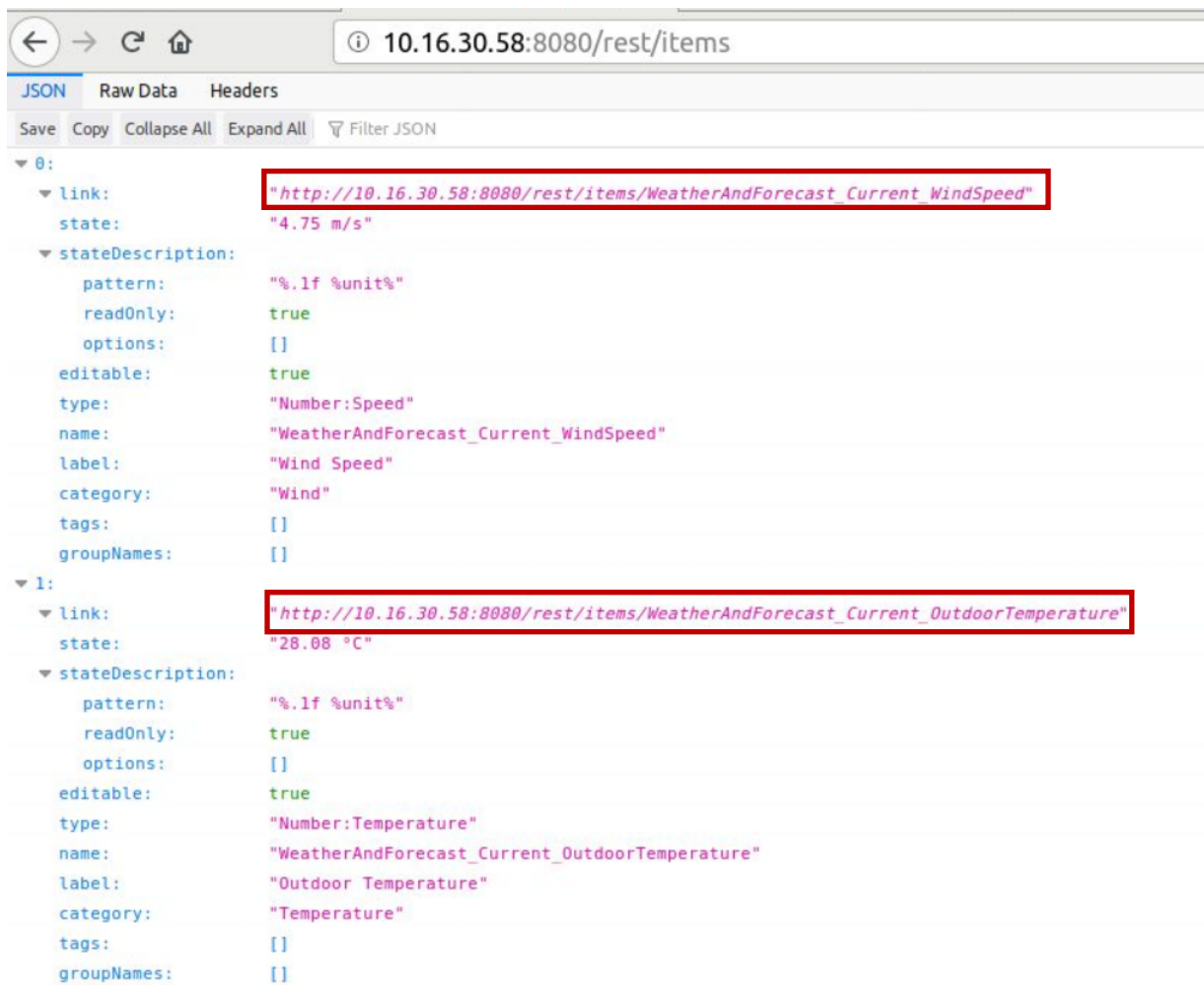
- | | | |
|--------------------------|---|-----------------------|
| • Station Id | } | Current Weather Group |
| • Observation Time | | |
| • Outdoor Temperature | | |
| • Barometric Pressure | | |
| • Atmospheric Humidity | | |
| • Wind Speed | | |
| • Cloudiness | | |
| • Rain | } | 3 Hours Forecast |
| • Forecast Time | | |
| • Forecasted Temperature | } | 6 Hours Forecast |
| • Forecast Time | | |
| • Forecasted Temperature | | |

Στην άσκηση αυτή καλείστε να υλοποιήσετε τρεις 3 λειτουργίες σε ένα bash script που θα ονομάζεται `openhAB_scraping.sh` και θα λαμβάνει σαν argument είτε το `-d` (download data : λειτουργία 1), ή `-p` (process data : λειτουργία 2) ή `-v` (visualize: λειτουργία 3) ή `-c` (combine data from multiple bindings: λειτουργία 4).

