



# Προσαρμογή και Χρέωση των Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών του Διαδικτύου στο GPRS περιβάλλον

Σέργιος Σούρσος  
([sns@aueb.gr](mailto:sns@aueb.gr))

Επιβλέποντες Καθηγητές: κ. Κουρκουμπέτης Κ.  
κ. Πολύζος Γ.

Φεβρουάριος 2001

Πτυχιακή Εργασία

Ο.Π.Α. - Μεταπτυχιακό στα Πληροφοριακά Συστήματα

1

## Σκοπός της εργασίας

- Εξασφάλιση ποιότητας υπηρεσίας στο GPRS
  - βάσει χαρακτηριστικών που προβλέπει το πρότυπο
  - με χρήση των Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών
- Προσαρμογή των Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών στο GPRS περιβάλλον
  - πάνω στην υπάρχουσα αρχιτεκτονική
  - με τις δεδομένες διαδικασίες ανάθεσης πόρων
- Χρέωση των Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών
  - για καλύτερη διαχείριση των πόρων

Πτυχιακή Εργασία

Σούρσος Σέργιος

2

# GPRS και Ποιότητα Υπηρεσίας

- Παράμετροι ποιότητας υπηρεσίας που ορίζονται από το ETSI:
  - **Προτεραιότητα** (3 κλάσεις)
  - Καθυστέρηση (4 κλάσεις)
  - Αξιοπιστία (3 κλάσεις)
  - Μέγιστη διεκπεραιότητα (9 κλάσεις)
  - Μέση διεκπεραιότητα (31 κλάσεις)
- ⇒ Οι παράμετροι δεν έχουν συσχετιστεί ακόμα με την διαδικασία ανάθεσης ραδιοπόρων!
- ⇒ **Πρόταση:** χρήση προτεραιότητας για ανάθεση πόρων
- ⇒ Διαφοροποιημένες Υπηρεσίες

## Διαφοροποιημένες Υπηρεσίες

- Υπηρεσίες Διαδικτύου: απρόβλεπτες και χαμηλής ποιότητας
- Προτάσεις:
  - Εφαρμογές προσαρμόσιμες στις συνθήκες του δικτύου (RTP, RTCP)
    - ◆ δεν έχουν όλες οι εφαρμογές αυτή τη δυνατότητα
  - Υπηρεσίες με εγγυημένο ρυθμό μετάδοσης → Ενοποιημένες Υπηρεσίες (Integrated Services - RSVP)
    - ◆ προβλήματα επεκτασιμότητας
  - Διαφοροποιημένες Υπηρεσίες (Differentiated Services)
    - ◆ διαχειρίζονται σύνολα ροών και όχι διακριτές ροές
    - ◆ χρήση προτεραιοτήτων

# Βασικές Διαφοροποιημένες Υπηρεσίες

## Πρωτεύουσα Υπηρεσία (Premium Service)

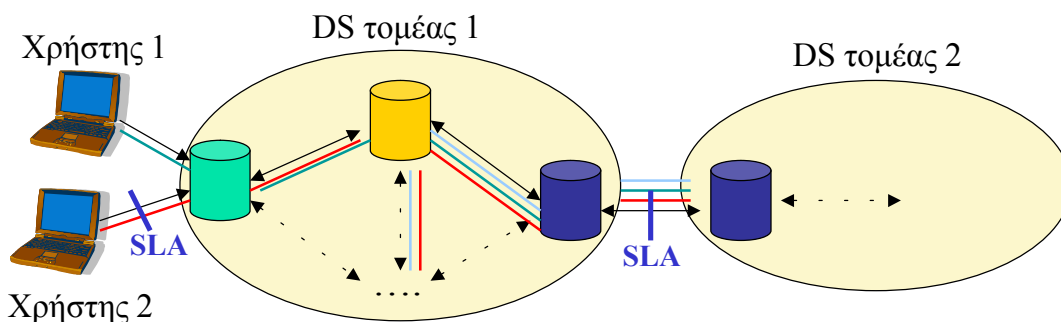
- Ιδεατή μισθωμένη γραμμή (ATM CBR)
- Ορισμός **ελάχιστου** ρυθμού μετάδοσης → οσοδήποτε μεγάλος και αν είναι ο φόρτος του δικτύου
- Για να μην «λιμοκτονήσουν» οι άλλες ροές → **μέγιστος** ρυθμός μετάδοσης
- Τα επιπλέον πακέτα καθυστερούνται ή απορρίπτονται

