

רשתות תקשורת מחשבים

תרגיל בית 3-חלק תאורטי

חלק שני – ICMP, כתובות IP, ואלגוריתמי ניתוב ברשת (45%).

שאלה 1 – ICMP (5%):

איזה שירות פקטות ה-PING מספקות למנהל הרשת? מתי נרצה להשתמש בהן? תארו תרחיש בו שימוש בהן יוכל לעזור לניהול התקין של הרשת.

תשובה:

הפינג – שמנצל את פרוטוקול ה-ICMP הוא חיוני עבור מנהלי הרשתות לאימות קשירות, לבדוק נגישות של host, מדידת זמן שלוקח לפקטות לעבור מצד לצד (RTT), וזיהוי אובדן חבילות (packet loss) והוא שולח פקטות מהמקור ליעד ומחכה לתשובה וכך יבדוק את תקינות ונגישות ואמינות הרשת.

שימוש שנוכל לתאר הוא למשל אם נרצה לאבחן בעיה באינטרנט, במקרה של בעיה בגישה לאתר אינטרנט, מנהל הרשת יכול להשתמש בפינג כדי לבדוק אם השרת של האתר זמין/נגיש, ובכך להפריד בין בעיות רשת לבעיות אחרות, בנוסף ה-PING מאפשר למנהל הרשת למדוד את ה-performance של הרשת ע"י שליחת ping-ים ובכל פעם לבדוק את ה-RTT.

שאלה 2 - כתובות IP (20%):

מנהלת רשת חילקה את רשת הארגון למספר תת רשתות. נתב בארגון מכיל את טבלת הניתוב הבאה:

Network Name	Network	Exit port
A	192.10.12.128/26	1
B	192.10.12.64/26	2
C	192.10.12.96/27	3
D	192.10.12.160/28	4
E	0.0.0.0/0	5

א. מה התפקיד של שורה E?

תשובה:

משמש לשליחת חבילות לכל יעד שאינו מופיע באופן מפורש בטבלת הניתוב, כלומר E מגדיר את היציאה הדיפולטית של הרשת (כל חבילה עם יעד שאינו מופיע באופן מפורש בטבלת הניתוב ינותב לexit port של E שזה 5).

ב. מצאו היררכיה בין הרשתות. לכל שתי רשתות X ו-Y עבורן X מוכלת ב-Y, ציינו זאת.

תשובה:

נחשב כתובת התחלה וסיום עבור כל רשת:

- A- כתובת התחלה: 192.10.12.129 וכתובת סיום 192.10.12.190 (ישנם $2^6 = 64 = 2^{32-26}$ כתובות כאשר הראשונה הינה כתובת הרשת והאחרונה ל broadcast ולכן נותרו $62 = 64 - 2$ כתובות)
- B- כתובת התחלה 192.10.12.65 וכתובת סיום 192.10.12.126 (ישנם $2^6 = 64 = 2^{32-26}$ כתובות כאשר הראשונה הינה כתובת הרשת והאחרונה ל broadcast ולכן נותרו $62 = 64 - 2$ כתובות)

- C- כתובת התחלה 192.10.12.97 וכתובת סיום 192.10.12.126 (ישנם $2^{32-27} = 2^5 = 32$ כתובות כאשר הראשונה הינה כתובת הרשת והאחרונה ל broadcast ולכן נותרו $32-2=30$ כתובות)
- D- כתובת התחלה 192.10.12.161 וכתובת סיום 192.10.12.174 (ישנם $2^{32-28} = 2^4 = 16$ כתובות כאשר הראשונה הינה כתובת הרשת והאחרונה ל broadcast ולכן נותרו $16-2=14$ כתובות)

ניתן לראות שיש חפיפה בין רשת B,C שכן טווח בכתובות של C נמצא בטווח הכתובות של B, כלומר C מוכלת ב-B.

בנוסף, רשת E מכילה את כל טווח הכתובות האפשריות לכן E מכילה את כל שאר הרשתות (D,C,B,A).

ג. חשבו עבור 5 החבילות P-T לאיזו יציאות הן ינותבו.

Datagram Name	Dest IP Address
P	192.10.12.134
Q	192.10.12.173
R	192.10.12.103
S	192.10.12.94
T	192.10.12.215

תשובה:

- P- תנובת ל A (192.10.12.128) בגלל היעד שלה ולכן היציאה המתאימה היא 1.
- Q- תנובת לרשת D (192.10.12.160) בגלל היעד שלה ולכן היציאה המתאימה היא 4.
- R- תנובת לרשת C (192.10.12.96) בגלל היעד שלה ולכן היציאה המתאימה היא 3.
- S- תנובת לרשת B (192.10.12.64) בגלל היעד שלה ולכן היציאה המתאימה היא 2.
- T- אינה נופלת באף רשת מבין A-D, ולכן היציאה המתאימה היא 5.