Οι λειτουργίες σας θα πρέπει να εκτελούνται αυτόματα κάθε 5 λεπτά και τα δεδομένα που συλλέγονται και τα αποτελέσματα να επαυξάνονται σε κατάστιχο στον δίσκο του VM σας.

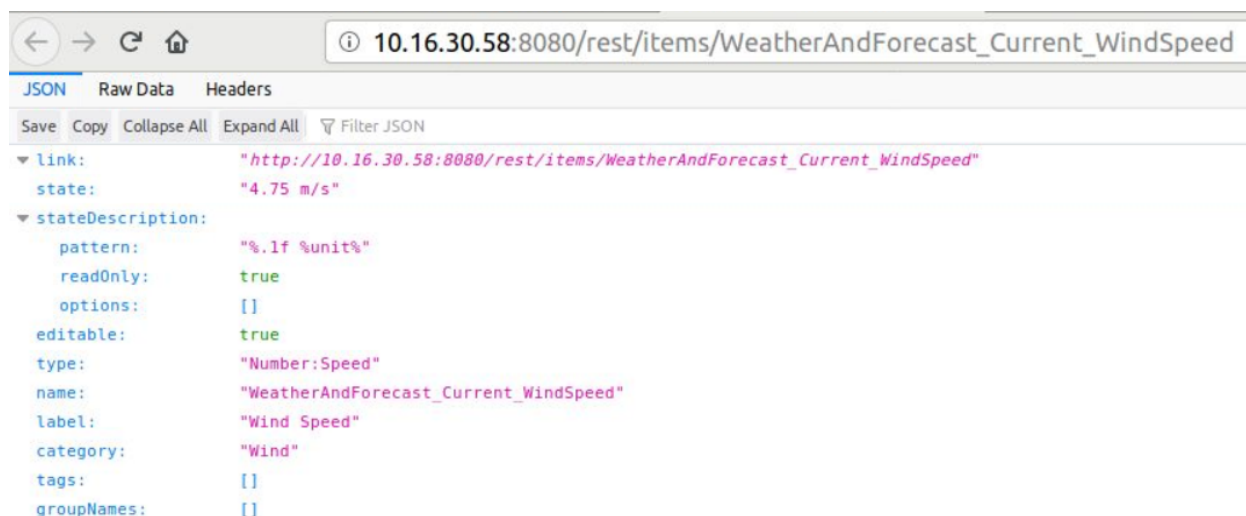
Λειτουργία Α) Ανάκτηση δεδομένων

Η πρώτη λειτουργία θα «κατεβάζει» από το openHAB τις πληροφορίες όλων των πάνω items και θα αποθηκεύει τα δεδομένα τοπικά σε ένα κατάλογο (directory) στο τρέχοντα που βρίσκεται και το bash script με το όνομα items. Για κάθε item θα δημιουργείται ένα .json file. Πιο συγκεκριμένα, θα καλείτε αρχικά το endpoint /rest/items από το οποίο θα βρείτε και θα εξαγάγετε τα endpoints (πεδίο link όπως φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα) για όλα τα items.



Εικόνα 2: Ανάκτηση των items μέσω REST API call από τον φυλλομετρητή.

Στη συνέχεια, θα καλείται ένα-ένα τα endpoints αυτά και θα «κατεβάζετε» ένα json file για κάθε item το οποίο θα αποθηκεύετε. Αν καλέσουμε για παράδειγμα, το endpoint για το πρώτο item της εικόνας 2, θα πάρουμε τα πιο κάτω δεδομένα.



Εικόνα 3: REST endpoint για το item WeatherAndForecast_Current_WindSpeed.

Πρότυπο εντολής:

`./openhab_scraping.sh -d`

Λειτουργία Β) Επεξεργασία δεδομένων

Με τη δεύτερη λειτουργία θα γίνονται επερωτήσεις πάνω στα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα τοπικά. Πιο συγκεκριμένα, θα διαβάζετε τις πληροφορίες από τα item json files και θα δημιουργείτε ένα html file που να μοιάζει όσο το δυνατό με την πιο οθόνη της διπλανής εικόνας (που προέκυψε από σύνδεση Apple Phone με τον τοπικό Openhab server). Τα εικονίδια μπορείτε να τα κατεβάσετε από [εδώ](#). Οι τιμές των items βρίσκονται στο πεδίο state του κάθε json file (δείτε εικόνα 3, κάτω από το πεδίο link).