## Διασφαλισμένη Υπηρεσία (Assured Service)

- **4 ανεξάρτητες κλάσεις**, τα πακέτα μαρκάρονται με μία από τις **3 διαθέσιμες προτεραιότητες**
- Δεν εγγυάται ρυθμό μετάδοσης αλλά ...
- ... παρέχει πιθανότητα να μεταδοθεί το πακέτο ανάλογα:
  - με τους πόρους που έχουν ανατεθεί στην κλάση
  - το επίπεδο συμφόρησής της
  - την προτεραιότητα του πακέτου

# Διδύφια Διαφοροποιημένη Υπηρεσία

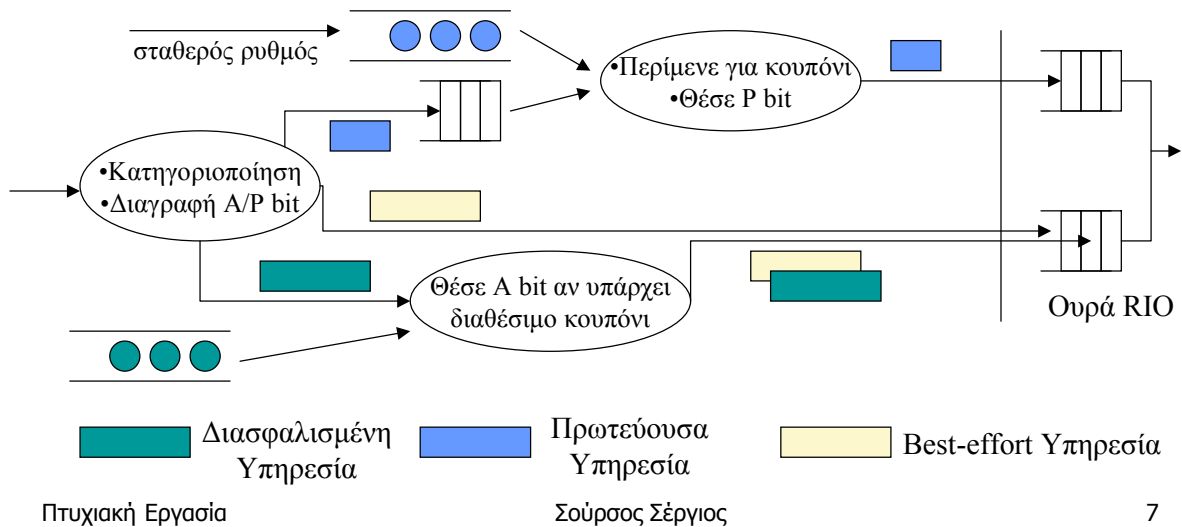
- Συνδυασμός Πρωτεύουσας και Διασφαλισμένης Υπηρεσίας, μαζί με απλή best-effort υπηρεσία



- Πρωτεύουσα και Διασφαλισμένη Υπηρεσία → Per-Hop Behaviors
- SLA → TCA (μορφοποιητές κίνησης)
- Επιπλέον ροή Διασφαλισμένης Υπηρεσίας → best-effort

