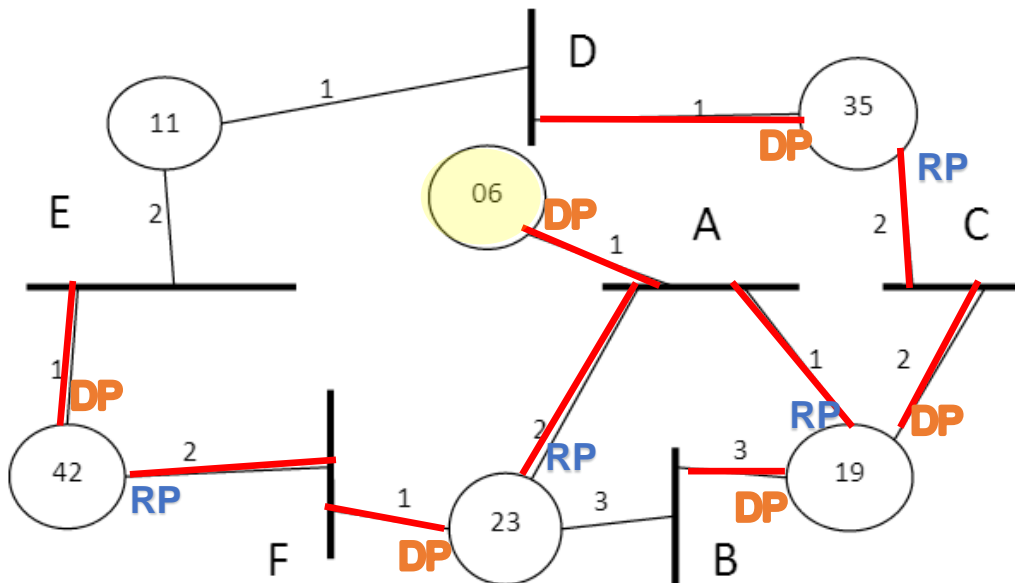
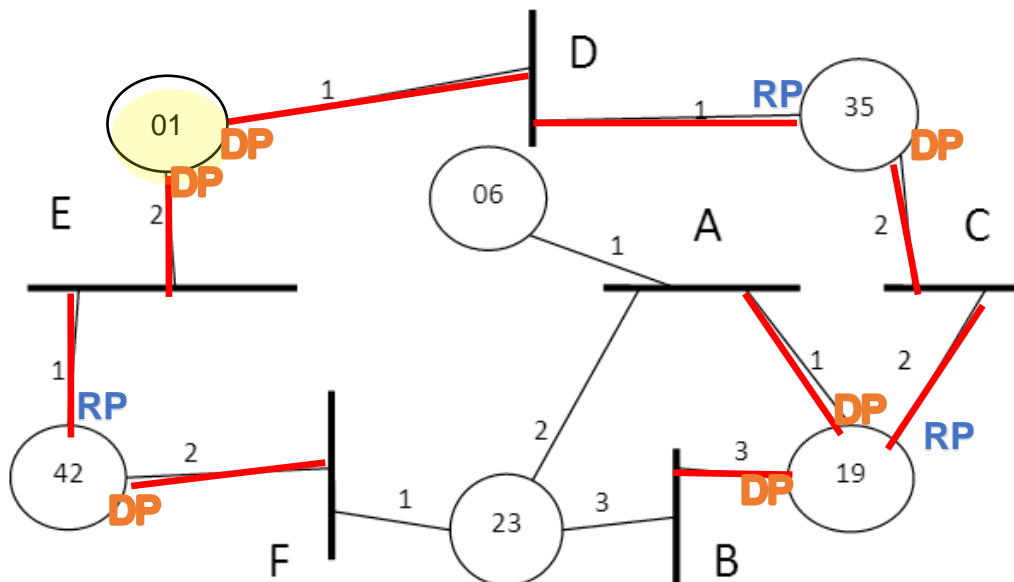


רשתות תקשורת מחשבים - תרגיל בית תיאורטי 2

שאלה 1



- I. ה-root הוא bridge 06, בגלל שהוא בעל ה-ID הנמוך ביותר ברשת.
- II. מסומן על הגרף (בקווים אדומים) העץ הפורס של הרשת.
- III. כן. נקח את bridge 11 ונשנה את ה-ID שלו ל-01 (או כל מספר שקטן מ-6). כעת, הוא יהיה ה-root של הרשת. כאשר הרשת תנסה למצוא את העץ הפורס שלה (לפי האלגוריתם שלמדנו) היווצר העץ הפורש הבא:



כעת, חבילות שיגיעו ל bridge 01 (דרך bridge 35), יועברו גם ל LAN E (דרך פורט 2), זאת בניגוד לעץ הקודם בו ל- bridge 11 לא היה designated ports בכלל (בפורט 2, שמוביל ל-E). כעת אנו עוברים 2 צמתים (bridge) בלבד, וזהו המרחק המינימלי (קודם לכן עברנו 3 צמתים).