Πρότυπο εντολής:

`./openhab_scraping.sh -p`

Λειτουργία Γ) Γραφική Απεικόνιση Δεδομένων

Με τη τρίτη λειτουργία θα γίνεται μια γραφική απεικόνιση των δεδομένων σε μορφή γραφικής παράστασης κάνοντας χρήση του εργαλείου Gnuplot <http://www.gnuplot.info/> (εγκαταστήστε το και δείτε μέσω παραδειγμάτων στην σελίδα αυτή πως μπορείτε να δημιουργήσετε τα γραφήματα αυτό). Πιο συγκεκριμένα, θα διαβάζετε τις πληροφορίες από τα item json files και θα δημιουργείτε διάφορα png, ps ή pdf file. Οι τιμές των items βρίσκονται στο πεδίο state του κάθε json file (δείτε εικόνα 3, κάτω από το πεδίο link).

Πρότυπο εντολής:

`./openhab_scraping.sh -v`

Weather And Forecast		
	Station Id	146233
	Observation Ti...	2019-09-26 11:11:42
	Outdoor Temperature	28.1 °C
	Barometric Pressure	1013.000 hPa
	Atmospheric Humidity	54 %
	Wind Speed	2.1 m/s
	Cloudiness	20 %
	Rain	0.00 mm
	Forecast Time	2019-09-26 12:00:00
	Forecasted Temperature	27.8 °C
	Forecast Time	2019-09-26 15:00:00
	Forecasted Temperature	27.8 °C

Εικόνα 4: Αρχείο εξόδου Λειτουργίας Β.

Λειτουργία Δ) Συνδυασμός δεδομένων από διαφορετικά bindings

Στην τρίτη λειτουργία θα πρέπει να εγκαταστήσετε ένα binding της αρεσκείας σας (μέσω του Paper UI) και συνδυάσετε τις πληροφορίες του νέου binding με το openweathermap ή οποιοδήποτε άλλο binding για να αυτοματοποιήσετε μια λειτουργία μέσα στο οικιακό δίκτυο ή λειτουργίες στο cloud.

Για παράδειγμα μπορείτε να εγκαταστήσετε binding για να διαβάζετε πληροφορίες από κάποιον άλλο web service (e.g., Twitter) ή solar inverter (π.χ. [SMA](#), [Kostal](#)) που έχετε εγκατεστημένο στο σπίτι σας ή Air Condition, WiFi access Point, κτλ. και με τη λειτουργία του bash script να συνδυάσετε τα δεδομένα για βρείτε κάποια πληροφορία ενδιαφέροντος (π.χ., να προβλέψετε σε συνδυασμό με τις πληροφορίες πρόβλεψης καιρού του openweathermap) πόση ενέργεια θα παράξετε/καταναλώσετε μέσα στις επόμενες Χ ώρες (το Χ μπορεί να δίνεται και σαν παράμετρος μετά το όρισμα -c).

Πρότυπο εντολής:

```
./openhab_scraping.sh -c
```

Προειδοποιήσεις Ασφάλειας:

1. Η χρήση των υπολογιστικών πόρων που έχουν παρασχεθεί στα πλαίσια του ΕΠΛ421 μπορεί να γίνεται μόνο για σκοπούς διεκπεραίωσης των εργασιών και εργαστηρίων του μαθήματος.
2. Απαγορεύεται ρητά η κατάχρηση των πόρων, ή πρόκληση ζημιών ή η πρόθεση πρόκλησης ζημιάς από την πιο πάνω λειτουργία.

VI. Γενικοί Κανόνες

1. Το σύστημα δεν αφήνει ποτέ άχρηστα και μεταβατικά αρχεία στον δίσκο, ανεξάρτητα εάν διακοπεί η λειτουργία του προγράμματος από το κλείσιμο του κελύφους.
2. Το σύστημα πρέπει να χρησιμοποιεί τεχνικές δομημένου προγραμματισμού με την χρήση συναρτήσεων.
3. Το σύστημα πρέπει να ελαχιστοποιεί την χρήση πόρων του συστήματος (αρχεία, μνήμης, κτλ).
4. Το σύστημα πρέπει να μειώνει όσο το δυνατό περισσότερο τον χρόνο διεκπεραίωσης της ανάκτησης και επεξεργασίας των δεδομένων.

Καλή Επιτυχία !