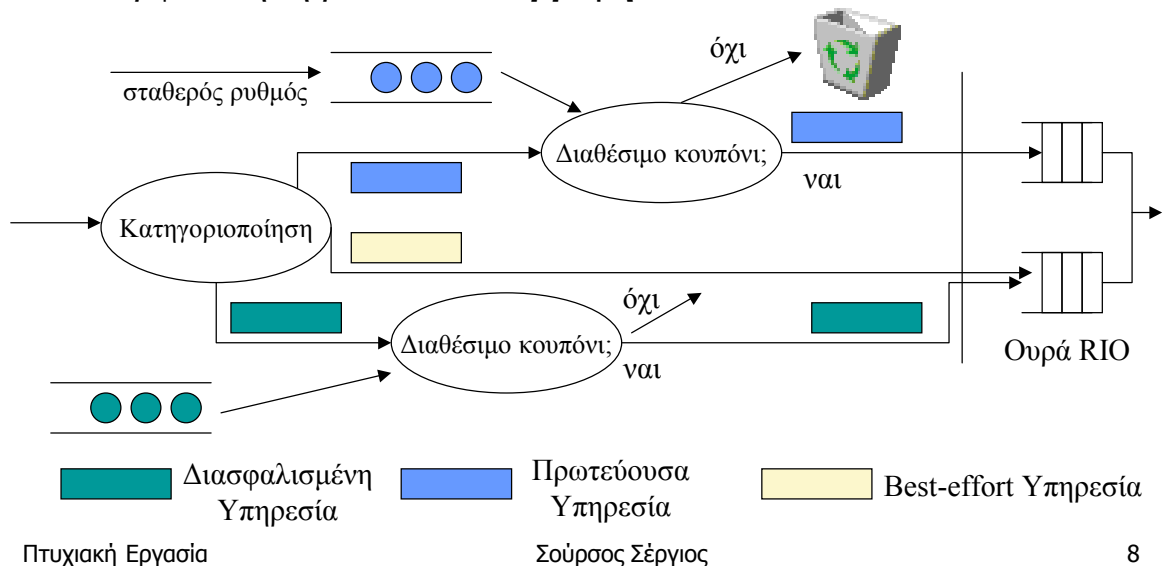
# Κόμβος πρώτου βήματος

- Για **διακριτές** ροές
- Κατηγοριοποιεί και ελέγχει αν η ροή συμφωνεί με το SLA
- Χρήση leaky buckets για **μορφοποίηση** ροής

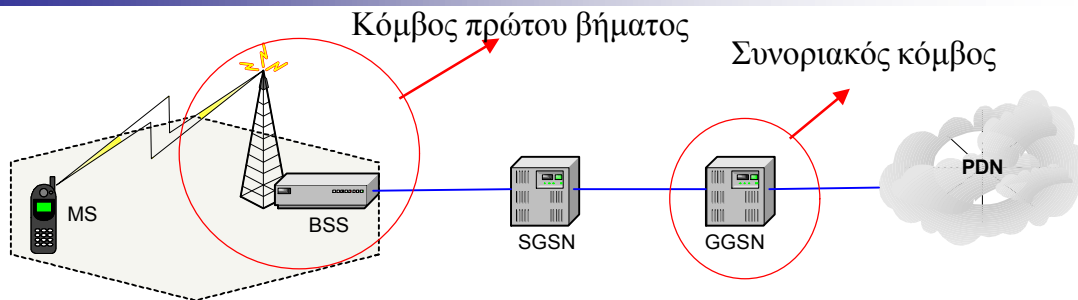


# Συνοριακός κόμβος

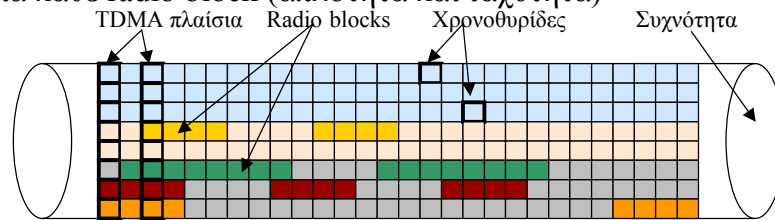
- Για **σύνολα** ροών
- Ελέγχει αν η ροή συμφωνεί με το SLA των δύο DS τομέων
- Μορφοποίηση ροών → **απόρριψη** επιπλέον πακέτων



