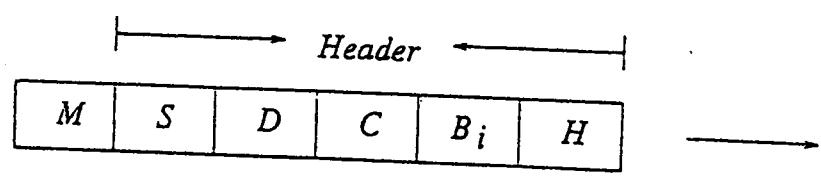


מבחן אלגוריתם - מבוא לאלגוריתם
 תשובה
 33 אוקטובר

שאלה 1

שאלה זאת עוסקת בבעיית הגישור (Bridging) בין רשתות LAN מסוגים שונים, כאשר נתון שצמתים יכולים להתקשר רק עם צמתים אחרים הקשורים לאותו סוג של רשת לדוגמא, צומת הקשור ל-Token Ring יכול להתקשר רק עם צמתים אחרים הקשורים ל-Token Ring כלשהו ב-Internet. נתונות ההנחות הבאות:

- מסגרות שנשלחות בכל סוג של רשת כוללות את כתובות השולח והיעד.
 - קיים שוני רב במבנה המסגרות שברשתות השונות
 - כל Bridge יודע לפענח רק את מבני המסגרות של הרשתות אליהן הוא מתובר ישירות
 - ה-Bridges עובדים בשיטת עץ פורש (Spanning Tree).
- נסתכל על הודעה M שנוצרה ברשת מסוג x . כדי לאפשר את שידור ההודעה לרשת מסוג y , $x \neq y$. ה-Bridge מוסיף להודעה את ה-Header הבא:



ה-Header יקרא בהמשך הלבשה; ההודעה עם ה-Header תקרא בהמשך מסגרת עם הלבשה. השדות בציר שלעיל הם:

- M - המסגרת המקורית שאותה אסור ל-Bridges לשנות.
- H - סדרת ביטים המוכרת על ידי כל ה-Bridges ומסמנת שהגיעה הודעה עם הלבשה.
- B_i - כתובת ה-Bridge ששולח מסגרת עם הלבשה.
- C - קוד המסמן את סוג הרשת שבה נוצרה M . קוד זה מוכר על ידי כל ה-Bridges.
- D - כתובת היעד של M .
- S - כתובת המקור של M .

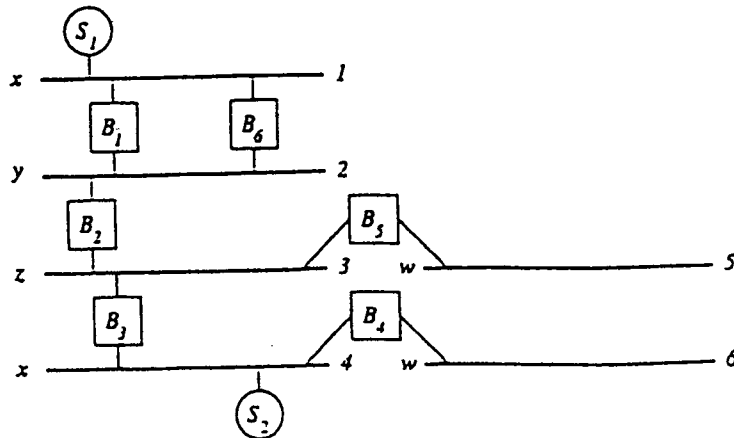
שים לב: אם M משודרת אל תוך רשת מסוג x , היא משודרת ללא הלבשה.

