

Κινητός και Διάχυτος Υπολογισμός (Mobile & Pervasive Computing)

Δημήτριος Κατσάρος, Ph.D.

Χειμώνας 2005

Διάλεξη 8η

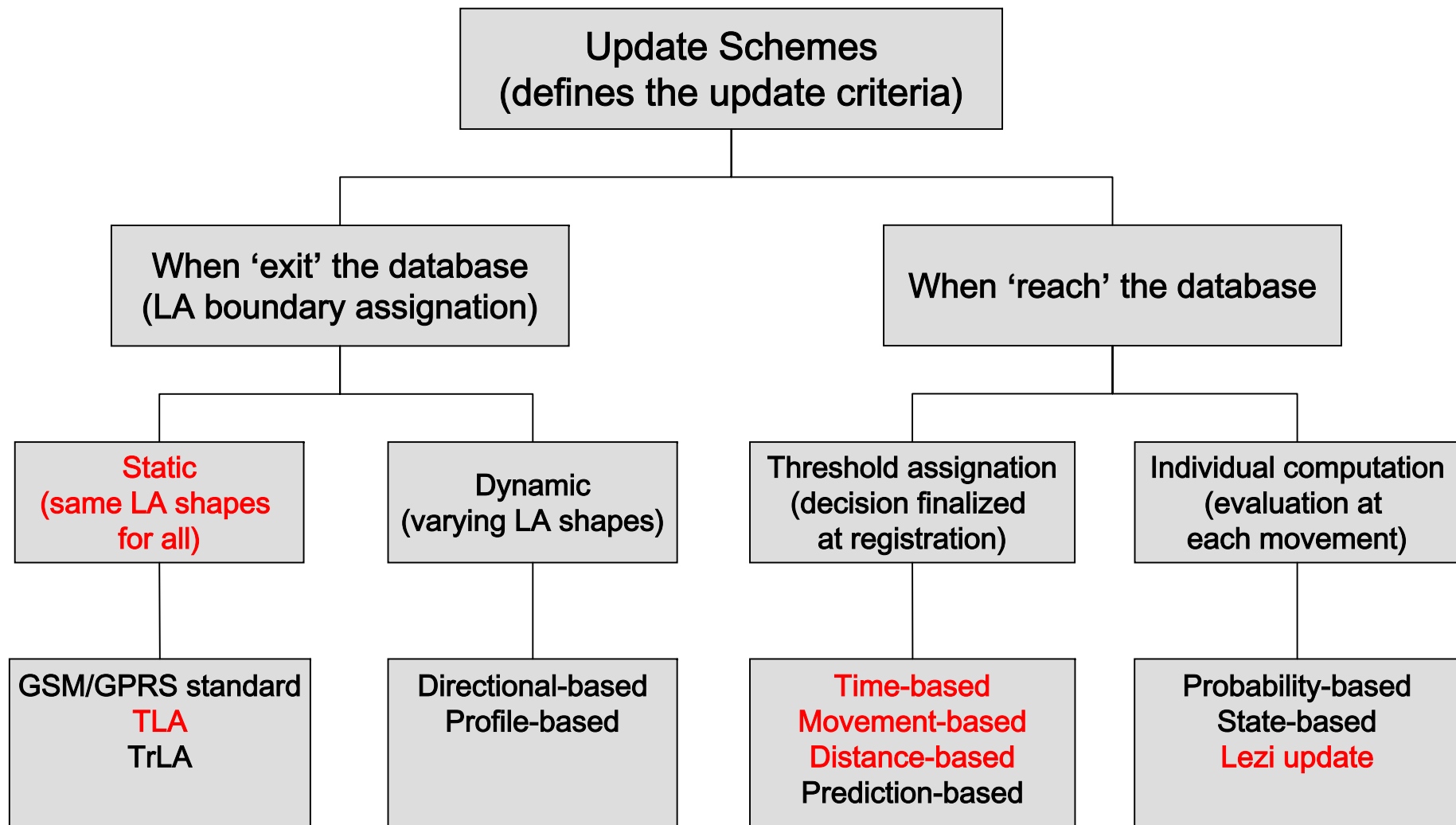
Ιστοσελίδα του μαθήματος

- http://skyblue.csd.auth.gr/~dimitris/courses/mpc_fall05.htm
- http://skyblue.csd.auth.gr/~dimitris/courses/mpc_fall05/
 - **books/**
 - **Δυο edited βιβλία για Ad Hoc networks**
 - **lectures/**
 - **papers/**
 - **proj_papers/**
 - **present_papers/**
- Τοποθετούνται οι διαφάνειες του επόμενου μαθήματος
- Τοποθετούνται τα research papers που αντιστοιχούν σε κάθε διάλεξη. Τα σημαντικά με πρόθεμα **MUST_BE_READ**

Περιεχόμενα

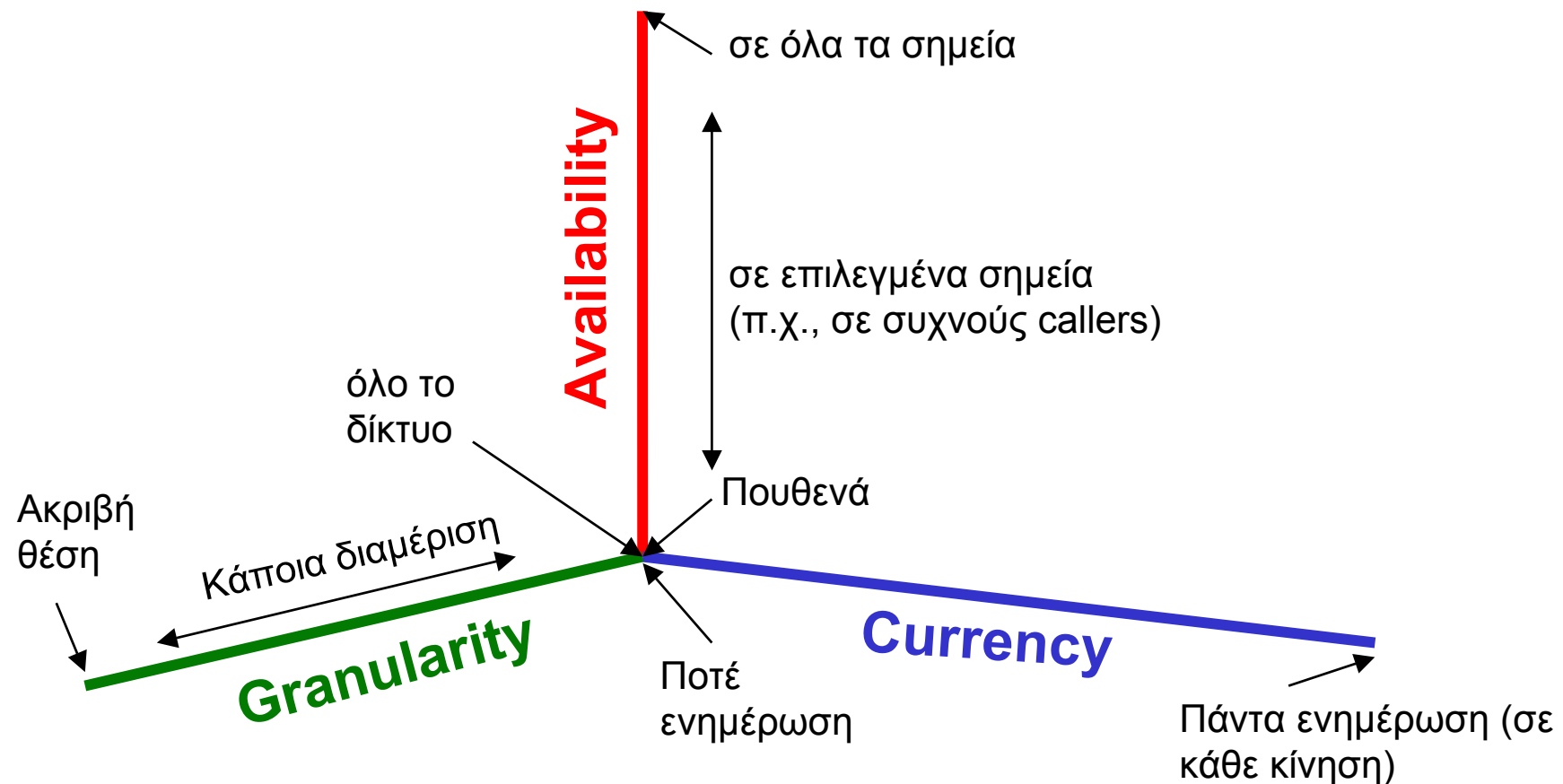
- Διαχείριση θέσης: LeZi-Update
- Κινητά Ad Hoc δίκτυα
 - Το πρόβλημα των Broadcast Storms
 - Μέθοδοι για 100% κάλυψη (reliable) (επόμενη διάλεξη)
 - Μέθοδοι για μη εγγυημένη (100%) κάλυψη (non-reliable)
 - Μη-προσαρμοζόμενες μέθοδοι
 - Προσαρμοζόμενες μέθοδοι

Κατηγοριοποίηση τεχνικών



Σύνοψη εύρεσης κινητών

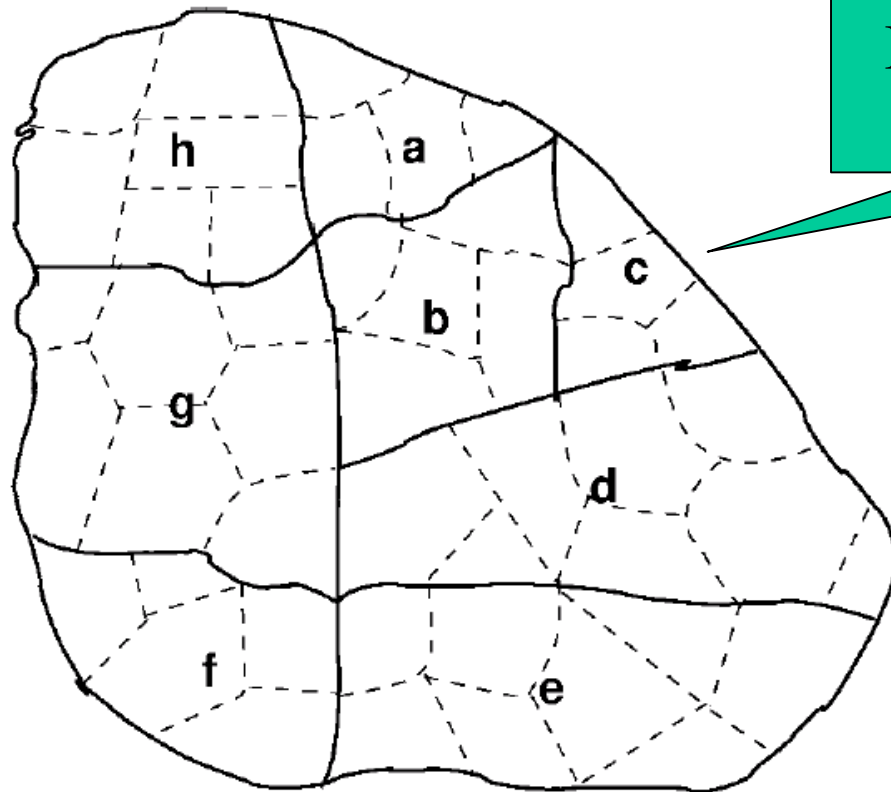
Τι (granularity), πού (availability) πότε (currency) να αποθηκευτεί



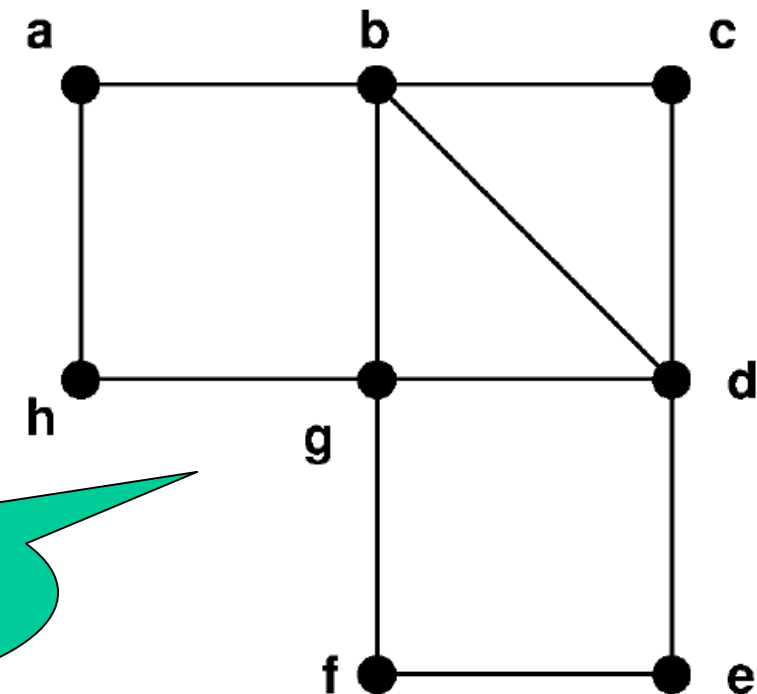
Η τεχνική LeZi-Update (1/11)

- Μοντέλα τοπολογίας δικτύου
 - γεωμετρικά μοντέλα
 - **συμβολικά μοντέλα**
- Τα γεωμετρικά μοντέλα
 - Εύκολα
 - Γενικά
 - Επιτρέπουν πρόβλεψη

Η τεχνική LeZi-Update (2/11)



Πραγματική τοπολογία
κυψελοειδούς δικτύου



Συμβολική
αναπαράσταση

Η τεχνική LeZi-Update (3/11)

User movement between 9:00 a.m. and 9:00 p.m.

Time	a.m.			p.m.							
	11:04	11:32	11:57	3:18	4:12	4:52	5:13	6:11	6:33	6:54	...
Crossing	$a \rightarrow b$	$b \rightarrow a$	$a \rightarrow b$	$b \rightarrow a$	$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow c$	$c \rightarrow b$	$b \rightarrow a$	...

Ακολουθία αναφορών διαφόρων σχημάτων ενημέρωσης θέσης

Time-based ($T = 1$ hr)	$aaabbbbacdaaa \dots$
Time-based ($T = 1/2$ hr)	$aaaaabbbbbbbbaabccddcaaaaa \dots$
Movement-based ($M = 1$)	$abababdcba \dots$
Movement-based ($M = 2$)	$aaacca \dots$
Time- and movement-based ($T = 1$ hr, $M = 1$)	$aaababbbbbaabccddcbaaaa \dots$

Η τεχνική LeZi-Update (4/11)

Definition 1. The *movement history* of a user is a string “ $v_1 v_2 v_3 \dots$ ” of symbols from the alphabet ϑ , where ϑ is the set of zones under the service area and v_i denotes the zone-id reported by the i th update. Consequently, v_i ’s are not necessarily distinct.

Definition 2. The *mobility model* of a user is a *stationary stochastic process* $\mathcal{V} = \{V_i\}$, such that V_i assumes the value $v_i \in \vartheta$ in the event that the i th update reports the user in zone v_i . The joint distribution of any subsequence of V_i ’s is invariant with respect to shifts in the time axis, i.e.,

$$\begin{aligned} \Pr[V_1 = v_1, V_2 = v_2, \dots, V_n = v_n] \\ = \Pr[V_{1+l} = v_1, V_{2+l} = v_2, \dots, V_{n+l} = v_n] \end{aligned} \quad (1)$$

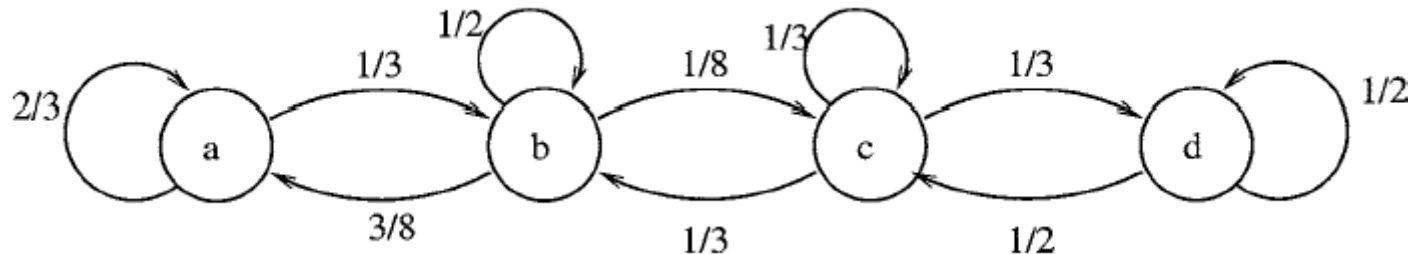
for every shift l and for all $v_i \in \vartheta$. The *movement history* is a *trajectory* or *sample path* of $\mathcal{V}$.

Η τεχνική LeZi-Update (5/11)

Για την ακολουθία αναφορών: **aaababbbbbaabccddcbaaaa**

- ***Ignorant model.*** The ignorant model disbelieves and disregards the information available from movement history. Due to the lack of knowledge, it assigns equal residence probabilities to all the eight zones in figure 1. In other words, $\pi_a = \pi_b = \pi_c = \pi_d = \pi_e = \pi_f = \pi_g = \pi_h = 1/8 = 0.125$. The assumption of uniform probability distribution suffers from the consequence that no single paging strategy can be adjudged better than another in terms of average paging cost
- ***IID model.*** The IID model assumes that V_i 's are independent and identically distributed. Using the relative frequencies of the symbols as estimates of residence probabilities, we obtain the residence probabilities as $\pi_a = 10/23 \approx 0.435$, $\pi_b = 8/23 \approx 0.348$, $\pi_c = 3/23 \approx 0.13$, $\pi_d = 2/23 \approx 0.087$, and $\pi_e = \pi_f = \pi_g = \pi_h = 0$.

Η τεχνική LeZi-Update (6/11)



→ **Markov model.** The simplest possible Markov model assumes that the process S is a time-invariant Markov chain, defined by

$$\begin{aligned} \Pr[V_k = v_k \mid V_1 = v_1, \dots, V_{k-1} = v_{k-1}] \\ = \Pr[V_k = v_k \mid V_{k-1} = v_{k-1}] \end{aligned} \quad (2)$$

$$= \Pr[V_i = v_i \mid V_{i-1} = v_{i-1}] \quad (3)$$

for any arbitrary choice of k and i .

Πίνακας πιθανοτήτων μετάβασης: $\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 2/3 & 1/3 & 0 & 0 \\ 3/8 & 1/2 & 1/8 & 0 \\ 0 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 0 & 0 & 1/2 & 1/2 \end{bmatrix}$

Η τεχνική LeZi-Update (7/11)

- Ορολογία
 - Markov μοντέλο $\rightarrow$ Markov μοντέλο τάξης 1
 - IID μοντέλο $\rightarrow$ Markov μοντέλο τάξης 0
 - Ignorant μοντέλο $\rightarrow$ Markov μοντέλο τάξης -1
 - **Υψηλότερης τάξης μοντέλα** ? Δείτε τον παρακάτω πίνακα

Contexts of orders 0, 1 and 2 with frequencies.