שאלה 2

i

כיוון 1: bridge מספר x הוא root ← אין ל x root port

חלק 1: נראה ש x יפרסם את הודעת הקונפיג בעלת המרחק הקטן ביותר מה-root. x שולח הודעות קונפיג בהם הוא מודיע שמרחקו מה root הוא 0. באופן כללי כל bridge שמקבל הודעה קונפיג, מוסיף למרחק של ההודעה מה root 1, ולאחר מכן בודק האם שווה לו לעבור דרך הפורט ממנו הגיע ההודעה או לא. מיכיון שכל bridge שאינו x יהיה לפחות במרחק 1 ממנו ← כל bridge שאינו x ישלח הודעה שהמרחק ממנו ל-root הוא לפחות 1 (A).

בנוסף לכך, מיכיון שהפרוטוקול מסתמך על כך שאין שני bridge עם אותו id ← קיים root יחיד (B).

מ (A) + (B) נובע כי x הוא היחיד שישלח הודעת קונפיג שמרחקו מה-root הוא 0, וכל השאר ישלחו לפחות 1 ←

x יפרסם את הודעת הקונפיג בעלת המרחק הקטן ביותר מה-root.

חלק 2: כעת נראה ש-x לא יכול לבחור root port:

Bridge בוחר את root port שלו, ע"י הנוסחה הבאה: הוא בוחר כ root port את הפורט ממנו התקבלה ההודעה עם המרחק הקטן ביותר לroot ביחס למרחק שהוא כבר יכול להגיע לroot. במידה ויש port עם מרחקים שווים – הוא בוחר את port ממנו נשלחה הודעה מbridge בעל id קטן יותר (מובטח לנו שכל ה-id's שונים).

מחלק 1 נובע שכל ההודעות שא יקבל תהיה קטנה מהמרחק שלו מroot, ולכן הוא לא יבחר באף אחד מפורטים שלו כroot port.

כיוון 2: אין לbridge מספר x root port ← x הוא root.

נראה על דרך השלילה: נניח כי ל-x אין root port ונסה להראות ש-x אינו root. אנו יודעים שהפרוטוקול התכנס ולכן כל הצמתים מחוברים בעץ פורש. בפרט, קיים root וקיים מסלול ממנו אל x. לכן, השכנים שלו ישלחו לו באיזשהו שלב הודעה עם המרחק שלהם מה-root. כאשר זה יקרה, x יקבע root port לפי המרחק הקצר ביותר (או לפי id של צומת קטן יותר). אבל אנו יודעים ש-l-x אין root port והאלגוריתם התכנס. לכן, השכנים שלו שלחו לו מרחק ל-root ארוך יותר מ-x עצמו, זאת אומרת x חייב להיות root.

ולכן הראנו כי: x הוא root ⇔ אין ל x root port.

ii

טענה זאת נובעת ישירות מההגדרות של בחירת root port ו designated port.

בחירת root port:

bridge בוחר כ root port את פורט ממנו התקבלה הודעה טובה יותר משלו: כלומר הודעה עם המרחק הקטן ביותר לroot ביחס למרחק שהוא כבר יכול להגיע לroot. במידה ויש port עם מרחקים שווים – הוא בוחר את port ממנו נשלחה הודעה מbridge בעל id קטן יותר (מובטח לנו שכל ה-id's שונים).

בחירת designated port:

bridge בוחר פורט כ designated port במידה וההודעה שלו היא טובה יותר מההודעות האחרות שמגיעות מהפורט.

ניתן לראות שההגדרות הפוכות כroot port בחרים פורט שעוברת בו הודעה טובה יותר משלי,

וב designated port בחרים בפורט שההודעה שלי הכי טובה משאר ההודעות.

מיכיון שאין 2 הודעות טובות באותה מידה (נובע מכך שאין id's זהים לbridge'ים) ← חיתוך ההגדרות הוא ריק ← אין פורט שהוא גם root וגם designated.

