

Κινητός και Διάχυτος Υπολογισμός (Mobile & Pervasive Computing)

Δημήτριος Κατσαρός, Ph.D.

Χειμώνας 2005

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 κατανεμημένης επεξεργασίας δεδομένων, π.χ., (pull/push approaches, proxies, κ.τ.λ.),
 - συνδυασμό τεχνολογιών Internet και κινητού υπολογισμού (π.χ., WWW),

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

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

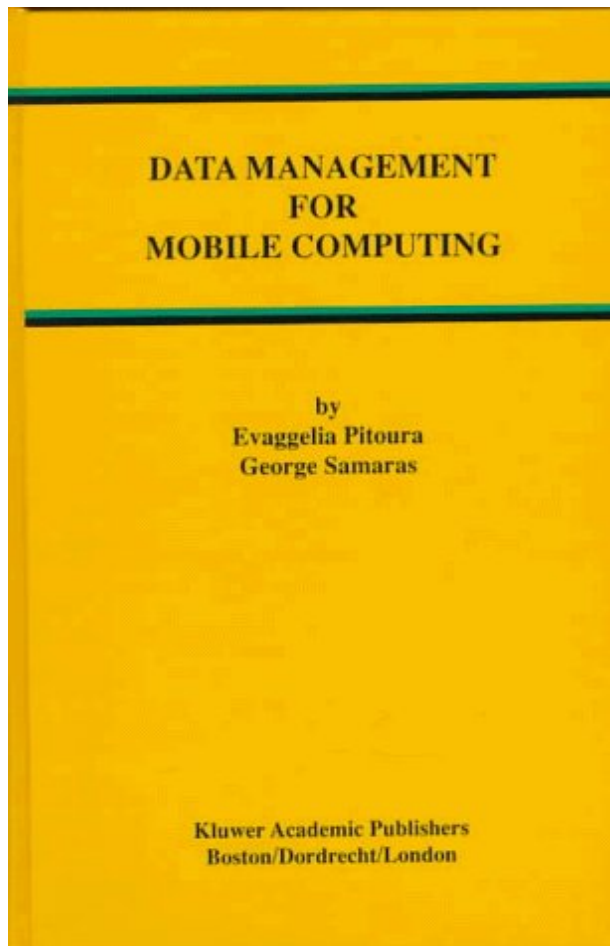
- Εργασία 2

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

Τελική βαθμολόγηση

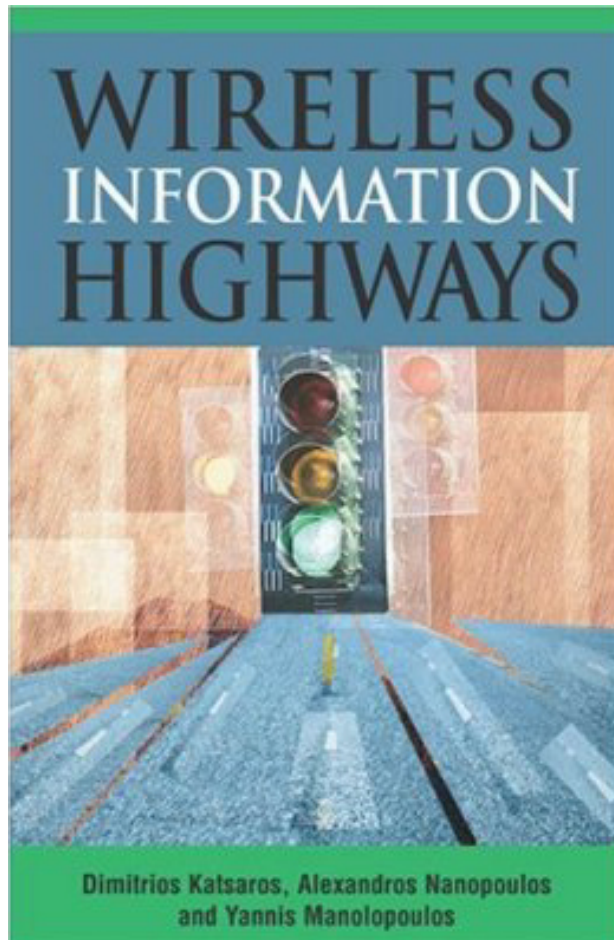
- Γραπτή Εξέταση
 - Θεωρία
 - Εκτέλεση αλγορίθμου
 - Αναλυτική επίλυση προβλήματος
- Εργασία 1
 - αθροιστικά στο βαθμό της γραπτής εξέτασης
- Τελικός βαθμός
 - 80% Γραπτής Εξέτασης + 20% Εργασίας 1

Διδακτικό βοήθημα Νο 1



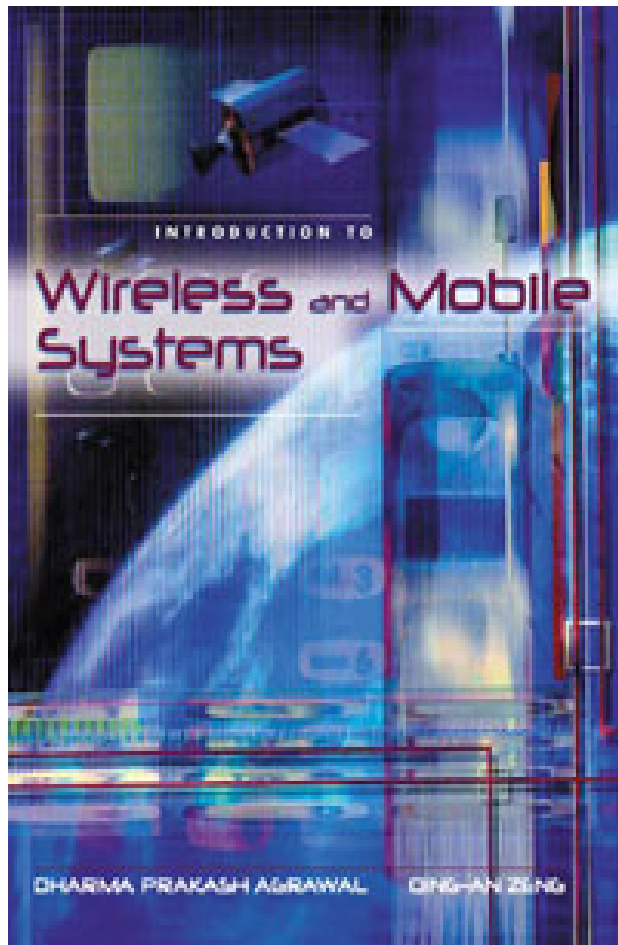
- Θα καλύψει το 35% του αντικειμένου του μαθήματος
- Είναι στην αγγλική
- Υπάρχει σε φωτοαντίγραφο σελίδα-σελίδα (με ευθύνη μας η αναπαραγωγή)
- 150 σελίδες
- 1997

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

Συμπληρωματικά βοηθήματα



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

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

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

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/ygz/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)

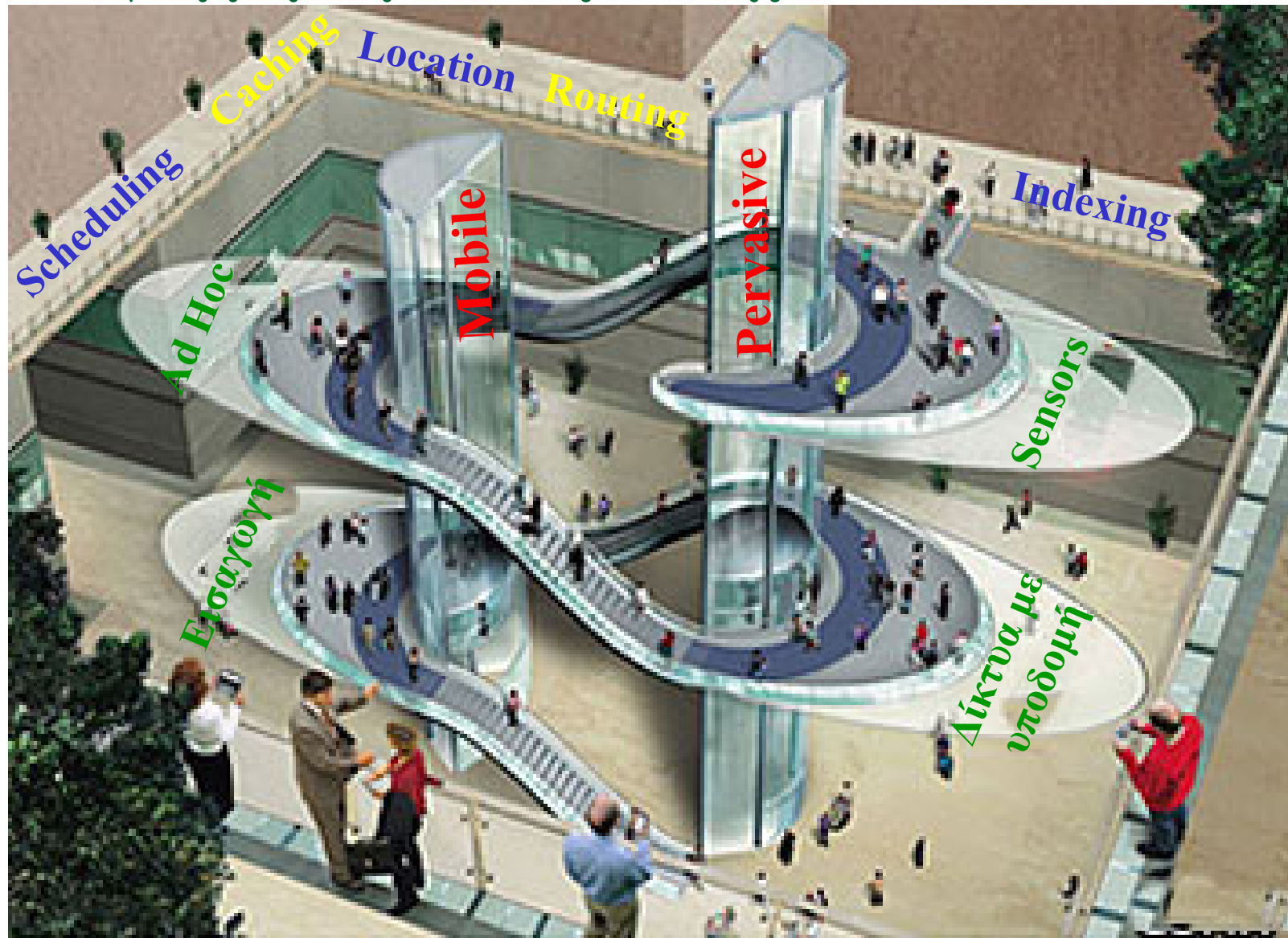
Σχετικά journals & magazines

- 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)

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)

Περιήγηση στο μάθημα

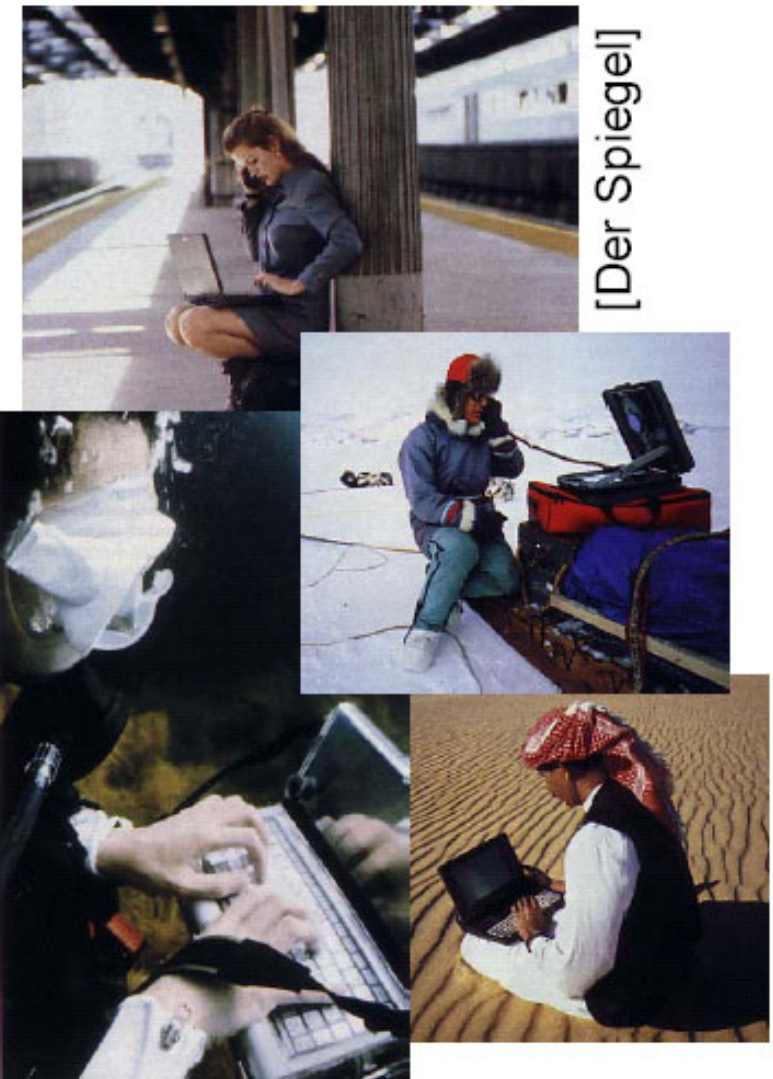


Περιεχόμενα

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

Ο “Κινητός Υπολογισμός”

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



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?

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

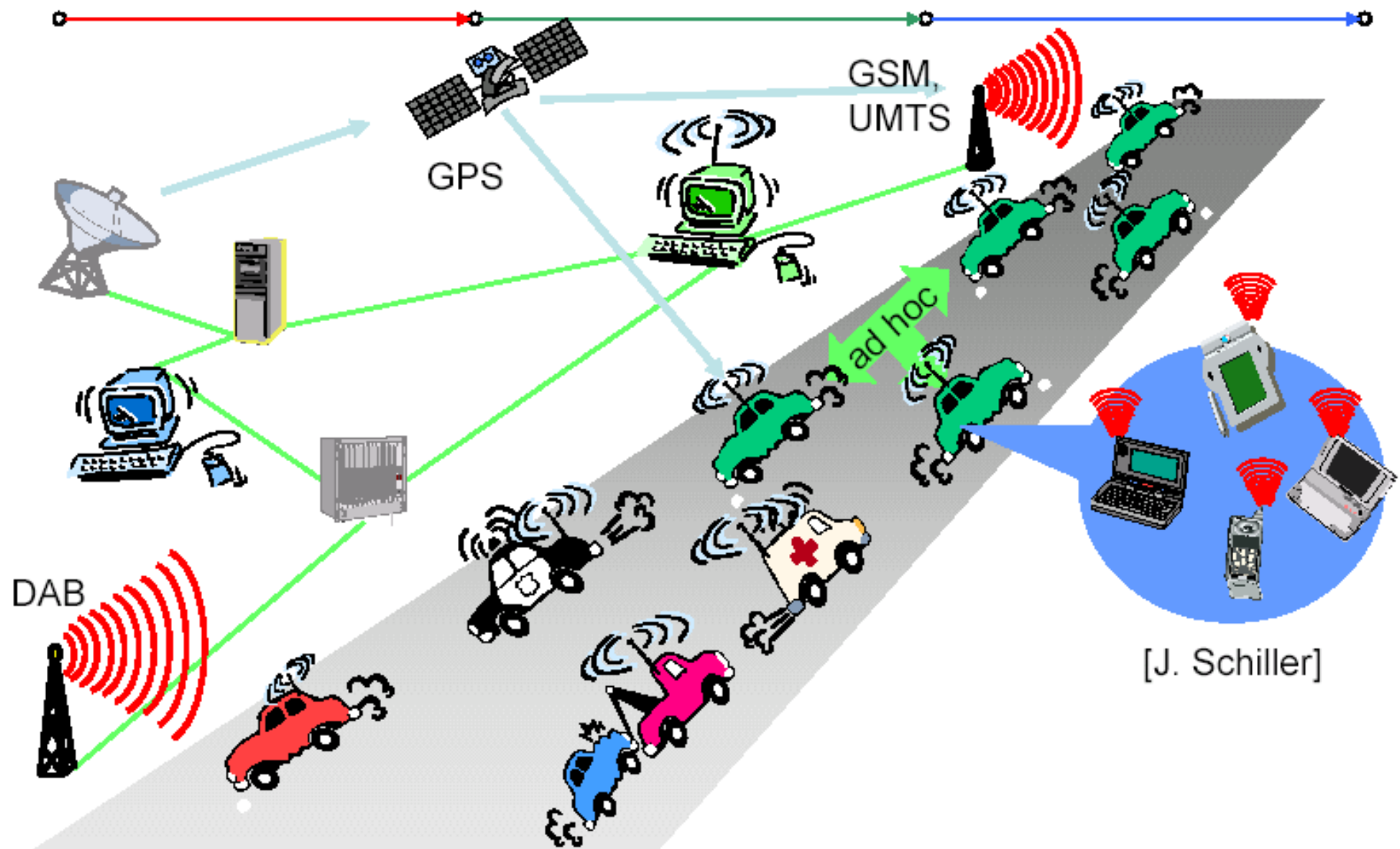
Ασύρματο LAN σε ιστορικό κτίριο

Personal Digital Assistant

Εφαρμογές

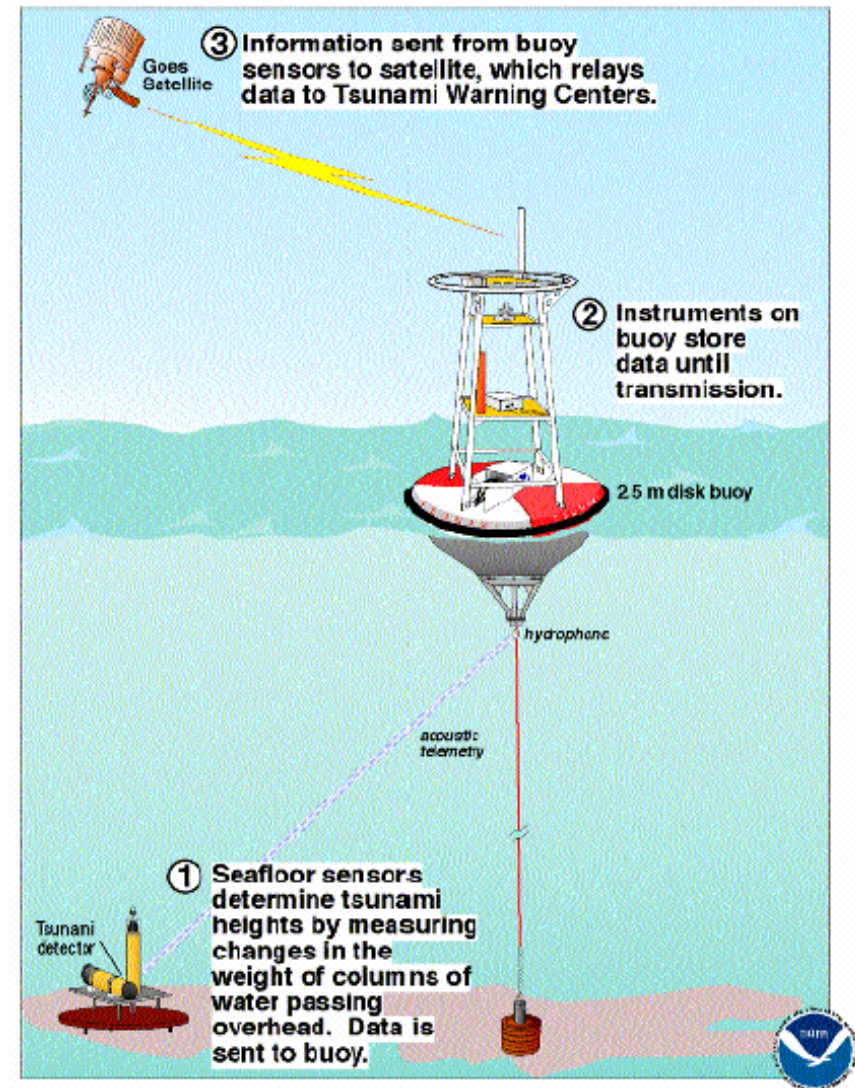
- Αυτοκίνητα
- Κινητοί χρήστες
- Έξυπνα φορητά τηλέφωνα
- “Αόρατοι” υπολογιστές
- Wearable υπολογιστές
- Έξυπνα σπίτια ή γραφεία
- Αίθουσες συνεδρίων/συναντήσεων
- Στόλος Ταξί / Αστυνομίας / Πυροσβεστικής
- Service worker
- Συναγερμός και υποστήριξη σε καταστροφές
- Παιχνίδια
- Στρατός / Ασφάλεια

Εφαρμογές σε αυτοκίνητα



Καταστάσεις καταστροφών

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



Schematic of a deep ocean, real-time, tsunami reporting system developed by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Οι στρατιώτες του μέλλοντος