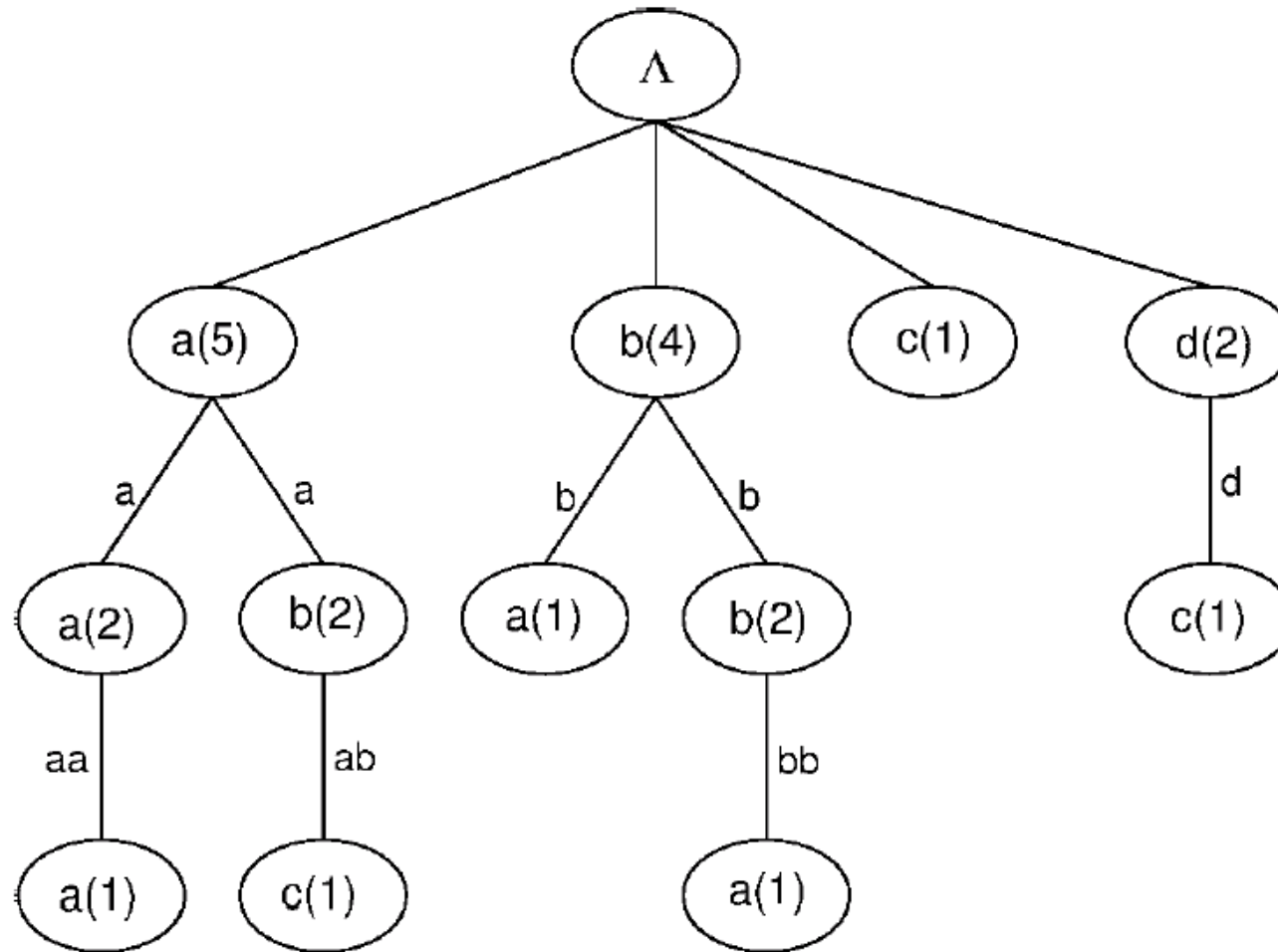
Order-0	Order-1		Order-2		
$a(10)$	$a \mid a(6)$	$b \mid c(1)$	$a \mid aa(3)$	$a \mid ba(2)$	$a \mid cb(1)$
$b(8)$	$b \mid a(3)$	$c \mid c(1)$	$b \mid aa(2)$	$b \mid ba(1)$	$d \mid cc(1)$
$c(3)$	$a \mid b(3)$	$d \mid c(1)$	$a \mid ab(1)$	$a \mid bb(1)$	$d \mid cd(1)$
$d(2)$	$b \mid b(4)$	$c \mid d(1)$	$b \mid ab(1)$	$b \mid bb(3)$	$b \mid dc(1)$
	$c \mid b(1)$	$d \mid d(1)$	$c \mid ab(1)$	$c \mid bc(1)$	$c \mid dd(1)$

Η τεχνική LeZi-Update (9/11)

- Άμεσα ή έμμεσα (κάποια από) τα σχήματα ενημέρωσης θέσης κρατούσαν στην cache τους το (τα) cell (ή location area) ID και με βάση αυτή την πληροφορία έκαναν την ενημέρωση
- Ο αλγόριθμος LeZi-Update λειτουργεί παρόμοια, στέλνοντας ομάδες ID μόνο όταν αυτή η ομάδα δεν έχει ξαναεμφανιστεί
- Θεωρώντας την ακολουθία: **aaababbbbbaabccddcbaaaa**
- Την κάνει parsing σε φράσεις ως εξής: *a, aa, b, ab, bb, bba, abc, c, d, dc, ba, aaa, . .*
- Ο μηχανισμός είναι ο παρακάτω:

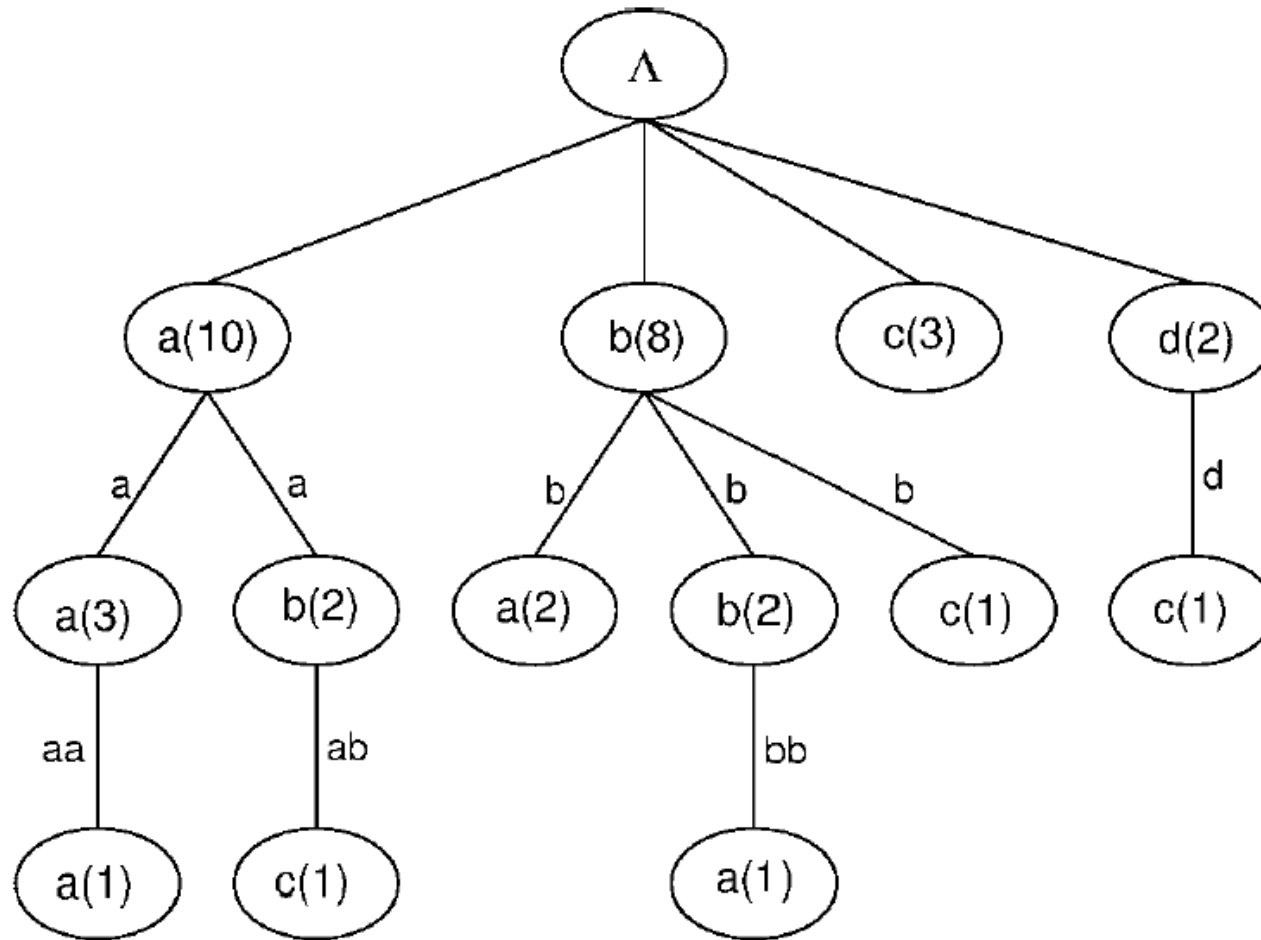
The algorithm LZ78 parses the input string “ $v_1, v_2, \dots, v_n$ ”, where $v \in \vartheta$, into $c(n)$ distinct substrings $w_1, w_2, \dots, w_{c(n)}$ such that for all $j \geq 1$, the prefix of substring w_j (i.e., all but the last character of w_j) is equal to some w_i , for $1 \leq i < j$. Because of this *prefix property*, substrings parsed so far can be efficiently maintained in a trie

Η τεχνική LeZi-Update (10/11)



Trie για τον κλασικό αλγόριθμο LZ78

Η τεχνική LeZi-Update (11/11)



Trie για τον επανυξημένο αλγόριθμο LZ78: Για κάθε φράση εισαγάγουμε όλα τα επιθέματα (suffixes) της

Η τεχνική LeZi-Update (12/11)

```

initialize dictionary := null
initialize phrase w := null
loop
  wait for next symbol v
  if(w.v in dictionary)
    w := w.v
  else
    encode <index(w),v>
    add w.v to dictionary
    w := null
  endif
forever

```

Figure 4. Encoder at the mobile.

```

initialize dictionary := null
loop
  wait for next codeword <i,s>
  decode phrase := dictionary [i].s
  add phrase to dictionary
  increment frequency for every
    prefix of phrase
forever

```

Figure 5. Decoder at the system.

```

initialize dictionary := null
loop
  wait for next codeword <i,s>
  decode phrase := dictionary [i].s
  add phrase to dictionary
  increment frequency for every prefix of
    every suffix of phrase
forever

```

Figure 7. Enhanced decoder at the system.

Η τεχνική LeZi-Update (13/11)

Result 4. The symbol-wise model created by the incremental parsing asymptotically outperforms a Markov model of any finite order and attains the finite-state predictability. At any point, the effective number of states in the incremental parsing model is $O(c(n))$ and the equivalent Markov order is $O(\log c(n))$. Moreover, for stationary ergodic sources, it attains the predictability of the universal model.

Η τεχνική LeZi-Update (14/11)

- Υποθέτουμε ότι πρέπει να παραδώσουμε κλήση για το κινητό και η τελευταία γνώση που έχουμε για τη θέση του είναι: *ααα*
- Τα contexts που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είναι τα suffixes του *ααα* (εκτός από το ίδιο φυσικά), δηλ., *αα* (τάξη 2), *α* (τάξη 1) και το Λ (τάξη 0)
- **Πρώτα** πρέπει να βρούμε όλα τα πιθανά μονοπάτια που μπορούν να προβλεφτούν με αυτά τα contexts:

Phrases and their frequencies at contexts “*αα*”, “*α*” and “ Λ ”.

<i>αα</i> (order-2)	<i>α</i> (order-1)	Λ (order-0)		
<i>a</i> <i>αα</i> (1)	<i>a</i> <i>α</i> (2)	<i>a</i> (5)	<i>ba</i> (2)	<i>d</i> (1)
Λ <i>αα</i> (2)	<i>αα</i> <i>α</i> (1)	<i>αα</i> (2)	<i>bb</i> (1)	<i>dc</i> (1)
	<i>b</i> <i>α</i> (1)	<i>ab</i> (1)	<i>bba</i> (1)	Λ (1)
	<i>bc</i> <i>α</i> (1)	<i>abc</i> (1)	<i>bc</i> (1)	
	Λ <i>α</i> (5)	<i>b</i> (3)	<i>c</i> (3)	

Η τεχνική LeZi-Update (15/11)

- Κατόπιν, να υπολογίσουμε τις unconditioned πιθανότητες εμφάνισης αυτών των φράσεων με blending (η μέθοδος υπολογισμού εξηγείται στη διάλεξη):

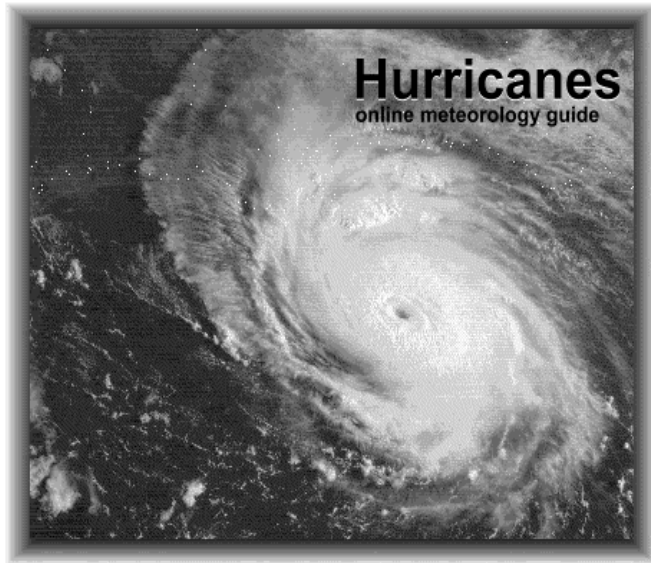
Probabilistic prediction of individual symbols on path until next update.

Phrase	Pr[Phrase]	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
<i>a</i>	$\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{5} + \frac{1}{2} \left(\frac{5}{23} \right) \right\} = 0.5391$	0.5391	0.0000	0.0000	0.0000
<i>aa</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{10} + \frac{1}{2} \left(\frac{2}{23} \right) \right\} = 0.0957$	0.0957	0.0000	0.0000	0.0000
<i>ab</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{23} \right) \right\} = 0.0145$	0.0073	0.0073	0.0000	0.0000
<i>abc</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{23} \right) \right\} = 0.0145$	0.0048	0.0048	0.0048	0.0000
<i>b</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{10} + \frac{1}{2} \left(\frac{3}{23} \right) \right\} = 0.1104$	0.0000	0.1104	0.0000	0.0000
<i>ba</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{2}{23} \right) \right\} = 0.0290$	0.0145	0.0145	0.0000	0.0000
<i>bb</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{23} \right) \right\} = 0.0145$	0.0000	0.0145	0.0000	0.0000
<i>bba</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{23} \right) \right\} = 0.0145$	0.0048	0.0097	0.0000	0.0000
<i>bc</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{10} + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{23} \right) \right\} = 0.0812$	0.0000	0.0406	0.0406	0.0000
<i>c</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{3}{23} \right) \right\} = 0.0435$	0.0000	0.0000	0.0435	0.0000
<i>d</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{23} \right) \right\} = 0.0145$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0145
<i>dc</i>	$\frac{2}{3} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{23} \right) \right\} = 0.0145$	0.0000	0.0000	0.0073	0.0073
Sum		0.6662	0.2018	0.0962	0.0218

Περιεχόμενα

- Διαχείριση θέσης: LeZi-Update
- **Κινητά Ad Hoc δίκτυα**
 - **Το πρόβλημα των Broadcast Storms**
 - Μέθοδοι για 100% κάλυψη (reliable) (επόμενη διάλεξη)
 - **Μέθοδοι για μη εγγυημένη (100%) κάλυψη (non-reliable)**
 - Μη-προσαρμοζόμενες μέθοδοι
 - Προσαρμοζόμενες μέθοδοι

Φυσικές καταιγίδες



Μπορούν οι άνθρωποι να προκαλέσουν καταιγίδες?



Καταιγίδες στο Internet

Subject: Want to do advertisement?

I have 61,000,000 email addresses!! Save only for \$50!!

Date: Thu, 1 Dec 2005 18:47:21 +0800 (CST)

From: ****@***.university.edu

To: <dimitris@skyblue.csd.auth.gr>

Want to make money?

You can spend \$50 to reach 61,000,000 people as many times as you want?

Yes, that's right, 50 dollars for perhaps millions of dollars!

XX

XX

XX

(a 3-page long email ...)

Call for Papers

Dear Friends,

Sorry if you receive the duplicate messages.

But please distribute the following message to your friends.

*Prof. ***, University of %%%*

Call for Papers

International Conference on ????

IC???99

to be held in ???, ???, January ???, 2006

<http://www.???/conf/ic???99>

THEME:

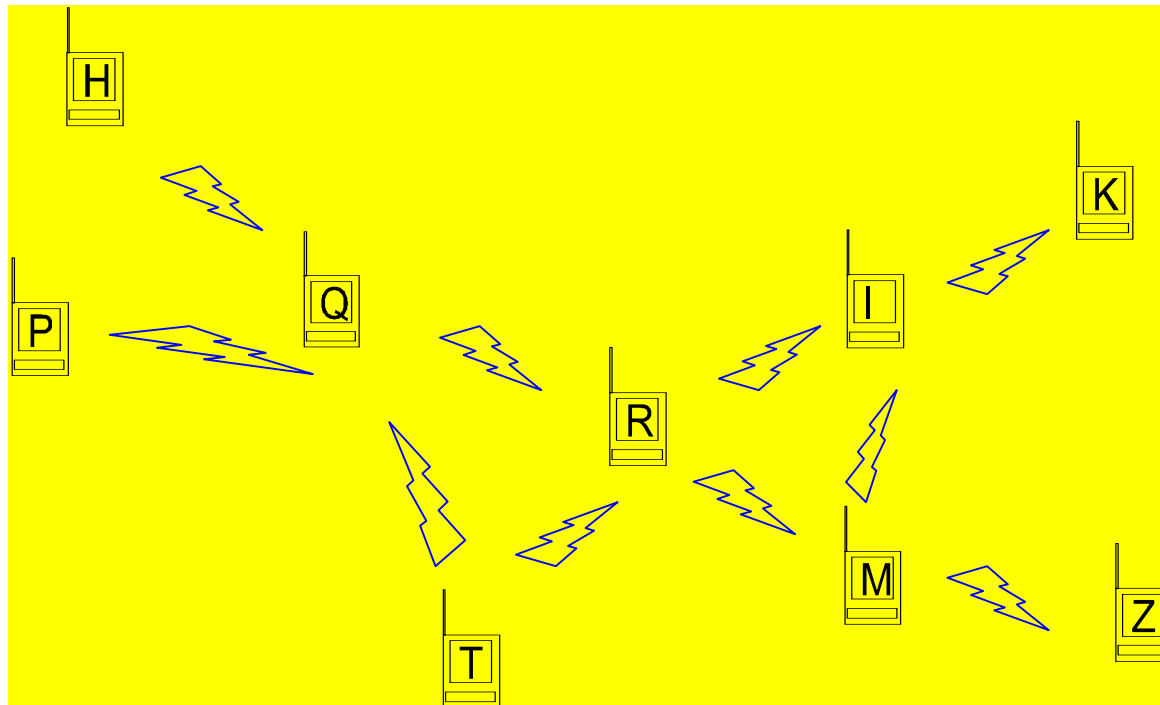
Research on mobile computing is gaining more and more attention ...

