

o'Clock

202154 261 10:45 6/10/21

315201327 10:45 6/10/21

## תקשורת מחשב

### פרויקט גמר

הוראות להגשת המטלה:

1. **הגשה ביחידים או בזוגות.**
2. שם קובץ ההגשה (מקווז) חייב להכיל את ת"ז של הסטודנטים.
3. שמו לב, חובה שהקובץ ירוץ בכל מחשב ולכון כל החלטה מקומית (path) חייבת להיות כללית.
4. כתיבת קוד נכונה כולל שמות משתנים, אובייקטים ופונקציות קטנות שצורך, אין מספרי קסם.
5. חלק נכבד מהציוון (לפחות 40%) ניתן על כתיבת קוד נכונה, מבנה, בדיקות וכו'
6. יש לכווץ את כל הקבצים באחד מהפורמטים הבאים: ZIP, RAR, 7-ZIP, בלבד.

  - a. יש להגיש מסמך pdf שסביר מה עשיתם.
  - b. יש להגיש קובץ הקלטה של התעבורה שחלקיהם ממנו יפורטו במסמך ה-pdf
  - c. חובה להשתמש ב-unit testing.
  - d. חלקו הקובץ גדולים מדי, או תעלו לענן/גיט או כל פתרון אחר ותצרפו לינק למסמך ה-pdf

7. עליכם להתייחס למסמך זה כאשרן המערכת. חובה עליכם להתייחס למקרי קצה ולטיפול בכאגים גם אם לא מופיע במסמך באופן מדויק מה המקירה. אי טיפול בכאגים ובמקרי קצה יגרור הורדה של ניקוד.
8. אופן/צורת/אלגוריתם שתבחרו (לדוגמא RDT, congestion control) יהווה חלק מהציוון. אל תנסו לשאול אותנו אם משחו מספיק אלא על פי מרכיבות הפתרון ניתן הציוון.
9. אסור להעתיק. זאת אומרת:
  - מותר לדבר אחד עם השני בוגע למטריה, להתייעץ איך כדאי למש, ולשוח בבעיות שצחות, כל זמן שהוא בע"פ. אסור לעזר ע"י העברת קטע קוד כלשהו מAhead לשני, אפילו לא פונקציה אחת. במקרה ומתגלית העתקה 2 הצדדים יקבלו 0 במטריה וייכשלו בקורס, ללא תלות במי העתיק מי.
  - מותר להיעזר באינטרנט, אבל אסור להעתיק קוד שמצאתם כמות שהוא - כתבו את הקוד בעצמכם. בפרט, יש אסור להעתיק קוד מ-[github](#).
  - מי שעבוד עם [github](#) חייב להגדיר repository private .
  - מותר להיעזר בחונך או במורה פרטי, אבל אסור שהם יכתבו לכם את הקוד או חלקו

## תיאור התרגיל: שפת תיכנות היא **Python**

חלק א' – על בסיס תיאור המערכת:

עליכם לבנות מערכת מסרים מיידים פרימיטיבית (בדומה ל- messenger) מבוססת על תקשורת.

חלק ב' – על בסיס תיאור המערכת:

להוסיף להויה מערכת שכבה חדשה (קוד נוסף) להעברת קבצים מעל UDP אשר נקרא לה FAST reliable UDP

ענו על השאלות הבאות:

- ציירו דיאגרמת מצבים בהם המערכת עובדת
- כיצד המערכת מתגברת על איבוד חבילות
- כיצד המערכת מתגברת על בעיות latency

חלק ג': ענו על השאלות הבאות ללא קשר להלכים הקודמים. החלק זה עומד בפני עצמו:

1. בהינתן מחשב חדש המתחבר לרשת אנה אארו את כל ההוראות שעובדות הצל מהחיבור הראשמי ל switch ועד שההודה מתקבעת מצד השני של הצל. אנה פרטו לפי הפורט הבא:

a. סוג הودעה, פירוט הودעה והשודות הבאים

i. כתובות IP מקור/יעד, כתובות פורט מקור/יעד, כתובות MAC מקור/יעד, פרוטוקול שכבת התယורה.

2. הסבירו מה זה CRC

3. מה ההבדל בין http 1.0 ,http 1.1, http 2.0, QUIC

4. למה צריך מספרי port?

5. מה זה subnet וlama צריך את זה?

6. למה צריך כתובות mac למזה לא מספיק לעבוד עם כתובות ip?

7. מה ההבדל בין Router Switch Nat ?

8. שיטות להtagבר על המחשבIPv4 וולפרט?

