



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Προχωρημένα Θέματα Προγραμματισμού Δικτύων

Ενότητα 2: Απαιτήσεις Τεχνικών ΠΠΔ και Βασικές Επιλογές

Φώτης Βαρζιώτης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής ΤΕ

Προχωρημένα Θέματα Προγραμματισμού Δικτύων

Ενότητα 2: Απαιτήσεις Τεχνικών ΠΠΔ και Βασικές Επιλογές

Φώτης Βαρτζιώτης

Καθηγητής Εφαρμογών

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Περιεχόμενα Ενότητας

- Ο νόμος της διατήρησης.
- Οι απαιτήσεις μιας τεχνικής ΠΠΔ.
- Οι βασικές επιλογές ενός σχεδιαστή / διαχειριστή δικτύου.



Νομός της Διατήρησης

Νόμος διατήρησης:

- *Η καθυστέρηση όλων των πηγών κατά μέσο όρο είναι ανεξάρτητη από την εφαρμοζόμενη τεχνική προγραμματισμού πόρων*
 - *Υποθέτοντας εργασία με διατήρηση.*
 - *Καθυστέρηση σταθμισμένη στο φορτίο της πηγής.*

“First-Come-First-Served - FCFS”

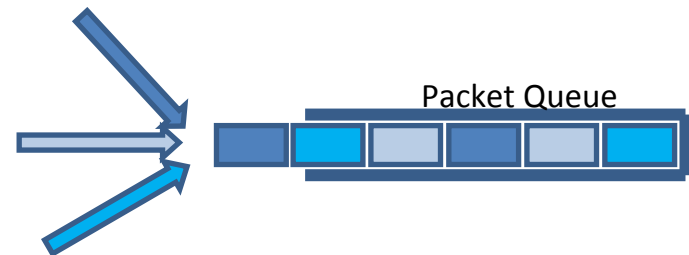
- *Απλούστερη τεχνική προγραμματισμού πόρων.*
- *Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των κατώτατων ορίων στα αθροίσματα των καθυστερήσεων.*



Νομός της Διατήρησης

- Έστω ένα σύνολο N συνδέσεων σε έναν προορ/τή πόρων.
- Η κάθε σύνδεση i στέλνει πακέτα με ρυθμό λ και ο μέσος χρόνος εξυπηρέτησης πακέτου είναι x_i .
- μέση χρηστικότητα της γραμμής: $\rho_i = \lambda_i * x_i$,
- μέση καθυστέρηση στην ουρά: q_i
- **Νόμος Διατήρησης** για έναν συνεχούς λειτουργίας προγραμματιστή πόρων:

$$\sum_i \rho_i q_i = C \text{ (σταθερό)}$$





Παράδειγμα (1/2)

Έστω δύο ATM εικονικά κυκλώματα (VCs) με ρυθμούς άφιξης 10 και 25 Mbps αντίστοιχα, τα οποία μοιράζονται μια OC3 γραμμή (χωρητικότητας 155 Mbps). Όταν τα πακέτα των δύο συνδέσεων εξυπηρετούνται με FCFS, λαμβάνουν μέση καθυστέρηση ουράς ίση με 0.5 ms. Με την χρήση μιας νέας τεχνικής ΠΠΔ καταφέρνουμε να μειώσουμε την μέση καθυστέρηση για την σύνδεση A στο 0.1 ms.

- Ποια θα είναι η νέα μέση καθυστέρηση για τα πακέτα της σύνδεσης B;



Παράδειγμα(2/2)

Λύση

- Συνδέσεις ATM, ο μέσος χρόνος εξυπηρέτησης ίδιος για κάθε πακέτο της κάθε σύνδεσης (αγνοείται)
- Νόμο Διατήρησης:

$$\frac{10}{155} \cdot 0.5 + \frac{25}{155} \cdot 0.5 = \frac{10}{155} \cdot 0.1 + \frac{25}{155} \cdot d_B \Rightarrow d_b = 0.66ms$$

- Η νέα μέση καθυστέρηση ουράς για την σύνδεση B αυξάνεται από 0,5 ms σε 0,66 ms.



