

Προηγμένες Αρχιτεκτονικές Δικτύων

Εισαγωγή

1. Θεωρήστε δύο υπολογιστές A και B που συνδέονται μέσω ενός συνδέσμου ρυθμού μετάδοσης R bps. Υποθέστε ότι ο σύνδεσμος έχει μήκος M μέτρα (m) και ότι η ταχύτητα διάδοσης του σήματος στον σύνδεσμο είναι S m/s. Ο υπολογιστής A στέλνει ένα πακέτο μεγέθους L bits στον υπολογιστή B.
 - α) Εκφράστε την καθυστέρηση διάδοσης, d_{prop} .
 - β) Εκφράστε την καθυστέρηση μετάδοσης του πακέτου, d_{trans} .
 - γ) Ποια είναι η συνολική καθυστέρηση μεταφοράς του πακέτου από τον A στον B;
 - δ) Έστω ότι υπάρχει ένας ενδιάμεσος κόμβος (π.χ. δρομολογητής) στη μέση του συνδέσμου (σε απόσταση $M/2$ από κάθε άκρο) που λειτουργεί με αποθήκευση και προώθηση (store-and-forward). Έστω d_{proc} ο χρόνος επεξεργασίας του πακέτου στον κόμβο (σταθερός για όλα τα πακέτα) και ότι εκείνη τη στιγμή δεν υπάρχει άλλη κίνηση στον κόμβο (άρα μηδενική καθυστέρηση αναμονής). Θεωρήστε ότι και τα δύο τμήματα του συνδέσμου έχουν τον ίδιο ρυθμό R και την ίδια ταχύτητα διάδοσης S . Ποια είναι σε αυτή την περίπτωση η συνολική καθυστέρηση μεταφοράς του πακέτου από τον A στον B;

Οπτικά δίκτυα κορμού και μητροπολιτικά

2. Έστω πηγή laser με ισχύ εκπομπής 3 dBm που τροφοδοτεί μια μονοτροπική ίνα (SMF) μήκους 120 km με συντελεστή εξασθένησης 0.25 dB/km. Θεωρήστε ότι η μόνη απώλεια είναι η εξασθένηση της ίνας (αμελήστε απώλειες συζεύξεων/συνδέσμων).
 - α) Ποια είναι η ισχύς του σήματος (σε dBm) στο τέλος της ίνας;
 - β) Αν ο δέκτης στο τέλος της ίνας έχει ευαισθησία -22 dBm, είναι δυνατή η μετάδοση;
 - γ) Αν όχι, τι μπορούμε να κάνουμε;
3. Περιγράψτε τη λειτουργία του επιλεκτικού μεταγωγέα μήκους κύματος (wavelength selective switch – WSS). Έστω δύο σήματα μήκους κύματος λ_1, λ_2 που εισέρχονται στην κοινή θύρα ενός 1×3 WSS.
 - α) Πόσοι είναι οι δυνατοί συνδυασμοί δρομολόγησης στις εξόδους του WSS;
 - β) Πόσοι θα ήταν αν στη θέση του είχαμε έναν 1×3 οπτικό μεταγωγέα χώρου (optical space or fiber switch, π.χ. MEMS);
4. Εξηγήστε πώς μπορούν να μεταφερθούν πολλαπλές διαφορετικές συνδέσεις πάνω από μία ίνα με πολυπλεξία διαίρεσης μήκους κύματος (wavelength division multiplexing – WDM) (αν θέλετε, δώστε σχήμα). Έστω τοπολογία δακτυλίου με 4 κόμβους. Οι κόμβοι συνδέονται στον δακτύλιο μέσω WSS και μπορούν να προσθαφαιρούν (add/drop) οποιοδήποτε μήκος κύματος επιθυμούν. Έστω ότι ο δακτύλιος υλοποιείται με μία μόνο ίνα και η μετάδοση γίνεται προς μία μόνο κατεύθυνση (μονόδρομος δακτύλιος). Θεωρήστε ότι κάθε κόμβος θέλει να επικοινωνεί με κάθε άλλον κόμβο (all-to-all), δηλαδή να μπορεί να στείλει και να λάβει δεδομένα από όλους. Σκεφτείτε μια λογική/αλγόριθμο ανάθεσης μηκών κύματος και βρείτε πόσα μήκη κύματος χρειαζόμαστε ώστε να επικοινωνούν όλοι με όλους. Δεν ζητείται η βέλτιστη ανάθεση — αρκεί μια λογική, έγκυρη ανάθεση. (Κάντε σχήμα για βοήθεια.)