9. נתונה הרשות הבאה.

a. OSPF AS2, AS3 מריצים

b. RIP AS1, AS4 מריצים

c. BGP בין ה-Ass רץ

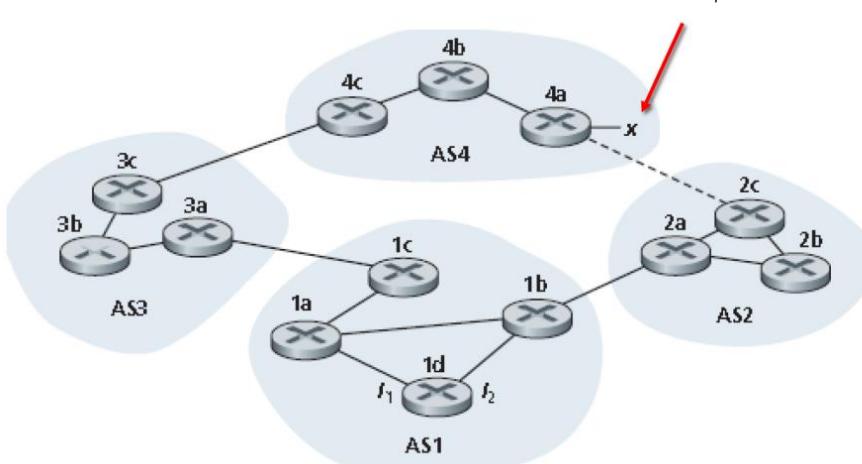
d. אין חיבור פיזי בין AS4, AS2

e. בעזרת איזה פרוטוקול לומד הנטב 3c על תחת רשת x

f. בעזרת איזה פרוטוקול לומד הנטב 3a על תחת רשת x

g. בעזרת איזה פרוטוקול לומד הנטב 1c על תחת רשת x

h. בעזרת איזה פרוטוקול לומד הנטב 2c על תחת רשת x



## Initial state

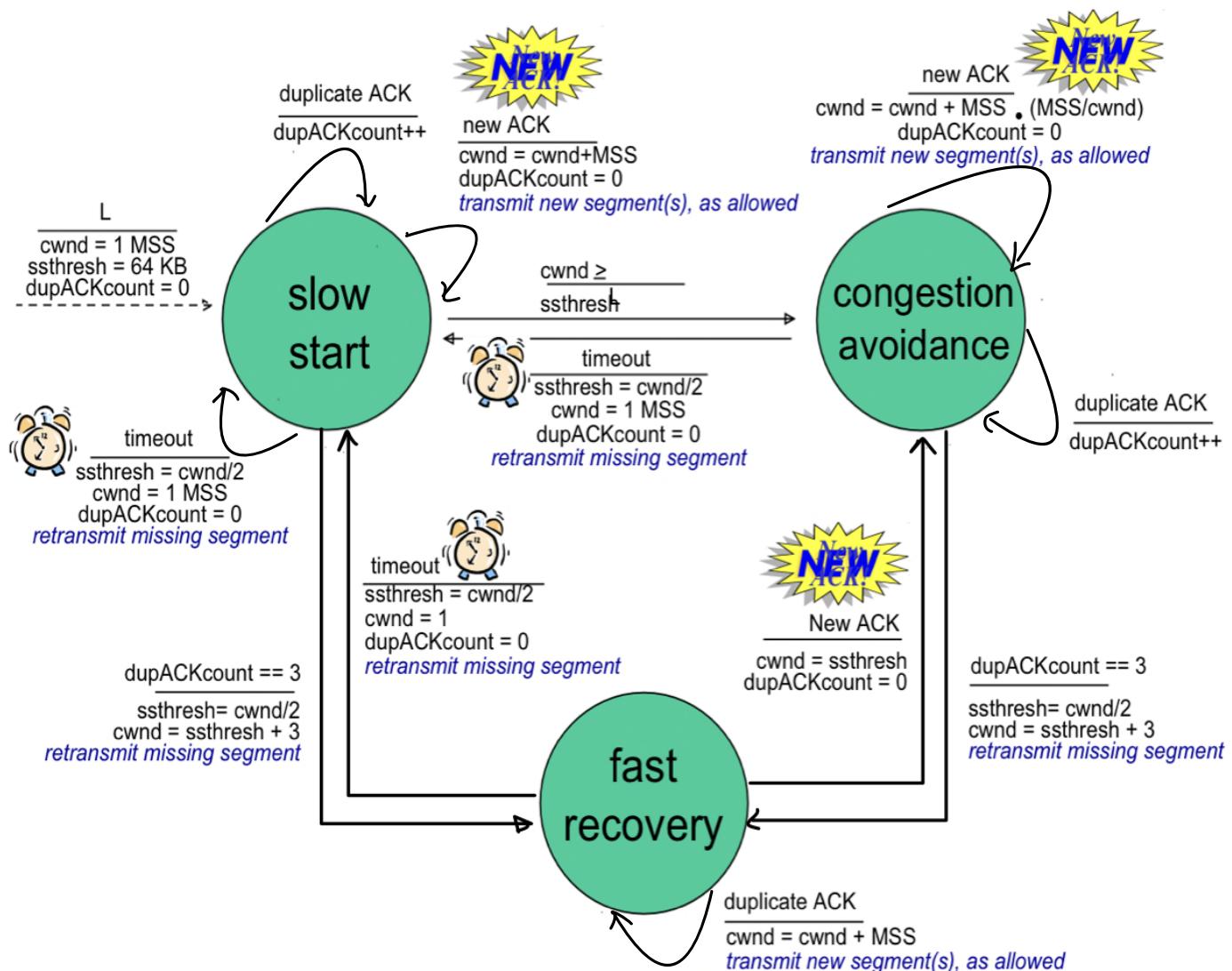
$cwnd : 1$

$ssthresh : 8$

timeout : 0.5 sec

MAX-Tries : 10

: o'gur nivatq •



## timeout Event:

stop timer

cwnd = 1      ← Slow Start

ssthresh = 8

dup.ack.num = 0

rtt = DEFAULT = 0.5 sec

send\_all\_wnd()

