

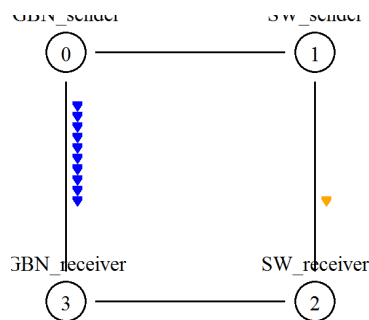
# Δίκτυα Επικοινωνιών

## 4η εργαστηριακή άσκηση

Γεώργιος Δασούλας  
Α.Μ: 03112010  
6ο Εξάμηνο 2014-2015  
28 Απριλίου 2015

### 1 Πρωτόκολλα Stop and Wait και Go back N

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα συγκριθεί η επίδοση του πρωτοκόλλου Go back N (GBN) με αυτή του Stop and Wait (SW). Στο πρώτο πρωτόκολλο, επιτρέπουμε στον πομπό να μεταδώσει μέχρι  $w$  πακέτα προτού σταματήσει, αντί μόνο ενός που ισχύει στο SW. Αν καταστραφεί ή χαθεί ένα πακέτο στη μέση ενός μεγάλου συρμού, ο δέκτης απλά απορρίπτει όλα τα πακέτα που ακολουθούν, χωρίς να στείλει επιβεβαιώσεις 2 για τα απορριφθέντα πακέτα. Αυτή η στρατηγική αντιστοιχεί σε παράθυρο λήψης μεγέθους 1. Με άλλα λόγια, ο δέκτης δε δέχεται κανένα πακέτο εκτός από το επόμενο πακέτο που πρέπει να παραδώσει στο ανώτερο στρώμα. Τελικά, ο πομπός θα εξαντλήσει τον χρόνο του και θα αναμεταδώσει όλα τα ανεπιβεβαιώτα πακέτα με τη σειρά, ξεκινώντας με το κατεστραμμένο ή το χαμένο. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να σπαταλήσει μεγάλο μέρος του εύρους ζώνης, εάν ο ρυθμός εμφάνισης σφαλμάτων είναι υψηλός. Φτιάξαμε την παρακάτω τοπολογία για τους υπολογισμούς μας :



### Απαντήσεις Ερωτήσεων

- Με τη βοήθεια του *NAM*, εντοπίστε τη χρονική στιγμή που ολοκληρώνεται η μετάδοση των 100 πακέτων *FTP* στην περίπτωση του πρωτοκόλλου: (ι) Go back N και (ιι) Stop and Wait.

Απάντηση : Για την περίπτωση του πρωτοκόλλου Go back N η μετάδοση των 100 μπλε πακέτων ολοκληρώνεται τη χρονική στιγμή  $t = 1.211615 \text{ sec}$ . Αυτό προκύπτει από την προσομοίωση στο *NAM* , στην οποία στέλνονται 10 ομάδες των 10 πακέτων ( μιας και το μέγεθος παραθύρου είναι 10) και καταγράψαμε τη χρονική στιγμή που έφτασε το τελευταίο πακέτο από την τελευταία ομάδα στον αποδέκτη 3. Επίσης, από το animation βλέπουμε πως η αποστολή των πρωτοκόλλων επιβεβαίωσης στον πομπό 0 των 10 τελευταίων πακέτων ολοκληρώνεται τη χρονική στιγμή  $t = 1.262173 \text{ sec}$ .

Για την περίπτωση του πρωτοκόλλου Stop and Wait , βλέπουμε πως αποστέλλονται κάθε φορά ομάδες του ενός πακέτου ( μιας και το μέγεθος παραθύρου είναι 1). Η μετάδοση των 100 πακέτων ολοκληρώνεται τη χρονική στιγμή :  $t = 10.077776 \text{ sec}$ , ενώ τα πρωτοκόλλα επιβεβαίωσης του τελευταίου πακέτου στον πομπό 1 φτάνουν τη χρονική στιγμή  $t = 10.129602 \text{ sec}$ .

- Ποιο είναι το ελάχιστο μέγεθος παραθύρου εκπομπής (*Nopt*) που εξασφαλίζει ελάχιστο χρόνο μετάδοσης του συνόλου των πακέτων στο πρωτόκολλο Go back N ?

