תקשורת באינטרנט – אביב 2023

תרגיל בית 1

תאריך הגשה:1.5.2023 @ 23:59

האחראי על התרגיל: נדב, דוא"ל: nadav.adir@campus.technion.ac.il

נמקו היטב אך בקצרה את כל תשובותיכם. תשובה לא מנומקת לא תזכה במלוא הניקוד!

ההגשה הינה בזוגות בלבד , אלקטרונית באתר בפורמט PDF.

שאלה מס' 1 (10 נק')

עיינו בrfc3300 העוסק בSpecial-Use ipv4 addresses שאותו תוכלו למצוא בקישור הבא: https://tools.ietf.org/html/rfc3330

א. ציינו אילו מרחבי כתובות שמורות ל **private networks** , מאיזה **class** הם וכמה **network devices** יכולים להיות מקסימום בכל מרחב כזה.

ב. ציינו מה השימוש כיום במרחבי כתובות אלו והביעו דעתכם לגבי חשיבותם בהתפתחות ה **Internet** .

שאלה מס' 2 (10 נק')

א. נתונה הרשת 157.112.144.0/20.

a. מהי כמות ה-hosts המקסימלית שיכולה להיות ברשת הנתונה ?

b. במידה והיו משתמשים ב-Original Classful Scheme לאיזה Class הייתה שייכת הרשת? נמקו.

ב. הסבירו איזו כתובות IP מכתובות ה-IP הבאות שייכת לרשת 78.12.100.0/21

a. 78.12.100.14

b. 78.21.100.1

c. 78.12.0.1

d. 78.12.96.0

e. 78.12.108.0

ג. בצעו חלוקת subnet-ים , שתגרום לבזבוז מזערי ביותר של כתובות IP, עבור הרשת 130.62.0.0/16 לתת רשתות הבאות:

a. 4 תתי רשתות עם $2^{14} - 2$ מחשבים.

b. 2 תתי רשתות עם $2^{10} - 2$ מחשבים.

c. 64 תתי רשתות עם $2^{10} - 2$ מחשבים.

רשמו את תת הרשתות (כתובות הרשת) וציינו את גודל ה-mask שתוקצה לכל תת רשת.

שאלה מס' 3 (35 נק')

בשאלה זו נתמקד בניתוח ההודעות המוחלפות בין המחשב שלכם למחשבים או נתבים אחרים ברשת ובאינטרנט.

תחילה נכיר מספר פקודות שימושיות שעוזרות להבין את קונפיגורציית הרשת, לקנפג אותה ולדבג תקלות בה. נציין את הפקודה ב Windows ואת הפקודה המקבילה ב Linux (מע' ההפעלה איתה נעבוד במעבדות הבאות בקורס).

- **ipconfig (ב-Windows) או ifconfig (ב-Linux)**

הפקודה ב Windows: ipconfig /all

לדוגמא:

```
   Node Type . . . . . . . . . . . . : Hybrid
   IP Routing Enabled. . . . . . . . : No
   WINS Proxy Enabled. . . . . . . . : No
   DNS Suffix Search List. . . . . . : csf.technion.ac.il
                                       cs.technion.ac.il

Ethernet adapter Ethernet:

   Media State . . . . . . . . . . . : Media disconnected
   Connection-specific DNS Suffix  . : cs.technion.ac.il
   Description . . . . . . . . . . . : Intel(R) Ethernet Connection (4) I219-LM
   Physical Address. . . . . . . . . : D4-81-D7-B8-4E-45
   DHCP Enabled. . . . . . . . . . . : Yes
   Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes

Ethernet adapter Ethernet 2:

   Connection-specific DNS Suffix  . : cs.technion.ac.il
   Description . . . . . . . . . . . : Realtek USB GbE Family Controller
   Physical Address. . . . . . . . . : D4-81-D7-39-43-73
   DHCP Enabled. . . . . . . . . . . : Yes
   Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
   IPv4 Address. . . . . . . . . . . : 132.68.[redacted]Preferred)
   Subnet Mask . . . . . . . . . . . : 255.255.[redacted]
   Lease Obtained. . . . . . . . . . : Sunday, October 29, 2017 11:40:32 AM
   Lease Expires . . . . . . . . . . : Monday, October 30, 2017 11:40:32 AM
   Default Gateway . . . . . . . . . : 1[redacted]
   DHCP Server . . . . . . . . . . . : 1[redacted]
   DNS Servers . . . . . . . . . . . : 1[redacted]
                                       1[redacted]
                                       1[redacted]
                                       1[redacted]
   Primary WINS Server . . . . . . . : [redacted]
   Secondary WINS Server . . . . . . : [redacted]
```

