

Κινητός και Διάχυτος Υπολογισμός (Mobile & Pervasive Computing)

Δημήτριος Κατσάρος, Ph.D.

Χειμώνας 2005

Διάλεξη 5η

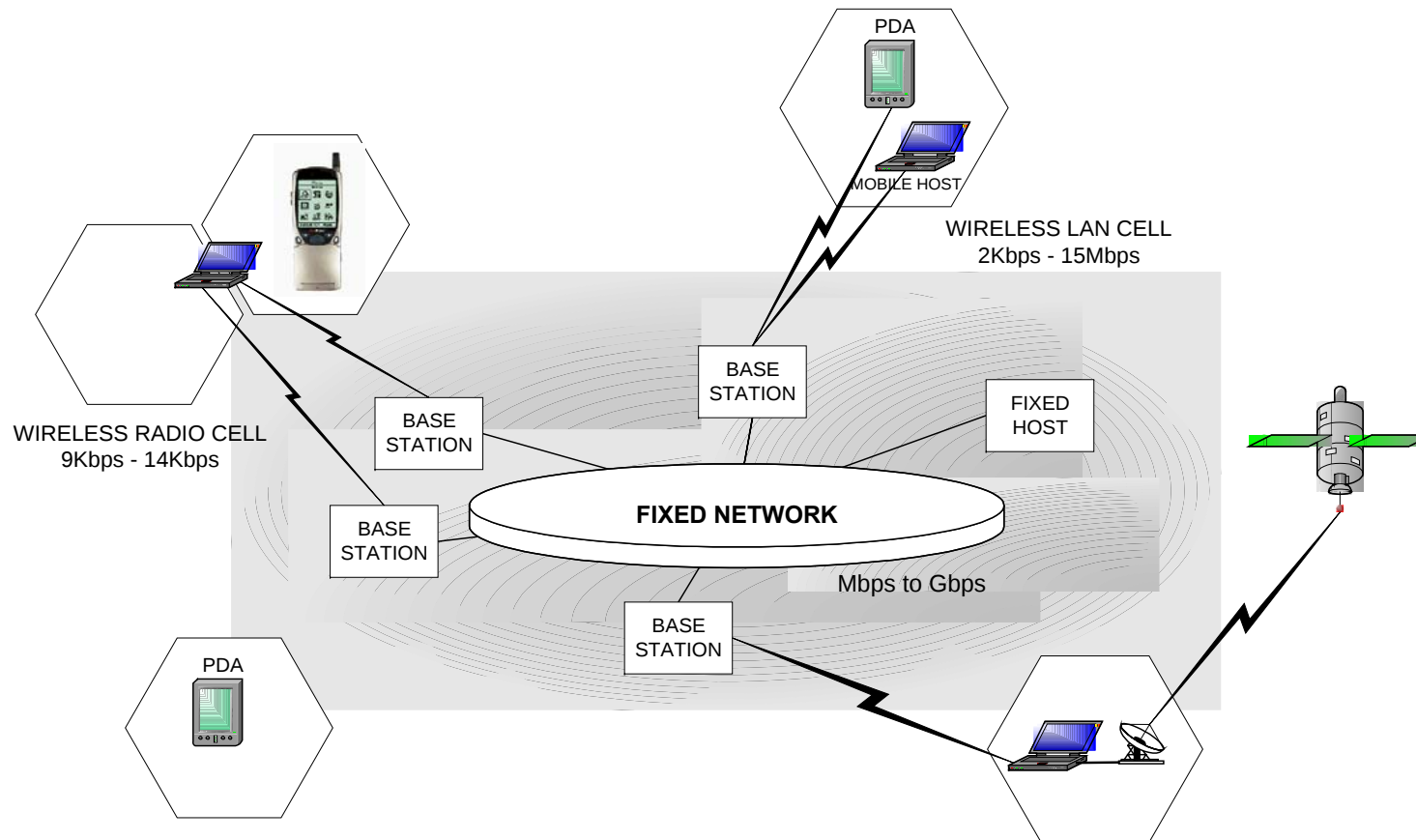
Ιστοσελίδα του μαθήματος