Απάντηση : Η χωρητικότητα της ζεύξης ισούται με :  $\frac{\text{max\_bandwidth}}{\text{delay}} = \frac{3\text{Mbps}}{48\text{ms}} = 144000\text{bits} = 18000\text{bytes}$ . Επίσης , το μέγεθος του πακέτου είναι  $960 + 40 = 1000 \text{ bytes}$  ( μαζί με την επικεφαλίδα των  $40 \text{ bytes}$  ). Άρα, κάθε στιγμή στη ζεύξη χωράνε  $\frac{18000}{1000} = 18$  πακέτα. Τώρα, πρέπει να αντιληφθούμε ότι για κάθε πακέτο , αποστέλλεται και ένα αντίστοιχο πρωτόκολλο από τον δέκτη στον πομπό , αφού πρώτα σταλεί το πακέτο πληροφορίας στον δέκτη. Μπορούμε, συνεπώς να δούμε ότι το ελάχιστο μέγεθος παραθύρου είναι  $N = 2 * 18 + 1 = 37$  πακέτα , όπου ο άσος προστίθεται ακριβώς γι' αυτή την καθυστέρηση μεταξύ αποστολής πακέτου και πρωτοκόλλου.

- Με βάση το ελάχιστο αυτό μέγεθος παραθύρου που προσδιορίσατε στο προηγούμενο ερώτημα, τροποποιήστε τις εντολές

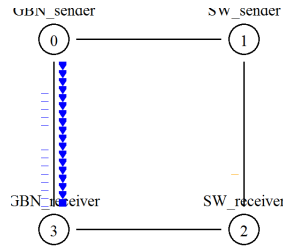
```
$tcp0 set window_ X
$tcp0 set windowInit_ X
```

εκτελέστε την προσομοίωση και υπολογίστε τη χρονική στιγμή που ολοκληρώνεται η μετάδοση των 100 πακέτων *FTP* για το πρωτόκολλο Go back N με τη βοήθεια του *NAM*.

Απάντηση : Αλλάζουμε τις συγκεκριμένες εντολές του κώδικα σε :

```
$tcp0 set window_ 37
$tcp0 set windowInit_ 37
```

Με την αλλαγή του μεγέθους παραθύρου βλέπουμε πως η χρονική στιγμή αποστολής του τελευταίου πακέτου τώρα είναι  $t = 0.564048 \text{ sec}$ , ενώ το τελευταίο πακέτο πρωτοκόλλου επιβεβαίωσης φτάνει στον πομπό 0 τη στιγμή  $t = 0.613666 \text{ sec}$ .



Σχήμα 1: Αποστολή 37 πακέτων με GBN

- Πόση είναι η μέγιστη καθυστέρηση διάδοσης της ζεύξης  $n(0) - n(3)$  ώστε το αρχικό μέγεθος παραθύρου ( $N = 10$ ) να οδηγήσει σε συνεχή χρησιμοποίηση της ζεύξης (no idle time)?

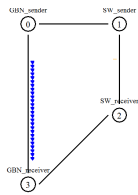
Απάντηση : Θα βρούμε ,αρχικά, τα πακέτα που πρέπει να χωράνε στη ζεύξη για να έχουμε συνεχή χρησιμοποίηση της ζεύξης. Άρα,  $2 * N + 1 = 10 \Rightarrow N = 4.5$  πακέτα. Συνεπώς, η μέγιστη καθυστέρηση της ζεύξης προκύπτει ότι η μέγιστη καθυστέρηση της ζεύξης είναι  $\frac{3Mbps}{1000bytes} = 12ms$ .

- Εκτελέστε πάλι την προσομοίωση με το μέγεθος παραθύρου του πρωτοκόλλου Go back N που βρήκατε στο δεύτερο ερώτημα ( $N_{opt}$ ), όταν η ζεύξη  $n(0) - n(3)$  έχει διπλάσια και υποτριπλάσια καθυστέρηση διάδοσης της αρχικής. Εντοπίστε τη χρονική στιγμή που ολοκληρώνεται η μετάδοση των 100 πακέτων FTP στον κόμβο n3 στις δύο αυτές περιπτώσεις. Τι παρατηρείτε ?

