Cassandra: Μια πολυπαραμετρική πλατφόρμα για την αποτίμηση των επιπτώσεων στρατηγικών αποφάσεων σε Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Αντώνιος Χ. Χρυσόπουλος

Email: achryso@issel.ee.auth.gr

Τμήμα Ηλεκτρ/γων Μηχανικών και Μηχανικών Η.Υ.

Ινστιτούτο Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΙΠΤΗΛ)

Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (Ε.ΚΕ.Τ.Α.)





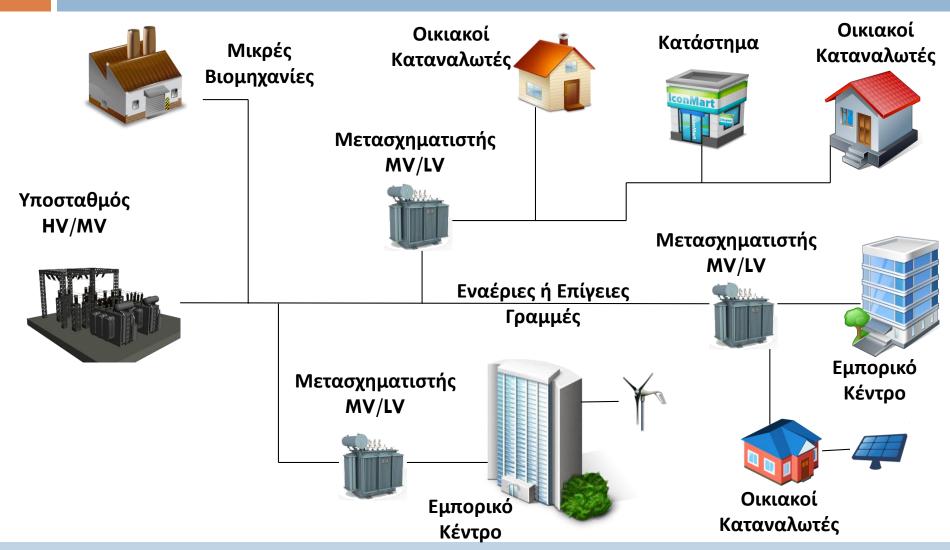
Περιεχόμενα Παρουσιάσης

- Σημερινή μορφή του δικτύου Ηλεκτρικής Ενέργειας
- Επιχειρηματικές διαδικασίες του Cassandra
- Μοντελοποίηση δικτύου με βάση των καταναλωτή
 - Μοντέλα Κατανάλωσης (Consumption models)
 - Μοντέλα Δραστηριοτήτων (Activity models)
 - Μοντέλα Ωφέλειας (Utility models)
- Αρχιτεκτονική του Cassandra
- Γραφική Διεπαφή (User interface) / Κύκλος Λειτουργίας
- Demand Response / Consumer Social Networks
- Μελλοντικές Επεκτάσεις





Σημερινή Μορφή του Δικτύου



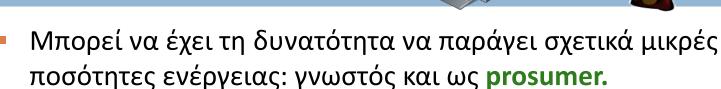


Cassandra: Πλατφόρμα για την υλοποίηση προγραμμάτων Demand Response

Ο καταναλωτής...







- Η κατανάλωση καθε καταναλωτή μεμονωμένα είναι ασήμαντη σε σχέση με τους «μεγαλύτερους» παίκτες (Βιομηχανικοί, Εμπορικά Κέντρα, Δημόσιες υπηρεσίες, Χώροι αναψυχής)
- Οι καταναλωτές μικρής κλίμακας αντιπροσωπεύουν > 30% της συνολικής κατανάλωσης (πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης, 2011)
- Στην πράξη, η μοντελοποίηση του καταναλωτή είναι πολύ δύσκολη λόγω:
 - Ελλείψεων σε Μετρητικό εξοπλισμό (έξυπνους μετρητές)
 - Αδυναμία της μοντελοποίησης των ενεργειών των καταναλωτών
 - Αδυναμία της μοντελοποίησης της αντίδρασης σε χρηματικά (ή άλλα) κίνητρα.





Καλύπτοντας το κενό...Cassandra!

