

Κινητός και Διάχυτος Υπολογισμός (Mobile & Pervasive Computing)

Δημήτριος Κατσαρός, Ph.D.

Χειμώνας 2005

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Αντικείμενο του μαθήματος

- Το μάθημα θα διαπραγματευτεί
 - Βασικές έννοιες και προβλήματα διαχείρισης δεδομένων σε κινητά υπολογιστικά περιβάλλοντα
- Εστιάζει σε επίγεια ασύρματα δίκτυα
 - Κυψελοειδή Δίκτυα (cellular networks), π.χ., GSM
 - Ad Hoc Δίκτυα
 - Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (Wireless Sensor Networks)
- Επικεντρώνει
 - σε αρχιτεκτονικές κατανομημένες επεξεργασίες δεδομένων, π.χ., (pull/push approaches, proxies, κ.τ.λ.),
 - συνδυασμό τεχνολογιών Internet και κινητού υπολογισμού (π.χ., WWW),

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Στόχος του μαθήματος

- Στόχος του μαθήματος είναι να προσφέρει στους διδασκόμενους τη γνώση των τεχνικών που είναι κατάλληλες για μετάδοση πληροφορίας και διαχείριση δεδομένων σε ασύρματα δικτυακά περιβάλλοντα
- Επιδιώκει να γεφυρώσει το “χάσμα” μεταξύ των μαθημάτων “A (First/Advanced) Course on Wireless Networking” και “A (First/Advanced) Course on Databases”, που διδάσκονται σε πανεπιστήμια ή πολυτεχνεία

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Εργασίες

- Εργασία 1

- Υποχρεωτική
- 20% του βαθμού
- Ατομική ή 2 ατόμων
- Υλοποίηση αλγορίθμου/πρωτοκόλλου, π.χ.,
 - Δημιουργία ευρετηρίου για κανάλι εκπομπής
 - Αλγόριθμος broadcast scheduling
 - Μέθοδος routing

- Εργασία 2

- Υποχρεωτική
- Ομάδα 2-3 ατόμων
- Παρουσίαση (διάλεξη) επί ειδικού θέματος
- Μελέτη σχετικών research papers

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τελική βαθμολόγηση

- Γραπτή Εξέταση

- Θεωρία
- Εκτέλεση αλγορίθμου
- Αναλυτική επίλυση προβλήματος

- Εργασία 1

- αθροιστικά στο βαθμό της γραπτής εξέτασης

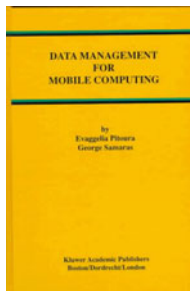
- Τελικός βαθμός

- 80% Γραπτής Εξέτασης + 20% Εργασίας 1

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Διδακτικό βοήθημα No 1

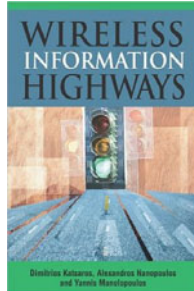


- Θα καλύψει το 35% του αντικειμένου του μαθήματος
- Είναι στην αγγλική
- Υπάρχει σε φωτοαντίγραφο σελίδα-σελίδα (με ευθύνη μας η αναπαραγωγή)
- 150 σελίδες
- 1997

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Διδακτικό βοήθημα Νο 2

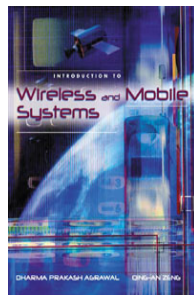


- Θα καλύψει το 35% του αντικειμένου του μαθήματος
- Είναι στην αγγλική
- Υπάρχει η ηλεκτρονική του μορφή (με ατομική ευθύνη η εκτύπωση των σχετικών κεφαλαίων)
- 480 σελίδες
- 2005

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Συμπληρωματικά βοηθήματα



- 2 επιλεγμένα κεφάλαια του παρακειμένου βιβλίου
- Αριθμός research papers που περιγράφουν τις τελευταίες προόδους στο αντικείμενο του μαθήματος

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πρόγραμμα διαλέξεων

- Σεπτέμβριος
– 29
- Οκτώβριος
– 6 13 20 27 (ανάθεση εργασιών)
- Νοέμβριος
– 3 10 17 24
- Δεκέμβριος
– 1 8 15 22 (διαλέξεις φοιτητών)
- Ιανουάριος ??
– 12 19 26

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ιστοσελίδα του μαθήματος

- http://skyblue.csd.auth.gr/~dimitris/courses/mpc_fall05.htm
- Θα τοποθετούνται οι διαφάνειες του επόμενου μαθήματος
- Σταδιακά θα τοποθετηθούν και τα research papers που αντιστοιχούν σε κάθε διάλεξη

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ιστοσελίδες σχετικών μαθημάτων

- <http://www.cag.csail.mit.edu/classes/6.898/> (Pervasive Computing)
- <http://www.csif.cs.ucdavis.edu/~bharathi/sensor/snw.html> (Sensors)
- http://polaris.cse.fau.edu/~jie/teaching/fall_2005.html (Ad Hoc Networks)
- <http://www.mics.org/micsLinks.php> (Portal: Mobile Information & Comm. Systems)
- <http://graphics.stanford.edu/courses/cs428-03-spring/> (Sensors)
- <http://www.cs.utexas.edu/users/vyz/395T/> (Mobile Computing & Wireless Nets)
- <http://www.it.iitb.ac.in/~it601/> (Mobile Computing)
- <http://shamir.eas.asu.edu/~mcn/courses.html> (Mobile/Ubiquitous Comp. Sensors)
- <http://www.it.iitb.ac.in/~it644/> (Mobile Computing)
- <http://www.cs.ucsb.edu/~suri/sensor05spr.html> (Sensors)
- <http://cs856.watsmore.net/papers.html> (Tetherless Computing)
- <http://zoo.cs.yale.edu/classes/cs434/readings/> (Mobile Computing)
- <http://www.stanford.edu/class/ee359/> (Wireless Communications)
- <http://arbor.ee.ntu.edu.tw/archive/mobile/mobile.htm> (Mobile Computing)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχετικά journals & magazines

- IEEE Pervasive Computing
- IEEE Wireless Communications
- IEEE Communications
- IEEE Network
- IEEE Internet Computing
- ACM Mobile Computing & Communications Review
- IEEE Trans. on Mobile Computing
- ACM Trans. On Sensor Networks
- IEEE Trans. on Broadcasting
- IEEE Trans. on Computers
- IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering
- IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems
- IEEE Journal on Selected Areas in Communications
- IEEE/ACM Trans. on Networking
- IEEE Trans. on Wireless Communications
- ACM Wireless Networks
- ACM Mobile Networks & Applications
- Ad Hoc Networks (Elsevier)
- Pervasive & Mobile Computing (Elsevier)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχετικά συνέδρια