- Συσκευές για επικοινωνίες
- Προειδοποίησης
- Μετάδοσης δεδομένων



Φορητές συσκευές

Pager

- Λήψη μόνο
- Κείμενο
- Μικρή οθόνη



PDA

- Graphics
- WWW
- Αναγνώριση χαρακτήρων



Palmtop

- Μικρό πληκτρολόγιο
- “Ελαφρές” εκδόσεις εφαρμογών



Κινητό τηλέφωνο

- Φωνή
- Δεδομένα
- Επίδειξη απλού κειμένου



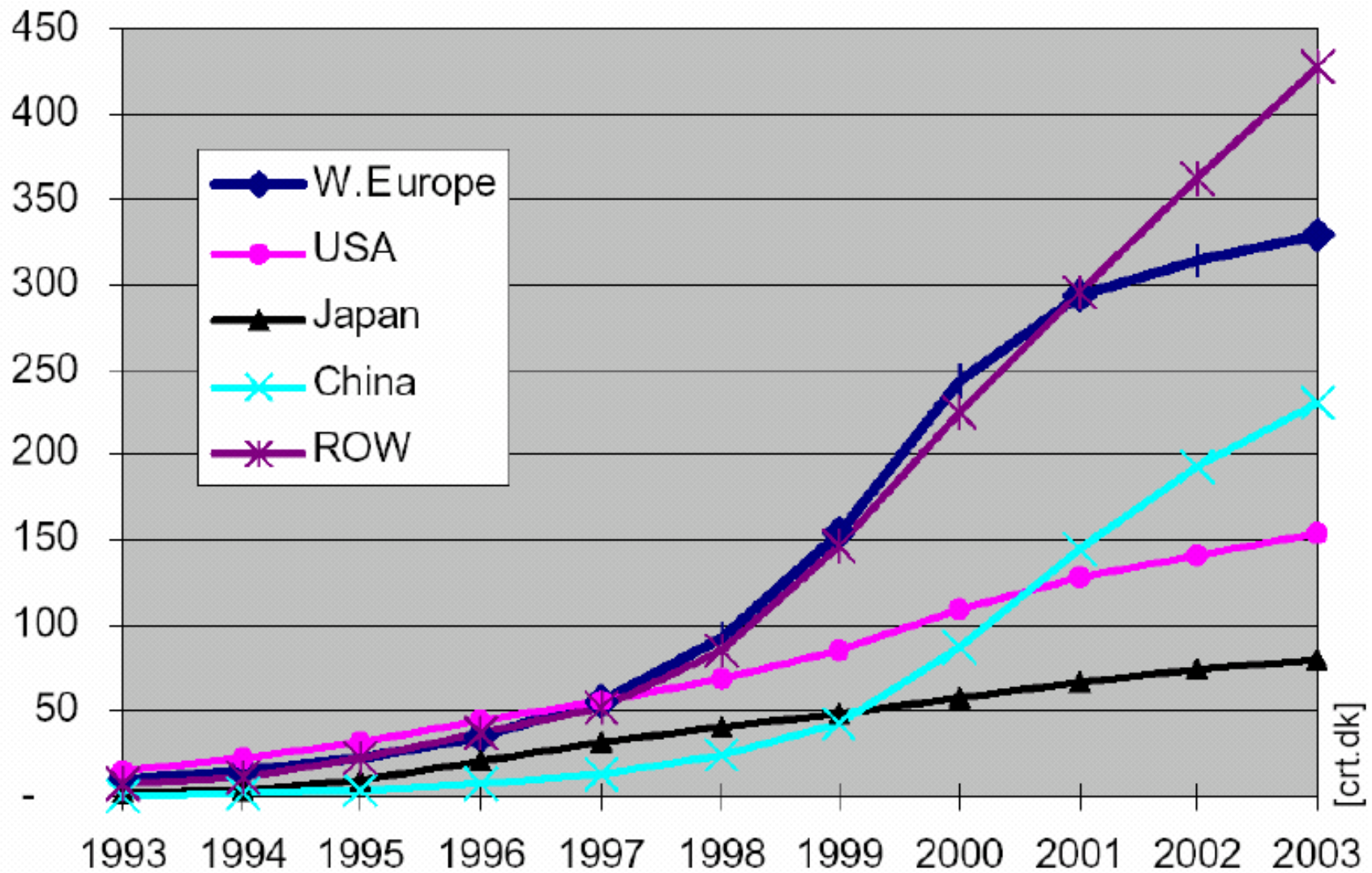
Laptop

- Πλήρως λειτουργικό
- Πλήρεις εκδόσεις των τυπικών εφαρμογών

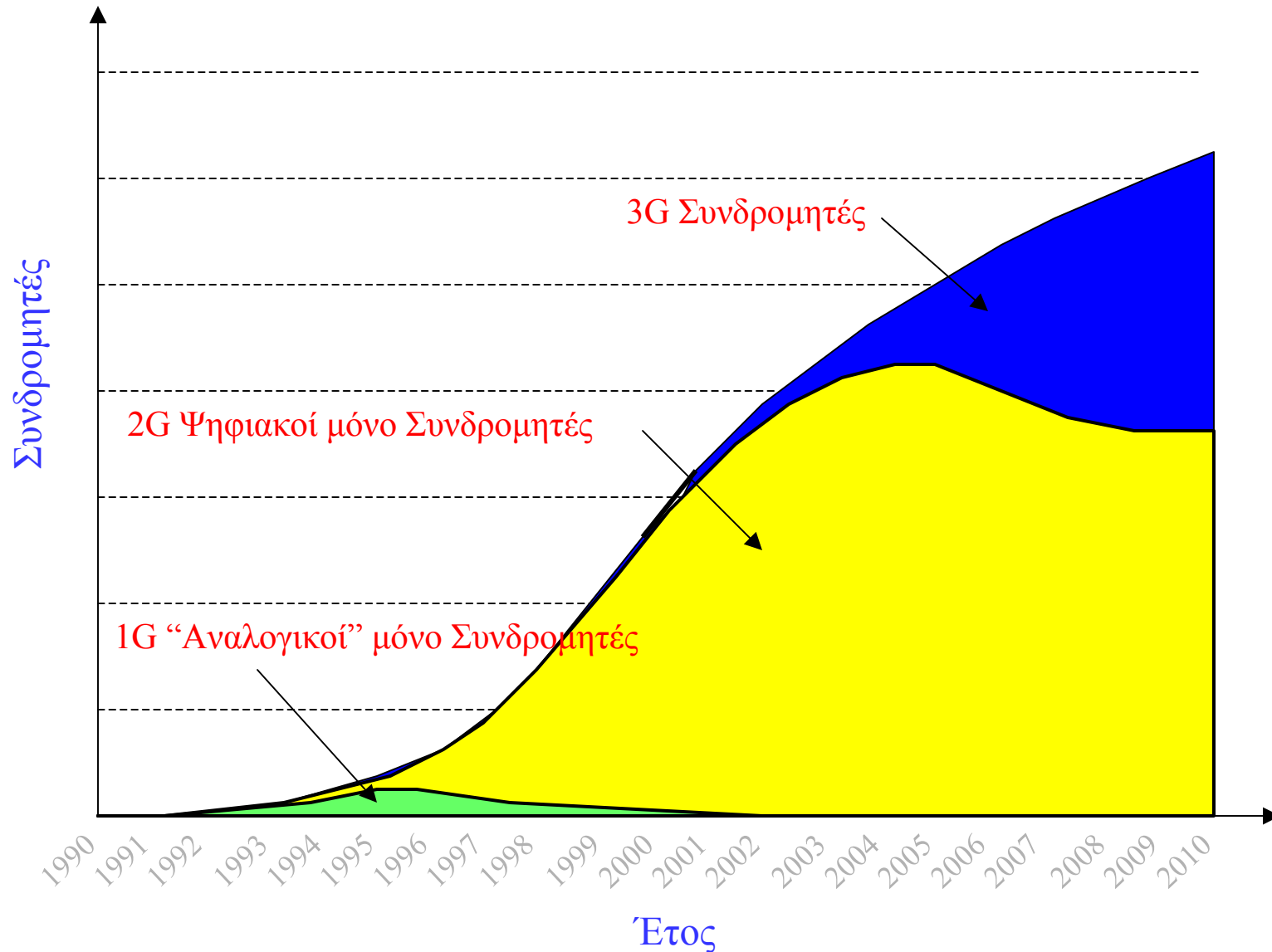


Επίδοση και μέγεθος

Εξάπλωση των κινητών



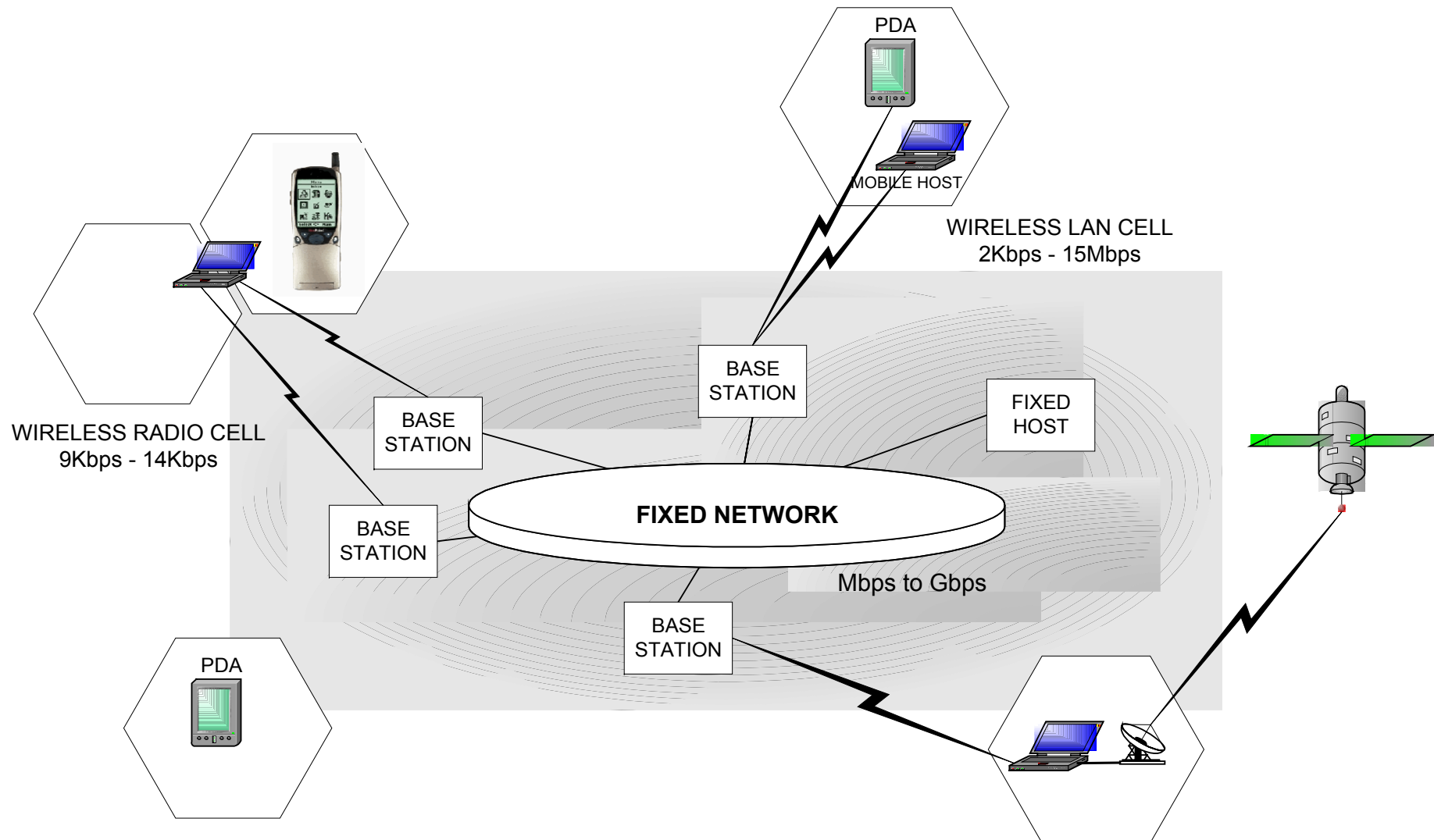
Αύξηση των συνδρομητών



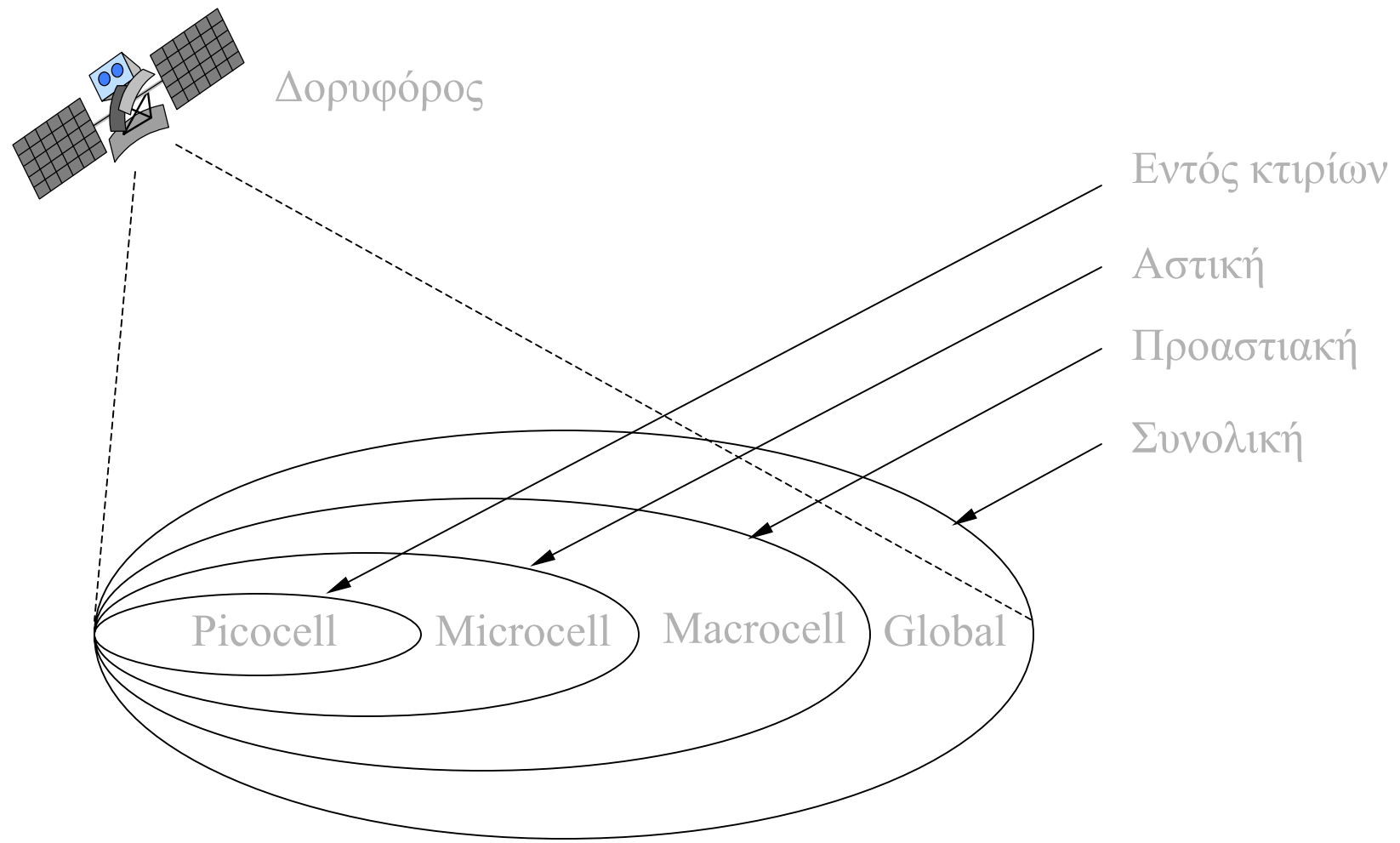
Περιεχόμενα

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

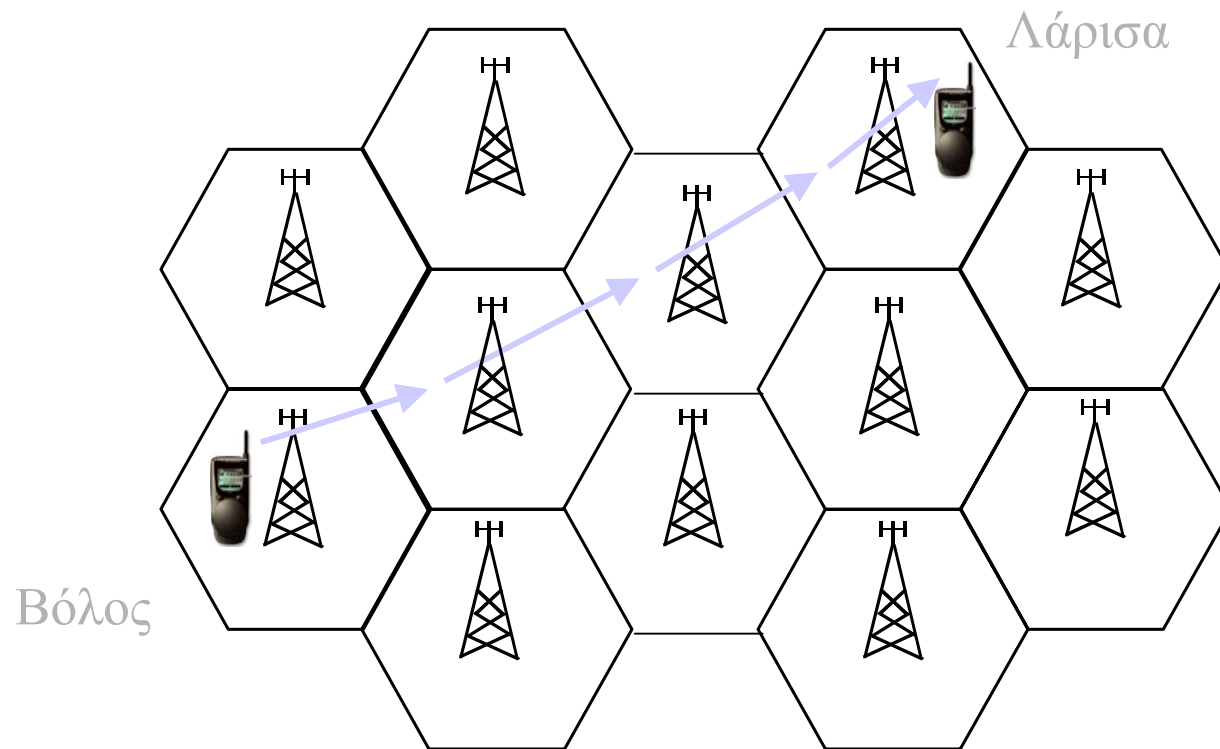
Ασύρματα δίκτυα με υποδομή



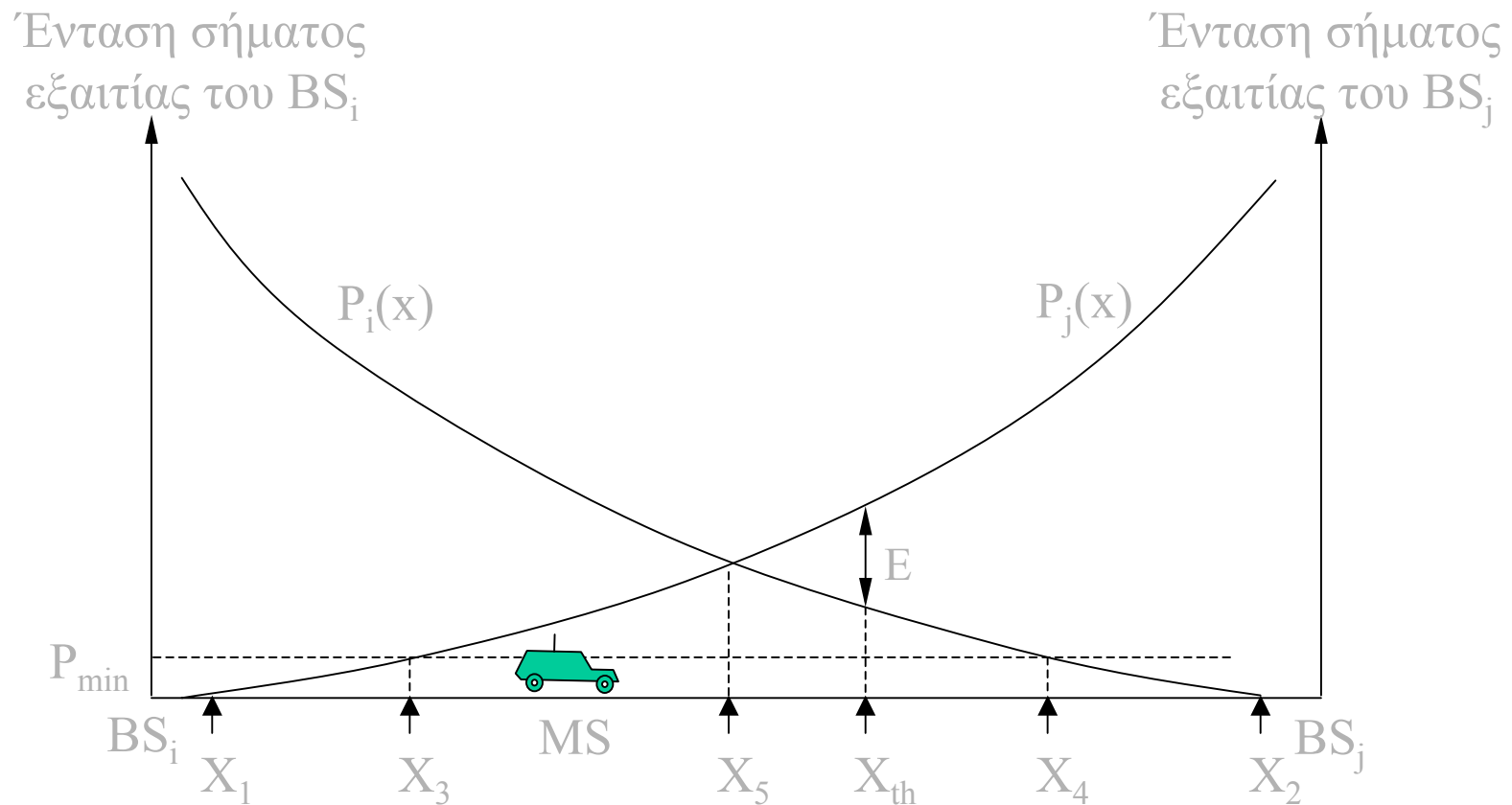
Κάλυψη γεωγραφικών περιοχών



Ασύρματα κυψελοειδή δίκτυα



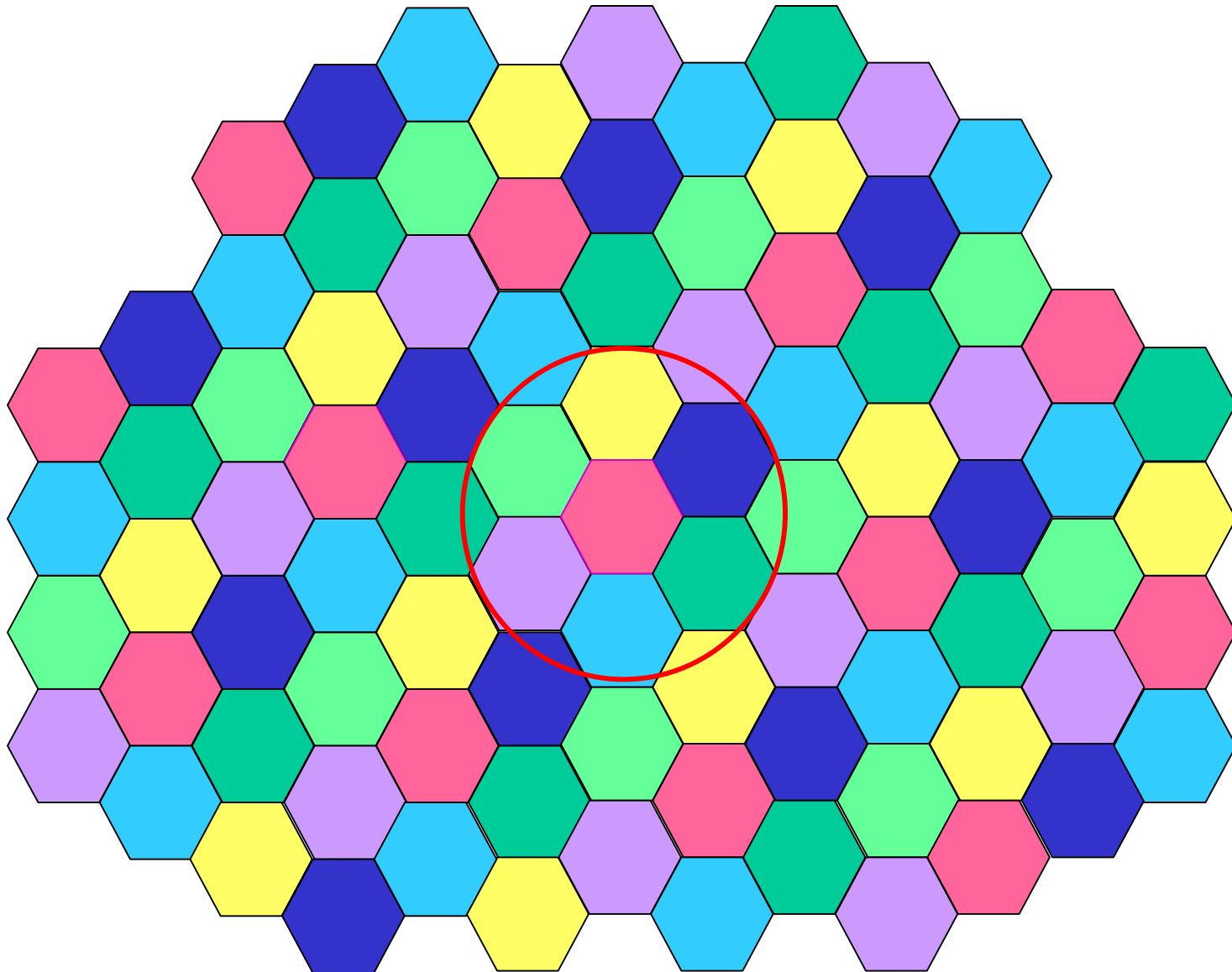
Διαδικασία handoff (handover)