- 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

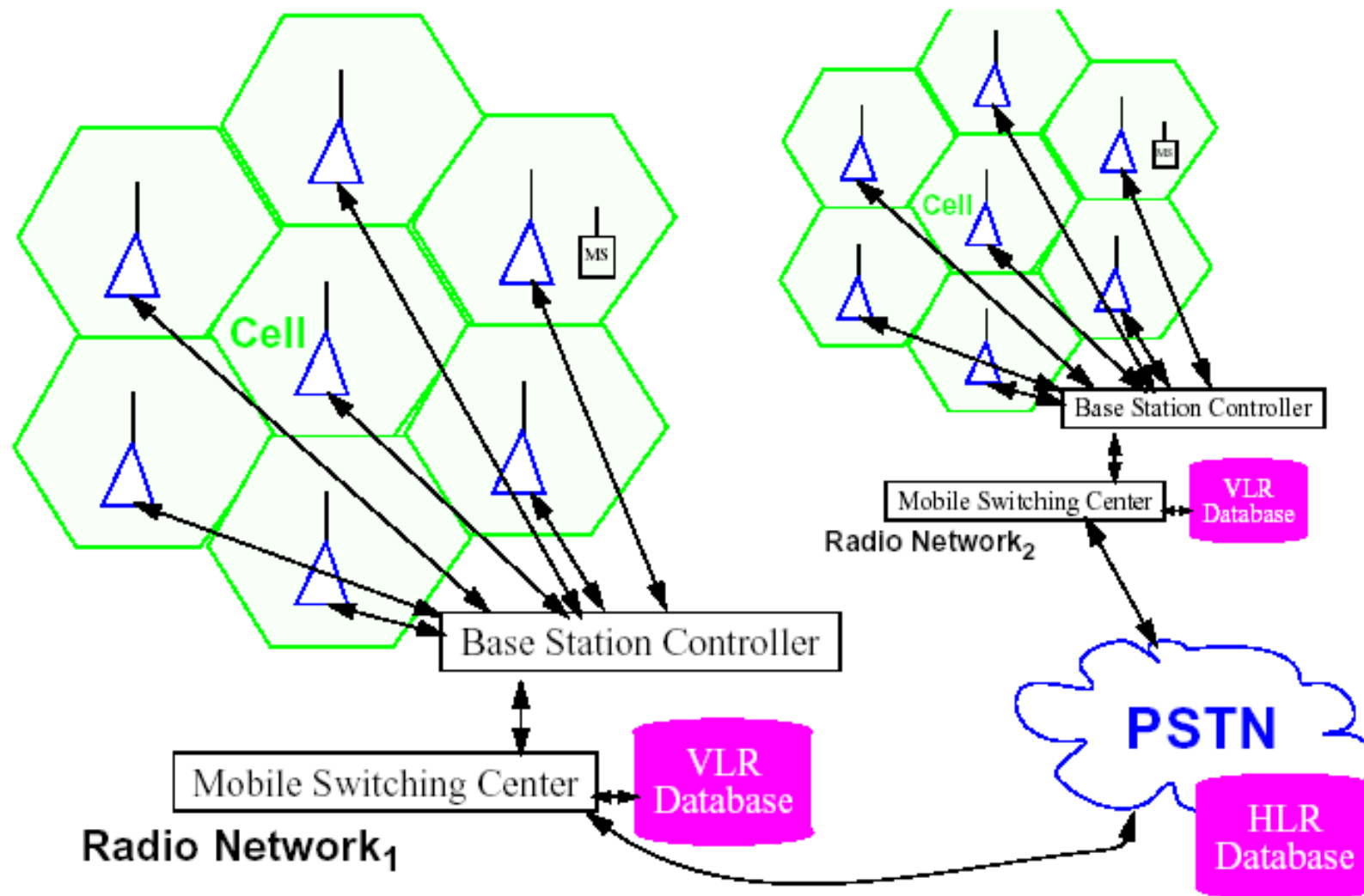
Περιεχόμενα

- **Αρχιτεκτονική κινητού δικτύου**
- Εκπομπή για αντικείμενα με εξαρτήσεις
- Εκπομπή με προθεσμίες αιτήσεων