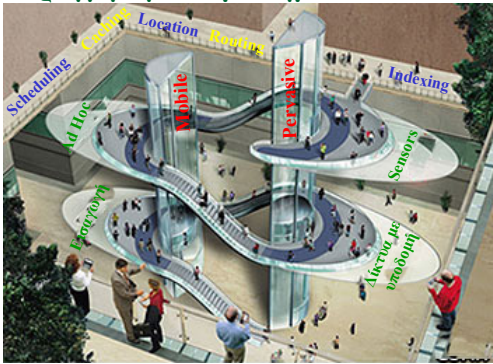
- IEEE/ACM Conf. on Mobile Computing and Networking (MobiCom)
- IEEE/ACM Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc)
- IEEE Conf. On Computer Communications (INFOCOM)
- ACM Conf. On Mobile Systems, Applications And Services (MobiSys)
- ACM/IEEE Conf. on Mobile Data Management (MDM)
- ACM Workshop on Principles Of Mobile Computing (POMC)
- ACM Workshop on Data Engineering for Wireless and Mobile Access (MobiDE)
- ACM Workshop on Discrete Algorithms and Methods for Mobile Computing and Communications (DIAL M)
- ACM Workshop on Modelling Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems (MSWiM)
- ACM Conf. On Information Processing in Sensor Networks (IPSN)
- ACM Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications (WSNA)
- ACM Conf. on Embedded Networked Sensor Systems (SENSYS)
- IEEE Conf.on Mobile Ad-hoc and Sensor Systems (MASS)
- IEEE Conf. On Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services (MOBIQUITOUS)
- IEEE Conf. on Pervasive Computing and Communications (PerCom)
- IEEE Conf. On Communications (ICC)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

13

Περιήγηση στο μάθημα



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

14

Περιεχόμενα

- Εισαγωγικά
- Ασύρματα Δίκτυα με Υποδομή
- Ασύρματα Δίκτυα χωρίς Υποδομή (Ad Hoc Networks)
- Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (Wireless Sensor Networks)

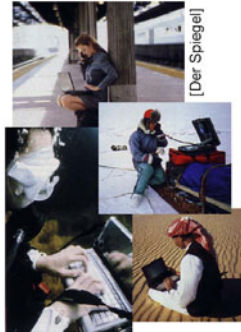
29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

15

Ο “Κινητός Υπολογισμός”

- Τι είναι?
- Σε ποιους χρειάζεται?
- Ιστορία του
- Μέλλον του



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

16

Ο υπολογιστής το 2005

- Τεχνολογικές πρόοδοι
 - Περισσότερη υπολογιστική ισχύς σε μικρές συσκευές
 - Επίπεδες, ελαφρές οθόνες με μικρή κατανάλωση ενέργειας
 - Νέα εξελιγμένα συστήματα διασύνδεσης με το χρήστη κατάλληλα για μικρές διαστάσεις
 - Περισσότερο εύρος ζώνης
 - Πολλαπλές ασύρματες τεχνολογίες
- Τεχνολογία υποβάθρου
 - Device location awareness: οι υπολογιστές προσαρμόζονται στο περιβάλλον τους (σε υψηλό εύρος ζώνης προ-φορτώνουν πολλά δεδομένα)
 - User location awareness: οι υπολογιστές αναγνωρίζουν την τοποθεσία του χρήστη και αντιδρούν ανάλογα (εύρεση κοντινότερου εστιατορίου)
- Οι υπολογιστές εξελίσσονται
 - Μικροί, φθηνοί, φορητοί και αντικαταστάσιμοι
 - Ενοποίηση ή διαχωρισμός τους?

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

17

Τι είναι ο “Κινητός Υπολογισμός”?

- Πτυχές της κινητικότητας
 - Φορητότητα συσκευής: οι συσκευές συνδέονται στο δίκτυο, οποιαδήποτε χρονική στιγμή (anytime) επιθυμούν, σε οποιοδήποτε μέρος (anywhere) κι αν βρίσκονται
 - Κινητικότητα χρήστη: οι χρήστες επικοινωνούν “anytime, anywhere, with anyone”
- Ασύρματα vs. Κινητά

×	×	Παράδειγμα
×	✓	Στατικός υπολογιστής
✓	×	Notebook σε ξενοδοχείο
✓	✓	Ασύρματο LAN σε ιστορικό κτίριο
		Personal Digital Assistant

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

18

Εφαρμογές

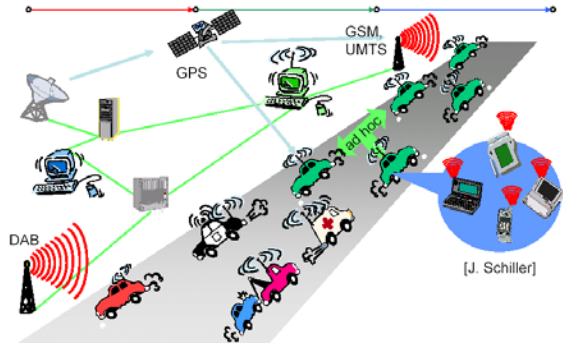
- Αυτοκίνητα
- Κινητοί χρήστες
- Έξυπνα φορητά τηλέφωνα
- “Αόρατοι” υπολογιστές
- Wearable υπολογιστές
- Έξυπνα σπίτια ή γραφεία
- Αίθουσες συνεδρίων/συναντήσεων
- Στόλος Ταξί / Αστυνομίας / Πυροσβεστικής
- Service worker
- Συναγερμός και υποστήριξη σε καταστροφές
- Παιχνίδια
- Στρατός / Ασφάλεια

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

19

Εφαρμογές σε αυτοκίνητα



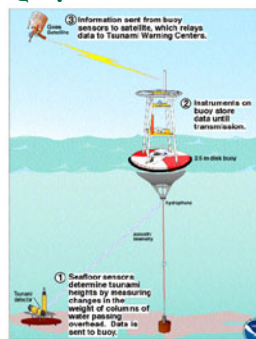
29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

20

Καταστάσεις καταστροφών

- Με τους αισθητήρες μπορούμε να ειδοποιήσουμε νωρίς
- Π.χ., Tsunami
- Π.χ., Cooling room
- Ή απλούστερα: Μετεωρολογικός σταθμός
- Δορυφόρος
- Ad-Hoc δίκτυο