Απαιτήσεις ΠΠΔ

- Μια ιδανική τεχνική προγραμματισμού πόρων ικανοποιεί τα ακόλουθα κριτήρια:
 1. είναι εύκολα υλοποιήσιμη.
 2. είναι δίκαιη και παρέχει προστασία στις συνδέσεις του δικτύου.
 3. παρέχει εγγυήσεις στην απόδοση επιλεγμένων συνδέσεων.
 4. επιτρέπει εύκολη λήψη αποφάσεων αποδοχής νέων συνδέσεων
 - αν θα επιτραπεί η είσοδος μιας νέας ροής / σύνδεσης στο δίκτυο.

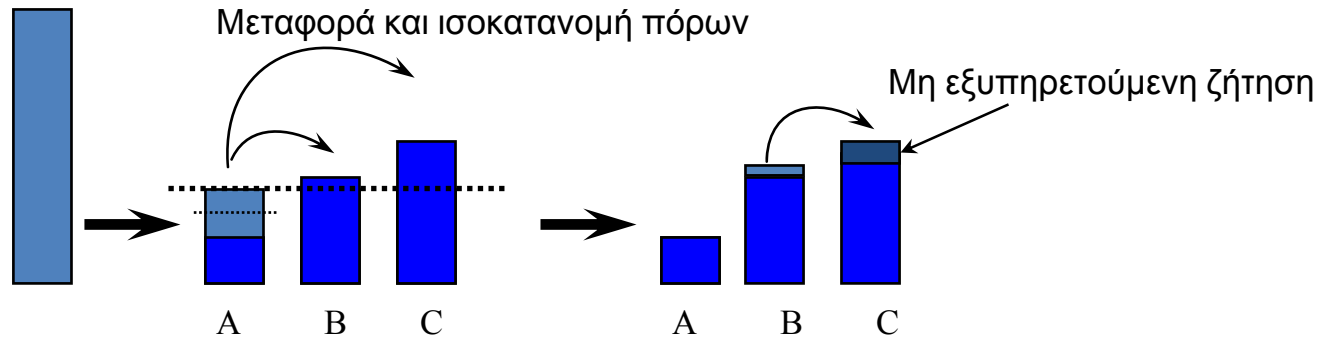


Ευκολία στην Υλοποίηση

- Μια τεχνική προγραμματισμού πόρων πρέπει να αποφασίζει άμεσα (λίγα μs).
- Υλοποίηση μέσω περιορισμένου αριθμού μικροεντολών ή hardware.
- Υλοποίηση hardware (είναι η ταχύτερη μέθοδος) εξαρτάται από:
 - Τον χώρο που καταλαμβάνει η υλοποίηση του ΠΠΔ στο VLSI.
 - Τον χρόνο πρόσβασης στην μνήμη.
- Προϋπόθεση: η απαιτούμενη εργασία ανά πακέτο ανά σύνδεση θα πρέπει να κλιμακώνεται με ρυθμό μικρότερο του γραμμικού σε σχέση με τον αριθμό των ενεργών συνδέσεων.



Δίκαια Κατανομή Πόρων και Προστασία



- Μια τεχνική ΠΠΔ κατανέμει πόρους σε συνδέσεις.
- Η κατανομή είναι δίκαια αν ικανοποιεί το κριτήριο *Max – min fair share*:
 - Κάθε σύνδεση δεν πρέπει να δεσμεύει περισσότερους πόρους από όσους χρειάζεται,
 - Το περίσσευμα, αν υπάρχει, πρέπει να ισοκατανέμεται.