Μια πλατφόρμα λογισμικού για τη μοντελοποίηση των Οντοτήτων Ηλεκτρικής Ενέργειας από την μεριά του τελικού χρήστη

- Βασικοί στόχοι του Cassandra:
 - Θεωρητική μοντελοποίηση και ανάπτυξη μοντέλων των εμπλεκόμενων μερών, ως προς τα ενεργειακά προφίλ και τις συνήθειες κατανάλωσής τους, καθώς και ως προς τις αλληλεπιδράσεις τους
 - Δημιουργία συνασπισμών καταναλωτών (Κοινωνικά Δίκτυα Καταναλωτών ΚΔΚ)
 - Μια μεθοδολογία Βασικών Δεικτών Αποτίμησης (ΚΡΙ), ώστε να είναι δυνατή η αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς και της μείωσης της εκπομπής των ρύπων CO₂
 - Μια αρθρωτή, επεκτάσιμη πλατφόρμα που μπορεί να μοντελοποιήσει και να αξιολογήσει διάφορα σενάρια, ένω ταυτόχρονα μπορεί να αποτελέσει εργαλείο Λήψης Αποφάσεων.





Επιχειρηματικές Διαδικασίες του Cassandra

- Μοντελοποίηση από-κάτω-προς-τα-πάνω (Bottom-up)
 των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας
 - Μοντέλα Εγκαταστάσεων (Installations), Συσκευών (Appliances) και Δραστηριοτήτων (Activities).
 - Συγκεντρωτικά (aggregate) μοντέλα μεμονωμένων καταναλωτών, αλλά και ομάδων καταναλωτών.
- Προσομοιώση βασισμένη σε Δραστηριότητες (Activity-Based Simulation)
 - Συσχέτιση της κατανάλωσης με τις δραστηριότητες αντίγια τις συσκευές.
- Αποσύνθεση των ηλεκτρικών καταναλώσεων
 - Ανάκτηση των μοτίβων κατανάλωσης από μετρήσεις.



Επιχειρηματικές Διαδικασίες του Cassandra (2)

- Χρήση ιστορικών δεδομένων κατανάλωσης για εκπαίδευση των μοντέλων κατανάλωσης και δραστηριοτήτων
- Μοντελοποίηση του Demand Response
 - Υλοποιήσεις DR σεναρίων σε καταναλωτές χαμηλής τάσης (μεμονομένους ή ομάδες καταναλωτών)
 - Μοντελοποίηση του ποσοστού αποδοχής/αντίδρασης σε συγκεκριμένα κίνητρα.
- Μοντελοποίηση των Κοινωνικών Δικτύων Καταναλωτών
 - Αναγνώριση των κοινών ή συμπληρωματικών μοτίβων και προφιλ κατανάλωσης ανάμεσα στον μεγάλο αριθμό καταναλωτών χαμηλής τάσης (οικιακοί, εμπορικοί, δημόσια κτίρια)
 - Δημιουργία εξατομικευμένων τιμολογίων και υπηρεσιών





Μοντελοποίηση στα πλαίσια του Cassandra

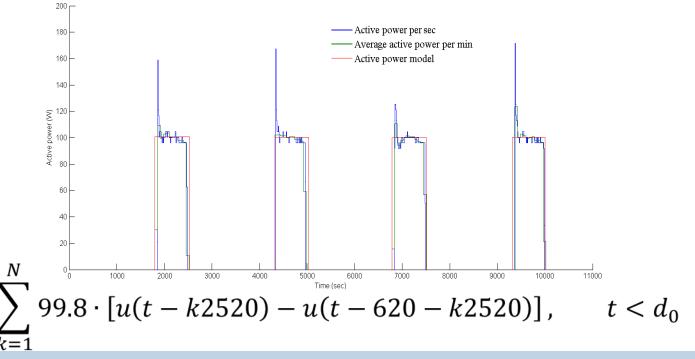
- Μια Εγκατάσταση (Installation) περιλαμβάνει Συσκευές (Appliances).
- Οι Συσκευές περιγράφονται πλήρως από Μοντελα Κατανάλωσης (Consumption Models).
- Τα Δραστηριότητες των Καταναλωτών (Activities) ειναι υπεύθυνες για την κατανάλωση των Συσκευών.
- Ωφέλεια Καταναλωτών Movτέλα Ωφέλειας (Utility Models).
- Χρηματικά Κίνητρα Moντέλα Τιμολόγησης (Pricing Schemes Models).
- Αποδοχή / Αντίδραση Καταναλωτών Movτέλα Αντίδρασης (Response Models).
- Βοηθητικά Μοντέλα:
 - Υπολογισμός Εκπομπών Ρύπων (CO₂ Emission Calculation)
 - Θερμική Ενέργεια (Thermal Energy)
 - Κατανάλωση Νερού και Αερίου (Water and Gas Consumption)
 - Παραγωγή (Prosumer Generation)