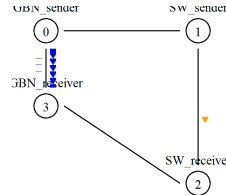
Απάντηση : Αρχικά , αλλάζουμε την καθυστέρηση διάδοσης σε διπλάσια της αρχικής :  $48 * 2 = 96ms$ . Βρίσκουμε πως το τελευταίο πακέτο από τα 100 φτάνει στον κόμβο 3 τη χρονική στιγμή :  $t = 0.8012 \text{ sec}$ . Ο χρόνος , δηλαδή έχει μεγαλώσει και επίσης, δέν έχουμε συνεχή χρησιμοποίηση της ζεύξης. Αν αλλάξουμε την καθυστέρηση διάδοσης σε υποτριπλάσια παρατηρούμε πως το τελευταίο πακέτο φτάνει τη χρονική στιγμή :  $t = 0.53348 \text{ sec}$ . Ο χρόνος , δηλαδή μειώθηκε σε σχέση με τον αρχικό , κάτι που οφείλεται στο ότι διατηρείται η πλήρης χρησιμοποίηση της ζεύξης. Παρακάτω , φαίνονται οι δύο περιπτώσεις :

## 2 Ανάλυση αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του αρχείου ίχνους (trace file)

### Απαντήσεις Ερωτήσεων



Σχήμα 2: α)  $t = 96ms$



Σχήμα 3: β)  $t = 16ms$

- Ποιος είναι ο αριθμός των πακέτων που παρελήφθησαν, πόσα δεδομένα παρελήφθησαν από τον παραλήπτη κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης για κάθε ροή κίνησης ?

Απάντηση : Για τη συγκεκριμένη άσκηση έχουμε καθυστέρηση ζεύξης ίση με  $d = 110ms$ . Επίσης , θέσαμε ως χρόνο προσομοίωσης  $t = 30sec$ , για να προλάβουν να μεταδοθούν τα πακέτα.

Για  $N = 10$  προέκυψαν τα παρακάτω δεδομένα:

```
Total Data received for flow ID 0 : 99960 Bytes
Total Packets received for flow ID 0 : 100
Last packet received for flow ID 0 : 2.39152 sec
Total Data received for flow ID 1 : 99960 Bytes
Total Packets received for flow ID 1 : 100
Last packet received for flow ID 1 : 22.41712 sec
```

Για  $N = 37$  προέκυψαν τα παρακάτω :

```
Total Data received for flow ID 0 : 99960 Bytes
Total Packets received for flow ID 0 : 100
Last packet received for flow ID 0 : 0.874773 sec
Total Data received for flow ID 1 : 99960 Bytes
Total Packets received for flow ID 1 : 100
Last packet received for flow ID 1 : 22.41712 sec
```

- Εξετάζοντας το αρχείο ίχνους, προσδιορίστε σε πόσο χρόνο απεστάλησαν αυτά τα δεδομένα στις δύο περιπτώσεις για κάθε ροή κίνησης. Ποιος ο μέσος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων σε  $bps$  και ποια είναι η χρησιμοποίηση του καναλιού ?

Απάντηση : Για την περίπτωση  $N = 10$  έχουμε :

Από τα αποτελέσματα που μας προέκυψαν από το αρχείο *awk* έχουμε πως για τα πρωτόκολλα *GBN* η αποστολή των πακέτων ολοκληρώνεται σε :  $t = 2.39152 - 0.25 = 2.14152 sec$ . Άρα, ο μέσος ρυθμός μετάδοσης είναι :  $\frac{99960 \cdot 8}{2.14152} = 373417.0122 bps$  και η χρησιμοποίηση είναι  $\frac{373417.0122}{3000000} = 12.447\%$ . Για το πρωτόκολλο *SW* η αποστολή πακέτων ολοκληρώνεται σε