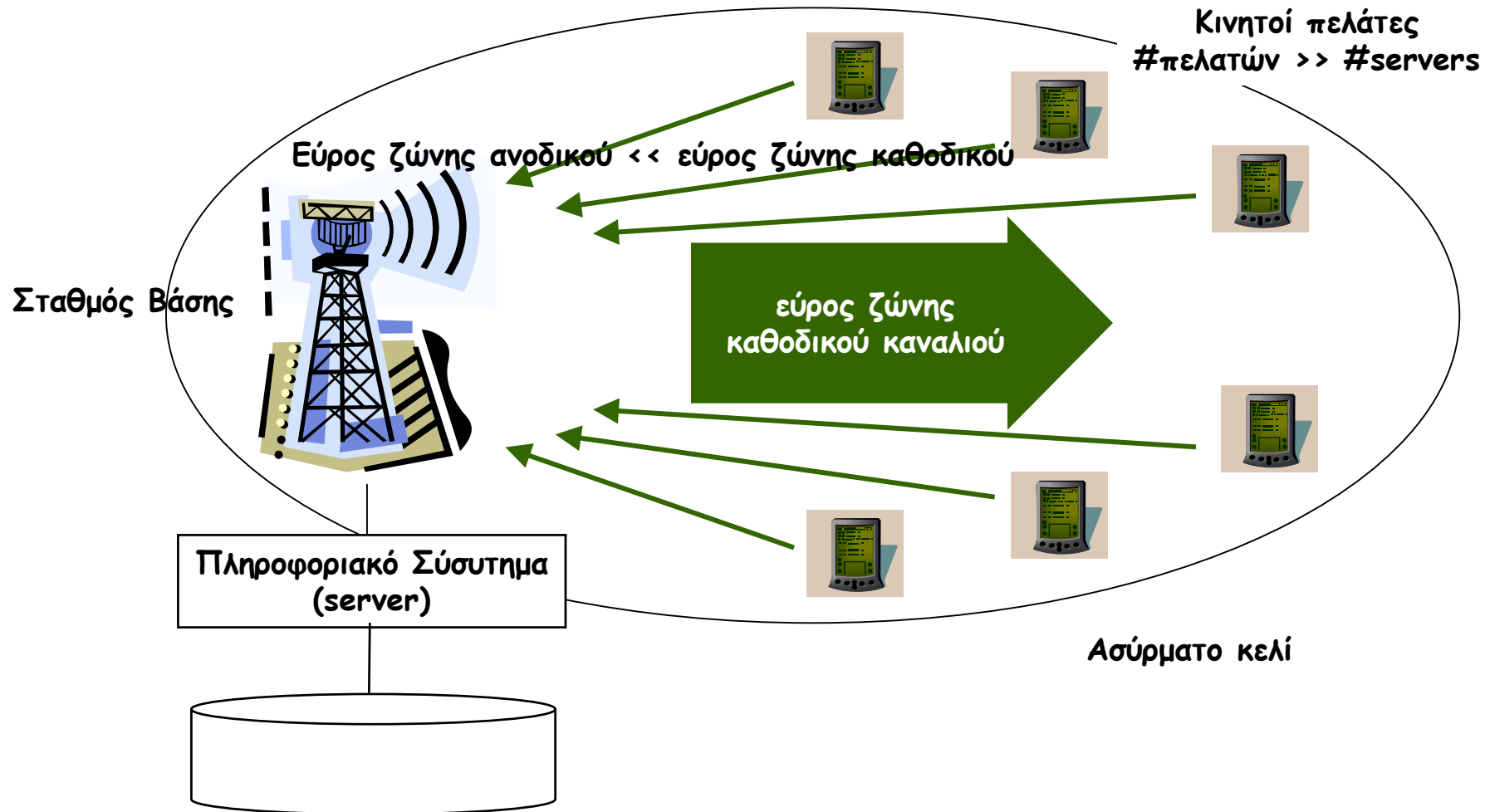
Κατανομή καναλιών

- 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 διαιρούνται 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);

Επαναχρησιμοποίηση καναλιών



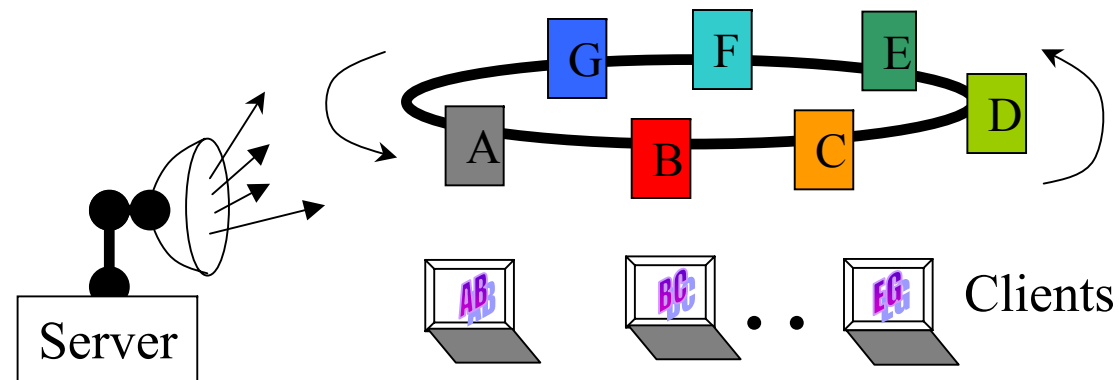
Μετάδοση δεδομένων



Αρχιτεκτονικές

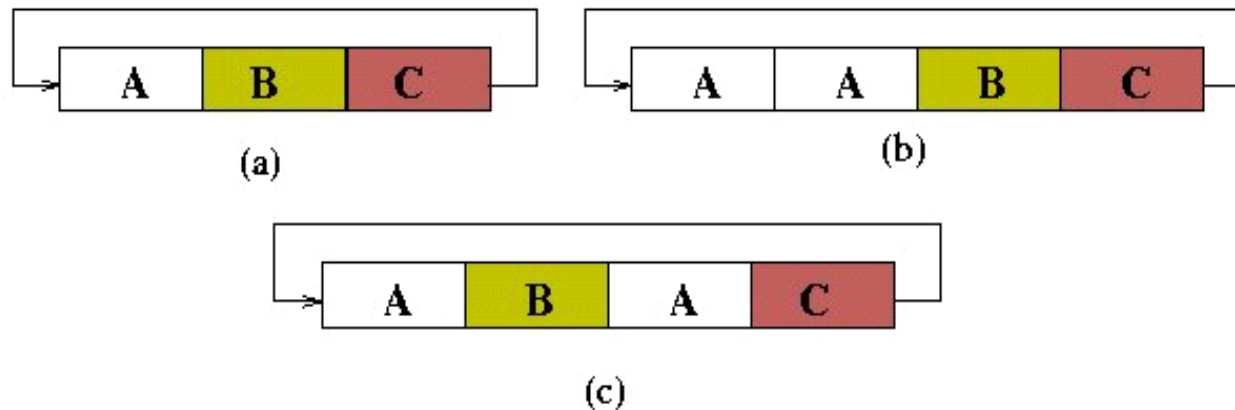
- **Pure Pull** (point-to-point)
 - Ο πελάτης συντονίζεται σε κανάλι και κάνει την αίτηση και ο server απαντά και κλείνει τη σύνδεση
- **Pure Push** (one-to-all or broadcast)
 - Ο server αποφασίζει να στείλει κάποια δεδομένα και τα εκπέμπει συνεχώς επαναλαμβανόμενα, οι πελάτες συντονίζονται, ακούνε και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

Pure push



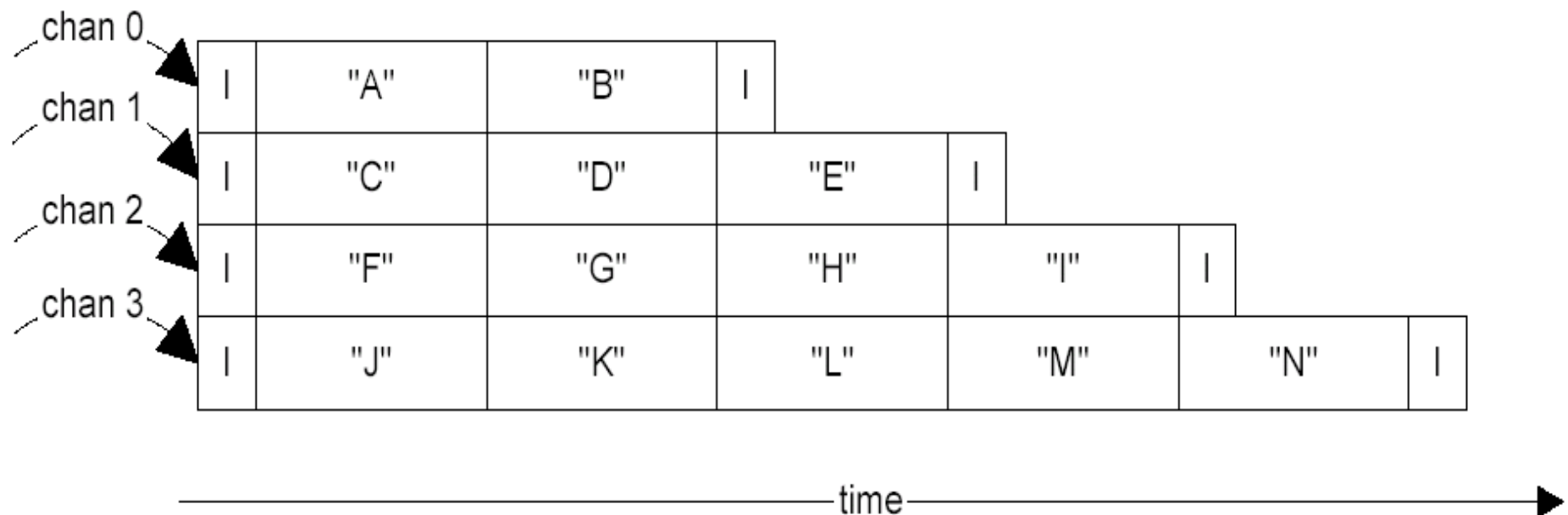
- Ποια δεδομένα θα αποστείλω;
- Πόσες φορές θα σταλεί κάποιο μέχρι να ολοκληρωθεί ένας κύκλος εκπομπής;
- Πώς οι πελάτες μπορούν να υποβοηθήσουν την επίδοσή τους;

Προγράμματα εκπομπής

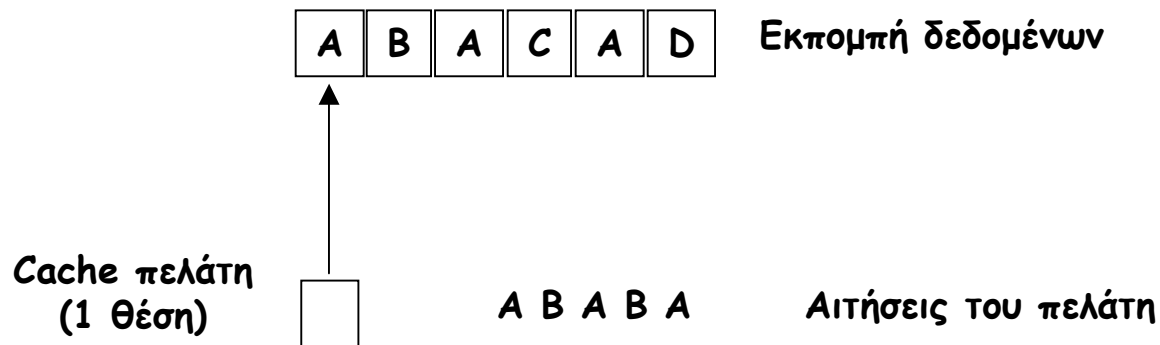


- Τρία διαφορετικά προγράμματα εκπομπής
- Κάποια εισαγάγουν replication
- Ποιο είναι το καλύτερο;

Εκπομπή σε πολλαπλά κανάλια



Caching στον πελάτη

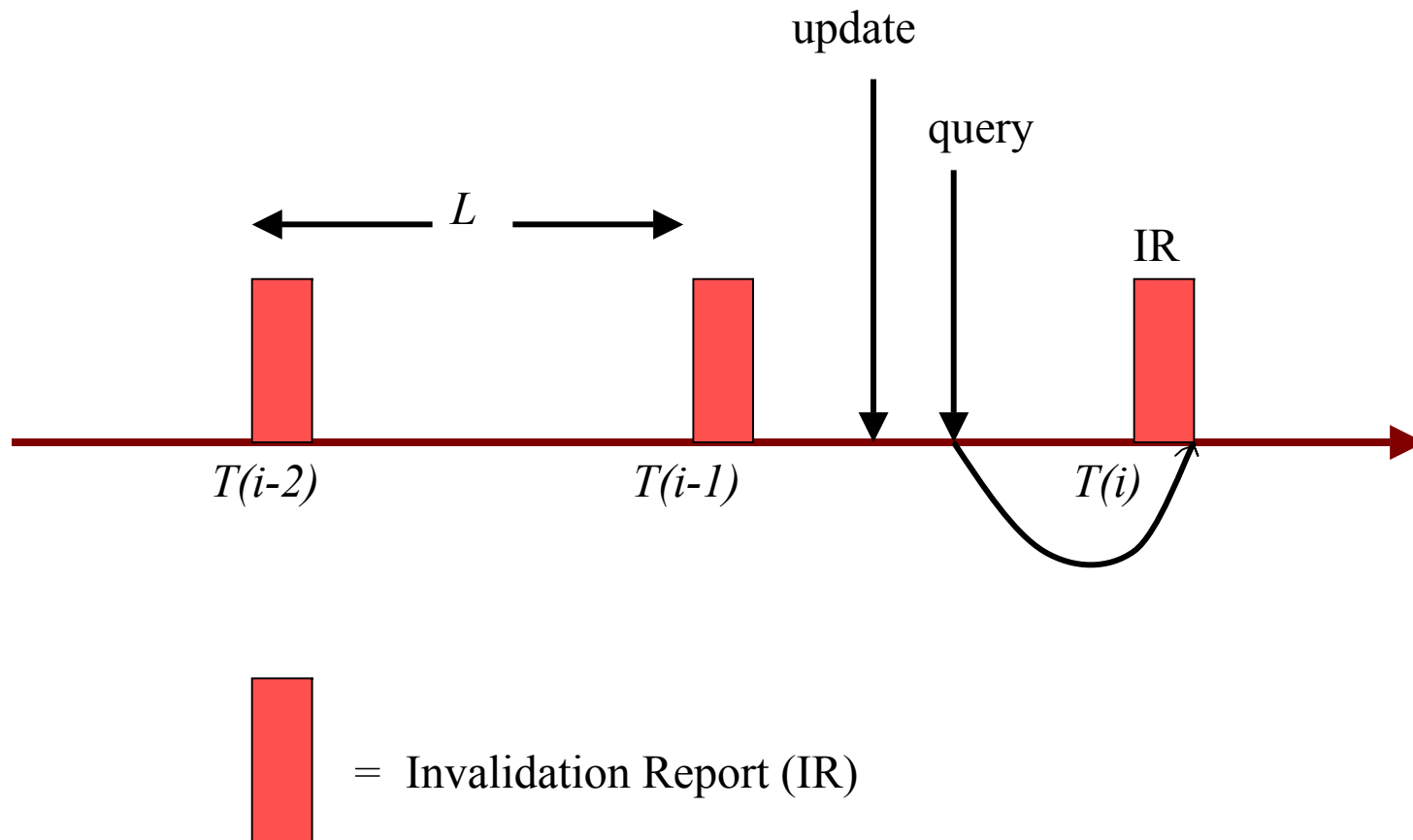


- Ποια αντικείμενα θα τοποθετήσω στην cache;
- Ποιο(α) θα αντικαταστήσω;
- Οι παραδοσιακές πολιτικές (π.χ., LRU) είναι κατάλληλες;

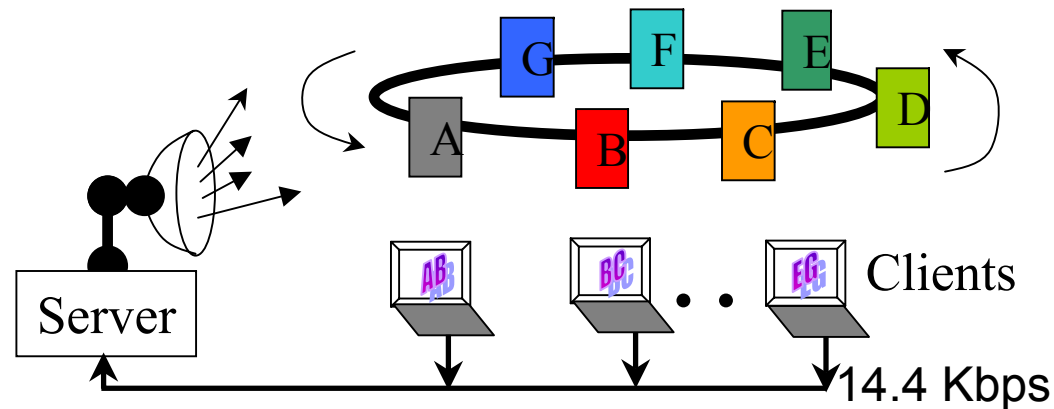
Cache Invalidation

- 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

Αναφορές Invalidation



On-demand push



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

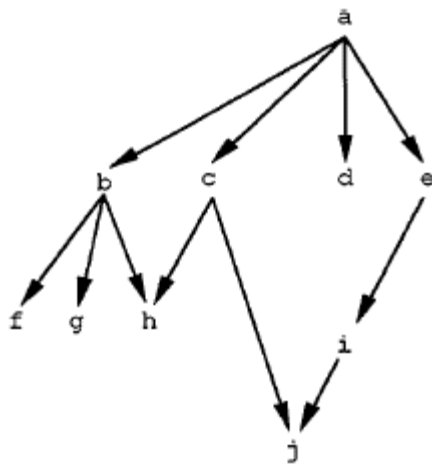
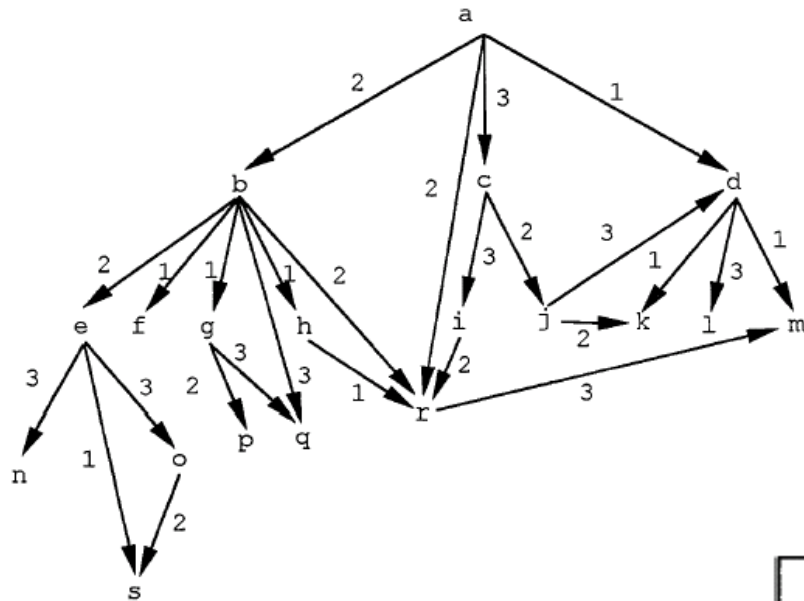
Προγράμματα εκπομπής

- 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;

Multi-item αιτήσεις



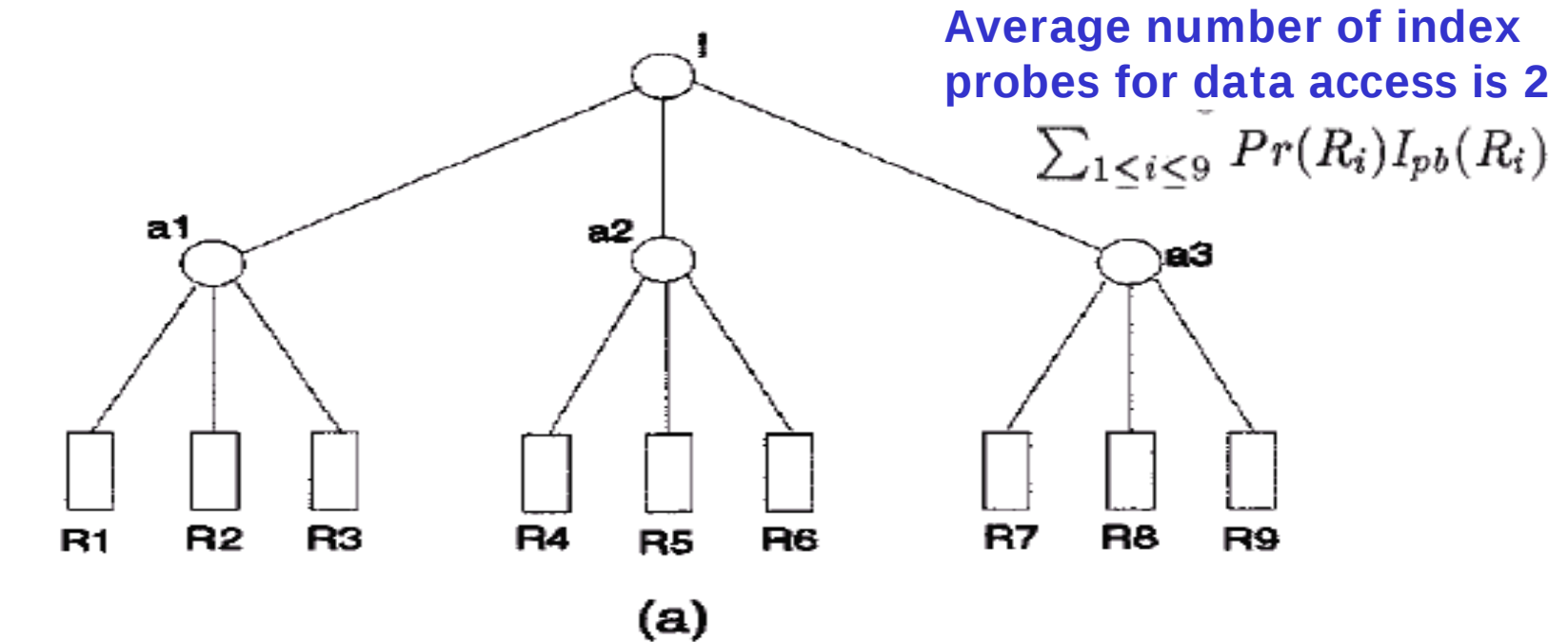
Clustering method	Resulting sequence
Depth First [4]	abensofgpqrhmcijdkl
Breadth First [4]	abrcdefgqhijklmnsop
Children-Depth First [4]	abrcdefgqhmnsoipijkl
Level Clustering [10]	acibgqprmenosjdklfh

#	Linear sequence	Individual costs										Total cost	
		ab	ac	ad	ae	bf	bg	bh	ch	cj	ei		ij
1	abfgchdeij	1	4	6	7	1	2	4	1	5	1	1	33
2	abfgcheijd	1	4	9	6	1	2	4	1	4	1	1	34
3	abcdefgghij	1	2	3	4	4	5	6	5	7	4	1	42
4	abgfeichjd	1	6	9	4	2	1	6	1	2	1	3	36
5	acdeijbhgf	6	1	2	3	3	2	1	6	4	1	1	30
6	adeicjbhgf	6	4	1	2	3	2	1	3	1	1	2	26
7	adecbihgfi	4	3	1	2	4	3	2	3	6	3	4	35
8	adecbhgfij	4	3	1	2	3	2	1	2	6	6	1	31
9	adecijbhgf	6	3	1	2	3	2	1	4	2	2	1	27
10	adbfgecheij	2	5	1	7	1	2	4	1	4	1	1	29
11	adceijbhgf	6	2	1	3	3	2	1	5	3	1	1	28
12	aedcjbhgf	6	4	3	1	3	2	1	3	1	1	3	28
13	aedcbihgfi	4	3	2	1	4	3	2	3	6	4	4	36
14	aedcijbhgf	6	3	2	1	3	2	1	4	2	3	1	28