Κριτήριο *Max – Min fair share*

- Έστω ένα σύνολο $1...n$ πηγών πληροφορίας με απαιτήσεις σε πόρους $x_1...x_n$, ($x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$)
 - έστω C η χωρητικότητα του εξυπηρετητή,
 - αρχικά σε κάθε πηγή κατανέμεται C/n μερίδιο πόρων,
 - αν η πηγή i απαιτεί λιγότερους πόρους, $C/n - x_i$, τότε διατίθεται στις υπόλοιπες $n-i$ πηγές μερίδιο ίσο με:

$$(C/n - x_i)/(n-1)$$



Κριτήριο *Max – Min fair share* με προτεραιότητες (1/2)

- Έστω ένα σύνολο $1...n$ πηγών πληροφορίας με απαιτήσεις σε πόρους $x_1...x_n$ και βάρη $w_1...w_n$, ($x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$)
- Έστω C η χωρητικότητα του εξυπηρετητή,
- Αρχικά, κανονικοποιούνται τα βάρη: το μικρότερο βάρος = 1
- Έστω $W_1...W_n$ τα νέα κανονικοποιημένα βάρη,
- Θεωρούμε ότι ο αριθμός των πηγών είναι ίσος με το άθροισμα sum των κανονικοποιημένων βαρών (όχι πια n),
- Σε κάθε νέα «πηγή» κατανέμεται C/sum μερίδιο πόρων,



Κριτήριο *Max – Min fair share* με προτεραιότητες (2/2)

(συνέχεια)

- Σε κάθε πραγματική πηγή i δίνουμε πόρους $(C/sum) \cdot W_i$,
- Εάν k πηγές απαιτούν λιγότερους πόρους, υπολογίζουμε τους περισσευούμενους πόρους από τις $1...k$ πηγές,

$$\sum_{i=1}^k ((C/sum) \cdot W_i - x_i)$$

- Κανονικοποιούμε τα βάρη των εναπομεινάντων πηγών και εφαρμόζουμε επαναληπτικά την διαδικασία.



Δίκαια Κατανομή Πόρων

Κριτική (1/2)

- Η Δίκαια Κατανομή Πόρων είναι νομοτελειακά καλή ιδέα.
- Επιπλέον παρέχει **προστασία**:
 - Οι άπληστες πηγές δεν μπορούν να υπερκεράσουν τις άλλες,
 - Αυτόματα δημιουργεί ένα τοίχο προστασίας (*firewall*) γύρω από «μεγαλεπήβολους» χρήστες.



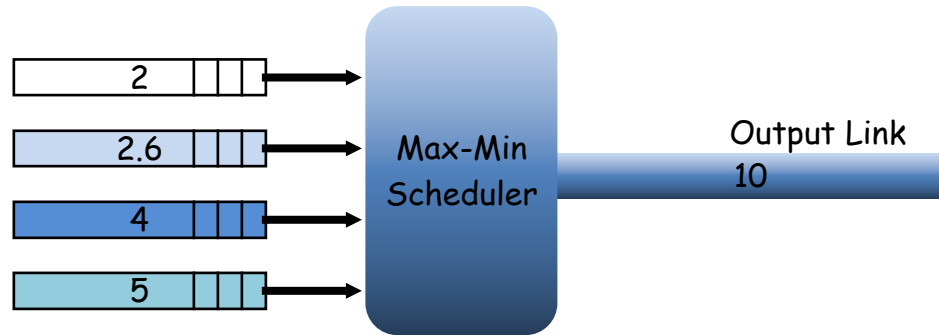
Δίκαια Κατανομή Πόρων

Κριτική (2/2)

- Η Δίκαια Κατανομή Πόρων είναι γενικός στόχος
 - όμως, ο ΠΠΔ εφαρμόζεται «τοπικά», σε κάθε δρομολογητή.
 - Κάθε πηγή πρέπει να περιορίσει τη ροή της στο μικρότερο προσφερόμενο «τοπικό» μερίδιο.
 - επίτευξη γενικού στόχου: καθολικά δίκαια κατανομή.
 - Μπορεί να επιτευχθεί;
 - το δυναμικό περιβάλλον του διαδικτύου και
 - η καθυστέρηση στη μετάδοση των πακέτων.
- δεν επιτρέπουν πάντα την επίτευξη του στόχου.



