



Διαδικτυακό Σύστημα Βέλτιστης Διαχείρισης και Ανάλυσης Ενεργειακών Πόρων, μέσω Οντολογικής Προσέγγισης και Σηματολογικής Συσταδοποίησης

- EMIR -

Βασίλειος ΛΟΥΜΟΣ, Καθ. ΕΜΠ

Βασίλειος ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ, Υπ. Δρ. ΕΜΠ

Ερευνητικό Αντικείμενο

Το παρόν ερευνητικό άρθρο περιγράφει ένα πρωτοποριακό Πληροφοριακό Σύστημα Βέλτιστης Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων (**Energy Management Intelligent Reporting, EMIR**) με την χρήση προηγμένων υπηρεσιών Διαδικτύου (πλήρες διαδραστικό-ενεργειακό portal διαθέσιμο στο <http://fermat.medialab.ntua.gr/emir>) και προηγμένων τεχνολογιών πολυμέσων, το οποίο βρίσκεται ήδη σε προχωρημένο σχεδιασμό και ανάπτυξη στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Πολυμέσων της σχολής ΗΜΜΗΥ του ΕΜΠ, σε επίπεδο διδακτορικής διατριβής.

Η μέθοδος που ακολουθείται συνδυάζει μία πρώτη οντολογική και σηματολογική προσέγγιση του συστήματος παραγωγής και κοστολόγησης της ενέργειας. Εν συνεχεία, μέσω της δημιουργίας ενός σηματολογικού δικτύου και σηματολογικής Βάσης Δεδομένων, η ενεργειακή πληροφορία συσταδοποιείται, αναλύεται και παρουσιάζεται στον χρήστη μέσω στατιστικών γραφημάτων και πινάκων. Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας σε συνδυασμό με την απότομη αύξηση της τιμής των καυσίμων αποτελούν ένα βασικό παράγοντα αποσταθεροποίησης για τις ενεργοβόρες ελληνικές επιχειρήσεις.

Η σχεδίαση της βέλτιστης ενεργειακής πολιτικής, στα πλαίσια της ελεύθερης παραγωγής και διάθεσης ενέργειας, εξελίσσεται σε ένα ιδιαίτερα σύνθετο πρόβλημα για τις επιχειρήσεις. Σκοπός του εξελιγμένου πληροφοριακού συστήματος είναι να διαχειρίζεται, να αναλύει, να προβλέπει και να βελτιστοποιεί ενεργειακά φορτία, από Σταθμούς Παραγωγής, Προμηθευτές ή ΑΠΕ μέσω δυναμικής βάσης δεδομένων και σύνθετων αλγορίθμων διαχείρισης και αναπαράστασης γνώσης (advanced knowledge engineering, υπερκυβικό clustering), εξόρυξης (data mining) και πολυδιάστατης στατιστικής ανάλυσης και απεικόνισης βάσεων γνώσεων (**web-based OLAP**).

Οι υπηρεσίες του συστήματος είναι πλήρως προσπελάσιμες μέσω του Διαδικτύου (advanced web services) και οι αυτοματοποιημένες απεικονίσεις γίνονται μέσω on-line web-based γραφικών αναφορών. Η σηματολογική μοντελοποίηση του συστήματος και των δεδομένων δίνουν μία νέα δυναμική στην διαδικασία λήψης απόφασης και επιτρέπουν την χρησιμοποίηση προχωρημένων τεχνικών Τεχνητής Νοημοσύνης.

Θεωρητικό Μοντέλο Βελτιστοποίησης

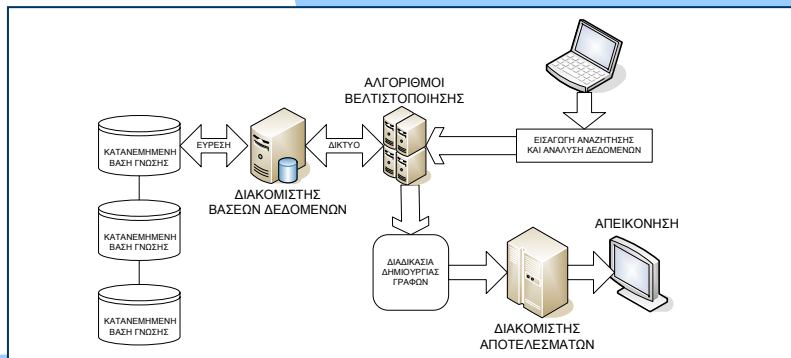
Στην απελευθερωμένη αγορά, ο κεντρικός Λειτουργός Συστήματος (π.χ. ΔΕΣΜΗΕ) χρησιμοποιεί τις τιμές Προσφοράς, οι οποίες εξαρτώνται άμεσα από τις τιμές κόστους των Παραγωγών. Συνεπώς η όλη διαχείριση του ενεργειακού φορτίου γίνεται με βάση τις τιμές προσφοράς, των παραγωγών.

Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να περιγραφεί μαθηματικά με την χρησιμοποίηση της παρακάτω Αντικειμενικής Συνάρτησης (Objective Function) την οποία το σύστημα EMIR ελαχιστοποιεί δυναμικά σε κάθε σηματολογική ερώτηση.

Η μεθοδολογία ελαχιστοποίησης μπορεί να αλλάξει ανάλογα με την δομή των δεδομένων, τα οποία κάθε φορά αλιεύονται με τεχνικές Data mining από την ενεργειακή βάση δεδομένων.

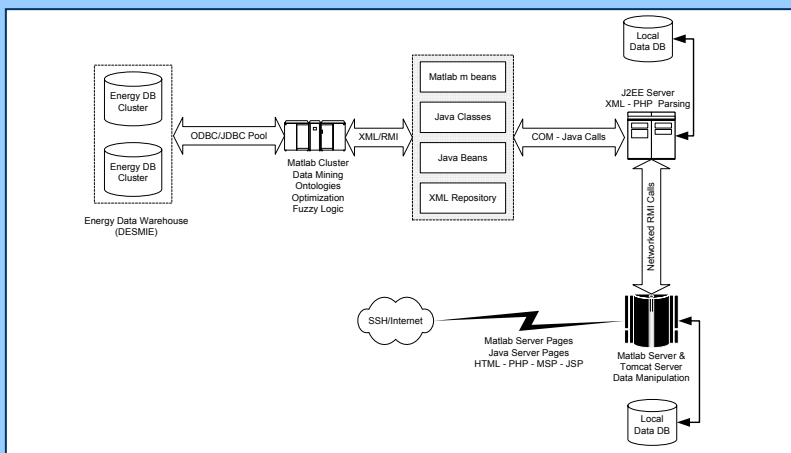
$$J(b, Q) = \sum_{j=1}^n b_j Q_j + \sum_{i=1}^m b_i^a Q_i^a$$
$$\sum_{j=1}^n (Q_j - L_A - L_E) * SMP + \sum_{i=1}^m (Q_i^a - L_i^a) * SMP = 0$$

Γενική Τοπολογία Συστήματος



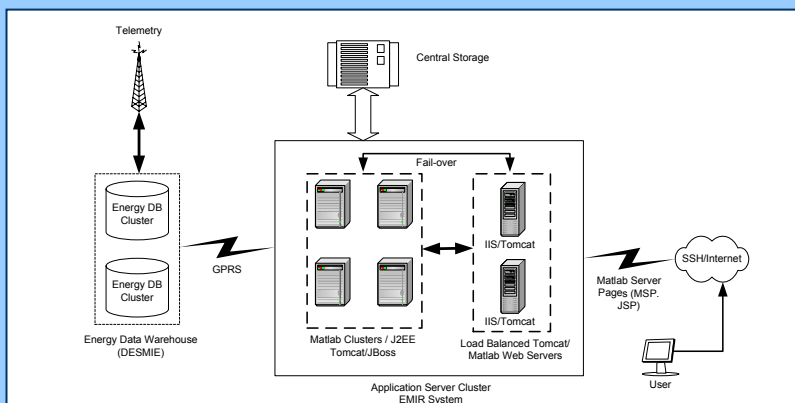
Σχήμα 1: Μοντέλο Γενικής Τοπολογίας Συστήματος

Τοπολογία Διακομιστών



Σχήμα 2: Συνολική Τοπολογία Διακομιστών

Τοπολογία Matlab Cluster Διάταξης για MSP



Σχήμα 3: Γενική Τοπολογία Clustered Συστήματος με διάταξη διακομιστών Matlab

Αρχιτεκτονική Συστήματος

Η παρούσα λοιπόν συμπυκνωμένη τεχνική πρόταση περιγράφει ένα πρωτοποριακό πληροφοριακό σύστημα (E.M.I.R. - Energy Management & Intelligent Reporting) και την απαιτούμενη αρχιτεκτονική ενός μοντέλου δυναμικού ελέγχου, επεξεργασίας, βέλτιστης διαχείρισης και απεικόνισης μιας οποιαδήποτε χρονικής-δυναμικής Βάσης Δεδομένων με ενεργειακές μετρήσεις. Με μία πρωτοποριακή μέθοδο, βασισμένη σε σύνθετη τεχνολογία Web (portal - web services - web based Information System, matlab clustered web server) και ενός πολύ απλού user-friendly interface, ο εκάστοτε υπεύθυνος Μηχανικός μπορεί να διαχειριστεί, να προβλέψει, να απεικονίσει γραφικά on-line και να επεξεργαστεί αποτελεσματικά τα δεδομένα των μετρήσεων μιας ενεργειακής βάσης, τα οποία αποκτώνται αυτόματα με προχωρημένες τεχνικές εξόρυξης και ομαδοποίησης.