Εξοικονομώντας ενέργεια

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

Ευρετήριο παρόμοιο με B⁺-tree

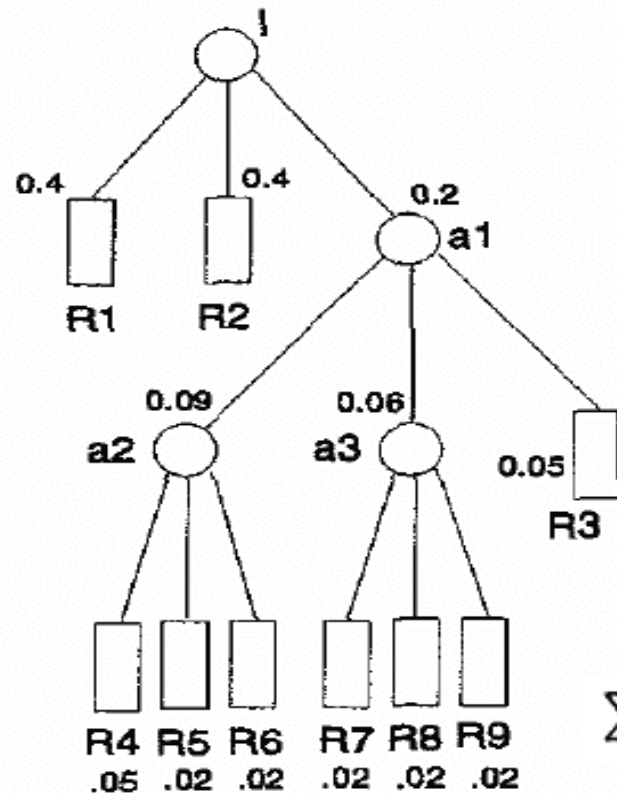


(b)

“Κύρτωση” (skew) στις προσπελάσεις

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

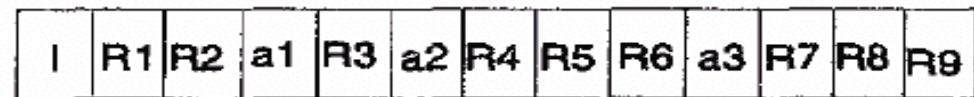
Fixed Index Fanouts ($T^I_{d=3}$)



The average number of index probes for data access is 1.5

$$= (0.4 + 0.4 + 0.05 * 2 \dots)$$

$$\sum_{1 \leq i \leq 9} Pr(R_i) I_{pb}(R_i)$$

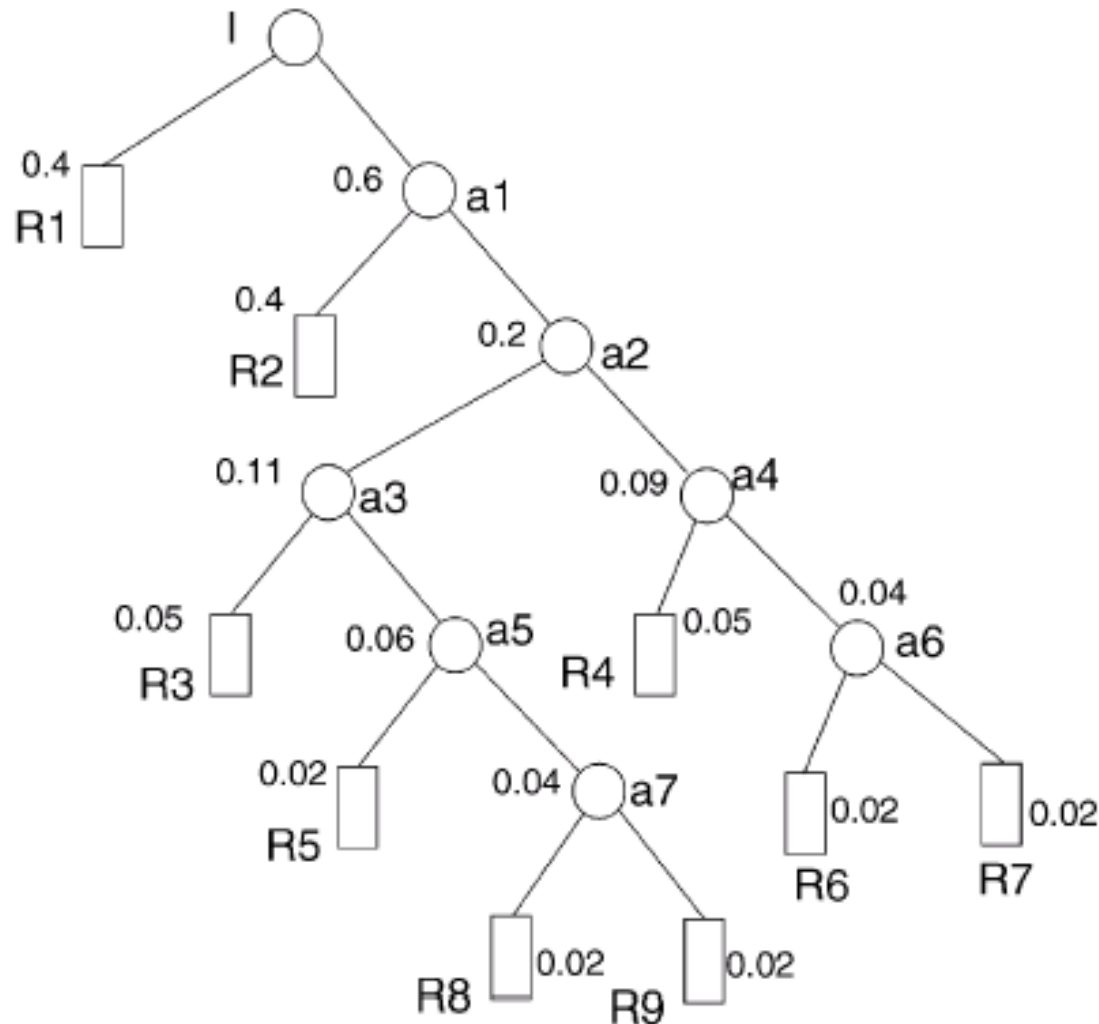


(b)

$$\sum_{a_j \in Path(R_5)} \bar{d}(a_j) = d(I) + d(a_1) + d(a_2) = 3 + 3 + 3 = 9.$$

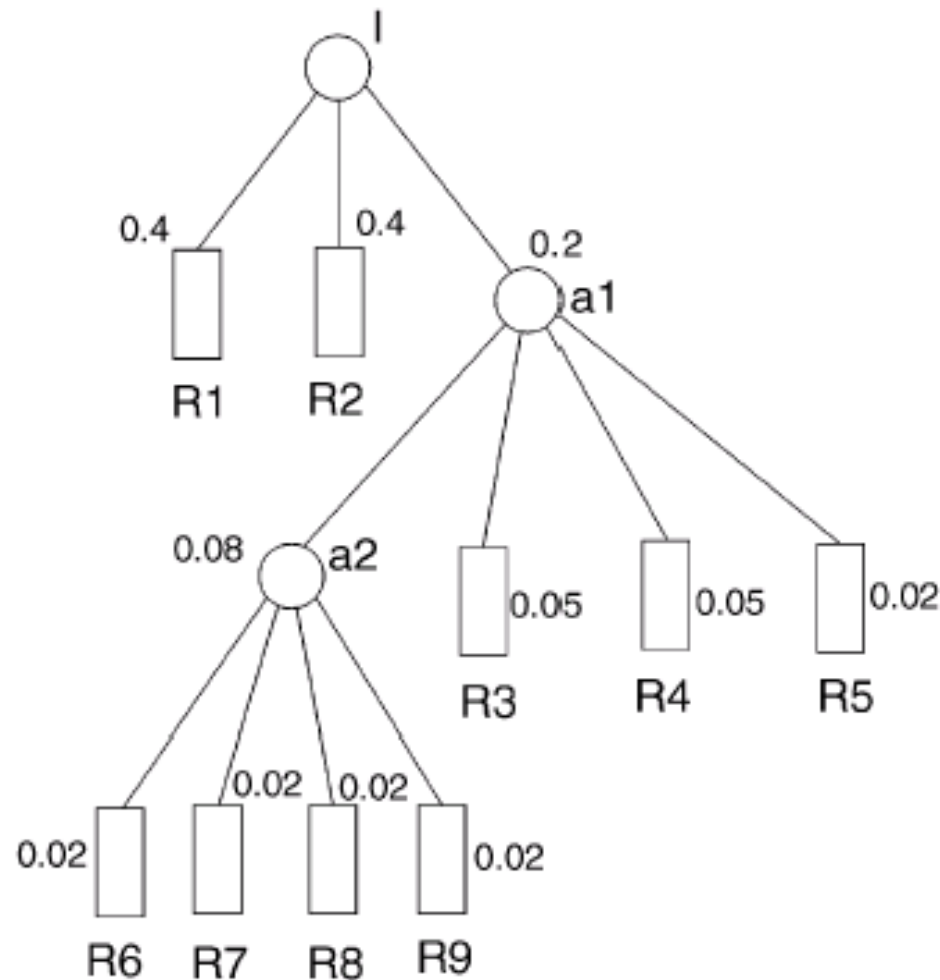
Finer model for Index probe cost

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



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

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



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

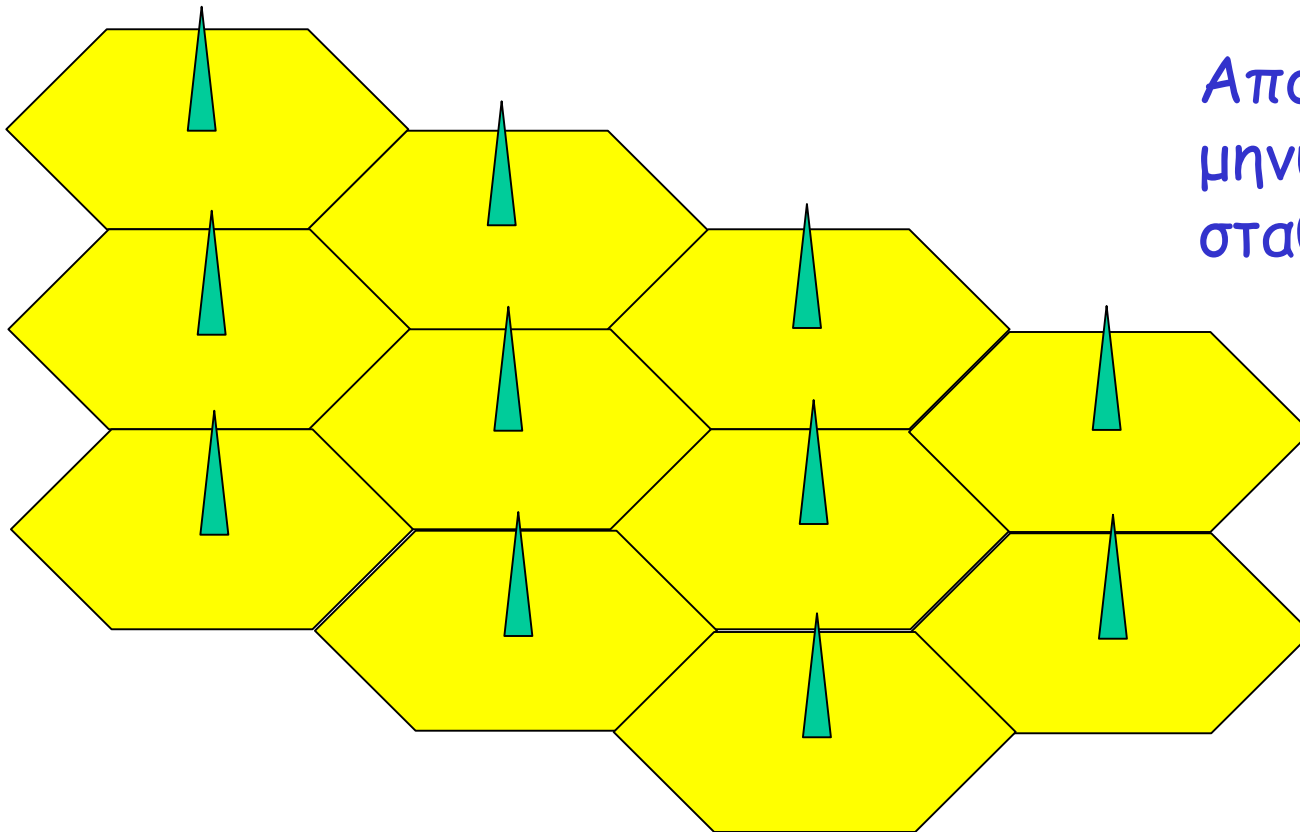
Ζητήματα στα ευρετήρια

- 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

Διαχείριση θέσης

Πού είναι ο 6977836721?

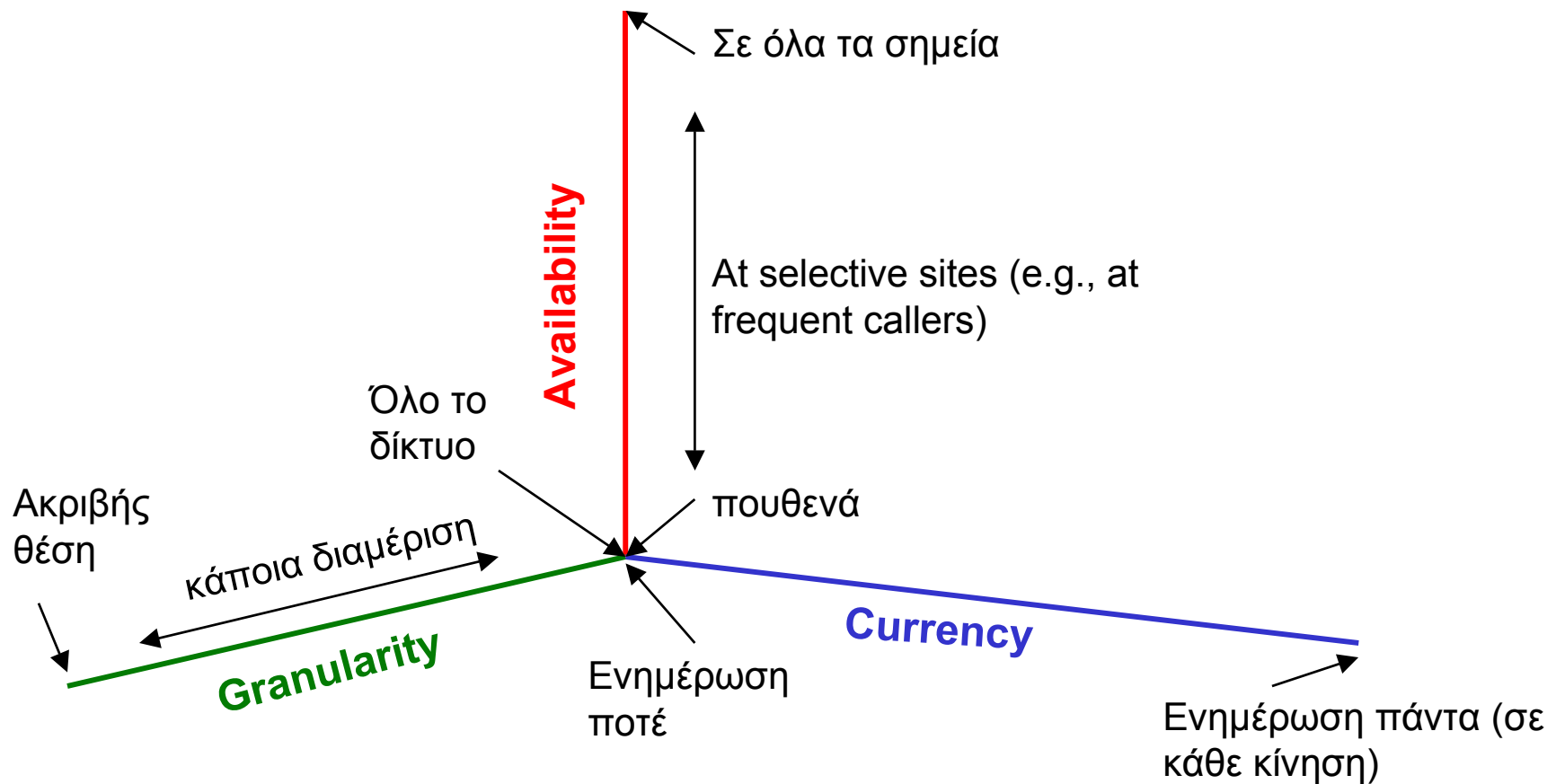
Αποστολή broadcast
μηνυμάτων από κάθε
σταθμό βάσης?



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

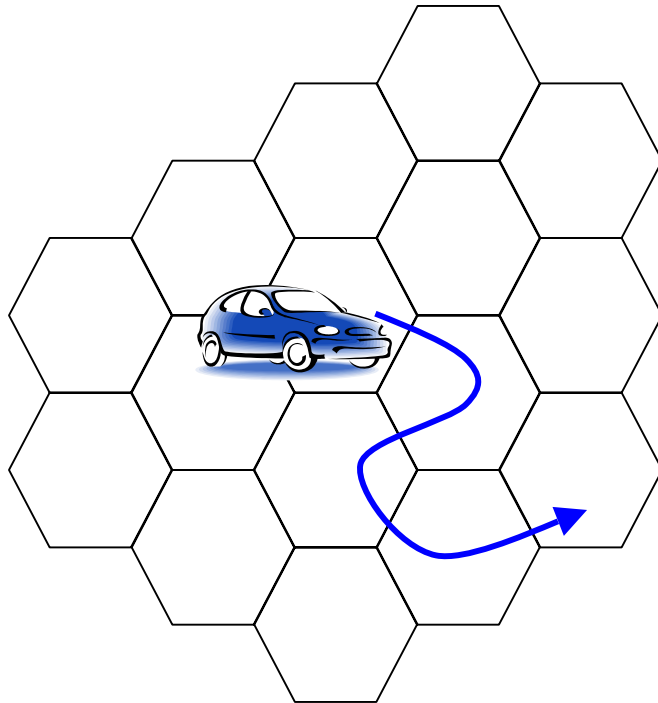
Τα άκρα των συνιστωσών



Αιχμαίρες περιπτώσεις των δυο

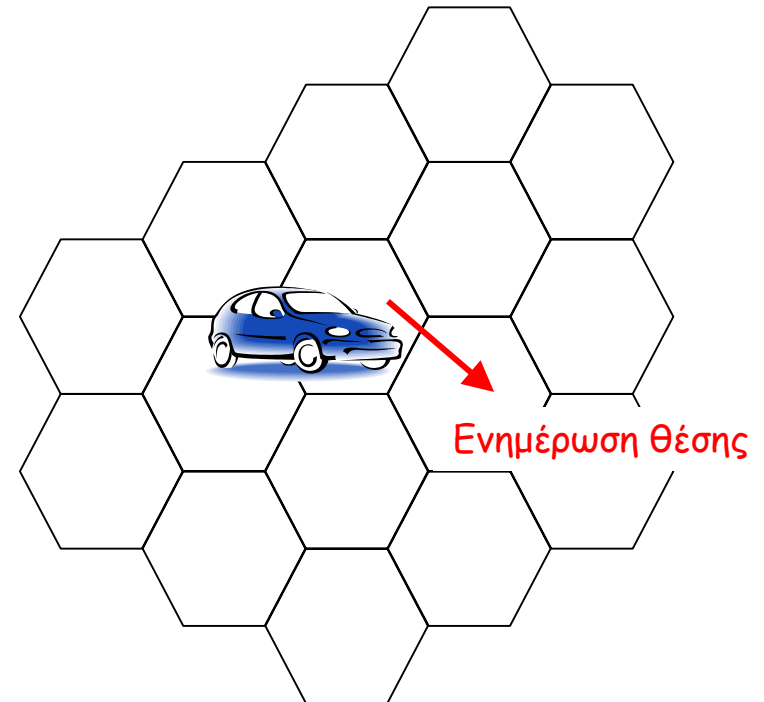
Η θέση δεν ενημερώνεται ποτέ
(no cost)

Απαιτείται να κάνουμε paging
κάθε κελί (high cost)

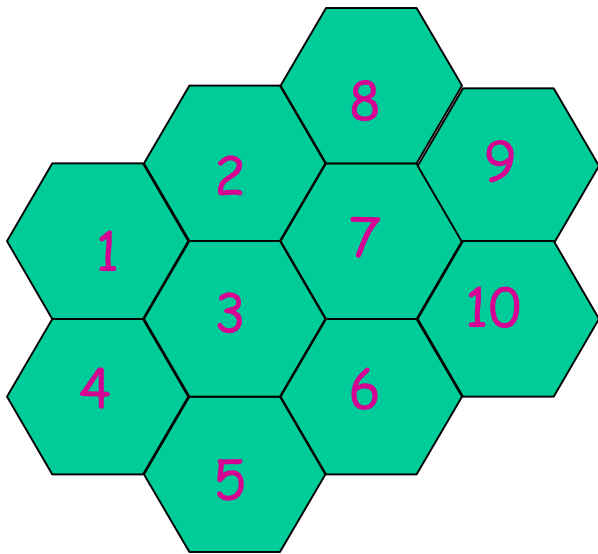


Ενημέρωση θέσης για κάθε
διάσχιση κελιού (high cost)

Απαιτείται να κάνουμε paging
μόνο ένα κελί (low cost)