# Διδύφια Υπηρεσία στο GRPS



- Σημείο συμφόρησης: ραδιοζεύξη
- Κατανεμημένος μορφοποιητής κίνησης (MS και BSS)
- BSS: προσομοίωση της λειτουργίας του κόμβου πρώτου βήματος μέσω λογισμικού αναβάθμισης
- Η όλη διαδικασία για κάθε radio block (απλότητα και ταχύτητα)

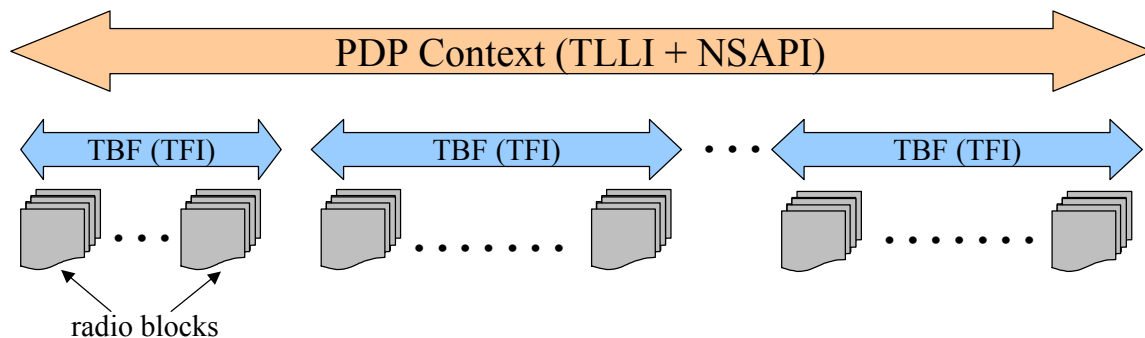


Πτυχιακή Εργασία

Σούρσος Σέργιος

9

# Προτεραιότητα στο GPRS



- Εγκαθίδρυση συνόδου (MS ↔ GGSN)
  - Δήλωση τιμής προτεραιότητας (1-3)
- Έναρξη TBF (MS ↔ BSS)
  - Αίτηση για ανάθεση πόρων
    - ◆ χρονοθυρίδες και επιθυμητή ραδιο-προτεραιότητα (1-4)

Πτυχιακή Εργασία

Σούρσος Σέργιος

10

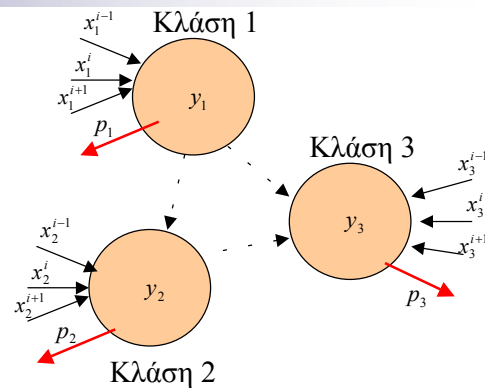
# Χρέωση Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών

- Χωρίς χρέωση →
  - Ανεξέλεγκτη χρήση υπηρεσιών
  - Μεγαλύτερη ζήτηση η υπηρεσία υψηλότερης προτεραιότητας
  - Χειροτέρευση υπηρεσιών
  - Μη βέλτιστη διαχείριση πόρων
- Επίπεδο συμφόρησης μιας κλάσης → ποιότητα υπηρεσίας που παρέχει η κλάση και οι κατώτερές της → καθυστέρηση μετάδοσης για χρήστη → συνολικό όφελος χρήστη από την υπηρεσία της κλάσης αυτής