נתון הפרוטוקול הבא עבור Bridge:

כאשר מגיעה הודעה M' :

1. אם M' היא הודעה עם הלבשה (כלומר, מזהים H בתחילת ההודעה):
 - הוצא מתוך הלבשה את כתובת צומת המקור, S , כתובת צומת היעד, D , ואת סוג הרשת שבה נוצרה ההודעה, x .
 - אם הכתובת D נמצאת בטבלת הכתובות:
 - אם M' הגיעה מהרשת שאליה יש לנתב הודעות אל D , בצע את 3 להלן וזרוק את ההודעה.
 - אחרת, שלח את ההודעה ברשת L הרשומה עבור D בטבלת הכתובות.
 - * אם הרשת L היא מסוג x , שלח את ההודעה ללא הלבשה.
 - * אם הרשת L איננה מסוג x , שלח את ההודעה עם הלבשה שהגיעה, תוך שינוי השדה B_i כך שיכלול את כתובתך (את הכתובת של ה-Bridge המבצע).
- אם D איננה נמצאת בטבלת הכתובות, שלח את M' אל כל הרשתות, פרט לזו שממנה הגיעה ההודעה. לכל רשת שאליה שולחים את ההודעה מורידים או משנים את הלבשה על פי הכלל שהוגדר לעיל.
2. אם M' איננה הודעה עם הלבשה, מבצעים את הפעולות שתוארו לעיל, כאשר הכתובות הדרושות S ו- D נלקחות ישירות מתוך ההודעה. סוג הרשת שבו נוצרה ההודעה הוא, כמובן, סוג הרשת ממנה הגיעה. אם ההודעה נשלחת אל רשת מסוג שונה מזה שממנה הגיעה, ה-Bridge מוסיף הלבשה להודעה.
3. כתובת צומת המקור של ההודעה שהגיעה, S , מוכנסת לטבלת הכתובות ביחד עם הרשת שממנה החבילה הגיעה.

(א) בשרטוט להלן מתוארת Internet הכוללת שש רשתות מארבעה סוגים שונים x, y, z, w . ליד כל רשת כתוב גם מספרה. הרשתות מחוברות על ידי שישה Bridges $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$, כאשר B_6 אינו שייך לעץ הפורש. בהתחלה כל טבלאות הכתובות ריקות. הדגם את פעולת הפרוטוקול שלעיל כאשר צומת S_1 שולח הודעה לצומת S_2 ו- S_2 עונה לו. עבור כל Bridge בעץ הפורש המקבל הודעה יש לרשום את ההודעות הנשלחות על ידיו (במידה וקיימות כאלה) ואת הידע החדש שמוכנס לטבלת הכתובות, במידה ויש כזה. כתוב את תשובותיך בטבלה המצורפת.



(ב) מכיוון שרק צמתים הקשורים לאותו סוג של רשת יכולים להתקשר ביניהם, מסתבר שניתן לצמצם את טבלת הכתובות של כל Bridge כך שתכלול רק כתובות צמתים הקשורים לרשתות מהסוג שה-Bridge קשור אליהן ישירות, וכן את כתובות כל ה-Bridges בעץ הפורש. לדוגמא, ב-Internet מהסעיף הקודם, מספיק ש- B_1 יכלול בטבלת הכתובות שלו את הצמתים הקשורים לרשתות מסוג x ו- y וכן את כתובות ה-Bridges B_2, B_3, B_4, B_5 .

לממש הרעיון מוצע כי עבור כל כתובת S של צומת הנמצאת בטבלת הכתובות של Bridge תשמר כמקדם הרשת שאליה יש לשלוח את ההודעה. בנוסף, אם ההודעה נשלחת עם הלבשה, שומרים גם את כתובת ה-Bridge הראשון במסלול אל S שיוריד את הלבשה מההודעה.

בנוסף, כאשר Bridge יוצר הלבשה (עדכון שדות בהלבשה איננו נחשב ליצירה של הלבשה), הוא כותב בשדה S של הלבשה את כתובתו. בנוסף, אם ה-Bridge שולח את ההודעה אל צומת שכתובתו מופיעה בטבלת הכתובות, בשדה D של הלבשה הוא יכתוב את כתובת ה-Bridge הראשון במסלול אל היעד שיוריד את הלבשה, ואשר כאמור שמורה בטבלת. כאשר הכתובת לא נמצאת בטבלת הכתובות, השדה D כלל את הערך NIL .

