

מנגנון בקרת העומס של TCP

ל-TCP יש מנגנון בקרת זרימה ומנגנון בקרת עומס. מנגנון בקרת הזרימה מבטיח שלא יהיה Overflow בצד המקבל, ומנגנון בקרת העומס מנסה להמנע מעומס על הרשת. TCP משתמש ב-ACKים כדי לנהל גם את מנגנון בקרת הזרימה וגם את מנגנון בקרת העומס. בשביל בקרת הזרימה, ה-ACK מאפשר לשולח לדעת כמה המקבל כבר קיבל, ולכן כמה הוא כבר יכול לשלוח. בשביל בקרת העומס, קצב ה-ACK מאפשר לשולח לדעת מה מצב העומס ברשת.

$window = \min(\text{congestion}, \text{flow})$ כמות בתים שיכולים להיות בשידור ברגע נתון, ו- $flow$ הוא flow control אשר מגדיל את גודל החלון בקרת העומס ו- $congestion$ הוא פונקציה של קצב האפליקציה וגודל החוצץ במקבל. $congestion$ control גדל/קטן לפי מצבים, כאשר הוא עובר ממצב למצב לפי ה-ACKים הכפולים וה- $timeout$ ים שהוא מקבל. כאשר הוא מקבל $timeout$ הוא עובר ל- $Slow Start$, וכאשר הוא מקבל 3 ACKים כפולים הוא מקצץ בחצי את גודל החלון וממשיך עם $slow\ recovery$. יש גם $threshold$ שמונע מהחלון לגדול בצורה אינסופית. $slow\ start$ החלון גדל בקצב אקפוננציאלי, עד שהוא מגיע לאובדן או ל- $threshold$. אם הוא הגיע ל- $threshold$ הוא עובר ל- $congestion\ avoidance$, שם הוא עולה בקצב לינארי. אם הוא קיבל $timeout$ הוא מתחיל מחדש $slow\ start$, ואם הוא קיבל 3 ACKים כפולים הוא מקטין בחצי ועובר ל- $slow\ recovery$. בכל מקרה שיש אובדן מעדכנים את $threshold$ לחצי מגודל החלון שבו היה האובדן.

תרגיל

לאוניברסיטה access link עם קצב שידור של 100Mbps ושידור full duplex. ברשת המקומית של האוניברסיטה 10 לקוחות c_1, \dots, c_{10} . נתעלם מכל ההשהיות ברשתות המקומיות (בין עשרה הלקוחות $R1$ ובין השרת WWW לבין $R2$). המרחק בין $R1$ לבין $R2$ הוא 2500 מטר, ומהירות ההתפשטות $2.5 \cdot 10^8$ מטר לשנייה. ברשת ישנם 10 קבצים שונים, כ"א בגודל 10KB. הניחו MSS של 1KB, ניתן להתעלם מ-headers ולהזניח בקשות¹ וחבילות בקרה, כמו כן הניחו TCP timeout של שניה. בזמן t_0 כל הלקוחות פונים בבקשה לקובץ שונה (כ"א באופן בלתי תלוי) ומתחיל תהליך ההורדה (מעל TCP).

1. חשב ונמק כמה זמן עובר עד שהשרת יודע שהמחשב האחרון קיבל את הקובץ. ציין תרשים העברת הודעות.
2. ציין את המספר הסידורי של החבילה, שהפלתה תגרום לכך שהזמן שידרש להעביר את הקובץ יהיה מקסימלי (עבור קובץ בגודל 10KB ורשת שבאיור להלן), ונמק.
3. חשב את גודל החוצצים המינימלי בנתבים $R1$ ו- $R2$ (בהתאמה) הנדרשים על מנת שלא יהיה אבדן חבילות.

פתרון

השהיית ההתפשטות בכל שליחה היא $1 \cdot 10^{-5} \text{sec} = \frac{2500}{2.5 \cdot 10^8}$. לכן הפתיחה של כל חיבור היא $2 \cdot 10^{-5} \text{sec}$, ואפשר להניח שאחרי 0.02 מילישניות כל החיבורים נפתחו. כל מחשב שולח בקשה - עוד 0.01ms - וב- $t = 0.03 \text{ms}$ מתחיל לשלוח את החבילות.

¹רק את גודל החבילה - עדיין צריך לחשב השהיית התפשטות של פתיחת החיבור

בהתחלה $R2$ ישלח את הסגמנט הראשון של כל קובץ, וזה יקח לו $\frac{10}{100000} = 1 \cdot 10^{-4} \text{sec}$ לכל חבילה - מה שאומר שהוא יקבל ACK לפני שהוא יסיים את החבילה השנייה, ולכן הוא לא יפסיק לשלוח את החבילות, כלומר הוא ישלח את כולן ב $\frac{10 \cdot 10}{10000} = 10 \text{ms}$ ואם נוסיף לזה את השהיית ההתפשטות של פתיחת החיבור, של בקשת הקובץ ושל הACK האחרון נקבל 10.04ms .