

Άσκηση 1 Δύο σταθμοί A, B επικοινωνούν με πρωτόκολλο επαναμετάδοσης Stop-and-Wait. Συνδέονται με καλωδιακή ζεύξη φυσικού μήκους 100 km και με ταχύτητα μετάδοσης 100 kbps και προς τις δύο κατευθύνσεις. Το μήκος του πλαισίου είναι 1000 bits και της απάντησης ACK, NAK είναι 100 bits.

(α) Ποια είναι η διαπερατότητα (throughput) του πρωτοκόλλου όταν δεν γίνονται σφάλματα μετάδοσης; Υποθέστε ότι η ταχύτητα διάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος στο μέσο είναι 200000 km/sec.

(β) Να ξαναλύσετε την ίδια άσκηση, υποθέτοντας όμως ότι η ταχύτητα μετάδοσης είναι 100 Mbps.

(γ) Να δώσετε ένα απλοποιημένο τύπο για διάφορες τιμές της ταχύτητας μετάδοσης και το αντίστοιχο διάγραμμα.

(δ) Ποια είναι η τιμή της ταχύτητας μετάδοσης για την οποία η διαπερατότητα γίνεται μικρότερη από 50%; □

Άσκηση 2 Έστω ότι ισχύουν τα δεδομένα της Άσκησης 1, εκτός από το ρυθμό μετάδοσης που τώρα είναι ίσος με 10 Mbps.

(α) Ποια είναι η διαπερατότητα (throughput) του πρωτοκόλλου όταν δεν γίνονται σφάλματα μετάδοσης;

(β) Να υποθέσετε ότι το μήκος πλαισίου μεταβάλλεται από 100 bits ως 100000 bits (ενώ το μήκος της απάντησης μένει σταθερό και ίσο με 100 bits) και να δώσετε ένα διάγραμμα της αντίστοιχης μεταβολής της διαπερατότητας.

(γ) Για ποιο μήκος πλαισίου γίνεται η διαπερατότητα μεγαλύτερη από 50%; □

Άσκηση 3 Να ξαναλύσετε την Άσκηση 2, αλλά με την υπόθεση ότι πρόκειται για ζεύξη που υλοποιείται μέσω γεωστατικού δορυφόρου, ο οποίος απλώς ενεργεί ως ανακλαστήρας, δηλαδή η απόσταση των δύο σταθμών είναι πλέον ίση με 2×35800 km (και η διάδοση γίνεται στο κενό).

(α) Ποια είναι η διαπερατότητα (throughput) του πρωτοκόλλου όταν δεν γίνονται σφάλματα μετάδοσης και το μήκος πλαισίου είναι ίσο με 10^6 bits (ενώ το μήκος της απάντησης μένει σταθερό και ίσο με 100 bits);

(β) Να υποθέσετε ότι το μήκος πλαισίου μεταβάλλεται από 10000 bits ως 10000000 bits (ενώ το μήκος της απάντησης μένει σταθερό και ίσο με 100 bits) και να δώσετε ένα διάγραμμα της αντίστοιχης μεταβολής της διαπερατότητας.

(γ) Για ποιο μήκος πλαισίου γίνεται η διαπερατότητα μεγαλύτερη από 50%; □

Άσκηση 4 Ένας σταθμός A στέλνει πλαίσια σε ένα σταθμό B χρησιμοποιώντας πρωτόκολλο επαναμετάδοσης και επαναλαμβάνει το ίδιο πλαίσιο όσες φορές χρειάζονται μέχρι να επιτευχθεί σωστή μετάδοση. Κάθε μεταδιδόμενο πλαίσιο p ελέγχεται κατά τη λήψη του από τον B . Έστω $E(t, p)$ το γεγονός να ανιχνευθεί μη διορθώσιμο πλήθος σφαλμάτων στο πλαίσιο p που έχει μεταδοθεί τη στιγμή t . Οποιαδήποτε γεγονότα $E(t, p)$, $E(t', p')$ είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, ακόμη κι αν πρόκειται για το ίδιο πλαίσιο $p = p'$ που μεταδίδεται σε δυο διαφορετικές χρονικές στιγμές. Θεωρώντας ότι τα πλαίσια είναι ίδιου μήκους και οι στοχαστική ανέλιξη των σφαλμάτων είναι στατική καταλήγουμε στην υπόθεση ότι η πιθανότητα $\Pr\{E(t, p)\}$ είναι σταθερή για οποιαδήποτε p, t και ίση με e .

(α) Έστω N μια τυχαία μεταβλητή που παριστάνει τον αριθμό των εσφαλμένων μεταδόσεων ενός πλαισίου πριν επιτευχθεί μια σωστή. Ποια είναι η πιθανότητα $\Pr\{N = k\}$ ($k = 0, 1, 2, \dots$);

(β) Ποιος είναι ο μέσος αριθμός $\bar{N} = E\{N\}$ των εσφαλμένων μεταδόσεων ενός πλαισίου; Ποιος είναι ο συνολικός αριθμός μεταδόσεων, στις οποίες περιλαμβάνεται και η σωστή;

(γ) Αν το πρωτόκολλο επαναμετάδοσης είναι Stop-and-Wait, κι αν ο χρόνος μετάδοσης ενός

πλαίσιου είναι p , ενώ από την αρχή μιας μετάδοσης, ως τη στιγμή που έχει έρθει θετική ή αρνητική απάντηση και μπορεί να αρχίσει η επόμενη, μεσολαβεί χρόνος S , ποια είναι η διαπερατότητα (throughput) του πρωτοκόλλου; \square

Άσκηση 5 Το πλήθος των θέσεων bit στα οποία διαφέρουν δύο κωδικολέξεις λέγεται απόσταση Hamming. Η σημασία της είναι ότι αν δυο κωδικολέξεις έχουν απόσταση d , απαιτούνται d σφάλματα του ενός bit για να μετατραπεί η μια στην άλλη.