## Duplicate Event + Fast Recovery

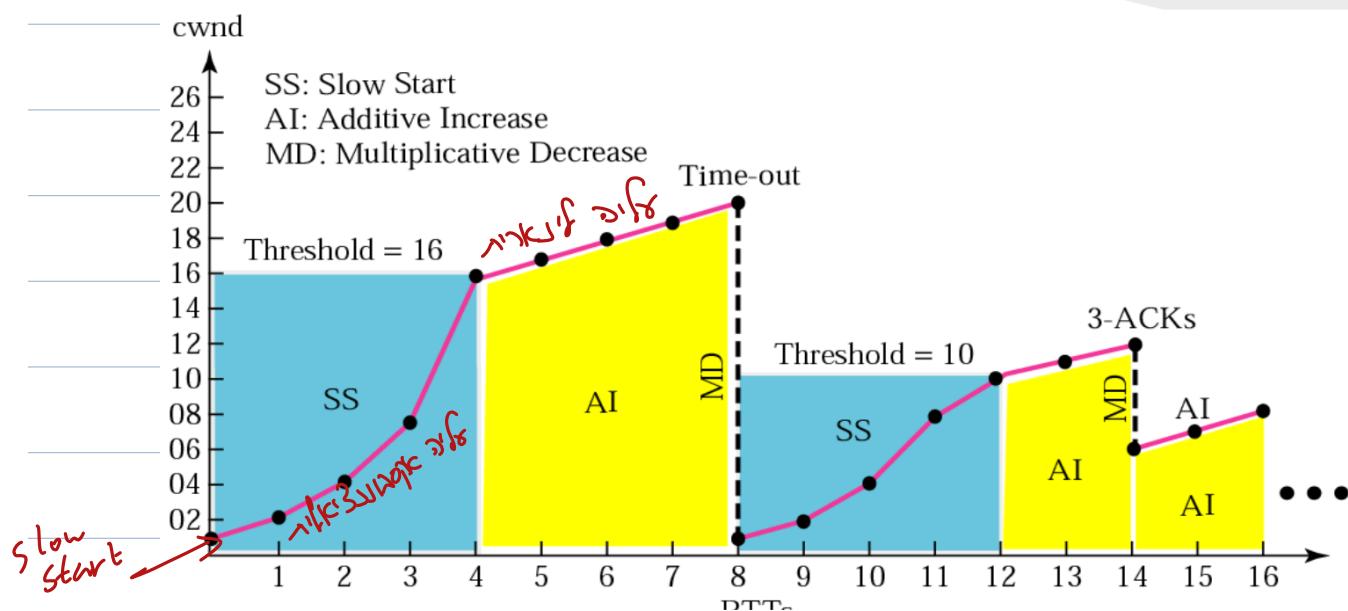
ssthresh / = 2

cwnd = ssthresh + 3

start timer

fast transmit lost segment

## Congestion example



- כ. קת ארכיטקט מודרניזר ל. נ. גל. נ. גל. נ. גל.

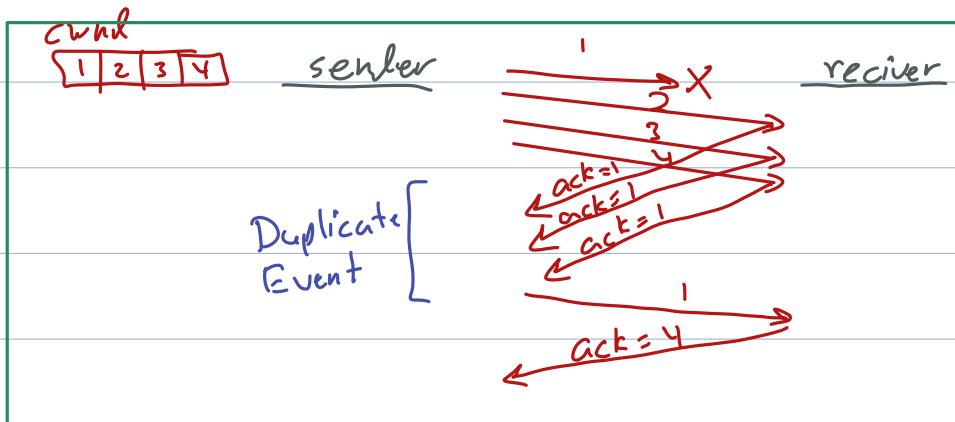
: time out ①

RTT  $\rightarrow$  מוגדר EWMA ו- timeout ב- TCP.

## Duplicate ACK ②

כך מוגן בזיהוי נספח ותפקידו של ACK הוא לאמת שברצינות נספח ותפקידו של Dup ACK הוא לתקן את הטעות במסרים.

ממשק קlienט קlienט → קlienט קlienט  
, מילוי אונליין ומכירת מוצר ומכירת מוצר  
( Hash Map DS )



## : Flow Control

כדי ש Buffer יתאפשר לאריך יותר מידי, נדרש ש-  
ה-Buffer יתאפשר לאריך יותר מידי, ו-  
ה-Buffer יתאפשר לאריך יותר מידי, ו-  
ה-Buffer יתאפשר לאריך יותר מידי, ו-

## Congestion Control

timeout →  $cwnd = 1$  (Slow start)

$ssthresh = 8$

ולכ' אין מחלוקת זו כנוגע להנימוק.

