

Δίκτυα Υπολογιστών I

Δίκτυα άμεσου συνδέσμου: Μέρος Γ'



Ευάγγελος Παπαπέτρου

Τμ. Μηχ. Η/Υ & Πληροφορικής, Παν. Ιωαννίνων

Διάρθρωση

- Δίκτυα με κουπόνι
 - Token Bus
 - Token Ring
 - FDDI



Διάρθρωση

- Δίκτυα με κουπόνι
 - Token Bus
 - Token Ring
 - FDDI



Εισαγωγή

Τα πρωτόκολλα με ανταγωνισμό παρουσιάζουν *μειωμένη απόδοση σε συνθήκες υψηλού φόρτου*

- ▶ η ρυθμισμένη απόδοση που επιτυγχάνει ένας υπολογιστής υπηρεσίας μειώνεται δραματικά
- ▶ η καθυστέρηση πρόσβασης στο μέσο αυξάνεται σημαντικά

Εναλλακτική πρόταση: *εκ περιτροπής (round robin)* πρόσβαση των υπολογιστών στον κοινό σύνδεσμο

Ο έλεγχος της πρόσβασης γίνεται με τη χρήση ενός *πλαισίου ελέγχου (control frame)* που ονομάζεται *κουπόνι ή σκυτάλη (token)*

- ▶ τα δίκτυα που χρησιμοποιούν την τεχνική αυτή ονομάζονται *δίκτυα με κουπόνι (token networks)*

Τα δίκτυα με κουπόνι ανήκουν στην κατηγορία δικτύων *χωρίς ανταγωνισμό*



Βασικές αρχές λειτουργίας (1/2)

Η διακίνηση του κουπονιού γίνεται μεταξύ των υπολογιστών υπηρεσίας με συγκεκριμένη κυκλική σειρά που καλείται **λογικός δακτύλιος**

- ▶ για έναν υπολογιστή υπηρεσίας, ο υπολογιστής που προηγείται στο λογικό δακτύλιο ονομάζεται **προηγούμενος κόμβος (upstream node)**
- ▶ αντίθετα, ο υπολογιστής που ακολουθεί ονομάζεται **επόμενος κόμβος (downstream node)**

Κάθε υπολογιστής υπηρεσίας μπορεί να **μεταδώσει δεδομένα (δηλαδή να λάβει το δικαίωμα εκπομπής)** αφού πρώτα λάβει το κουπόνι

- ▶ στην περίπτωση αυτή ο υπολογιστής **αφαιρεί (ή δεσμεύει) το κουπόνι**, δηλαδή **το κουπόνι σταματά να μεταδίδεται στο δίκτυο**
- ▶ το κουπόνι δεσμεύεται μόνο αν υπάρχουν πλαίσια προς μετάδοση, διαφορετικά το κουπόνι προωθείται στον επόμενο κόμβο



Βασικές αρχές λειτουργίας (2/2)

Κάθε υπολογιστής υπηρεσίας μπορεί να μεταδώσει δεδομένα (ή να δεσμεύσει το κουπόνι) για **περιορισμένο χρονικό διάστημα**

Ο υπολογιστής υπηρεσίας **επιστρέφει (ή αποδεσμεύει) το κουπόνι** αφού ολοκληρώσει τη μετάδοση δεδομένων

- ▶ επιστροφή του κουπονιού σημαίνει ότι το κουπόνι μεταδίδεται ξανά στο δίκτυο

Το κουπόνι διακινείται **συνεχώς** στο δίκτυο ακόμα και αν κανένας υπολογιστής υπηρεσίας δεν διαθέτει πλαίσια προς αποστολή



Αξιολόγηση

Πλεονεκτήματα:

- ▶ καλή αξιοποίηση του καναλιού εξαιτίας της **εξάλειψης των συγκρούσεων**
- ▶ **όλοι οι κόμβοι** λαμβάνουν το δικαίωμα εκπομπής ανά τακτά χρονικά διαστήματα

Μειονεκτήματα:

- ▶ μέρος του εύρους ζώνης του συνδέσμου **καταναλώνεται για τη μετάδοση του κουπονιού**
- ▶ η διατήρηση του λογικού δακτυλίου απαιτεί **πολύπλοκες διαδικασίες** όπως:

πρόσθεση ενός υπολογιστή υπηρεσίας στο λογικό δακτύλιο
αφαίρεση υπολογιστή υπηρεσίας από το λογικό δακτύλιο
ανάκτηση του κουπονιού (token recovery) σε περιπτώσεις καταστροφής του κουπονιού



Είδη πρωτοκόλλων με κουπόνι

Υπάρχουν διαφορετικά πρωτόκολλα πρόσβασης που χρησιμοποιούν την ιδέα του κουπονιού ανάλογα με:

- ▶ την **τοπολογία του δικτύου**
- ▶ τις **ιδιότητες του φυσικού μέσου**

Σημαντικότερα πρότυπα:

- ▶ Token Bus (IEEE 802.4)
- ▶ Token Ring (IEEE 802.5)
- ▶ Fiber Distributed Data Interface (FDDI)



Διάρθρωση

- Δίκτυα με κουπόνι
 - Token Bus
 - Token Ring
 - FDDI

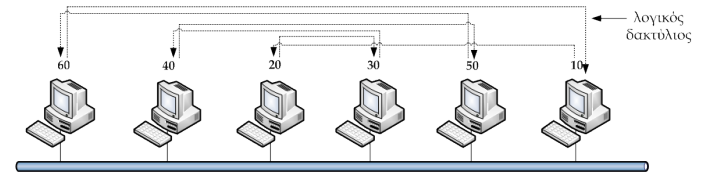


Αλγόριθμος πρόσβασης (1/2)

Οι υπολογιστές υπηρεσίας είναι συνδεδεμένοι σε *τοπολογία αρτηρίας (bus topology)*

Ο λογικός δακτύλιος καθορίζεται από τις διευθύνσεις των υπολογιστών υπηρεσίας του δικτύου

- ▶ οι υπολογιστές υπηρεσίας διατάσσονται στο λογικό δακτύλιο με βάση τη διεύθυνσή τους και σε αύξουσα σειρά
- ▶ κάθε υπολογιστής υπηρεσίας γνωρίζει τον προηγούμενο και τον επόμενο στον λογικό δακτύλιο



⇒ Τα δίκτυα Token Bus προδιαγράφονται στο πρότυπο IEEE 802.4

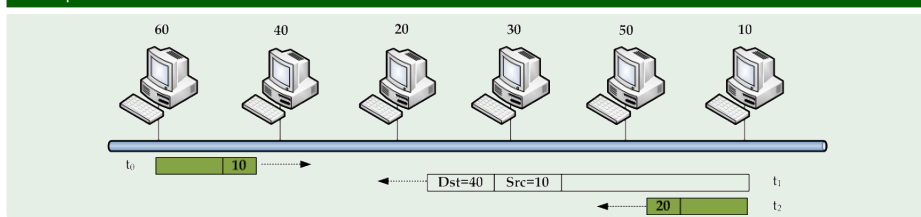


Αλγόριθμος πρόσβασης (2/2)

Ένας υπολογιστής υπηρεσίας που λαμβάνει το κουπόνι μπορεί να μεταδώσει δεδομένα για περιορισμένο χρόνο

- ▶ μετά την ολοκλήρωση της μετάδοσης των δεδομένων, μεταδίδει το κουπόνι προς τον επόμενο (στο λογικό δακτύλιο) υπολογιστή υπηρεσίας

Example



Διάρθρωση

- Δίκτυα με κουπόνι
 - Token Bus
 - Token Ring
 - FDDI



Εισαγωγή

Το Token Ring αποτέλεσε σημαντικό πρότυπο για την υλοποίηση τοπικών δικτύων χωρίς ανταγωνισμό

- ▶ το πρότυπο προτάθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1980 από την IBM (IBM Token Ring)