$t = 22.527227 - 0.25 = 22.277227 \text{ sec}$ . Άρα, ο μέσος ρυθμός μετάδοσης είναι  
 $: \frac{99960 \cdot 8}{22.277227} = 35896.74783 \text{ bps}$  και η χρησιμοποίηση είναι  $\frac{35896.7}{3000000} = 1.1\%$ .  
 Αντίστοιχα ,για την περίπτωση  $N = 37$  έχουμε :  
 Από τα αποτελέσματα που μας προέκυψαν από το αρχείο *awk* έχουμε πως  
 για τα πρωτόκολλα *GBN* η αποστολή των πακέτων ολοκληρώνεται σε :  
 $t = 0.874773 - 0.25 = 0.624773 \text{ sec}$ . Άρα, ο μέσος ρυθμός μετάδοσης ε-  
 ίναι :  $\frac{99960 \cdot 8}{0.624773} = 1279952.879 \text{ bps}$  και η χρησιμοποίηση είναι  $\frac{1279952.879}{3000000} = 42.66\%$ . Για το πρωτόκολλο *SW* η αποστολή πακέτων ολοκληρώνεται σε  
 $t = 22.527227 - 0.25 = 22.277227 \text{ sec}$ . Άρα, ο μέσος ρυθμός μετάδοσης ε-  
 ίναι :  $\frac{99960 \cdot 8}{22.277227} = 35896.74783 \text{ bps}$  και η χρησιμοποίηση είναι  $\frac{35896.7}{3000000} = 1.1\%$ .

- Τροποποιείτε το *script* ώστε να υπολογίσετε το χρόνο λήψης της επιβε-  
 βαίωσης (τύπος πακέτου *ack*) του τελευταίου πακέτου στις δύο περιπτώσεις  
 για κάθε ροή κίνησης. Επισυνάψτε στην απάντησή σας και το τροποποιημένο  
*script*.

Απάντηση : Παρακάτω, βρίσκονται τα αποτελέσματα και ο τροποποιημένος  
 κώδικας : Για  $N = 10$ :

```

Total Data received for flow ID 0      : 99960 Bytes
Total Packets received for flow ID 0    : 100
Last packet received for flow ID 0      : 0.874773 sec
Total Data received for flow ID 1      : 99960 Bytes
Total Packets received for flow ID 1    : 100
Last packet received for flow ID 1      : 22.41712 sec
Last packet received for flow ID 0      : 0.98488 sec
Last packet received for flow ID 1      : 22.527227 sec
    
```

και για  $N = 37$ : και τέλος ο κώδικας :

```

Total Data received for flow ID 0      : 99960 Bytes
Total Packets received for flow ID 0    : 100
Last packet received for flow ID 0      : 2.39152 sec
Total Data received for flow ID 1      : 99960 Bytes
Total Packets received for flow ID 1    : 100
Last packet received for flow ID 1      : 22.41712 sec
Last packet received for flow ID 0      : 2.501627 sec
Last packet received for flow ID 1      : 22.527227 sec
    
```

```

BEGIN {
    data_0=0;
    packets_0=0;
    data_1=0;
    packets_1=0;
}
/^r/&&/tcp/ {
    
```

```

flow_id = $8;
if (flow_id == 0) {
data_0 += $6;
packets_0++;
last_ts_0 = $2;
}
if (flow_id == 1) {
data_1 += $6;
packets_1++;
last_ts_1 = $2;
}
}

/^r/ack/ {
flow_id = $8;
if (flow_id == 0) {
last_ack_0=$2;
}
if (flow_id == 1) {
last_ack_1=$2;
}
}

END {
printf("Total Data received for flow ID 0\t: %d Bytes\n", data_0);
printf("Total Packets received for flow ID 0\t: %d\n", packets_0);
printf("Last packet received for flow ID 0\t: %s sec\n", last_ts_0);
printf("Total Data received for flow ID 1\t: %d Bytes\n", data_1);
printf("Total Packets received for flow ID 1\t: %d\n", packets_1);
printf("Last packet received for flow ID 1\t: %s sec\n", last_ts_1);
printf("Last packet received for flow ID 0\t: %s sec\n", last_ack_0);
printf("Last packet received for flow ID 1\t: %s sec\n", last_ack_1);
}

```