Παράδειγμα (1/2)



- Υπολογίστε την κατανομή πόρων μιας γραμμής σύνδεσης χωρητικότητας $C = 10$, σε τέσσερις πηγές ($n=4$) με απαιτήσεις 2, 2.6, 4, 5 αντίστοιχα, εφαρμόζοντας το κριτήριο *Max – Min fair share*.



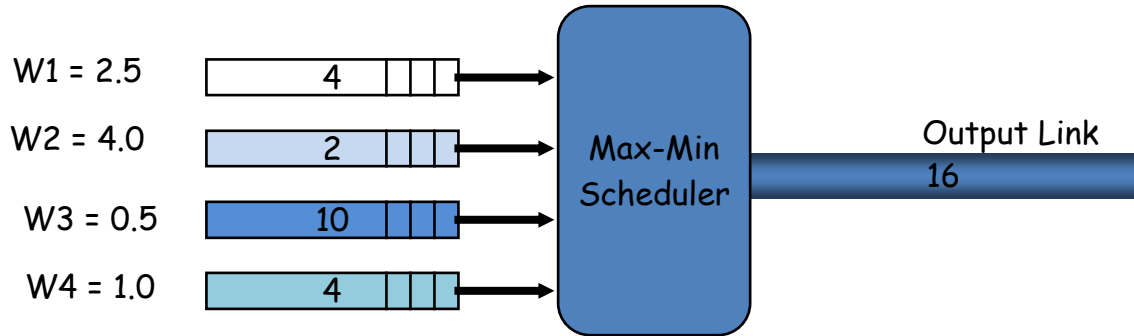
Παράδειγμα (2/2)

Λύση

- Αρχικά κατανέμεται C/n μερίδιο πόρων
 - δηλαδή 2.5 σε κάθε πηγή.
- Από την πρώτη πηγή προκύπτει περίσσειμα 0.5 πόροι
- Ισοκατανέμονται στις υπόλοιπες τρεις πηγές, δηλαδή 0,166 για κάθε πηγή.
- Τώρα, από τη δεύτερη πηγή προκύπτει περίσσειμα 0.066
- Και ισοκατανέμεται στις δύο επόμενες πηγές, δηλαδή 0.033 σε κάθε πηγή.
- Τελικά, τα μερίδια των πόρων σε κάθε πηγή είναι:
 - πρώτη πηγή 2, δεύτερη 2.6,
 - τρίτη $2.5+0.166+0.33 = 2.7$ και
 - τέταρτη $2.5+0.166+0.33 = 2.7$.



Παράδειγμα 2^ο (1/3)



- Υπολογίστε την κατανομή πόρων μιας γραμμής σύνδεσης χωρητικότητας $C = 16$, σε τέσσερις πηγές ($n=4$) με απαιτήσεις 4, 2, 10, 4 και βάρη 2.5, 4, 0.5, 1 αντίστοιχα, εφαρμόζοντας το κριτήριο *Max - Min fair share*.



Παράδειγμα 2^ο (2/3)

Λύση

- Αρχικά, κανονικοποιούνται τα βάρη ώστε το μικρότερο βάρος να έχει την τιμή 1.
- Τα νέα κανονικοποιημένα βάρη (W_i) είναι 5, 8, 1 και 2 αντίστοιχα.
- Ο αριθμός των πηγών δε είναι n ($=4$) αλλά $5+8+1+2=16$.
- Σε κάθε νέα «πηγή» κατανέμεται $C/sum = 16/16=1$ μερίδιο πόρων.
- Σε κάθε πραγματική πηγή εκχωρούνται:

$$(C/sum) \times W_i \text{ πόροι}$$

- Δηλαδή:
 - 1^η πηγή δίνονται 5, (ζητάει 4, περίσσευμα 1)
 - 2^η πηγή δίνονται 8, (ζητάει 2, περίσσευμα 6)
 - 3^η πηγή δίνονται 1 (ζητάει 10)
 - 4^η πηγή δίνονται 2 (ζητάει 4)