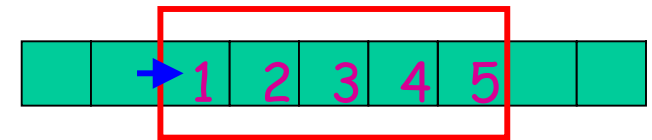


Σειρά paging



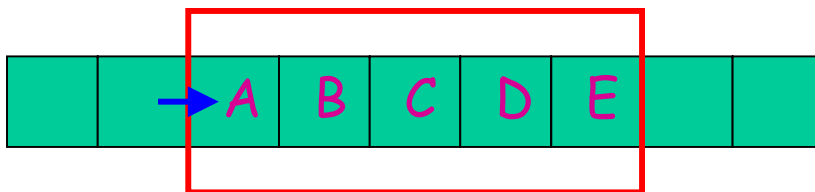
Σειριακό
Paging

Shortest Distance
First Paging



Τελευταία Ενημέρωση Θέσης

Paging Based on
Location Probability

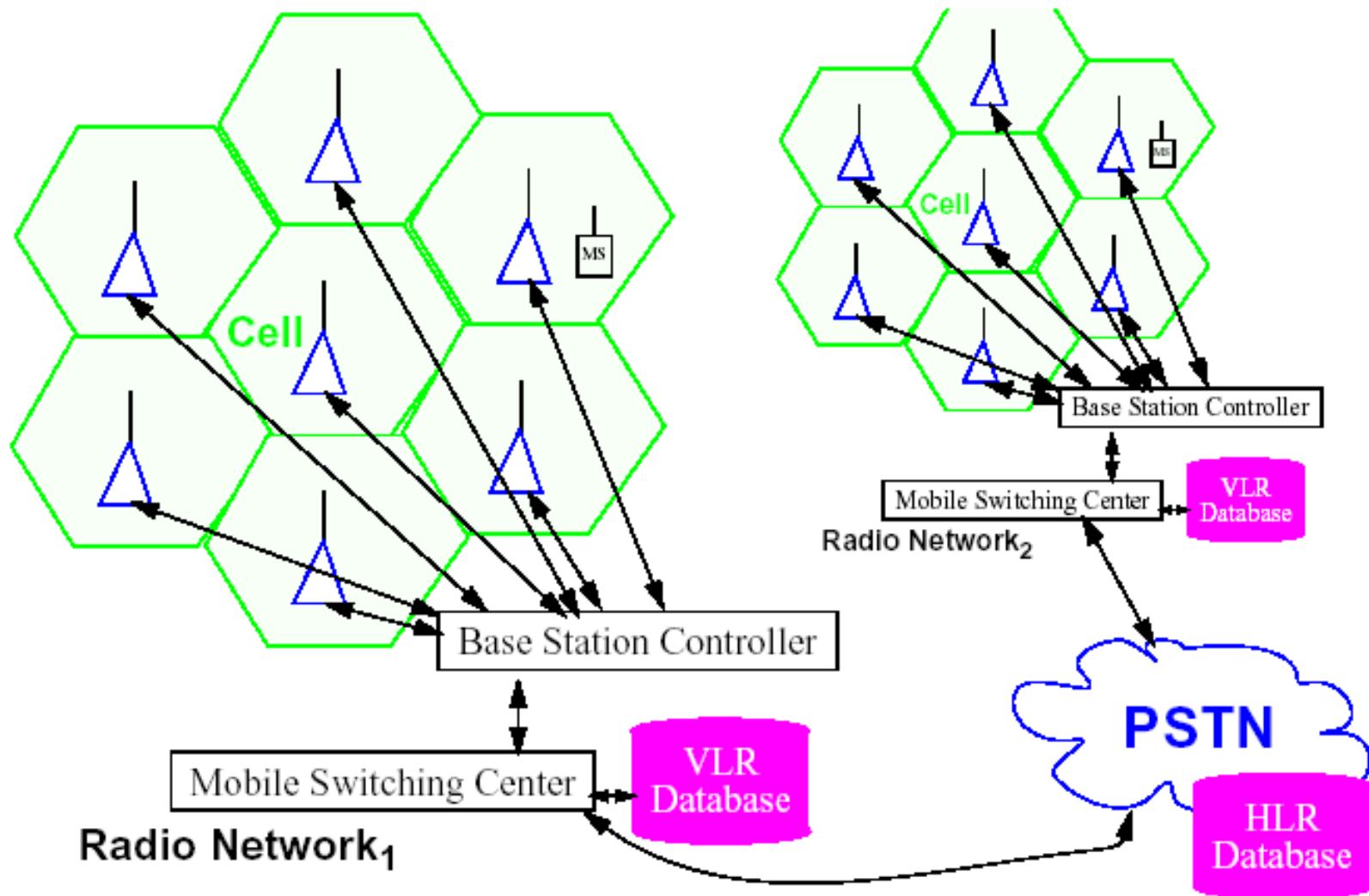


Τελευταία Ενημέρωση Θέσης

Έστω ότι η Prob. Distribution είναι:
 $\{0.05, 0.2, 0.4, 0.25, 0.1\}$

Σειρά Paging: C, D, B, E, A

Αρχιτεκτονική PCS

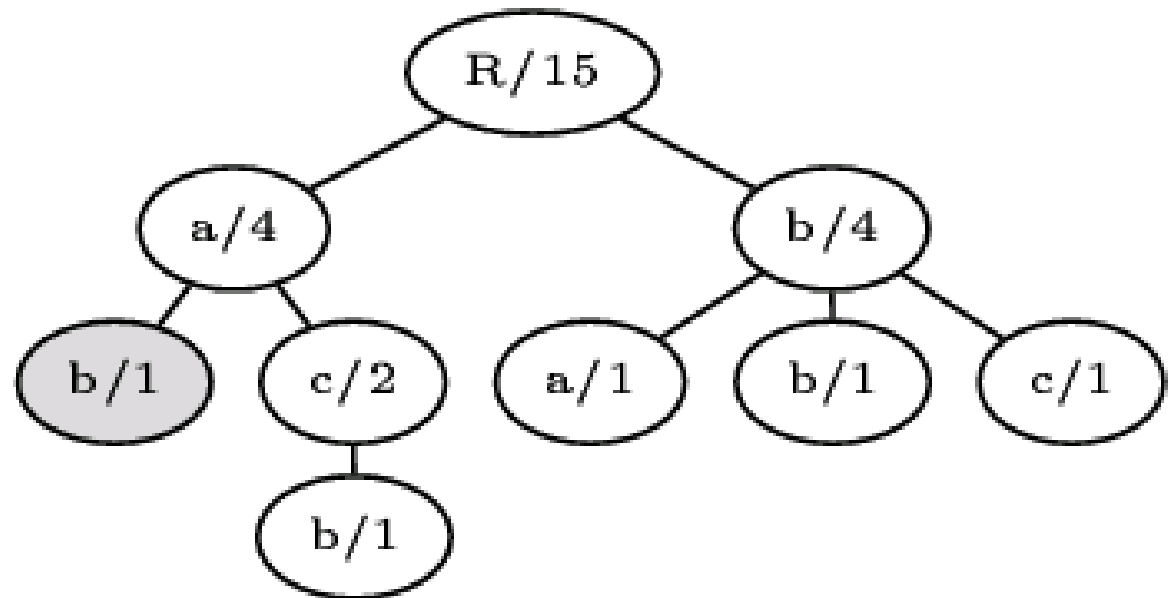


Πρόβλεψη θέσης κινητών

- Ο κινητός πελάτης ακολουθεί τη διαδρομή:
a a b a c b b a b b a c b b c

Διαχωρισμός της
διαδρομής στα
“μονοπάτια”

a a b a c b b a b b a c b b c



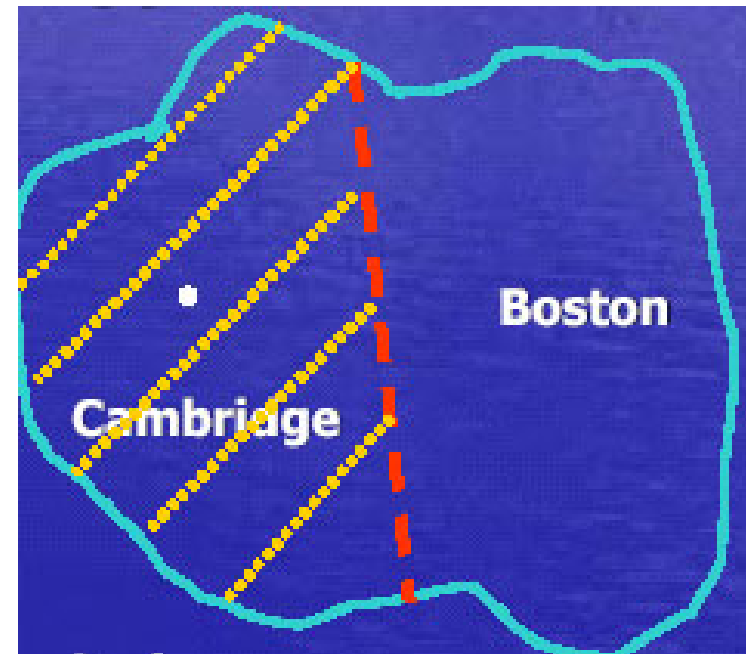
Location-based υπηρεσίες

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

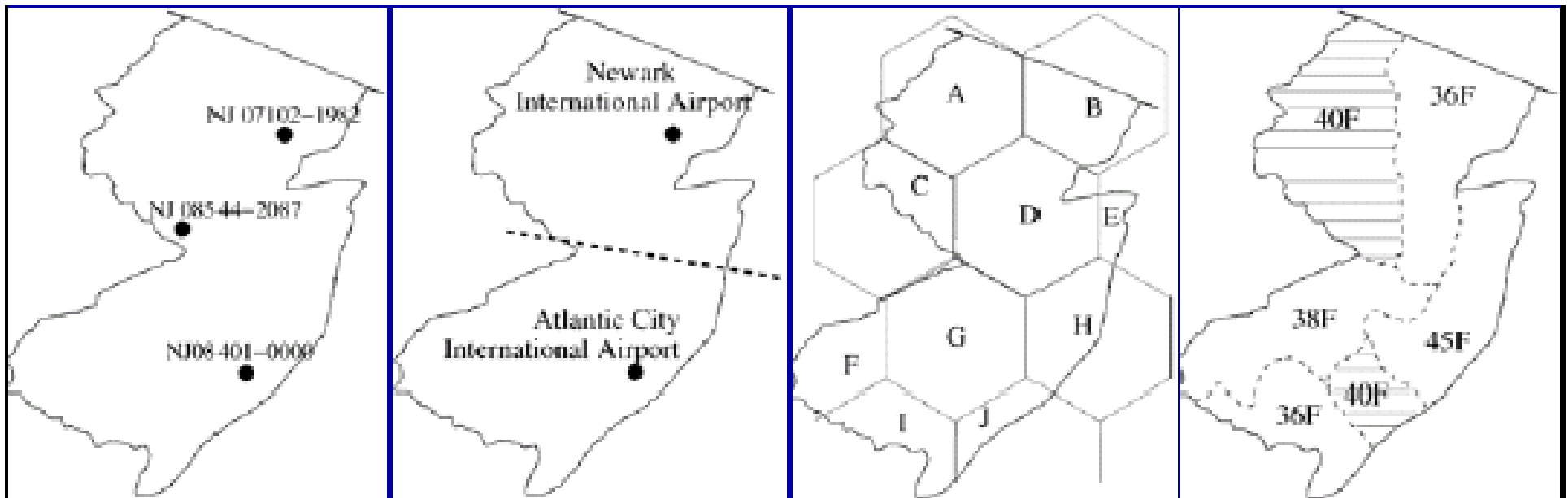
- Συνεχής επερώτηση της βάσης οδηγεί σε μεγάλο φόρτο
- Όταν ο χρήστης κινείται πολύ γρήγορα, τα αποτελέσματα μπορεί να είναι άκυρα
- Η τεχνική του caching μπορεί να ελαττώσει την κυκλοφορία στο κανάλι
- Πρέπει να ενημερώνουμε την cache για τις αλλαγές

Η έννοια “Valid scope”

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

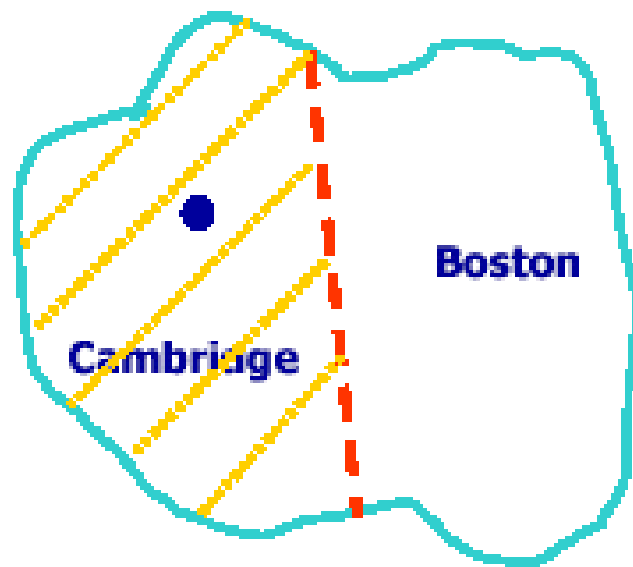


Παραδείγματα “Valid scope”



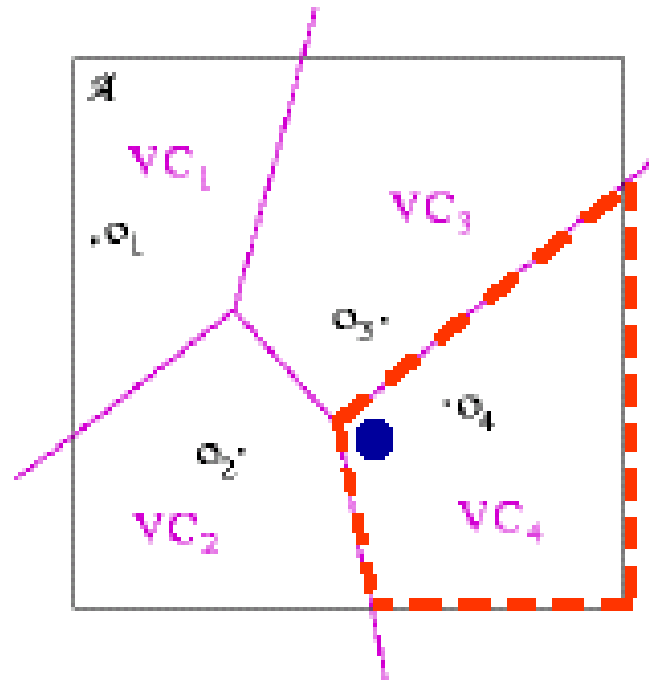
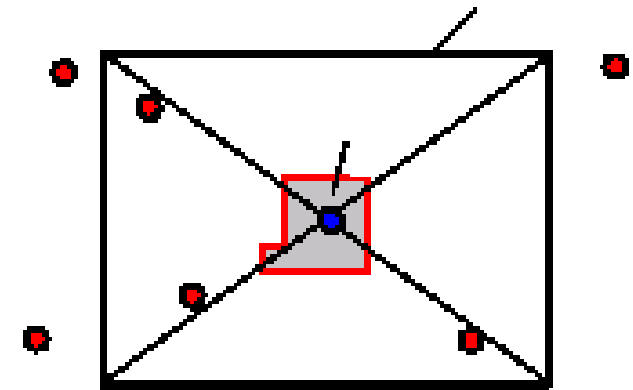
- Οδηγεί στην ανάπτυξη γρήγορων ευρετηρίων και αλγορίθμων επεξεργασίας ερωτημάτων
- Οδηγεί σε χωροταξικά (spatial) caching σχήματα για την υποστήριξη των continuous/repeated ερωτημάτων

Κατηγορίες LDQ



Επερώτημα
“Σημείου στο
επίπεδο”

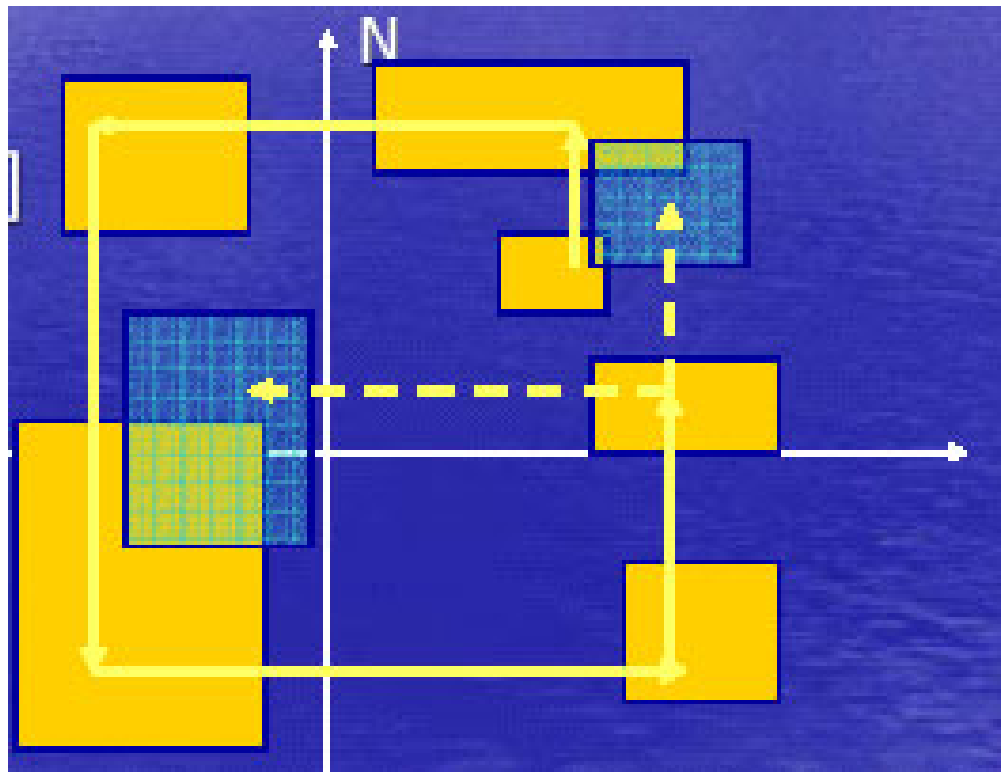
Επερώτημα
“Παραθύρου”



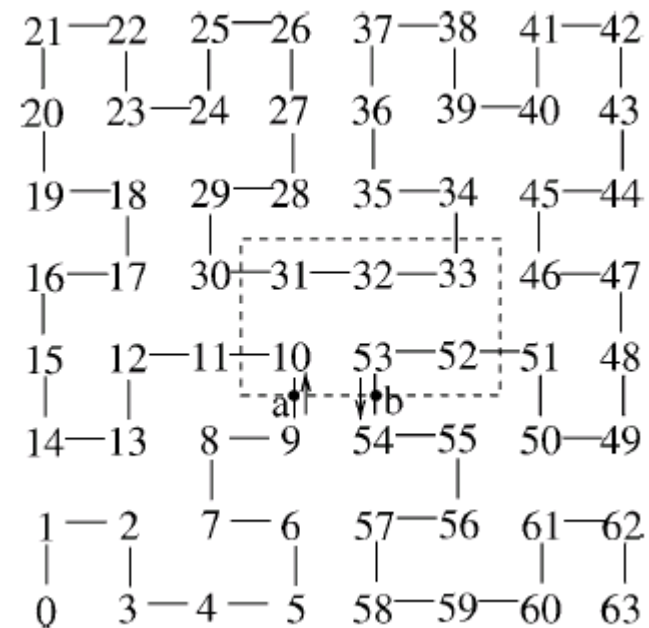
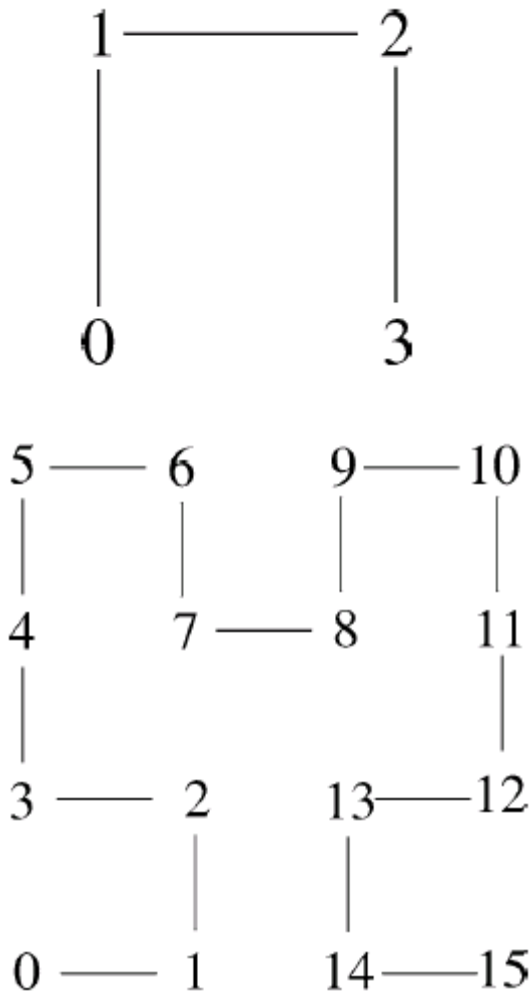
Επερώτημα
“Πλησιέστερου
Γείτονα”

Σημασιολογικό caching σε LDQ

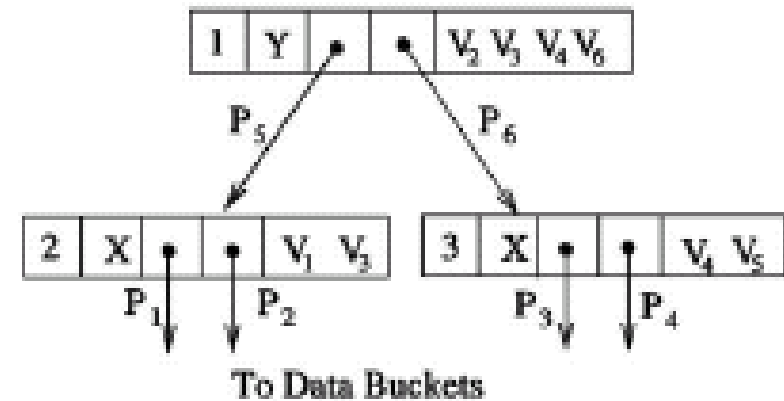
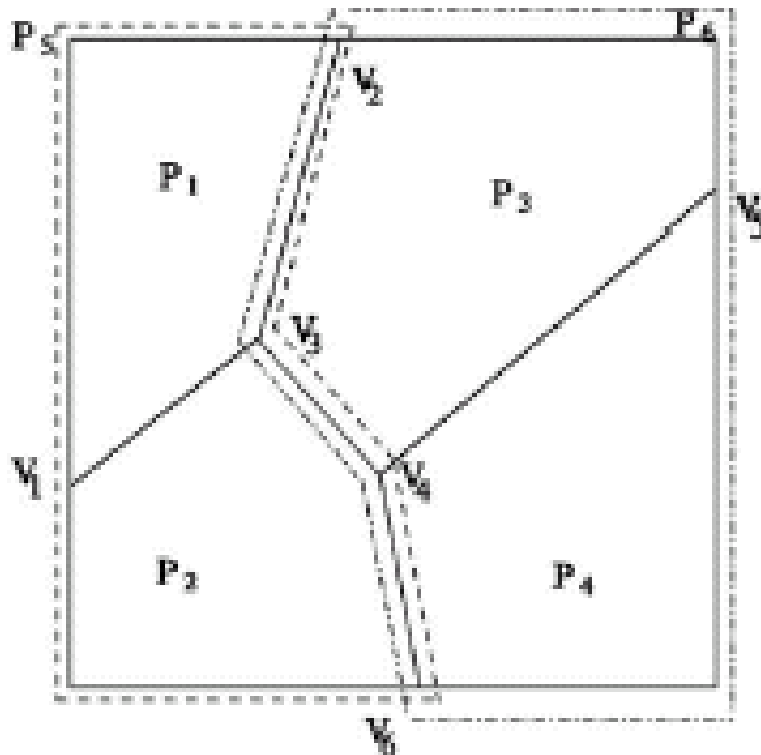
- Αντικατάσταση του Furthest Away (FAR)
- Θεώρηση της κινητικότητας/κατεύθυνσης του χρήστη και της απόστασης από τα cached αντικείμενα



Ευρετήριο για χωροταξικά δεδομένα



Planar Point Location ευρετήριο



Γενικά περί Συναλλαγών

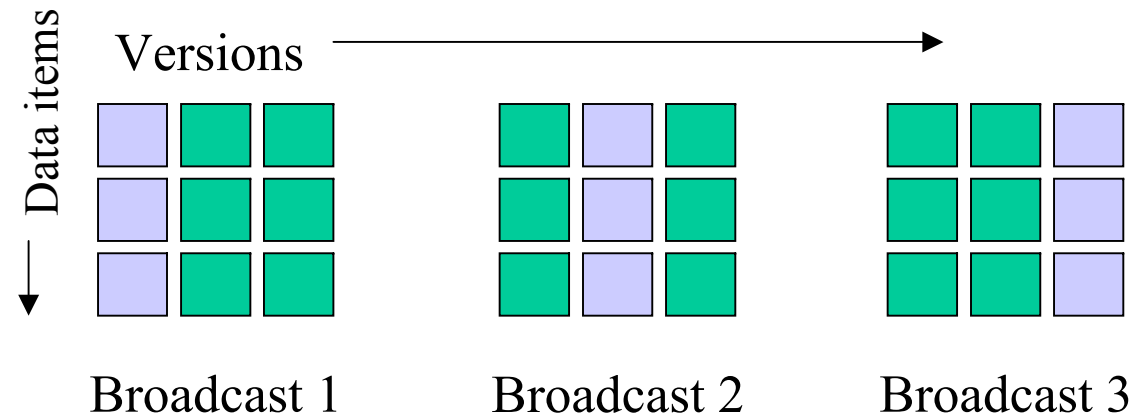
- Μια συναλλαγή αποτελείται από μια ακολουθία λειτουργιών **read/write** και τελειώνει με μια λειτουργία **commit**
- Η (γενικά παραδεκτή) σημασιολογία των συναλλαγών απαιτεί ότι
 - Όλες οι λειτουργίες σε μια συναλλαγή να εκτελούνται “*atomically*”, δηλ.
 - όλες οι λειτουργίες εκτελούνται όπως εάν αποτελούσαν 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 τερματιζόταν πριν την T2
 - T1: Read(x) commit
 - T2:Read(x) Write(x) commit
 - Η διάταξη σειριοποίησης είναι: T1 πριν την T2, δηλ., T1;T2