• C. ג. זמינה וטפסה מאריך • latency זמינה וטפסה מאריך

timeout estimate גודל זה בפ' RTT - א. זטס

DEFAULT\_TIME גודל זה מוגדר בפ' מאריך וטפסה מאריך

המשתנה הינו נקבע על ידי, לדוגמה, TCP זטס

. ssthresh = 8 , cwnd = 1

. מוגדר בפ' RTT - א. זטס

. מוגדר בפ' RTT - א. זטס

המשתנה הינו נקבע על ידי, לדוגמה, TCP זטס

המשתנה הינו נקבע על ידי, לדוגמה, TCP זטס

# Wireshark: with no packet loss

Info	Length	Protocol	Destination	Source	Time	.Nr.
Len=532 54069 → 54070 564 ① UDP	564	① UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.821379	5210
Len=32 54070 → 54069 64 ACK 1 UDP	64	ACK 1 UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.826283	5214
Len=532 54069 → 54070 564 ② UDP	564	② UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.884942	5243
Len=532 54069 → 54070 564 ③ UDP	564	③ UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.885006	5244
Len=32 54070 → 54069 64 ACK 2 UDP	64	ACK 2 UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.897001	5245
Len=32 54070 → 54069 64 ACK 3 UDP	64	ACK 3 UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.897220	5246
Len=532 54069 → 54070 564 ④ UDP	564	④ UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.945792	5251
Len=532 54069 → 54070 564 ⑤ UDP	564	⑤ UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.945855	5252
Len=532 54069 → 54070 564 ⑥ UDP	564	⑥ UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.945906	5253
Len=532 54069 → 54070 564 ⑦ UDP	564	⑦ UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.945957	5254
Len=532 54069 → 54070 564 ⑧ UDP	564	⑧ UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.946088	5255
Len=32 54070 → 54069 64 ACK 4 UDP	64	ACK 4 UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.957921	5256
Len=32 54070 → 54069 64 ACK 5 UDP	64	ACK 5 UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.958150	5257
Len=32 54070 → 54069 64 ACK 6 UDP	64	ACK 6 UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.958354	5258
Len=32 54070 → 54069 64 ACK 7 UDP	64	ACK 7 UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.958565	5259
Len=32 54070 → 54069 64 ACK 8 UDP	64	ACK 8 UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	20.958764	5260
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.007681	5275
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.007750	5276
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.007802	5277
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.007852	5278
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.007901	5279
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.007950	5280
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.007999	5281
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.008045	5282
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.008092	5283
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.008140	5284
Len=532 54069 → 54070 564 UDP	564	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.019656	5285
Len=32 54070 → 54069 64 UDP	64	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.019879	5286
Len=32 54070 → 54069 64 UDP	64	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.020107	5287
Len=32 54070 → 54069 64 UDP	64	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.020351	5288
Len=32 54070 → 54069 64 UDP	64	UDP	192.168.56.1	192.168.56.1	21.020560	5289

Frame 5210: 564 bytes on wire (4512 bits), 564 bytes captured (4512 bits) on interface \Device\NPF\_Loopback, id 0 < Null/Loopback <

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.56.1, Dst: 192.168.56.1  
User Datagram Protocol, Src Port: 54070, Dst Port: 54069  
Data (532 bytes) <

wireshark\_NPF\_LoopbackEWPOII1.pcapng

Length = 532 → DATA

Length = 32 → ACK, Duplicate ACK

## : (RUDP) הינמן בדרכו נושא \*

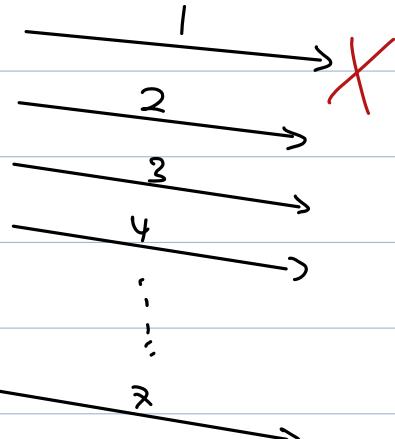
curr

(1)

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

sender

reciver



3 - duplicate ACKs

fast transmit

← ack = 1  
← ack = 1  
← ack = 1

Again!

3 - duplicate ACKs

fast transmit

← ack = 1  
← ack = 1  
← ack = 1

(היפך מהרנו מפתקה גובן בירכ  
... וירכ איקס)

הנפקה: dupACK מ-recv

שאלה: מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv

גופתdupACK מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv

מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv מ-recv

## Server Cmd

```

↓ cwnd 22 ssthresh 16
↓ packet seq 74500 ack 75000 was ACKED revwnd 10000
↓ cwnd 23 ssthresh 16
↓ packet seq 75000 ack 75500 was ACKED revwnd 10000
↓ cwnd 24 ssthresh 16
↓ packet seq 75500 ack 76000 was ACKED revwnd 10000
↓ cwnd 25 ssthresh 16
↓ packet seq 76000 ack 76500 was ACKED revwnd 10000
↓ cwnd 26 ssthresh 16
may be a packet was lost or took longer time seq 76500 packet ack 76500
may be a packet was lost or took longer time seq 76500 packet ack 76500
may be a packet was lost or took longer time seq 76500 packet ack 76500
packet was thrown we are in DUPLICATE state 76500 76500
Starting timer
3 duplicate ACKs fast transmit : first in buffer 76500
Sleeping
packet was thrown we are in DUPLICATE state 76500 76500
packet was thrown we are in DUPLICATE state 76500 76500
packet was thrown we are in DUPLICATE state 76500 76500
packet was thrown we are in DUPLICATE state 76500 76500
new RTT 0.12512379374242671
FAST RECOVERY ENDS
packet seq 76500 ack 77500 was ACKED revwnd 10000
cwnd 9 ssthresh 8
Starting timer

