

רשתות מחשבים

פרק 7א' - שכבת הרשת, ניתוב

ברק גונן

מבוסס על ספר הלימוד "רשתות מחשבים" מאת

עומר רוזנבוים

ברוכים הבאים לרשת האינטרנט...

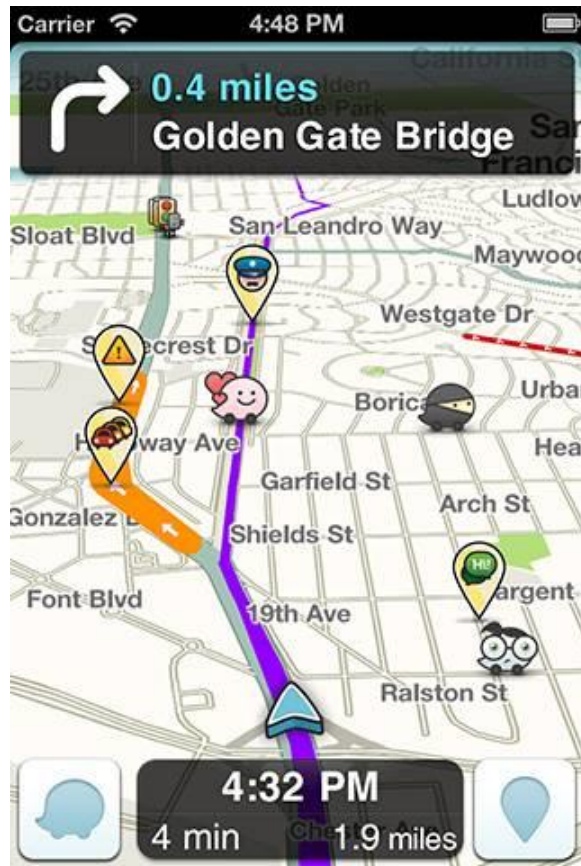


מטרות הלימוד

בסיום לימוד שכבת הרשת נדע לענות על השאלות הבאות:

- מהו ניתוב
- מהו ראوتر (נתב)
- מהו אלגוריתם ניתוב
- מהו פרוטוקול IP
- מהו פרוטוקול ICMP - נכתוב traceroute בעצמנו
- מהו פרוטוקול DHCP
- מה מבצע NAT

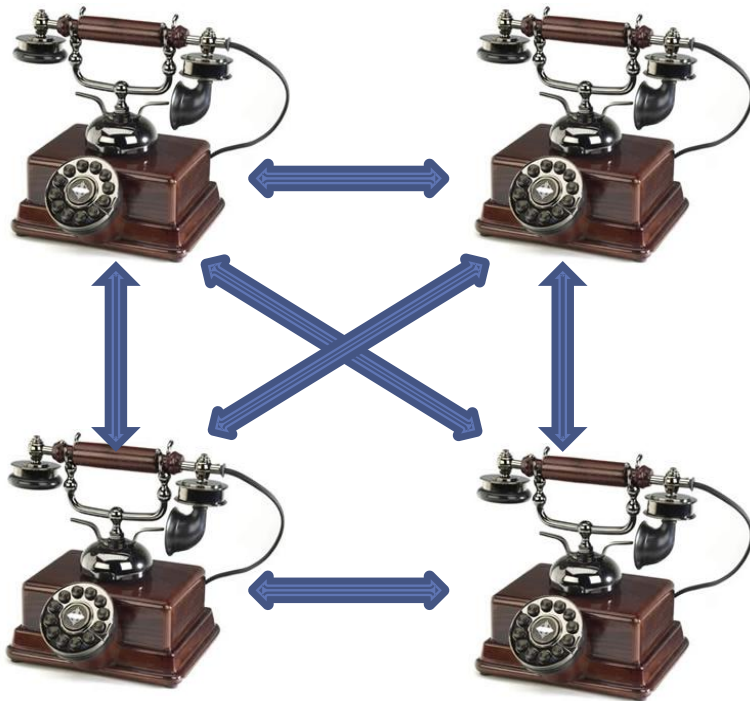
מהו ניתוב?