Η IEEE έχει εκδώσει το πρότυπο IEEE 802.5 για δίκτυα δακτυλίου με κουπόνι

- ▶ το πρότυπο είναι σχεδόν πανομοιότυπο με αυτό της IBM

Το πρότυπο Token Ring δεν χρησιμοποιείται πλέον ευρέως για την κατασκευή δικτύων με δακτύλιο

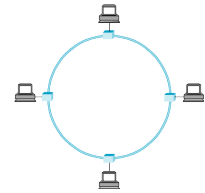
- ▶ υπάρχουν νέα και αποδοτικότερα πρότυπα π.χ., το πρότυπο Resilient Packet Ring (RPR) ή IEEE 802.17
- ▶ ωστόσο, η βασική ιδέα της περιοδικής πρόσβασης των κόμβων εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σε πολλά πρότυπα



Διασύνδεση και διάδοση σήματος (1/2)

Οι υπολογιστές υπηρεσίας είναι συνδεδεμένοι σε τοπολογία δακτυλίου

- ▶ ένας κοινόχρηστος σύνδεσμος υλοποιεί το δακτύλιο, ενώ οι υπολογιστές συνδέονται πάνω στο δακτύλιο



Η διάδοση του σήματος γίνεται πάντα προς μια κατεύθυνση

- ▶ όλοι οι υπολογιστές λαμβάνουν τα σήματα που μεταδίδονται στον κοινόχρηστο σύνδεσμο
- ▶ τα δεδομένα κωδικοποιούνται με διαφορεική κωδικοποίηση Manchester (differential Manchester)

Ο λογικός δακτύλιος καθορίζεται από τη σειρά σύνδεσης των τερματικών πάνω στο σύνδεσμο

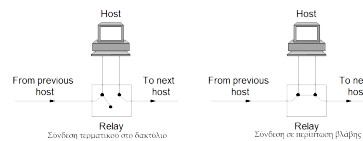
- ▶ οι υπολογιστές μπορούν να δεσμεύσουν το κουπόνι αμέσως μόλις το εντοπίσουν



Διασύνδεση και διάδοση σήματος (2/2)

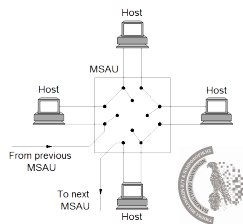
Ένας υπολογιστής συνδέεται στο σύνδεσμο με τη χρήση ενός ηλεκτρομηχανικού ηλεκτρονόμου (relay)

- ▶ η συνδεσμολογία επιτρέπει τη λειτουργία του δακτυλίου σε περίπτωση βλάβης ενός υπολογιστή
- ▶ η χρήση ηλεκτρονόμου δεν είναι εφικτή σε οπτικές ίνες



Μονάδα πρόσβασης πολυσταθμού (multi-station access unit, MSAU)

- ▶ επιτρέπει τη σύνδεση περισσότερων υπολογιστών στο ίδιο σημείο του συνδέσμου
- ▶ σε περιπτώσεις βλάβης η επικοινωνία αποκαθίσταται και πάλι με τη χρήση relays
- ▶ η MSAU διευκολύνει τη σύνδεση και αποσύνδεση νέων υπολογιστών χωρίς τη μεταβολή του μήκους του συνδέσμου



Μηχανισμός πρόσβασης (1/2)

Ένας υπολογιστής υπηρεσίας που λαμβάνει το κουπόνι μπορεί να το δεσμεύσει και να μεταδώσει πλαίσια δεδομένων

- ▶ κάθε πλαίσιο περιέχει τη διεύθυνση του υπολογιστή που πρέπει να το παραλάβει (διεύθυνση παραλήπτη)
- ▶ είναι δυνατή η χρήση διευθύνσεων πολυεκπομπής (multicast) ή ευρείας εκπομπής (broadcast)

Η μετάδοση πλαισίων δεδομένων γίνεται για περιορισμένο χρόνο που ονομάζεται χρόνος κατοχής κουπονιού (Token Holding Time, THT)