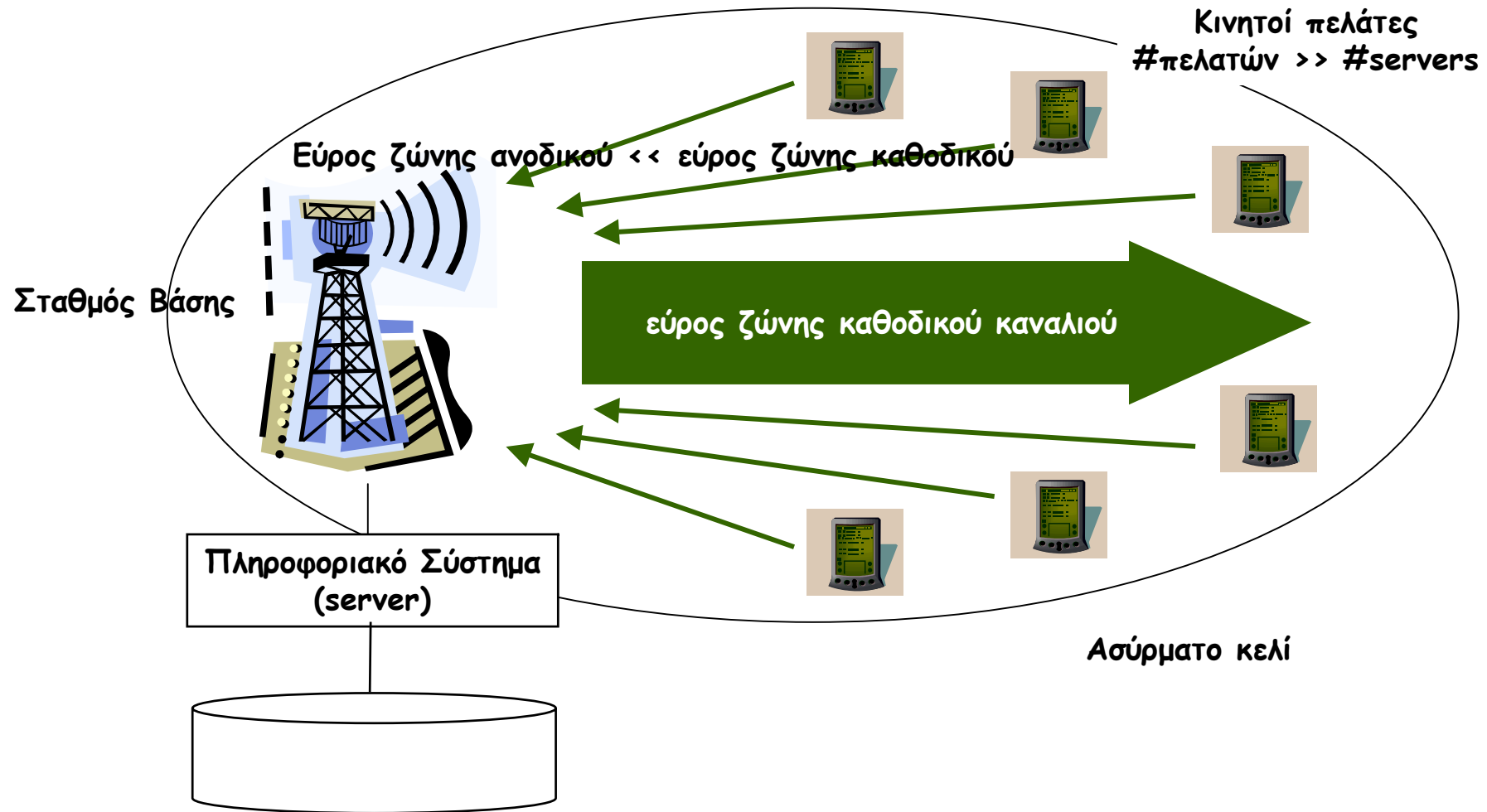
Αρχιτεκτονική κινητού δικτύου



Αρχιτ. Personal Comm. Sys. (PCS)



Γενικό μοντέλο εκπομπής



Περιεχόμενα

- Αρχιτεκτονική κινητού δικτύου
- **Εκπομπή για αντικείμενα με εξαρτήσεις**
- Εκπομπή με προθεσμίες αιτήσεων