- ▶ נרצה להגיע, או לשלוח משהו, מנקודה ליעד
- ▶ מבין אינספור המסלולים ליעד, נרצה להגיע בנתיב הכי מהיר
- ▶ אם יש פקק או חסימה, נרצה אפשרות לשנות מסלול

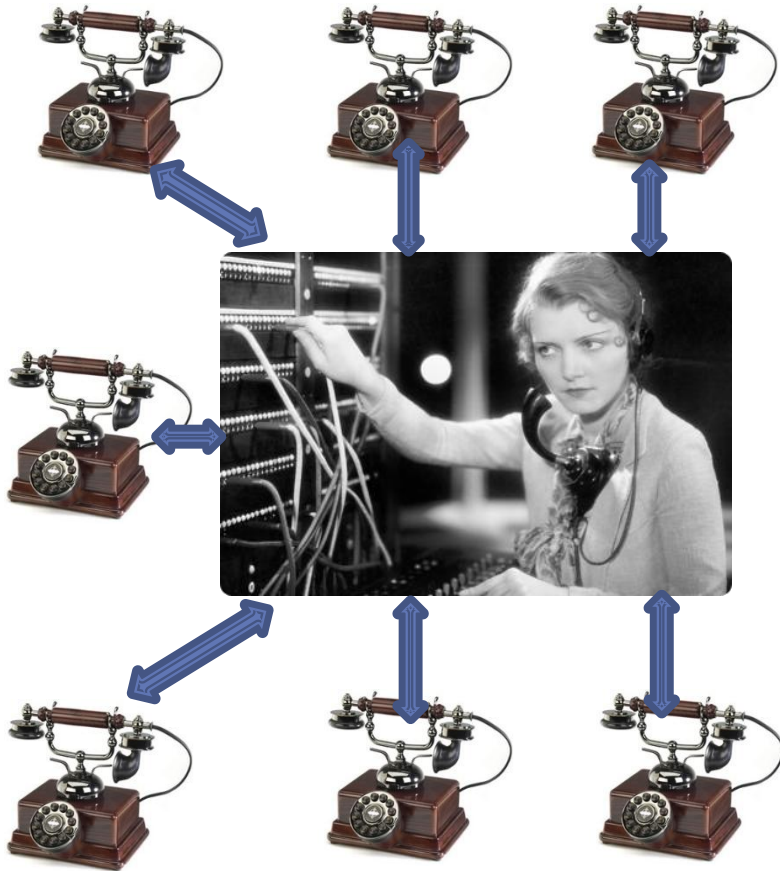
- ▶ כדי להבין את עקרונות הניתוב ברשת האינטרנט, נסקור את התפתחות הניתוב מתחילתו ברשת הטלפוניה
 - זהו נושא ענק, נציג תמונה חלקית למדי... מומלץ להרחיב ולקרוא
- ▶ נבין מהי רשת מקומית
- ▶ נבין איך התבצע ניתוב ברשת טלפוניה
- ▶ נבין מהם הרעיונות המרכזיים של ניתוב ברשת האינטרנט

רשת טלפוניה שלב 1



- ▶ נניח שהקמנו את רשת הטלפון הראשונה בעולם
- ▶ כל טלפון מחובר לכל האחרים בכבל פיזי
- כל חיבור נקרא **Physical circuit**
- רשת כזו נקראת **Mesh network**
- ▶ מהו היתרון של רשת זו?
 - פשטות: כדי להתקשר צריך פשוט לבחור לאיזה כבל הטלפון יעביר את השיחה
 - וגם אמינות ומהירות
- ▶ מהו החסרון?
 - קשה להרחיב את הרשת. כמה כבלים צריך לפרוש ל-1000 טלפונים...?
 - וגם עלות