```

3 Duplicate ACKs

fast transmit

From 1 file

ssthresh , cwnd

fast transmit

Duplicate 23rd file

, 23rd ACK היגן

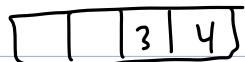
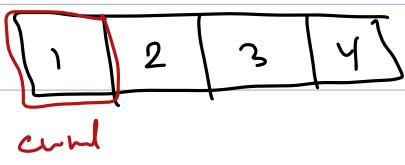
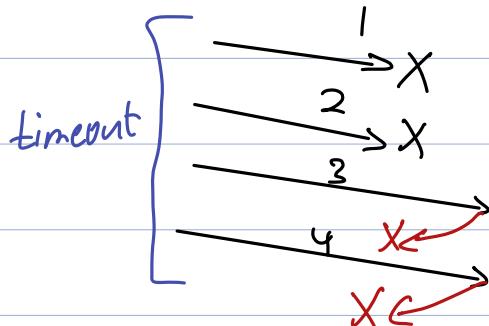
curr

1	2	3	4
---	---	---	---

: while still ②

sender

receiver



Duplicate ACK ?

No !



האם קיד מיריעת פלט נורית נקי receiver -> סיבוב

client-seqnum > packet ack num -> CTING

ack num = packet ack num or ACK free

seq = client-seqnum

האם קיד מיריעת פלט נקי ack num < seq נקי receiver

. אם ACK le seq -> זר כתוב נקי ב.ז.

: Friday 2pm 2023

(הנתק מהר וט)

Server cmd - client download file

```
packet seq 76500 ack 77500 was ACKED revwnd 10000
cwnd 9 ssthresh 8
Starting timer
Sleeping
Sleeping
Sleeping
Timeout ← "Go to top"
send all wnd cwnd 1 ssthresh 8.0 buffer size 10 revwind 10000
Sending all packet 77500
Starting timer
Sleeping
new RTT 0.4389961063861847
packet seq 77500 ack 78000 was ACKED revwnd 10000
cwnd 2 ssthresh 8
Sending not sent packet 78000 ] ⚡
Sending not sent packet 78500
Starting timer
Sleeping
new RTT 0.3848695419728756
packet seq 78000 ack 80500 was ACKED revwnd 9468
cwnd 4 ssthresh 8
ack_num < seqnum , Looks like client_files holding packet till 80500 ✎
Sending not sent packet 80500
Sending not sent packet 81000
Sending not sent packet 81500
Sending not sent packet 82000
Starting timer
Sleeping
new RTT 0.33825665758922696
packet seq 80500 ack 82500 was ACKED revwnd 8404
```

2pm

78000

הנתק 3 מהר וט , הנתק one times ✎

78500

הנתק 4 מהר וט 78500 יס 80000 וט הניתן עט

80000

הנתק 5 מהר וט acknum < seqnum ⇒ ACK ט ✎

. נספכ עט

חַלְקָה ג'