- ▶ συνολικά μπορούν να μεταδοθούν $k = \lfloor \frac{THT}{t_{fr}} \rfloor$ πλαίσια, t_{fr} : ο χρόνος μετάδοσης ενός πλαισίου

⇒ Οι διευθύνσεις που χρησιμοποιούνται είναι της ίδιας μορφής όπως και στα δίκτυα IEEE 802.3 (έχουν μέγεθος 48 bit)

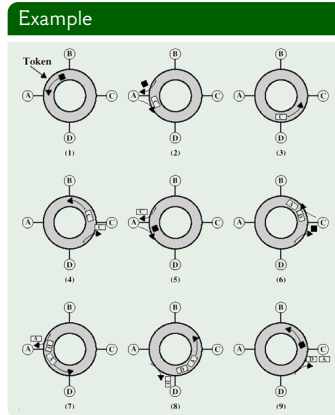


Μηχανισμός πρόσβασης (2/2)

Κάθε υπολογιστής, καθώς λαμβάνει όλα τα πλαίσια που μεταδίδονται στο δακτύλιο:

- ▶ αντιγράφει κάθε πλαίσιο για το οποίο είναι παραλήπτης αλλά **δεν το αποσύρει** από το δακτύλιο
- ▶ δεν επεμβαίνει στα πλαίσια για τα οποία δεν είναι παραλήπτης

Ο αποστολέας ενός πλαισίου είναι υπεύθυνος για να αποσύρει το πλαίσιο από το δακτύλιο όταν αυτό επιστρέφει μετά την περιστροφή στον δακτύλιο

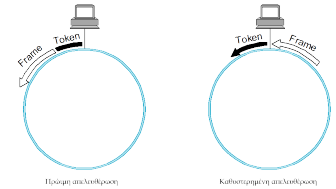


Πρώιμη vs καθυστερημένη απελευθέρωση

Υπάρχουν δύο επιλογές για την επιστροφή του κουπονιού στο δακτύλιο από έναν υπολογιστή υπηρεσίας

Καθυστερημένη απελευθέρωση (delayed release) ή Release After Receipt, RAR

- ▶ ο κόμβος επαναφέρει το κουπόνι αμέσως μετά τη λήψη του(ων) πλαισίου(ων) δεδομένων που μετέδωσε
- ▶ η τεχνική επιτρέπει την μετάδοση των πλαισίων με την ορθή σειρά



Πρώιμη απελευθέρωση (early release) ή Release After Transmit, RAT

- ▶ ο κόμβος επαναφέρει το κουπόνι αμέσως μετά τη μετάδοση του(ων) πλαισίου(ων) δεδομένων
- ▶ η τεχνική αυξάνει τη ρυθμαπόδοση στο δίκτυο

⇒ Στο IEEE 802.5 ως προεπιλογή χρησιμοποιείται η καθυστερημένη απελευθέρωση

Αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων

Το πρωτόκολλο μπορεί να υποστηρίξει την αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται δύο bit (A και C bits) στο επίμετρο ενός πλαισίου

- ▶ αρχικά και τα δύο bit έχουν την τιμή 0

Ο υπολογιστής παραλήπτης θέτει το bit A στην τιμή 1 αν ανιχνεύσει το πλαίσιο και το bit C στην τιμή 1 αν καταφέρει να αντιγράψει το πλαίσιο

Ο αποστολέας μπορεί ανάλογα με τις τιμές των bit A και C να:

- ▶ καταλάβει ότι ο παραλήπτης δεν είναι ενεργός (A=0)
- ▶ επαναλάβει τη μετάδοση του πλαισίου καθώς ο παραλήπτης δεν μπόρεσε να το αντιγράψει (A=1,C=0)

Απόδοση (1/2)