שלב 2: מרכזיה וה-Virtual Circuit



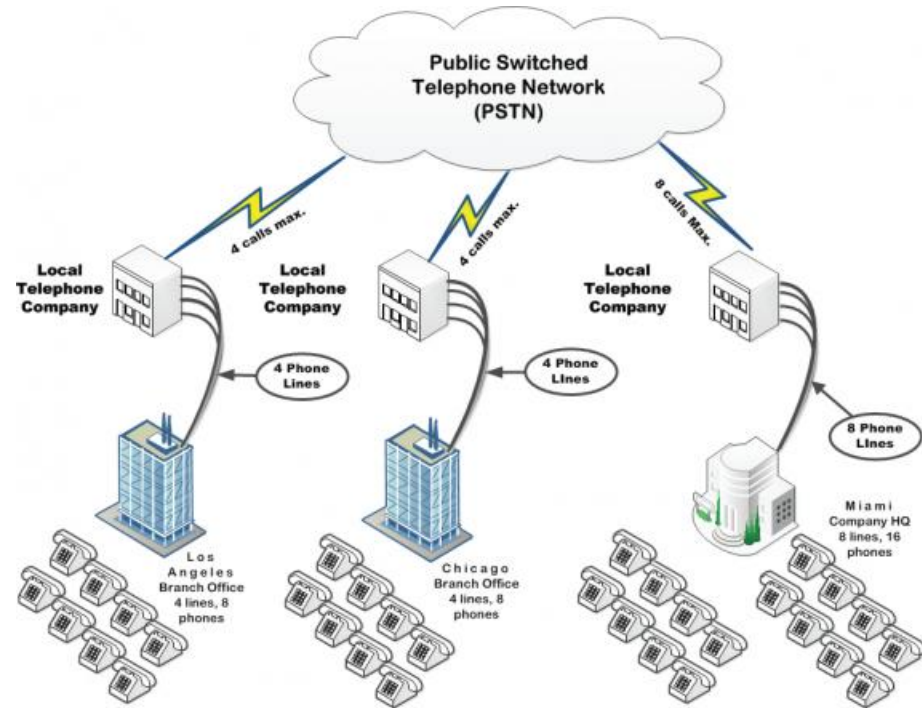
- ▶ נוסף רכיב שעוסק בניתוב-
מרכזיה
- ▶ המרכזיה מחוברת לכל הטלפונים
- ▶ כדי להקים שיחה המרכזיה מחברת, זמנית, שני טלפונים
- חיבור זה נקרא **Virtual Circuit**:
 הודות למרכזיה, נדמה לטלפונים שיש ביניהם **Physical Circuit** כמו ברשת mesh
- ▶ רשת כזו נקראת **Star network** (כוכב)- כל נקודות הקצה מחוברות לרכיב מרכזי

שאלה למחשבה



- ▶ האם אפשר לחבר מדינה שלמה למרכזיה אחת?
 - תאורטית כן, אבל חלק מהלקוחות יצטרכו כבלים ממש ארוכים...
- ▶ מה הפתרון?
 - ניצור מספר מרכזיות מקומיות, כל אחת מכסה אזור גאוגרפי קרוב
 - נחבר את המרכזיות המקומיות זו לזו דרך מרכזיה ארצית

שלב 3: PSTN



קרייט: www.voicenewengland.com

- ▶ Public Switched Telephone Network
- ▶ כאשר מרכזיה מקבלת שיחה בה שני הטלפונים נמצאים ברשת המקומית, היא מבצעת את הקישור
 - רשת מקומית = אזור חיוג זהה
- ▶ אם יש שיחה מחוץ לרשת המקומית, long distance call, המרכזיה המקומית פונה למרכזיה הארצית PSTN ומבקשת להקים קשר