Περιγραφή υπόλοιπης διάλεξης

- Mobile Ad Hoc Network (MANET)
- Κίνητρο
- Το πρόβλημα της Καταιγίδας Εκπομπών (Broadcast Storm)
- Λύσεις
 - Μη προσαρμοζόμενες λύσεις
 - Προσαρμοζόμενες λύσεις
- Πειραματικά αποτελέσματα

MANET

- **MANET = Mobile Ad Hoc Networks**
 - Σύνολο κινητών hosts, εξοπλισμένα με πομποδέκτη
 - Όχι σταθμοί βάσης; Όχι υποδομή σταθερού δικτύου
 - **multi-hop** επικοινωνία
 - Απαιτείται πρωτόκολλο δρομολόγησης που να μπορεί να χειριστεί μεταβαλλόμενη τοπολογία



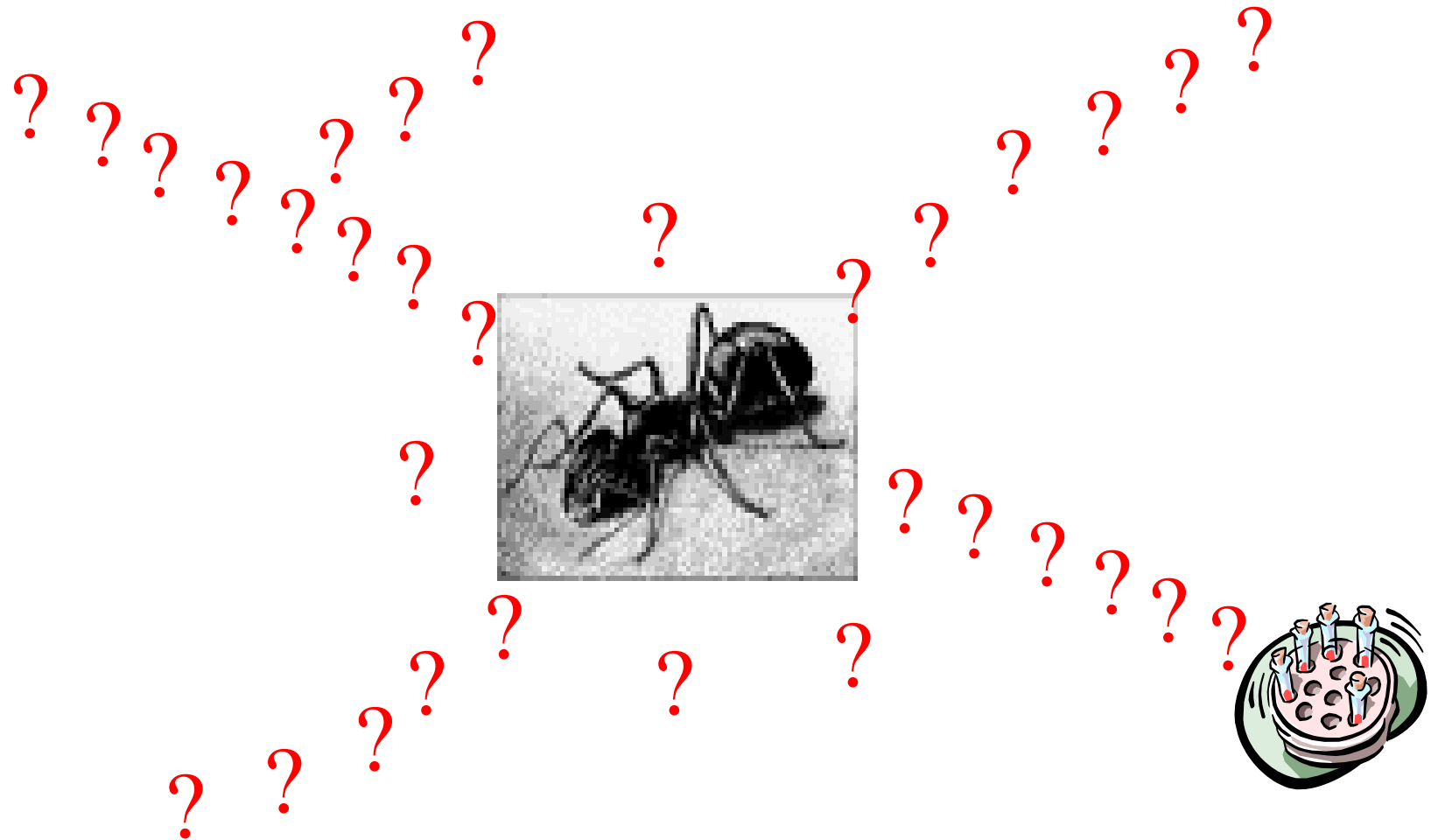
MANET με κάρτες Wireless LAN



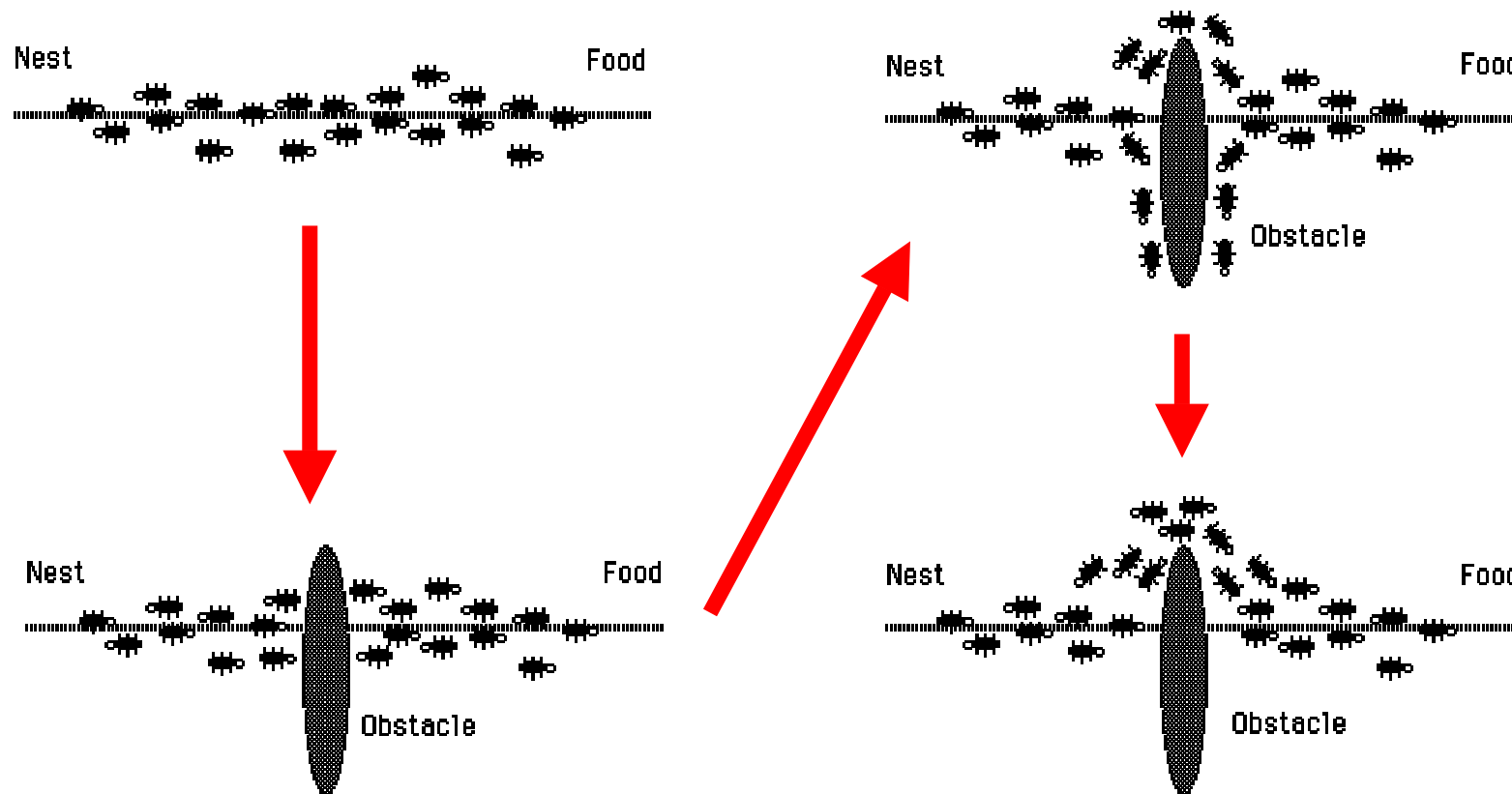
Δρομολόγηση σε MANET

- Ποιο είναι το πρόβλημα?
 - Μυρμήγκια που ψάχνουν για φαγητό
- Σύντομη περίληψη
 - Dynamic Source Routing (DSR)

Μυρμήγκια που ψάχνουν για φαγητό



Μυρμήγκια που ψάχνουν για φαγητό



3 ζητήματα στην αναζήτηση των μυρμηγκιών

- Εύρεση διαδρομής:
 - Αναζήτηση των τοποθεσιών με φαγητό
- Προώθηση πακέτων:
 - Μεταφορά του φαγητού στη φωλιά
- Συντήρηση διαδρομής:
 - Όταν το φαγητό μετακινείται σε νέο μέρος

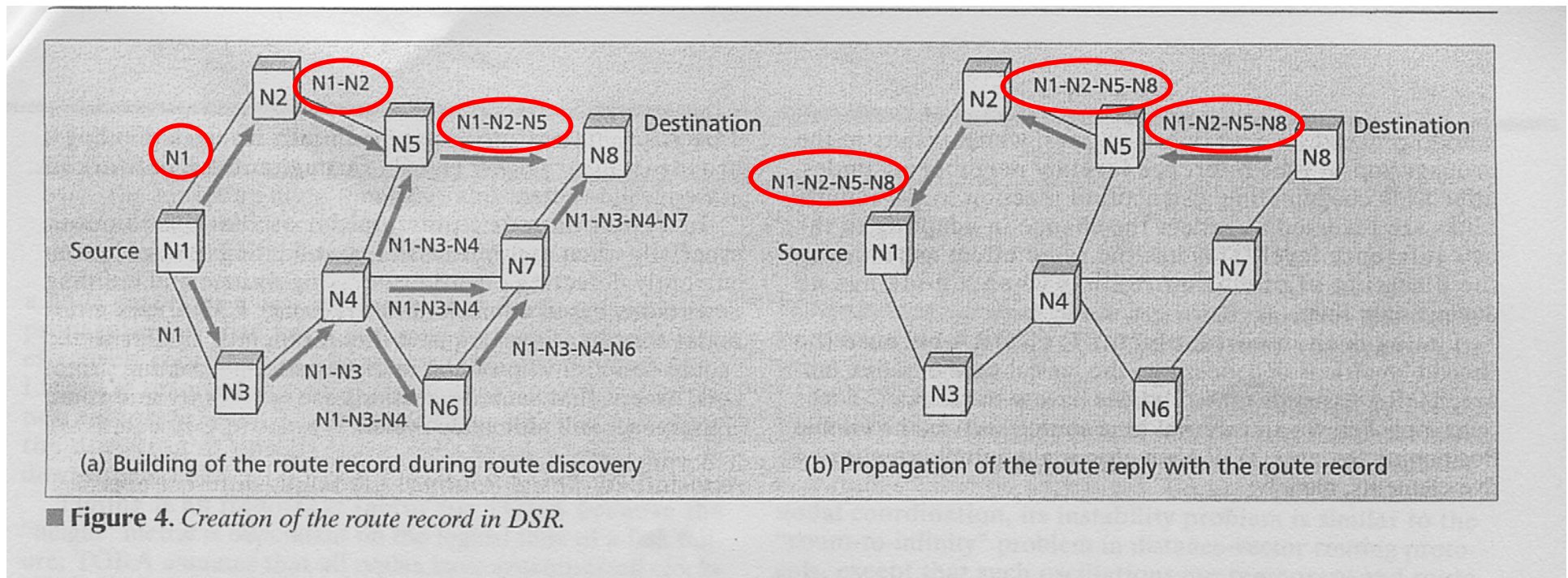
DRS (Dynamic Source Routing)

- Κατ' απαίτηση (on-demand), δηλ., δεν υπάρχει προϋπολογισμένη πληροφορία διαδρομών
- Δρομολόγηση πηγής (source routing):
 - Οι διαδρομές (routes) σηματοδοτούνται με πλήρη πληροφορία (κάθε hop καταχωρείται)
- Δυο κύρια τμήματα:
 - Εύρεση διαδρομής (route discovery)
 - Συντήρηση διαδρομής (route maintenance)

Παράδειγμα DSR

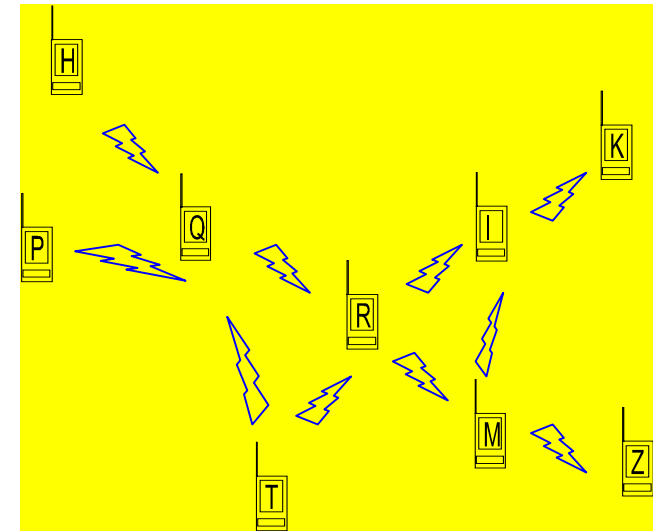
Αίτηση εύρεσης διαδρομής

Απάντηση στην αίτηση εύρεσης



Broadcast Problem

- **Broadcast:** αποστολή ενός μηνύματος σε άλλους hosts
 - Π.χ.: Route search σε MANET
 - Π.χ.: πρωτόκολλα DSR, AODV, ZRP
- Υποθέσεις:
 - Η εκπομπή είναι **spontaneous**
 - Όχι synchronization
 - Όχι γνώση της καθολικής τοπολογίας δικτύου
 - Η εκπομπή είναι **unreliable**
 - Όχι no acknowledgement οποιοδήποτε είδους
 - Για να αποφύγει επιδείνωση του contention
 - 100% reliability δεν είναι απαραίτητη σε μερικές εφαρμογές
 - Όχι RTS/CTS dialogue



Broadcast με πλημμυρίδα (flood)

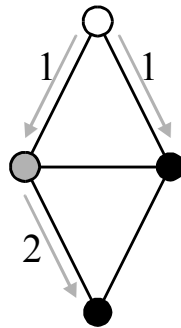
- Straight-forward προσέγγιση
 - Ένας host αναμεταδίδει (**rebroadcasts**) ένα μήνυμα όταν το λάβει για πρώτη φορά
- *Broadcast storm πρόβλημα:*
 - redundant rebroadcasts
 - contention problem
 - collision problem

Σοβαρός πλεονασμός (redundancy)

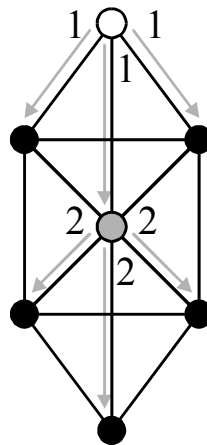
- Βέλτιστο broadcasting vs. flooding
- Σοβαρότητα της **Redundant Coverage**.

(a) optimal = 2 steps

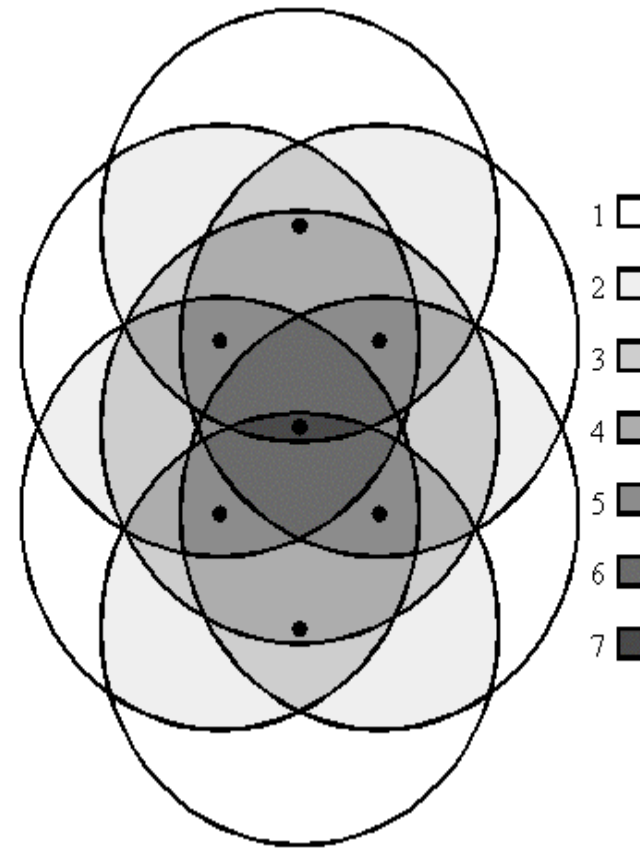
(b) optimal = 2 steps



(a)



(b)

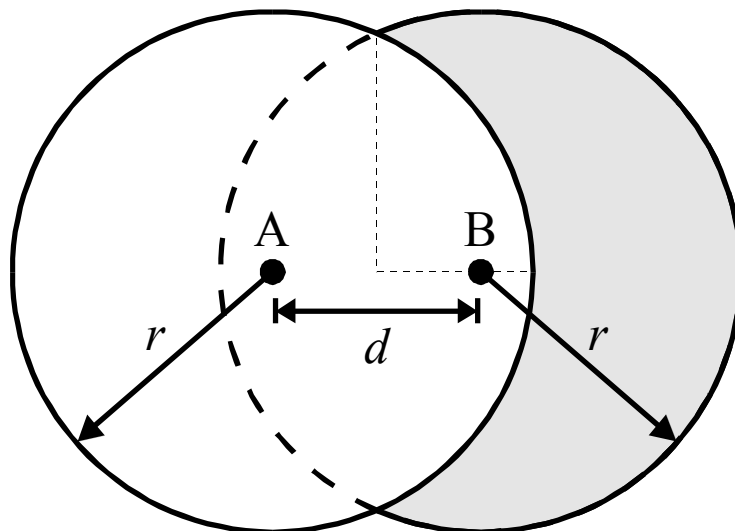


Ανάλυση της Redundancy

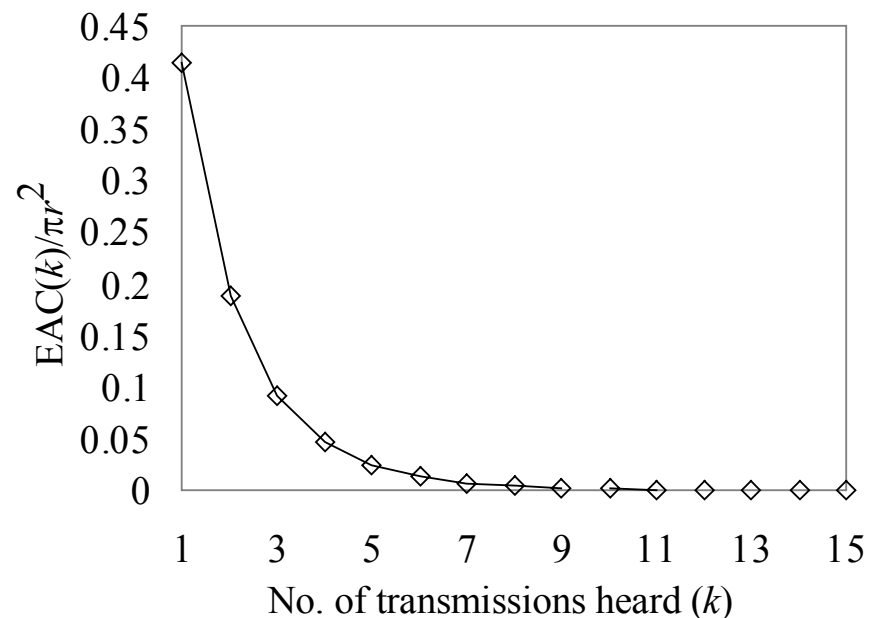
- **Additional Coverage**

που παρέχεται με rebroadcast

- Η max. επιπλέον coverage είναι 61%.
- Η coverage είναι 41% κατά μέσο όρο

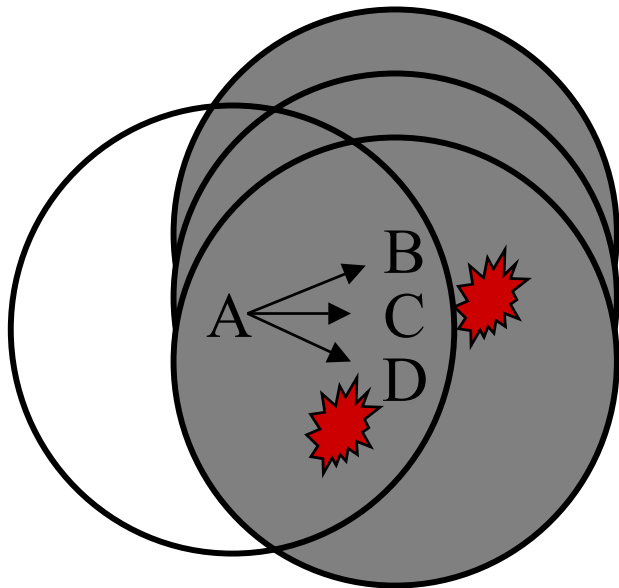


- Η expected additional coverage $EAC(k)/\pi r^2$ μετά που ένας host έχει ακούσει ένα μήνυμα για k φορές