Παράδειγμα 2^ο (3/3)

Λύση (συνέχεια)

- Περίσσευμα: 7 μονάδες που πρέπει να κατανεμηθούν στην 3η και 4η πηγή με βάρη 1 και 2 αντίστοιχα.
- Δεν απαιτείται κανονικοποίηση (μικρότερο βάρος είναι 1), Όπως και παραπάνω σε κάθε πηγή εκχωρούνται:

$$(C_{\text{νέο}}/\text{sum}) \times W_i$$

- Δηλαδή:
 - 3^η πηγή δίνονται επιπλέον $(7/3) \times 1$ και στην 4^η πηγή $(7/3) \times 2$.
- Τότε, η 4η πηγή αποκτά μερίδιο $2 + (14/3) = 6.666 > 4$ τις απαιτήσεις της. Το περίσσευμα, 2.666 δίνεται στην 3η πηγή.
- Τελικά,
 - η 1η πηγή θα πάρει μερίδιο 4 μονάδες,
 - η 2η 2 μονάδες,
 - η 3η $1 + (7/3) + 2.666 = 6$ μονάδες
 - και η 4η 4 μονάδες.



Εγγυήσεις / Όρια στην Απόδοση

Δηλαδή παροχή επιθυμητού επιπέδου υπηρεσιών με:

- Ντετερμινιστικό ή
 - Στατιστικό τρόπο
-
- Παράμετροι:
 - Το εύρος ζώνης (bandwidth),
 - Η καθυστέρηση μετάδοσης(delay),
 - Η διακύμανση στην καθυστέρηση (delay-jitter),
 - Η Απόρριψη (loss) πακέτων των συνδέσεων.



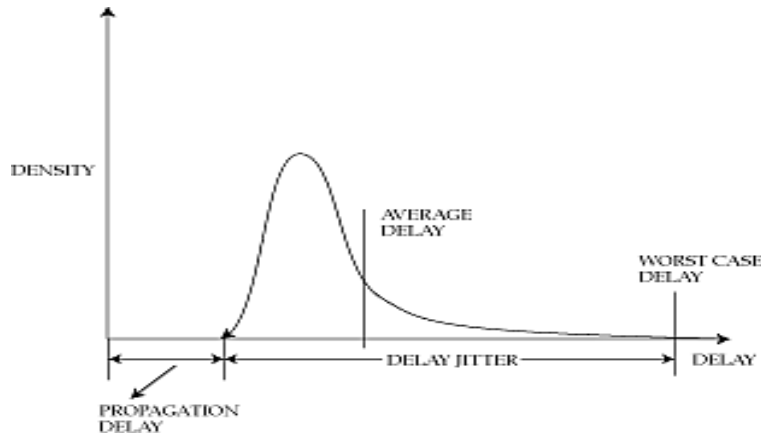
Εύρος Ζώνης

- Ορίζεται ως το ελάχιστο εύρος ζώνης που μετράται σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.
 - π.χ. 5Mbps σε χρονικά διαστήματα ίσο με ένα 1 sec.
- Χωρίς νόημα, αν δεν ορίζεται το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.
- Απόδοση μιας σύνδεσης
 - εφαρμογή ορίου στο μέσο ρυθμό μετάδοσης.
 - ή στο μέγιστο ρυθμό μετάδοσης μιας σύνδεσης.
- Το «μέγιστο» του ρυθμού μετράται πάνω σε ένα «μικρό» χρονικό διάστημα.
- Το «μέσο» του ρυθμού είναι μια ασυμπτωτική γραμμή.



Delay και delay-jitter

Η απόδοση ορίζεται ως όριο από τις παραμέτρους της καμπύλης καθυστέρησης.