דוגמה: ניתוב טלפונים ידני

- ▶ עד שנות ה-70 הקמת Virtual circuit בוצעה ידנית
- ▶ בדוגמה שלפנינו, משנות הארבעים:
 - לקוח בלוס אנג'לס מבקש long distance call ליוטה
 - המרכזיה פונה למרכזיית ניתוב, שקובעת דרך אילו מרכזיות תעבור השיחה עד ליעד
 - המרכזיה של לוס אנג'לס פונה למרכזיות שנקבעו על ידי מרכזיית הניתוב וכל אחת מחברת את השיחה הלאה עד שנוצר קשר עם יוטה

www.cyber.org.il/networks/links/long_distance_call.mp3

קרדיט: ויקיפדיה, long distance calls

- ▶ רשת הטלפוניה העולמית עובדת באופן דומה גם היום, למעט הניתוב שמבוצע ע"י מרכזיות ממוחשבות

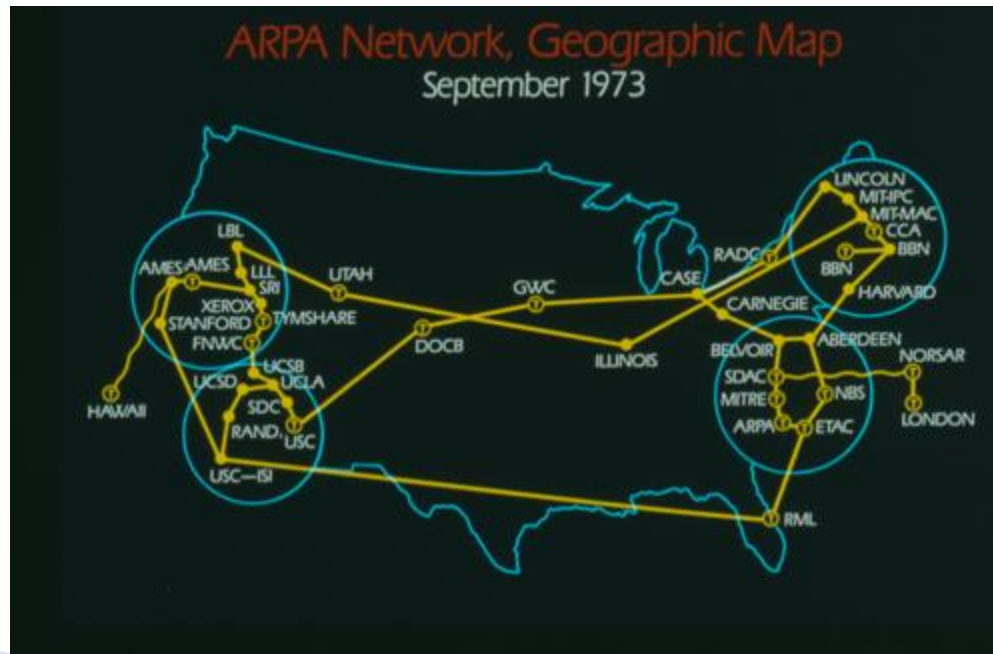
המלחמה הקרה

- ▶ משרד ההגנה האמריקאי רוצה ליצור רשת מחשבים שתשרוד מתקפת טילים בליסטיים
- ▶ מודל רשת הטלפוניה בעייתי, חישבו מדוע?
 - כדי להשבית את הרשת די לפגוע במספר לא רב של מרכזיות PSTN



שלב 4: ARPANET

- ▶ רשת של משרד ההגנה של ארה"ב
- ▶ קפיצות המדרגה הטכנולוגיות:
 - הרשת הראשונה בה אין רכיב שליטה מרכזי בנייתוב
 - רשת ניתוב המנות הראשונה Packet switched network



Packet Switched Network



ברשת הטלפוניה, Circuit Switched Network

- כשקבענו ניתוב לשיחה הוא נשאר קבוע עד לסיום השיחה*
- התווך הפיזי נשמר רק לשיחה שלנו