בנוסף על האמור לעיל בקשר לכתובות, כל Bridge לומד על כתובות ה-Bridges בעץ הפורש על פי הזהויות שלהם המופיעות בהלבשות, בדומה ללמידה עבור כתובות

חזור על סעיף א' עבור הפרוטוקול המוצע. כתוב את תשובותיך בטבלה המצורפת.

שאלה זו עוסקת בוריאציות של Slotted ALOHA.

נתונה רשת שבה אינסוף תחנות היכולות לשדר אך ורק לתחנה מרכזית אחת, על ערוץ שקצב השידור בו הוא C_1 ביט/שניה. התחנה המרכזית יכולה לשדר אל כל יתר התחנות בערוץ אחר שקצב השידור בו הוא C_2 ביט/שניה. הסכום $C_1 + C_2 = C$ הוא קבוע ומוגדר כ- "רוחב הערוץ" של המערכת.

לדוגמא, אם מריצים בערוץ אל התחנה המרכזית את פרוטוקול Slotted ALOHA, לא לוקחים בחשבון את שידורי התחנה המרכזית ואם $C_1 = C_2 = \frac{1}{2}C$, אז הניצולת המכסימלית של המערכת היא:

$$\frac{\frac{1}{e} \cdot C_1}{C} = \frac{\frac{1}{e} C_1}{2 \cdot C_1} = \frac{1}{2e}$$

א. בהנחה שלתחנה המרכזית יש מספיק (אינסוף) חוצצים כך שניתן לשמור הודעות ולשדר אותן מאוחר יותר, מהי הניצולת הגבוהה ביותר האפשרית של המערכת כך שהמערכת תפעל במצב יציב (כלומר, תור ההודעות הממתנות לשליחה בתחנה המרכזית לא יגדל לאינסוף)? (שוב, לא נלקחים בחשבון שידורי התחנה המרכזית)

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{e} \cdot C_1 = C_2 \\ C_1 + C_2 = C \end{array} \right\} \Rightarrow C_1 = \frac{C}{1 + \frac{1}{e}}, C_2 = \frac{C}{1 + e}$$

: סלולר

$$\left(\frac{C}{1+e} \right) \frac{1}{C} = \frac{1}{1+e}$$

: אגן

ב. כדי להגדיל את הניצולת של רוחב הערוץ, מוצע לחלק את C ל- $n+1$ ערוצים בנפח שווה (של $C/(n+1)$ ביטים/שניה לכל ערוץ). n ערוצים ישמשו בכיוון אל התחנה המרכזית והערוץ האחרון בכיוון ההפוך. על כל אחד מ- n הערוצים יבוצע פרוטוקול Slotted ALOHA. תחנה שרוצה לשדר מגרילה באופן אקראי את אחד מ- n הערוצים ומשדרת בו לפי Slotted ALOHA. כתוצאה מכך בכל חריץ זמן כל אחד מ- n הערוצים יכול להיות ריק, להכיל התנגשות או להכיל שידור מוצלח. התחנה המרכזית בודקת את כל n הערוצים, מגרילה את אחד השידורים המוצלחים ומשדרת אותו בערוץ החוזר. כל יתר השידורים המוצלחים (אם היו כאלו) אובדים, כאילו היו התנגשות. כמובן שתחנה ששידרה שידור מוצלח באחד מ- n הערוצים צריכה להקשיב לערוץ החוזר, ורק אם היא שומעת שם את השידור שלה היא יודעת שהשידור היה מוצלח (אם לא כך הדבר - התחנה מתנהגת כאילו השידור התנגש).

