

Slotted Aloha

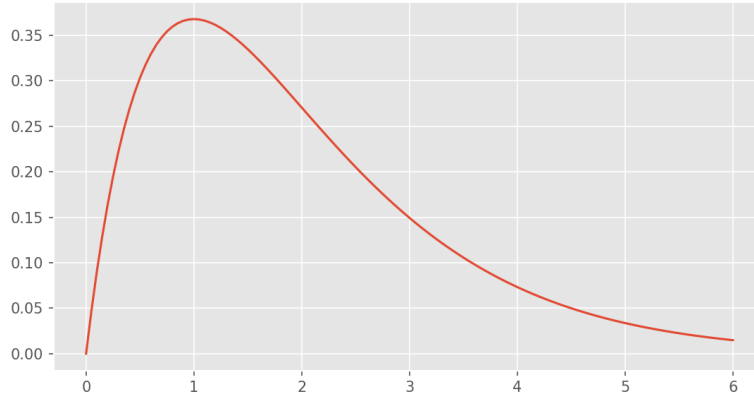
Νικόλαος Αυγούστης

10 Φεβρουαρίου 2020

Υποθέσεις

Για την προσομοίωση του Slotted Aloha ακολουθούνται οι εξής υποθέσεις όπως διατυπώθηκαν από τους Dimitri Bertsekas και Robert Gallager [1] .

1. Έχουμε διακριτό σύστημα χρονοθυρίδων, κάθε πακέτο έχει το ίδιο μέγεθος και κάθε μετάδοση χρειάζεται μια χρονοθυρίδα (slot).
2. Το σύστημα μας ακολουθεί διαδικασία Poisson, δηλαδή πακέτα φθάνουν για μετάδοση ανεξάρτητα σε κάθε κόμβο βάσει διαδικασίας Poisson . Αν είναι m οι κόμβοι που αναμένουν μήνυμα και λ ο ρυθμός όλου του συστήματος τότε κάθε κόμβος θα λαμβάνει πακέτα με ρυθμό $\frac{\lambda}{m}$
3. Επιτυχή μετάδοση ή σύγκρουση. Αν δυο ή παραπάνω κόμβοι προσπαθήσουν να μεταδώσουν στην ίδια χρονοθυρίδα θα έχω σύγκρουση, οι μεταδόσεις αποτυχαίνουν και οι κόμβοι γίνονται backlogged .
4. Κάθε κόμβος έχει άμεση γνώση για την κατάσταση των άλλων κόμβων και τις μεταδώσεις.
5. Κάθε backlogged κόμβος αναμεταδίδει σε επόμενη χρονοθυρίδα μέχρι να επιτύχει η μετάδοση.
6. Κάθε κόμβος που περιμένει για επαναμετάδοση δεν λαμβάνει νέα μηνύματα.
7. Δυνατότητα απείρων κόμβων.



Σχήμα 1: Καμπύλη απόδοσης Slotted Aloha

Υλοποίηση

Η υλοποίηση των προσομοιώσεων έγινε με κώδικα σε γλώσσα Python ο οποίος υπάρχει μαζί με την συγκεκριμένη αναφορά στο github, καθώς και όλα τα διαγράμματα.

Ο σκοπός της εργασίας είναι να ελέγξουμε βάση των παραπάνω υποθέσεων την απόδοση (throughput) του Slotted Aloha, των αριθμό των backlogged κόμβων στο δίκτυο και τον αριθμό προσπαθειών μετάδοσης (G), καθώς και τα σημεία ισορροπίας που παράγονται μέσα από τις υποθέσεις ανάλογα την πιθανότητα επαναμετάδοσης και τον ρυθμό δημιουργίας νέων μηνυμάτων.

Οι προσομοιώσεις για τις οποίες δίνονται παρακάτω τα αποτελέσματα έγιναν για $\lambda = 0.35$ και $\lambda = 0.6$ και σταθερή πιθανότητα επαναμετάδοσης ενός χρήστη backlogged, $qr = 0.06$.