Συναλλαγές σε ασύρματα δίκτυα

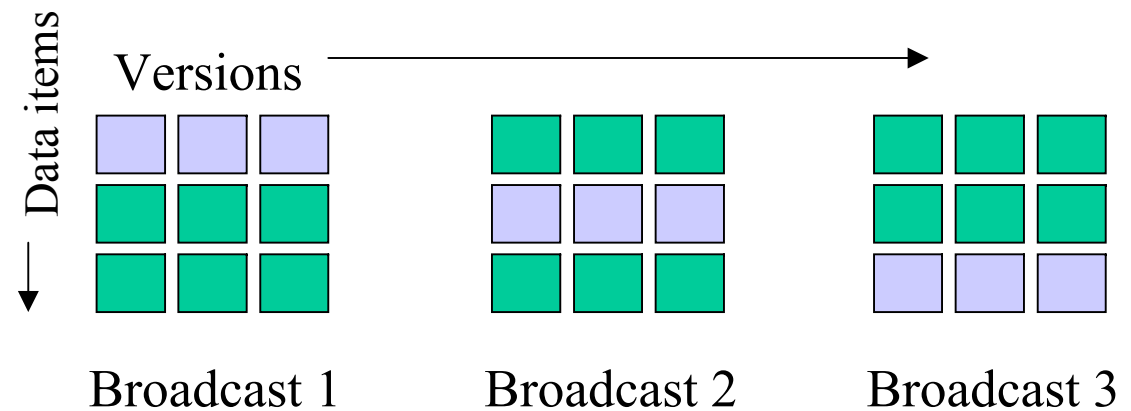
- Στο παράδειγμα, οι T1 και T2 διαβάζουν την ίδια τιμή για το x , αλλά η T2 αλλάζει το x και τερματίζεται (στο server) πριν τερματίσει η T1:
 - T1: Read(x) commit
 - T2:Read(x) Write(x) commit
- Θα πρέπει να σταματήσουμε την T1 ή να την επιτρέψουμε να τερματίσει?
- Λύση: **Versioning**
 - Ένας αριθμός 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

Εναλλακτικές Versioning

Vertical



Horizontal



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

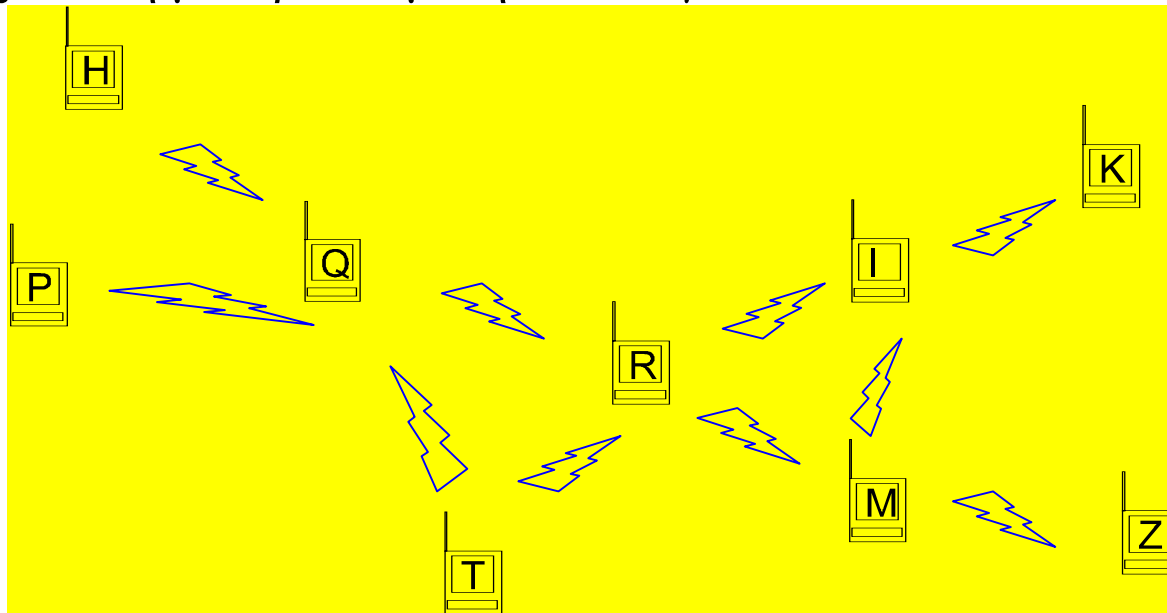
Περιεχόμενα

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

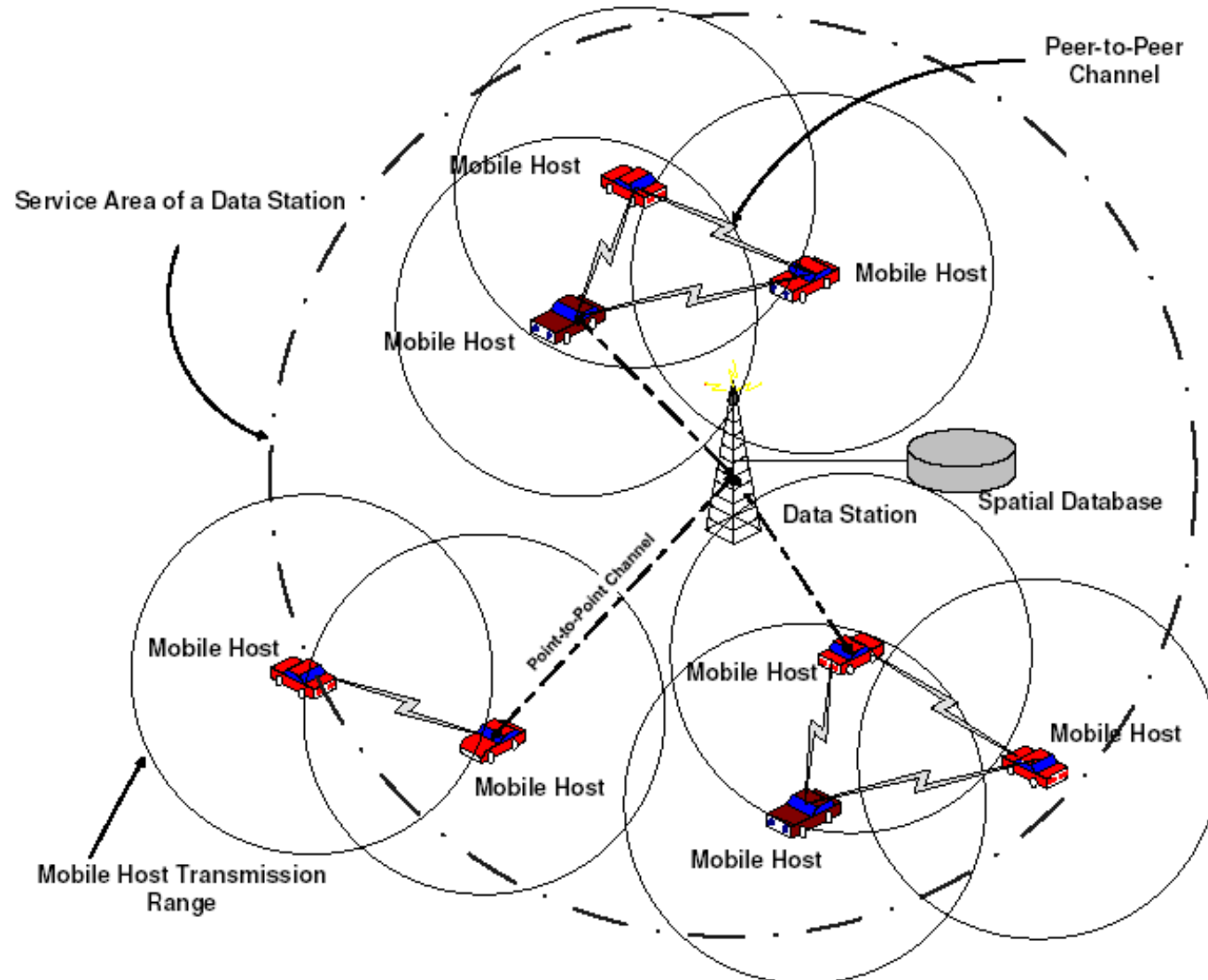
Mobile Ad Hoc Δίκτυα

- **MANET = Mobile Ad Hoc Networks**

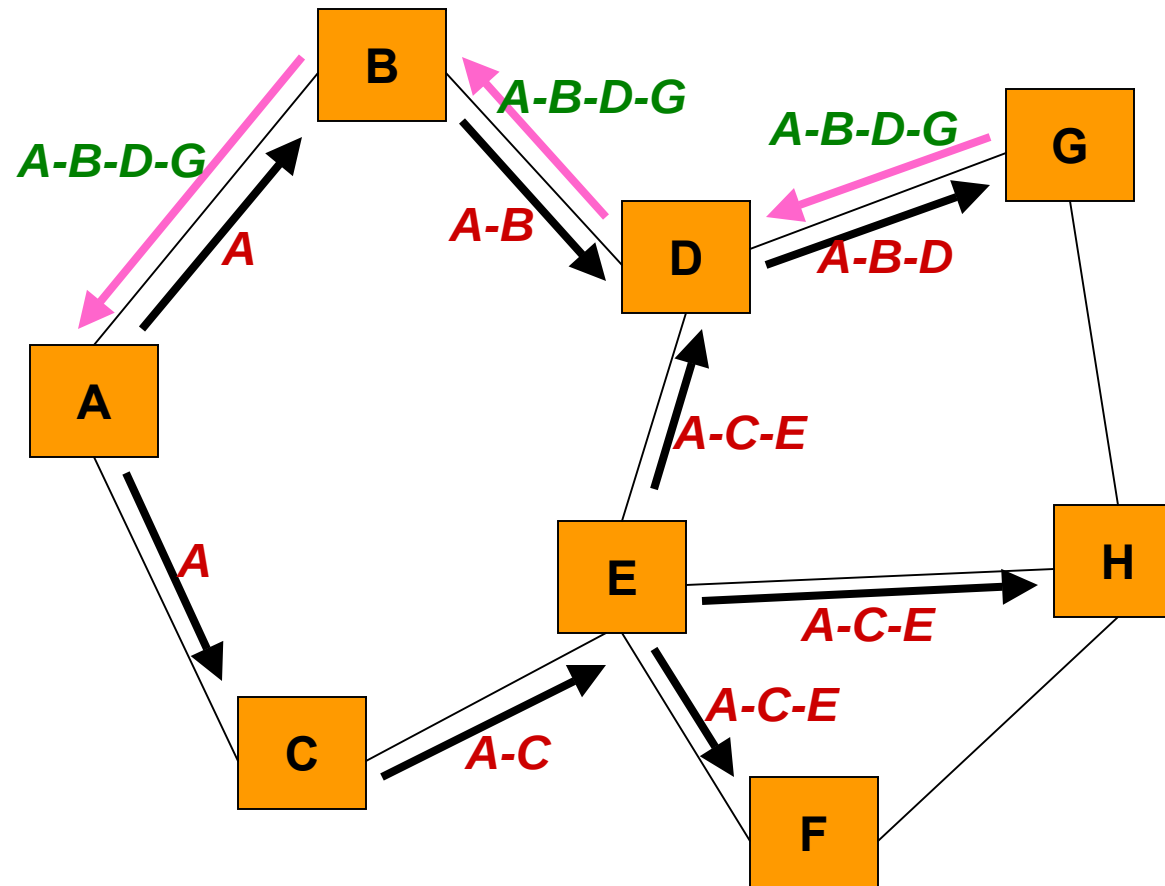
- Ένα σύνολο κινητών hosts, κάθε ένας εκ των οποίων έχει πομποδέκτη (transceiver)
- Δεν υπάρχουν σταθμοί βάσης, ούτε υποδομή σταθερού δικτύου
- **multi-hop** επικοινωνία
- Απαιτείται ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης (routing) το οποίο να μπορεί να χειρίζεται τη μεταβαλλόμενη τοπολογία



Υβριδικά MANETs



Δρομολόγηση σε MANETs: DSR

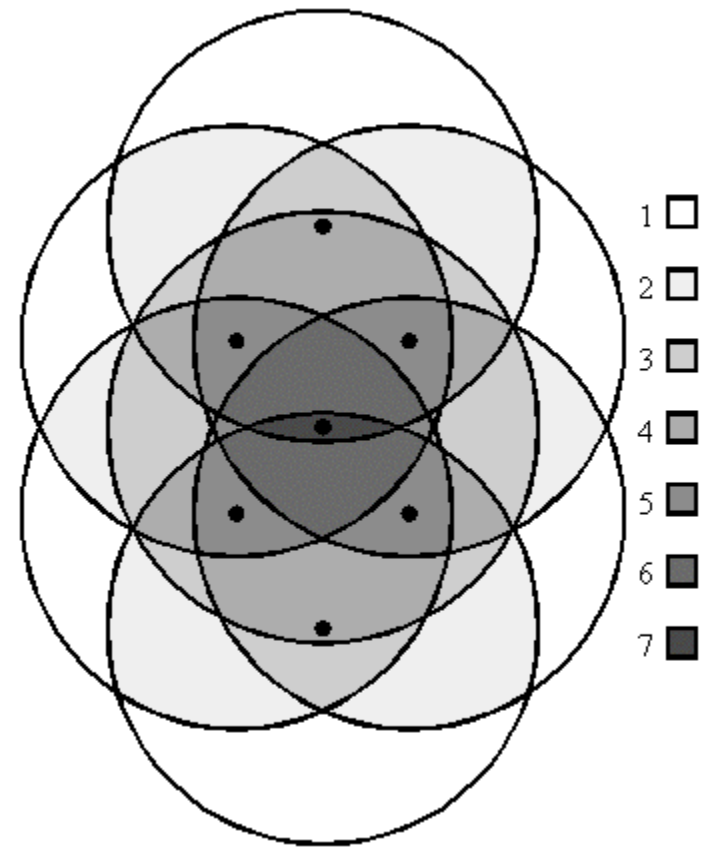
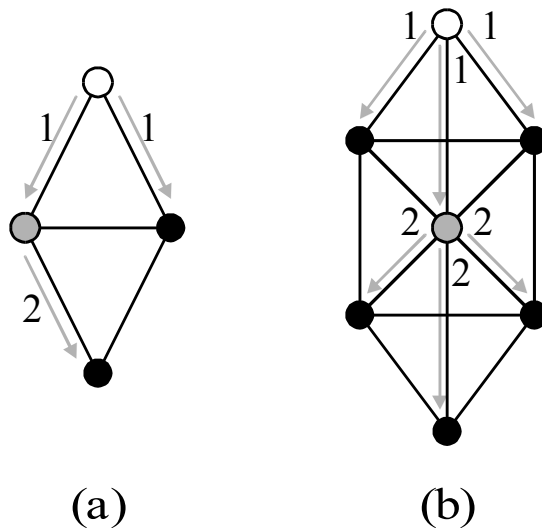


Πρωτόκολλα Routing

- 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)

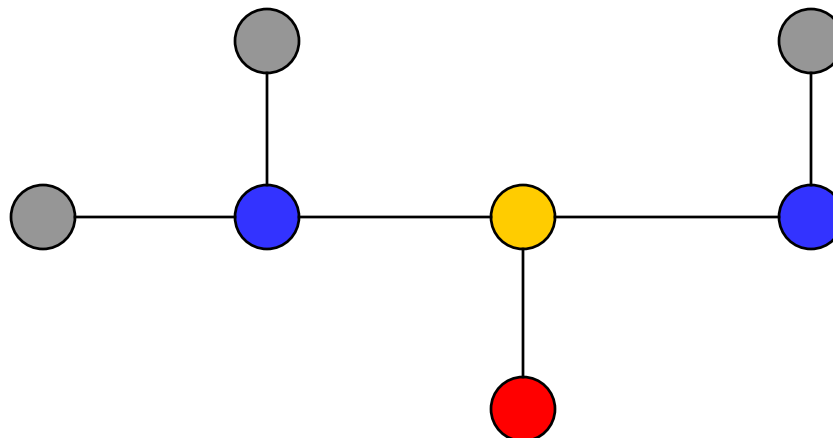
Το πρόβλημα “broadcast storm”

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

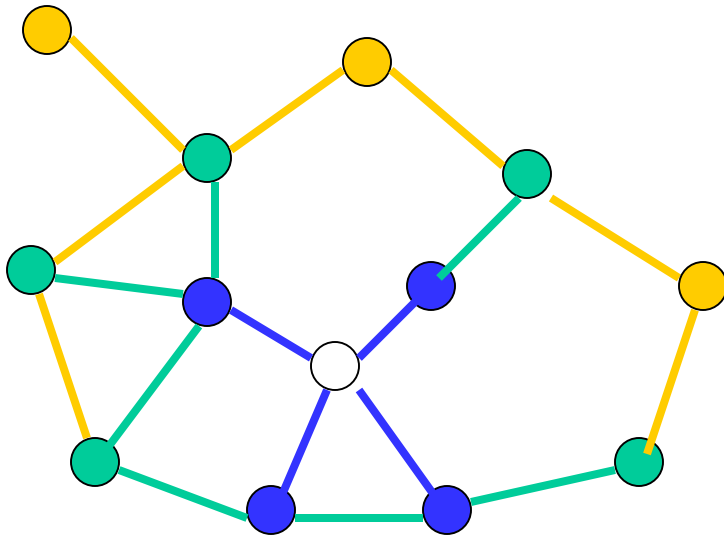


Connected Dominating Sets

- 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.



Localized αλγόριθμοι

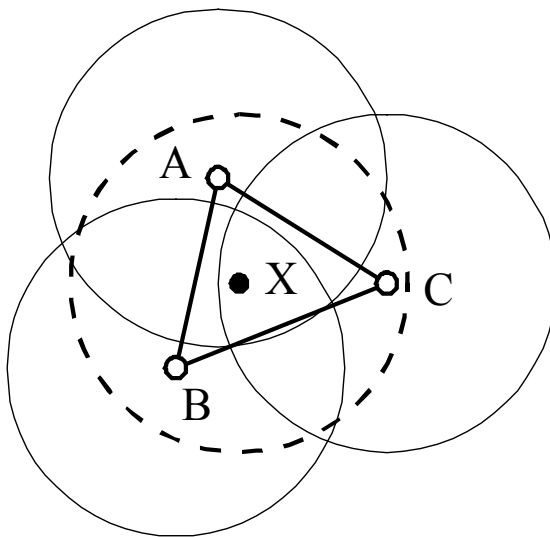
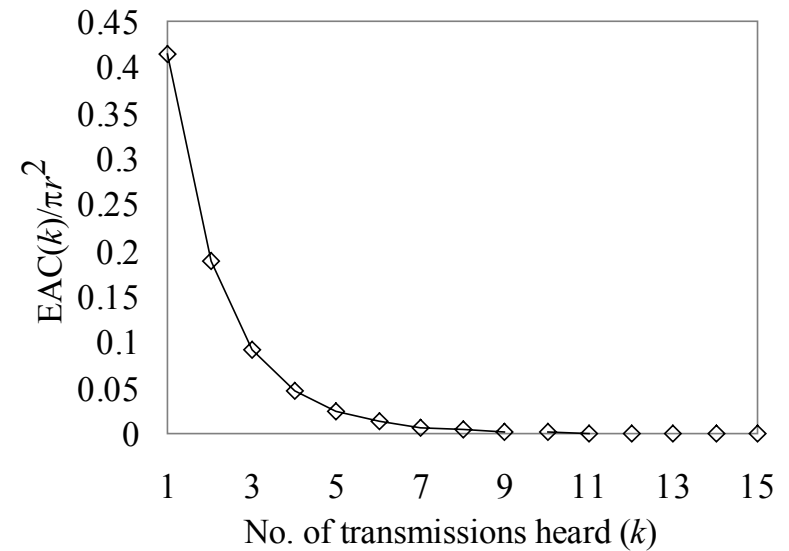


1-hop πληροφορία
2-hop πληροφορία
3-hop πληροφορία

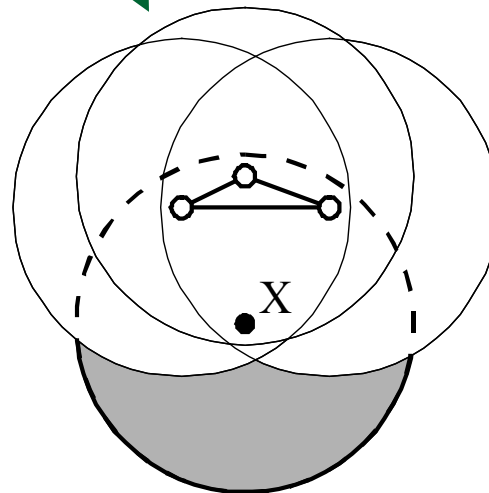
- k-hop πληροφορία
 - Ανακαλύπτεται via k γύρους από ανταλλαγές **Hello** μηνυμάτων
 - Τοπολογία και άλλες πληροφορίες
 - Συνήθως $k=1, 2$, ή 3
- Συσσώρευση πληροφορίας vs. Διάχυση πληροφορίας

Πιθανοκρατικά σχήματα

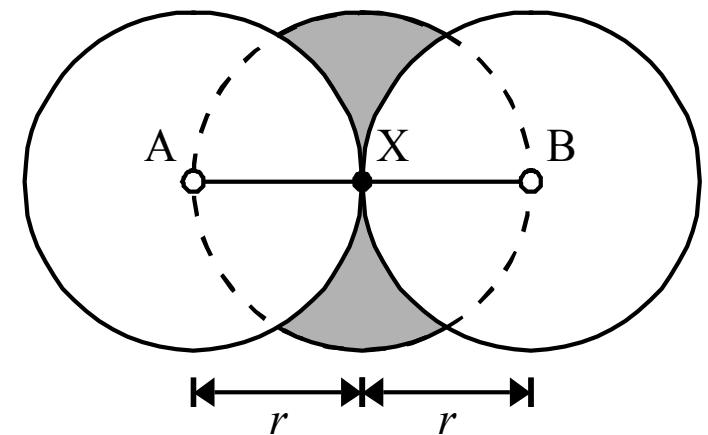
- Probabilistic
- Counter-based
- Location-based
- Area-based



(a)

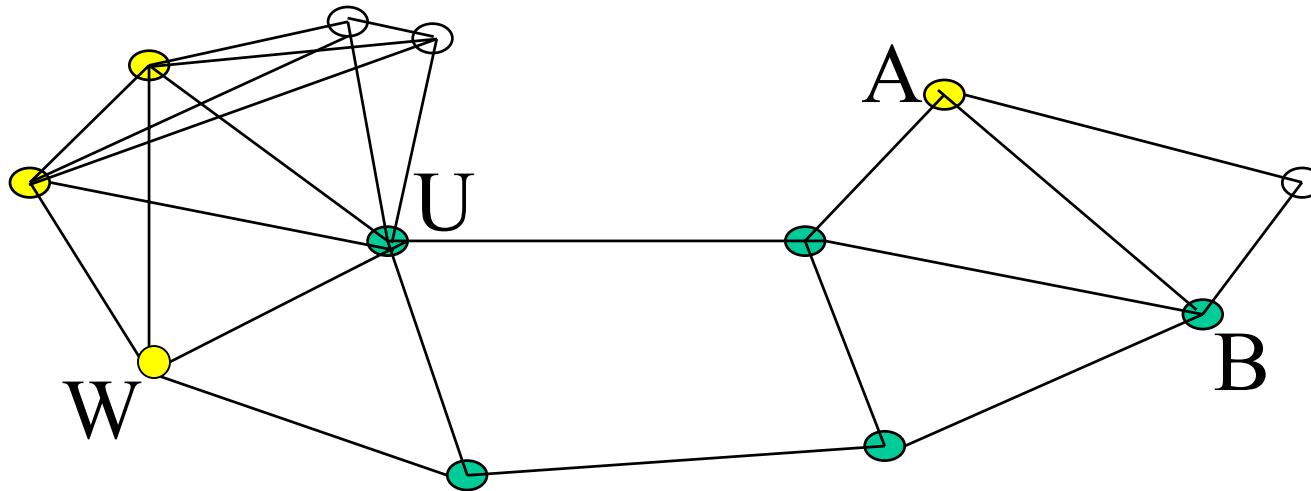


(b)



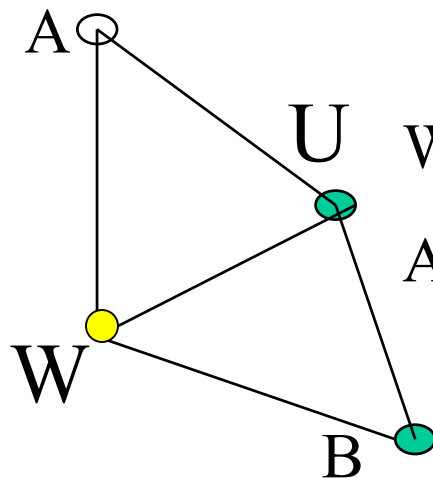
(c)