Local DNS IP , IP Subnet Mask : ספיף גאנטס אונטס - ①

. Network Mask , First Router IP,

DHCP mes 5ki , mes DHCP nra'ot l'an zehut

תלון נאנו לאט לינק לינק , כוונת שולחן מילוי

, (DHCP mes גאנטס אונטס) IP → NIC בראן זכיה

. UDP for port DHCP Reply

. Ethernet, IP, UDP → values DHCP mes

src-ip : 0.0.0.0

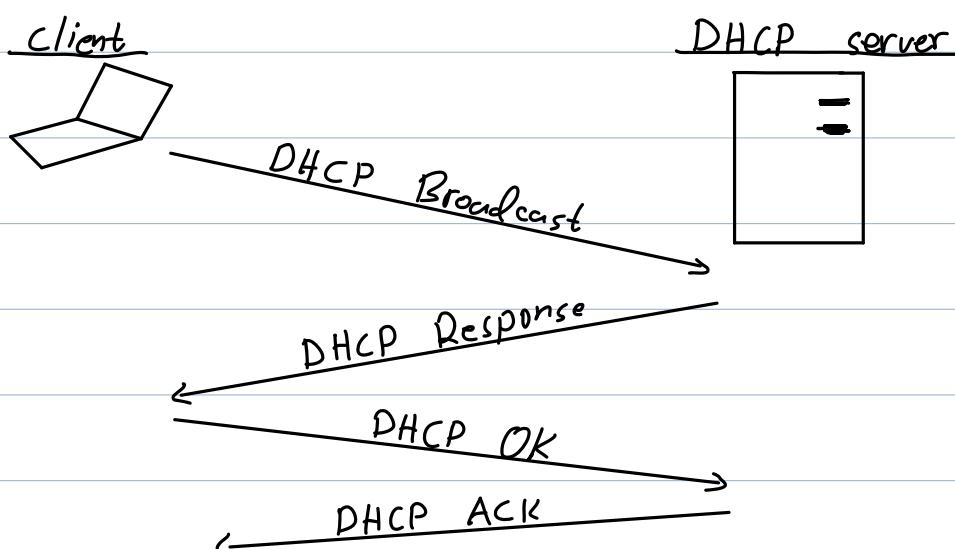
dest-ip : 255.255.255.255

src-port: By the OS

dest-port: 67

src-mac: By NIC

dest-mac: FFFFFFFFFFFF



הפלגה בין ה "gateways" switches -> ב-DHCP -> תקף IP -> כוונת IP -> NIC  
interface -> או MAC address IP -> כוונת IP -> switch table  
כמ"א גדרת IP נזק.

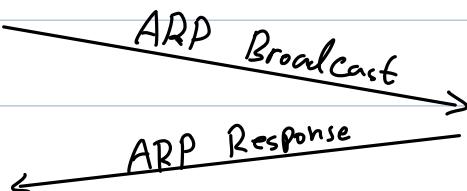
Router MAC, IP נזק אם הולך והלך לאיזה מילוי נזק  
-> ב-MACLayer נזק גודל ARP כדי לגבות IP מה Router  
. ARP נזק -> הראשון נזק מילוי נזק, First Hop Router

src-ip: By the new ip from DHCP

dest-ip: from the DHCP

src-mac: from NIC

. Ports -> יטב נזק לפ TCP/UDP למשך זמן של ARP -



meə fe IP → now can we find the DNS ③

. DNS גיירר אונליין נטול

(TCP for DNS over HTTPS, DoT) UDP for DNS

ethernet , IP , UDP → question for DNS Query will be

src-ip : by DHCP

dest-ip : Local DNS IP by DHCP

src - port: By the OS

dest - port: 53 (for UDP)

src - mac : By NIC

Rest - mac : from the ARP Response

የኢትዮጵያ ስራውን የስራውን በቃል እና የስራውን ደንብ የሚከተሉ ይችላል

የጊዜ በNAT-ን የሚገኘውን ስርት የሚያስፈልግ ይችላል , forwarding table ጥሩን ይመለከት ይችላል ይችላል

לדוגמא NAT מחליף IP כתובת DI עם כתובת LAN ותפקידו לסייע במעבר דוחה גבאי לא כתובת DI המקורי.

כדי לאפשר גישה למקומות המקומיים באמצעות DNS-ים

root - אָקֵךְ like. (אֶתְהָ) אֲנַחֲךָ אֲנַחֲךָ וְאַתָּה אֲנַחֲךָ ip - אָנֵךְ אֲנַחֲךָ

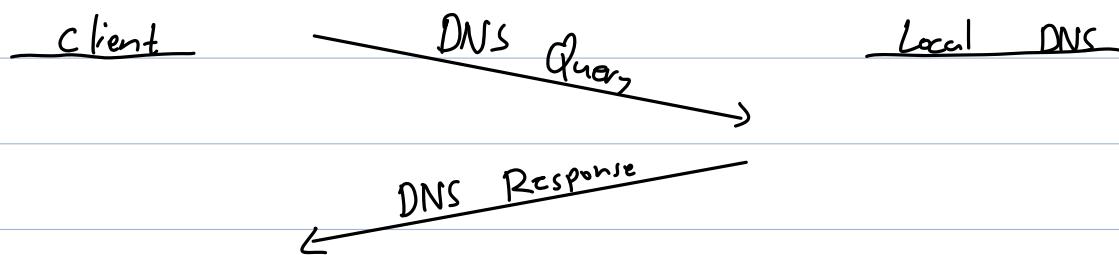
(כדי נזקוק אילה נור) נזקוק כוונת IP Levelined Top

לפ' יונק בק' Authoritative ref curva ב' Top Level one בק'

הנתקה מ-IP הגלובלי.

NAT -> (first hop router) גורף גדר DNS -> רקורסיבי  
NAT מstabיליזה איזה IP לא צפוי. מילוי IP כתוב בפונקציית IP אסימטרית (reverse lookup).

מגנטים DNS מילוי איזה IP כתוב בפונקציית IP אסימטרית (reverse lookup).



. אם היפotenuse IP -> מילוי איזה IP כתוב בפונקציית IP אסימטרית (reverse lookup).

## TCP

④

. ? (ג'יג') מגד או נפTCP לוחה שורה סגנום  
. ACK, SYNACK, SYN , ( 3-way hand shake  
למי flow control , segnum ומכ ג'יג' כו  
למי.

