

תירגול מס' 5 – שכבת היישום



נושאים שמדנו בשכבת היישום:

- עקרונות הפרוטוקולים של השכבה.
- הבנת המושגים Web, HTTP.
- עקרון פעולת FTP.
- עקרונות הפעולה של פרוטוקולי דוא"ל: SMTP, POP3, IMAP.
- הבנת המושג DNS ועקרון פעילותו.
- אפליקציות P2P
- הבנת העיקרון TCP עם Socket Programming
- עקרונות של UDP עם Socket Programming

תזכורת

□ נושאי מפתח:

■ אפליקציות רשת ופרוטוקולים ברמת האפליקציה.

■ WEB, HTTP

■ FTP

■ E-MAIL

■ DNS

■ P2P

■ TCP/UDP

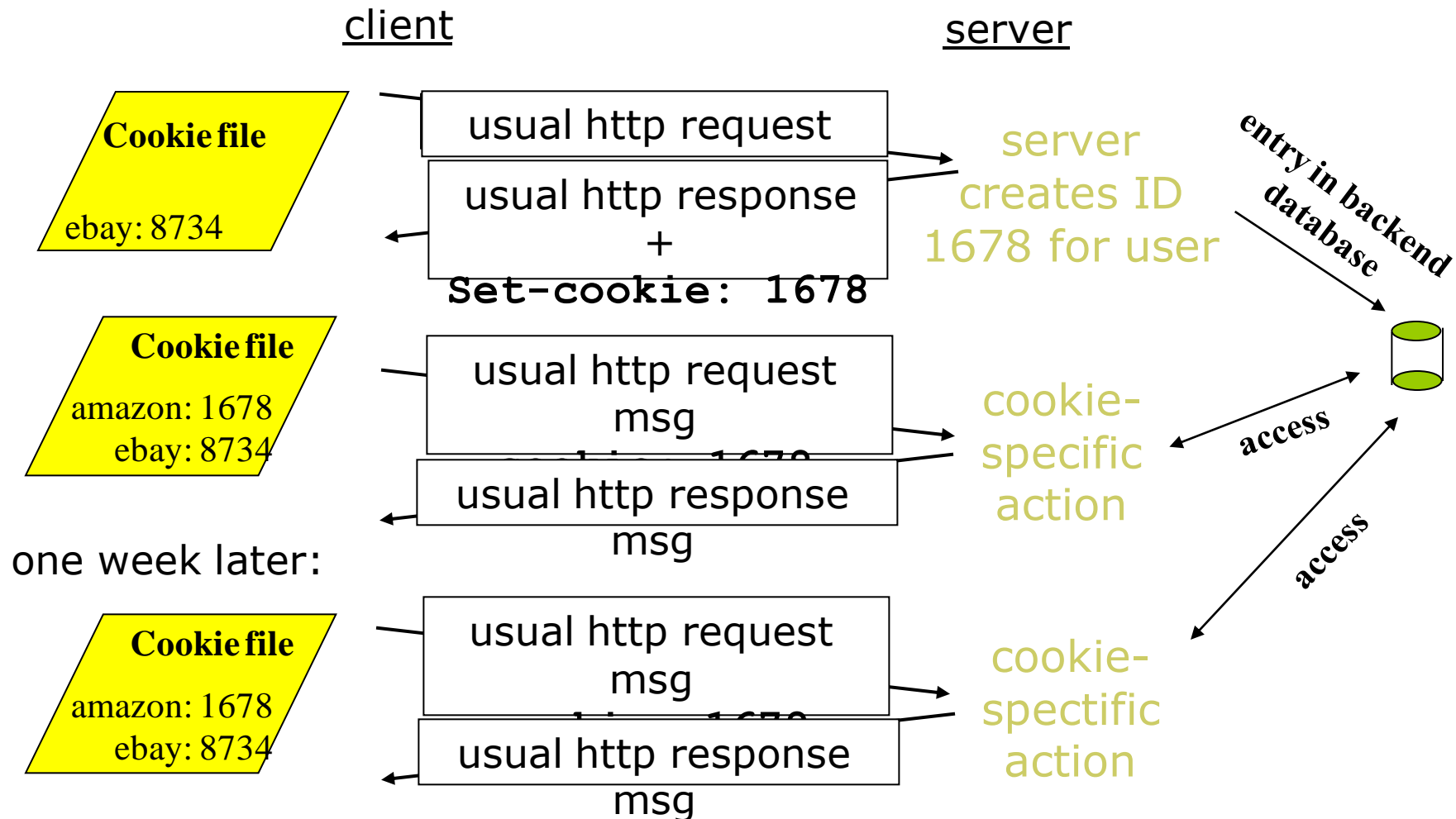
דוגמאות לאפליקציות ולפרוטוקולים בהן הן משתמשות:

Application	Application Layer Protocol	Transport Protocol
e-mail	SMTP	TCP
remote terminal access	Telnet	TCP
Web	HTTP	TCP
file transfer	FTP	TCP
streaming multimedia	proprietary	TCP or UDP
Internet telephony	proprietary	usually UDP

סקירה על HTTP

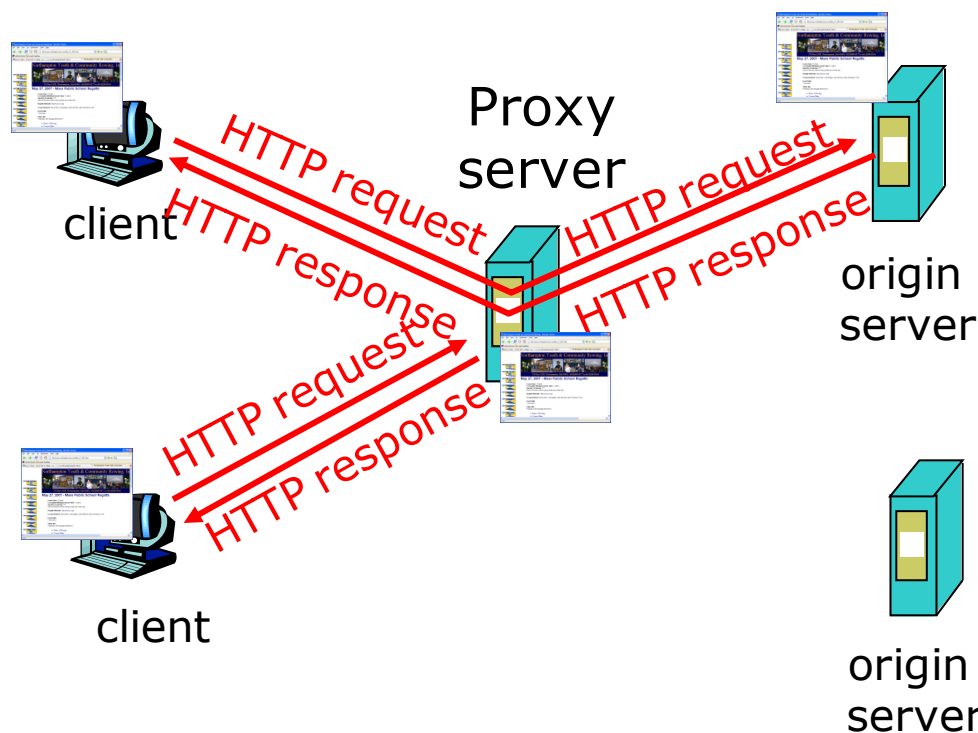
1. HTTP זוהי אפליקציה חשובה ושימושית ביותר באינטרנט. היא מורכבת מאובייקטים כגון דף HTML, תמונה, Java applet, קבצי מדיה וכו'. האובייקט הראשי הוא קובץ HTML הכולל בתוכו קישורים לקבצים אחרים.
2. כל אובייקט מזהה על ידי URL/URI המורכב משם הפרוטוקול, DNS וכתובת פנימית.
3. ה-HTTP זהו הפרוטוקול של רמת האפליקציה בו משתמשים ב-web. הוא מדמה מודל של שרת-לקוח, כאשר הלקוח הוא הדפדפן אשר מבקש, מקבל ומציג אובייקטים כמתואר בפסקה קודמת, והשרת הוא שרת ה-web ששולח את האובייקטים ללקוח לפי בקשתו.
4. בתחילה השתמשו ב-HTTP 1.0 שמתואר ב-RFC 1945, וכיום משתמשים ב-HTTP 1.1 שמתואר ב-RFC 2068.
5. פרוטוקול זה משתמש תמיד ב-TCP. מספר ה-port שאליו מתחבר הלקוח הוא 80.
6. HTTP הוא פרוטוקול stateless. השרת לא שומר רשימת מצבים, ואינו יודע מה היו הבקשות הקודמות של הלקוח. לכן כל בקשה צריכה להכיל מספיק מידע. לשם ההשוואה, FTP הוא lstatefull, כלומר השרת זוכר את המצב ויודע מהן הבקשות הקודמות. היתרון בשימוש בפרוטוקול stateless ב-HTTP הוא ששימוש הפרוטוקול יותר פשוט. לכן, אם יש פרוטוקול שניתן לעשותו גם כ-stateless וגם כ-lstatefull "עדיף להשתמש ב-stateless.
7. בגרסה הראשונה (1.0) של HTTP לא שמרו על עקביות הקשר (היא היתה non-persistent connection). אחר כך זיהו שניתן להשתמש באותו הקשר למספר בקשות ובגרסה 1.1 הפכו מצב זה למצב הרגיל (persistent connection).