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

21

Οι στρατιώτες του μέλλοντος

- Συσκευές για επικοινωνίες
- Προειδοποίησης
- Μετάδοσης δεδομένων



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Φορητές συσκευές

Pager

- Λήψη μόνο
- Κείμενο
- Μικρή οθόνη



PDA

- Graphics
- WWW
- Αναγνώριση χαρακτήρων



Palmtop

- Μικρό πληκτρολόγιο
- "Ελαστές" εκδόσεις εφαρμογών

Κινητό τηλέφωνο

- Φωνή
- Δεδομένα
- Επίδειξη απλού κειμένου



Laptop

- Πλήρως λειτουργικό
- Πλήρεις εκδόσεις των τυπικών εφαρμογών

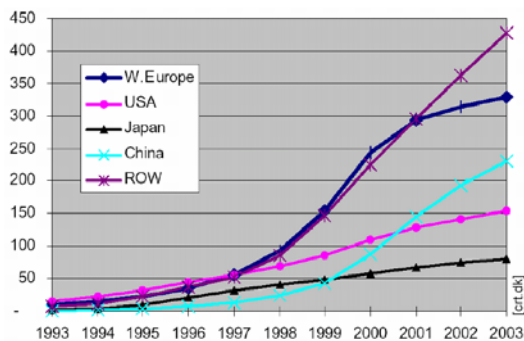


Επίδοση και μέγεθος

29/09/2005

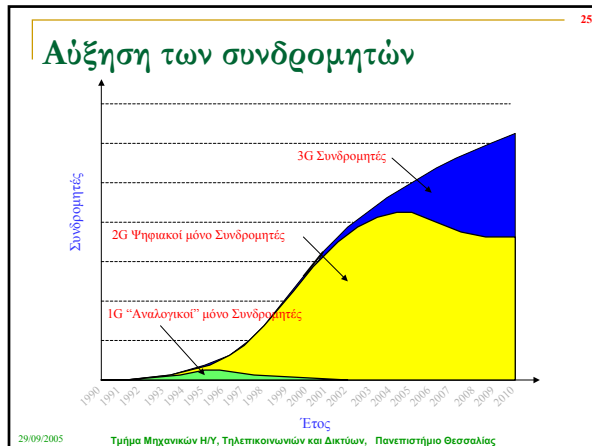
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Εξάπλωση των κινητών



29/09/2005

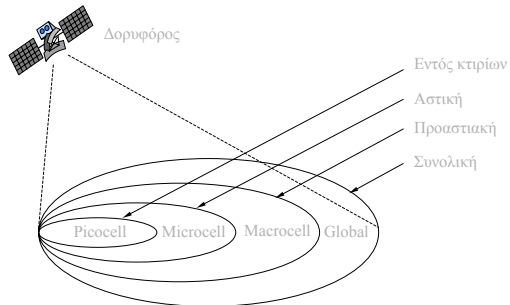
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



- 26
- ## Περιεχόμενα
- Εισαγωγικά
 - Ασύρματα Δίκτυα με Υποδομή
 - Ασύρματα Δίκτυα χωρίς Υποδομή (Ad Hoc Networks)
 - Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (Wireless Sensor Networks)
- 29/09/2005 Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



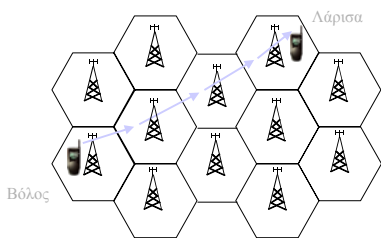
Κάλυψη γεωγραφικών περιοχών



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

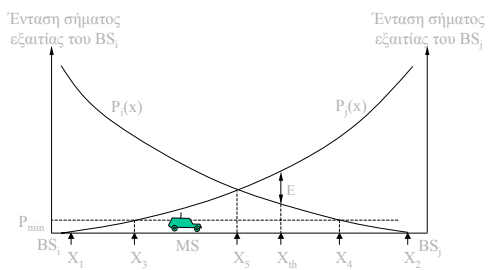
Ασύρματα κυψελοειδή δίκτυα



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Διαδικασία handoff (handover)



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Κατανομή καναλιών

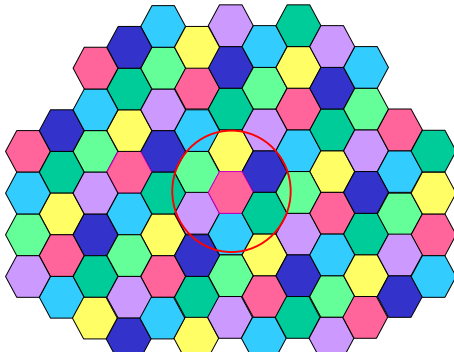
- Δεδομένο εύρος ζώνης να διαιρεθεί σε ένα σύνολο διακριτών καναλιών, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα ελαχιστοποιώντας τη παρεμβολή (interference) σε γειτονικά κανάλια με κατάλληλη πολιτική ανάθεσης
- Οι αλγόριθμοι κατανομής καναλιών διαίρουνται γενικά στις κατηγορίες
 - Τα σχήματα Fixed Channel Allocation (FCA);
 - Τα σχήματα Dynamic Channel Allocation (DCA);
 - Τα σχήματα Hybrid Channel Allocation (HCA: συνδυασμός τεχνικών FCA και DCA);

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

31

Επαναχρησιμοποίηση καναλιών

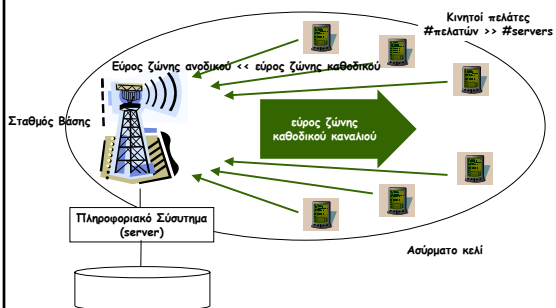


29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

32

Μετάδοση δεδομένων



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

33

Αρχιτεκτονικές

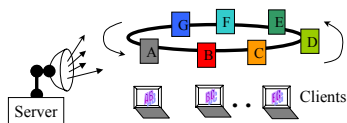
- **Pure Pull** (point-to-point)
 - Ο πελάτης συντονίζεται σε κανάλι και κάνει την αίτηση και ο server απαντά και κλείνει τη σύνδεση
- **Pure Push** (one-to-all or broadcast)
 - Ο server αποφασίζει να στείλει κάποια δεδομένα και τα εκπέμπει συνεχώς επαναλαμβανόμενα, οι πελάτες συντονίζονται, ακούνε και λαμβάνουν
- **Hybrid** (on-demand broadcast)
 - Κάθε πελάτης στέλνει την αίτησή του και ο server τις ομαδοποιεί και τις εκπέμπει

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

34

Pure push



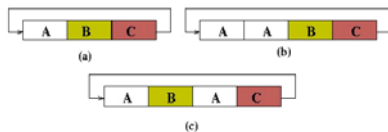
- Ποια δεδομένα θα αποστείλω;
- Πόσες φορές θα σταλεί κάποιο μέχρι να ολοκληρωθεί ένας κύκλος εκπομπής;
- Πώς οι πελάτες μπορούν να υποβοηθήσουν την επίδοσή τους;

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

35

Προγράμματα εκπομπής



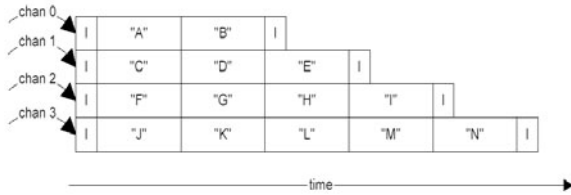
- Τρία διαφορετικά προγράμματα εκπομπής
- Κάποια εισαγάγουν replication
- Ποιο είναι το καλύτερο;

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

36

Εκπομπή σε πολλαπλά κανάλια



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Caching στον πελάτη



- Ποια αντικείμενα θα τοποθετήσω στην cache;
- Ποιο(α) θα αντικαταστήσω;
- Οι παραδοσιακές πολιτικές (π.χ., LRU) είναι κατάλληλες;