(α) Ποια είναι η απόσταση Hamming του κώδικα που χρησιμοποιεί bit ισοτιμίας;

(β) Για να παρέχεται περισσότερη αξιοπιστία από αυτήν που μπορεί να δώσει ένα bit ισοτιμίας, κάποιο σύστημα κώδικα για την ανίχνευση σφαλμάτων χρησιμοποιεί ένα bit ισοτιμίας για τον έλεγχο όλων των περιττών θέσεων bit και ένα άλλο bit ισοτιμίας για τον έλεγχο όλων των άρτιων θέσεων bit. Ποια είναι η απόσταση Hamming αυτού του κώδικα; \square

Άσκηση 6 Γίνεται μετάδοση με το πρωτόκολλο Stop-and-Wait μέσα από ένα ομοαξονικό καλώδιο μήκους 5 km ταυτοχρόνως και προς τις δύο κατευθύνσεις (full duplex) με ρυθμό μετάδοσης 100 Mbps. Τα πλαίσια και οι επιβεβαιώσεις είναι μήκους 100 bits. Ο πομπός και ο δέκτης χρησιμοποιούν ένα ταχύ κύκλωμα κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης και ο αντίστοιχος χρόνος είναι αμελητέος. Ποιος είναι ο ρυθμός μετάδοσης πακέτων ανά sec όταν δεν γίνονται σφάλματα μετάδοσης; Υποθέστε ότι η ταχύτητα διάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος στο μέσο είναι 200000 km/sec. \square

Άσκηση 7 Σε σύστημα που χρησιμοποιεί πρωτόκολλο επαναμετάδοσης Stop-and-Wait υπάρχει δυνατότητα μετάδοσης ενός πλαισίου κάθε 10 ms (μέσα στα οποία συνυπολογίζεται ο χρόνος μέχρι να ληφθεί και να αναγνωσθεί η γνωστοποίηση), δηλαδή μπορεί πρακτικά να στείλει 100 πλαίσια ανά sec. Μια τυχούσα μετάδοση όμως είναι ανεπιτυχής με πιθανότητα ϵ . Το εν λόγω σύστημα σε μια μεγάλη χρονική περίοδο δέχεται κατά μέσο όρο 50 πλαίσια ανά sec. Ποια είναι η μέγιστη τιμή του ϵ που αφήνει το σύστημα σε σταθερή κατάσταση (δηλαδή διατηρεί το ρυθμό εισόδου μικρότερο από τον εφικτό ρυθμό μετάδοσης); \square

Άσκηση 8 Τρεις κόμβοι A , B , C συνδέονται με δύο διαδοχικές ζεύξεις $A - B$ και $B - C$. Η ζεύξη $A - B$ έχει μήκος 4000 km και η ζεύξη $B - C$ έχει μήκος 1000 km. Δίνονται επίσης τα εξής στοιχεία:

- Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων από A προς B είναι 100 kbps.
- Η καθυστέρηση διάδοσης είναι ίδια στις δύο γραμμές και ίση με 5 μ s/km.
- Οι ζεύξεις είναι πλήρως αμφίδρομες (full duplex).
- Τα πλαίσια δεδομένων αποτελούνται από 1000 bits, ενώ οι απαντήσεις ACK αποτελούν πλαίσια με αμελητέο μήκος.
- Στο τμήμα $A - B$ χρησιμοποιείται πρωτόκολλο ολισθαίνοντος παραθύρου μεγέθους 3.
- Στο τμήμα $B - C$ χρησιμοποιείται Stop-and-Wait.
- Και στις δύο ζεύξεις δεν υπάρχουν σφάλματα.

Να προσδιορίσετε τον ελάχιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που απαιτείται στη ζεύξη $B - C$ προκειμένου να μην πλημμυρίσει η μνήμη του κόμβου B . \square

Άσκηση 9 Σε σύστημα που χρησιμοποιεί επαναμετάδοση η (δορυφορική) ζεύξη έχει φυσικό μήκος 72000 km, ταχύτητα μετάδοσης ίση με 150 Mbps, ενώ τα πλαίσια έχουν μήκος 1000 bytes. Τα αντίστοιχα πλαίσια επιβεβαίωσης έχουν μήκος 10 bytes. Η πιθανότητα να έχει μη διορθώσιμα λάθη ένα πλαίσιο είναι $e = 10^{-5}$. Να υπολογίσετε

(α) την διαπερατότητα για καθένα από τα πρωτόκολλα Stop-and-Wait, Go-Back-N, Selective Repeat υποθέτοντας ότι το πεδίο αριθμησης των πακέτων έχει αρκετό μήκος ώστε ποτέ να μην περιορίζει την ροή των πλαισίων.

(β) Να υπολογίσετε ποια θα ήταν η διαπερατότητα για την καθεμιά από τις παραπάνω περιπτώσεις με μηδενική πιθανότητα σφάλματος. \square