"העולמות"



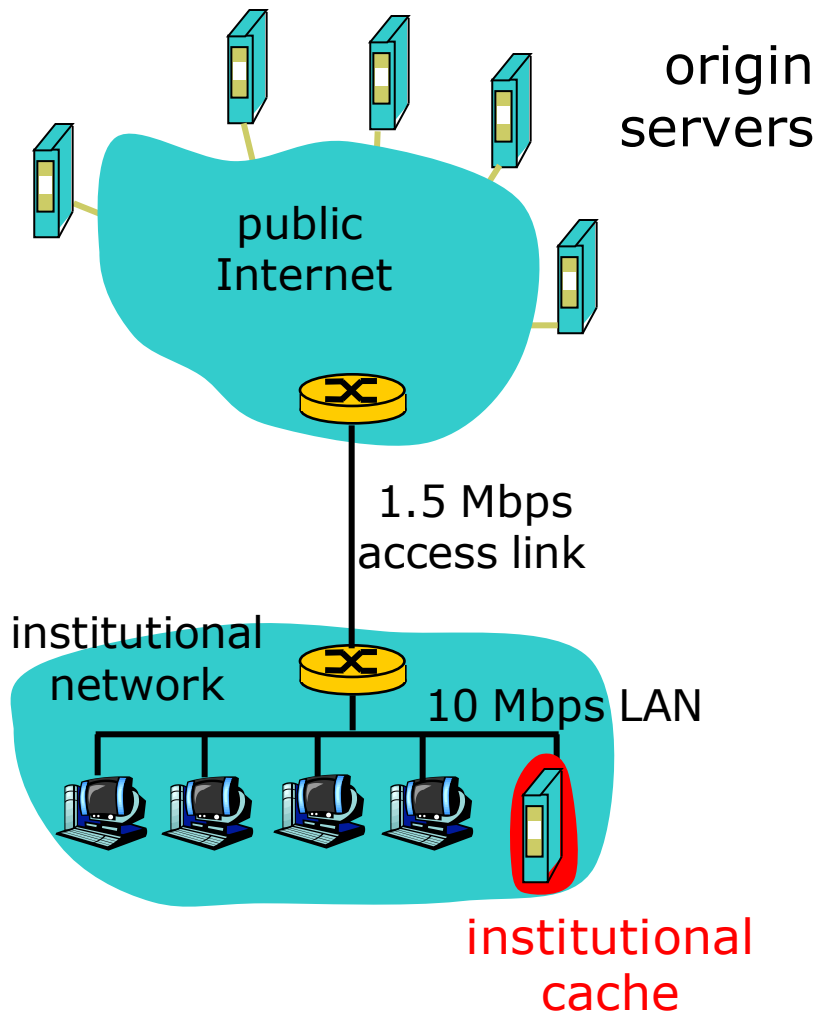
proxy server

מטרה: לספק את בקשת הלקוח ללא מעורבות של השרת המקורי.



