שאלה 6.

הנתונים:

5

4

3

2

1

כמו כן, weight(A) = 1, weight(B) = 2, weight(c) = 3.

**6.1 GPS:**

זמני התחלה:

**בזמן 0** התורים של כל התחנות, A,B,C ריקים. לכן, כאשר חבילות 1,2 שנכנסות לערוץ בזמן זה, מיד מטופלת על ידי GPS (כלומר הוא מתחיל לשדר אותן). לכן זמני ההתחלה של חבילות 1,2 הוא 0. עד זמן 1, רק שני התורים של A ו-B לא ריקים. לכן, קצב השליחה של A בפרק הזמן הוא . קצב השליחה של B בפרק הזמן הוא . לכן, כמות המידע שנשלח בתור A עד זמן 1 היא ובאותו אופן כמות המידע שנשלח בתור B עד זמן 1 היא .

**בזמן 1** חבילות 1,2 טרם שודרו במלואן, וכן מגיעות שתי חבילות:

* חבילה 3 מגיעה לתור C. שידורה מתחיל עם הגעתה משום שהתור שלה ריק.
* חבילה 4 מגיעה לתור A. הטיפול בה לא מתחיל בזמן זה, משום שחבילה 1 טרם שודרה במלואה.

כעת, בפרק זמן זה, שלושת התחנות פעילות וקצבי השליחה הם:

תחנה A:

תחנה B:

תחנה C:

**בזמן 2:**

תחנה A שידרה בסך הכול: (מתוך חבילה 1)

תחנה B שידרה בסך הכול: (מתוך חבילה 2)

תחנה C שידרה בסך הכול: (מתוך חבילה 3)

לכן, חבילה 2, שאורכה היה 1, נשלחה במלואה מהתור של תחנה B, בזמן זה.

חבילות 1, 3 טרם שודרו במלואן, וחבילה 4 עוד לא החלה להיות משודרת.

כמו כן, בזמן זה מגיעה חבילה 5 לתחנה B ומשום שהתור של B בדיוק התרוקן, GPS מיד מתחיל לשדר אותה.

כעת , כל התחנות משדרות באותם הקצבים כמו בזמן 1.

**בזמן 3:**

תחנה A שידרה בסך הכול: (מתוך חבילה 1)

תחנה B שידרה בסך הכול: (מתוך חבילה 5)

תחנה C שידרה בסוף הכול: (מתוך חבילה 3)

שום חבילה לא שודרה במלואה, והקצבים נותרים זהים.

**בזמן 5:**

תחנה A שידרה בסך הכול: (מתוך חבילה 1)

תחנה B שידרה בסך הכול: (מתוך חבילה 5)

תחנה C שידרה בסוף הכול: (מתוך חבילה 3)

לכן, בזמן זה, חבילות 5, 3 שודרו במלואן. חבילה 1 טרם שודרה במלואה. משום שרק בתור של יש מידע, חבילה

משודרת בקצב מלא, .

**בזמן 6:** חבילה 1 משודרת במלואה. ( ). כעת מתחילה השליחה של הודעה 4 (שהמתינה עד כה

בתור של תחנה A). מאחר וגודל הודעה 4 הוא 1 והשידור הוא בקצב מלא (מאחר ושאר התורים ריקים), בזמן 7

מסתיים השידור של חבילה 4.

**לסיכום:**

חבילה 1: זמן התחלה- 0, זמן סיום: 6

חבילה 2: זמן התחלה- 0, זמן סיום: 2

חבילה 3: זמן התחלה – 1, זמן סיום: 5

חבילה 4: זמן התחלה- 6, זמן סיום: 7

חבילה 5: זמן התחלה – 2, זמן סיום: 5

**6.2 WFQ**

תחילה נבצע סימולציה תחת GPS.

**בזמן 0:** R(0) = 0. כאמור חבילות 1,2 מגיעות בזמן 0, וכל התורים בזמן זה ריקים ולכן

סיבוב (round) הסיום של כל חבילה נתון על ידי:

2 = 2

*0.5*

*תור C הוא ריק, ולכן מספר הסיבוב גדל בקצב .*

***בזמן 1:***

*מגיעות החבילות 3,4. מתקיים*

לכן, חבילות 1,2 טרם שודרו במלואן. חבילה 4 הגיעה לתור A שאינו ריק ולכן

*חבילה 3 הגיע לתור C שהוא ריק בסיבוב זה ולכן*

*כעת, בכל התורים יש מידע ולכן מספר הסיבוב גדל בקצב .*

***בזמן 2:***

*מגיעה חבילה 5 לתור B. מתקיים*

*לכן, בסיבוב זה חבילה 2 שודרה במלואה (שכן ). כמו כן,*

*.*

***לסיכום,***

*F(packet 1) = F(A,1) = 2, F(packet 2) = F(B,1) = 0.5, F(packet 3) = F(C,1) = 1, F(packet 4) = F(A,2) = 3, F(packet 5) = F(B,2) = 1.*

*כעת, נתבונן ב-WFQ scheduler שמבצע סימולציה זו.*

***בזמן 0:*** *חבילות 1,2 מגיעות לערוץ. מאחר ו- החבילה 2 תשודר (בקצב מלא, , ולכן בזמן 1 החבילה תשודר במלואה שכן אורכה 1)*

***בזמן 1:*** *כאמור, חבילה 2 שודרה במלואה. כמו כן, נכנסות לתחנה חבילות 3,4. מאחר ו- הרי שבזמן 1 חבילה 3 מתחילה להיות משודרת. אורך החבילה הוא 2, ולכן בזמן 3 החבילה משודרת במלואה.*