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

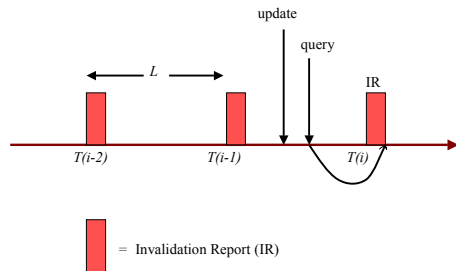
Cache Invalidation

- Ο server μπορεί να είναι:
 - **Stateful server**: Ο server γνωρίζει ποια δεδομένα είναι cached από ποιους πελάτες
 - **Stateless server**: Ο server δεν γνωρίζει ποια δεδομένα περιέχονται στην cache κάθε πελάτη και επιπλέον δεν γνωρίζει την κατάσταση κάθε πελάτη, δηλ. τη θέση του και τη connectivity/disconnectivity του κάθε πελάτη

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

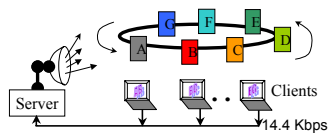
Αναφορές Invalidation



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

On-demand push



- Εκτός από το downstream channel (broadcast channel) έχω και το upstream channel

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Προγράμματα εκπομπής

- FCFS (First Come First Served)
- MRF (Most Requests First)
- LWF (Longest Wait First)
- RxW (Popularity x Wait)

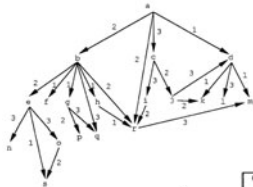
Ερωτήματα

- Μπορώ να βελτιώσω την επίδοση με preemptive scheduling (σταματήσω την αποστολή και τη συνεχίσω αργότερα);
- Ποιοι αλγόριθμοι μπορούν να αναπτυχθούν τότε;

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Multi-item αιτήσεις



Clustering method	Resulting sequence
Depth First [4]	abensofgphrmcejdkl
Breadth First [4]	abrcdefgghijklmnsop
Children-Depth First [4]	abrcdefgghmnsopijkl
Level Clustering [10]	acibggprmenosjdklfh

#	Sequence	ab	ab	ad	ae	bf	bg	bh	cb	cd	ce	de	Total
1	abafabab	1	4	6	7	1	2	4	1	5	1	1	35
2	abafabab	1	4	6	7	1	2	4	1	5	1	1	35
3	abafabab	1	2	3	4	4	5	6	5	7	4	1	42
4	abafabab	1	6	9	4	2	1	6	1	2	1	3	36
5	abafabab	1	6	4	2	3	1	6	1	2	1	3	35
6	abafabab	1	2	3	4	5	6	5	7	4	1	2	42
7	abafabab	4	3	1	2	4	3	2	3	6	3	4	35
8	abafabab	4	3	1	2	3	2	1	2	6	6	3	31
9	abafabab	3	3	2	3	3	4	4	2	2	1	2	27
10	abafabab	6	2	3	3	3	2	1	5	3	1	2	28
11	abafabab	6	4	3	3	4	4	3	1	3	1	2	28
12	abafabab	6	4	3	3	4	4	3	1	3	1	2	28
13	abafabab	6	5	3	2	3	2	1	4	2	3	1	28

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

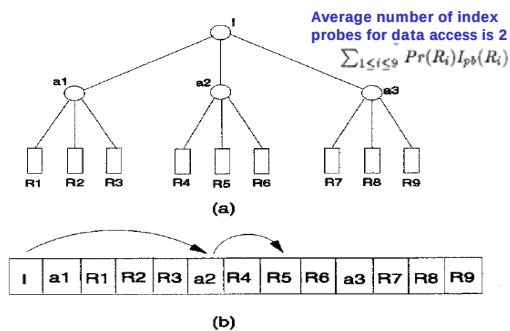
Εξοικονομώντας ενέργεια

- Οι κινητοί έχουν πρόβλημα από την κατανάλωση ενέργειας (μπαταρία). Μπορώ να κάνω οικονομία;
- Βέβια! Εάν δημιουργήσω κάποια **ευρετήρια** (indexes), που επιτρέπουν “επιλεκτικό” (selective) συντονισμό στο κανάλι
- Αυξάνουν τον μέσο χρόνο προσπέλασης γιατί προσθέτουν επιπλέον δεδομένα.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευρετήριο παρόμοιο με B⁺-tree



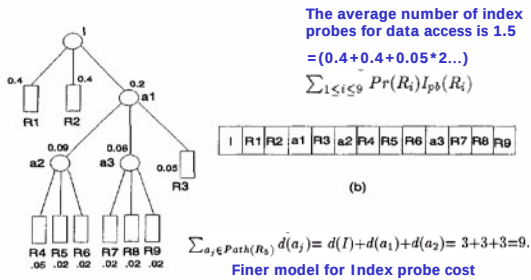
“Κύρτωση” (skew) στις προσπελάσεις

Εγγραφές	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
$P_i(R_i)$	0.4	0.4	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

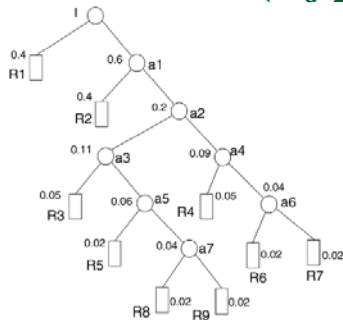
Fixed Index Fanouts ($T^I_{d=3}$)



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Fixed Index Fanouts ($T^I_{d=2}$)



An index tree $T^I_{d=2}$ built by algorithm CF.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Fixed Index Fanouts ($T^I_{d=4}$)



An index tree $T^I_{d=4}$ built by algorithm CF.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ζητήματα στα ευρετήρια

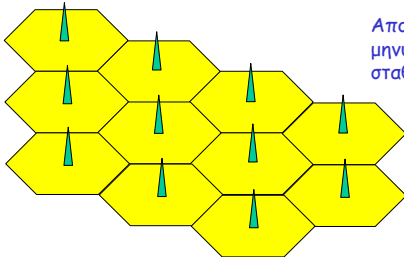
- Δεν υπάρχει μονοτονική σχέση, ούτε αύξουσα ούτε φθίνουσα, για τις τιμές του $C(T^I_{d=j})$ ανάλογα με το επιτρεπόμενο fanout j
- Εάν τα κλειδιά υπακούουν σε ολική ή μερική ταξινόμηση (complete or partial ordering), τότε τα παραπάνω ευρετήρια δεν είναι κατάλληλα

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Διαχείριση θέσης

Πού είναι ο 6977836721?



Αποστολή broadcast μηνυμάτων από κάθε σταθμό βάσης?