Με τη χρήση πολύ δυνατού εξειδικευμένου λογισμικού ακολουθούνται ειδικές τεχνικές ανάλυσης, εκτίμησης και απεικόνισης των ενεργειακών μετρήσεων, με αποτέλεσμα την εξαγωγή πολυδιάστατης γνώσης και πολύ χρήσιμων συμπερασμάτων, μελλοντικών εκτιμήσεων, ενεργειακών προτύπων αλλά και στατιστικών γραφημάτων και πινάκων, τα οποία συνθέτουν πολύ αποτελεσματικά και εύκολα πλήρη on-line web reports.

Το παραπάνω πληροφοριακό σύστημα εστιάζεται στην τεχνολογία της πληροφορικής και της έξυπνης επεξεργασίας ενεργειακών δεδομένων, τα οποία με την βοήθεια των εκάστοτε Ενεργειακών Μηχανικών αποκρυπτογραφούνται και αξιολογούνται. Η υπάρχουσα τεχνογνωσία της Γαλλικής RTE [3], βοήθησε πολύ στον σχεδιασμό του συστήματος το οποίο χωρίζεται σε 2 υπο-συστήματα : 1) το off-line σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί ένα οποιοδήποτε χρήστης και μέσω τεχνικών ROLAP αναλύει και παράγει δυναμικά διαγράμματα on the fly, εισάγοντας απλά έναν κωδικό και ένα password και το 2) on-line batch σύστημα το οποίο ανά τακτά χρονικά διαστήματα (ανά 1,2,4,7 ή 10 ώρες ή ρυθμιζόμενο) ελέγχει μόνο του την μετρητική βάση δεδομένων (SQL based query, ODBC, JDBC, batch grouped queries) και με την βοήθεια των web services (WSDL, SOAP) 'αλιεύει' δεδομένα από το Διαδίκτυο και από ειδικευμένους ιστότοπους δομημένου γνωστικού ενεργειακού περιεχομένου (XML, WSDL), αναλύει και επεξεργάζεται τα σύνθετα δεδομένα (Data Mining) και εν συνεχεία παράγει HTML, Excel based reports οι οποίες αποθηκεύονται για μετέπειτα συμβουλή ή και στέλνονται αυτόματα μέσω email στους υπευθύνους.

Συμπεράσματα

Το παραπάνω πληροφοριακό σύστημα εστιάζεται στην ενεργειακή ευφυΐα, η οποία επιτελείται on-line με την βοήθεια των σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων και την χρησιμοποίηση του στρώματος Internet ως μέσου πρόσβασης και ως μέσου αναζήτησης χαστικής μεν, χρήσιμης δε ενεργειακής πληροφορίας.

Η πλειοψηφία των Ευρωπαϊκών κρατών έχουν ήδη κινηθεί προς αυτήν την κατεύθυνση, την κατασκευή δηλαδή ενός Ολοκληρωμένου Ενεργειακού Πληροφοριακού Συστήματος, το οποίο θα είναι προσβάσιμο μέσω του Internet.

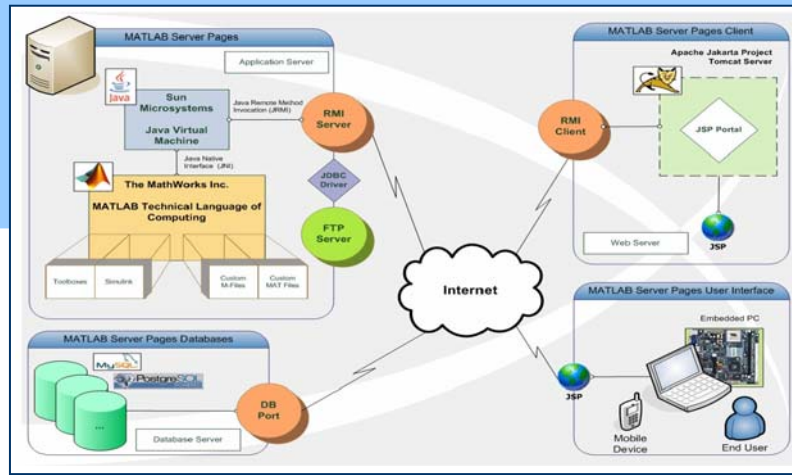
Η νέα ενεργειακή πολιτική απαιτεί την πλήρη οργάνωση και συντονισμό διαδικασιών, σε ένα σύστημα τύπου e-energy.