Μοντέλα Κατανάλωσης Συσκευών

- Ορίζουν μαθηματικά την απαιτούμενη ενεργό και άεργο ισχύ μιας συσκευής για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα λειτουργίας της.
- Παράδειγμα: Ψυγείο

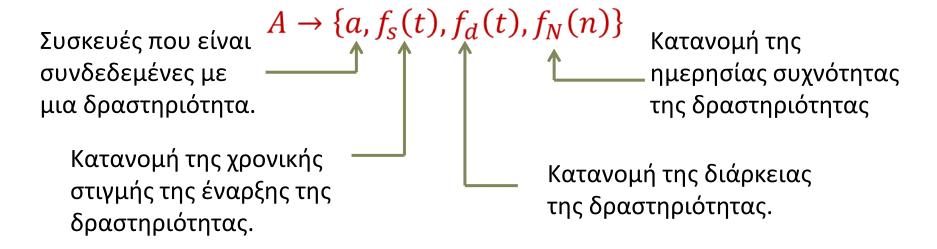






Μοντέλα Δραστηριοτήτων

 Περιγράφουν μαθηματικά τη συχνότητα, την διάρκεια και τις συσκευές που περιλαμβάνει μια δραστηριότητα.



 $f_{a_i}(t|A) : \mathop{\rm Han}_{\alpha n}$

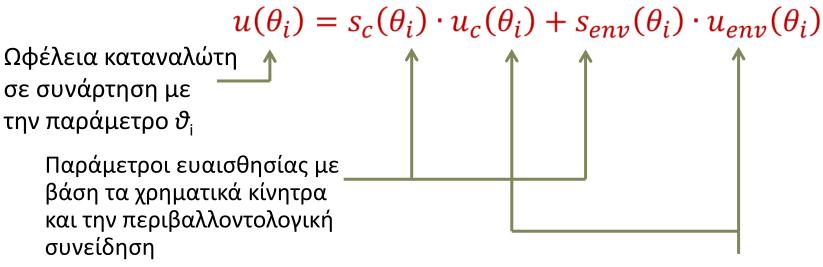
Η πιθανότητα οτι μια συσκευή θα χρησιμοποιηθεί μετά από χρόνο t από την εκκίνηση της δραστηριότητας (μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την μερα της εβδομάδας ή την εποχή)





Μοντέλα Ωφέλειας

Η μαθηματική σχέση που μας δίνει τα μοντέλα είναι:



Μερικά utilities με βάση τα χρηματικά κίνητρα και την περιβαλλοντολογική συνείδηση





Απαιτήσεις σε Δεδομένα

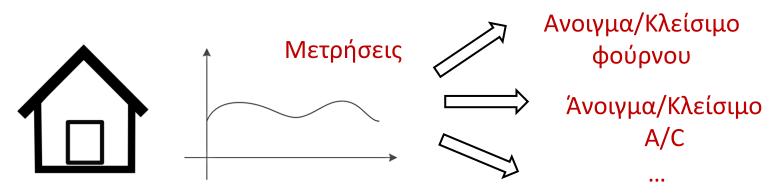
- Το μεγαλύτερο μέρος της λειτουργικότητας της Cassandra βασίζεται σε μεθοδολογίες συμπερασματικής γνώσης (knowledge inference), οπότε η ύπαρξη δεδομένων είναι απαραίτητη για να ελέγξουμε την ορθότητά τους.
- Τα δεδομένα αυτά μπορούν να είναι:
 - Μετρήσεις Ενεργού/Αέργου Ισχύος
 - Ανα εγκατάσταση -> υψηλή συχνότητα δειγματοληψίας (ανά λεπτό)
 - Ανα φορτίο -> εστιάζουμε στα μεγάλα φορτία
 - Δημογραφικά Στοιχεία
 - Παράμετροι που αφορούν το Demand Response