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρεις κύριες συνιστώσες

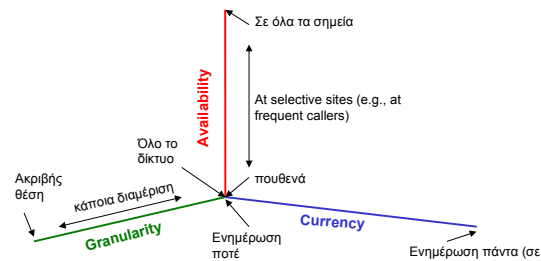
- **Ενημέρωση θέσης**
 - Το κινητό τερματικό ενημερώνει το σύστημα για την τρέχουσα θέση του
- **Paging**
 - Το σύστημα στέλνει μηνύματα (από έναν ή περισσότερους σταθμούς βάσης) για να εντοπίσει κάποιον χρήστη
- **Διαθεσιμότητα**
 - Σε ποια σημεία του δικτύου να αποθηκευτεί η θέση του κινητού

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

52

Τα άκρα των συνιστωσών



29/09/2005

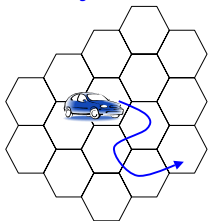
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

53

Ακραίες περιπτώσεις των δυο

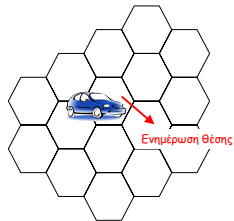
Η θέση δεν ενημερώνεται ποτέ (no cost)

Απαιτείται να κάνουμε paging κάθε κελί (high cost)



Ενημέρωση θέσης για κάθε διάσχιση κελιού (high cost)

Απαιτείται να κάνουμε paging μόνο ένα κελί (low cost)



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

54

55



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

56



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

57

-
- ```

graph TD
 R15([R/15]) --> a4([a/4])
 R15 --> b4([b/4])
 a4 --> b1a([b/1])
 a4 --> c2([c/2])
 b4 --> a1([a/1])
 b4 --> b1b([b/1])
 b4 --> c1([c/1])
 c2 --> b1c([b/1])
 style b1a fill:#ccc

```

29/09/2005 Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Location-based υπηρεσίες

Ποια είναι τα προβλήματα που δημιουργούνται εξαιτίας της κίνησης των πελατών;

- Συνεχής επερώτηση της βάσης οδηγεί σε μεγάλο φόρτο
- Όταν ο χρήστης κινείται πολύ γρήγορα, τα αποτελέσματα μπορεί να είναι άκυρα
- Η τεχνική του caching μπορεί να ελαττώσει την κυκλοφορία στο κανάλι
- Πρέπει να ενημερώνουμε την cache για τις αλλαγές

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

58

---

---

---

---

---

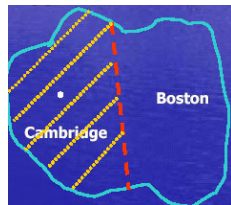
---

---

---

## Η έννοια “Valid scope”

- Δεδομένα
  - Οι location-dependent επερωτήσεις επιστρέφουν αντίστοιχα αποτελέσματα
- Valid scope
  - Η περιοχή μέσα στην οποία είναι έγκυρο (valid) το αποτέλεσμα



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

59

---

---

---

---

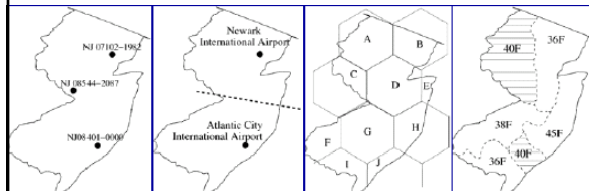
---

---

---

---

## Παραδείγματα “Valid scope”



- Οδηγεί στην ανάπτυξη γρήγορων ευρετηρίων και αλγορίθμων επεξεργασίας επερωτημάτων
- Οδηγεί σε χωροταξικά (spatial) caching σχήματα για την υποστήριξη των continuous/repeated επερωτημάτων

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

60

---

---

---

---

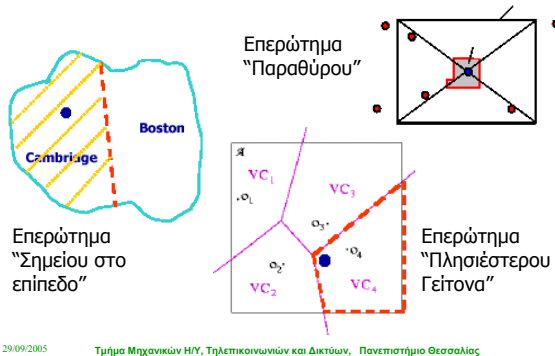
---

---

---

---

## Κατηγορίες LDQ




---

---

---

---

---

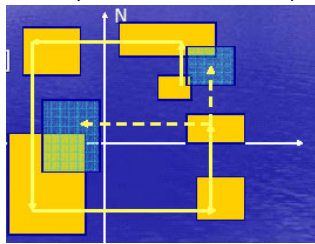
---

---

---

## Σημασιολογικό caching σε LDQ

- Αντικατάσταση του Furthest Away (FAR)
- Θεώρηση της κινητικότητας/κατεύθυνσης του χρήστη και της απόσταση από τα cached αντικείμενα




---

---

---

---

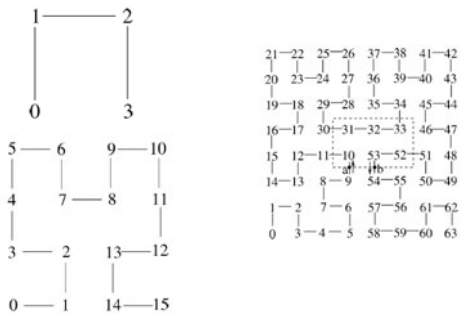
---

---

---

---

## Ευρετήριο για χωροταξικά δεδομένα




---

---

---

---

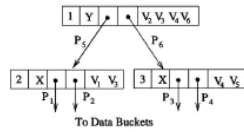
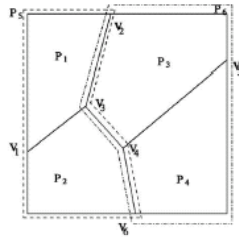
---

---

---

---

## Planar Point Location ευρετήριο



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Γενικά περί Συναλλαγών

- Μια συναλλαγή αποτελείται από μια ακολουθία λειτουργιών **read/write** και τελειώνει με μια λειτουργία **commit**
- Η (γενικά παραδεκτή) σημασιολογία των συναλλαγών απαιτεί ότι
  - Όλες οι λειτουργίες σε μια συναλλαγή να εκτελούνται "*atomically*", δηλ.
    - όλες οι λειτουργίες εκτελούνται όπως εάν αποτελούσαν μια και μοναδική "αόρατη" λειτουργία
  - Τα αποτελέσματα που παράγονται από ταυτόχρονες συναλλαγές θα πρέπει να είναι "*serializable*" δηλ.
    - το αποτέλεσμα των ταυτόχρονων συναλλαγών θα πρέπει να είναι το ίδιο όπως αυτό που θα παραγόταν εάν τις εκτελούσαμε μια-μια με κάποιο σειριακό τρόπο
- Στο παρακάτω παράδειγμα, οι T1 και T2 θα τερματίζονταν έχοντας διαβάσει την ίδια τιμή για το x και η T1 θα τερματίζόταν πριν την T2
  - T1: Read(x) ..... commit
  - T2: .....Read(x) ..... Write(x) ..... commit
  - Η διάταξη σειριοποίησης είναι: T1 πριν την T2, δηλ., T1;T2