Εξαρτώμενα αντικείμενα

- **Παράδειγμα 1**

- Υποθέστε ότι E είναι μια εικόνα ενσωματωμένη σε μια ιστοσελίδα A
- Ένα πρόγραμμα εκπομπής εκπέμπει την E αμέσως μετά την A
- Μια αίτηση για τα $\{A, E\}$ χρειάζεται ελάχιστα μεγαλύτερο χρόνο από ότι για το A μόνο του
- Εάν η σειρά εκπομπής ήταν τυχαία, τότε η αναμενόμενη καθυστέρηση ανάκτησης συνολικά είναι n , για ένα επίπεδο πρόγραμμα εκπομπής ($n/2$ για την ανάκτηση της A και $n/2$ για την ανάκτηση της E)

Εξαρτώμενα αντικείμενα

- **Παράδειγμα 2**

- Υποθέστε ότι E είναι μια εικόνα ενσωματωμένη σε μια ιστοσελίδα A , αλλά και σε μια δεύτερη σελίδα B
- Θεωρήστε μια αίτηση για τα $\{B, E\}$
- Εάν εκπέμπουμε την E αμέσως μετά την B αλλά και αμέσως μετά την A , π.χ., $\{A, E, B, E\}$, τότε έχουμε αύξηση του κύκλου εκπομπής, άρα αύξηση της καθυστέρησης
- Θα προτιμούσαμε η εκπομπή να είναι κάπως έτσι: $\{A, B, E\}$

Εκπομπή για εξαρτώμενα αντικείμενα

- Αιτήσεις για πολλαπλά αντικείμενα
 - Δημιουργούν σύνθετες εξαρτήσεις μεταξύ των αντικειμένων
 - Δυσκολεύουν τη δημιουργία προγράμματος εκπομπής
- Πληθώρα διαφορετικών διατυπώσεων του προβλήματος & πληθώρα κομψών λύσεων
- Θα αντιμετωπίσουμε το απλό ζήτημα:
 - Πρόγραμμα εκπομπής για εξαρτώμενα αντικείμενα
 - Περιβάλλον καθαρής εκπομπής (pure push)
 - Ένα κανάλι εκπομπής
 - Δημιουργία επιπέδου προγράμματος μόνο

Ορισμός προβλήματος

- Κάθε αντικείμενο προς εκπομπή αναπαρίσταται από ένα κόμβο γραφήματος
- Δημιουργούμε μια ακμή από κόμβο i σε κόμβο j , εάν υπάρχει εξάρτηση, δηλ., “σημαντική” πιθανότητα να προσπελαστεί το j μετά το i .
- Το βάρος της ακμής είναι η “ισχύς” της εξάρτησης
- **Πρόβλημα:**
 - Διάταξη των αντικειμένων σε έναν κύκλο εκπομπής, έτσι ώστε το weighted μήκος των ακμών να είναι το ελάχιστο δυνατό.

Minimum Circular Arrangement

- Κατευθυνόμενο γράφημα $G(N,A)$ με n κόμβους
- Μη-αρνητικά βάρη $w(e)$ σε κάθε ακμή e του A
- Να βρεθεί 1-1 συνάρτηση $f:N \rightarrow (0,1,...,n-1)$ που ελαχιστοποιεί το:

$$\sum_{e=(u,v) \in A} w(e)l(e)$$

- όπου $n=|N|$, και
- $l(e)=((f(v)-f(u)) \bmod n)$, δηλ., η απόσταση μεταξύ των κόμβων που αποτελούν τα άκρα της ακμής e . Αποκαλείται μήκος της ακμής e για τη συνάρτηση f .
- **Το MCA ανήκει στην κλάση NP-complete**

Ευριστική επίλυση του MCA: MST

- Επίλυση βασισμένη στην τοπολογική διάταξη του **maximum spanning tree** του G
- Άπληστος αλγόριθμος
- Βασίζεται στην αξιοποίηση του αλγορίθμου του Kruskal
- Αρχικά, n επιμέρους σύνολα
- Εσωτερική διάταξη σε κάθε επιμέρους σύνολο
- Συνενώνει επιμέρους υποσύνολα
- Συνενώνει τις επιμέρους διατάξεις τους

Ο ευριστικός αλγόριθμος MST

MST algorithm

Given a dependency graph $G = (N, A)$

Let P be a partition of the nodes of the graph G , initialized to n singleton sets.