Αποσύνθεση Φορτίων (Disaggregation)

- Τα μοντέλα χρειάζονται δεδομένα από την χρήση των συσκευών
- Συνήθως τα δεδομένα είναι σε επίπεδο εγκατάστασης
 - Δεν είναι ρεαλιστικό να περιμένουμε από τους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα ανα συσκευή.
- Η λύση:
 - Αυτόματη αποσύνθεση των κύριων φορτίων

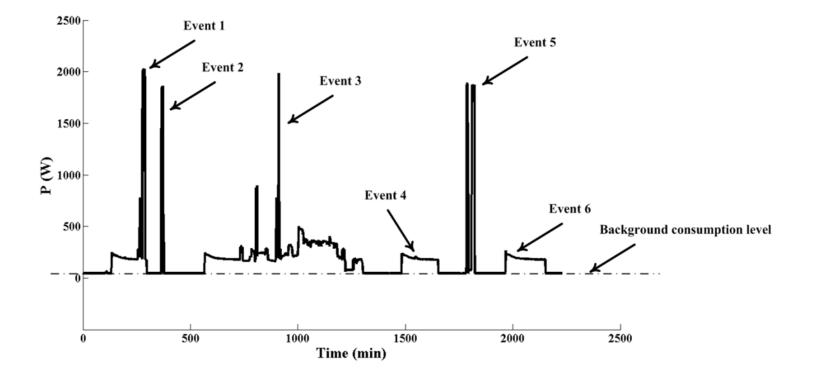






Μεθοδολογία Αποσύνθεσης Φορτίων

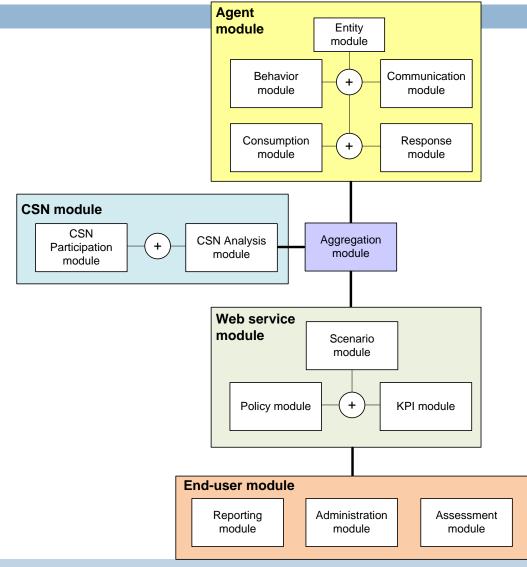
 Έχει ως στόχο να δώσει πληροφορίες σχετικά με τις συσκευές που παράγουν το υπάρχον φορτίο ενεργού/άεργου ισχύος.







