

חלק 1

שאלה 1

1. A user reports that their file transfer is slow, and you need to analyze the transport layer to identify the potential reasons. What factors could contribute to the slow transfer, and how would you troubleshoot it?

גורמים פוטנציאליים

1. Network Congestion – תנועה גדולה של מידע ברשת משפיעה על קצב העברת המידע.
2. אובדן של חבילות ושליחה מחדש – בחיבור TCP, בעת אובדן חבילות מתבצעת שליחה מחדש של החבילות שנאבדו, אשר גורמות ל-delay ובעקבות זה חלון השליחה מצטמצם.
3. דיליי גבוה- (high latency) בחיבור TCP החיבור מסתמך על הכרות (acks). אם הדיליי גבוה השולח יאלץ לחכות זמן רב יותר על מנת לקבל תגובות אשר ובכך מתעכב את זמן העברת הקובץ.
4. Window Size – אם מתקבל חלון (flow control mechanism) קטן מדי, כמות המידע שניתן לשלוח ברצף הינה קטנה.

דרכי טיפול

1. בקרת גודש של חיבור TCP :
- להגדיל את הגודל ההתחלתי של חלון הגודש.
- שימוש ביעילות של TCP CUBIC אשר מהווה אלגוריתם בקרה על גודש הרשת שיכול להשיג חיבור ברוחב פס גבוה בצורה מהירה ובטוחה בסביבה של High latency.
2. אובדן חבילות ושליחה מחדש :
נשתמש ב-Selective repeat במקום Go-Back-N.
Selective repeat הינו מנגנון דומה ל Go-Back-N רק שבעת אובדן של חבילות מתבצעת שליחה מחדש אך ורק עבור החבילות שנאבדו בדרך.
3. high latency :
נשתמש בפרוטוקול QUIC במקום TCP עבור העברת הקבצים בסביבה בה הדיליי נמוך.
QUIC (Quick UDP Internet Connection) הינו פרוטוקול של שכבת התעבורה שנבנה על גבי UDP אשר מספק דיליי נמוך עם חיבור אמין ובטוח. פרוטוקול זה מאפשר ביסוס חיבור מהיר.
4. חלון TCP קטן :
- ניתן להגדיל את גודל החלון באופן דינאמי.
- ניתן להגדיל את גודל הבאפר של מקבל ה request .

שאלה

2. Analyze the effects of TCP's flow control mechanism on data transmission. How would it impact performance when the sender has significantly higher processing power than the receiver?

בשאלה זו אנו נדרשים לנתח את ההשפעה של בקרת הזרימה של חיבור TCP על העברת מידע, ואיך זה ישפיע במידה ולשולח יש כוח עיבוד גבוה יותר מאשר המקבל.

הסבר מנגנון בקרת הזרימה (flow control)

- TCP משתמש ב- Receive Window שהצד המקבל מפרסם (Advertised Window) הוא מציין כמה בתים בצד המקבל זמינים ב Buffer לפני שיגרם overflow.
- אם המקבל איטי/חלש יותר, הוא יקטין את ה Receive Window כדי למנוע עומס על ה Buffers.

השפעה על ביצועים -

- כאשר לשולח יש יכולת עיבוד ושליחה מהירה מאוד, אך המקבל מגביל את ה-Window בשל כוח עיבוד נמוך/זיכרון מוגבל, קצב השידור האפקטיבי ייפול לקצב שמתאים למקבל.
- התוצאה - למרות יכולת השולח לשלוח במהירות גבוהה, הוא ייאלץ להמתין לאישור (ACK) ולגדילה של חלון ה- Receive Window כדי להמשיך, וכך יואט קצב השליחה.

א. במקרה זה הבעיות הבאות עלולות להתרחש:

- הבאפר של המקבל יחווה עומס יתר: השולח יכול ליצור ולשלוח חבילות באופן מהיר ויעיל.
- המעבד של המקבל אינו יכול לעבד את המידע שמגיע בקצב מספיק מהיר.
- דבר זה עלול להוביל לבאפר להתמלא ויקטין את גודל החלון.
- הקטנת החלון תאלץ את השולח להפסיק את השליחה כדי שיתפנה מקום ובכך קטן throughput.

ב. עלייה בדיליי כתוצאה מהקטנת גודל החלון:

- החלון של המקבל קטן על מנת למנוע עומס יתר.
- חלון קטן, כלומר פחות מידע נכנס אשר מכריח את השולח לשלוח מידע הרבה יותר קטן.
- התוצאה הינה כמות גדולה של RTT ודיליי בעיבוד המידע.

ג. חלון בגודל 0 והפסקה בהעברת המידע:

- אם הבאפר של המקבל מתמלא לגמרי, גודל החלון מתאפס.

- תוצאה זו גורמת לשולח לעצור לגמרי את המעבר של המידע והשולח מתחיל לבדוק האם מקום התפנה.
- התוצאה הינה עיכוב מתמשך בהעברת מידע וחוסר יעילות בשימוש של רוחב הפס.

שאלה 3

3. Analyze the role of routing in a network where multiple paths exist between the source and destination. How does the path choice affect network performance, and what factors should be considered in routing decisions?