***בזמן 3:*** *כאמור, חבילה 3 משודרת במלואה. חבילה 5 נכנסה לערוץ עוד בזמן 2, לכן כעת,*

*ולכן נתחיל לשדר את חבילה 5. אורך החבילה הוא 1, ולכן בזמן 4 החבילה תשודר במלואה.*

***בזמן 4:*** *נותרו החבילות 1,4. מאחר ו- חבילה 1 תשודר. אורך החבילה הוא 2, ולכן בזמן 6 נסיים לשדר את חבילה 1.*

***בזמן 6:*** *החבילה היחידה שנותרה היא 4, אורכה 1. נתחיל לשדר אותה ובזמן 7 נסיים.*

***לסיכום:***

חבילה 1: זמן התחלה- 4, זמן סיום: 6

חבילה 2: זמן התחלה- 0, זמן סיום: 1

חבילה 3: זמן התחלה – 1, זמן סיום: 3

חבילה 4: זמן התחלה- 6, זמן סיום: 7

חבילה 5: זמן התחלה – 3, זמן סיום: 4

**6.3**

הסימולציה תחת GPS היא זהה וכזכור מתקבל

*F(packet 1) = F(A,1) = 2, F(packet 2) = F(B,1) = 0.5, F(packet 3) = F(C,1) = 1, F(packet 4) = F(A,2) = 3, F(packet 5) = F(B,2) = 1.*

*כמו כן, ב-6.1 ראינו כי זמני התחלת שידור החבילות תחת GPS הם:*

חבילה 1: 0, חבילה 2: 0, חבילה 3: 1, חבילה 4: 6, חבילה 5: 2

*כעת, נתבונן ב- cheduler שמבצע סימולציה זו.*

***בזמן 0:*** *חבילות 1,2 מגיעות לערוץ. מאחר ו- חבילה 2 תשודר (בקצב מלא, , ולכן בזמן 1 החבילה תשודר במלואה)*

***בזמן 1****: כאמור, חבילה 2 משודרת במלואה. כמו כן, נכנסות לתחנה חבילות 3,4. כמו כן, בסעיף 6.1 של GPS, הראנו כי בזמן 1 רק החבילות 1,3 משודרות על ידי GPS (חבילה 4 נכנסת לסוף התור של A שאינו ריק בזמן זה). מאחר ו- חבילה 3 תשודר. אורך החבילה הוא 2 ולכן בזמן 3 נשדר את החבילה במלואה.*

***בזמן 3:*** *כאמור חבילה 3 שודרה במלואה. החבילות שנכנסו לערוץ עד זמן 3 ולא שודרו הן: 1,5,4. החבילות שהחלו שידור עד זמן 3 תחת GPS הן 1 ו-5. מאחר ו- אזי חבילה 5 תשודר. אורכה הוא 1 ולכן בזמן 4 נסיים לשדר את חבילה 5.*

***בזמן 4:*** *כאמור חבילה 5 שודרה במלואה. החבילה היחידה שהחלה שידור עד זמן 4, תחת GPS, אשר טרם שידרנו היא חבילה 1 ולכן נשדר אותה. אורכה הוא 2 ולכן בזמן 6 נסיים לשדר אותה.*

***בזמן 6:*** *חבילה 4 היא החבילה היחידה שנותרה בערוץ והיא אכן נכנסת לשידור בזמן 6 תחת GPS, ולכן נשדר אותה. אורכה הוא 1, לכן נסיים לשדר אותה בזמן 7.*

***סך הכול קיבלנו כי סדר השליחה זהה לזה של WFQ, ולכן זמני תחילת השליחה והסיום הם זהים.***

***לסיכום:***

חבילה 1: זמן התחלה- 4, זמן סיום: 6

חבילה 2: זמן התחלה- 0, זמן סיום: 1

חבילה 3: זמן התחלה – 1, זמן סיום: 3

חבילה 4: זמן התחלה- 6, זמן סיום: 7

חבילה 5: זמן התחלה – 3, זמן סיום: 4

**6.4 WRR**

*בזמן 0*:

**1**

*(נניח שהתור של A הוא התור הראשון שמטופל) A*

**2**

*B*

C

אם כן, התור שמטופל בזמן 0 הוא של A, לכן, החבילה 1 תשודר במלואה. מאחר ואורכה 2, בזמן 2 נסיים לשדר אותה וכן נסיים לטפל בתור של A, משום שמשקל התור A הוא 1 (לכן משדרים חבילה אחת לכל היותר) ונעבור לתור של B.

בזמן 2: A

**4**

**3**

**5**

**2**

B התור המטופל

C

מאחר ומשקל של תור B הוא 2, אזי שתי החבילות, 2 ו-5, משדרות במלאות. גודלן הכולל הוא 2, ולכן בזמן 4 נסיים לטפל בתור B, נעבור לתור C.

בזמן 4: A

**4**

**3**

B

C

התור המטופל

בתור C חבילה אחת, מספרה 3, נשדר אותה. גודלה הוא 2 ולכן בזמן 6 נסיים לשדר אותה ונחזור בחזרה לתור A.

בזמן 6:

**4**

התור המטופל A

B

C

חבילה 4 תשודר, אורכה הוא 1 ולכן בזמן 7 נסיים לשדר אותה.

**לסיכום,**

חבילה 1: זמן התחלה- 0, זמן סיום: 2

חבילה 2: זמן התחלה- 2, זמן סיום: 3

חבילה 3: זמן התחלה – 4, זמן סיום: 6

חבילה 4: זמן התחלה- 6, זמן סיום: 7

חבילה 5: זמן התחלה – 3, זמן סיום: 4