Αρχιτεκτονική του Cassandra

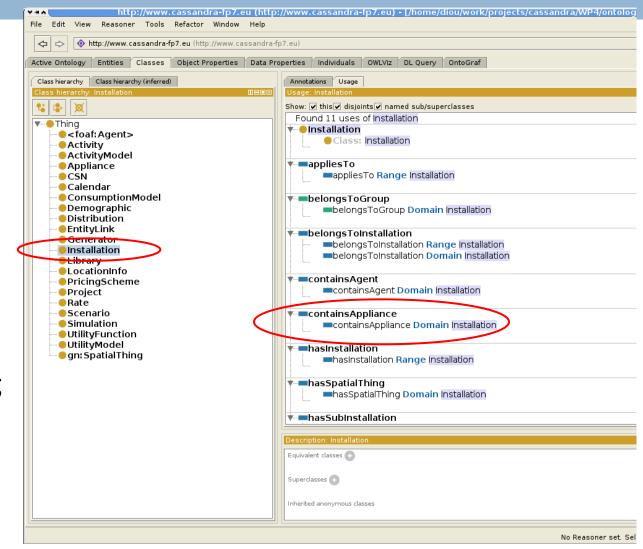






Οντολογία του Cassandra

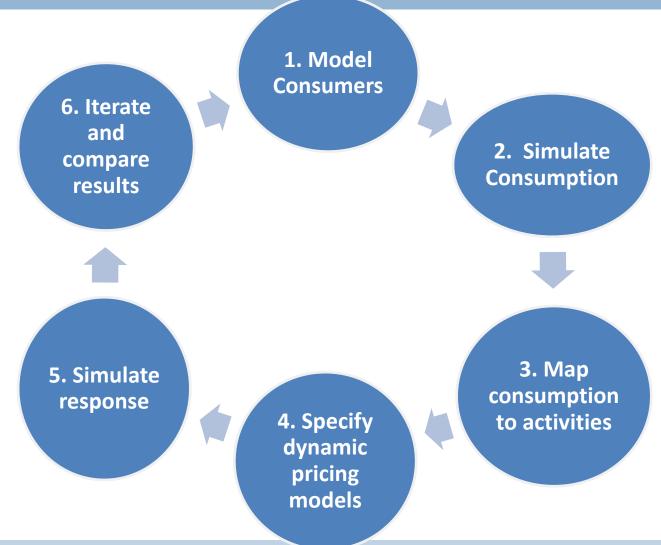
- Ορίζει
 - Οντότητες
 - Χαρακτηριστικά
 - Συσχετίσεις
- Τυπική *(Formal)* γλώσσα
 - Παρουσίαση Δεδομένων
 - Βάση επικοινωνίας των διάφορων υποσυστημάτων της πλατφόρμας







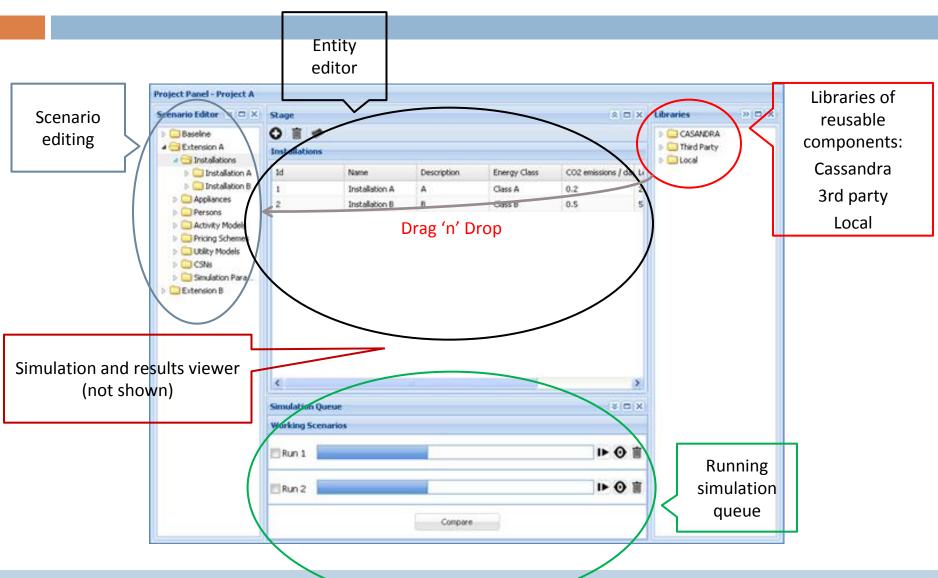
Κύκλος Λειτουργίας του Cassandra







User Interface







Κοινωνικά Δίκτυα Καταναλωτών (ΚΔΚ)

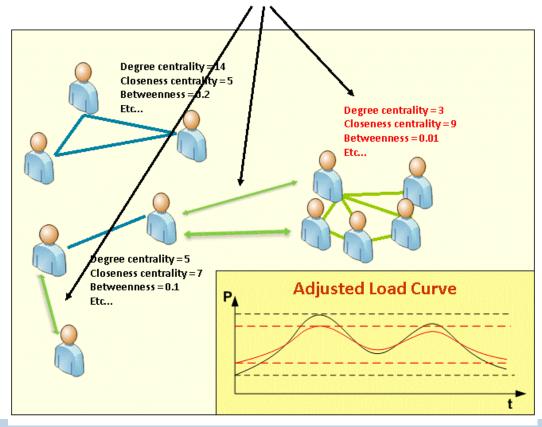
- Δίκτυα καταναλωτών βασισμένα σε:
 - Κοινωνικά κριτήρια (Social grouping)
 - Έμμεση ομαδοποίηση βασισμένη σε δημογραφικά στοιχεία
 - Έμμεση ομαδοποίηση βασισμένη σε προφίλ κατανάλωσης
- Αναγνώριση των ομάδων που είναι ευαίσθητες σε συγκεκριμένα κίνητρα
- Αναγνώριση των κίνητρων που επηρρεάζουν περισσότερο την κατανάλωση συγκεκριμένων ομάδων
- Largely work in progress





CSNs: η αρχική ιδέα...