- המשתמש מגדיר דפדפן: כניסות לאינטרנט דרך המטמון.
- הדפדפן שולח את כל בקשות ה-HTTP למטמון
- אובייקט המטמון: המטמון מחזיר אובייקט
- אחרת המטמון מבקש אובייקט מהשרת המקורי, ואז מחזיר אובייקט לקוח.

קצת על Caching



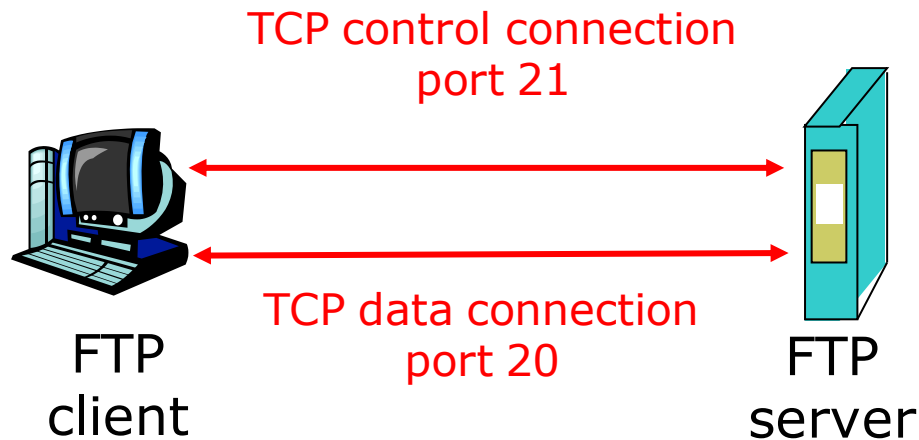
שימוש במטמון (cache):

- נניח שנגיע להסתברות פגיעה ב-cache היא 0.4

תוצאות:

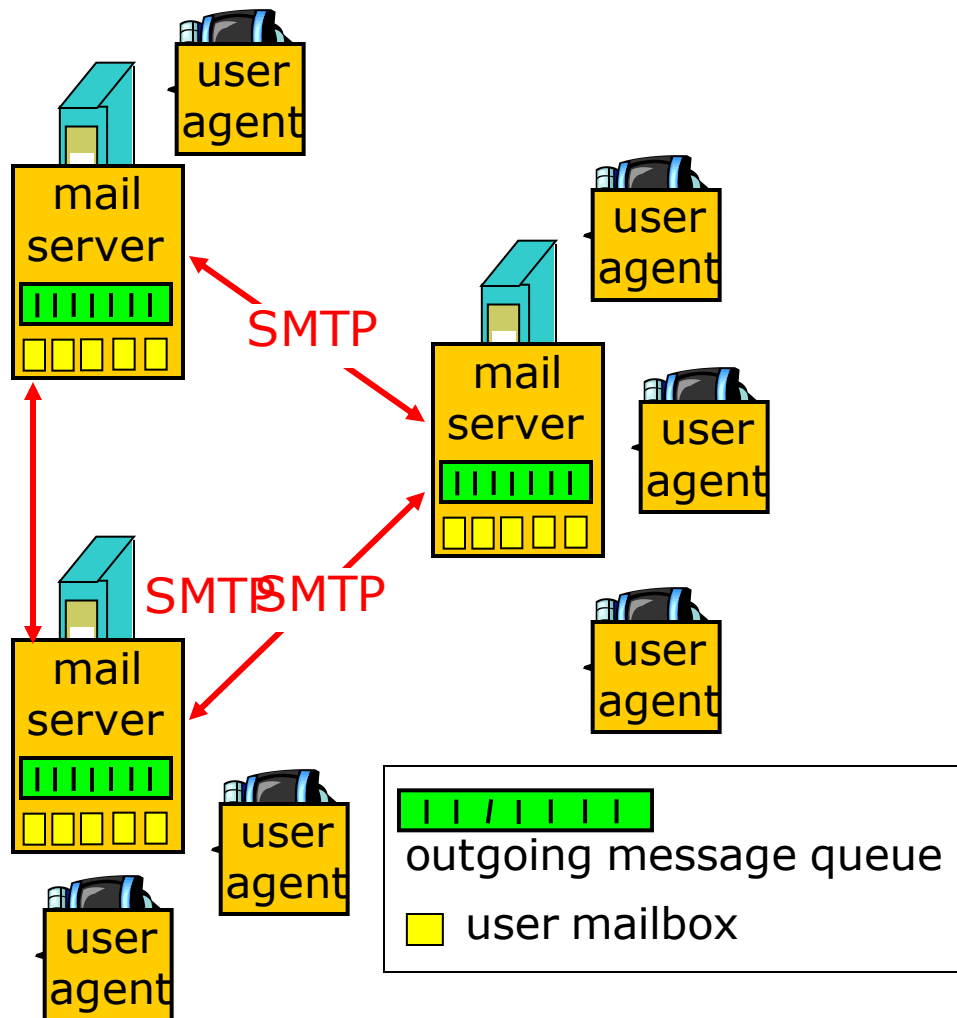
- 40% מהבקשות יענו כמעט תמיד באופן מיידי.
- 60% מהבקשות יענו ע"י השרת המקורי.
- הניצול של הגישה לערוץ ירד ל-60%, כתוצאה מכך זניח עיכובים נניח 10 msec.
- עיכוב כללי = עיכוב באיטרנט + עיכוב בגישה + עיכוב ב-LAN =

