

										מספר ת"ז		מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים סמסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	------------------------	---

## בחינה ברשתות תקשורת מחשבים

קורס 0368-3030

טופס מס' 1

סמסטר א', תשע"ד (2013/14)

ביה"ס ע"ש בלבטניק למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א

מרצה: פרופ' חנוך לוי

מתרגל: אלון וגנר

### הוראות לנבחן:

- המבחן מכיל 5 שאלות. יש לענות על כולן.
- יש לענות על השאלות בטופס המבחן בלבד. מחברת הבחינה לא תבדק.
- מלאו בראש כל דף את מס' תעודת הזהות ומס' מחברת הבחינה שלכם.

משך המבחן: 3 שעות

חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עזר מודפס או כתוב, מחשבון.

לשימוש הבודקים:

שאלה	1	2	3	4	5	סה"כ
ציון						

# בהצלחה!

											מספר ת"ז		מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים מסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	------------------	---

## שאלה 1 (22 נק)

הבעיה המרכזית ב-WFQ היא שקשה לחשב אותו בזמן אמת בגלל מקרים פתולוגיים שיכולים לקרות. זו כמובן בעיה קשה ב-router-ים שצריכים לעמוד בקצבים גבוהים. לכן, מוצע לשנות את האלגוריתם כך שיהפוך לקל יותר לחישוב:

- כשחבילה מגיעה לתור לא פעיל (inactive), אזי במקום להשתמש ב-round time הנוכחי לצורך חישוב ה-finish number שלה, נשתמש ב-finish number של הפקטה הנוכחית שמקבלת שירות.

- כלומר, לפי הנוטציה מהתרגיל:  $F(i, k) = \max\{F(i, k - 1), CF\} + \frac{P(i, k)}{w_i}$  כש CF הוא ה-finish number של החבילה שמקבלת שירות כרגע.
- הניחו שבזמן 0 מתקיים  $CF = 0$ .

האלגוריתם החדש נקרא Self-clocked fair queuing (SCFQ=).

### סעיף א' (9 נק)

נתונים שלושה תורים A, B, C עם משקלים 1, 1, 2 בהתאמה. רוחב הפס של הלינק היוצא הוא 1 unit/s. בזמן 0 מגיעות חבילות בגודל 1 לתורים B, C. בזמן  $\epsilon$  מגיעה חבילה בגודל 1 לתור A. השלימו את הטבלה הבאה המתארת את הזמן (בשניות) שבו כל חבילה התחילה וסיימה לקבל שירות לפי שלושה schedulers שונים: SCFQ, WFQ, GPS.

הניחו שאם יש שיוויון ב-finish numbers אזי מכריעים לפי סדר לקסיקלי (כלומר C מקבל עדיפות על B שמקבל עדיפות על A).

Packet #	Arriving to queue	Length	Arriving at time	GPS		WFQ		SCFQ	
				Starting service at time	Finishing service at time	Starting service at time	Finishing service at time	Starting service at time	Finishing service at time
1	B	1	0						
2	C	1	0						
3	A	1	$\epsilon$						

### סעיף ב' (5 נק)

השלימו בטבלה הבאה את ה-finish numbers שחיבתם לצורך מילוי הטבלה שלמעלה:

Packet #	Arriving to queue	Length	Arriving at time	GPS / WFQ finish numbers	SCFQ finish numbers
1	B	1	0		
2	C	1	0		
3	A	1	$\epsilon$		

									מספר ת"ז		מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים סמסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	------------------------	---

### סעיף ג' (8 נק)

הכלילו את הדוגמה מסעיף א' כדי להראות שה – delay בו פקטה תתחיל לקבל שירות ב – SCFQ לעומת הזמן שבו היא תתחיל לקבל שירות ב – WFQ אינו חסום. כלומר, הראו שיכול להיות פער של N יחידות זמן בין הזמן בו פקטה תתחיל לקבל שירות ב – WFQ ובין הזמן שבו תתחיל לקבל שירות ב – SCFQ, כש – N גדול כרצוננו.

												מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים סמסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
												מספר ת"ז	

## שאלה 2 (20 נק)

סעיף א' (7 נק)

לקוח המריץ web browser על מחשב שכתובתו 1.2.3.4 פותח tcp session מול השרת של גוגל שכתובתו 5.6.7.8, במטרה לשלוח עליו HTTP GET request.

עבור כל אחת מן הפקטות בשלב ה – three way handshake, השלימו את השדות בטבלה המצורפת.

- בכל פעם שתתקלו במספרים שמוגרלים באקראי (ואי אפשר לדעת אותם מראש לפי נתוני השאלה) סמנו אותם באותיות עוקבות a, b, c, d, ... וכן הלאה.
- אין צורך למלא את השדה המסומן XXXXX.

Packet number	Src IP	Dst IP	Src Port	Dst Port	SYN? (1 / 0)	ACK? (1 / 0)	SEQ #	ACK #
1								XXXXX
2								
3								

סעיף ב' (אין קשר לסעיף א')

כזכור לכם, ראינו שבחישוב ה – timeout של TCP משתמשים בין היתר בנוסחה:

$$DevRTT_n = (1 - \beta)DevRTT_{n-1} + \beta|SampleRTT_n - EstimatedRTT_{n-1}|$$

כש – n הוא מספר הדגימה הנוכחית.

תנאי ההתחלה הם  $DevRTT_0 := 0, EstimatedRTT_0 := 0$ .

נניח שהיינו משנים את הנוסחה להיות:

$$DevRTT_n = \frac{1}{n}[(n - 1)DevRTT_{n-1} + |SampleRTT_n - EstimatedRTT_{n-1}|]$$

										מספר ת"ז		מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים סמסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	------------------	--

(a) **1 נק** כתבו את  $DevRTT_3$  כפונקציה של  $SampleRTT_i, n$  עבור  $EstimatedRTT_i$ ,  $i = 0,1,2,3$

(b) **6 נק** מצאו נוסחה סגורה ל  $DevRTT_n$  (כלומר, ללא רקורסיה) כפונקציה של הדגימות SampleRTT –  $EstimatedRTT$  בזמנים  $n, 1, \dots, n$ . והוכיחו אותה (רמז: אפשר באינדוקציה)

	הנוסחה:
	הוכחה:

										מספר ת"ז		מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים סמסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	------------------------	---

המשך הוכחה:

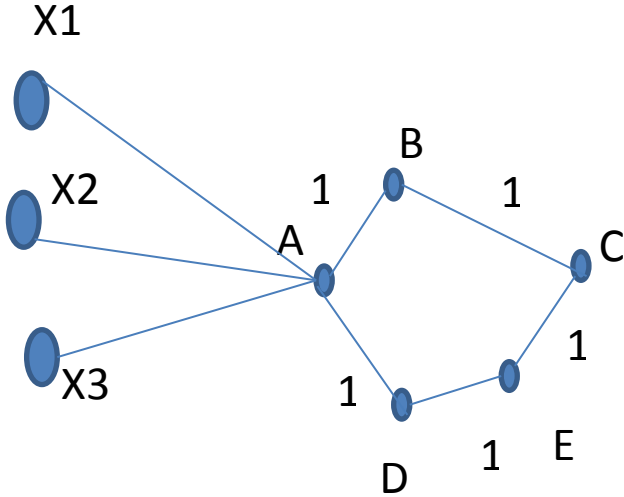
(c) **3 נק** הסבירו בקצרה את משמעות השינוי.

(d) **3 נק** האם כדאי לבצע את השינוי? הסבירו בקצרה.

										מספר ת"ז		מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים סמסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	------------------	--

### שאלה 3 (22 נק)

נתונה הרשת הבאה, שבה כל אחד מן הצמתים X1, X2, X3 רוצה לשלוח תעבורה בקצב 0.25 לצומת C. המספרים על הקשתות מייצגים את קיבולת הקשת.