“Αξιόπιστα” σχήματα: WL99



Intermediate node = έχει δυο unconnected neighbors ● ●

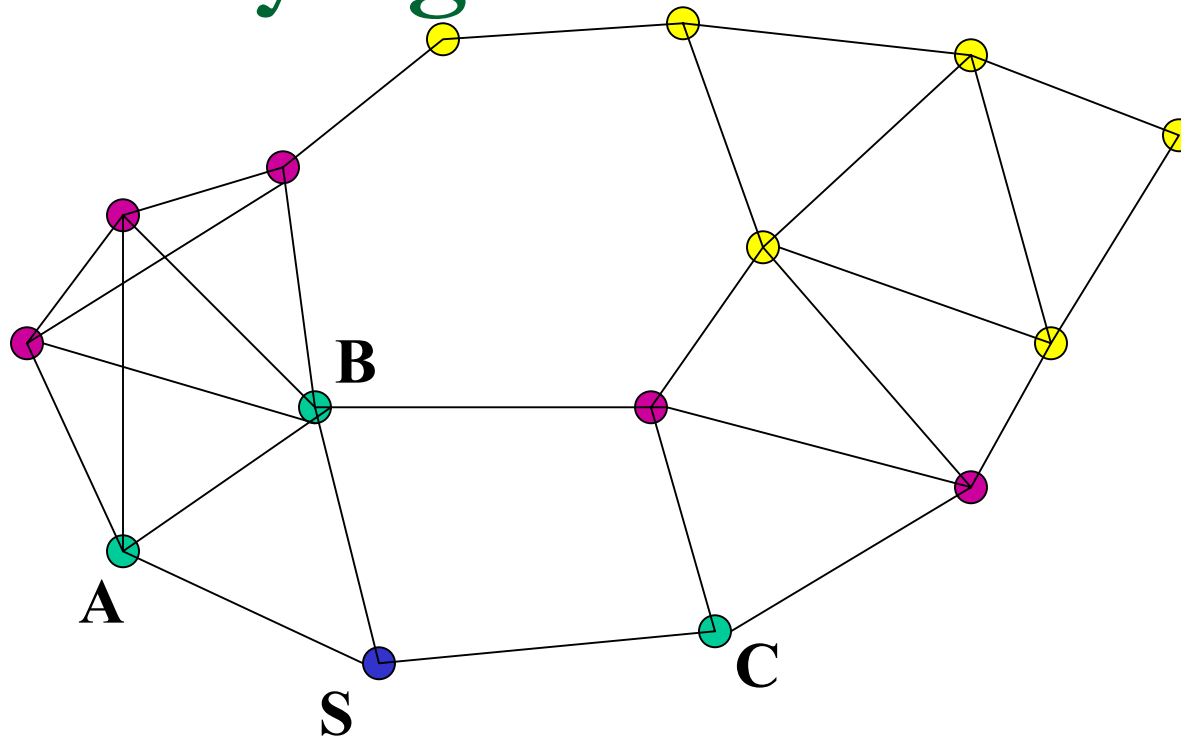
Inter-gateway = + not covered by any neighbor ●



W covered by $U = A \cup B$ replaced by $A \cup B \forall A, B$

Any neighbor of W is neighbor of U & $id(w) < id(u)$

“Αξιόπιστα” σχήματα: Multipoint Relaying

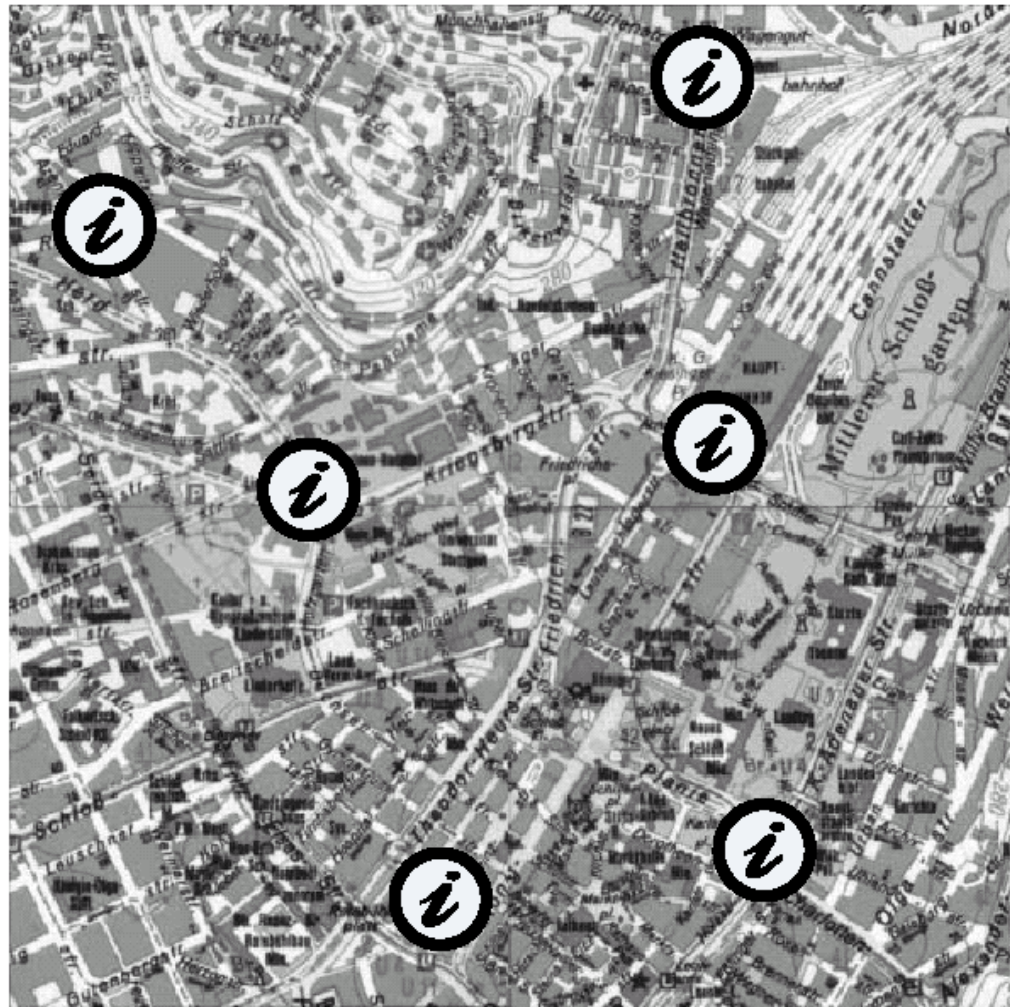


S: source or
relay σημείο

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

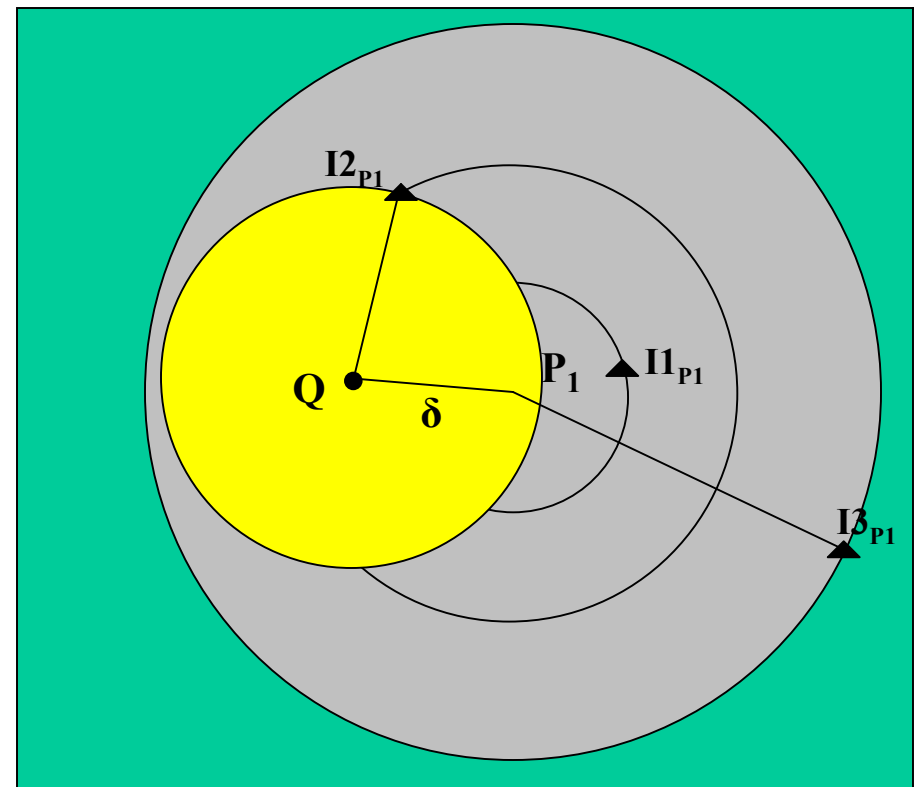
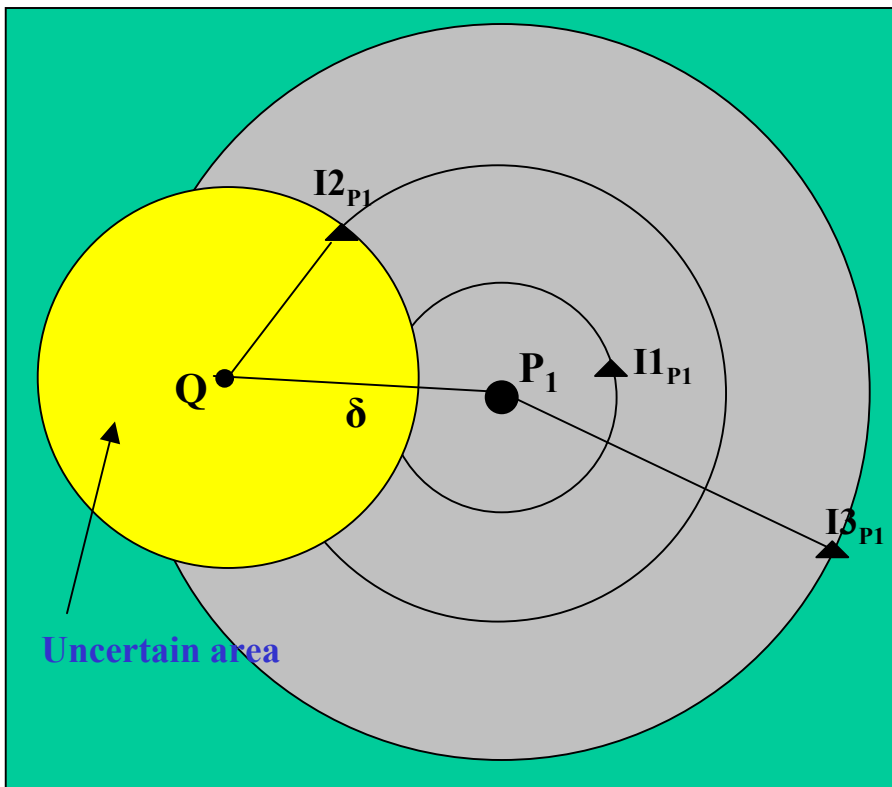
Hoarding

- 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](#))



Συνεργατικό caching

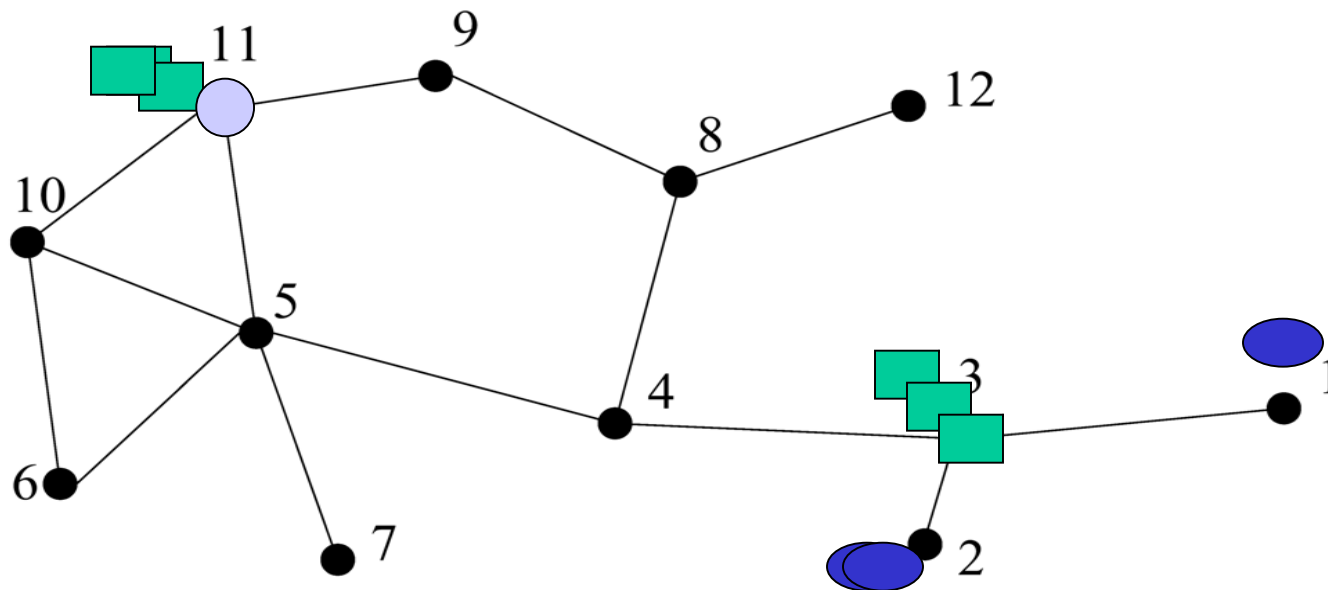
- Χρήση της cache άλλου κινητού για απόκτηση κάποιων απαντήσεων



Caching δεδομένα ή μονοπάτια

➡ Cache the Data (CacheData)

➡ Cache the Data Path (CachePath)



Περιεχόμενα

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

Ενσωματωμ. Δικτυακοί Αισθητήρες

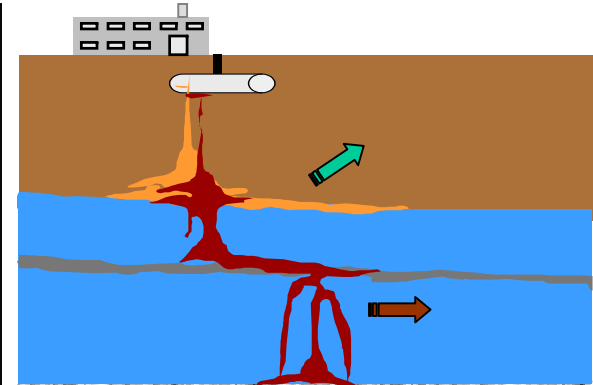


Αντιδράσεις στις
Σεισμικές Δονήσεις

Θαλάσσιοι
Μικροοργανισμοί

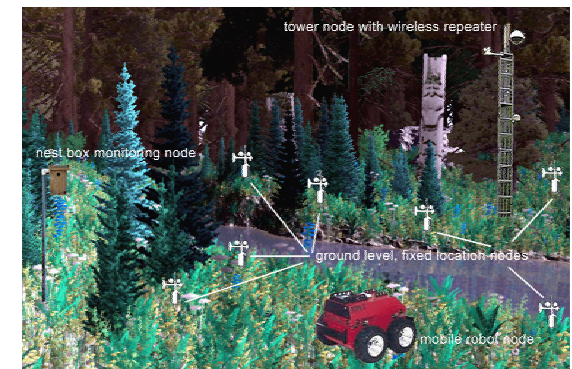


- Μικρο-αισθητήρες, on-board επεξεργασία, και ασύρματη διασύνδεση, όλα εφικτά σε πολύ μικρή κλίμακα
 - παρακολούθηση φαινομένων “από κοντά”
- Θα επιτρέψουν **spatially και temporally** πυκνή παρακολούθηση του περιβάλλοντος
- **Ενσωματωμένοι Δικτυακοί Αισθητήρες** θα αποκαλύψουν τώρα άγνωστα φαινόμενα

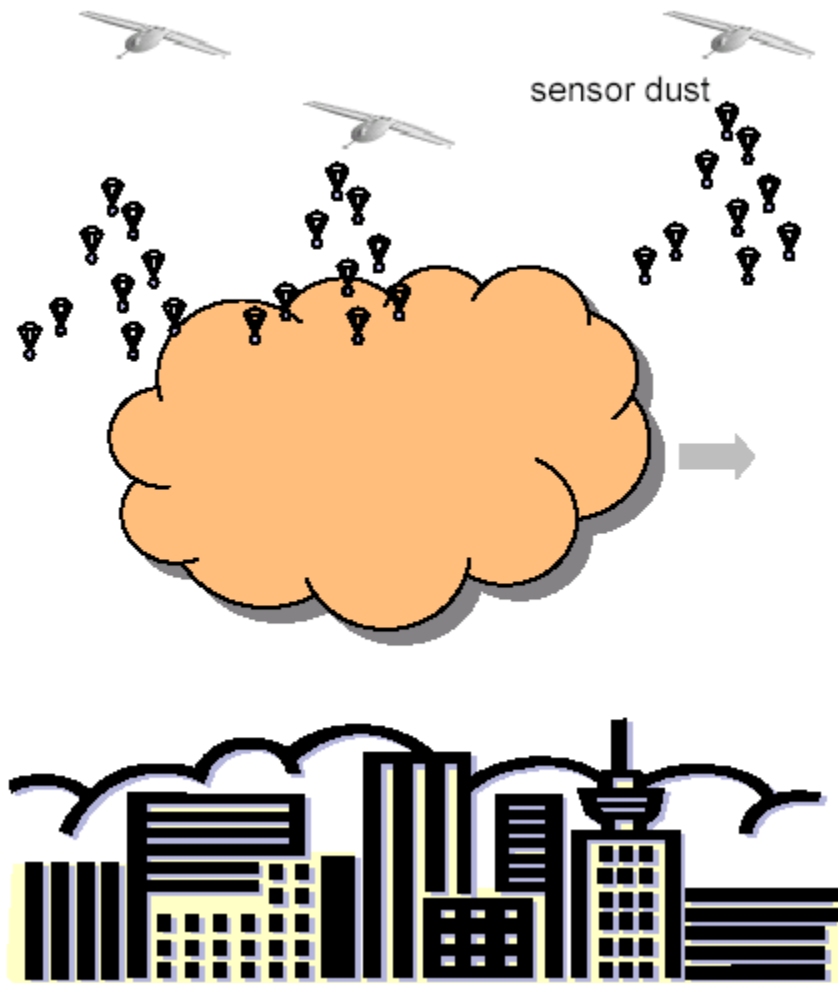


Μεταφορά Μόλυνσης

Οικοσυστήματα,
Βιοποικιλότητα



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

Συστήματα κόμβων αισθητήρων



Acoustic, seismic, image, magnetic, etc. interface

sensors

CPU

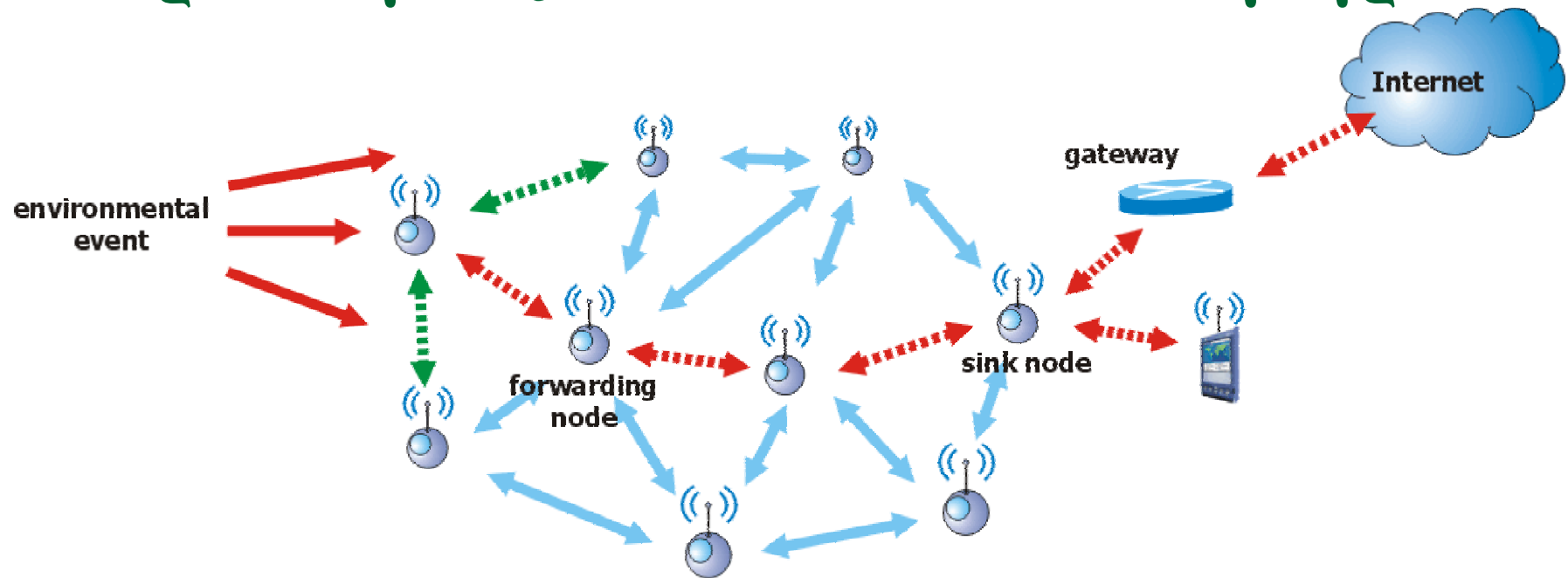
radio

Electro-magnetic interface

battery

Limited battery supply

Προκλήσεις στα δίκτυα αισθητήρων

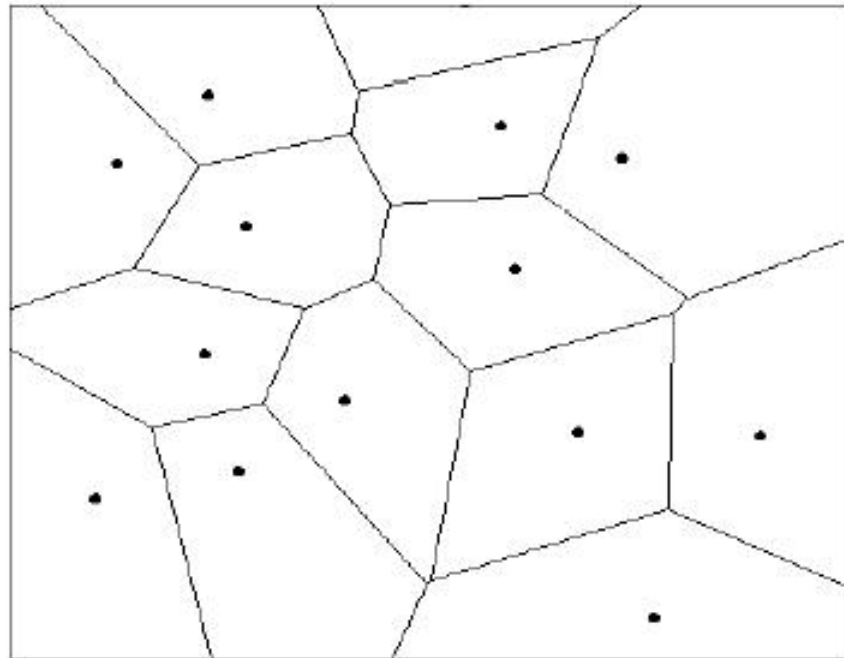


Στόχοι

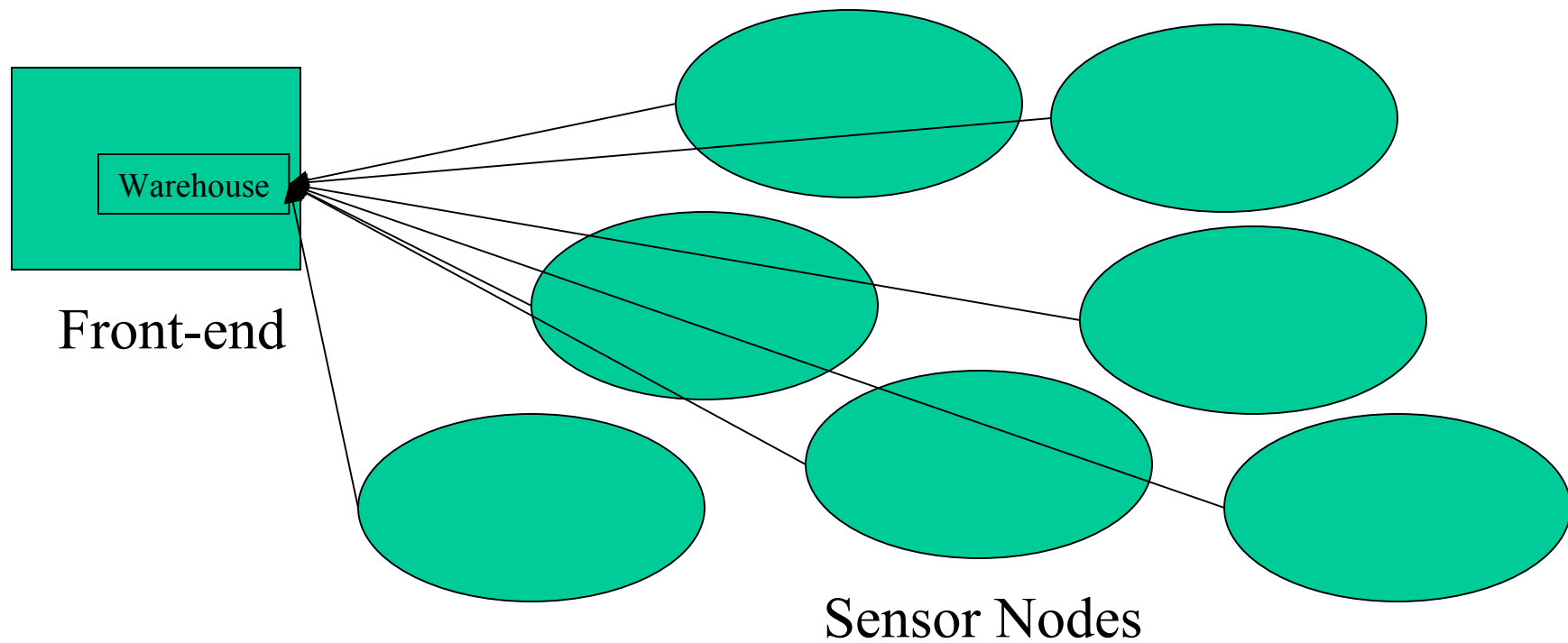
- Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας
- Μεγιστοποίηση διάρκειας ζωής κόμβων
- Κατανομή του φόρτου ισότιμα στους κόμβους
- Κλιμάκωση (κατανεμημένοι αλγόριθμοι)