FTP



- לקוח FTP מתקשר לשרת ה- FTP ב-port 21, פרוטוקול ההובלה TCP הוא הפרוטוקול המפקח על התקשורת.
- הדפדפן הלקוח מפקח ישירות באמצעות משלוח פקודות שליטה מעל החיבור.
- כאשר השרת מקבל פקודה העברת קבצים, השרת פותח חיבור TCP שני (עבור קבצים) ללקוח (port 20).
- לאחר העברת קובץ אחד, השרת סוגר חיבור נתונים.

דואר אלקטרוני



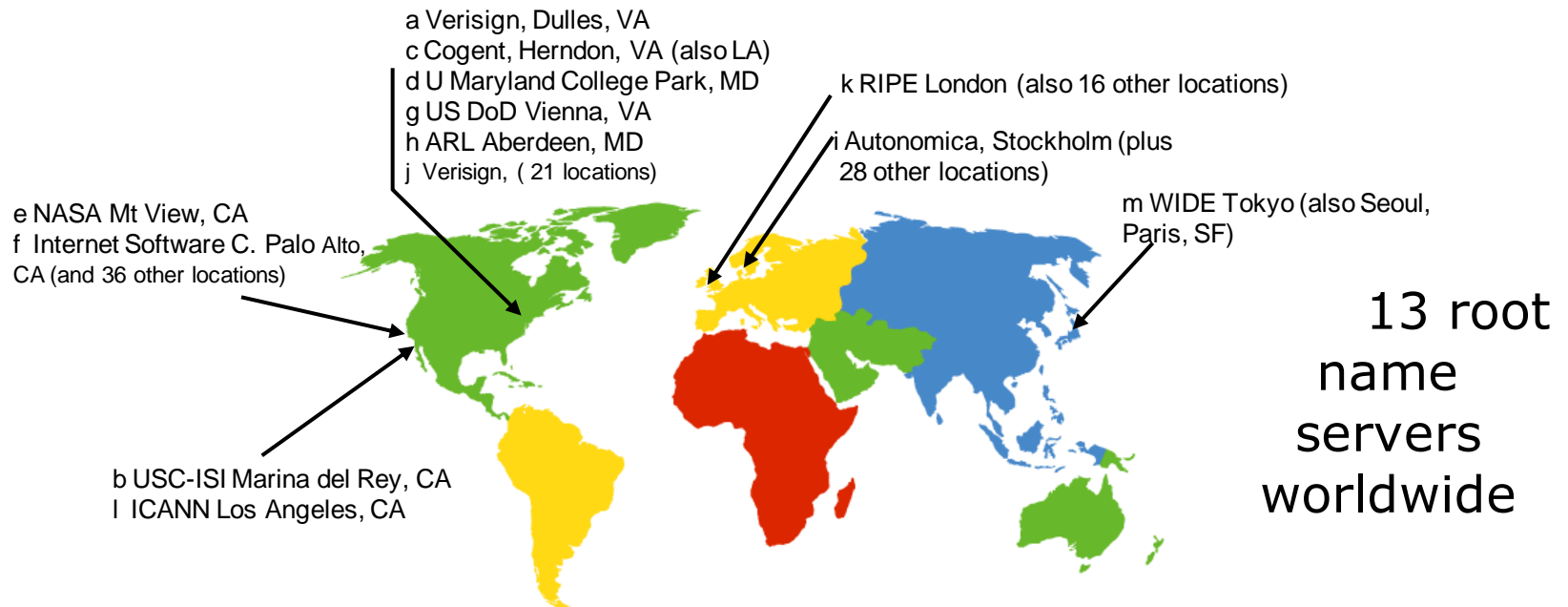
□ אפליקציית דואר אלקטרוני היא דוגמא טובה למימוש אפליקציית רשת. דוא"ל יכול לשמש אפליקציות שונות.

