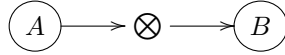


## שידור בקצבים שונים



נניח שהשידור הוא בקצבים שונים:

$$\begin{aligned} R_A &= 1\text{Mb/s} \\ R_N &= 2\text{Mb/s} \\ d_{prop} &= 10^{-3}\text{sec} \end{aligned}$$

( $R_N$  - קצב השידור של הנתב)

נניח שרוצים להעביר קובץ בגודל  $F = 5\text{Kb}$  עם גודל חבילה  $P = 1\text{Kb}$  כמה זמן לוקח להעביר את כל החבילות?

### תשובה

$A$  מסיים להעביר את הקובץ לנתב לאחר  $0.006 = \frac{F}{R_A} + d_{prop} = \frac{5}{1000} + 10^{-3}$  שניות. בנקודה הזאת, הנתב כבר סיים לשדר את 4 החבילות הראשונות (שכן קצב השידור שלו גבוה מזה של  $A$ ), ונשאר לו רק להעביר את החבילה האחרונה ב  $10^{-3} + \frac{1}{2000} = \frac{P}{R_N} + d_{prop}$  שניות. סה"כ הזמן שלוקח להעביר את הקובץ הוא

$$\frac{F}{R_A} + 2 \cdot d_{prop} + \frac{P}{R_N} = \frac{5}{1000} + 2 \cdot 10^{-3} + \frac{1}{2000} = 0.0075\text{sec}$$

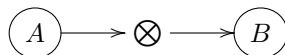
### בכיוון ההפוך

אם  $R_A = 2\text{Mb/s}$ ,  $R_N = 1\text{Mb/s}$ , אז לאחר שידור החבילה הראשונה ב  $\frac{P}{R_A} + d_{prop}$  שניות, הנתב יכול לשדר ברציפות את הקובץ ב  $10^{-3} + \frac{1}{2000} = \frac{F}{R_N} + d_{prop}$  שניות, ושוב מקבלים  $0.0075\text{sec}$  - למרות שהחישוב קצת שונה.

### מה קורה אם הקובץ גדול מדי?

הנתב צריך לשמור את חלקי הקובץ שהוא עדיין לא הספיק לשדר ביזכרון שלו - במקום שנקרא חוצץ (Buffer). אם הנתב מקבל בקצב יותר גבוה ממה שהוא משדר, הוא החוצץ כל הזמן מתמלא. אם הקובץ גדול מדי, יכול להיות שהחוצץ לא יוכל להכיל את כל המידע שעדיין לא נקלט, וחבילות ילכו לאיבוד.

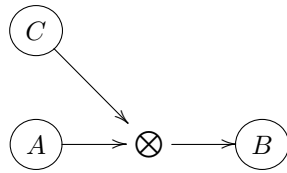
## השעיות תורים - Queuing Delay



A מעביר שתי חבילות ל-B,

$$\begin{aligned} R_A &= 1\text{Mb/s} \\ R_B &= 1\text{Mb/s} \\ d_{prop} &= 10^{-2}\text{s} \\ P &= 1\text{Kb} \end{aligned}$$

אבל מה אם גורם שלישי, C, כבר התחיל לשדר חבילות ל-B דרך הנתב?



נניח שקצב השידור של C הוא  $R_C = 10\text{Mb/s}$ , והוא משדר 5 חבילות. נניח שהנתב כבר שידר חצי מהחבילה הראשונה של C (הוא כבר קיבל את כולן) כשהוא מתחיל לקבל את החבילה הראשונה של A. כמה זמן יקח לו עד שיתחיל לשדר את החבילות של A?

### תשובה

הנתב צריך לסיים לשדר את חצי החבילה של C -  $\frac{1}{2}10^{-3}\text{sec}$  - ואז הוא צריך לשדר את שאר החבילות של C -  $3 \cdot 10^{-3}$  - סה"כ

$$\frac{P/2}{R_B} + \frac{3 \cdot P}{R_B} = \frac{10^3/2}{10^6} + \frac{3 \cdot 10^3}{10^6} = 3.5 \cdot 10^{-3}\text{sec}$$

## על הפרוייקט

יש לכל כרטיס רשת גודל מקסימלי של חבילה שהוא יכול להעביר (Maximal - MTU Transmission Unit). אם שולחים חבילות יותר גדולות יש פרגמנטציה. המטרה בפרוייקט היא לגלות את MTU כדי לשלוח את החבילות ב-UDP בלי שיעברו פרגמנטציה בדרך, ולאחד מחדש את החבילות במקור. בנתב תהיה השהייה כדי לסמלץ מצב שיש רשת שלמה באמצע, ואז יהיה הבדל מהותי בין פרוטוקולים יעילים ללא יעילים.