(The algorithm maintains an ordering of each set in P)

for all arcs $e = (u, v)$ of G in non-increasing order of weight:

Let P_u be the component of P that contains u and P_v be the component that contains v

if $P_u \neq P_v$

Insert e in the spanning tree T

Unite P_v and P_u and append the ordering of P_v after the ordering of P_u

Concatenate all orderings of sets in P and

return such ordering.

Στην ουσία παράγει μια ακολουθία από ομάδες (clusters) και συνενώνει δυο ομάδες με βάση τις εξαρτήσεις μεταξύ δυο σελίδων τους

Πολυπλοκότητα εκτέλεσης: $O(n^2 * \log n)$

Περιεχόμενα

- Αρχιτεκτονική κινητού δικτύου
- Εκπομπή για αντικείμενα με εξαρτήσεις
- **Εκπομπή με προθεσμίες αιτήσεων**
 - **Real-time Broadcast on Demand**
 - **Adaptive Real-time Data Broadcast**

Συνήθεις προσεγγίσεις

- Pure On-demand (Client/Server)
 - Υπηρεσία άμεσα προσαρμοσμένη στις ανάγκες των κινητών πελατών
 - Έλλειψη κλιμάκωσης
 - Μικρή αποτελεσματικότητα στην αξιοποίηση του εύρους ζώνης
- Static Broadcast
 - Δίσκοι εκπομπής (Broadcast disks)
 - Απαιτείται ακριβής πρόβλεψη
 - Δεν υπάρχει αλληλεπίδραση
 - Τα “cold” δεδομένα δεν εξυπηρετούνται καλά

Συνήθειες προσεγγίσεις

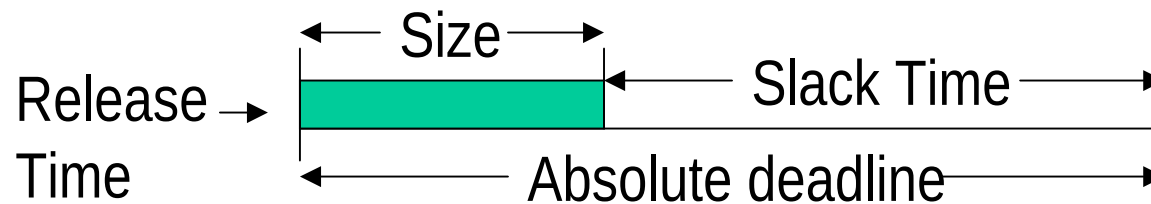
- Broadcast on Demand (BoD)
 - $R \times W$
 - Βελτιωμένη αλληλεπίδραση σε σχέση με την καθαρή εκπομπή
 - Βελτιωμένη αποδοτικότητα σε σχέση με την pure-on-demand
 - Υβριδικά μοντέλα (Hybrid Models)
 - Στατική δέσμευση καναλιού
 - Δυναμική δέσμευση καναλιού
- ==> Τι κάνουμε με τον ΧΡΟΝΟ?**

Πού τον συναντάμε

- Ενημέρωση κυκλοφοριακής κατάστασης, τιμές μετοχών, πολυμεσικές εφαρμογές, κ.τ.λ.
- Πολιτικές εξυπηρέτησης
 - Χωρίς εγγυήσεις (No guarantees)
 - Εγγυημένη προθεσμία (Guaranteed deadline)
 - Ακριβής χρόνος (Exact time) – Η σκληρότερη (hardest) εγγύηση

Μοντέλο πραγματικού χρόνου

- Αναπαρίσταται ως τριάδα (R, S, D)
 - R: Η στιγμή όταν υποβάλλεται η αίτηση
 - S: Το μέγεθος του αντικειμένου
 - D: Προθεσμία. Αναπαριστά τους χρονικούς περιορισμούς που ανατίθενται στην αίτηση
 - Σχετική προθεσμία (Slack Time)
 - Απόλυτη προθεσμία (Absolute deadline)