Packet Switched Network

- התקשורת מחולקת לפקטות
- לכל פקטה יכול להיות נתיב אחר ליעד
- ביעד הפקטות מורכבות מחדש והמידע שנשלח משוחזר
- התווך הפיזי מחולק בין כל מי שמשמש ברשת

* ברשתות סלולריות יש הבדל קטן- הנתיב עשוי להשתנות, אך רק אם הטלפון הנייד נודד בין תאים סלולריים

ARPANET - שאלות למחשבה



- ▶ מדוע רשת שאין בה רכיב מרכזי ששולט בניתוב יותר עמידה לפגיעות?
 - בין שני מחשבים יש מסלולים רבים
 - כדי לנתק תקשורת צריך לפגוע בכל המסלולים עד האחרון שבהם
 - ... או לפגוע במרכזיה המקומית- יש המון כאלה, ויתר המחשבים ברשת לא נפגעים
- ▶ מדוע חלוקת המידע לפקטות תורמת לעמידות התקשורת?
 - ניתן להעביר כל פקטה בנתיב אחר
 - אם פקטה לא עברה- לא איבדנו את כל התקשורת, פשוט נשדר אותה שוב

התפתחות הניתוב ברשת האינטרנט

- ▶ רשת האינטרנט התפתחה מ-ARPANET
- ▶ חישובו- מה צריך בשביל לבצע ניתוב כפי שקיים ברשת האינטרנט?
- ▶ נבצע תרגיל שיסייעו לנו לענות על השאלה



