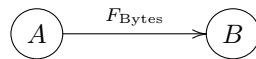


מתרגלת: חיה שולמן

דוא"ל: haya.shulman@gmail.com

חישוב זמנים

בשביל לבדוק את היעילות של פרוטוקולי תקשורת צריך לבדוק זמנים. אם רוצים להעביר קובץ בן F בתים ממחשב A למחשב B :



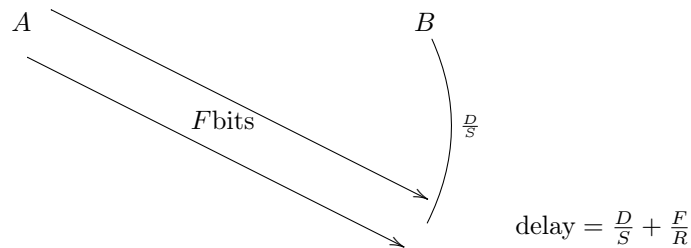
צריך להתחשב בפרמטרים הבאים:

1. R - קצב השידור. נמדד בbps (Byte/sec).

2. S - מהירות ההתפשטות. נמדד בm/s. המהירות בה המידע עובר בערוץ. בערך $2.5 \cdot 10^8 \approx 3 \cdot 10^8$.

3. D - המרחק. נמדד במ

לפי F ו R אפשר לחשב את הזמן שלוקח לשר. לפי S ו D אפשר לחשב את השעיית ההתפשטות - $\frac{D}{S}$ - הזמן שעובר מתחילת השידור לתחילת הקבלה:



הערה

אם מחשב A משדר 3bit למחשב B , והוא משדר ביט ראשון, מחכה שהוא יקלט, ורק אז משדר את הביט השני - אז יקח לו $3 \left(\frac{D}{S} + \frac{1}{R} \right)$ - אבל זה לא יעיל. לכן המחשב ישדר את הביטים אחד אחרי השני בלי לחכות שהם יקלטו - וזה יקח $\frac{D}{S} + \frac{3}{R}$. כדי לראות איך צריך לחשב, מומלץ לצייר את ההעברה.

כרטיס רשת (NIC) (Network Interface Card)

כרטיס הרשת הוא השער שמחבר בין המחשב לרשת. כרטיס הרשת הוא זה שיש לו כתובת IP, לא המחשב.

נתבים

נתב מקבל מידע ממקום אחד ומעביר אותו למקום אחר. לכן בד"כ יש לו לפחות שני כרטיסי רשת - כרטיס לכל ערוץ. מסמנים עם עיגול עם \times עליו:



הנתב בד"כ מחכה עד שהוא מקבל את כל החבילה לפני שהוא מעביר אותה הלאה, ולכן ההעברה A ל B דרך \otimes לוקחת $2 \left(\frac{F}{R} + \frac{D}{S} \right)$ (בהנחה שהמרחקים וקצבי השידור שווים)

חבילות

מכיוון שצריך לחכות $\frac{F}{R}$ בכל נתב שהמידע עובר דרכו, נעדיף להעביר את הקובץ בחלקים קטנים כדי לצמצם את $\frac{F}{R}$. חבילות מחלקות קבצים לחלקים יותר קטנים לצורך העברה ברשת. חבילה מחולקת לשני חלקים:

- נתונים (Payload) - המידע עצמו. מסומן P_1
- תחילית (Header) - מידע על החבילה. כולל:

1. כתובת ה IP של השולח והיעד.

2. מיקום החבילה בקובץ. לא מובטח לנו שהחבילות יגיעו ליעד באותו סדר שבו יצאו, ולכן צריך לדעת איך לסדר אותה.