: אונס אק , SYN

src - ip : by DHCP

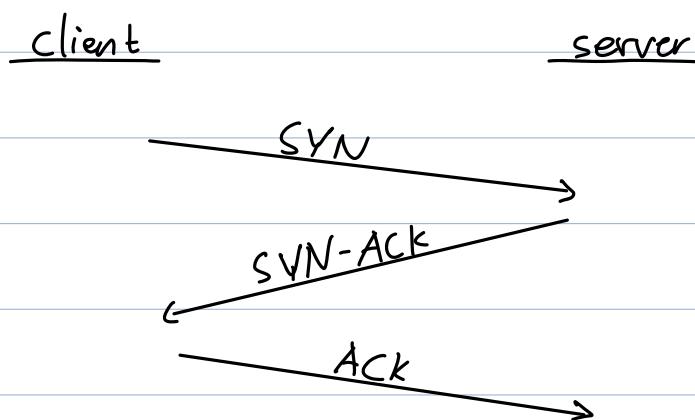
dest - ip : from Local - DNS

src - port: By the OS

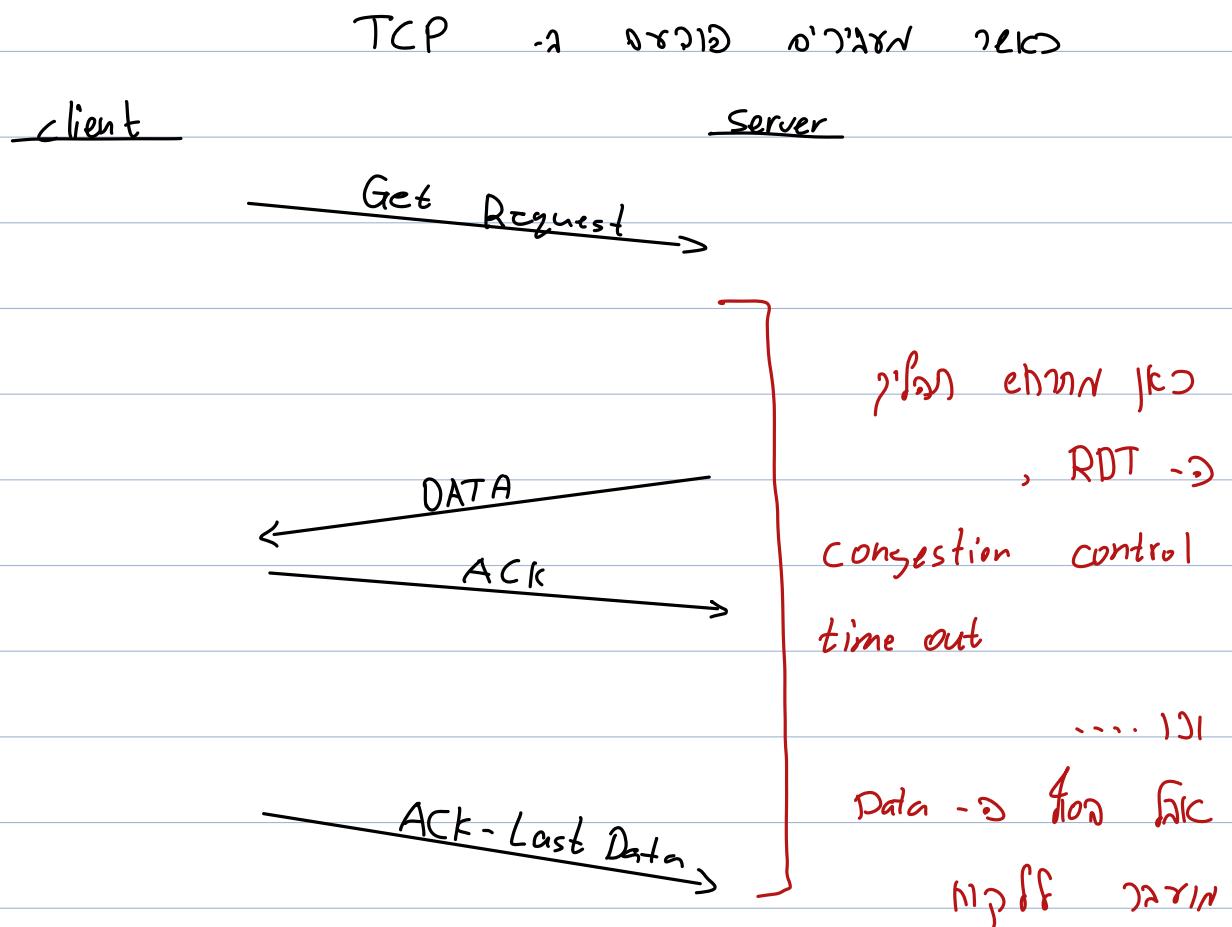
dest - port: 5000

src - mac : By NIC

dest - mac : from the ARP Response (MAC for first hop Router)



④ קהן בירע אונליין (לפחות 2 clients)  
 מודול get-users מודול קבצים client 1 (טיפון גוף)  
 מודול קבצים client 2 (לפחות 2 clients).  
 client 2 מודול קבץ המבזק שפוך ללקוח 1  
 כל אחד מודול קבץ מודול קבץ



2 like

למונטן CRC מושג ב-  
 CRC =  $\sum_{i=0}^{n-1} d_i \cdot x^i$

3 safe

## : Http 1.0

- פְּרִזְבִּידִי תִּנְאֹהֶר בֵּין גָּדוֹלָה אֲרַגְנָה וְתִינְאָו.

• Stateless -

\* פון כב היגורא צי. מילאנו נטהר בז'אנר פ

: Http 1.1

: **HTTP 1.0** גורם ל- **CACHE**

הנתקות מHTTP Persistent TCP (הנתקות מHTTP Persistent TCP) מושגית באמצעות RTT, כלומר, הזמן הממוצע בין שידור ה-ACK ל-

Get -while pipelined Get -

\* כל גורם יכול להשפיע על תוצאות FCFS, אולם גורם אחד יקבע תוצאות החלטה.