Πρόβλημα Coverage

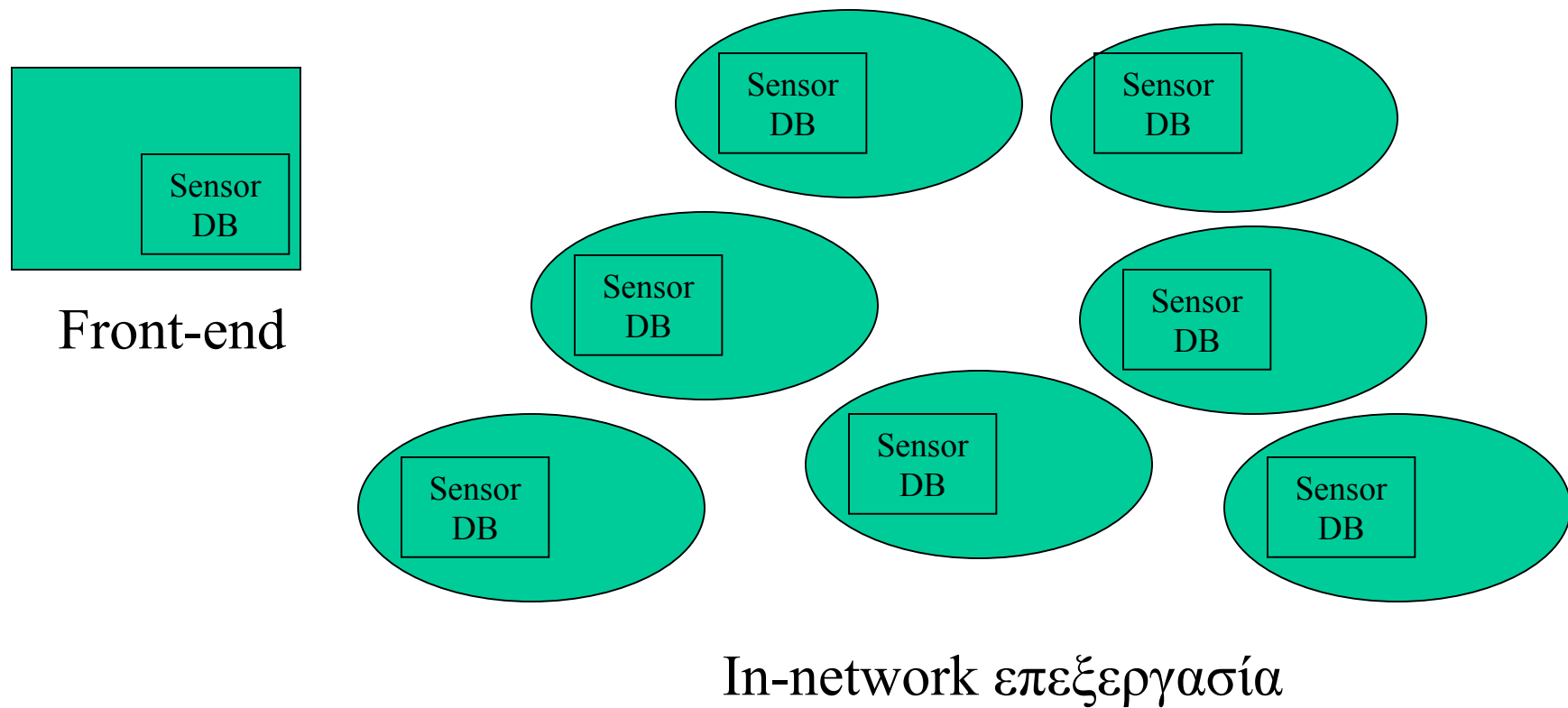
- *Voronoi διάγραμμα* ενός συνόλου σημείων
 - Διαμερίζει το επίπεδο σε ένα σύνολο κυρτών πολυγώνων, τέτοιων ώστε όλα τα σημεία μέσα σε ένα πολύγωνο είναι πιο κοντά σε ένα μόνο σημείο



Παραδοσιακή αντίληψη

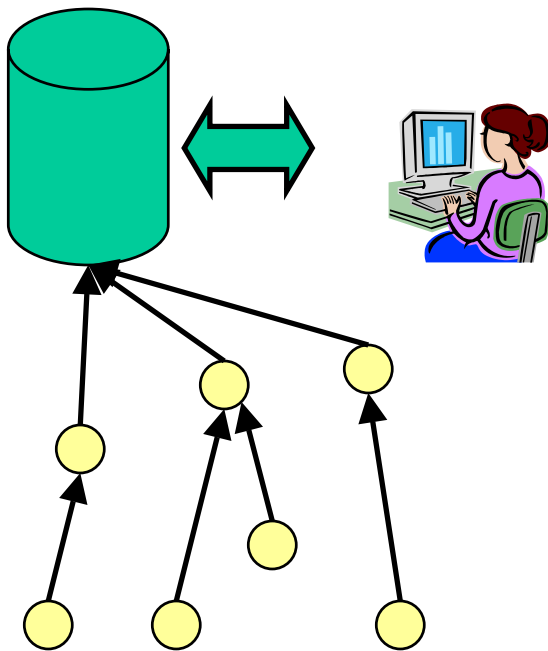


Βάση Δεδομένων Αισθητήρων

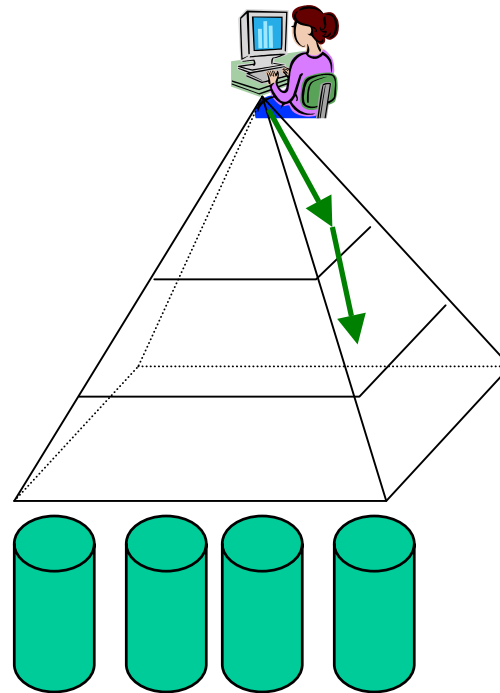


Αποθήκευση και επερώτηση

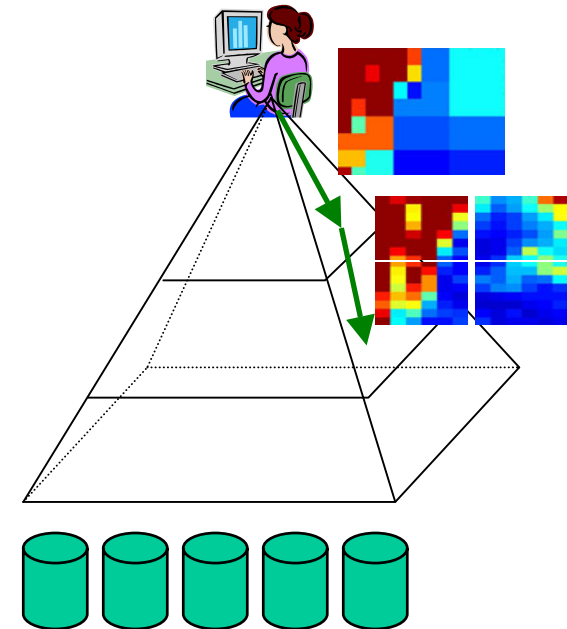
A. Κεντρική αποθήκευση



B. Τοπική αποθήκευση



C. Πολλαπλής ανάλυσης αποθήκευση



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 ερωτήσεων σε αισθητήρες
 - Επεξεργασία τμημάτων ερωτημάτων σε αισθητήρες
 - Κατανομή τμημάτων ερωτήσεων
 - Προσαρμογή σε μεταβαλλόμενες συνθήκες του δικτύου
 - Διαχείριση αποτυχίας κόμβων και επικοινωνιών

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

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 = 1s

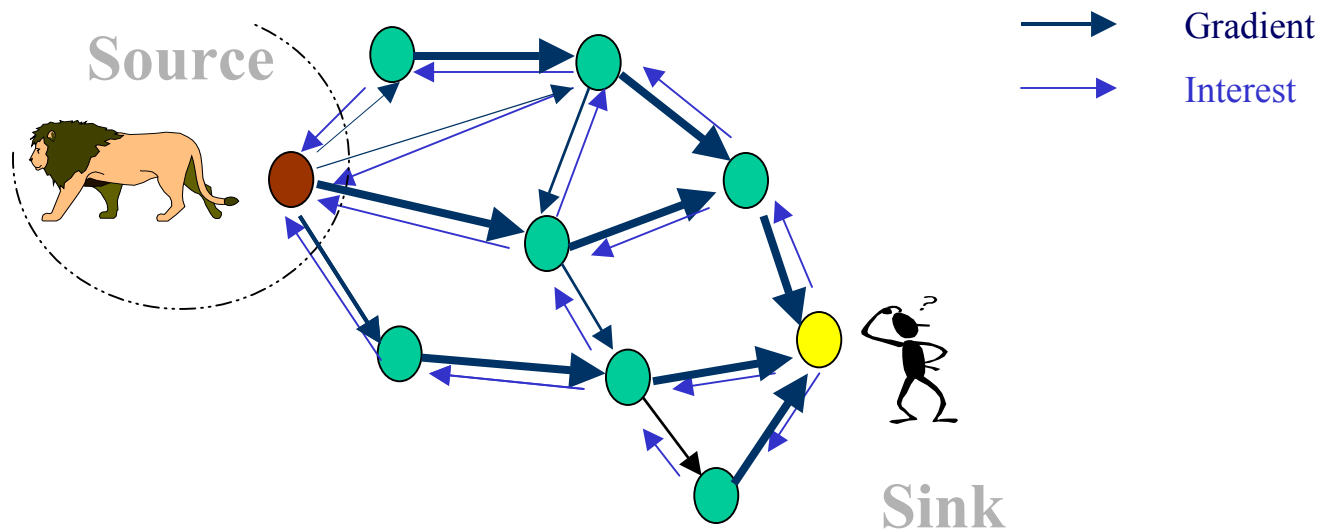
rect = [-100,100,200,200]

timestamp = 01:20:40

expiresAt = 01:30:40

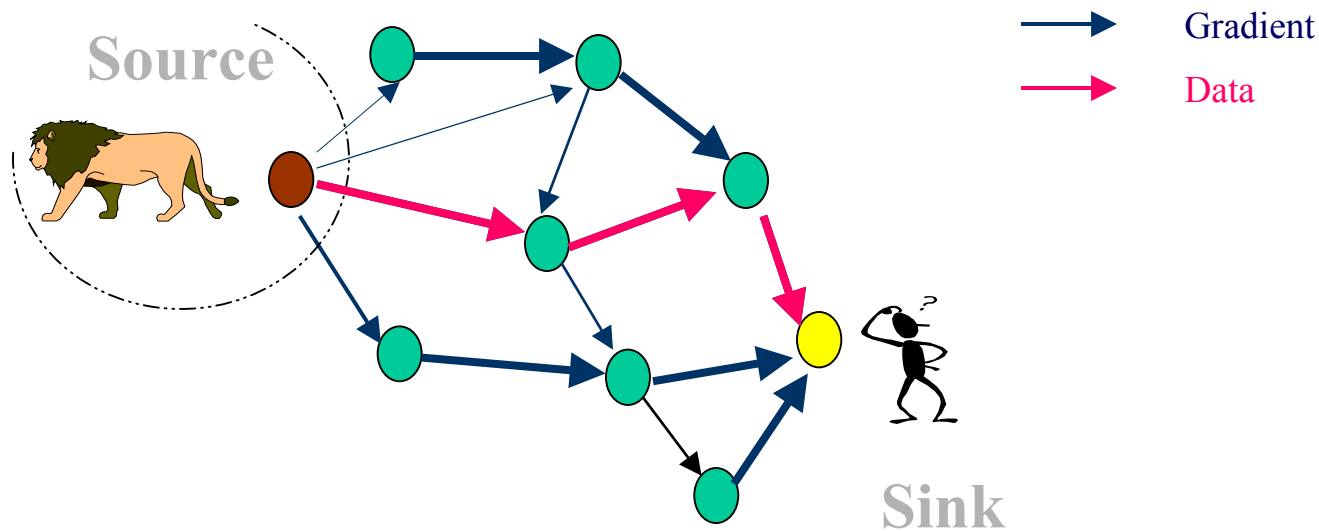
Directed Diffusion

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



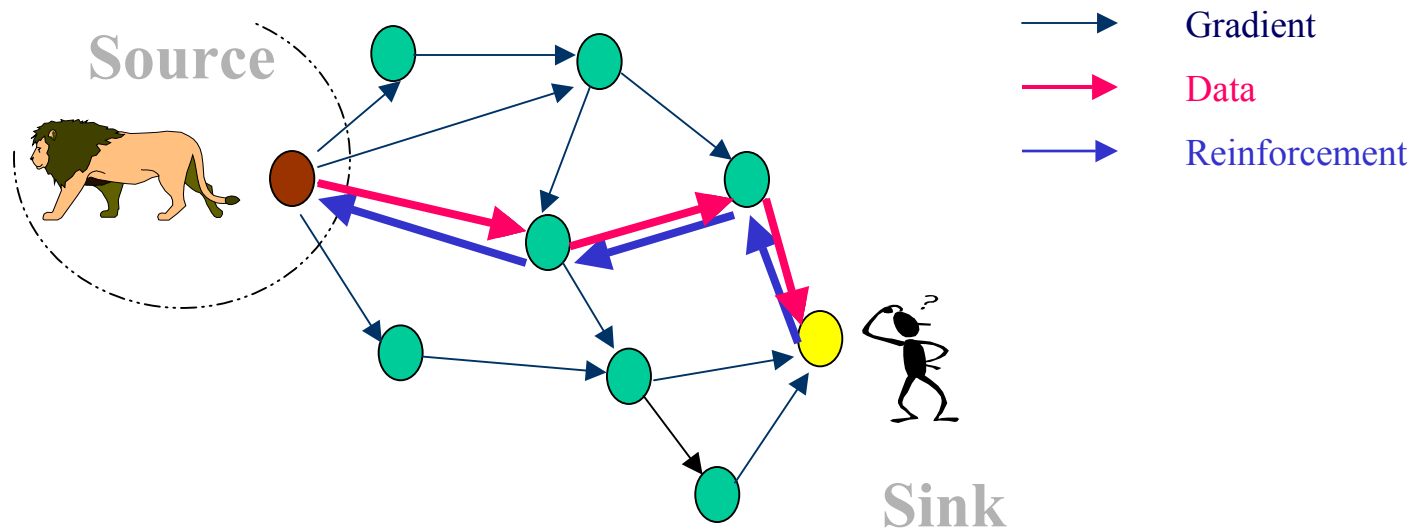
Directed Diffusion

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



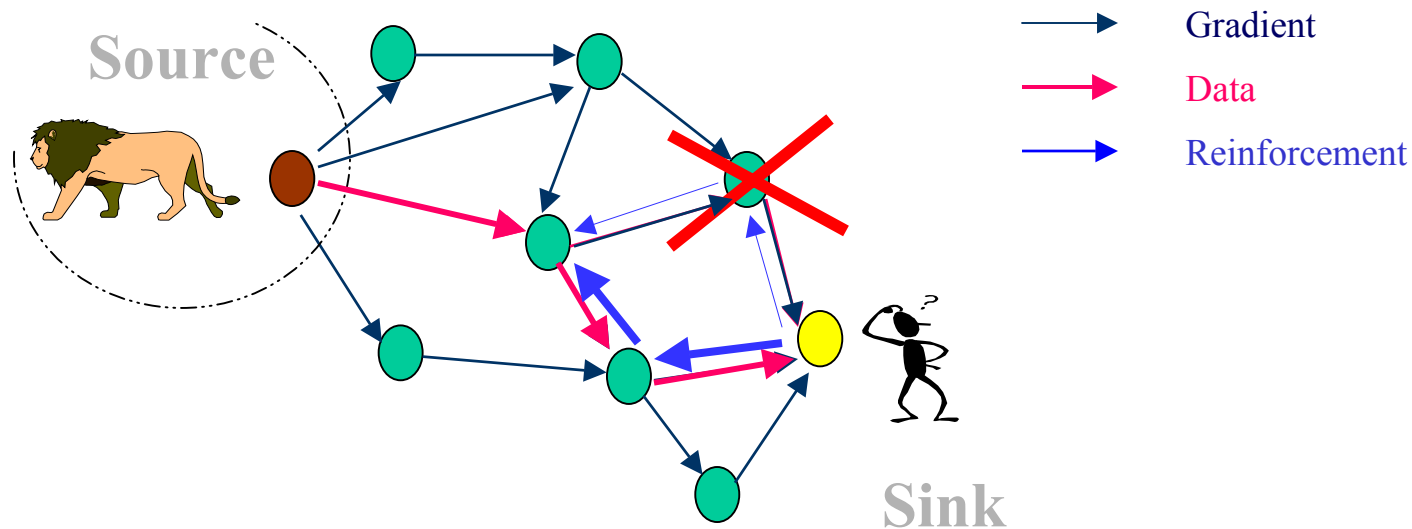
Directed Diffusion

- 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.

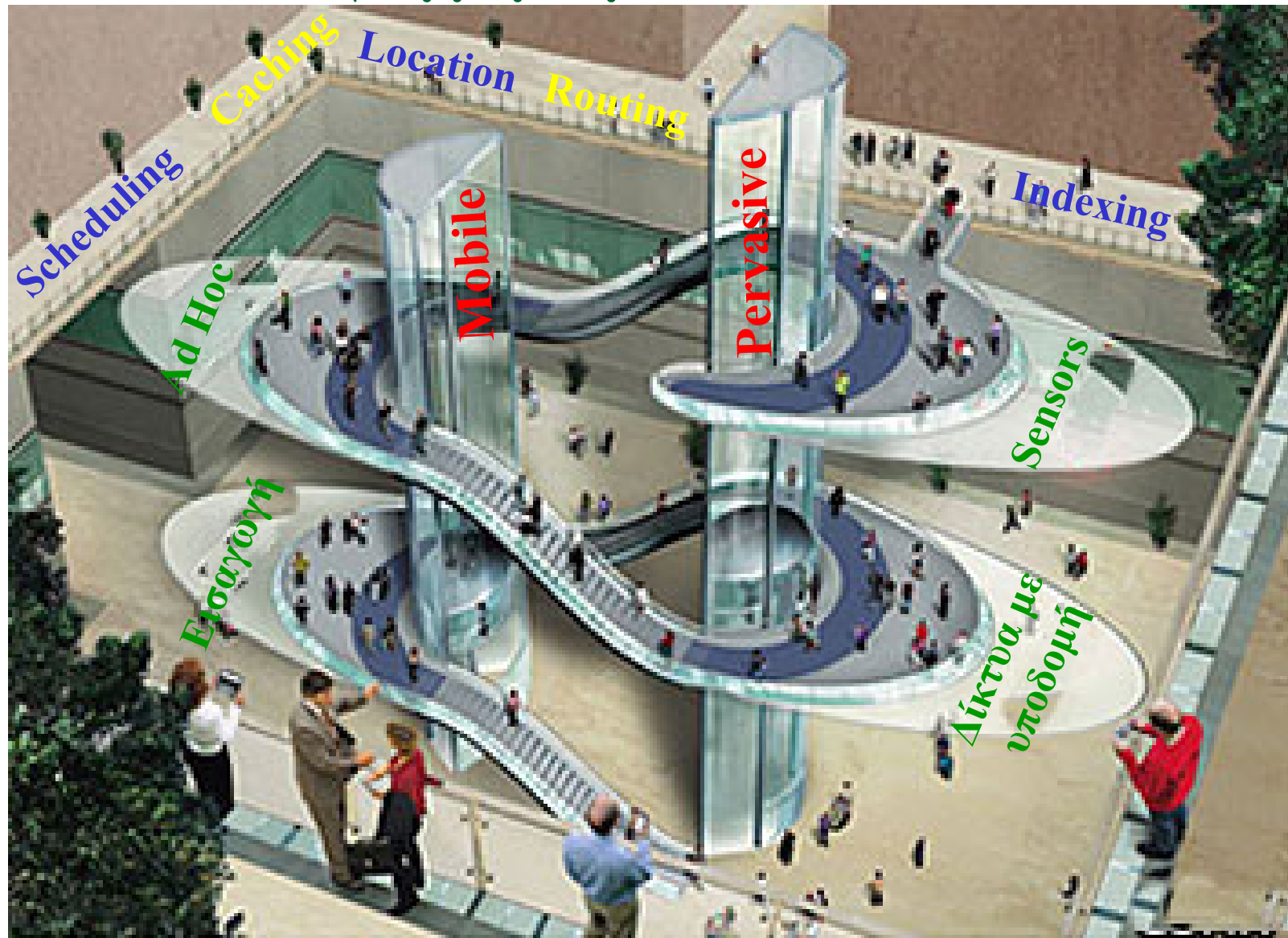


Directed Diffusion

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



Τέλος περιήγησης ...



Η Ιθάκη μας ...