□ לאפליקציית דוא"ל יש 3 מרכיבים עיקריים:

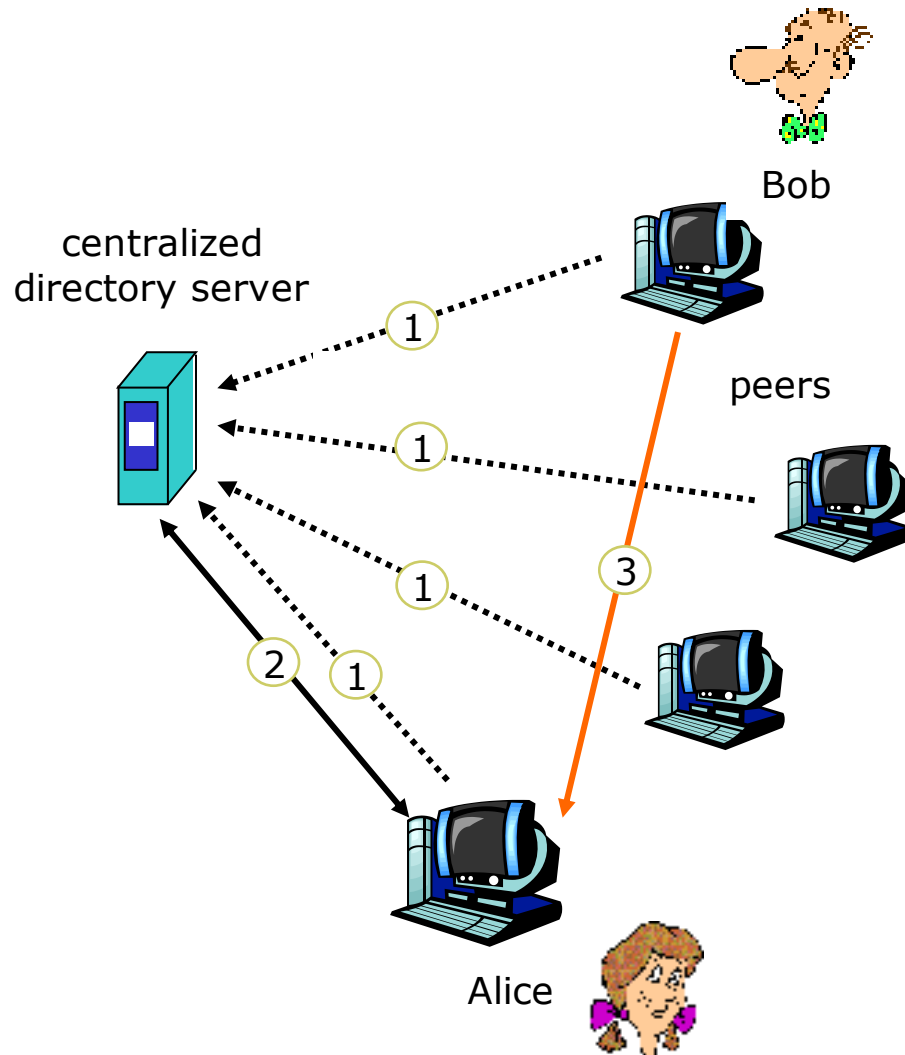
1. תוכנת הלקוח – User agent
– שדרכה הלקוח קורא וכותב את ההודעות (דוגמא outlook).
2. שרת הדוא"ל – mail server
– דרכו נשלחות ההודעות. השרת מורכב מהרבה תיבות דואר של משתמשים שונים. הוא מחזיק תור של הודעות יוצאות שצריכות להשלח לשרתים אחרים.
3. פרוטוקול הדוא"ל – הפרוטוקול העיקרי בו משתמשים לשליחת דואר אלקטרוני.

