

## מבוא לרשתות מחשבים אביב תש"ף

### תרגיל בית 2

תאריך הגשה: 14.05.2020 23:59

האחראי על התרגיל: אביעד, דוא"ל [aviadphilipp@campus.technion.ac.il](mailto:aviadphilipp@campus.technion.ac.il)  
נמקו היטב אך בקצרה את כל תשובותיכם. תשובה לא מנומקת לא תזכה במלוא הניקוד!  
הגשה מוקלדת תזכה בבונוס של 5 נקודות.  
ההגשה מומלצת בזוגות וההגשה הינה אלקטרונית!

### שאלה 1 – S&W

כדי לשפר את נצילות הפרוטוקול Stop & Wait הוצע לשנות את התנהגות השולח. במקום לשדר את המסגרת פעם אחת (זמן שידור מסגרת הוא  $T_i$ ) ולחכות זמן  $T_{out}$  עד להגעת החיווי, השולח ישדר את המסגרת פעמיים ויחכה זמן  $T_{out}$  אחרי סיום שידור המסגרת בפעם השנייה. הניחו כי  $T_i < T_{out}$  ושהסתברות לשגיאה במסגרת מידע בקו התקשורת הינה  $p$  (אין שגיאות בחיווי).  
א. חשבו את ניצולת הפרוטוקול כתלות ב- $T_i, T_{out}$  ו- $p$  אם השולח תמיד מחכה  $T_{out}$  אחרי השידור השני.

- ב. עבור איזו הסתברות שגיאה  $p$  עדיף לשולח לשדר לפי פרוטוקול Stop & Wait המקורי?  
ג. חשבו את ניצולת הפרוטוקול אם השולח מתחיל לשדר את המסגרת הבאה מיד עם קבלת החיווי על השידור הראשון.

### שאלה 2 – S&W, GBN

תחנה A ותחנה B מחוברות ביניהן ע"י קו תקשורת Half Duplex (חד כיווני) באורך  $2000\text{Km}$ , בו קצב השידור הינו  $5\text{Mbps}$ .  
על הקו מורץ פרוטוקול S&W:  
תחנה A שולחת לתחנה B הודעות באורך 512 Byte ומחכה לקבלת הודעת חיווי (ack) באורך 16 Byte מתחנה B.  
מהירות התפשטות הסיגנל בקו הינה  $2 \cdot 10^8\text{m/sec}$  וההסתברות לשגיאה בשידור הודעה הינה  $p$ .  
הניחו כי ל-A אינסוף הודעות זמינות לשידור.  
א. מהו ה- $T_{out}$  האופטימלי? הניחו ש- $1M = 10^6$ .  
ב. חשבו את ניצולת הפרוטוקול (כפונקציה של  $p$ ).

- כעת, לצורך שיפור הניצולת הוצע לעבור לקו תקשורת אחר, full Duplex (דו כיווני) ולשדר את ההודעות ע"פ פרוטוקול GBN.  
קו התקשורת הינו בעל נתונים זהים לקו התקשורת הקודם אך הוא רועש, ולכן הסתברות השגיאה בו הינה  $2p$ .  
ג. מהו גודל החלון האופטימלי של הצד השולח? שימו לב שעבור  $\beta$  לא עגול יש לעגל כלפי מעלה.  
ד. נתון כי ההסתברות לשגיאה  $p = 0.3$ , האם ההצעה להחלפת קו התקשורת כדאית?

### שאלה 3 – SR

נניח בין שתי תחנות A ו-B מורץ פרוטוקול *Selective Repeat* עם השינוי הבא: כאשר A משדר חבילה מחדש, הוא מוסיף קוד חזק לגילוי ותיקון שגיאות, מה שמקטין את ההסתברות לשגיאה בשידור המסגרת ל-0, אך מעלה את זמן השידור מ- $T_i$  ל- $T_i'$ . זמן ההתפשטות הוא  $T_p$ , זמן שידור החיווי זניח והחיוויים לא הולכים לאיבוד.

- מהו גודל החלון אצל השולח שיביא לניצולת מקסימלית?
- מה צריך להיות גודל החלון אצל המקבל?
- מהו  $T_v$  (תוחלת זמן השידור להודעה)?
- מהי ניצולת הפרוטוקול המשופר?

### שאלה 4 – S&W, SR, GBN

עבור כל אחת מהוריאציות הבאות לפרוטוקולי ARQ הסבירו האם הניצולת תישאר זהה, תגדל תמיד, תקטן תמיד, או שעלולה לגדול ועלולה לקטון, ביחס לפרוטוקול המקורי (הניחו כי הפרוטוקול המקורי משתמש בחלון בגודל אופטימלי). הסבירו מדוע.  
עבור וריאציות שעלולות לגדול או לקטון, כתבו באילו תנאים. עבור וריאציות עם התנהגות עקבית מספיק בהסבר מילולי.  
בכל הסעיפים הניחו כי ההסתברות לשגיאה היא  $p > 0$ .

- פרוטוקול S&W עם תוספת של  $h$  סיביות הגנה לכל מסגרת המקטינות את הסתברות השגיאה ל- $p$ . (זמן השידור של סיביות ההגנה הוא  $T_h$  וסיביות ההגנה אינן נחשבות 'זמן יעיל' לצורך חישוב  $T_i$ )
- פרוטוקול GBN עם חלון קטן מ- $\beta + 1$
- פרוטוקול GBN עם חלון גדול מ- $\beta + 1$ , ו- $T_{out} = RTT$
- פרוטוקול GBN עם חלון גדול מ- $\beta + 1$  ו- $T_{out}$  ששווה לזמן סיום שליחת החלון
- פרוטוקול GBN בו כל מסגרת משודרת פעמיים ברצף.
- פרוטוקול SR חלון עם אינסופי בשני הצדדים ו- $T_{out} > RTT$  (לעומת SR עם חלון אינסופי  $T_{out} = RTT$ ).
- פרוטוקול SR אשר בעת שידור חוזר של מסגרת שלא התקבלה, התחנה המשדרת תשדר אותה בלבד ברצף, עד לקבלת ACK עליה ואז תמשיך בשידור שאר ההודעות.