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Συναλλαγές σε ασύρματα δίκτυα

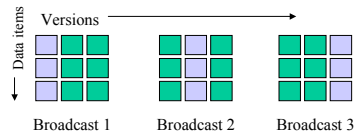
- Στο παράδειγμα, οι T1 και T2 διαβάζουν την ίδια τιμή για το x, αλλά η T2 αλλάζει το x και τερματίζεται (στο server) πριν τερματίσει η T1:
  - T1: Read(x) ..... commit
  - T2: .....Read(x) ..... Write(x) ..... commit
- Θα πρέπει να σταματήσουμε την T1 ή να την επιτρέψουμε να τερματίσει?
- Λύση: **Versioning**
  - Ένας αριθμός έκδοσης εκπέμπεται μαζί με την τιμή κάθε αντικειμένου
  - Ο αριθμός αυτός αντιστοιχεί στον κύκλο εκπομπής στην αρχή του οποίου το συγκεκριμένο αντικείμενο είχε αυτή την τιμή

29/09/2005

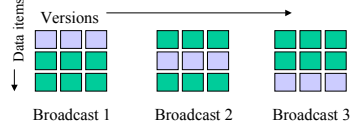
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Εναλλακτικές Versioning

Vertical



Horizontal



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Εκπομπή των Versions

V0...V3- versions  
Data 0... Data 3- data items

|        | V0 | V1 | V2 | V3 | V0  | V1  | V2  | V3 |
|--------|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| Data 0 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2x3 | -   | -   | -  |
| Data 1 | 5  | 9  | 9  | 9  | 5   | 9x2 | -   | -  |
| Data 2 | 4  | 4  | 4  | 4  | 4x3 | -   | -   | -  |
| Data 3 | 3  | 3  | 7  | 7  | 3x1 | -   | 7x1 | -  |

Horizontal συμπίεση: 2x3 5 9x2 4x3 3x1 7x1  
Vertical συμπίεση: 2x3 5 4x3 3x1 9x2 7x1

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Περιεχόμενα

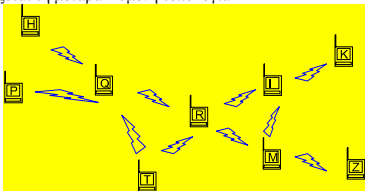
- Εισαγωγικά
- Ασύρματα Δίκτυα με Υποδομή
- Ασύρματα Δίκτυα χωρίς Υποδομή (Ad Hoc Networks)
- Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (Wireless Sensor Networks)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Mobile Ad Hoc Δίκτυα

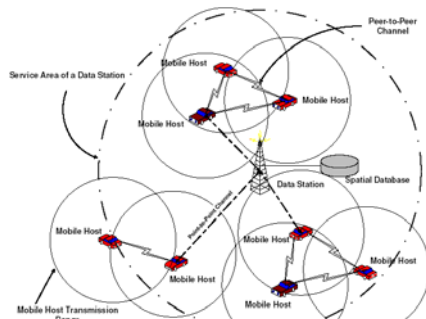
- **MANET = Mobile Ad Hoc Networks**
  - Ένα σύνολο κινητών hosts, κάθε ένας εκ των οποίων έχει πομποδέκτη (transceiver)
  - Δεν υπάρχουν σταθμοί βάσης, ούτε υποδομή σταθερού δικτύου
  - **multi-hop** επικοινωνία
  - Απαιτείται ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης (routing) το οποίο να μπορεί να χειρίζεται τη μεταβαλλόμενη τοπολογία



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

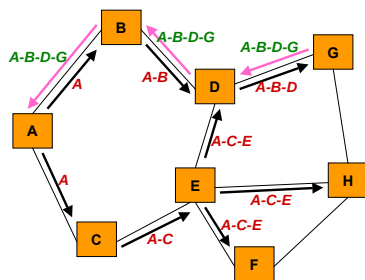
## Υβριδικά MANETs



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Δρομολόγηση σε MANETs: DSR



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



## Πρωτόκολλα Routing

- Προενεργητικά (Proactive) πρωτόκολλα
  - Παραδοσιακά shortest-path πρωτόκολλα
  - Διατηρούν διαδρομές μεταξύ κάθε ζεύγους host pair κάθε στιγμή
  - Βασίζονται σε περιοδικές ενημερώσεις; Μεγάλο κόστος
  - Παράδειγμα: DSDV (Destination Sequenced Distance Vector)
- Reactive πρωτόκολλα
  - Προσδιορίζουν μια διαδρομή εάν και όταν ζητηθεί
  - Η πηγή εκκινεί την διαδικασία ανακάλυψης διαδρομής
  - Παράδειγμα: DSR (Dynamic Source Routing)
- Υβριδικά πρωτόκολλα
  - Προσαρμοζόμενα; Συνδυασμός proactive και reactive
  - Παράδειγμα: ZRP (Zone Routing Protocol)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

73

## Το πρόβλημα “broadcast storm”

- Βέλτιστη εκπομπή vs. Πλημμύρισμα
  - (a) βέλτιστο = 2 βήματα
  - (b) βέλτιστο = 2 βήματα
- Πρόβλημα της Redundant Coverage



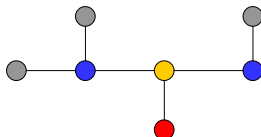
29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

74

## Connected Dominating Sets

- Το **dominating set** (DS) ενός γραφήματος είναι ένα υποσύνολο των κόμβων του, τέτοιο ώστε κάθε κόμβος του γραφήματος ανήκει στο υποσύνολο αυτό ή είναι γειτονικός σε κάποιο κόμβο του υποσυνόλου
- Το **connected dominating set** (CDS) ενός γραφήματος είναι DS και επιπλέον οι κόμβοι του υποσυνόλου αυτού είναι συνδεδεμένοι.

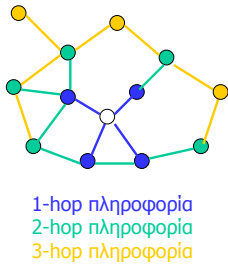


29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

75

## Localized αλγόριθμοι



- k-hop πληροφορία
  - Ανακαλύπτεται via k γύρους από ανταλλαγές Hello μηνυμάτων
  - Τοπολογία και άλλες πληροφορίες
  - Συνήθως  $k=1, 2$ , ή  $3$
- Συσσώρευση πληροφορίας vs. Διάχυση πληροφορίας

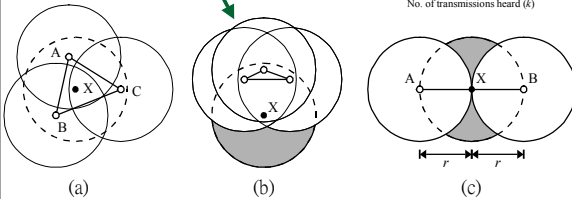
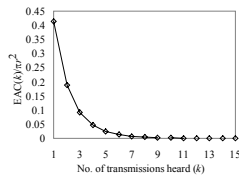
29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