. Headers - f גוֹתֶה , אָלָגָה וְגִגְגָה מִזְמָרָה TCP

## ! Http 2.0

- גדרת Http 1.1 בתוכנינה -

. Headers נזקון, status codes -

. גדרת קולג'ו פלט, סרבר -

(Server Push). קולג'ו שרת -

Frames - f קולג'ו שרת -

. HTTP/2 Frames מילויים רציפים וריאנטים \*

## : QUIC

UDP over TCP -

מקודם ב- 74%

ב-QUIC Flow Control, Congestion Control -

. או פרטיה נציג כהן מטה streams כבאים ימינה ופנימה.

## 4 rule

כדי שורוכת החלטה תזקוף מילויו של כל אחד מהשדות שבסעיפים  
כפי שצוין בפינה, אם ערך מסוים מופיע בפינה ביחס לשלב  
השלב-fe/לינס או dest-port-הו יתבצע

## 5 rule

לעתה נראה שמשהו מוגדר בפינה ה-dest-ip, ומייד נשים  
בבבוקה כי הזרם ה-dest-ip יתבצע (LAN) בפינה ה-dest-ip  
ולעתה נראה

## 6 rule

כדי שזאת נזקיף עליה ארכיטקטורה כזו (same subnet)  
הבדון שקיים IP יתבצע בפינה ה-dest-ip  
(ARP הינו יזקיף mac כוונת IP) ומייד יתבצע בפינה ה-dest-ip

## 7 rule

בנוסף לכך ישנו IP חיצוני שפונה לאינטרנט  
וב-IP פנימי שפונה לתוכה NAT - NAT

כדי שזאת יתבצע בכוון ההפוך.

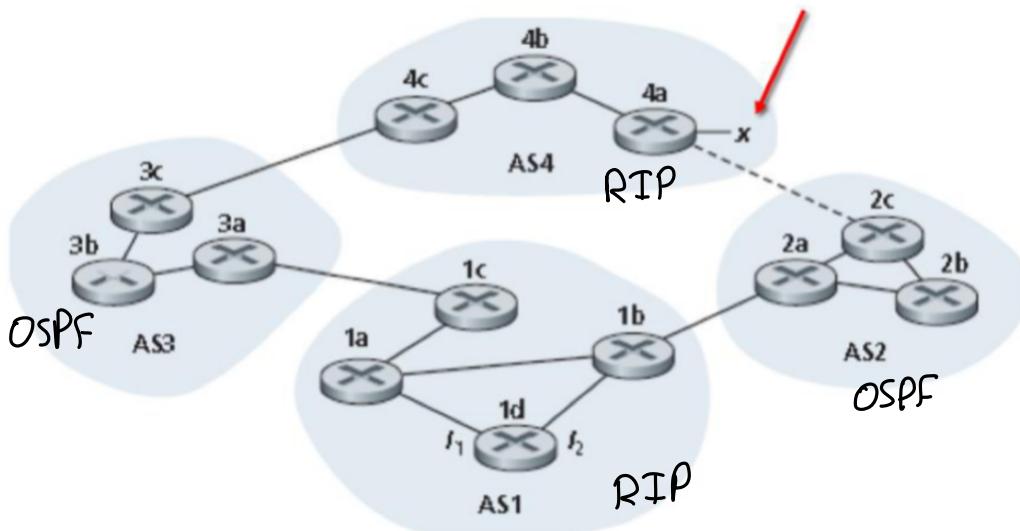
- Routing, forwarding (forwarding table) מושם בפינה ה-dest-ip  
- Router Switch (control plane) גולץ סיבוב החלטה  
- (data plane) מושם בפינה ה-dest-ip (interface)

① כפלה ב-NAT נזק נזק IP מוגדר IP מוגדר NAT-ה ב-NAT-ה

② IP גומלין IP גומלין IP.v6 IP.v4 IP.v4 IP.v6

#### **9. נתונה הרשות הבאה.**

- .a OSPF מרים AS2, AS3
  - .b RIP מרים AS1, AS4
  - .c בין ה-Ass רץ BGP
  - .d אין חיבור פיזי בין AS4, AS2, AS3
  - .e באמצעות איזה פרוטוקול לומד הנטב 3c על תחנת רשות x
  - .f באמצעות איזה פרוטוקול לומד הנטב 3a על תחנת רשות x
  - .g באמצעות איזה פרוטוקול לומד הנטב 1c על תחנת רשות x
  - .h באמצעות איזה פרוטוקול לומד הנטב 2c על תחנת רשות x



• BGP ፋይናንስ ማርያም እና በርሃን ማረጋገጫ

፲፻፲፭

לעתות קיימות מילויים של ה-IGP ו-EGP, ו-IGP מוגדר כ-EGP.

AS3 เก็บเงิน iBGP

x for profit 3c -> if you're iBGP then 3a -f

iBGP vən 113N əf 3a -1 eBGP 1c -9  
x fr 211f

2a  $\sim$   $\gamma$   $\text{Year}$   $iBGP$   $\rightarrow$   $\text{Network}$   $\text{Path}$  -h