שאלה 3

כאשר יגיעו הודעות קונפיגורציה לפורטים עם ערכים זהים – נדע שהן מגיעות מאותו ה-LAN. במקרה כזה נבחר את הפורט בעל המספר הנמוך יותר שישאר פעיל, וכל שאר הפורטים יכובו לקבלת או שליחת מידע. (נשים לב, שהודעות קונפיג עדין יתקבלו בפורטים אלו – אך לא יועברו הלאה, וזאת על מנת לאפשר את הבדיקה האם עדין הודעות הקונפיג שמגיעות לפורטים זהות לפורט פעיל אחר – במידה ולא, הפורט יפתח מחדש לתקשורת מלאה).

בנוסף יהיה TTL לבחירה הפורט, על מנת שבמידה ופורט מסויים יפסיק לתפקד הפורט הבא בעל המספר הנמוך ביותר יוכל להתחיל לפעול.

(באופן כללי ה-TTL יכול לעבוד כך שערכו ירד כל כמה זמן, וכל פעם שמגיעה הודעת קונפיג אל הפורט הפעיל הערך שלו יעלה. כאשר לא יגיעו הודעות במשך זמן מסוים הערך יגיע ל-0 – ואז נבצע את הבחירה של הפורט הקטן ביותר מחדש).

שאלה 4

| חיבור | תחנת מקור | תחנת יעד | מסלול | רוחב פס מבוקש | רוחב פס בפועל |
|-------|-----------|----------|-------|---------------|---------------|
| 1 | A | C | wy | 8 | 8 |
| 2 | B | C | xzy | 19 | 3.333 |
| 3 | A | D | wxz | 15 | 3.333 |
| 4 | A | D | wxz | 22 | 3.333 |

| קשת | רוחב פס | רוחב פס מנוצל | רוחב פס לא מנוצל |
|-----|---------|---------------|------------------|
| wx | 12 | 6.666 | 5.334 |
| xz | 10 | 10 | 0 |
| zy | 15 | 3.333 | 11.667 |
| Wy | 12 | 8 | 4 |

שלב 1

החיבור עם רוחב הפס הקטן ביותר הוא 1 – הוא היחיד שרוצה להשתמש במסלול wy, לכן אפשר לתת לו את כל רוחב הפס האפשרי בקשת זו. אבל צריך לתת לכל החיבורים רוחב פס זה – לכן צריך לבדוק את המגבלות עליהם.

נשים לב שקשת xz משותפת לחיבור 2 ו-4, וסה"כ רוחב הפס הלא מנוצל בה הוא 10 – זוהי גם המגבלה הגדולה ביותר שלנו.

לכן על מנת לשרת את כל החיבורים בצורה זוהה, כל אחד מהם יקבל 3.333 רוחב פס.

שלב 2

כעת מיכיון שהחיבורים הנותרים 2,3,4 כולם עוברים דרך קשת xz ורוחב הפס שלה נוצל לחלוטין, לא ניתן לספק לאף אחד מהם רוחב פס נוסף.

לעומת זאת, חיבור 1 – אשר משתמש בקשת wy בלבד יכול לנצל את רוחב הפס שלה.

רוחב הפס הלא מנוצל כעת, לאחר שלב 1, הוא 8.67 ודרישת החיבור היא 4.667 – לכן ניתן לספק את כל דרישתו.

לאחר שלב 2, חיבור מספר 1 סופק לחלוטין, וחיבורים 2,3,4 לא יכולים להגדיל את רוחב הפס בפועל שלהם בעקבות שקשת xy נוצלה לחלוטין – לכן סיימנו.

שאלה 5

| פורט | מספר סידורי של חיבור בפורט | משקל | זמן הגעה | אורך חבילה |
|------|----------------------------|------|----------|------------|
| A | 1 | 2 | 0 | 1 |
| B | 1 | 1 | 0 | 6 |
| C | 1 | 3 | 1 | 3 |
| A | 2 | 2 | 1 | 1 |
| B | 2 | 1 | 4 | 5 |

GPS

t=0: שני חיבורים פעילים A ו-B.

לכן קצב השידור יהיה $\frac{2}{3}$ ו $\frac{1}{3}$ בהתאמה.

t=1: שלושה חיבורים פעילים A, B ו-C.

לכן קצב השידור יהיה $\frac{2}{6}$, $\frac{1}{6}$ ו $\frac{3}{6}$ בהתאמה.

(*) בסוף זמן t=1:

A יסיים לשלוח את הפקטה שלו.