ב Linux הפקודה היא: Ifconfig

לדוגמא:

```
Last login: Wed Feb  6 02:15:06 2019 from 132.68.36.52
iashken@osboxes:~$ ifconfig
br0       Link encap:Ethernet  HWaddr 6e:15:3c:36:e0:4d
          inet6 addr: fe80::6c15:3cff:fe36:e04d/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:43 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:7601 (7.6 KB)

enp0s3    Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:6d:93:8f
          inet addr:132.68.46.72  Bcast:132.68.46.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::8ea4:3ce4:547b:8bb2/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:51097 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:23891 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:76004047 (76.0 MB)  TX bytes:1606717 (1.6 MB)

enp0s8    Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:08:17:b9
          inet addr:192.168.199.3  Bcast:192.168.199.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::f1c5:9cef:650d:42f8/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
```

הפקודה מספקת מידע רב על מתאמי הרשת השונים שקיימים בתחנת העבודה (בדוגמה של Windows זה laptop שיש לו יציאת רשת Ethernet וכן מתאם Wi-Fi) . לכל מתאם נוכל לראות את כתובת ה MAC שלו, כתובת הIP שלו , ה Subnet Mask שלו , ה Default Gateway, כתובת ה IP של שרתי הDNS ברשת הפקולטית, שרת הDHCP ועוד.

- **arp (ב- Windows וב-Linux)**

לדוגמא ב Windows:

```
C:\WINDOWS\system32>arp -a

Interface: 192.168.199.1 --- 0x7
  Internet Address      Physical Address      Type
  192.168.199.255       ff-ff-ff-ff-ff-ff     static
  224.0.0.22            01-00-5e-00-00-16     static
  224.0.0.113           01-00-5e-00-00-71     static
  224.0.0.251           01-00-5e-00-00-fb     static
  224.0.0.252           01-00-5e-00-00-fc     static
  224.0.1.60            01-00-5e-00-01-3c     static
  226.47.68.132         01-00-5e-2f-44-84     static
  239.143.255.250       01-00-5e-0f-ff-fa     static
  239.255.255.250       01-00-5e-7f-ff-fa     static
  255.255.255.255       ff-ff-ff-ff-ff-ff     static

Interface: 132.68.46.84 --- 0x11
  Internet Address      Physical Address      Type
  132.68.46.13          14-c9-13-e4-49-b9     dynamic
  132.68.46.22          34-17-eb-dc-e6-25     dynamic
  132.68.46.25          bc-14-85-af-cf-63     dynamic
  132.68.46.42          18-03-73-db-b4-ec     dynamic
  132.68.46.68          8c-ec-4b-4b-03-d8     dynamic
  132.68.46.72          08-00-27-6d-93-8f     dynamic
  132.68.46.108         d4-81-d7-1b-38-52     dynamic
  132.68.46.125         d8-cb-8a-06-63-eb     dynamic
  132.68.46.144         00-50-b6-ce-3b-1b     dynamic
```

וב Linux:

```
iashken@osboxes:~$ arp -a
lap624.csf.technion.ac.il (132.68.46.84) at d4:81:d7:39:43:73 [ether] on enp0s3
? (192.168.199.2) at 08:00:27:ea:93:3a [ether] on enp0s8
? (132.68.46.254) at 44:31:92:30:7f:b8 [ether] on enp0s3
? (192.168.199.5) at <incomplete> on enp0s8
iashken@osboxes:~$
```

5.1. הפקודה מחזירה את Arp Cache לכל Interface , כלומר – מה ה MAC של IP מסוים

א. מיצאו מה כתובת ה MAC של ה Default Gateway של מתאם הרשת ממנו אתם יוצאים לאינטרנט

ב. הפעילו את Wireshark , מחקו את הכניסה ב Arp Cache של ה Default Gateway ע"י שימוש בפקודה arp –d <ip_address> (שימו לב שכדי שהפקודה הזו תעבוד ב Windows יש להפעיל את ה Cmd כ Administrator), לחצו על Capture על המתאם רשת שלכם ומשורת הפקודה בצעו ping ל google - תוך שימוש בפקודה ping 8.8.4.4. צרפו צילום מסך שמראה את המסגרות שקשורות לביצוע פקודת ping – כולל התשובה מ google. הסבירו **בפירוט** מטרת כל מסגרת ולאיזה פרוטוקול היא שייכת.