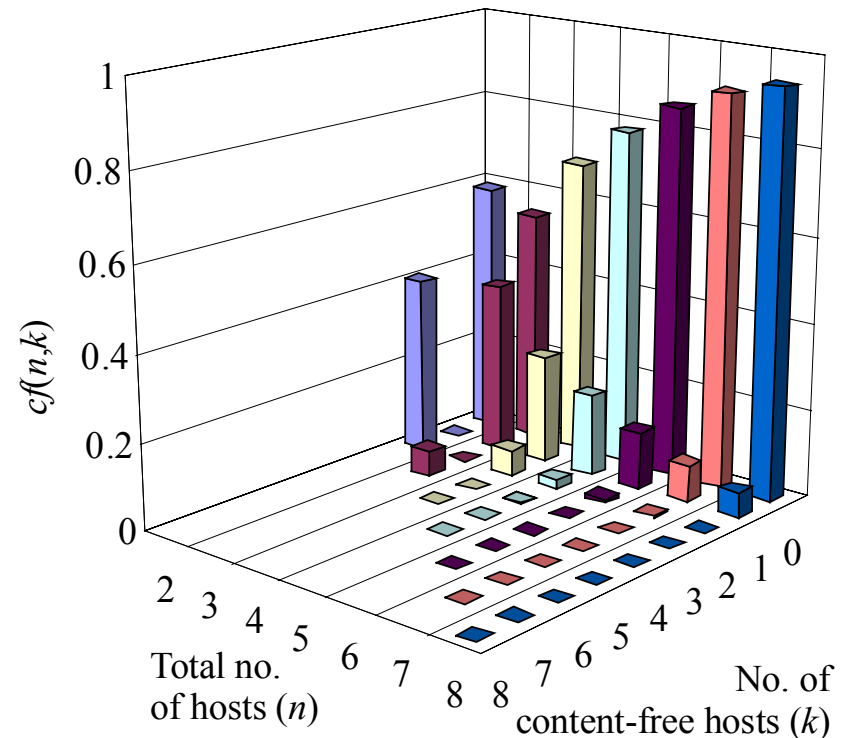


Ανάλυση της Contention

- Όταν ένας host broadcasts, οι γείτονές του είναι πιθανόν να **contend with each other for the medium**.
 - $A \Rightarrow B, C, D$
 - οι B, C, D could seriously contend with each other

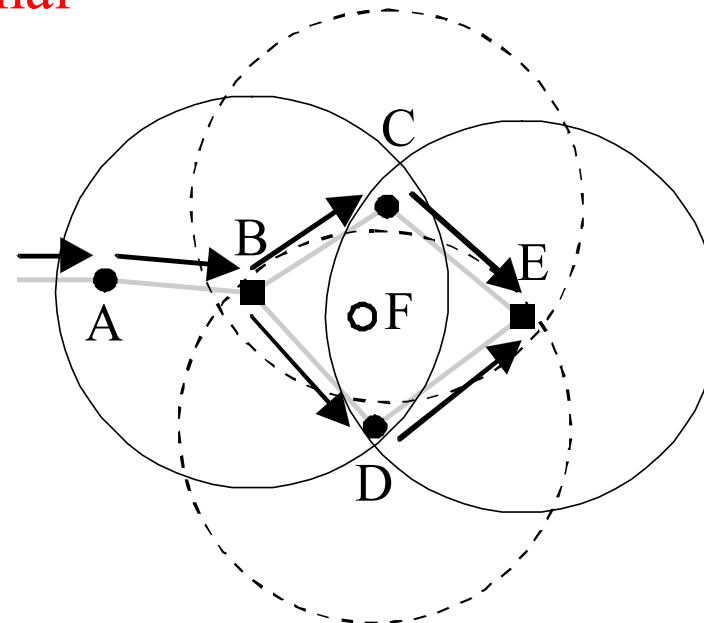


- $cf(n, k)$: Οι πιθανότητες να έχουμε **k contention-free hosts** μεταξύ **n hosts** που λαμβάνουν το σήμα



Ανάλυση της Collision

- Μεγαλύτερη πιθανότητα collision:
 - Τα rebroadcasts είναι πιθανό να ξεκινήσουν την ίδια στιγμή
 - Το backoff window runs out εάν το μέσο είναι ήσυχο για ένα διάστημα
 - έλλειψη του RTS/CTS dialogues
 - έλλειψη του collision detection (CD) εάν προκύπτει collision
 - πρόβλημα του hidden terminal

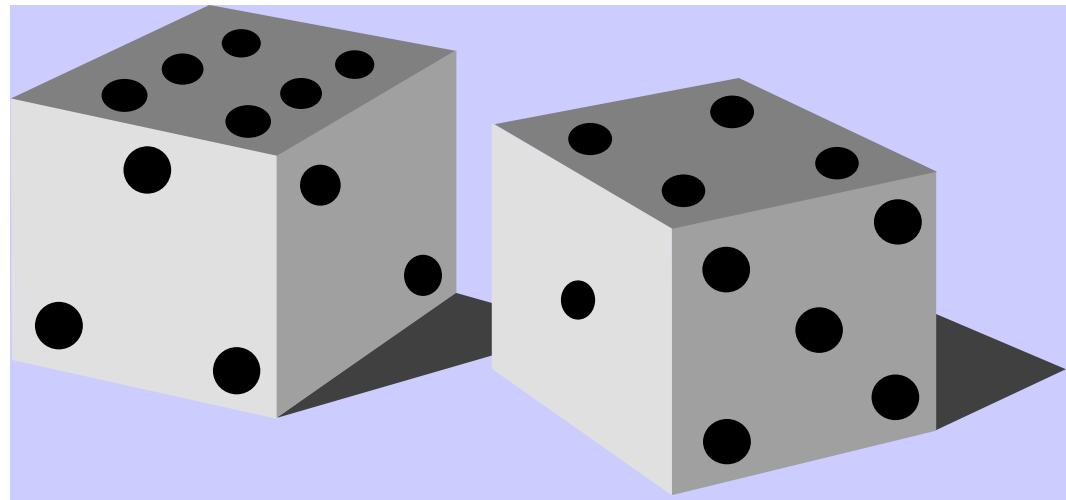


Πιθανές λύσεις για Broadcast

- Probabilistic σχήμα
- Counter-Based σχήμα
- Distance-Based σχήμα
- Location-Based σχήμα
- Cluster-Based σχήμα

Probabilistic σχήμα

- Rebroadcast με “Ρίψη ζαριού”
- Ένας host πάντα κάνει rebroadcast με πιθανότητα P
 - Όταν $P = 1$, έχουμε πλημμύρισμα
 - Μικρότερο P θα ελαττώσει το πρόβλημα της καταιγίδας



Παράμετροι προσομοίωσης

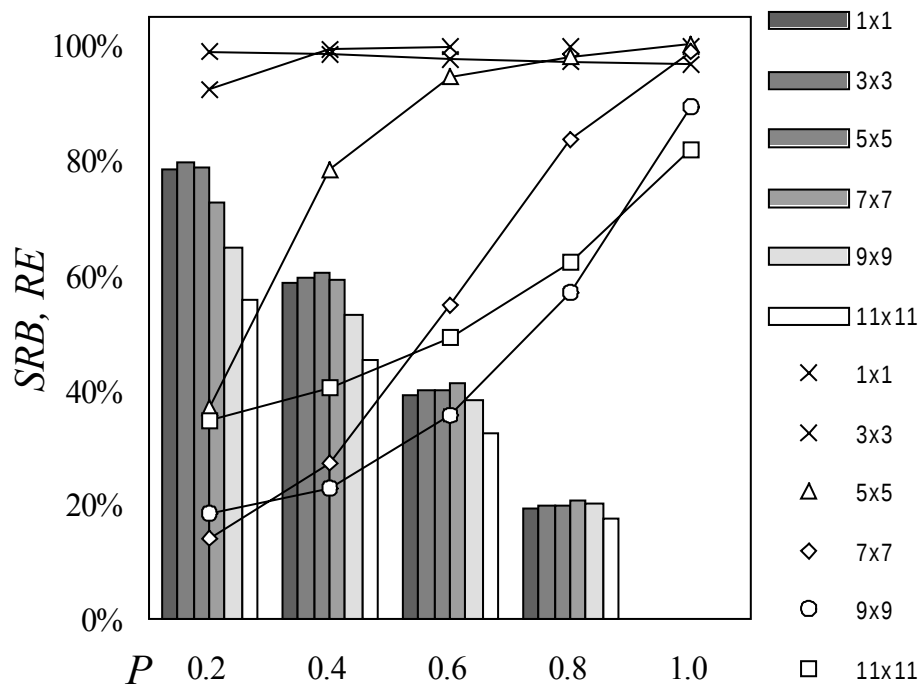
- no of hosts = 100
- transmission radius = 500 meters
- packet size = 280 bytes
- transmission rate = 1 M bits/sec
- broadcast arrival rate: 1 per sec. to the whole map
- map: (1 unit = 500 meters)
 - 1x1, 3x3, 5x5, 7x7, 10x10
- roaming pattern: random walk
 - speed: 0~10 km/hr in a 1x1 map, 0~30 km/hr in a 3x3 map, etc.
- IEEE 802.11 without PCF (point coordination function)

Επίδοση Probabilistic σχήματος

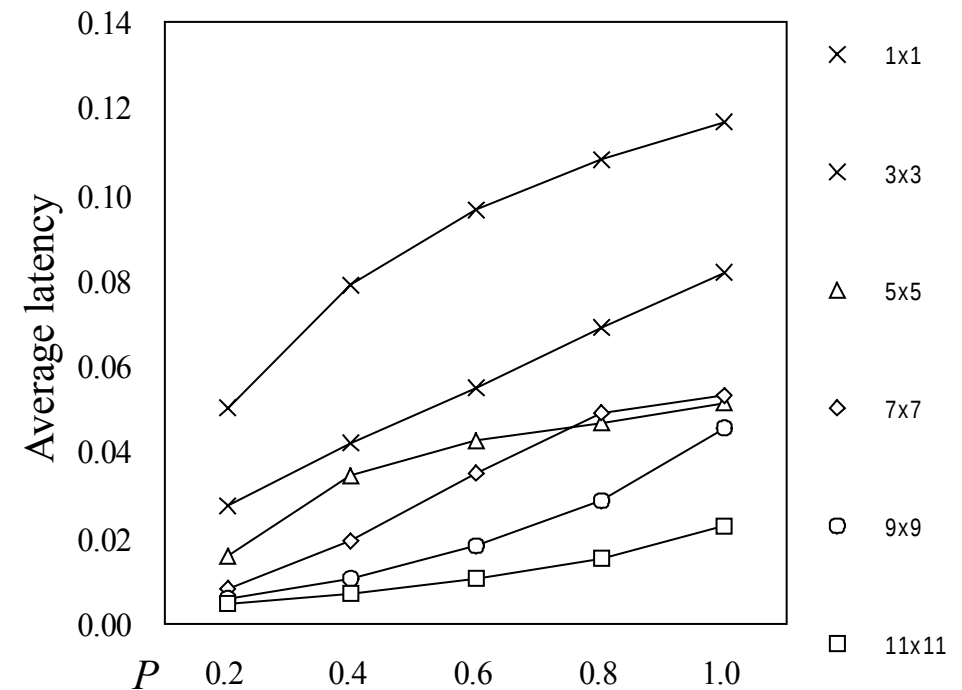
RE = REachability (με γραμμές)

Latency

SRB = Saved ReBroadcast (με bars)



(a)



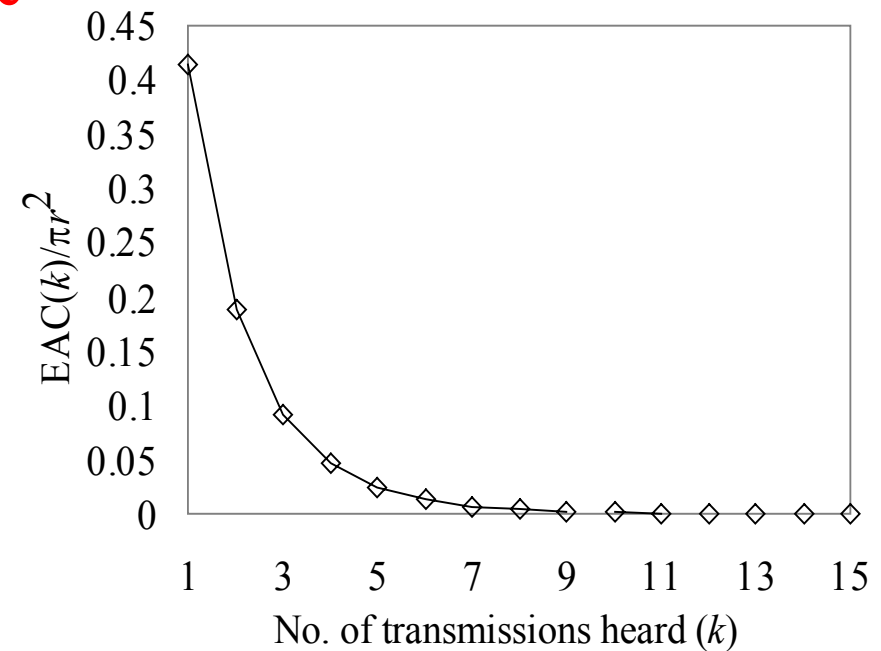
(b)

Παρατηρήσεις

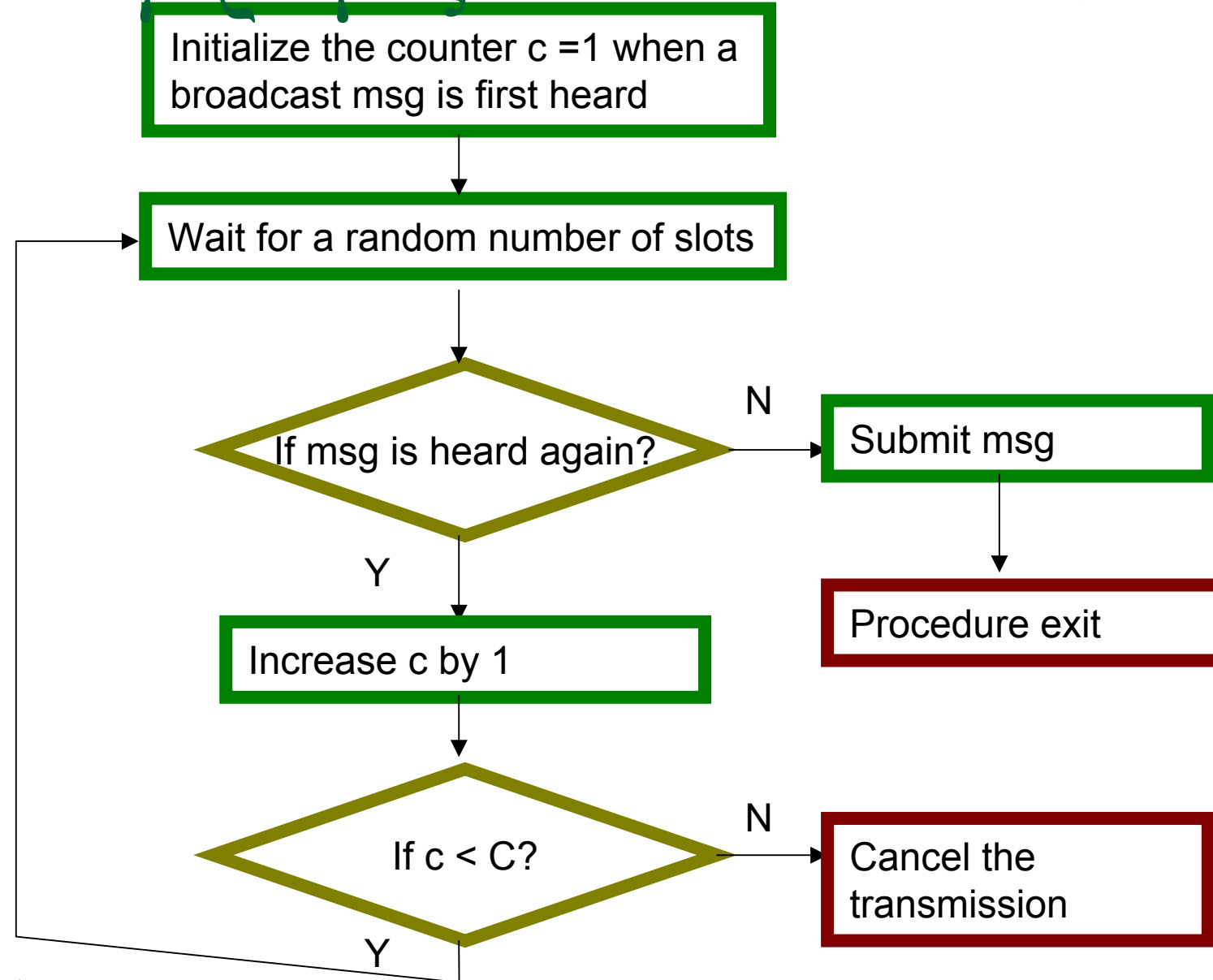
- **Reachability:**
 - Σε μικρότερα maps, ένα μικρό P είναι αρκετό για να επιτευχθεί μεγάλη reachability.
 - Μεγαλύτερο P απαιτείται σε μεγαλύτερα maps
- **Saved Rebroadcast:**
 - Γραμμική σχέση με το P
- **Latency:**
 - (Ενδιαφέρουσα παρατήρηση) Σε μικρότερες περιοχές, η εκπομπή ολοκληρώνεται με μικρότερη ταχύτητα

Counter-Based σχήμα

- Εάν ένας host έχει λάβει ένα broadcast packet $> C$ φορές,
 - Τότε, να μην το εκπέμψει ξανά
- Παραδείγματα: **Addition Coverage**
 - 1 φορά $\Rightarrow 41\%$
 - 2 φορές $\Rightarrow 19\%$
 - 3 φορές $\Rightarrow 9\%$
 - 4 φορές $\Rightarrow 5\%$
 - > 4 φορές, πολύ λίγη extra περιοχή