Παράμετροι

- t_{fr} : χρόνος μετάδοσης ενός πλαισίου
- l_{fr} : μέγεθος ενός πλαισίου σε bit
- t_{token} : χρόνος μετάδοσης του κουπονιού
- t_{ring}^{pr} : χρόνος διάδοσης στο δακτύλιο
- N : πλήθος κόμβων στο δακτύλιο
- k : πλήθος πλαισίου που μπορούν να μεταδοθούν σε χρόνο THT, $k = \lfloor \frac{THT}{t_{fr}} \rfloor$

Μέγιστη ρυθμαπόδοση:

$$R_{RAT} = \frac{N \cdot k \cdot l_{fr}}{N \cdot (k \cdot t_{fr} + t_{token}) + t_{ring}^{pr}}$$

$$R_{RAR} = \frac{N \cdot k \cdot l_{fr}}{N \cdot (k \cdot t_{fr} + t_{token} + t_{ring}^{pr}) + t_{ring}^{pr}}$$

Μέγιστη καθυστέρηση μεταξύ διαδοχικών λήψεων του κουπονιού:

$$d_{RAT}^{max} = N(k t_{fr} + t_{token}) + t_{ring}^{pr}$$

$$d_{RAR}^{max} = N(k t_{fr} + t_{token} + t_{ring}^{pr}) + t_{ring}^{pr}$$

Απόδοση (2/2)

Η πρώτη απελευθέρωση είναι πιο αποδοτική από την καθυστερημένη απελευθέρωση:

$$R_{RAT} > R_{RAR}$$

Η ρυθμαπόδοση αυξάνεται για μεγάλο THT ($k \cdot t_{fr} \gg t_{ring}^{pr}$)

$$R_{RAT} \approx R_{RAR} \approx \frac{N \cdot k \cdot l_{fr}}{N \cdot (k \cdot t_{fr} + t_{token})} \quad k \cdot t_{fr} \gg t_{ring}^{pr}$$

- ▶ ωστόσο, η καθυστέρηση για τη λήψη του δικαιώματος εκπομπής αυξάνεται

Αντίθετα, η ρυθμαπόδοση μειώνεται όταν η καθυστέρηση διάδοσης δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα:

- ▶ όταν κάθε κόμβος δεν μπορεί να μεταδώσει πολλά πλαίσια κάθε φορά που λαμβάνει το κουπόνι
- ▶ όταν ο δακτύλιος είναι μεγάλος
- ▶ όταν το εύρος ζώνης του συνδέσμου είναι μεγάλο



Συντήρηση δακτυλίου (1/2)

Για τη συνεπή λειτουργία του δικτύου είναι απαραίτητο ένας από τους κόμβους να λειτουργεί ως **ελεγκτής (monitor)**

Η εκλογή του ελεγκτή γίνεται με **καταναμημένο τρόπο**

- ▶ κάθε ελεγκτής μεταδίδει περιοδικά ένα ειδικό **μήνυμα ελέγχου** που πιστοποιεί την ύπαρξή του
- ▶ κάθε κόμβος που δεν θα λάβει για **αρκετό χρονικό διάστημα** το μήνυμα ελέγχου μπορεί να ζητήσει να γίνει ο νέος ελεγκτής με την αποστολή ενός πλαισίου που ονομάζεται **"αίτημα κουπονιού"**
 - αν ο κόμβος λάβει το "αίτημα κουπονιού" που απέστειλε τότε μπορεί να γίνει ο νέος ελεγκτής
 - αν λάβει ένα "αίτημα κουπονιού" από άλλο κόμβο τότε νέος ελεγκτής γίνεται ο κόμβος με τη μεγαλύτερη διεύθυνση



Συντήρηση δακτυλίου (2/2)

Οι περιπτώσεις δυσλειτουργίας που αντιμετωπίζει ένας ελεγκτής είναι:

- ▶ **απώλεια κουπονιού**: αλλοίωση του κουπονιού από σφάλματα ή καταστροφή του κόμβου που το είχε δεσμεύσει
- ▶ **δημιουργία ορφανών πλαισίων**: πλαίσια τα οποία δεν αποσύρθηκαν από το δακτύλιο γιατί κατέρρευσε ο κόμβος που τα μετέδωσε