 Οι καταναλωτές θα μπορούν να συμμετέχουν σε ομάδες και να αντιδρούν σε χρηματικά ή άλλου είδους κίνητρα
 CSN Response adjusting the Load Curve

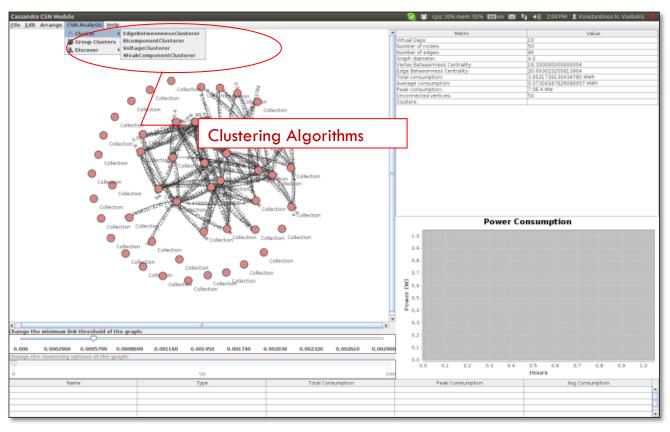






CSN module (1/3)

Αλγόριθμοι Ομαδοποίησης



- CSN demo viewlet
 - http://www.viewletcentral.com/vc/viewlet/390521478/

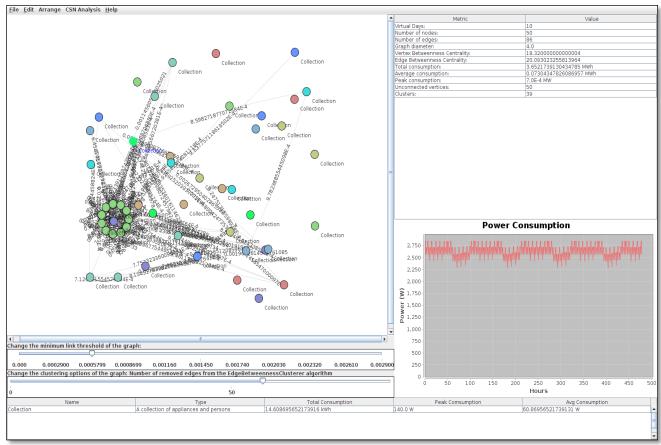




CSN module (2/3)

Επίδειξη της κατανάλωσης και των χαρακτηριστικών

ομάδας.



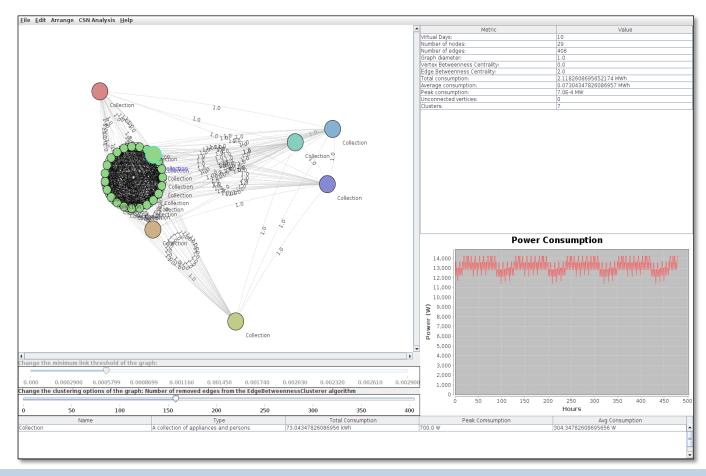




CSN module (3/3)

Αναγνώριση των πιο σημαντικών κόμβων σε μια

ομάδα.







Μελλοντική Δουλειά

- Beta version τον Ιούνιο του 2013.
- Open source, διαθέσιμο για testing.
- Cassandra FP7 Project official Site:
 - http://www.cassandra-fp7.eu/
- Github Repository
 - https://github.com/cassandra-project/platform
- Θα μπορεί να τρέξει Demand Response αλλά σε πρωταρχικό στάδιο.
- Τα πιλοτικά θα ξεκινήσουν συντομα.