Μετάδοση πραγματικού χρόνου

- **Earliest Deadline First (EDF)**
 - Βασικά είναι μοντέλο client/server
 - Υποθέτει ότι τα αντικείμενα είναι pre-emptable
 - Αναθέτει προτεραιότητες με βάση τις προθεσμίες των αιτήσεων
 - Η optimality αποδεικνύεται για one-to-one μετάδοση

Εκπομπή κατ'απαίτηση Πραγμ. Χρόνου (Real-Time BoD)

- **EDF_BATCH**

- Αναθέτει προτεραιότητες όπως και ο EDF
- Αξιοποιεί την δυνατότητα εκπομπής
- Αποτελεσματική χρήση του εύρους ζώνης

- **Αδυναμία**

- Δεν λαμβάνει υπόψη του τον αριθμό των αιτήσεων όταν αναθέτει προτεραιότητες και εκτελεί pre-emption
- Δεν λαμβάνει υπόψη του το υβριδικό περιβάλλον, όπου υπάρχουν αιτήσεις πραγματικού χρόνου, αλλά και αιτήσεις μη πραγματικού χρόνου

Να πράξουμε ...

- **EDF_COUNT_BATCH**

- Preemption Threshold α (≥ 1)
- Μια ακόμη συνθήκη για pre-emption

$$\frac{\text{number of requests for the preempted item}}{\text{number of requests for the preempting item}} \leq \alpha$$

- Αποτροπή “cold” αντικειμένου από το να κάνει pre-empt κάποιο “hot” αντικείμενο
- Γενίκευση του EDF_BATCH (γίνεται ο EDF_BATCH όταν $\alpha=1$)

Να πράξουμε ...

- Συνδυασμό real-time και non-real-time
 - Καθυστέρηση των real-time αιτήσεων όσο γίνεται περισσότερο (πριν την προθεσμία τους)
 - Χρήση των πρώτων slots για non-real-time αιτήσεις για ελάττωση του χρόνου αναμονής
 - Backward-EDF
 - Αδυναμία: Νέο-εισερχόμενες real-time αιτήσεις μπορεί να χάσουν τις προθεσμίες τους

Σύνθετη αίτηση

- Μια αίτηση εμπλέκει πολλαπλά αντικείμενα
- Ποια είναι η προθεσμία για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο?
- Equal Slack Data (EQSD)

$$D(d_j) = R(Tran_i) + \frac{D(Tran_i) - R(Tran_i)}{\text{number of data items in } Tran_i}$$

- Είναι λογικό?
 - Tran1: d_1, d_2, d_3 . $R_1=0, D_1=4, S_1=1+1+1$
 - Tran2: d_4 . $R_2=0, D_2=2, S_2=1$
 - Tran3: d_5 . $R_3=0, D_3=2, S_3=1$

Σύνθετη αίτηση

- Least On Demand First (LODF)