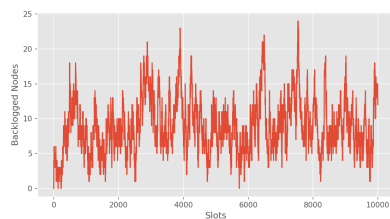
Αποτελέσματα

Η προσομοίωση έγινε για δυο διαφορετικές τιμές λ , μια βάση των υποθέσεων και μια αρκετά μεγαλύτερη με σκοπό στην πρώτη ναδειχθούν ότι τα πειραματικά δεδομένα συμφωνούν με τα θεωρητικά και η δεύτερη για ναδειχθεί ότι αν ξεφύγουμε από το θεωρητικό μοντέλο το σύστημα είναι μη λειτουργικό.

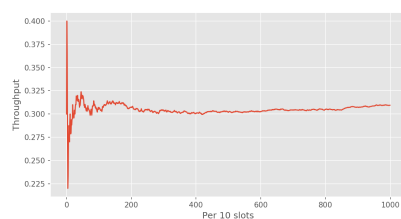
$\lambda = 0.35$

Η τιμή του λ επιλέχτηκε λίγο μικρότερη από την ιδανική $\frac{1}{e}$ χωρίς κάποιον ιδιαίτερο λόγο. Τιμές μικρότερες του 0.2 είναι σχεδόν ιδανικές οπότε απορρίφθηκαν.

Στα παρακάτω διαγράμματα (Σχήμα 2 και 3) φαίνεται ότι βρισκόμαστε πριν το σημείο ισορροπίας αφού ξεκινώντας με συγκεκριμένο αριθμό backlogged χρηστών το δίκτυο επανέρχεται σε ισορροπία ως προς του backlogged χρήστες γύρω στους 20 και ως προς την απόδοση του γύρω στο 31%.

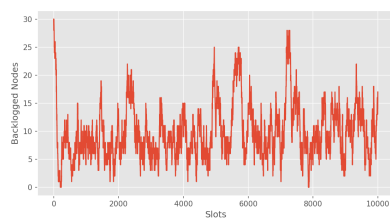


(α') Backlogged χρήστες ξεκινώντας από 0

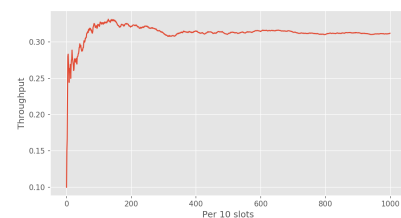


(β') Απόδοση ξεκινώντας από 0

Σχήμα 2



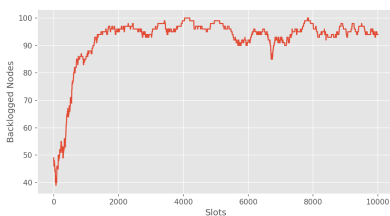
(α') Backlogged χρήστες ξεκινώντας από 30



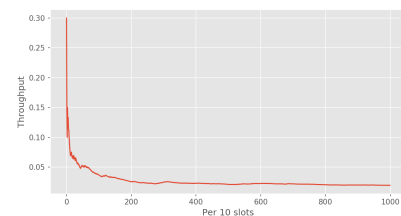
(β') Απόδοση ξεκινώντας από 30

Σχήμα 3

Περνώντας το σημείο ισορροπίας γύρω στους 50 backlogged χρήστες το δίκτυο γεμίζει backlogged χρήστες, ξεπερνάν τους 90 και η απόδοση πέφτει κάτω από 5% όπως φαίνεται στα διαγράμματα (Σχήμα 4 και 5).