76

## Πιθανοκρατικά σχήματα

- Probabilistic
- Counter-based
- Location-based
- Area-based

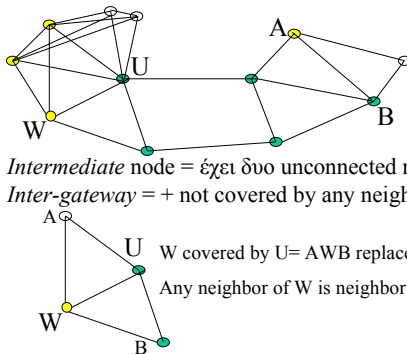


29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

77

## “Αξιόπιστα” σχήματα: WL99

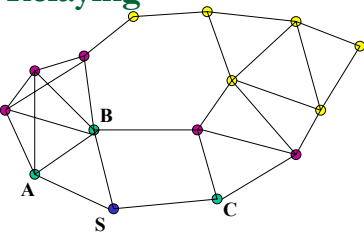


29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

78

## “Αξιόπιστα” σχήματα: Multipoint Relaying



S: source or relay σημείο

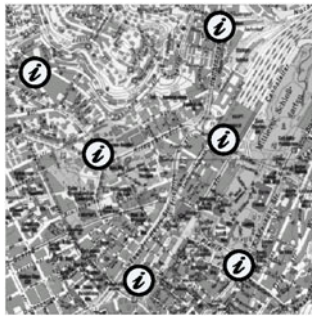
Εύρεση ελάχιστου συνόλου 1-hop ● γειτόνων που καλύπτει όλους τους 2-hop ● γείτονες του S: B και C (relays of S)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Hoarding

- Προφόρτωση κάποιων αρχείων
- Απαιτείται η αναγνώριση των **file working sets**
- Πρόβλεψη των μελλοντικών αιτήσεων (ζήτημα συναφές με την πρόβλεψη θέσης)
- Βασικό ζήτημα για disconnected operation (CODA file system)

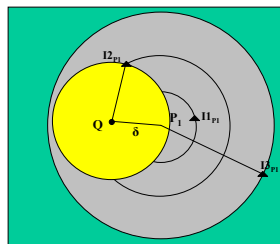
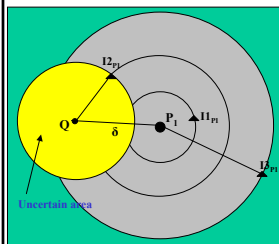


29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Συνεργατικό caching

- Χρήση της cache άλλου κινητού για απόκτηση κάποιων απαντήσεων



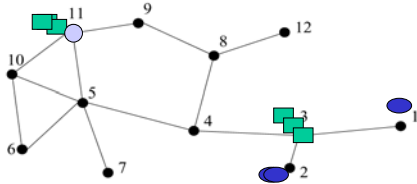
29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Caching δεδομένα ή μονοπάτια

↘ Cache the Data (CacheData)

↘ Cache the Data Path (CachePath)



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Περιεχόμενα

- Εισαγωγικά
- Ασύρματα Δίκτυα με Υποδομή
- Ασύρματα Δίκτυα χωρίς Υποδομή (Ad Hoc Networks)
- Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (Wireless Sensor Networks)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Ενσωματωμ. Δικτυακοί Αισθητήρες



Αντιδράσεις στις  
Σεισμικές Δονήσεις

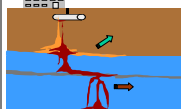


Θαλάσσιοι  
Μικροοργανισμοί

- Μικρο-αισθητήρες, on-board επεξεργασία, και ασύρματη διασύνδεση, όλα εφικτά σε πολύ μικρή κλίμακα
  - παρακολούθηση φαινομένων "από κοντά"

- Θα επιτρέψουν spatially και temporally πυκνή παρακολούθηση του περιβάλλοντος

- Ενσωματωμένοι Δικτυακοί Αισθητήρες θα αποκαλύψουν τώρα άγνωστα φαινόμενα



Μεταφορά Μόλυνσης

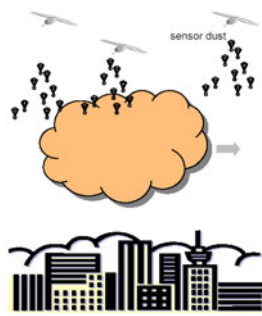


Οικοσυστήματα,  
Βιοποικιλότητα

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Ad Hoc Ασυρμ. Δίκτυα Αισθητήρων



| Features                                      | MANET | WSN |
|-----------------------------------------------|-------|-----|
| Multi-hop routing protocols applicable        | Yes   | Yes |
| Ad-hoc deployment (unattended operation)      | Yes   | Yes |
| Extreme power constraints for nodes operation | No    | Yes |
| Low-cost nodes of tiny size                   | No    | Yes |
| Robust to node failures (self-healing)        | Yes   | Yes |

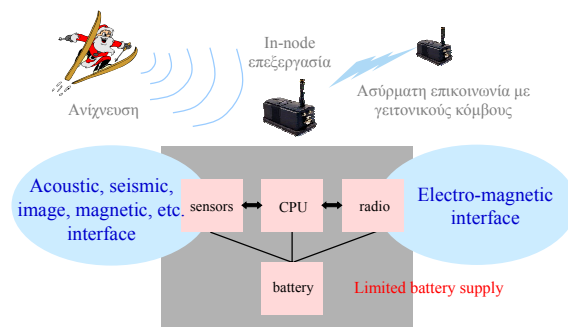
  

| Features                              | MANET | WSN   |
|---------------------------------------|-------|-------|
| General purpose communication network | Yes   | No    |
| Node density                          | <100  | <1000 |
| Mobility of nodes                     | Yes   | Yes   |
| In-network data processing            | No    | Yes   |
| Unique global IP addresses            | Yes   | No    |

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

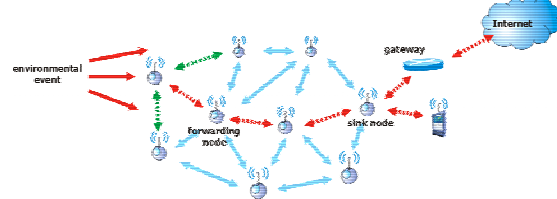
## Συστήματα κόμβων αισθητήρων



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Προκλήσεις στα δίκτυα αισθητήρων



Στόχοι

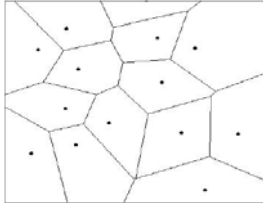
- Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας
- Μεγιστοποίηση διάρκειας ζωής κόμβων
- Κατανομή του φόρτου ισότιμα στους κόμβους
- Κλιμάκωση (κατανεμημένοι αλγόριθμοι)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Πρόβλημα Coverage

- *Voronoi διάγραμμα* ενός συνόλου σημείων
  - Διαμερίζει το επίπεδο σε ένα σύνολο κυρτών πολυγώνων, τέτοιων ώστε όλα τα σημεία μέσα σε ένα πολύγωνο είναι πιο κοντά σε ένα μόνο σημείο



