Communication Networks (0368-3030) / Spring 2011

The Blavatnik School of Computer Science, Tel-Aviv University

Allon Wagner

Multiple Access Protocols

Kurose & Ross, Chapter 5.3 (5th ed.)

Multiple Access Links and Protocols

Two types of "links":

- point-to-point
  - PPP for dial-up access
  - point-to-point link between Ethernet switch and host
- broadcast (shared wire or medium)
  - old-fashioned Ethernet
  - upstream HFC
  - 802.11 wireless LAN

Ideal Multiple Access Protocol

Broadcast channel of rate R bps

1. when one node wants to transmit, it can send at rate R.
2. when M nodes want to transmit, each can send at average rate R/M
3. fully decentralized:
   - no special node to coordinate transmissions
   - no synchronization of clocks, slots
4. simple
   - inexpensive to implement

MAC Protocols: a taxonomy

- Channel Partitioning
  - TDMA
  - FDMA
  - CDMA
- Random Access
  - ALOHA / Slotted ALOHA
- "Taking Turns"
  - polling by a master node (e.g. Bluetooth)
  - token-passing (e.g. FDDI)

שאלה ממבחן (מועד א', 2008/9)

- על אי קטן בלב האוקיינוס השקט הותקנו שתי רשתות Slotted Aloha, רשת A ורשת B. בכל אחת מהרשתות יש 4 תחנות. אורך חריצי הזמן של שתי הרשתות זהה, נקבע אותו כיחידת זמן אחת. שתי הרשתות משתמשות באותו תדר שידור, כך ששידור ברשת אחת נשמע באחרת ועלול לשבש את השידור באחרת. נניח שכל שידור ממלא בדיוק חריץ שידור אחד.
- נסמן לאורך כל השאלה את ההסתברות שתחנה מסוימת מנסה לשדר בחריץ זמן מסוים (שידור ראשון או חוזר) ב p. יתכן שבכל סעיף p שונה.
- בכל אחד מהסעיפים עליכם לחשב (1) את ההסתברות לשידור מוצלח ברשת A (בחריץ בו רשת A עשויה לשדר), (2) את ההסתברות לשידור מוצלח ברשת B (בחריץ בו רשת B עשויה לשדר), (3) את הנצילות של רשת A (סך הכל, לאורך כל חריצי הזמן) ו-(4) את הנצילות של רשת B (סך הכל, לאורך כל חריצי הזמן). נמק/י והסבר/י את תשובתך.

שאלה ממבחן (מועד א', 2008/9)

- המנהל של רשת B סינכרן את חריצי הזמן של הרשת שלו עם רשת A.
- $p_A = \Pr[X=1]\Pr[Y=0] = 4p(1-p)^3(1-p)^4 = 4p(1-p)^7$
- $u_A = p_A$
- p_B, u_B the same (symmetry)

שאלה ממבחן (מועד א', 2008/9)

- $Utilization = \frac{time\ sending\ original\ packets}{total\ time\ sending\ data}$
- p_A, p_B: probabilities for a successful transmission
- u_A, u_B: channel utilizations
- Let X, Y be random variables counting how many stations transmitted in networks A, B respectively
- $X, Y \sim B(4,p)$
- ראשית, נניח שהחריצים של שתי הרשתות לא מסונכרנים.
- $p_A = \Pr[X=1]\Pr[Y=0]^2 = 4p(1-p)^3\left((1-p)^4\right)^2 = 4p(1-p)^{11}$
- $u_A = p_A$
- p_B, u_B the same (symmetry)

שאלה ממבחן (מועד א', 2008/9)

- מנהל רשת A התקומם על הפתרון מהסעיף הקודם. שניהם עובדים לרשת TDMA שבה הזמן יחולק באופן מחזורי ל-8 חריצי שידור, אחד לכל תחנה.
- Now the probability "that the station has something to transmit" is $t = 1-(1-p)^8$
- $p_A = t$
- $u_A = \frac{1}{2}p_A = \frac{1}{2}t$
- p_B, u_B the same (symmetry)

שאלה ממבחן (מועד א', 2008/9)

- מנהל רשת B לא הסתפק בתוצאת הסעיף הקודם והגביר את עוצמת השידור ברשת שלו. כעת, במקרה של התנגשות בשידור בין הרשתות, בהסתברות q השידור מרשת B יגבר, ובהסתברות $1-q$ שני השידורים ישובשו כמקודם.
- p_A, u_A - same as previous
- $p_B = \Pr[Y=1]\cdot[\Pr[X=0] + q\Pr[X\geq 1]]$
  $= 4p(1-p)^3\cdot[(1-p)^4 + q(1-(1-p)^4)]$
  $= 4p(1-p)^3\left((1-q)(1-p)^4 + q\right)$
- $u_B = p_B$

שאלה ממבחן (מועד א', 2008/9)

- מנהל רשת B לא הסכים לוותר על Slotted Aloha. במקום, הוא הציע לחלק את חריצי הזמן בין רשת A ורשת B לחליפין. כל רשת תממש Slotted Aloha בחריצי הזמן שלה.
- $t = 1-(1-p)^2$
- $X \sim B(4,t)$
- $p_A = \Pr[X=1] = 4t(1-t)^3$
- $u_A = \frac{1}{2}p_A = 2t(1-t)^3$
- p_B, u_B the same (symmetry)