⇒ Χρέωση βάσει επιπέδου συμφόρησης

## Μορφοποίηση Προβλήματος (1)

- $n$  χρήστες
- 3 κλάσεις προτεραιότητας
- $x_j^i$ : η ποσότητα που στέλνει ο χρήστης  $i$  στην κλάση  $j$
- $\gamma_i$ : μοναδιαίο κόστος καθυστέρησης για τον χρήστη  $i$
- $y_i = \sum_j x_j^i$ : ο φόρτος της κλάσης  $i$
- $d_i(y_i)$ : η μοναδιαία καθυστέρηση στην κλάση  $i$
- $u_i(x)$ : η χρησιμότητα του χρήστη  $i$  για  $x$  μονάδες
- $V_i(x_1^i, x_2^i, x_3^i)$ : η συνολική χρησιμότητα του χρήστη  $i$  από τις ροές που στέλνει στο δίκτυο



$$V_i(x_1^i, x_2^i, x_3^i) = u_i(x_1^i + x_2^i + x_3^i) - \gamma_i d_1(y_1, y_2, y_3) x_1^i - \gamma_i d_2(y_2, y_3) x_2^i - \gamma_i d_3(y_3) x_3^i$$

## Μορφοποίηση Προβλήματος (2)

- Πρόβλημα μεγιστοποίησης της Κοινωνικής Ευημερίας:

$$\max_{\{x_1^i, x_2^i, x_3^i \geq 0, i=1, \dots, n\}} \sum_{i=1}^n V_i(x_1^i, x_2^i, x_3^i)$$

- Στο βέλτιστο σημείο ζήτησης οι τιμές για κάθε κλάση προτεραιότητας θα είναι ίσες με:

$$p_1 = \frac{\partial d_1(y_1)}{\partial y_1} \sum_{i=1}^n \gamma_1^i x_1^i \Big|_{x=x_1^*} + \frac{\partial d_2(y_1, y_2)}{\partial y_1} \sum_{i=1}^n \gamma_2^i x_2^i \Big|_{x=x_2^*} + \frac{\partial d_3(y_1, y_2, y_3)}{\partial y_1} \sum_{i=1}^n \gamma_3^i x_3^i \Big|_{x=x_3^*}$$

$$p_2 = \frac{\partial d_2(y_1, y_2)}{\partial y_2} \sum_{i=1}^n \gamma_2^i x_2^i \Big|_{x=x_2^*} + \frac{\partial d_3(y_1, y_2, y_3)}{\partial y_2} \sum_{i=1}^n \gamma_3^i x_3^i \Big|_{x=x_3^*}$$

$$p_3 = \frac{\partial d_3(y_1, y_2, y_3)}{\partial y_3} \sum_{i=1}^n \gamma_3^i x_3^i \Big|_{x=x_3^*}$$

## Μορφοποίηση Προβλήματος (3)

- Δηλαδή, οι προαναφερθείσες τιμές είναι ίσες με το **οριακό κόστος καθυστέρησης** που επιβαρύνονται «όλοι» οι χρήστες από την **οριακή αύξηση της ζήτησης** στην συγκεκριμένη κλάση
- Οι τιμές αυτές μεγιστοποιούν και το καθαρό κέρδος του χρήστη:

$$\max_{\{x_1^i, x_2^i, x_3^i \geq 0\}} [V_i(x_1^i, x_2^i, x_3^i) - p_1 x_1^i - p_2 x_2^i - p_3 x_3^i]$$

# Προσδιορισμός τιμής

- Πρέπει να είναι γνωστό πως επιδρά μια μοναδιαία μεταβολή της ζήτησης σε μία κλάση στην μοναδιαία καθυστέρηση της κλάσης αυτής και των κατώτερών της
- Διαδικασία tatonnement:

- Αρχική τιμή:  $p_i^0 = 0$
- Εκτίμηση:  $d_i^0(y_i)$
- Υπολογισμός  $p_i^0$  από τους τύπους υπολογισμού των τιμών

$$\hat{p}_i^{t+1} = \alpha \hat{p}_i^t + (1 - \alpha) p_i^t$$