חשב את הניצולת של הפרוטוקול הזה (שוב, מבלי לקחת בחשבון את שידורי התחנה המרכזית).

$$\begin{aligned} & \text{ההסתברות שחריץ אכיל שיקר אצלם} = e^{-1} \Rightarrow \text{ההסתברות שחריץ אכיל אכיל} \\ & \text{שיקר אצלם (ריק או התנגשות)} = (1 - e^{-1}) \\ & \text{במיקום אחר יפילו שיקר אצלם} = \left(1 - \frac{1}{e}\right)^n \\ & \text{שיהיה אצלם שיקר אצלם אצלם} = 1 - \left(1 - \frac{1}{e}\right)^n \\ & \frac{1 - \left(1 - \frac{1}{e}\right)^n}{n+1} = \frac{C}{n+1} \cdot \frac{1}{C} \end{aligned}$$

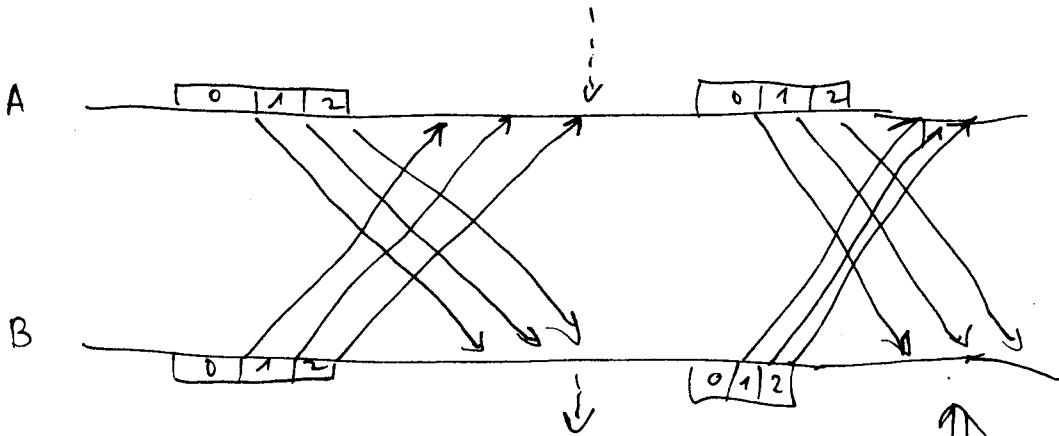
ג. האם ניתן להגדיל את הניצולת שחושבה בסעיף ב' תוך שימוש בעקרונות שהוזכרו בסעיף א'? (אין צורך לבצע חישובים אלא להסביר באופן עקרוני).

גאס כה גא חצבים אמור שיקר אצלם להגדיל כן
 גא חצבים

שאלה 4 (20 נקודות).

בשאלה זאת נסתכל על שני צמתים, A ו-B, המתקשרים ביניהם על ידי פרוטוקול Go Back N. שדה המספר הסידורי מיוצג על ידי שני ביטים. נתון שלשני הצמתים יש תמיד הודעות לשידור, הודעות אישור קבלה נשלחות רק בעזרת Piggybacking וכי הצמתים קוראים את שדה ה-Ack במסגרת מידע המגיעה אליהם רק אם מסגרת המידע המגיעה היא בעלת המספר הסידורי הראשון שאליה מצפים. הראה דוגמה שבה עלול הפרוטוקול כפי שהוגדר לעיל להכנס למצב של Deadlock, כלומר, החל מזמן מסוים לא יועברו מסגרות מידע לרמה 3.

A הגבה למקום 3



B הגבה למקום 3

בא הכולל מכולה של Ack כי
המשקל של המספרים קטין מ-1
מפני שבא הכולל מכולה של Ack כי

שניה מכולה כי
המספר ה-time-out
A ו-B המספרים
המספרים קטין מ-1 כי
אם מכולה למקום 3

A ו-B אינם מתחילים
אם ה-Ack שכולה
אין מיוקדם שכולה
0, 1, 2 הכולה קטן, והמשקל
אין מכולה של הכולה האם
(א-2, 1, 0) של אשור
אין מכולה!