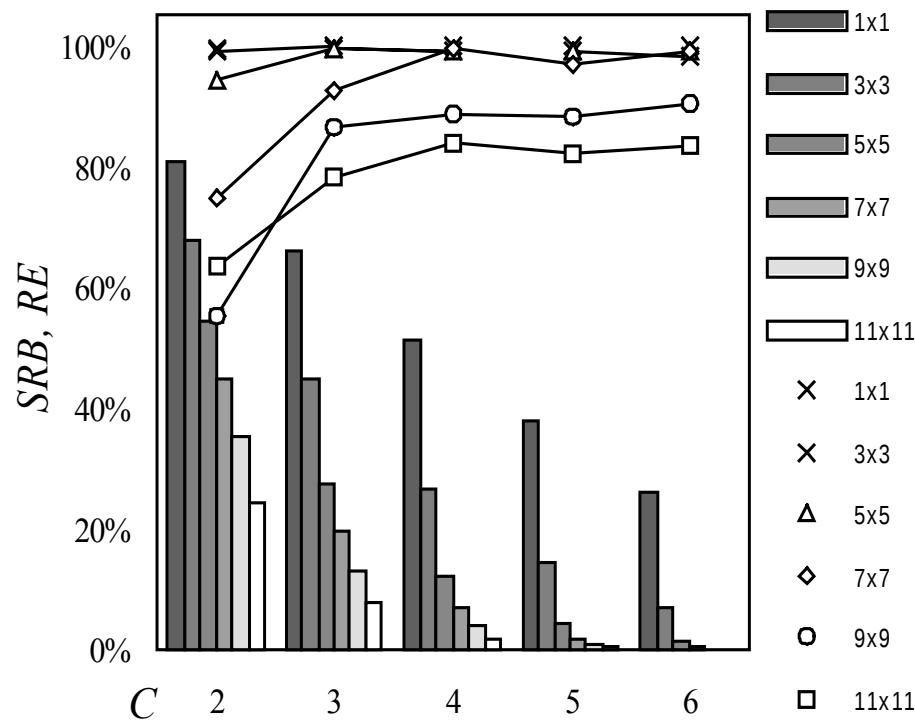


Αλγόριθμος Counter-Based

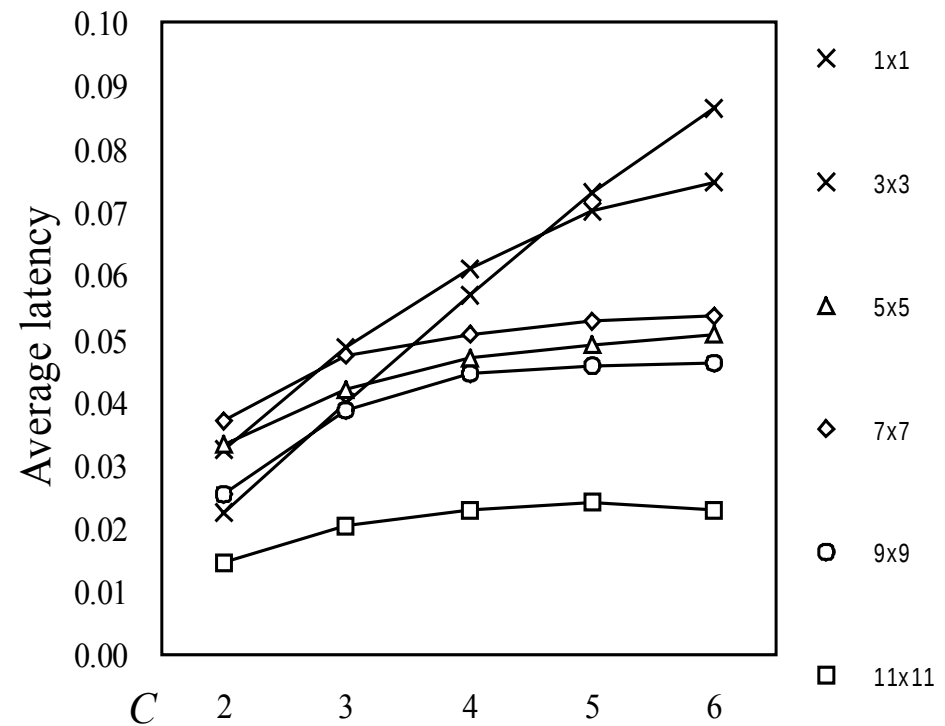


Επίδοση Counter-based σχήματος

- Μεταβάλλουμε το $C = 2, 3, \dots, 6$ και καταγράφουμε την επίδοση
 - Μεγαλύτερο C σημαίνει περισσότερο rebroadcast



(a)



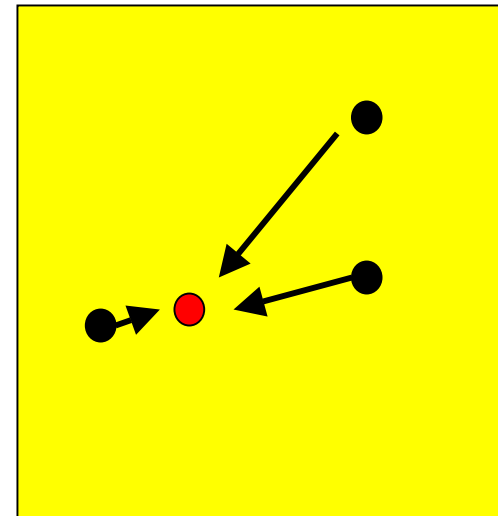
(b)

Παρατηρήσεις

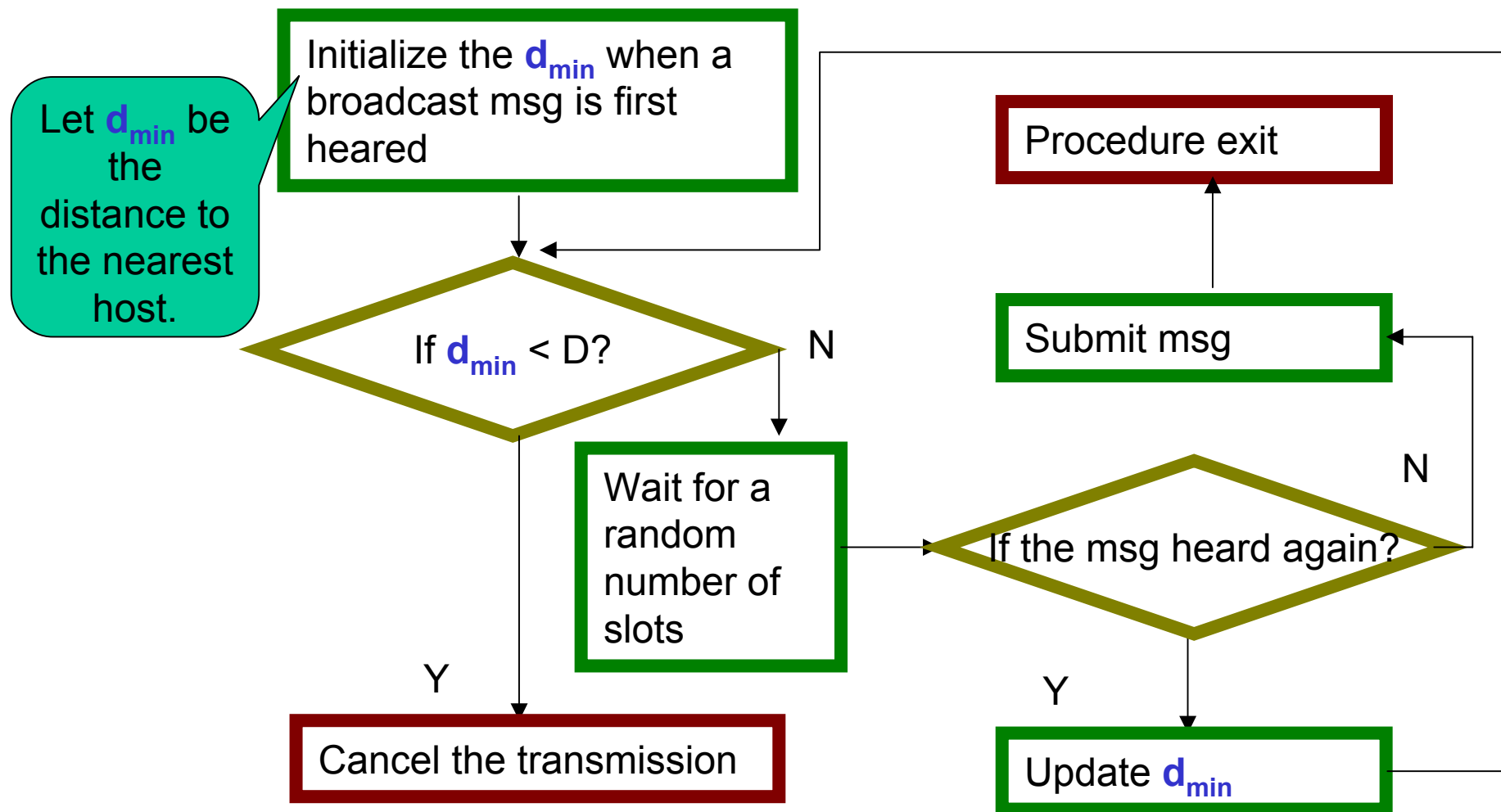
- **Reachability:**
 - $C \geq 3$ προσφέρει reachability συγκρίσιμη με την αντίστοιχη του flooding
- **Saved Rebroadcast:**
 - Σε πυκνή περιοχή, επιτυγχάνεται περισσότερο saving
 - Σε αραιότερη περιοχή, λιγότερο saving
- **Latency:**
 - Μεγαλύτερη latency σε μικρότερη περιοχή

Distance-Based σχήμα

- Υπολογισμός της απόστασης από τον host που στέλνει το μήνυμα
- $d_{min} = \text{Min} \{ \text{the distance to each sending host} \}$
- Εάν $d_{min} < D$ (κατώφλι), τότε όχι rebroadcast
- Πώς να υπολογίσουμε την απόσταση:
 - ένταση σήματος
 - συσκευές GPS

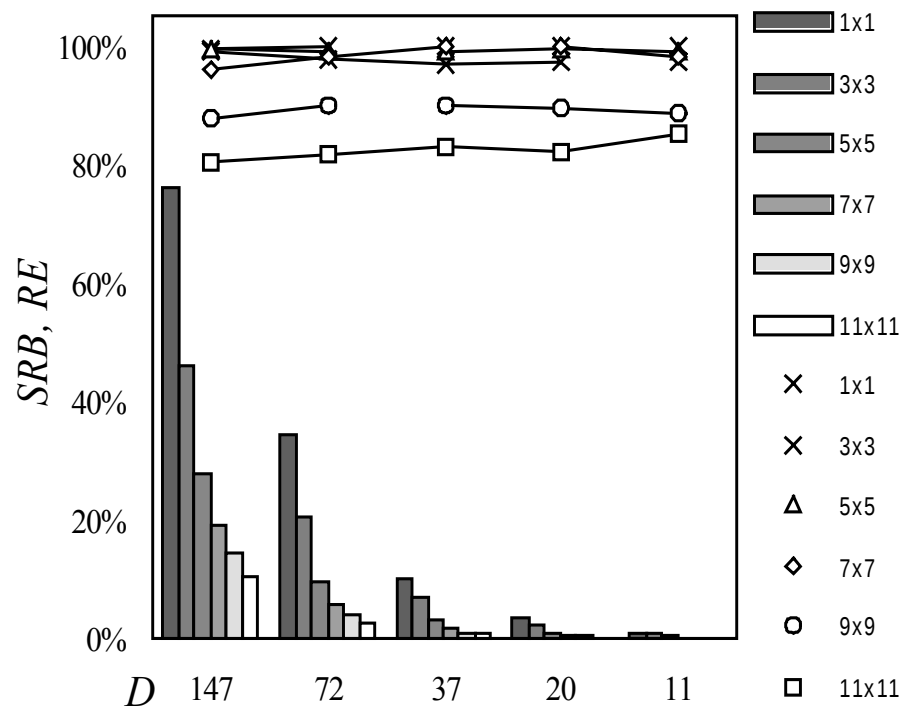


Αλγόριθμος Distance-based

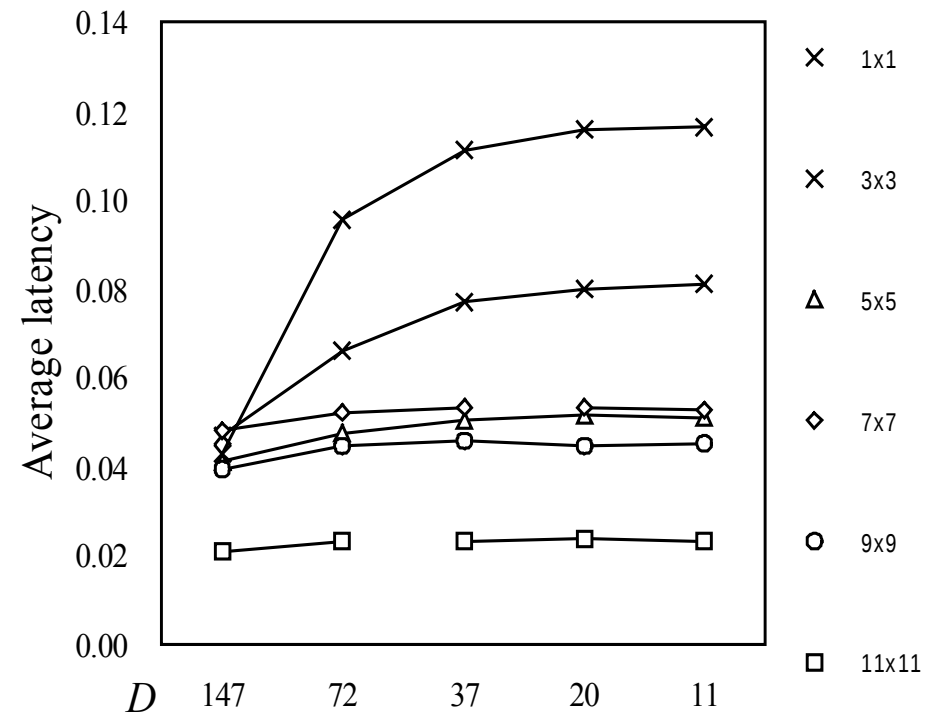


Επίδοση Distance-based σχήματος

- Μεταβάλλουμε το $D = 147, 72, 37, 20, 11$ και καταγράφουμε την επίδοση
 - Μικρότερο D σημαίνει περισσότερο rebroadcasting



(a)



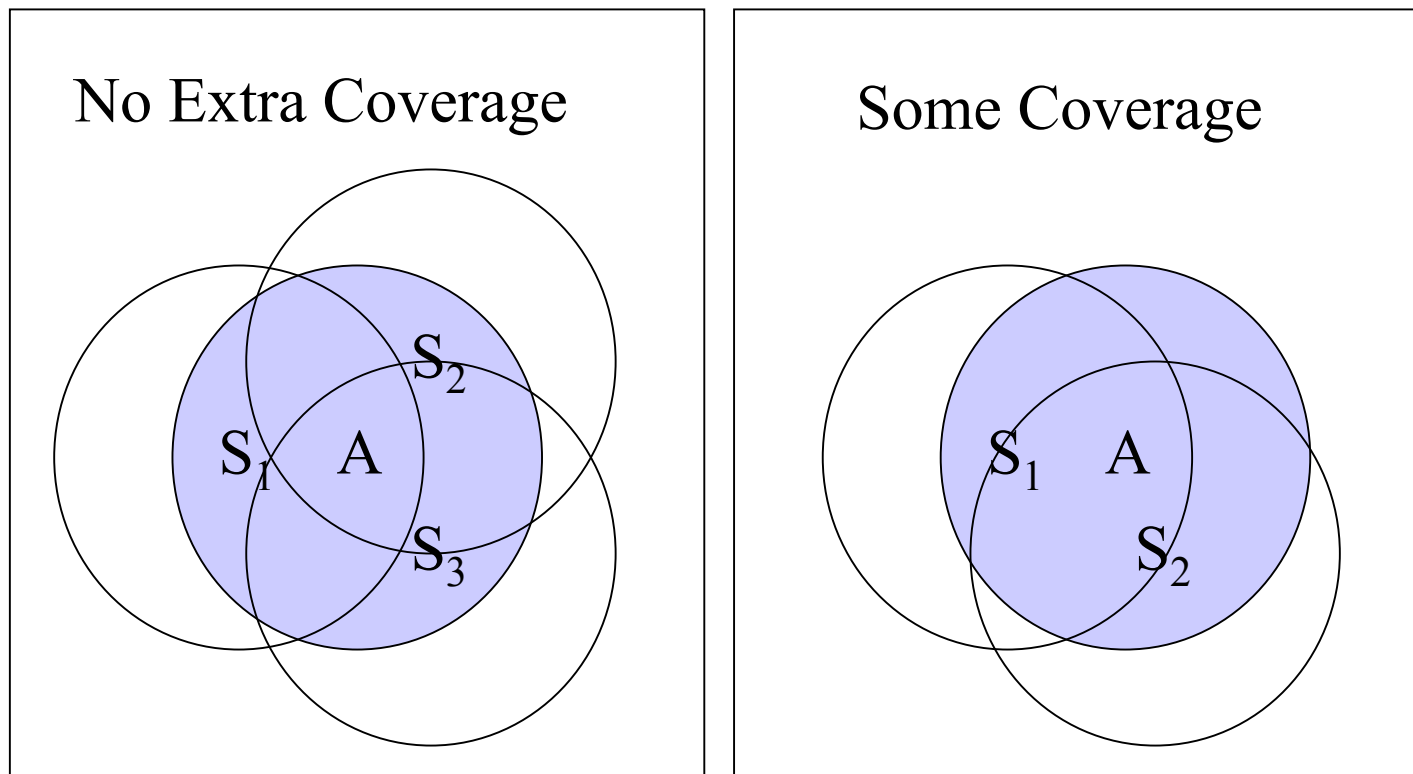
(b)

Παρατήρηση

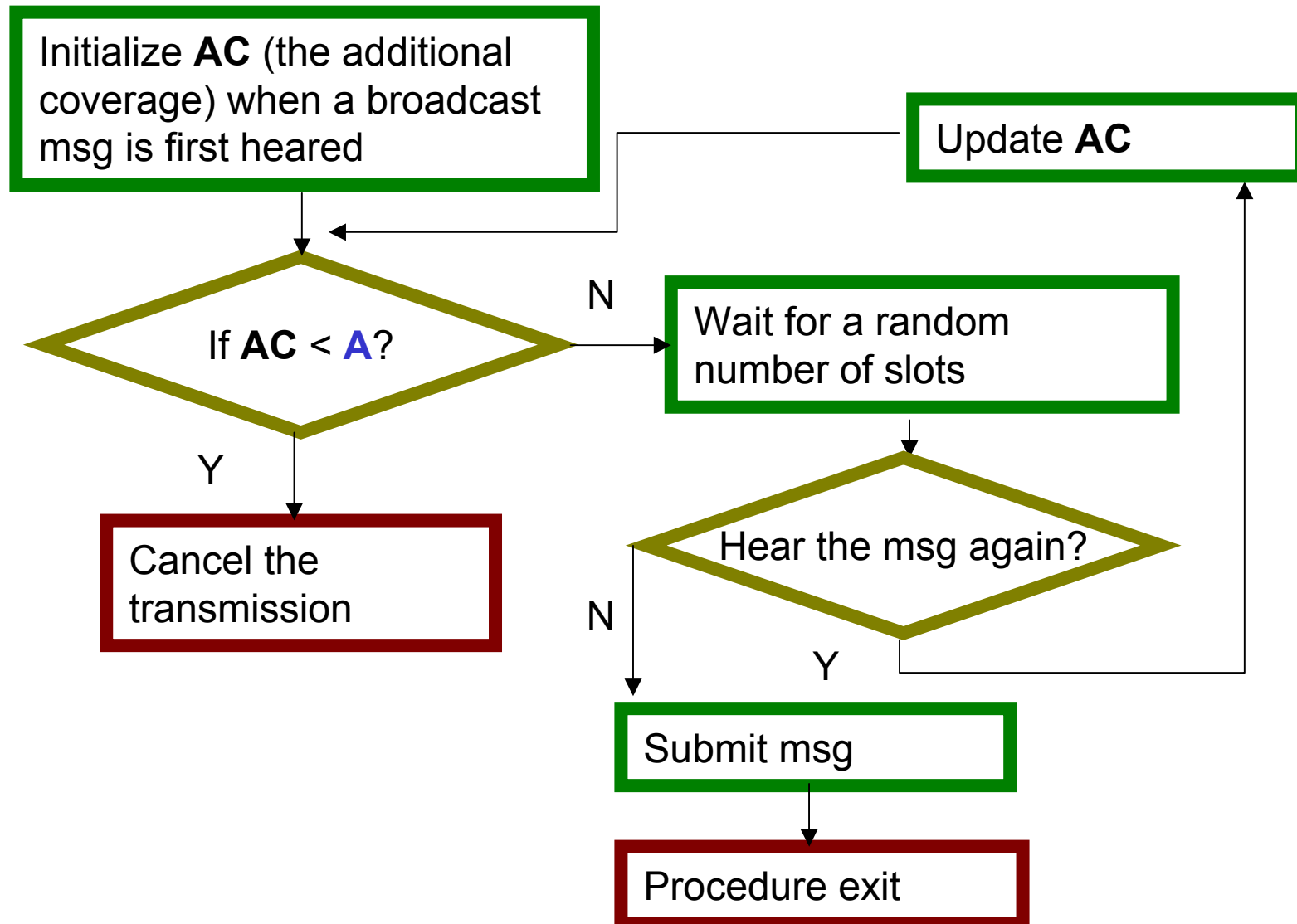
- Για επιλέξαμε το $D = 147$?
 - addition coverage = 0.187, ίση με αυτή που αντιστοιχεί στο $C = 2$
- **Reachability:**
 - Συγκρίσιμη με το flooding.
- **Saved Rebroadcast:**
 - Όχι ιδιαίτερη
- **Latency:**
 - Μικρότερη περιοχή έχει μαγαλύτερη latency

Location-based σχήμα

- Από το GPS λαμβάνουμε τη θέση αυτού που στέλνει
- Έστω $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_k, y_k)$ οι θέσεις των αποστολέων
 - Μπορούμε να υπολογίσουμε με ακρίβεια την additional coverage αυτού του rebroadcast.