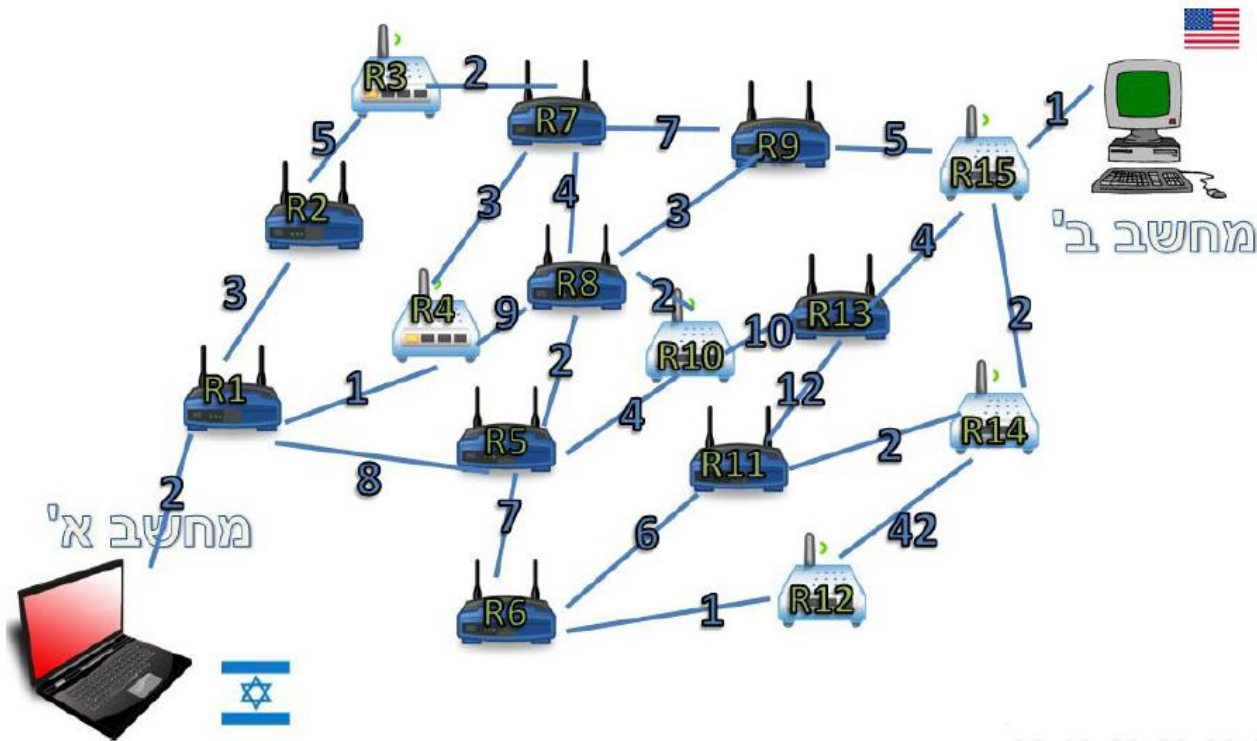
תרגיל 7.1 מודרך



- ▶ בצעו את תרגיל 7.1 מודרך - "מי נמצא בדרך שלי"
- ▶ מיצאו את הנתיב ביניכם לבין שרת פייסבוק