ניתוב (Routing) הוא התהליך שבו רשת מחשבים בוחרת באיזה נתיב לעבור מהמקור (Source) אל היעד, כאשר ברשת קיימים כמה מסלולים אפשריים. מטרת הניתוב היא למצוא מסלול "טוב" (או אופטימלי) בהתאם לקריטריונים מסוימים. כגון: זמן השהייה, כמות העומס, אמינות, עלויות ועוד. בחירה נכונה של מסלול (Routing) יכולה לשפר משמעותית את ביצועי הרשת, להקטין את אחוז איבוד החבילות ולהפחית את זמני ההשהייה. כאשר יש מספר מסלולים אפשריים, צריך להביא בחשבון פרמטרים כמו גודש, זמן השהייה, עלויות ואמינות כדי לבחור את המסלול היעיל ביותר להעברת הנתונים.

כיצד בחירת המסלול משפיעה על הביצועים?

1. **עומס – (Congestion)** בחירה במסלול עמוס עשויה להוביל לעיכובים גבוהים יותר ואיבוד חבילות.
2. **זמן השהייה – (Latency)** מסלול ארוך יותר גיאוגרפית או בעל מספר רב של "קפיצות" (hops) יכול לגרום לעיכוב גדול יותר בהגעה ליעד.
3. **רוחב פס – (Bandwidth)** מסלולים שונים עשויים לתמוך ברוחב פס שונה, מה שמשפיע על קצב העברת הנתונים המרבי.
4. **אמינות – (Reliability)** מסלולים מסוימים יציבים יותר או אמינים יותר, כלומר הסיכוי לאיבוד חבילות או לתקלה באמצע הדרך נמוך יותר.

גורמים שיש להביא בחשבון בעת בחירת מסלול:

1. **עלויות משאבים – (Cost)** לדוגמה, אם מסלול מסוים יקר יותר ממסלול אחר.
2. **זמן השהייה – (Latency)** האם חשוב לנו שהחבילות יגיעו במהירות המרבית (למשל בזמן משחק רשת)?
3. **גודש – (Congestion)** האם הנתיב עמוס כרגע? אם כן, אולי עדיף לבחור מסלול חלופי.

4. **חוזק קשרים** – (**Link reliability**) האם הקישורים יציבים, או שהם עלולים להתנתק לעיתים קרובות?
5. **מספר קפיצות** – (**Hop Count**) לעיתים הרשת משתמשת במספר קפיצות כאומדן לשיקוף "קצרות" או "אריכות" המסלול. וכמובן שעדיף לבחור את הקצר.
6. **מדיניות ניהול/הגבלות** – למשל, יתכן שקיימות רשתות פנימיות או צמתים מסוימים שאסור לעבור דרכם מסיבות אבטחת מידע או עלות.

שאלה 4

4. How does MPTCP improve network performance?

- MPTCP (Multipath TCP) הוא הרחבה לפרוטוקול TCP אשר מאפשר למספר רב של מסלולים להיות בשימוש בו זמנית.
לפרוטוקול זה יש מספר יתרונות:
1. קצב העלאה גבוה יותר (higher throughput) - שימוש במספר מסלולים מאפשר מיקסום ברוחב פס נגיש.
 2. שיפור באמינות – במידה ואחד המסלולים אינו תקין התעבורה מפוזרת היטב וניתן להחליף למסלול אחר מבלי להפריע לחיבור.
 3. מאזן עומס תקין - פיזור תקין של התעבורה בכלל המסלולים, מונע גודש במסלול אחד.
 4. מקטין את אובדן החבילות- אם חבילות נאבדות במסלול אחד, הן יכולות להישלח מחדש במסלול אחר, משפר את קצב הקבלה.
 5. דיילי נמוך - בוחר באופן דינאמי את המסלול המהיר ביותר ובכך מקטין את ה-RTT.

שאלה 5

5. You are monitoring network traffic and notice high packet loss between two routers. Analyze the potential causes for packet loss at the Network and Transport Layers and recommend steps to resolve the issue.

סיבות אפשריות לאובדן החבילות

1. שכבת הרשת

- א. עומס יתר ברשת:
לראוטרס יש גודל באפר מוגבל. אם יותר מידיי חבילות מגיעות בבת אחת, כמה מהן "יזרקו" כתוצאה מעומס יתר של הבאפר.

פתרון נשתמש ב-Active Queue Management כדי להקטין את הסיכוי להתמלאות הבאפר.

ב. בעיות בניתוב:
אם אלגוריתם הניתוב בוחר במסלול עמוס ולא יציב, זה עלול לגרום לאיבוד חבילות.

פתרון נשתמש בפרוטוקולי ניתוב דינאמיים (OSPF,BGP) על מנת להסתגל לשינוי בתנאים.

. שכבת התעבורה

א. בקרת גודש של TCP שליחות מחדש:
אם חבילה נאבדת, TCP מקטין את מהירות ההעברה, ובכך נוצר מצב של העברה איטית.

פתרון שימוש ב-MPTCP על מנת לאזן את התעבורה במספר רב של מסלולים.

ב. גודל חלון TCP קטן:
אם החלון של המקבל קטן, השולח לא יוכל לשלוח מידע באופן מהיר ויעיל, מה שמגדיל את מספר השליחות מחדש.

פתרון לאפשר TCP Window Scaling המאפשר גודל חלון גדול יותר.