B יסיים לשלוח $\frac{1}{2}$ פקטה (מתוך 6)

C יסיים לשלוח $\frac{3}{6}$ פקטה (מתוך 3)

t=2: שלושה חיבורים פעילים A, B ו-C.

לכן קצב השידור יהיה $\frac{2}{6}$, $\frac{1}{6}$ ו $\frac{3}{6}$ בהתאמה.

(*) בסוף זמן t=4:

A יסיים לשלוח את הפקטה שלו.

B יסיים לשלוח 1 פקטה. (מתוך 6)

C יסיים לשלוח 2 פקטה. (מתוך 3)

t=5: שני חיבורים פעילים B ו-C.

לכן קצב השידור יהיה $\frac{1}{4}$ ו $\frac{3}{4}$ בהתאמה.

t=6 $\frac{1}{3}$

C יסיים לשלוח את הפקטה.

B יסיים לשלוח $1\frac{1}{3}$ פקטה. (מתוך 6)

כעת יש חיבור פעיל אחד, B.

לכן קצב השליחה הוא 1.

t=11

B יסיים לשלוח את ה- $4\frac{2}{3}$ פקטה הנותרים שלו.

אך מחכה עוד פקטה בגודל 5 ב-B.

הוא החיבור הפעיל היחיד, לכן קצב השליחה שלו הוא 1.

t=16

סיימנו לשלוח את הפקטה מ-B.

השלמנו את שליחת כל הפקטות.

$$F(A, 1) = R(0) + \frac{P(A, 1)}{W_A} = 0 + \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$F(B, 1) = R(0) + \frac{P(B, 1)}{W_B} = 0 + \frac{6}{1} = 6$$

$$R(1) = R(0) + \frac{1}{W_T} = 0 + \frac{1}{W_A + W_B} = \frac{1}{3}$$

$$F(C, 1) = R(1) + \frac{P(C, 1)}{W_C} = \frac{1}{3} + \frac{3}{3} = 1 \frac{1}{3}$$

$$F(A, 2) = F(A, 1) + \frac{P(A, 2)}{W_A} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

$$F(B, 2) = F(B, 1) + \frac{P(B, 2)}{W_B} = 6 + \frac{5}{1} = 11$$

סדר השליחה יקבע לפי ה-F הקטן ביותר.

בזמן $t=0$, נשלח את הפקטה הראשונה ב-A, גודלה 1, ולכן יקח יחידת זמן אחת.

בזמן $t=1$, הפקטות של A ו-C כבר הגיעו. הפקטה ב-A היא בעלת ה-F הקטן ביותר לכן נשלח אותה שוב. גודלה 1 ולכן יקח יחידת זמן אחת.

בזמן $t=2$, הפקטה של B הגיעה. ה-F הקטן ביותר כעת הוא של C, לכן נשלח אותו. גודלה 3 ולכן נסיים בזמן $t=5$.

לא מגיעות עוד פקטות לכן השליחות הבאות יהיו של הפקטות ב-B, גודלן 6 ו-5, ולכן בזמן $t=16$ סיימנו את שליחת כל הפקטות.

WF²Q

כעת נבצע בחירה דומה על פי ה-F הקטן ביותר, אך רק בין הפקטות שזמן הבחירה כבר היו משוררות ב-GPS.

בזמן $t=0$ נשלח את הפקטה הראשונה ב-A, גודלה 1, ולכן יקח יחידת זמן אחת.

בזמן $t=1$, הפקטות של A ו-C כבר הגיעו, אך הפקטה ב-B כבר היתה משוררת, לכן נשלח אותה קודם.

בזמן $t=7$, הגיע כבר גם הפקטה השניה מ-B, אך לא נתייחס אליה מיכיון שהיא שוררת ב-GPS רק בזמן $t=11$, כל שאר הפקטות כבר שוררת ב-GPS. לכן הפקטה בעלת ה-F הקטן ביותר היא מ-A, גודלה 1.

בזמן $t=8$, נבחר את הפקטה מ-C, גודלה 3.

בזמן $t=11$, נשארה לנו רק הפקטה מ-B – נשלח אותה, גודלה 5.

בזמן $t=16$ סיימנו את שליחת כל הפקטות.

בונוס

(1) מדורות – הדליקו מדורה על מנת לסמן על התרחשות אירוע מסויים (השתמשו בצבעים להעברת מסרים שונים).

(2) שליחים – אנשים שהעבירו מסרים ממקום למקום.