ג. האם כעת אם תעשו שוב ping 8.8.4.4 – תקבלו את אותו sequence של מסגרות? הסבירו.

ד. הפעילו שוב Capture ובצעו הפקודה הבאה ping 8.8.4.4 –l 4000 כדי לשלוח מסגרת בגודל 4000 בתים (ב Linux הפקודה היא: ping 8.8.4.4 –s 4000). בחנו את ה Capture וענו על השאלות הבאות:

a. לכמה fragments תפוצל החבילה? פרטו. שימו לב שבתשובה יש להתייחס לגודל ה MTU במתאם הרשת שלכם.
b. השלימו את הטבלה הבאה עבור ערכי ה IP Header של כל אחד מהfragments:

Checksum	Fragment Offset	Flags			Identification	Total Length	#Fragment
		Bit 2	Bit 1	Bit 0			
							1
							2
							3
							...

ה. ברוב המקרים לא תקבלו כעת ICMP Echo Reply . מדוע לדעתכם?
ו. כדי לוודא שהבעיה היא לא במחשב שלכם – בצעו את הפקודה הזו מול ה Default Gateway שלכם. הדפיסו צילום מסך ה Capture של ה Echo request וה Reply Echo

5.2. בחלק זו נעסוק בפקודה **tracert** (ב-Linux הפקודה היא traceroute) שמשמשת למציאת דרך ניתוב החבילות ברחבי האינטרנט.

- פתחו את wireshark והפעילו את ה-Capture.
- בשורת ה-Filter הזינו ICMP.
- ב-windows: היכנסו ל-cmd והריצו את הפקודה הבאה:

tracert www.walla.co.il

עצרו את פעולת ה-Capture בסיום ריצת tracert.

נתחו את ה-Capture של החבילות וענו על השאלות הבאות:

א. מה הערך בשדה ה-type של פרוטוקול ICMP בחבילות שאנחנו שולחים?
ב. מה הערך בשדה ה-type של פרוטוקול ICMP בחבילות שנשלחות חזרה אלינו?
ג. הסבירו כיצד tracert מוצאת את מסלול ניתוב החבילות שלנו לכתובת www.walla.co.il. נתחו את **כל** שלבי הפעולה של שליחת החבילות וצרפו צילומי מסך מתאימים.
ד. הסבירו מדוע הדרך ש-tracert מחשבת מסלול ניווט לא בהכרח משקפת את המציאות ומסלול הניווט עלול להיות שונה.

שאלה מס' 4 (25 נק')

שאלה זו היא בנושא מערכת הDHCP שנלמדה בכיתה. על מנת לבצע מעבדה זו תחילה עליכם לקרוא את **RFC 2131** (https://tools.ietf.org/html/rfc2131).

DHCP הוא Application Layer Protocol אשר רץ בין DHCP Client ל DHCP Server ומאפשר ל client ברשת (PC, LapTop, Switch, etc..) להצטרף לרשת ע"י קבלה של קונפיגורצית IP בסיסית מה Server בצורה אוטומטית ללא צורך לבצע קונפיגורציה ידנית. הקונפיגורציה הבסיסית כוללת: כתובת IP , Subnet Mask , כתובת ה IP של ה Default Gateway וכן (בדר"כ) כתובות ה IP של שרתי ה DNS. במעבדה זו נתמקד בניתוח ההודעות המוחלפות בין ה DHCP Server ל DHCP Client.

<u>ניתוח פרוטוקול **DHCP** באמצעות **Wireshark**</u>

את התרגיל נבצע על LapTop שיש לו 2 מתאמים: מתאם Ethernet ומתאם Wi-Fi. נקפיד שמתאם ה Ethernet יהיה תמיד אקטיבי ומחובר כל העת לרשת ואת ניתוח הפרוטוקול נבצע על מתאם ה Wi-Fi.