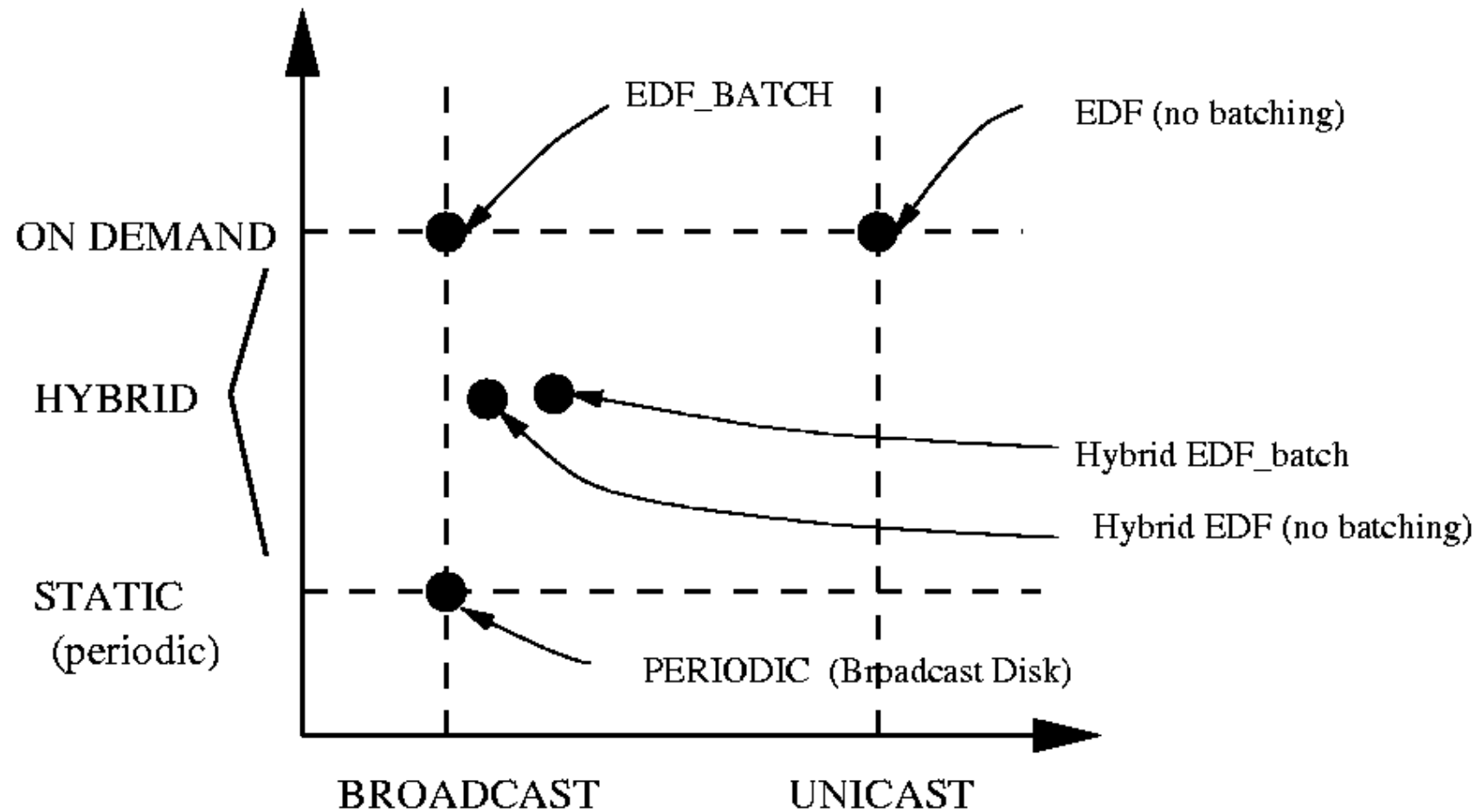
$$ODFraction = \frac{\text{Number of Pending OnDemand Data Items}}{\text{Total Number Data Items Requested}}$$

- On-demand αιτήσεις με μικρότερο ODFraction θα έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα
- Η ιδέα είναι να δώσουμε προτεραιότητα σε αιτήσεις με καλή πιθανότητα τερματισμού

Υβριδική εκπομπή πραγμ. χρόνου

- Η στατική προσέγγιση
 - Time division multiplexing μεταξύ περιοδικής εκπομπής και on-demand εκπομπής
 - Κατανομή πιθανότητας προσπέλασης γνωστή εκ των προτέρων
 - Ο κύκλος περιοδικής εκπομπής προϋπολογίζεται χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις προθεσμίες (δεν υπάρχει εκ των προτέρων γνώση των προθεσμιών για τις αιτήσεις)
 - EDF ή EDF_BATCH για on-demand

Συγκριτική απεικόνιση



Προσαρμόζόμενο υβριδικό μοντέλο

- Υποθέτουμε ότι η κατανομή των προθεσμιών είναι γνωστή (ή ότι η ελάχιστη προθεσμία είναι γνωστή)
- Εκτελούμε προσαρμογή ανά-κύκλο
 - Κατανομή εύρους ζώνης μεταξύ δυο τρόπων
 - Επιλογή δεδομένων για περιοδική εκπομπή
 - Κατασκευή του περιοδικού και του κατ'απαίτηση προγράμματος
- Το ευρετήριο για την περιοδική εκπομπή εκπέμπεται περιοδικά
- Οι πελάτες κάνουν αιτήσεις, όταν δεν βρίσκουν τα αντικείμενα ενδιαφέροντος στην περιοδική εκπομπή