Απώλεια κουπονιού:

- ▶ αν ο ελεγκτής δεν εντοπίσει το κουπόνι για χρόνο d_{RAR}^{max} (ή d_{RAT}^{max}), επαναφέρει το κουπόνι στο δίκτυο

Ορφανά πλαίσια:

- ▶ κάθε πλαίσιο περιέχει ένα bit (M) στην κεφαλίδα του, το οποίο αρχικά έχει τιμή 0
- ▶ την πρώτη φορά που το πλαίσιο περνά από τον ελεγκτή, το πεδίο M λαμβάνει την τιμή 1
- ▶ αν ο ελεγκτής εντοπίσει ένα πλαίσιο με $M = 1$ τότε αποσύρει το πλαίσιο από το δακτύλιο



Πλαισίωση (1/2)

Κάθε πλαίσιο αποτελείται από:

- ▶ τους **οριοθέτες αρχής (Start Delimiter, SD)** και **τέλους (End Delimiter, ED)**, 1 byte έκαστος: δηλώνουν την έναρξη και τη λήξη του πλαισίου και περιλαμβάνουν χαρακτήρες που δεν χρησιμοποιούνται από την κωδικοποίηση του φυσικού επιπέδου
- ▶ το **πεδίο ελέγχου πρόσβασης (Access Control, AC)**, 1 byte: περιέχει τα bit προτεραιότητας P και R , το bit M καθώς και ένα bit (T) που έχει την τιμή 1 σε ένα κουπόνι και την τιμή 0 σε ένα πλαίσιο δεδομένων
- ▶ το **πεδίο ελέγχου πλαισίου (Frame Control, FC)**, 1 byte: χρησιμοποιείται ως **κλειδί αποπολύπλεξης** αλλά και για να δηλώσει αν το παρόν πλαίσιο μεταφέρει δεδομένα ή είναι **πλαίσιο ελέγχου (control frame)**

8	8	8	48	48	Variable	32	8	8
Start Delimiter	Access Control	Frame Control	Dst address	Src address	Payload or Body	Checksum	End Delimiter	Frame Status



Πλαισίωση (2/2)

Κάθε πλαίσιο αποτελείται από:

- ▶ δύο πεδία διευθύνσεων, 6 bytes: χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της διεύθυνσης του παραλήπτη και του αποστολέα
- ▶ το ωφέλιμο φορτίο (payload ή body), μεταβλητού μεγέθους: περιέχει τα δεδομένα
- ▶ το πεδίο Checksum, 4 bytes: χρησιμοποιείται για την ανίχνευση σφαλμάτων
- ▶ το πεδίο κατάστασης ελέγχου (Frame Status, FS), 1 byte: περιέχει τα bit A και C που χρησιμοποιούνται για την αξιόπιστη μετάδοση των πλαισίων

8	8	8	48	48	Variable	32	8	8
Start Deimiter	Access Control	Frame Control	Dst address	Src address	Payload or Body	Checksum	End Delimiter	Frame Status



Διάρθρωση

- Δίκτυα με κουπόνι
 - Token Bus
 - Token Ring
 - FDDI



Εισαγωγή

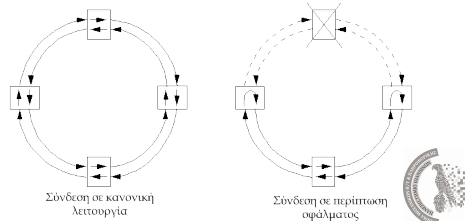
Το πρότυπο FDDI προδιαγράφει τη λειτουργία δακτυλίων με κουπόνι με τη χρήση οπτικών ινών

- ▶ έχει κοινά στοιχεία αλλά και σημαντικές διαφορές με το πρότυπο IEEE 802.5

Το εύρος ζώνης του δικτύου είναι 100 Mbps

Τα τερματικά συνδέονται σε δύο δακτύλιους

- ▶ το σήμα μεταδίδεται σε διαφορετικές κατευθύνσεις στους δύο δακτύλιους
- ▶ σε κανονική λειτουργία μόνο ο ένας δακτύλιος χρησιμοποιείται
- ▶ σε περίπτωση κατάρρευσης ενός κόμβου οι δύο δακτύλιοι σχηματίζουν ένα νέο