נבצע את הפעולות הבאות:

- נוודא ש DHCP זמין למתאם ה Wi-Fi ב LapTop , כלומר, קונפיגורצית IP שלו היא דינמית
  ב Windows : https://support.microsoft.com/he-il/help/15089/windows-change-tcp-ip-settings
  ב Linux: תלוי בסוג ה Linux Distribution אך לרוב יש לוודא הקינפוג הנ"ל בקובץ `/etc/network/interfaces` (בהנחה ששם המתאם הוא `wlan0`):

```
auto wlan0
iface wlan0 inet dhcp
```

- וודאו <u>שבמקביל</u> למתאם ה Ethernet , מתאם ה Wi-Fi <u>מחובר</u>.
- השתמשו ב ipconfig /release <adapter_name> או ב dhcpclient –r <adapter_name> כדי ל"שחרר" את הקונפיגורציה ממתאם ה Wi-Fi
  לדוגמא: ipconfig /release Wi-Fi

- פתחו את Wireshark, פתחו את חלון הממשקים בחרו בWi-Fi Interface.
- התחילו את פעולת ה-capture ב-Wireshark
- בשורת הFilter הכניסו את הביטוי הבא:

  bootp

  פילטר זה יגרום לתצוגה של חבילות מסוג DHCP בלבד.
  למה כותבים בשורת הפילטר bootp ולא dhcp? מטעמים היסטוריים. Bootp הוא פרוטוקול שקדם ל DHCP ומכיל subset מהפונקציונליות שלו.
- הוציאו בקשה לקבל קונפיגורציית IP עבור מתאם ה Wi-Fi – באמצעות הפקודה:
  ipconfig /renew <adapter_name> או בלינוקס ע"י dhclient <adapter_name>
  לדוגמא: ipconfig /renew Wi-Fi ועיצרו את ה Capture ברגע שהתקבלה קונפיגורציית IP . וודאו זאת תוך שימוש בפקודת ipconfig או ifconfig

a. צרפו צילומי מסך של כל החבילות בפרוטוקול DHCP (Discover, Offer, Request, Ack)

b. ענו על השאלות הבאות:

1. התבוננו ב DHCP Discover בחלק ההודעה ששייך לשכבת האפליקציה בשדה שנקרא : Client MAC Address . מדוע שוב מופיע כאן אותו ערך שהופיע בשכבת הקו? מדוע לדעתם חשוב ל DHCP Server לדעת את כתובת ה MAC של ה Client כבר בהודעה זו?

2. האם ה Source IP בהודעות DHCP Offer , DHCP Ack שמגיעות מה DHCP Server זהה ל DHCP Server IP? אם לא – מה ההסבר לכך (רמז - DHCP Relay)?אם כן – מה המסקנה? צרפו צילום מסך של הודעה כזו.

3. הפעילו שוב ה Capture ובצעו Renew באמצעות הפקודה ipconfig /renew Wi-Fi. המתינו כ 10 דקות ועצרו את ה Capture .

3.1 האם בפרק זמן זה יצאה מה Client הודעת DHCP Request ? לאחר כמה זמן?
3.2 מה הקשר בין זמן זה לבין ה lease time ?
3.3 מי מחליט על ה lease time לדעתכם? כיצד? מה השיקולים להחליט על lease time ארוך מאד או קצר מאד?

צרפו צילום מסך של רצף הודעות זה.

4. ברשותנו שרת אחסון. עיינו ב-RFC 2132 וכתבו את ה-options שהשרת צריך להשתמש בהם בהודעת ה-DHCP DISCOVER שלו כדי למלא את הדרישות הבאות (ציינו את מספר ה-option וערך השדה שלו):
   a. כתובת השרת קבועה: 192.168.32.32
   b. השרת מעוניין לקבל בקונפיגורציה:
      - subnet mask
      - Domain Name Server
      - Router IP address
   c. ה-lease time לכתובת ה-IP הוא שבוע שלם.

שאלה מס' 5 - OSPF (20 נק')

עיינו ב-RFC-2328 וענו על השאלות הבאות:

1. מבנה הנתונים של OSPF מייצג גרף מכוון. מהם צמתי הגרף ומה הן קשתות הגרף?

2. הסבירו מהו Stub network והסבירו מדוע בטבלה של מבנה הנתונים הקשר בין Stub network לנתב הוא חד כיווני.

3. הסבירו מה ההבדל בין Broadcast networks לבין NBMA networks ומדוע עבור רשתות מסוגים אלו **עם יותר מנתב אחד** במבנה הנתונים הקשר עם הנתבים הוא דו כיווני.

4. הסבירו מהו קשר point-to-point בין נתבים וכיצד הוא נשמר במבנה הנתונים.

5. עיינו ב-section 3. הסבירו כיצד Autonomous systems גדולים מתמודדים עם התקורה הגדולה של מבנה הנתונים.

6. מהם 5 סוגי ההודעות הקיימים ב-OSPF? למה כל אחת מהן משמשת?