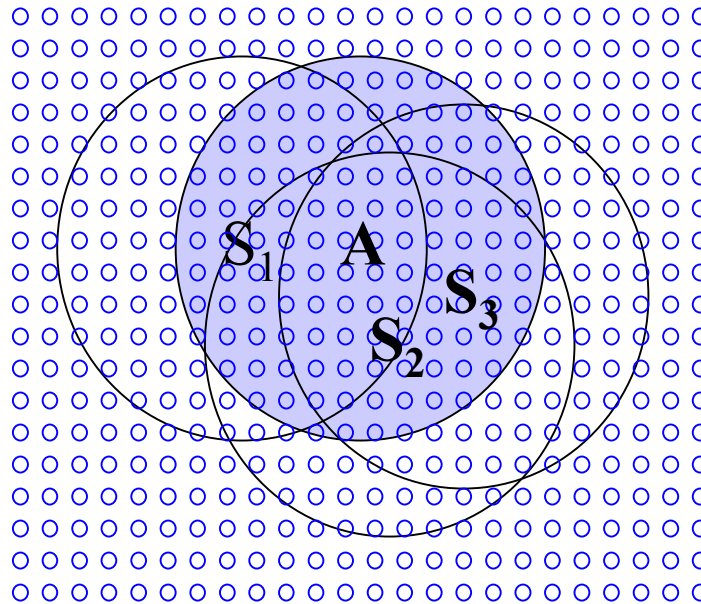


Αλγόριθμος Location-based



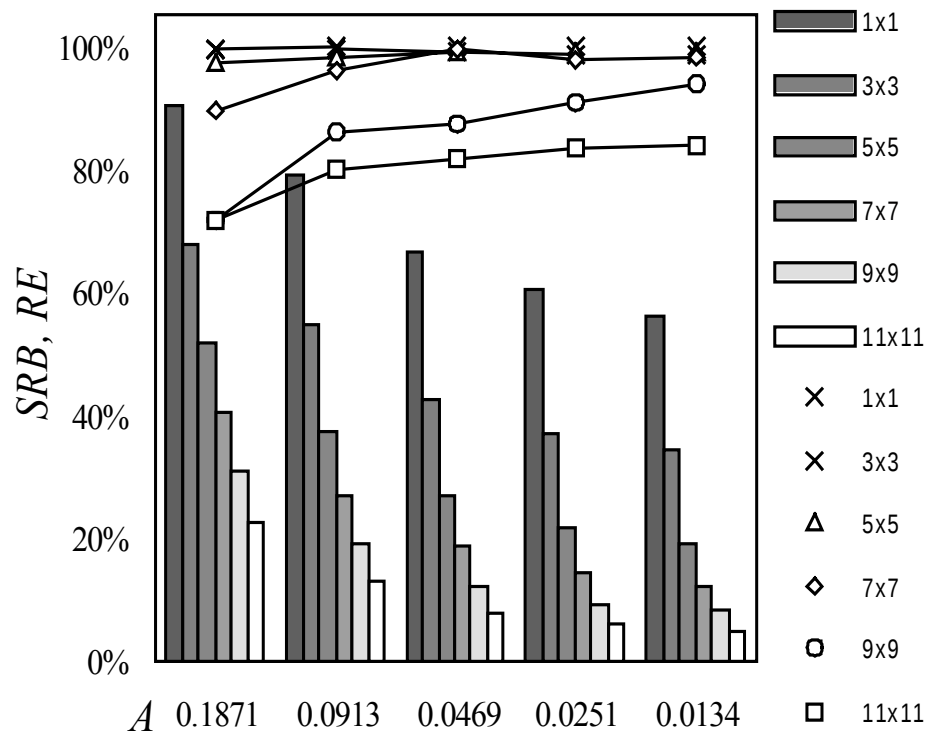
Δυσκολίες

- Περίπλοκα μαθηματικά για να υπολογίσουμε την extra coverage.
- Προσέγγιση:
 - προσομοίωση grid

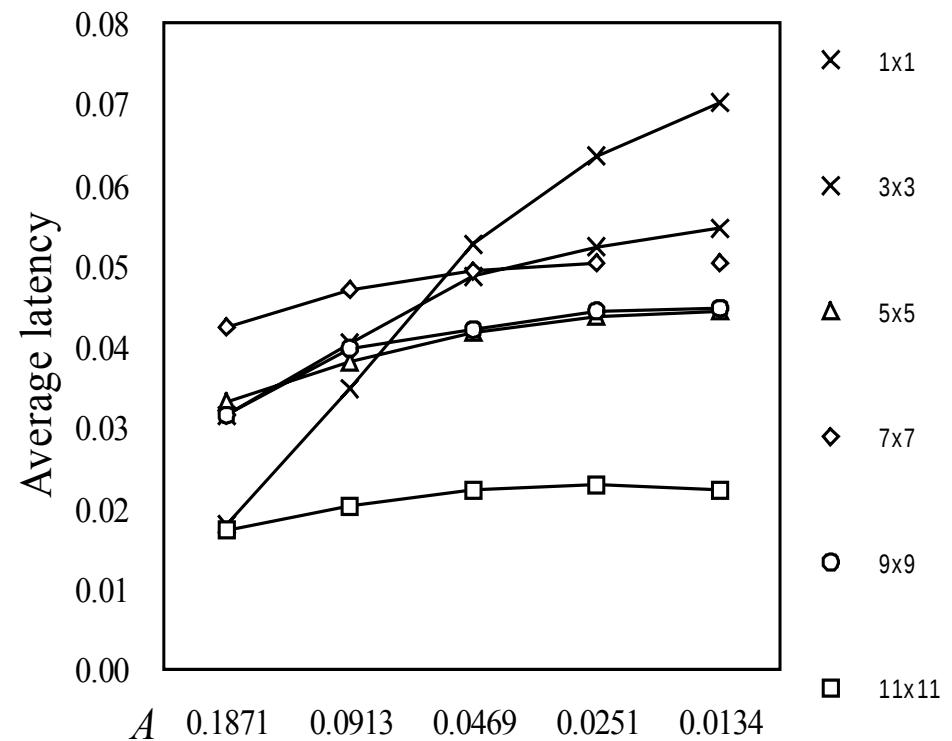


Επίδοση Location-based σχήματος

- Μεταβάλλουμε το A (addition coverage) από 0.1 μέχρι 0.01.
 - Μικρότερο A σημαίνει περισσότερο rebroadcast



(a)



(b)

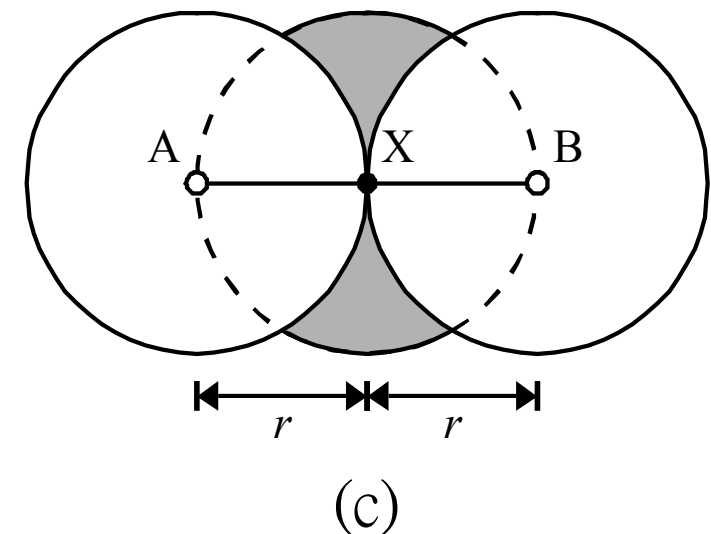
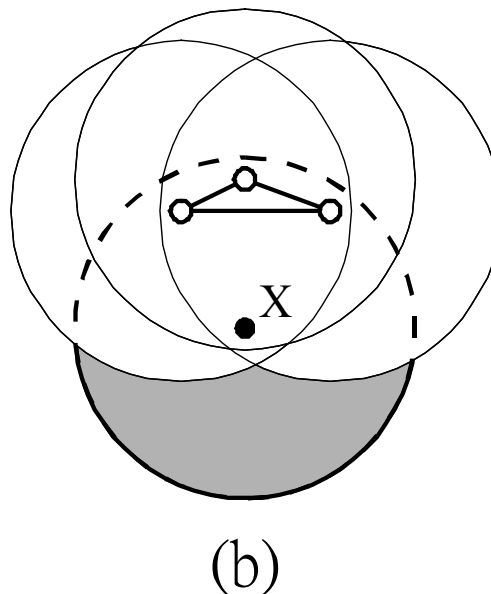
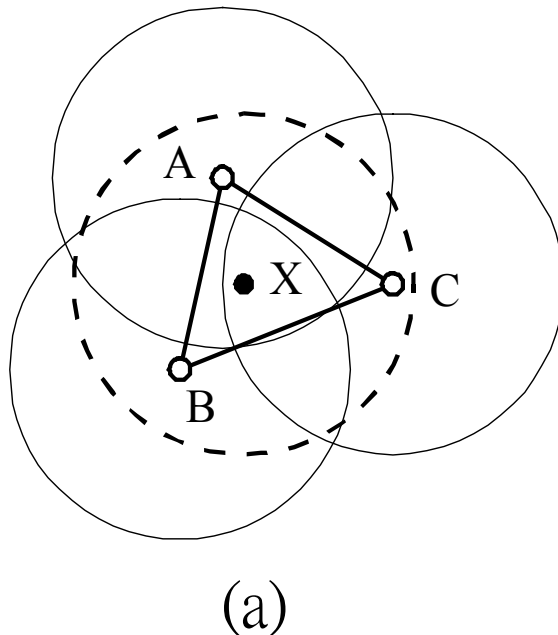
Παρατήρηση

- Γιατί επιλέγουμε $A = 0.187$?
 - Αυτή είναι additional coverage που αντιστοιχεί στο $C = 2$
- Επιτυγχάνει την καλύτερη επίδοση σε σχέση με όλα τα προαναφερθέντα σχήματα!

Τροποποιημένο Location-based σχήμα

- Έλεγχος πολυγώνου

- Εάν ένας host είναι μέσα στο πολύγωνο, που οριοθετείται από τις θέσεις των αποστολέων, τότε ΜΗΝ ΕΚΤΕΛΕΙΣ rebroadcast. (Εικ. (a))
- Αλλιώς, rebroadcast. (Εικ. (b))
- Εάν ένας host είναι μέσα στο κυρτό πολύγωνο, η μέγιστη additional coverage είναι κάτω από 22%. (Εικ. (c))



Σύνοψη επίδοσης των μεθόδων

- Κύρια μέριμνα:
 - Extra coverage μιας rebroadcast
- Διαφορετικά επίπεδα ακρίβειας:
 - probabilistic, counter, distance, location, polygon
- Επίδοση:
 - Flooding < Probabilistic σχήμα < Counter-based σχήμα < Distance-based σχήμα < Location-based σχήμα

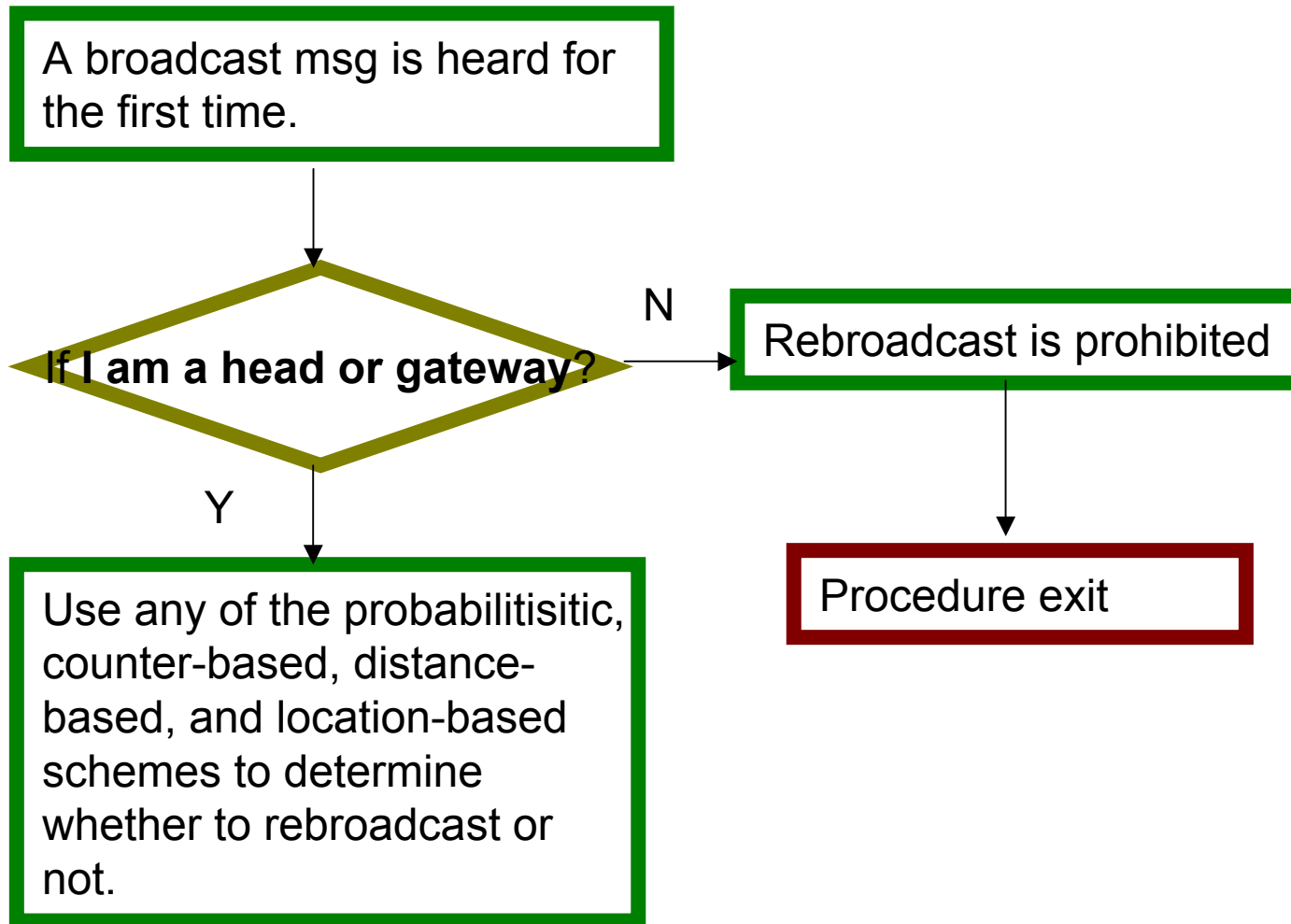
Cluster-based σχήμα (1/2)

- Αλγόριθμος σχηματισμού ομάδων (clusters)
 - Κάθε host έχει ένα μοναδικό ID
 - Ένας host με το τοπικά μικρότερο ID θα εκλέξει τον εαυτό του ως **κεφαλή της ομάδας (cluster head)**
 - Αυτός ο *head host* μαζί με τους γείτονές του θα σχηματίσουν ένα cluster
 - Αυτοί οι γείτονες θα αποκαλούνται **μέλη (members)** του cluster

Cluster-based σχήμα (2/2)

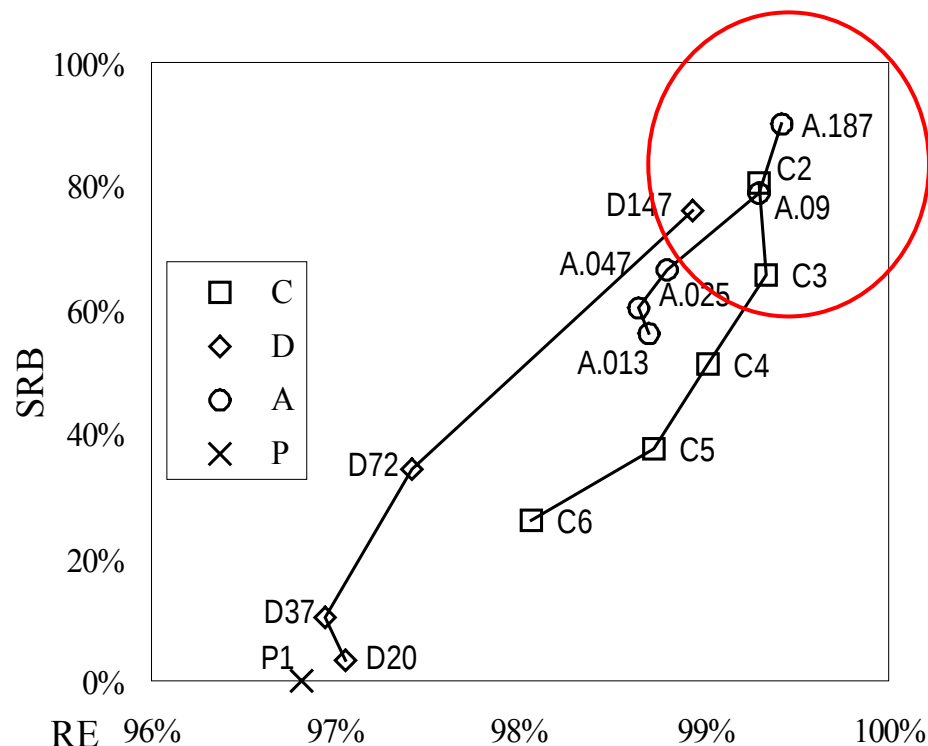
- Cluster formation protocol:
 - Το rebroadcast του **head** μπορεί να καλύψει όλους τους υπόλοιπους hosts του cluster εάν η μετάδοση δεν υποστεί collision
 - Οι **gateway** hosts έχουν την ευθύνη της αναμετάδοσης του μηνύματος στους hosts των άλλων clusters.
 - Δεν υπάρχει ανάγκη να εκτελέσει rebroadcast του μηνύματος ένα non-gateway μέλος