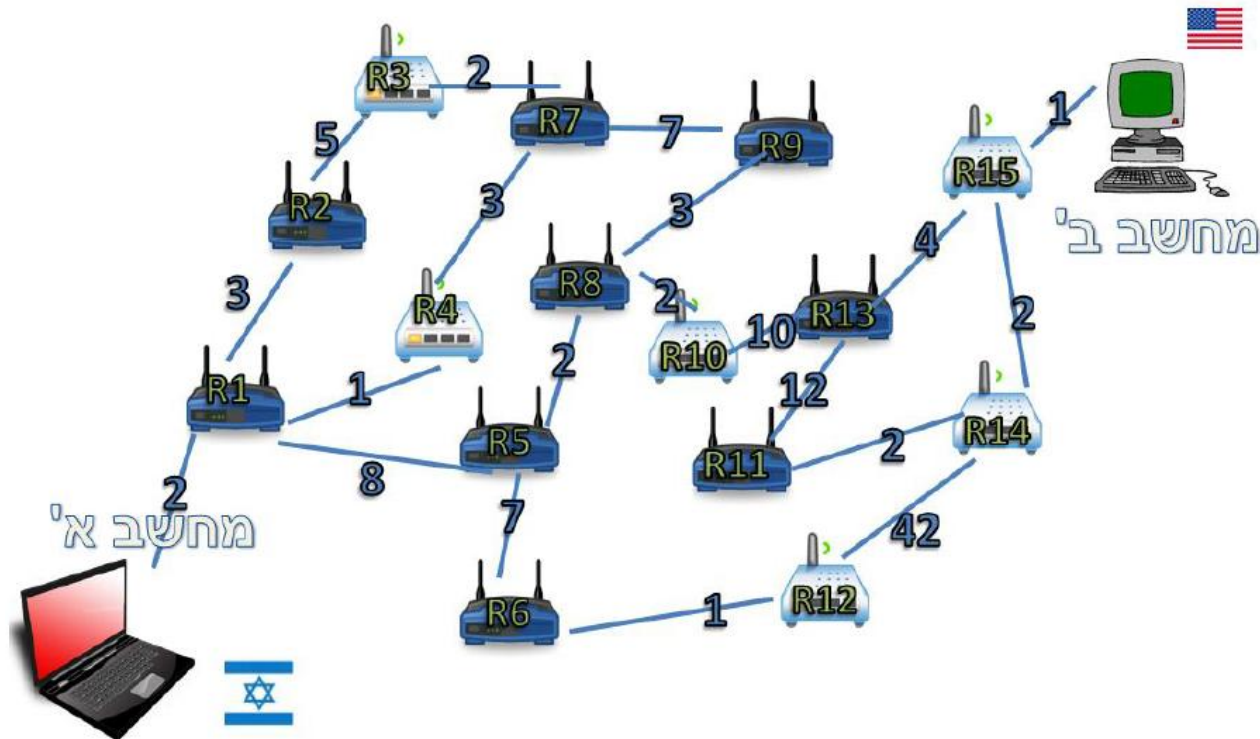
תרגיל 7.1 מודרך

- ▶ בצעו את תרגיל 7.1 - "תכנון מסלול ניתוב"
- ▶ מיצאו את הניתוב הקצר ביותר

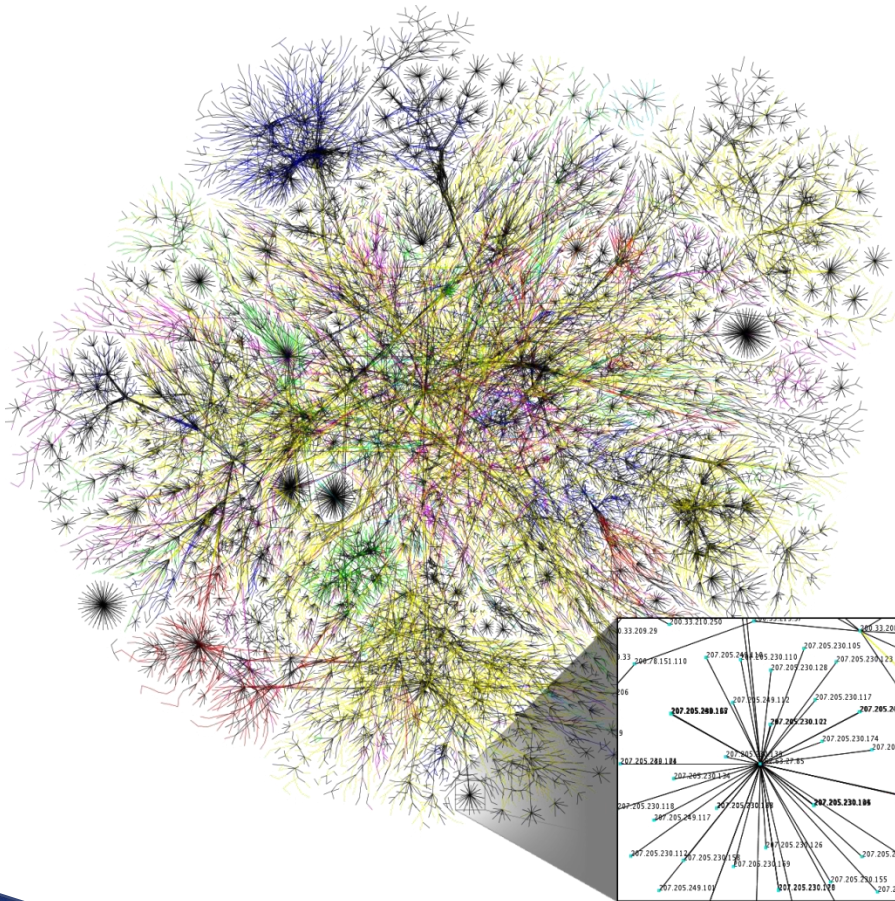


תרגיל 7.1 מודרך

- ▶ חלק מהקישורים "נפלו"
- ▶ מיצאו את הנתוב הקצר ביותר כעת. מה המסקנה?



שלב 5: ניתוב ברשת האינטרנט



- ▶ מה צריך בשביל לבצע ניתוב כפי שקיים ברשת האינטרנט?
- רכיבים שיבצעו ניתוב- נתבים Routers
- פרוטוקול שימש לניתוב- IP
- אלגוריתם דינמי (מגיב לשינויים) למציאת מסלול ממחשב למחשב
- ▶ נלמד אודות כל אחד מהחלקים

סיכום ביניים - ניתוב

- ▶ מהו ההבדל בין רשת star ו-mesh?
- ▶ מה ההבדל בין physical circuit ו-virtual circuit?
- ▶ מה תפקיד ה-PSTN?
- ▶ מהם העקרונות שמקנים לרשת ה-ARPANET עמידות למתקפה?
- ▶ כעת נוכל להבין את פרוטוקול IP ואיך עובד ראוטר