נסמן:

P bits גודל חבילה

$N = \frac{F}{P}$ מספר חבילות

H bit גודל התחילית

סה"כ גודל המידע שצריך לשלוח הוא $F + N \cdot H$

דוגמה מספרית

$$\begin{aligned} F &= 5\text{kb} \\ P + H &= 1\text{kb} \\ R &= 5\text{MB/sec} \\ S &= 3 \cdot 10^8\text{m/s} \\ D_1 &= 1\text{m} \\ D_2 &= 3\text{m} \end{aligned}$$

משדרים $\frac{F}{P} = \frac{5\text{kb}}{1\text{kb}} = 5$ חבילות. נסמן ב- d_{trans} את השהיית השידור לחבילה אחת. $d_{\text{trans}} = \frac{10^3}{5 \cdot 10^6} = \frac{1}{5 \cdot 10^3}$. לכן A מסיים את השידור בזמן $\frac{1}{10^3}$. הנתב מתחיל לקבל את החבילה הראשונה בזמן $\frac{1}{3 \cdot 10^8}$, ולאחר $\frac{1}{5 \cdot 10^3} \text{sec}$ הוא מסיים לקבל אותה - כלומר בזמן $\frac{1}{3 \cdot 10^8} + \frac{1}{5 \cdot 10^3}$ הוא יכול להתחיל לשדר אותה ל- B .

הערה: $\frac{1}{3 \cdot 10^8} \ll \frac{1}{5 \cdot 10^3}$ ולכן ניתן להזניח את השעיית ההתפשטות $\frac{1}{3 \cdot 10^8}$

B מתחיל לקבל את החבילה הראשונה $\frac{1}{10^8} \text{sec} = \frac{3}{3 \cdot 10^8} \text{sec}$ לאחר שהנתב משדר אותה, ומשם הוא ממשיך לקבל ברצף את שאר החבילות עד הסוף - סה"כ $\frac{1}{10^3}$ לכל החבילות. לכן סה"כ הזמן שעובר מאז A מתחיל לשדר עד ש- B מסיים לקלוט הוא

$$\frac{5 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^6} + \frac{1}{5 \cdot 10^3} + \frac{1}{3 \cdot 10^8} + \frac{1}{10^8}$$

כאשר את שני המחברים האחרונים אפשר להזניח.

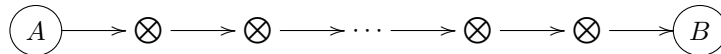
- נשים:** ♥
- לוקחים שתי השעיית התפשטות - אחת A ל- \otimes ואחת B ל- \otimes .
 - הנתב שומר Pipeline של חבילות - ולכן העלות של המעבר בנתב(פרט למרחק שצריך לעבור עד שמגיעים אליו, כמובן) היא d_{trans} של חבילה אחת.

חומר למחשבה

אם קצבי ההתפשטות שונים זה משפיע רק על הטווח. אבל מה קורה אם קצבי השידור שונים?

יעילות

ככל שגודל החבילה יותר קטן, העלות של הנתב יותר קטנה(כי לוקח פחות זמן עד שמסיימים להעביר את החבילה הראשונה). אבל חבילות יותר קטנות = יותר חבילות, מה שאומר שצריך לשלוח יותר תחיליות וזה גורם לבזבוז. נניח רשת עם יותר מנתב אחד:



• $N - 1$ נתבים

• N ערוצים

• קצב שידור R^k/s

• מרחק D_m

• קצב התפשטות S^m/s

נסמן:

F bits גודל קובץ

גודל תחילית Hbits

גודל חבילה Pbits

$C = \lceil \frac{F}{P} \rceil$ מספר חבילות. C

כמה זמן יקח להעביר את הקובץ?
כמות המידע שצריך להעביר היא $C \cdot (P + H)$ - זה יותר מגודל הקובץ, כי צריך להעביר גם תחילות. זמן השידור הוא:

$$\frac{N \cdot D}{S} + \frac{(P + H)(N - 1)}{R} + \frac{F + C \cdot H}{R}$$

זוהי בעיית אופטימיזציה - צריך לגזור לפי P או לפי C (שקול, כי $P = \frac{1}{C}$) ולמצוא מינימום. כנראה שלא נקבל מספר שלם, ולכן צריך להציב בשני השלמים הקרובים ביותר ולראות מה נותן תוצאה יותר טובה. מ $\frac{N \cdot D}{S}$ אפשר להתעלם בגזירה, שכן הוא קבוע ביחס לחלוקה לחבילות.

$$\frac{d}{dC} : \left(\left(\frac{F}{C} + H \right) (N - 1) + F + CH \right) = 0$$

$$C^2 = \frac{F(N - 1)}{H} \Rightarrow C = \sqrt{\frac{F(N - 1)}{H}}$$