Δίκτυα Πρόσβασης

5. Γιατί η τεχνολογία πρόσβασης DSL είχε μεγάλη διάδοση στην Ελλάδα και όχι η τεχνολογία πρόσβασης μέσω (ομοαξονικού) καλωδίου (cable access); Αναφέρετε 2 βασικές παραμέτρους που επηρεάζουν την ταχύτητα πρόσβασης μέσω DSL.
6. Οι τεχνολογίες δικτύου καλωδίου (Cable), DSL και παθητικού οπτικού δικτύου (Passive Optical Network – PON) χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία δικτύων ευρυζωνικής πρόσβασης. Για καθεμία από αυτές τις τεχνολογίες, δώστε μια τάξη μεγέθους του ρυθμού μετάδοσης (προς τον χρήστη) και σχολιάστε εάν οι χρήστες διαθέτουν αποκλειστικά ή διαμοιράζονται αυτούς τους ρυθμούς.

Κινητά δίκτυα

7. Ποιες είναι οι λειτουργίες του Home Subscriber Server (HSS), του Mobility Management Entity (MME), του Serving Gateway (S-GW) και του PDN Gateway (P-GW) σε ένα δίκτυο 4G. Τα MME και HSS εκτελούν λειτουργίες control ή user plane;
8. Περιγράψτε 3 βασικές διαφορές του 4G με το 5G.
9. Έστω σύστημα LTE. Το ραδιοκανάλι διαχωρίζεται σε υποκανάλια φάσματος που ανατίθενται ανά χρονοσχισμή στα κινητά. Πιο συγκεκριμένα, ανατίθενται Resource Blocks (RB) — όπου ένα RB αντιστοιχεί σε εύρος φάσματος 180 KHz για χρόνο 1 ms — και το συνολικό φάσμα του καναλιού χωρίζεται σε 100 RB. Υπάρχουν τρία κινητά, A, B και C, που έχουν πρόσβαση στο σταθμό βάσης. Τα κινητά αυτά βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις, και ο σταθμός βάσης έχει ρυθμό μετάδοσης προς αυτά 10 Mbps, 5 Mbps και 5 Mbps αντίστοιχα, εφόσον χρησιμοποιεί όλα τα RB (δηλαδή όλες τις χρονοθυρίδες και όλα τα υποκανάλια) αποκλειστικά για αποστολή δεδομένων σε κάθε κινητό.
 - A. Ποιος είναι ο μέγιστος συνολικός ρυθμός μετάδοσης που μπορεί να πετύχει ο σταθμός βάσης, υποθέτοντας ότι μπορεί να αναθέσει κάθε RB σε όποιο κινητό θέλει; Είναι «δίκαιη» αυτή η λύση, δηλαδή υπάρχει διαφορά στον ρυθμό μετάδοσης που λαμβάνει κάθε κινητό;
 - B. Αν υπάρχει απαίτηση δικαιοσύνης, ώστε κάθε κινητό να λάβει ίση ποσότητα δεδομένων μέσα σε ένα διάστημα (π.χ. 1 ms), ποιος θα είναι ο μέσος ρυθμός μετάδοσης από το σταθμό βάσης; Εξηγήστε πώς καταλήξατε στην απάντησή σας και πώς μπορεί να επιτευχθεί αυτό στην πράξη (ποια θα ήταν η ανάθεση των πόρων).

Δίκτυα κέντρων δεδομένων

10. Ένα μικρό κέντρο δεδομένων έχει 18 servers χωρισμένους σε 6 racks (3 servers/rack). Σχεδιάστε ένα δίκτυο folded-Clos fat-tree με δύο επίπεδα μεταγωγών (switches): 1ο επίπεδο Top-of-Rack (ToR) και 2ο επίπεδο aggregation, χρησιμοποιώντας switches με 6 θύρες των 10 Gbit/s. Το δίκτυο θέλουμε να έχει ίση χωρητικότητα (1:1, μη υπερδέσμευση) σε κάθε επίπεδο.
 - α) Πόσους μεταγωγείς χρειαζόμαστε σε κάθε επίπεδο και πώς συνδέονται;
 - β) Αν χρησιμοποιούσαμε έναν μοναδικό switch στο επίπεδο 2 (aggregation), πόσες θύρες και τι χωρητικότητας θα έπρεπε να έχει;
 - γ) Πείτε ένα προτέρημα του πρώτου σχεδιασμού σε σχέση με τον δεύτερο.