Ευκολία στον έλεγχο εισόδου νέας ροής (Admission control)

- Απαιτείται έλεγχος στην είσοδο μιας νέας ροής:
 - Επίτευξη επιθυμητού QoS.
- Μια υπερφορτωμένη γραμμή / δίκτυο δεν εγγυάται την απαιτούμενη απόδοση.
- Η επιλογή της τεχνικής για τον ΠΠΔ επηρεάζει άμεσα το αλγόριθμο αποδοχής εισόδου νέας ροής στο δίκτυο.



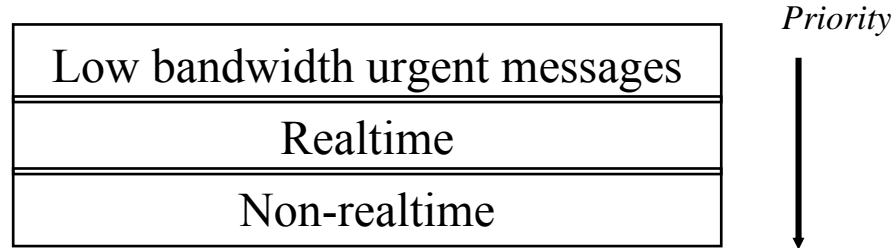
Βασικές Επιλογές στην υλοποίηση ΠΠΔ

Επιλογές για τον ΠΠΔ του δικτύου:

1. Καθορισμός επιπέδων προτεραιότητας συνδέσεων,
2. Χρήση συνεχούς ή μη συνεχούς λειτουργίας μηχανισμών ΠΠΔ,
3. Καθορισμός βαθμού συσσώρευσης σε ένα επίπεδο προτεραιότητας,
4. Καθορισμός σειράς εξυπηρέτησης προτεραιότητας.



Καθορισμός επιπέδων προτεραιότητας

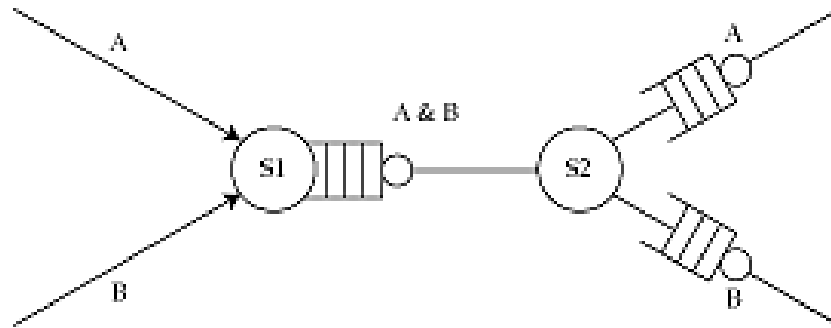


- Ένα πακέτο εξυπηρετείται από ένα δοσμένο επίπεδο προτεραιότητας *μόνο* εάν δεν υπάρχουν πακέτα σε υψηλότερα επίπεδα.
- Υψηλότερο επίπεδο; Χαμηλότερη καθυστέρηση.
- Παρακολούθηση για να μην υπάρξει λιμοκτονία (starvation).
- Αντιστοίχιση επιπέδων προτεραιότητας σε κλάσεις καθυστέρησης.



Μηχανισμοί ΠΠΔ συνεχούς ή μη συνεχούς λειτουργίας

Διαδικασία προώθησης πακέτων συνδέσεων A και B
μέσω των δρομολογητών S1 και S2 με:



- Μηχανισμό συνεχούς λειτουργίας.
- Μηχανισμό μη συνεχούς λειτουργίας.



Μηχανισμός συνεχούς λειτουργίας

- ο προγραμματιστής πόρων:
 - δεν παύει να λειτουργεί όσο υπάρχουν πακέτα να εξυπηρετηθούν.