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

88

---

---

---

---

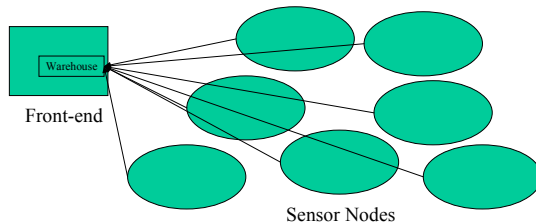
---

---

---

---

## Παραδοσιακή αντίληψη



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

89

---

---

---

---

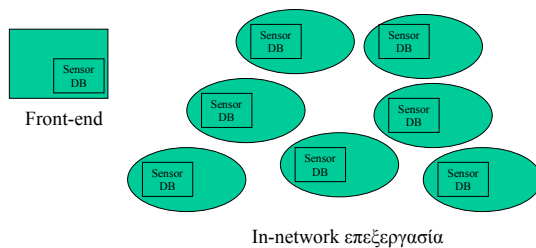
---

---

---

---

## Βάση Δεδομένων Αισθητήρων



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

90

---

---

---

---

---

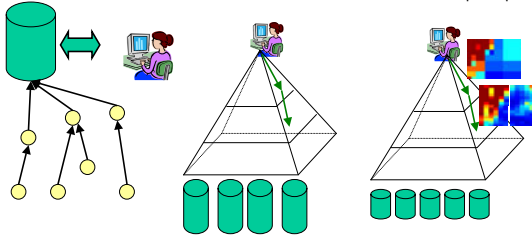
---

---

---

## Αποθήκευση και επερώτηση

A. Κεντρική αποθήκευση B. Τοπική αποθήκευση C. Πολλαπλής ανάλυσης αποθήκευση



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Ιδιαιτερότητες Βάσης Αισθητήρων

- Χαρακτηριστικά Δικτύου Αισθητήρων:
  - Streams δεδομένων
  - Αβέβαια δεδομένα
  - Μεγάλος αριθμός κόμβων
  - Multi-hop δίκτυο
  - Έλλειψη γνώσης του συνολικού δικτύου
  - Αποτυχίες κόμβων και interference είναι συνήθη φαινόμενα
  - Η ενέργεια είναι ακριβή ποσότητα
  - Περιορισμένη μνήμη
  - Δεν υπάρχει διοίκηση (administration, ...)
- Μπορούν να αξιοποιηθεί η υπάρχουσα τεχνολογία DBMS? Ποια είναι τα νέα προβλήματα και λύσεις?
  - Αναπαράσταση δεδομένων αισθητήρων
  - Αναπαράσταση επερωτήσεων σε αισθητήρες
  - Επεξεργασία τμημάτων επερωτημάτων σε αισθητήρες
  - Κατανομή τμημάτων επερωτήσεων
  - Προσαρμογή σε μεταβαλλόμενες συνθήκες του δικτύου
  - Διαχείριση αποτυχίας κόμβων και επικοινωνιών

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Routing σε δίκτυα αισθητήρων

- Node-centric**, η πηγή γνωρίζει το “όνομα” (IP διεύθυνση) του προορισμού και ακολουθεί τα γνωστά πρωτόκολλα (π.χ., routing table)
- Position-centric**, η πηγή γνωρίζει τη θέση του προορισμού και προωθεί το πακέτο στο γείτονά της που είναι πλησιέστερα στον προορισμό
- Energy-efficient routing** σχήματα των ad hoc δικτύων υλοποιούν τα node-centric και position-centric σχήματα
- Data-centric routing** δεν γνωρίζουμε/ενδιαφερόμαστε
  - τη διεύθυνση δικτύου του προορισμού
  - τη γεωγραφική τοποθεσία του προορισμού
  - χρειαζόμαστε μόνο τα δεδομένα

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Directed Diffusion

- Interest περιγράφει μια ενέργεια που πρέπει να γίνει από το sensor network
  - Interests διαχέονται στο δίκτυο από το sink
  - Sink εκπέμπει (broadcasts) το interest
  - Interval καθορίζει event data rate
  - Αρχικά, το requested interval είναι πολύ μεγαλύτερο από όσο απαιτείται
  - Κάθε κόμβος διατηρεί μια interest cache.
- Interest entry also maintains gradients.
  - Καθορίζει το data rate και μια κατεύθυνση-direction (neighbor)
  - Τα δεδομένα ρέουν από το source προς το sink κατά μήκος του gradient

Request: Interest

type = four-legged animal  
interval = 20 ms  
duration = 10 seconds  
rect = [-100,100,200,200]

Reply: Data

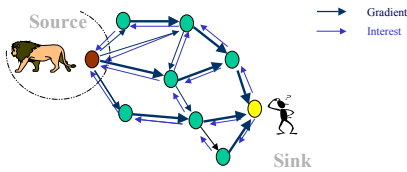
type = four-legged animal  
interval = 1 s  
rect = [-100,100,200,200]  
timestamp = 01:20:40  
expiresAt = 01:30:40

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Directed Diffusion

- Flooding
- Constrained or Directional flooding με βάση τη θέση
- Directional Propagation με βάση τα προηγούμενα cached data.

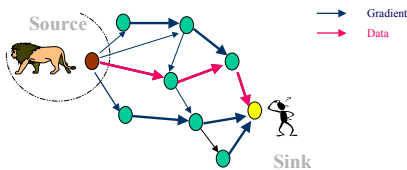


29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Directed Diffusion

- Reinforcement to single path delivery.
- Multipath delivery with probabilistic forwarding.
- Multipath delivery with selective quality along different paths.



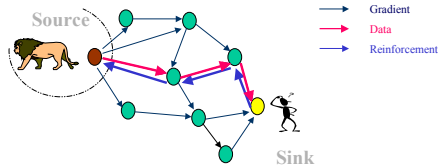
29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



## Directed Diffusion

- Reinforce one of the neighbor after receiving initial data.
  - Neighbor(s) from whom new events received.
  - Neighbor who's consistently performing better than others.
  - Neighbor from whom most events received.

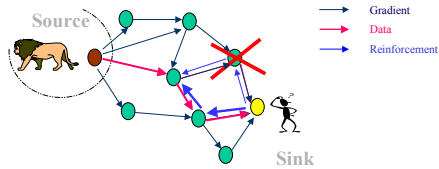


29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Directed Diffusion

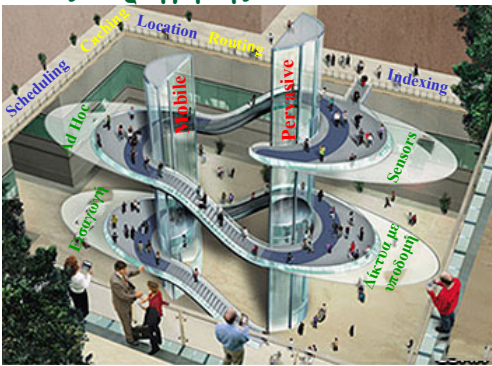
- Explicitly degrade the path by re-sending *interest* with lower data rate.
- Time out



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Τέλος περιήγησης ...



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Η Ιθάκη μας ...



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

---

---

---

---

---

---

---

---