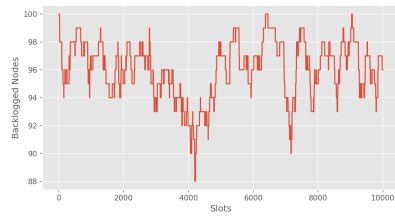


(α') Backlogged χρήστες ξεκινώντας από 50

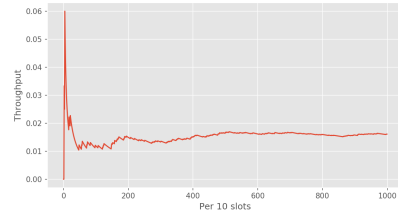


(β') Απόδοση ξεκινώντας από 50

Σχήμα 4



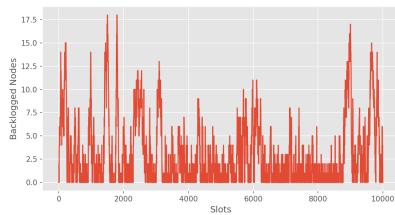
(α') Backlogged χρήστες ξεκινώντας από 100



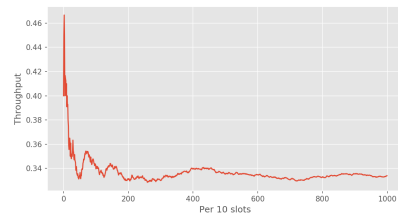
(β') Απόδοση ξεκινώντας από 100

Σχήμα 5

Λόγω του τρόπου υλοποίησης η διατήρηση του $G = 1$ δεν ήταν 100% επιτυχής. Στα παρακάτω διαγράμματα (Σχήμα 6) φαίνονται η τιμές του δικτύου για δυναμικό qr. Η μέγιστη απόδοση του δικτύου φτάνει στο 34% ενώ θεωρητικά έπρεπε να φτάσει στο 37%.

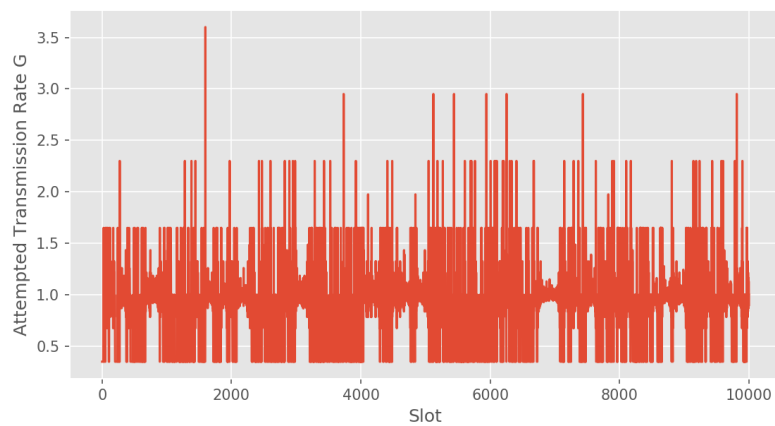


(α') Backlogged χρήστες δυναμικό qr



(β') Απόδοση δυναμικό qr

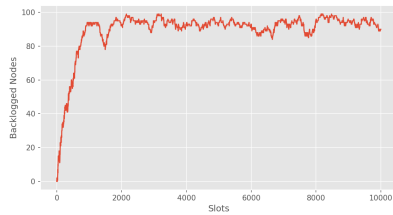
Σχήμα 6



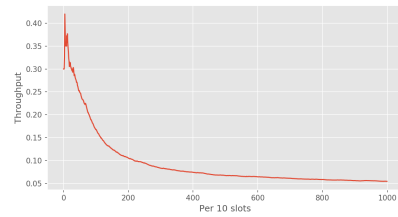
Σχήμα 7: Τιμές του G δυναμικό qr

$\lambda = 0.6$

Η προσομοίωση έγινε με ακριβώς τον ίδιο τρόπο για $\lambda = 0.6$ και όπως φαίνεται από τα παρακάτω διαγράμματα (Σχήμα 8) ξεφεύγοντας από τις ιδανικές συνθήκες του μοντέλου το δίκτυο γίνεται μη λειτουργικό καθώς όλοι οι χρήστες γίνονται backlogged και η μετάδοση γίνεται σχεδόν αδύνατη με την απόδοση του δικτύου να πέφτει κάτω από 5%.



(α') Backlogged χρήστες δυναμικό qr



(β') Απόδοση δυναμικό qr

Σχήμα 8

References

- [1] Dimitri Bertsekas, Robert Gallager, Data Networks, Prentice-Hall International Editions, 0-13-196981-1