Επίσης, η απαιτούμενη υπολογιστική ευφυΐα και πολυπλοκότητα θα παραμείνει κρυφή (transparent business logic) στον τελικό χρήστη, με αποτέλεσμα να μεγιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητα του συστήματος, διότι ο απλός χρήστης χωρίς ειδικευμένες γνώσεις διαχείρισης και εξόρυξης της πληροφορίας θα μπορεί με απλά menus και κουμπιά μέσω ενός Internet browser να παράγει σύνθετα reports και στατιστικούς πίνακες.

Η επερχόμενη σημασιολογική μεταμόρφωση του παγκόσμιου ιστού (Semantic Web) και το Grid Computing θα λειτουργήσει ακόμα πιο θετικά σε πιο έξυπνες και linguistic-based τεχνικές αναζήτησης (RDF etc) και καταμερισμού υπολογιστικής ισχύος, όσον αφορά ενεργειακά δεδομένα στο Internet.

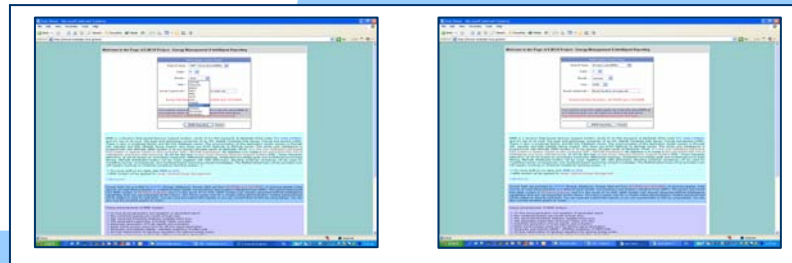
Και το παραπάνω σύστημα κινείται ήδη προς αυτές τις κατευθύνσεις (semantic distributed grids).

Matlab Server Pages Φιλοσοφία



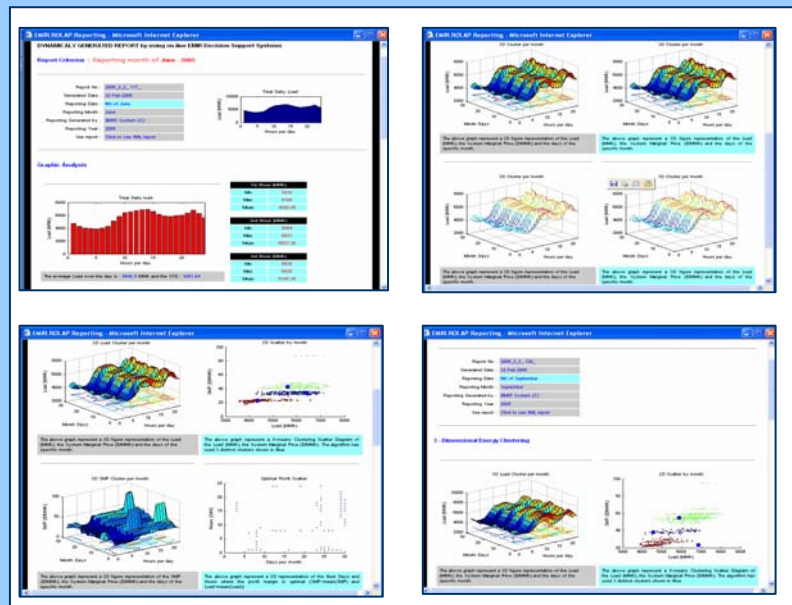
Σχήμα 4: Μοντέλο Matlab Server Pages και διασύνδεση με Tomcat

Κεντρική Διεπαφή - Μενού



Σχήμα 5: Κεντρική Διεπαφή Συστήματος από Portal

Simulation of Output Adaptive Energy Graphs



Σχήμα 6: Έξοδος συστήματος και Γραφικές παραστάσεις

References

Το κεντρικό Portal είναι διαθέσιμο μέσω των εξής συνδέσμων:

- <http://fermat.medialab.ntua.gr>
- <http://fermat.medialab.ntua.gr/emir>
- <http://www.medialab.ntua.gr/vnikolop>

Contacts at vnikolop@medialab.ntua.gr