Επιλογή “περιοδικών” αντικειμένων

- Εκτίμηση εύρους ζώνης:

$$BW_required_i = \frac{S_i + 1}{D_i + 1}$$

- Εκτίμηση προτεραιότητας:

$$Priority_i = \frac{Requests_Received_i}{BW_Required_i}$$

- Εκπομπή του αντικειμένου με μεγάλο αριθμό αιτήσεων και μικρές απαιτήσεις σε εύρος ζώνης

Επιλογή “περιοδικών” αντικειμένων

- Αξίζει να εκπεμφθεί?
 - **Cutoff_Threshold** είναι ο αριθμός εκπομπών του αντικειμένου, εάν κατηγοριοποιηθεί ως περιοδικό

$$Cutoff_Threshold = \frac{last\ broadcast\ length}{deadline}$$

- Το αντικείμενο πρέπει να ικανοποιεί

$$Requests_Received > Cutoff_Threshold$$

Επιλογή “περιοδικών” αντικειμένων

- Επέλεξε για περιοδική εκπομπή το αντικείμενο
 - Ένα πρόβλημα 0-1 knapsack

$$\sum_{i=1}^m BW_Required \leq BW_Threshold$$

- Όταν τα αντικείμενα είναι μικρά σε σχέση με τον κύκλο εκπομπής – σχεδόν βέλτιστη επίδοση
- ***1-BW_Threshold*** δεσμεύεται για εκπομπή κατ’ απαίτηση

Επιλογή “περιοδικών” αντικειμένων

- Εκτίμηση της κατανομής πιθανότητας προσπέλασης
 - Cooling Factor (τυπικά 0.7~0.9)

$$Expected_requests^t = Expected_requests^{t-1} \cdot CFactor$$

- Αρχική τιμή είναι ο αριθμός αιτήσεων που ελήφθησαν πριν το αντικείμενο μπει στην περιοδική εκπομπή
- Χρήση της αναμενόμενης τιμής για εκτίμηση της προτεραιότητας
- Πριν απομάκρυνση από περιοδική λίστα, εκτίμηση ξανά με δειγματοληψία (επόμενη διαφάνεια)

Επιλογή “περιοδικών” αντικειμένων

- Η δειγματοληψία πραγματοποιείται στο τέλος του κύκλου, όταν το αντικείμενο δεν εκπέμπεται

$$Sampling_Time = \frac{Cycle_Length^t \times Expected_Sample_Size}{Estimated_Request^t}$$

- Μετά τη δειγματοληψία, εκτίμηση

$$Estimated_Requests^{t+1} = \frac{Cycle_Length^t \times Actual_Sample_Size}{Sampling_Time}$$



Κατασκευή προγράμματος

- Τα περιοδικά αντικείμενα μπορούν να αναπαρασταθούν ως ζεύγη ακεραίων $\{(S_1, D_1), (S_2, D_2), \dots, (S_n, D_n)\}$
- Δημιουργία ζεύγους (S_{n+1}, D_{n+1}) για κατ' απαίτηση εκπομπή με μη-κατειλημμένο εύρος ζώνης
 - Τα αντικείμενα εκπέμπονται με EDF_BATCH
- Εγγύηση ότι κάθε υποακολουθία από D_i συνεχόμενες “μονάδες” αντικειμένων περιέχει τουλάχιστον S_i μονάδες από το αντικείμενο d_i

Κατασκευή προγράμματος

- $\text{Ανάθεση}(i,t)$ = αριθμός slots ανατίθενται στο αντικείμενο i στο διάστημα $[0, t)$
- Το αντικείμενο i μπορεί να συναγωνίζεται για slots, εάν

$$\left\lceil \frac{\text{allocated}(i,t)}{BW_Required_i} \right\rceil \leq t$$

- Ανάθεση προτεραιότητας

$$\text{pseudodeadline}(i,t) = \left\lceil \frac{\text{allocated}(i,t) + 1}{BW_Required_i} \right\rceil$$

- Ένα slot ανατίθεται στο αντικείμενο με την κοντινότερη προθεσμία