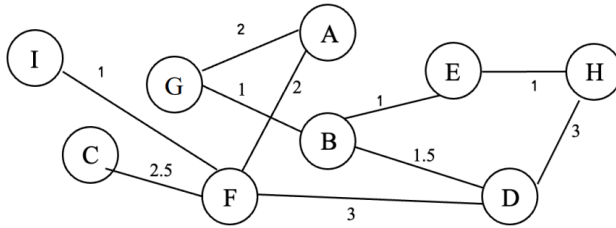
ד. (סעיף זה אינו קשור לסעיפים הקודמים) נתונה הכתובת 192.10.0.160. מהי מסכת הרשת (network mask) הקצרה ביותר עבורה כתובת זו יכולה לשמש ככתובת רשת (network address)? עבור מסכה זו, מה תהיה כתובת ה broadcast של הרשת?

תשובה:

הכתובת בייצוג בינארי תהיה 10100000 00001010 00000000 11000000. ה 1 האחרון נמצא בביט ה 27, וכדי שכתובת זו תהיה כתובת רשת אז היא חייבת להתחיל מכתובת זו לכן מסכת הרשת הקצרה ביותר תהיה /27. בשביל לחשב את כתובת ה broadcast נחליף את האפסים מימין ל 1 זה (ביט מספר 27) ב 1 ונקבל 10111111 00001010 00000000 11000000 שזה בעצם 192.10.12.191.

שאלה 3 – אלגוריתמי ניתוב ברשת (20%):

נתונה הרשת הבאה (באיור),
כולל המרחקים, "עלויות", בין
הצמתים השונים.



א. נניח ונשתמש באלגוריתם ה Distance Vector
למציאת מסלולי ניתוב ברשת,
בצורתו הנאיבית (ללא הגנות
מתקדמות). מהי טבלת הניתוב בצומת C (כלומר – מרחקיו משאר הרשת) בתחילת התהליך? ובסיום
התהליך (לאחר התייצבות האלגוריתם)? הציגו גם את שדה ה next hop.

תשובה:

בתחילת התהליך טבלת הניתוב בצומת C נראית באופן הבא:

Info at Node C	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	∞	∞	0	∞	∞	2.5	∞	∞	∞
Next hop	-	-	C	-	-	F	-	-	-

הערה

אחרי התייצבות האלגוריתם היא תיראה באופן הבא:

Info at Node C	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	4.5	7	0	5.5	8	2.5	6.5	8.5	3.5
Next hop	F	F	C	F	F	F	F	F	F

ב. נניח כעת כי נותקה הקשת A-F. האם האלגוריתם יתייצב? אם כן, מה יהיו כעת המרחקים בצומת C?
אם לא, כיצד תראה טבלת המרחקים ב D לאורך הזמן?

תשובה:

האלגוריתם כן יתייצב וטבלת המרחקים בצומת C תיראה באופן הבא:

Info at Node C	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	10	7	0	5.5	8	2.5	8	8.5	3.5
Next hop	F	F	C	F	F	F	F	F	F

ג. בהמשך לסעיף הקודם, נניח כעת כי בנוסף נותקה גם הקשת F-D. האם האלגוריתם יתייצב? אם כן, מה יהיו כעת המרחקים בצומת C? אם לא, כיצד תראה טבלת המרחקים ב-D לאורך הזמן?

תשובה:

האלגוריתם לא יתייצב בשונה מהסעיף הקודם, כי בסעיף הקודם למשל כאשר ניתקנו A-F אז יהיה התחלה ping-pong בין F ל-C (לגבי המרחק שלהם מ-A למשל) אבל מכיוון שיש מסלול בסוף מ-F ל-A אז ה ping-pong יעצור.

אבל בסעיף זה מכיוון שכעת לא קיים מסלול בין F ל-D אז יקרה ping-pong בין D ל-B כאשר בהתחלה D יעדכן את מרחק F ממנו להיות $6=4.5+1.5$ (כאשר 4.5 זהו המרחק של F מ-B שזה עובר דרך צומת D) ואז B יעדכן את מרחק F ממנו להיות $7.5=6+1.5$ כי המסלול שלו ל-F עובר דרך D ואז D שוב יעדכן את מרחק F ממנו להיות $9=7.5+1.5$ וכך הלאה...