Μηχανισμός μη συνεχούς λειτουργίας:

- Βασική ιδέα: καθυστέρηση αποστολής πακέτων μέχρι την πλήρωση κάποιου κριτηρίου (delay packet till eligible).
- Μείωση διακύμανσης καθυστέρηση
– άρα απαιτούνται λιγότεροι buffers στο δίκτυο.
- Τεχνικές καθορισμού eligibility time:

1. Rate-jitter regulator:

Περιορίζει τον μέγιστο ρυθμό εξερχόμενων πακέτων.

$$E(1) = A(1), E(k+1) = \max (E(k)+\text{delay}, A(k+1))$$

2. Delay-jitter regulator:

Αντισταθμίζει τις καθυστερήσεις που εισήγαγε ο προηγούμενος εξυπηρετητής.

$$E(0,k) = A(0,k)$$

$$E(i+1,k) = E(i,k) + \text{switch delay} + \text{link delay}$$



Χρησιμότητα μη συνεχούς λειτουργίας

- Μπορεί να περιορίσει την διακύμανση καθυστέρησης σε ένα τελικό σημείο
 - όμως μειώνει το μέγεθος των buffers σε ένα δρομολογητή,
 - και γενικά στο σύνολο.
- Αυξάνει την μέση καθυστέρηση
 - δεν είναι πρόβλημα για εφαρμογές *playback*.
- Σπαταλάει εύρος ζώνης
 - στα μεσοδιαστήματα μπορεί να εξυπηρετεί best-effort πακέτα.
- «τιμωρεί» πάντα μια ανεξέλεγκτη πηγή.
- Συμπέρασμα:
τελικά το κόστος υλοποίησης είναι το μεγαλύτερο πρόβλημα.



Βαθμός Συσσωρεύσεων

- Μεγάλη συσσώρευση συνδέσεων
 - μικρότερες ανάγκες διατήρησης πληροφορίας κατάστασης συνδέσεων,
 - φθηνότερο,
 - μικρότερο VLSI μνήμης,
 - μειωμένος όγκος πληροφορίας «διαφήμισης» για την μετάδοση της.
 - ωστόσο, η φθηνή αυτή υλοποίηση προσφέρει μικρές δυνατότητες εξατομίκευσης.
- Βέλτιστη λύση
 - συσσώρευση σε Κλάση (class),
τα μέλη μιας κλάσης έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε απόδοση.
 - πρόβλημα προστασίας εντός μιας κλάσης.



Καθορισμός σειράς εξυπηρέτησης εντός προτεραιότητας

- Η σειρά εξυπηρέτησης εντός της κλάσης καθορίζεται:
 - από την σειρά άφιξης των πακέτων (FCFS)
 - ή από τον δείκτη εξυπηρέτησης (service tag)
- FCFS
 - οι «Άπληστοι» χρήστες κυριαρχούν,
 - δεν υπάρχουν εγγυημένα όρια καθυστέρησης.
- Service tags
 - Δίνει εγγυήσεις σχετικά
 - με την προστασία των συνδέσεων και
 - την καθυστέρηση μετάδοσης των πακέτων,
 - μπορεί να είναι ακριβό.



Βιβλιογραφία

- L.Peterson, B. Davie, (2009), Δίκτυα Υπολογιστών: Μια προσέγγιση από τη σκοπιά των συστημάτων, Εκδ. Κλειδάριθμος.
- Keshav, S., (1997), An Engineering Approach to Computer Networking, Εκδ. Addison – Wesley.



Σημείωμα Αναφοράς

Βαρτζιώτης Φ. (2015). Προχωρημένα Θέματα Προγραμματισμού Δικτύων. ΤΕΙ Ηπείρου, Διαθέσιμο από:
<http://eclass.teiep.gr/courses/COMP120/>





Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Μαργαρίτη Σπυριδούλα
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τέλος Ενότητας

Απαιτήσεις Τεχνικών ΠΠΔ και Βασικές Επιλογές



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