הניחו כי הרשת מריצה גרסה סינכרונית של אלגוריתם Link State. בכל טיק של השעון, כל הצמתים מחליפים ברגע אחד את המידע שהם שולחים לפי האלגוריתם, מבצעים את כל החישובים הדרושים, ומעדכנים את טבלאות הניתוב שלהם. כל זה קורה במקביל בכל הצמתים ובזמן זניח.

#### סעיף א' (2 נק)

כפי שלמדנו בכיתה, אלגוריתם ה - Link State מנסה למצוא את ה - Shortest Paths - המסלולים הקצרים ביותר. הניחו שמשקלה של כל קשת הוא 1.

(a) מה הנתוב עליו יעברו חבילות מ - X1 ל - C?

(b) כמה תעבורה תעבור על הלינקים AB ו - AD?

																		מספר ת"ז		מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים סמסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	------------------	--

### סעיף ב' (8 נק)

בעלי הרשת רוצים לשפר את הביצועים. לכן, הם רוצים לשנות את פונקציית המטרה של ה – Link  
 State – ל Shortest paths – Shortest delays. משקלה של כל קשת  $i$  הופך ל – delay הממוצע  
 עליה, הנתון לפי הנוסחה הבאה:

$$T_i = \frac{1}{C_i - \lambda_i}$$

כש –  $C_i$  הוא קיבולת הקשת, ו –  $\lambda_i$  הוא קצב התעבורה העוברת עליה.

ענו על הסעיפים הבאים, ברגע שלפני הטיק הבא של השעון:

(a) (1 נק) חשבו את  $T_i$  לכל הקשתות ברשת שקיבולתן מוגבלת.

(b) (1 נק) מהו הניתוב הקצר ביותר ברשת, לפי המטריקה החדשה, בין A – ו C? מה יהיה ה – mean delay עליו?

כעת מתרחש הטיק של השעון, וכל המסלולים מתעדכנים בהתאם למתואר למעלה

(c) (1 נק) מהו נפח התעבורה הזורם על כל אחת מן הקשתות?







									מספר ת"ז		מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים סמסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	------------------------	---

- (c) **(2 נק)** נניח שברשת היו רק שני מקורות  $X_1, X_2$  שרוצים לשדר לצומת C בקצב 1 כל אחד, ומאפייני התעבורה שלהם זהים. הנתב A יכול לנתב אותם בשני אופנים:
- בצורה סטוכסטית כמתואר למעלה
  - כל החבילות של  $X_1$  נשלחות ל – B וכל החבילות של  $X_2$  נשלחות ל – D.
- איזו משתי הדרכים עדיפה אם האפליקציה ש –  $X_1, X_2$  מריצים רגישה ל – JITTER?



										מספר ת"ז		מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים סמסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	------------------	--

(d) (4 נק) מהו ה throughput המקסימלי (אופטימלי)  $S_{opt}$  ובאיזה קצב  $G_{opt}$  הוא מתקבל?

סעיף ב' (2 נק)

הניחו שהחצי השני של הביטים בכל חבילה רגיש (והחצי הראשון עמיד).

(a) (2 נק) מהו ה throughput המקסימלי (אופטימלי)  $S_{opt}$  ובאיזה קצב  $G_{opt}$  הוא מתקבל?

סעיף ג' (4 נק)

חזרו על סעיף א' (חצי ראשון רגיש, חצי שני עמיד) במערכת **Slotted Aloha**.



									מספר ת"ז		מספר מחברת בחינה	רשתות תקשורת מחשבים סמסטר א' תשע"ד, ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א
--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	------------------------	---

### סעיף ד' (8 נק)

כעת נניח שתכונות הקידוד הן כאלו: אורך כל פקטה הוא  $L$ .  $\alpha L$  הביטים הראשונים של כל פקטה רגישים ושאר הביטים לא רגישים להתנגשות ( $0 < \alpha < 1$ ). האם קיים  $\alpha$  כך ש-  $S_{opt}$  במערכת slotted aloha קטן מזה של pure aloha? אם כן, מצאו את  $\alpha$  הגדול ביותר שמקיים זאת. אם לא, הוכיחו שלא קיים  $\alpha$  כזה.