Χρόνος περιστροφής του κουπονιού (1/2)

Το πρότυπο ορίζει ένα χρόνο περιστροφής του κουπονιού (Token Rotation Time, TRT)

- ▶ αντιπροσωπεύει το χρόνο στον οποίο είναι επιθυμητό κάθε κόμβος του δικτύου να λαμβάνει το δικαίωμα εκπομπής

Κάθε κόμβος v διατηρεί μια εκτίμηση του χρόνου TRT

- ▶ Αν ένας κόμβος v δεν λάβει το κουπόνι σε χρόνο TRT καταλαβαίνει ότι το κουπόνι έχει χαθεί

Οι κόμβοι συμφωνούν με καταναμημένο τρόπο για τον χρόνο TRT



Χρόνος περιστροφής του κουπονιού (2/2)

Κάθε κόμβος v έχει μια επιθυμητή τιμή TRT_v

Κατά την έναρξη λειτουργίας ή όταν ανιχνευθεί απώλεια του κουπονιού ένας κόμβος v μπορεί να στείλει ένα "αίτημα κουπονιού" που περιέχει το TRT_v

Κάθε κόμβους u που λαμβάνει ένα "αίτημα κουπονιού"

- ▶ αντικαθιστά το αίτημα αν ο χρόνος TRT_u είναι μικρότερος από αυτόν που υπάρχει στο αίτημα
- ▶ σε αντίθετη περίπτωση ανανεώνει την τοπική τιμή που διατηρεί για το TRT με την τιμή που υπάρχει στο αίτημα

Ο κόμβος που θα λάβει το αίτημα το οποίο δημιούργησε μπορεί να επαναφέρει το κουπόνι στο δίκτυο



Μηχανισμός πρόσβασης (1/2)

Ο μηχανισμός πρόσβασης του FDDI είναι παρόμοιος με τον μηχανισμό του IEEE 802.5

Το πρότυπο διακρίνει δύο είδη πλαισίων

- ▶ **σύγχρονα (synchronous)**: πλαίσια που μεταφέρουν δεδομένα ευαίσθητα στην καθυστέρηση ή την παραμόρφωση χρονισμού (*jitter*)
- ▶ **ασύγχρονα (asynchronous)**: πλαίσια που μεταφέρουν δεδομένα χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις

Κάθε κόμβος v μπορεί να μεταδίδει σύγχρονα δεδομένα για χρόνο THT_v

- ▶ ο χρόνος THT_v μπορεί να είναι διαφορετικός σε κάθε κόμβο
- ▶ οι χρόνοι THT_v , $\forall v$ πρέπει να είναι τέτοιοι ώστε να μην ξεπερνιέται ο χρόνος TRT



Μηχανισμός πρόσβασης (2/2)

Το πρότυπο επιτρέπει τη **δυναμική ανάθεση** ενός τμήματος του εύρους ζώνης

Ένας κόμβος v μπορεί να μεταδίδει ασύγχρονα δεδομένα για χρόνο $TRT - mTRT_v$ αν $mTRT_v < TRT$

- ▶ $mTRT_v$: ο χρόνος που μεσολάβησε από την προηγούμενη λήψη του κουπονιού

Για την επιστροφή του κουπονιού στο δακτύλιο ακολουθείται η τεχνική RAT (πρώιμη απελευθέρωση)

- ▶ η τεχνική RAR υποβαθμίζει σημαντικά τη ρυθμαπόδοση εξαιτίας του μεγάλου εύρους ζώνης
- ▶ η πιθανότητα αλλοίωσης των πλαισίων είναι μικρή και επομένως η πιθανότητα παράδοσης των πλαισίων "εν σειρά" είναι μεγάλη