Αλγόριθμος Cluster-based

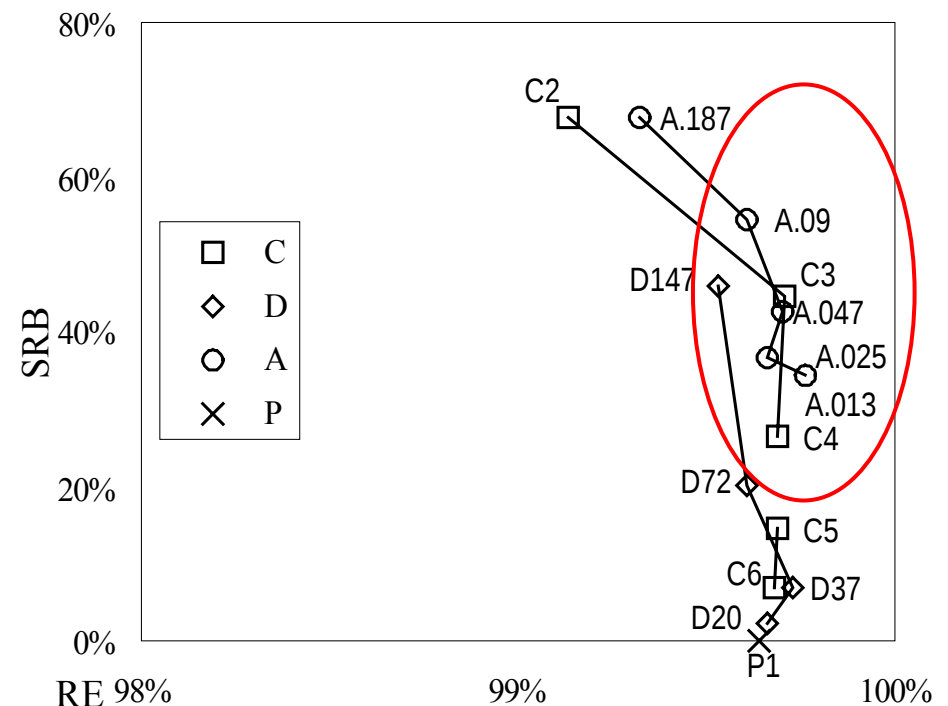


Σχέση μεταξύ reachability και saving

- Τα σημεία κοντινότερα στην πάνω δεξιά γωνία είναι καλύτερα

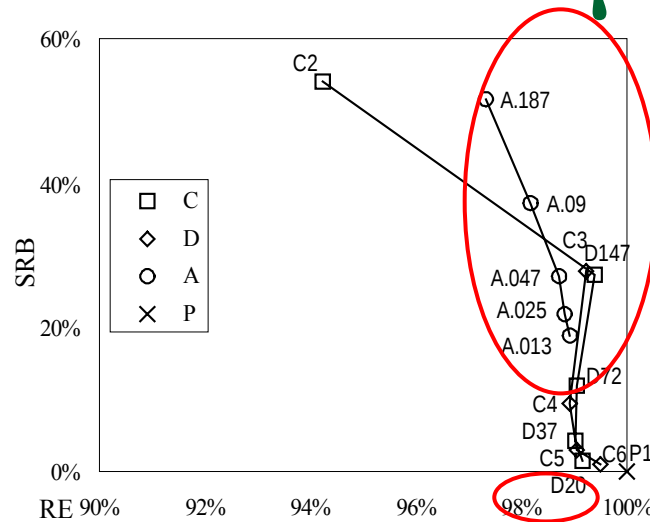


(a) 1x1 map

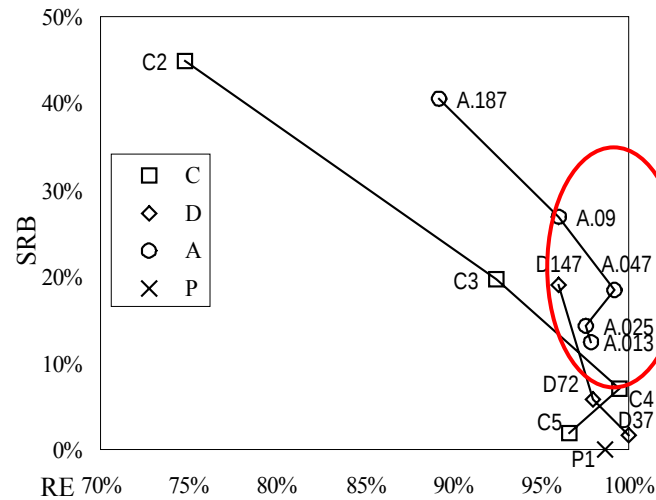


(b) 3x3 map

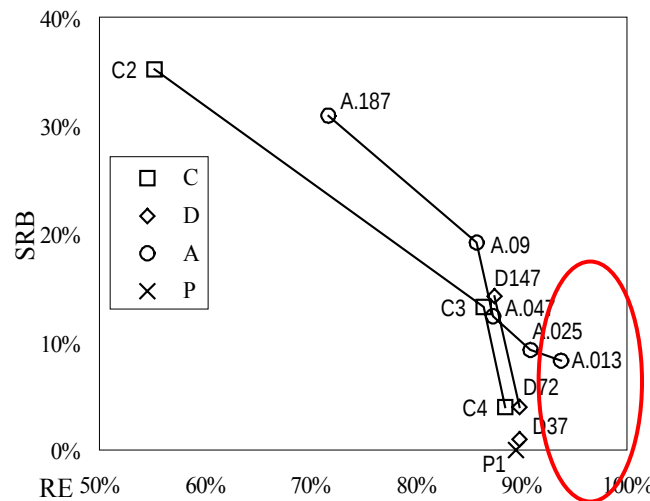
RE vs. SRB σε μεγαλύτερους maps



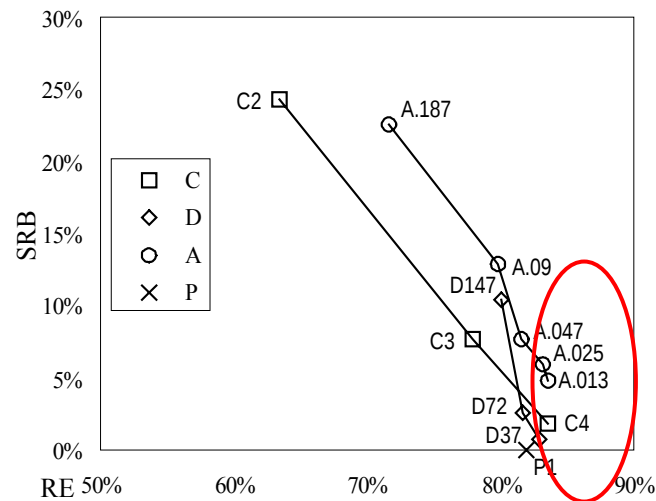
(c) 5x5 map



(d) 7x7 map



(e) 9x9 map



(f) 11x11 map

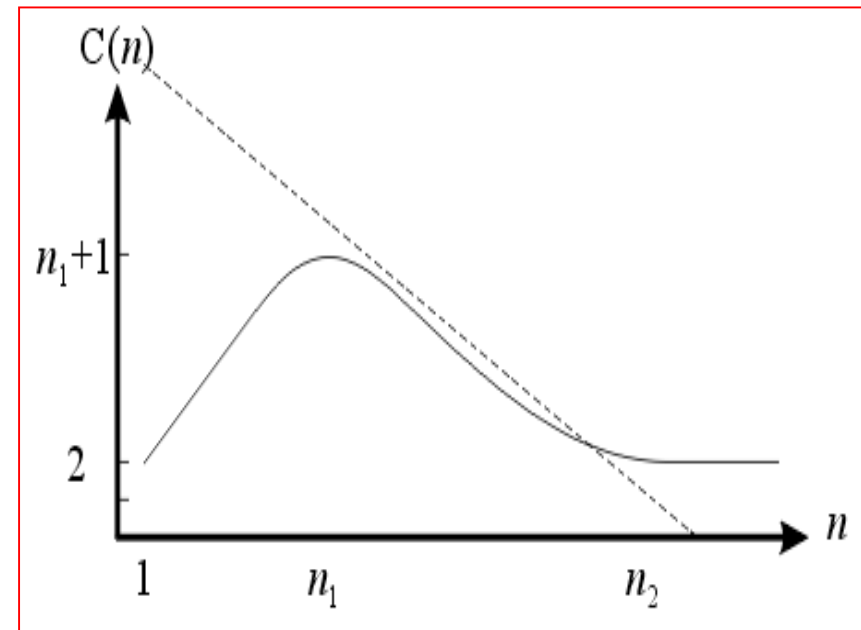
Προσαρμοζόμενες μέθοδοι για ανακούφιση των Broadcast Storms σε MANET's

Παρατηρήσεις

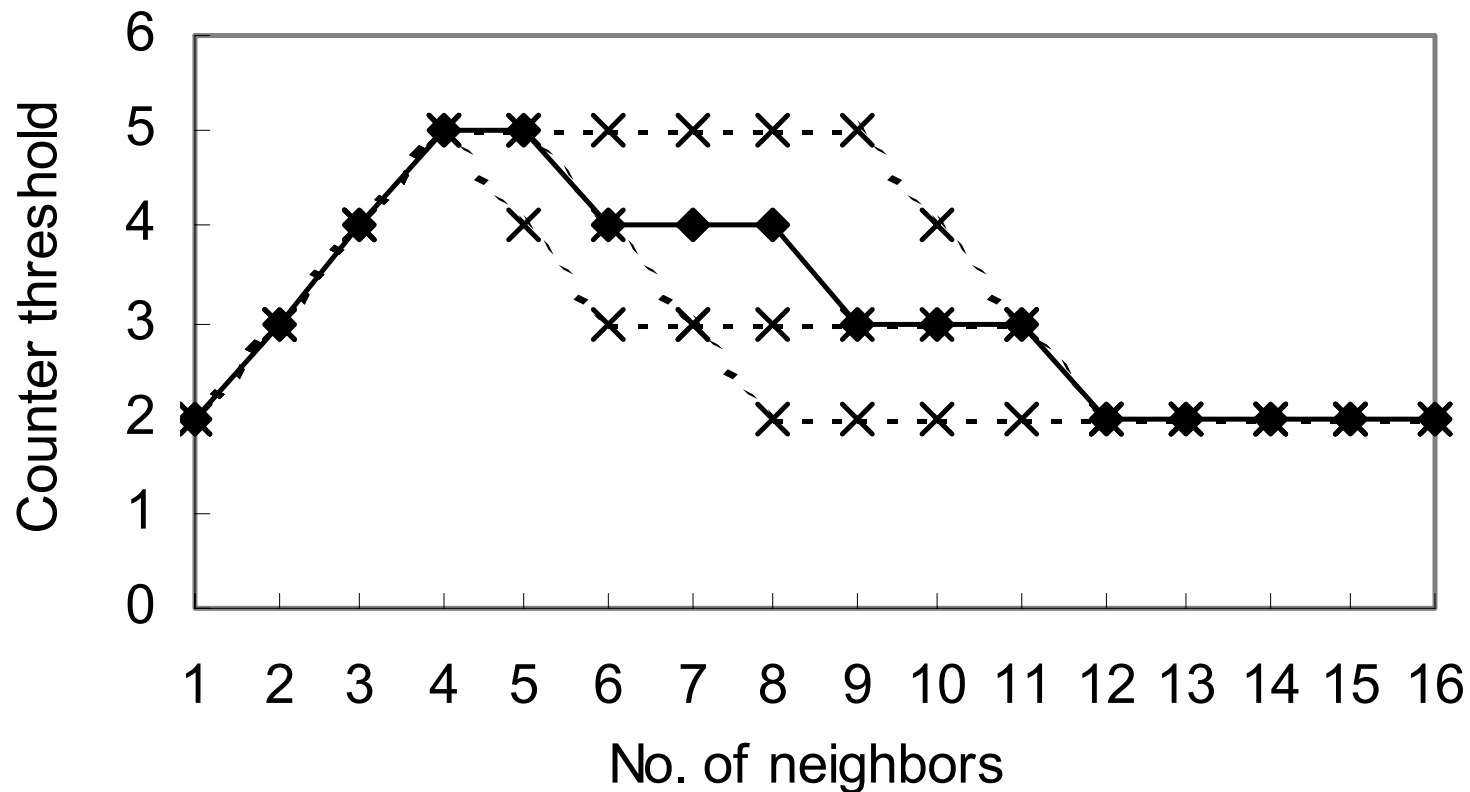
- Στις προηγούμενες λύσεις, τα κατώφλια που χρησιμοποιούσαμε ήταν **ΌΛΑ ΣΤΑΘΕΡΑ**
 - **ΌΧΙ** ευαίσθητα στην τρέχουσα κατάσταση του δικτύου
 - Παράδειγμα: Στο counter-based σχήμα, πιθανό να χρειαστούμε διαφορετικό κατώφλι C ανάλογα με την **πυκνότητα του δικτύου**
- Γιατί να μην έχουμε δυναμικά κατώφλια, **προσαρμοζόμενα στην κατάσταση του δικτύου?**

A1: Adaptive Counter-Based σχήμα

- Κάθε host προσδιορίζει το δικό του κατώφλι ανεξάρτητα
 - Η σταθερά C γίνεται πλέον μια συνάρτηση $C(n)$
 - όπου n είναι ο αριθμός των γειτόνων του
 - Συνιστώμενο σχήμα της $C(n)$
 - Πάντα rebroadcast εάν το n είναι μικρότερο από n_1
 - Ανακόπτουμε το rebroadcast γραμμικά μέχρι το n_2 , και κατόπιν το σταθεροποιούμε

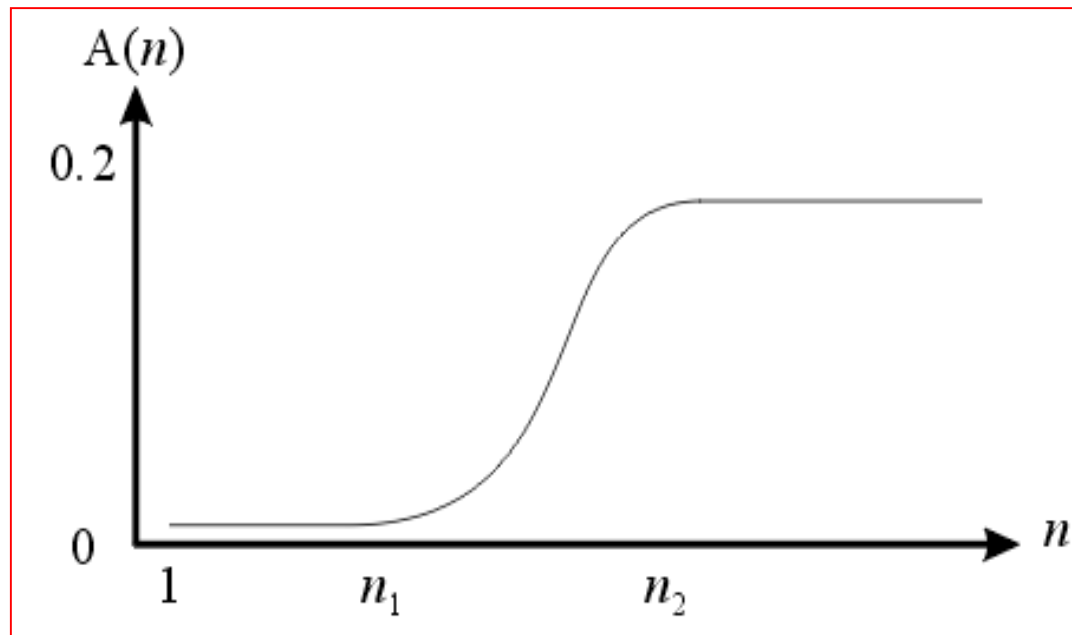


Προσαρμογή καμπύλης για δυναμικό μετρητή (adaptive counter) ⁷⁰

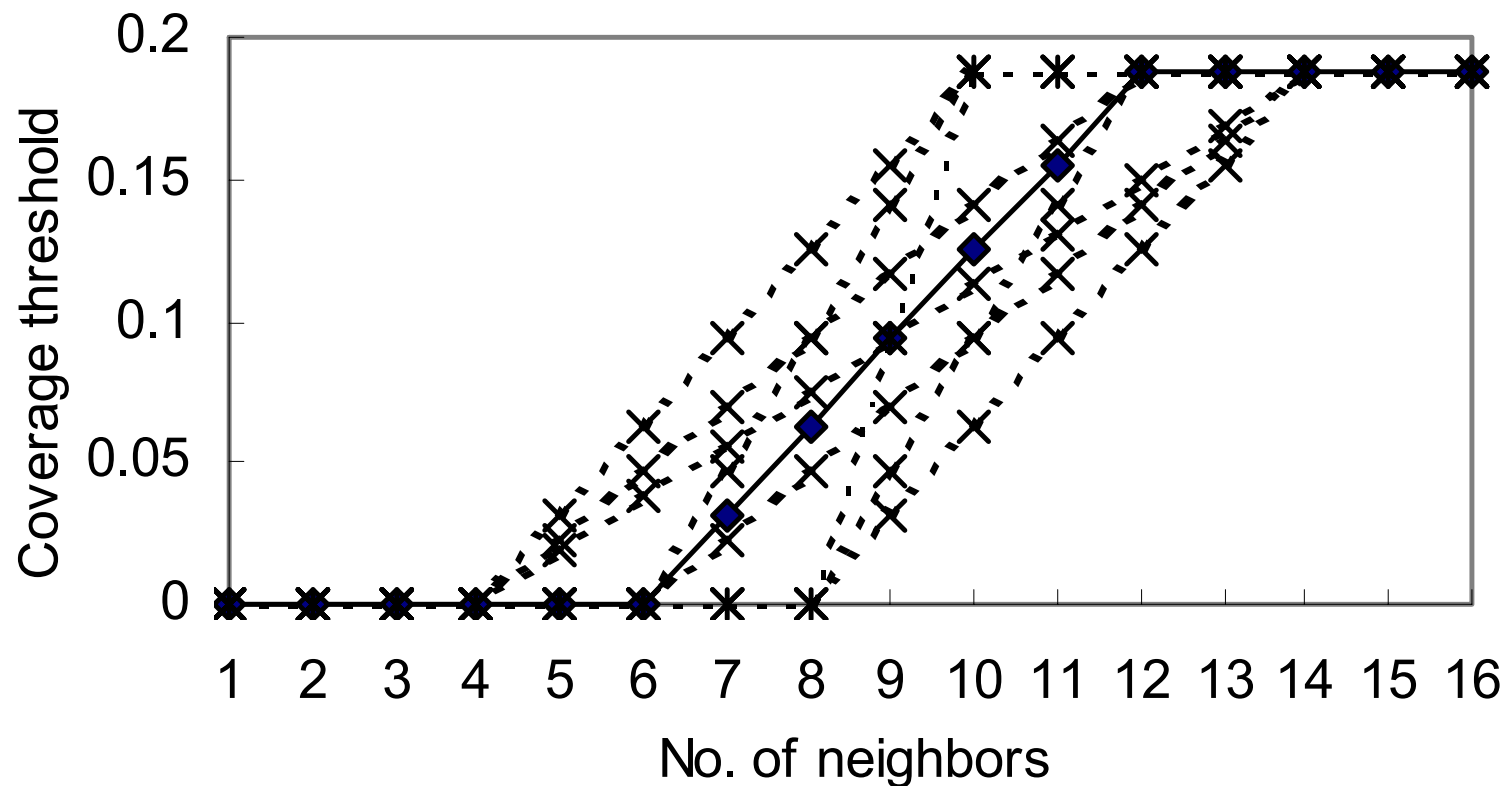


A2: Adaptive Location-based σχήμα

- Κάθε host προσδιορίζει το δικό του κατώφλι ανεξάρτητα
 - Η σταθερά A γίνεται πλέον μια συνάρτηση $A(n)$
- Συνιστώμενο σχήμα της $A(n)$:
 - Πάντα rebroadcast όταν το n είναι μικρότερο από n_1 (με αυστηρό κατώφλι)
 - Ανακόπτουμε rebroadcast όταν το n είναι μεγαλύτερο από n_2 (με χαλαρό κατώφλι)