כלומר טבלת המרחקים של D תעשה ספירה לאינסוף כאשר המרחק של F ממנה יתעדכן בלי לעצור באופן הבא:

$$6 \rightarrow 9 \rightarrow 12 \rightarrow 15 \rightarrow \dots$$

בנוסף מכיוון שלא קיים גם מסלול בין D ל-C וגם לא קיים בין D ל-I אז גם יקרה ping-pong בין D ל-B לגבי מרחקם מצמתים אלו.

הסבר יותר מפורש לגבי כל המקרים:

לפני ניתוק D-F טבלת D נראית ככה:

Info at Node D	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	4.5	1.5	5.5	0	2.5	3	2.5	3	7
Next hop	B	B	F	D	B	F	B	H	F

אחרי ניתוק הקשת D-F יקרה ping-pong בין D ל-B לגבי מרחקם מהצמתים: I, C, F, כאשר הקפיצות אצל D יהיו בגודל של-3 כלומר כל פעם המרחק יגדל ב-3 (ההסבר הוא אותו הסבר למקרה של מרחק מ-F ל-D שהסברתי מפורשות לעיל, בכל פעם D יגדיל את המרחק ב-1.5 שזה מרחק B ממנו ואז B יעדכן את המרחק שלו עוד פעם ויגדילו כ-1.5 שזה מרחק D ממנו וכך הלאה). כלומר אחרי ניתוק הקשת תהיה ספירה לאינסוף וטבלת המרחקים של D תיראה ככה לאורך הזמן:

Info at Node D	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	4.5	1.5	8.5 → 11.5 → 14.5 → ...	0	2.5	6 → 9 → 12 → ...	2.5	3	7 → 10 → 13 → ...
Next hop	B	B	B	D	B	B	B	H	B

הערה: מרחק C מ-B לפני הניתוק הינו 7 וזה עובר דרך צומת D, מרחק I מ-B לפני הניתוק הינו 5.5 וזה עובר דרך צומת D,

מרחק כ מ-B לפני הניתוק הינו 4.5 וזה עובר דרך צומת D.

ד. נניח כי היינו משתמשים ב-link state routing במקום. הריצו על הרשת (ללא ניתוקים) סימולציה של מציאת המסלולים הקצרים ביותר מ-B לכלל הצמתים ברשת תארו את שלבי האלגוריתם.

תשובה:

נתאר את האלגוריתם למציאת מסלולים קצרים ביותר מ-B לכלל הצמתים באופן דומה למה שראינו בתרגול 7:
בהתחלה:

Q:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

$$S = \{ \}$$

אחר כך נעדכן את המרחקים של השכנים של B שהם D,E,G:

Q:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	∞	0	∞	<u>1.5</u>	<u>1</u>	∞	<u>1</u>	∞	∞

$$S = \{B\}$$

אחר כך נבקר בצומת שעוד לא ביקרנו (נמצאת ב-Q אבל לא ב-S) עם המרחק המינימלי שזאת E או G (לא משנה איזה נבקר),
נניח שביקרנו ב-G אזי נעדכן את מרחקו של השכן של G שהוא A ונקבל:

Q:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	<u>3</u>	0	∞	1.5	1	∞	1	∞	∞

$$S = \{B, G\}$$

אחר כך נבקר ב-E ונקבל:

Q:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	3	0	∞	1.5	1	∞	1	<u>2</u>	∞

$$S = \{B, G, E\}$$

אחר כך נבקר ב-D ונקבל:

Q:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	3	0	∞	1.5	1	<u>4.5</u>	1	2	∞

$$S = \{B, G, E, D\}$$

אחר כך נבקר ב-H ולא נעדכן כלום כי מרחקם של השכנים של H - שהם D,E-הינו מינימלי(כלומר H לא ייתן לנו מסלול יותר קצר אליהם).

$$S = \{B, G, E, D, H\}$$

גם אחר כך נבקר ב-A ולא נעדכן כלום כי מרחקם של השכנים של A-שהם F,G-הינו מינימלי(כלומר H לא ייתן לנו מסלול יותר קצר אליהם).

$$S = \{B, G, E, D, H, A\}$$

אחר כך נבקר ב-F ונקבל:

Q:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	3	0	<u>7</u>	1.5	1	<u>4.5</u>	1	2	<u>5.5</u>

$$S = \{B, G, E, D, H, A, F\}$$

אחר כך נבקר ב-I ולא נעדכן כלום.

$$S = \{B, G, E, D, H, A, F, I\}$$

ואחר כך נבקר ב-C ולא נעדכן כלום.

$$S = \{B, G, E, D, H, A, F, I, C\}$$

ובכך מסיימים כי ביקרנו בכל הצמתים, כלומר במסלולים הקצרים ביותר שנקבל מהרצת link state ייראו כך:

Q:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Distance	3	0	7	1.5	1	4.5	1	2	5.5