Προσαρμογή καμπύλης για δυναμικό κατώφλι θέσης



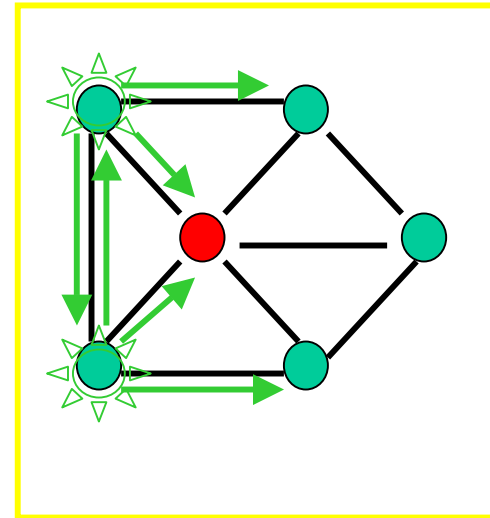
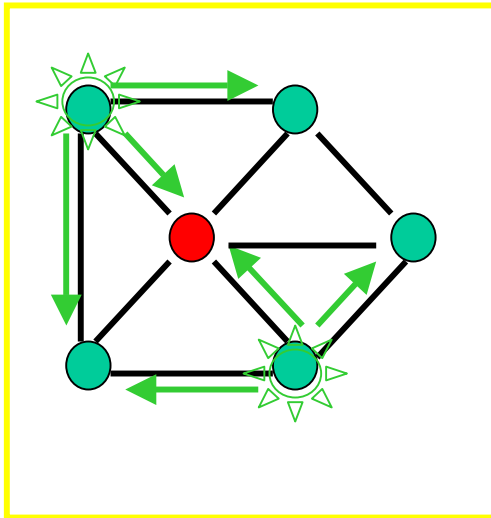
A3: Neighbor-coverage σχήμα

- Στόχος:
 - Όχι ανάγκη positioning devices
 - Χρήση απλού μοντέλου γραφήματος
- Ορισμός:
 - **Coverage** = το σύνολο των hosts που θα “καλυφθούν” εάν ένας host εκτελέσει rebroadcast
- Κανόνες:
 - Ένας host θα αναμεταδώσει μόνο εάν **υπάρχει ένας 1-hop γείτονας που δεν καλύπτεται από τις προηγούμενες αναμεταδόσεις** (εξ’ όσων γνωρίζει)
 - Ένας host γνωρίζει
 - **Τους γείτονές του**
 - **Τους γείτονες καθενός από τους γειτόνους του**

*** η πληροφορία αυτή συλλέγεται με περιοδικά HELLO packets

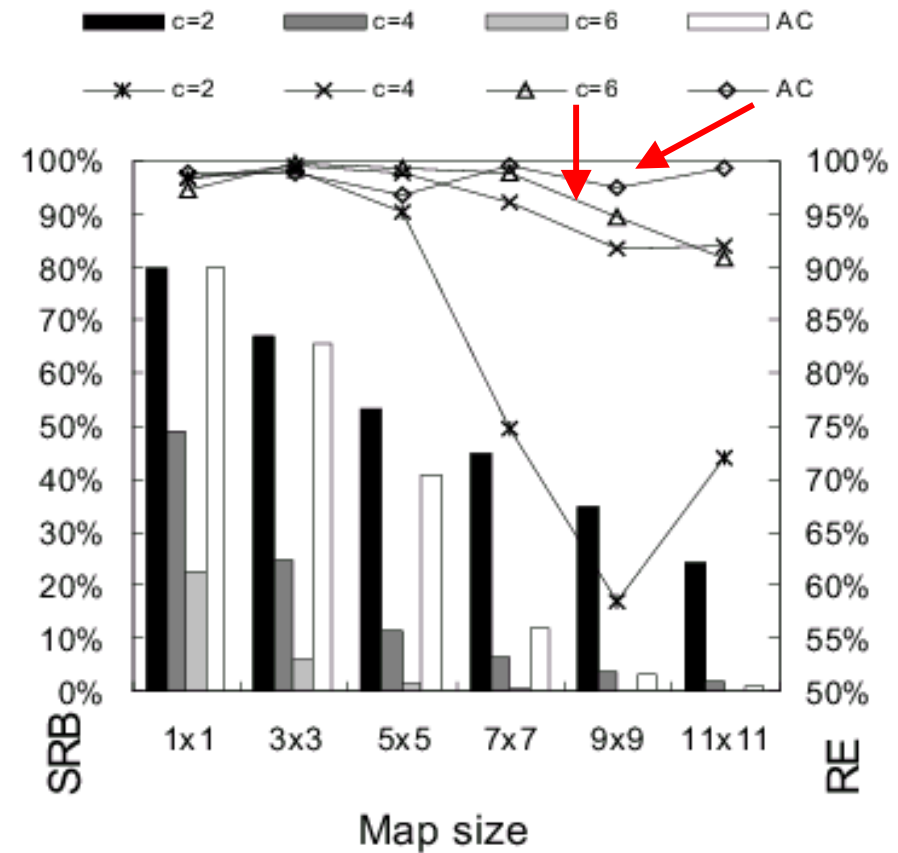
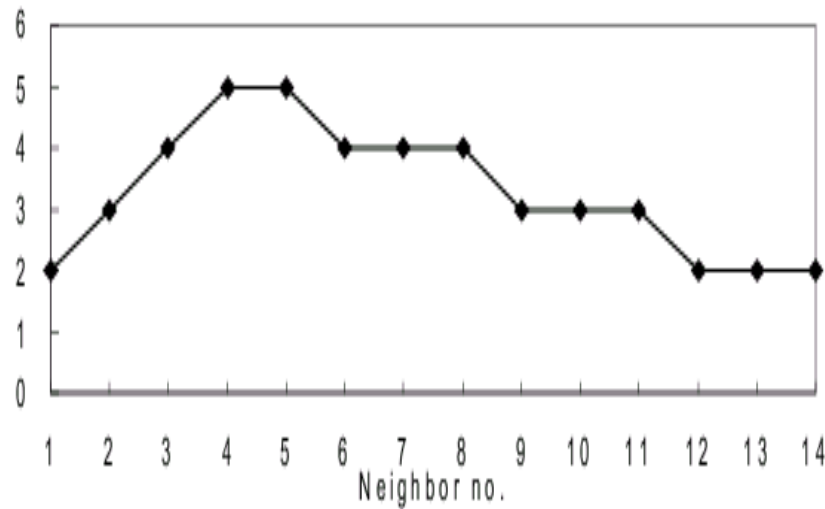
Παράδ. Neighbor-coverage σχήμα

- Ο red host δεν θα αναμεταδώσει
 - neighbor coverage είναι κενό
- Ο red host θα αναμεταδώσει
 - neighbor coverage δεν είναι κενό



Επίδοση adaptive counter-based

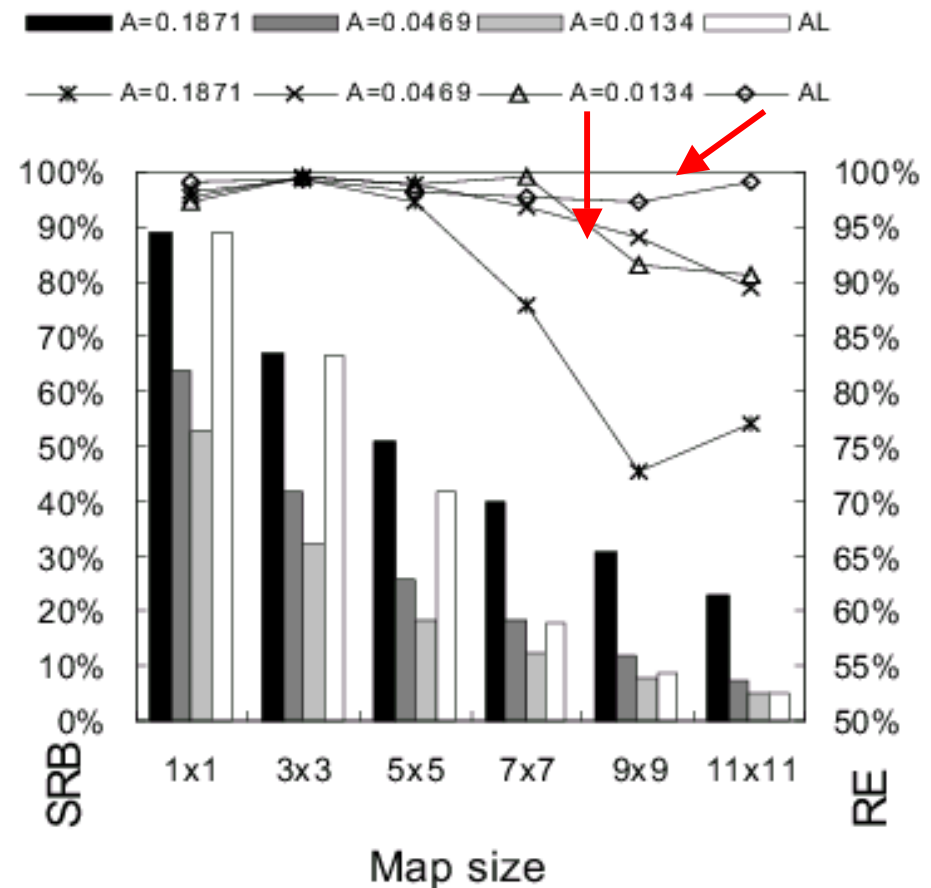
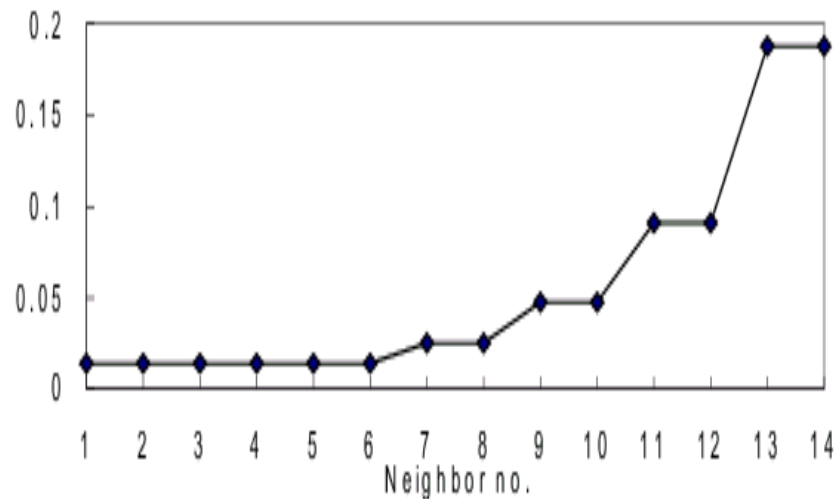
Adaptive Threshold



- Η AC βελτιώνει σημαντικά τις επιδόσεις σε σχέση με fixed C (2, 4, 6) τόσο για SRB και RE

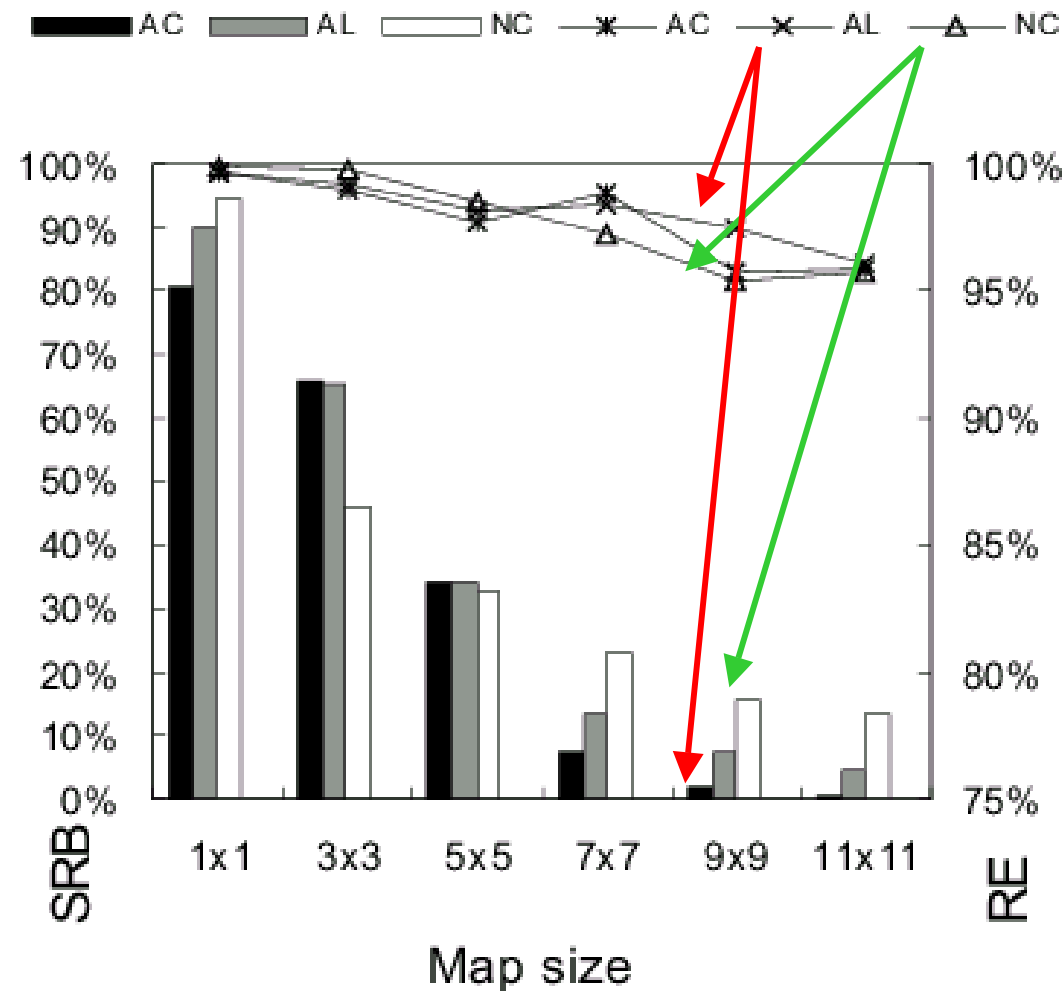
Επίδοση adaptive location-based

Adaptive Threshold



- Η AL βελτιώνει σημαντικά τις επιδόσεις σε σχέση με fixed L (0.187, 0.046, 0.013) τόσο για SRB και RE

Συν. επίδοση των adaptive σχημάτων



Βελτιωμένο σχήμα Neighbor-Coverage

Δυναμικό διάστημα ανταλλαγής HELLO

- The **διάστημα ανταλλαγής HELLO μηνυμάτων** έχει μεγάλη επίδραση στην ακρίβεια της πληροφορίας για τη γειτονιά ενός κόμβου, ειδικά όταν η κινητικότητα είναι υψηλή
- nv_x = neighbor variation of host x

$$= \frac{\text{number of hosts joining or leaving the neighbor set in the past 10 sec}}{|\text{neighbor set}| * 10}$$
- hi_x = hello interval του host x

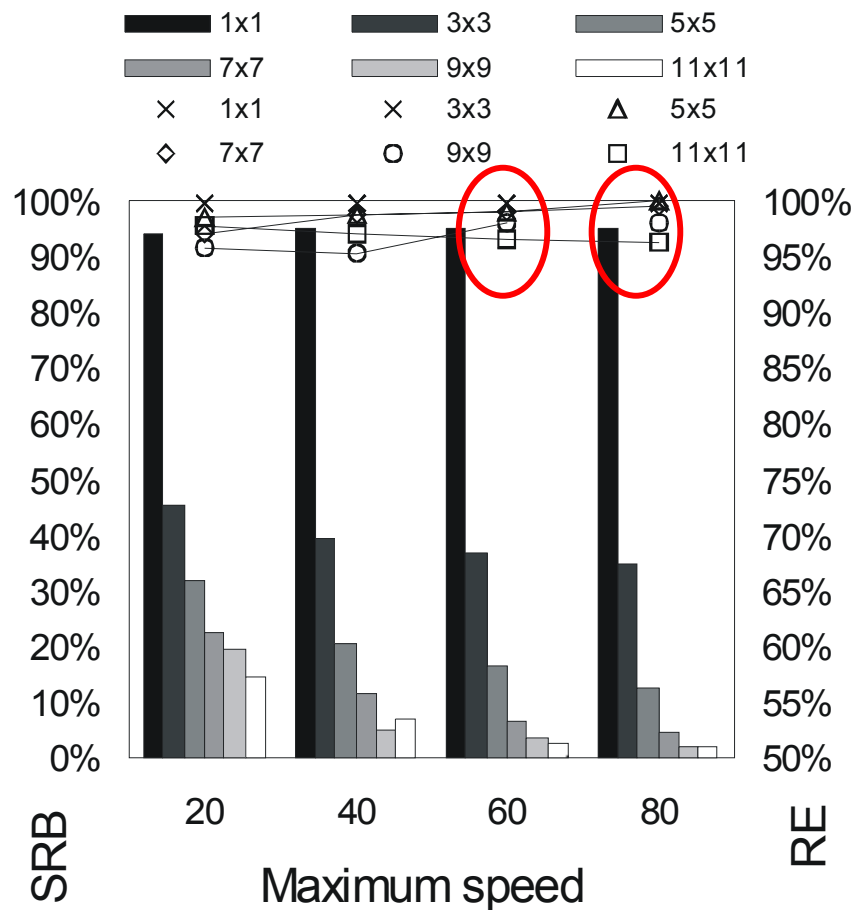
$$= \max(hi_{\min}, (nv_{\max} - nv_x) * hi_{\max} / nv_{\max})$$

Παράμετροι

- $n_{\max} = 0.02$
- $hi_{\min} = 1,000 \text{ ms}$
- $hi_{\max} = 10,000 \text{ ms}$

Neighbor Coverage με δυναμικό διάστημα “Hello” μηνυμάτων

- Η reachability βελτιώνεται σε όλες τις ταχύτητες !!

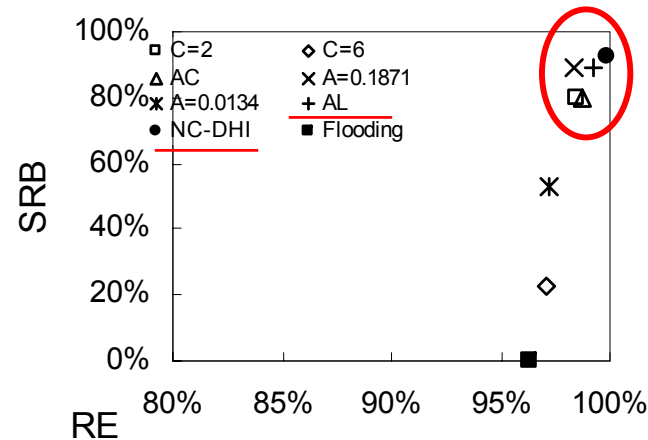


(a)

Παρατηρήσεις:

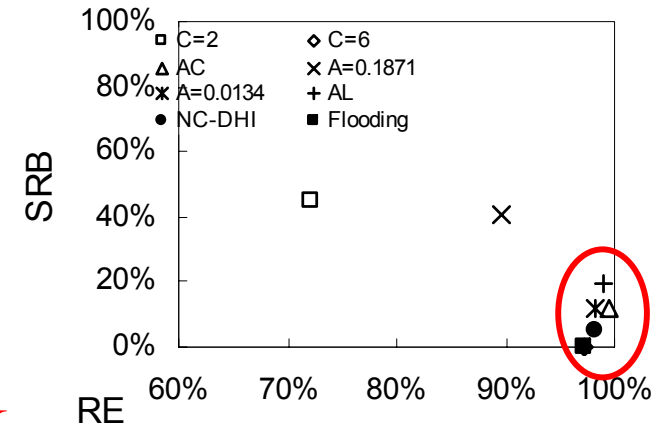
1. Μικρότερο saving σε υψηλές ταχύτητες
2. Περισσότερο saving σε πυκνότερο δίκτυο

Σύνοψη επίδοσης (SRB vs. RE)



dense network
(1x1)

dense network
(3x3)



dense network
(7x7)