שרתי DNS

- שרתים מקומיים – הינם שרתי ה-default במחשבי הקצה של המשתמשים ששם כתוב לאן ללכת על מנת לקבל את הכתובת.
- שרתים סמכותיים – שרתים שיודעים למפות את כל הכתובות במרחב כתובות מסוים (למשל בתוך biu.ac.il). לכל מרחב שמות יש לפחות שני שרתי DNS שהכתובת ידועה להם. כל שינוי של כתובת מצריך שינוי בשני השרתים.
- שרתי שמות (root) – לשרתים אלו פונים כאשר לא יודעים מאיפה להשיג את הכתובת. השרת שאמור לדעת את המיפוי לא יודע מהו המיפוי ולא יודע מיהו שרת הסמכות.
- ישנם 13 שרתים כאלו. הם אינם יודעים את המיפוי עצמו אלא הם יודעים מהו השרת הסמכותי עבור כל כתובת.



P2P: אינדקס מרכזי



תיכנון "Napster" המקורי

(1) כאשר עמית מתקשר הוא
מדווח לשרת מרכזי:

■ כתובת IP

■ תוכן

(2) אליס מעונינת

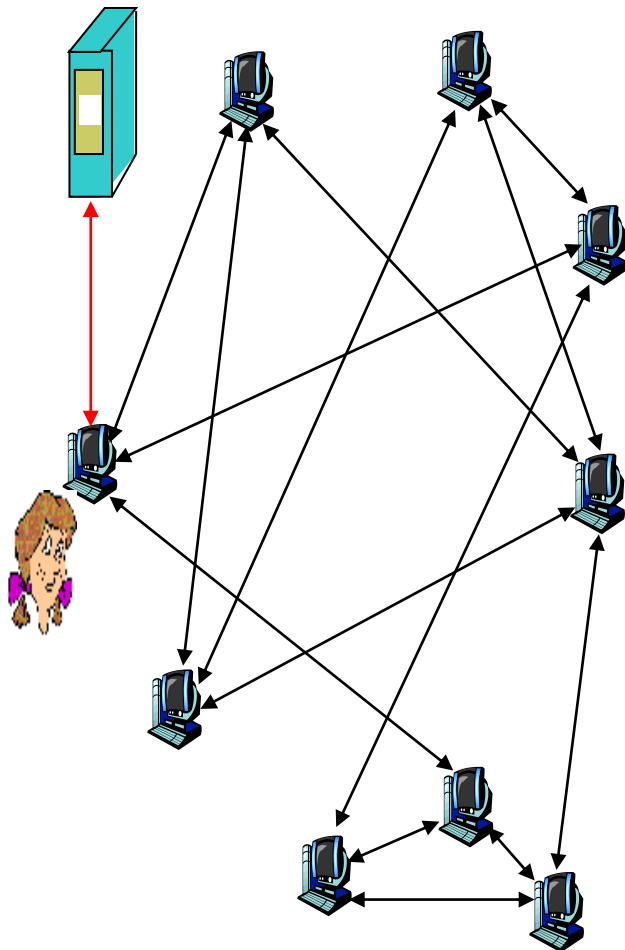
"Hey (queries) ב- Jude"

(3) אליס מבקשת

(requests) את הקובץ

מבוב.

שיתוף קבצים: נחשול ביטים



□ הקובץ מחולק לחלקים של 256KB.

□ עמית שמצטרף לנחשול:

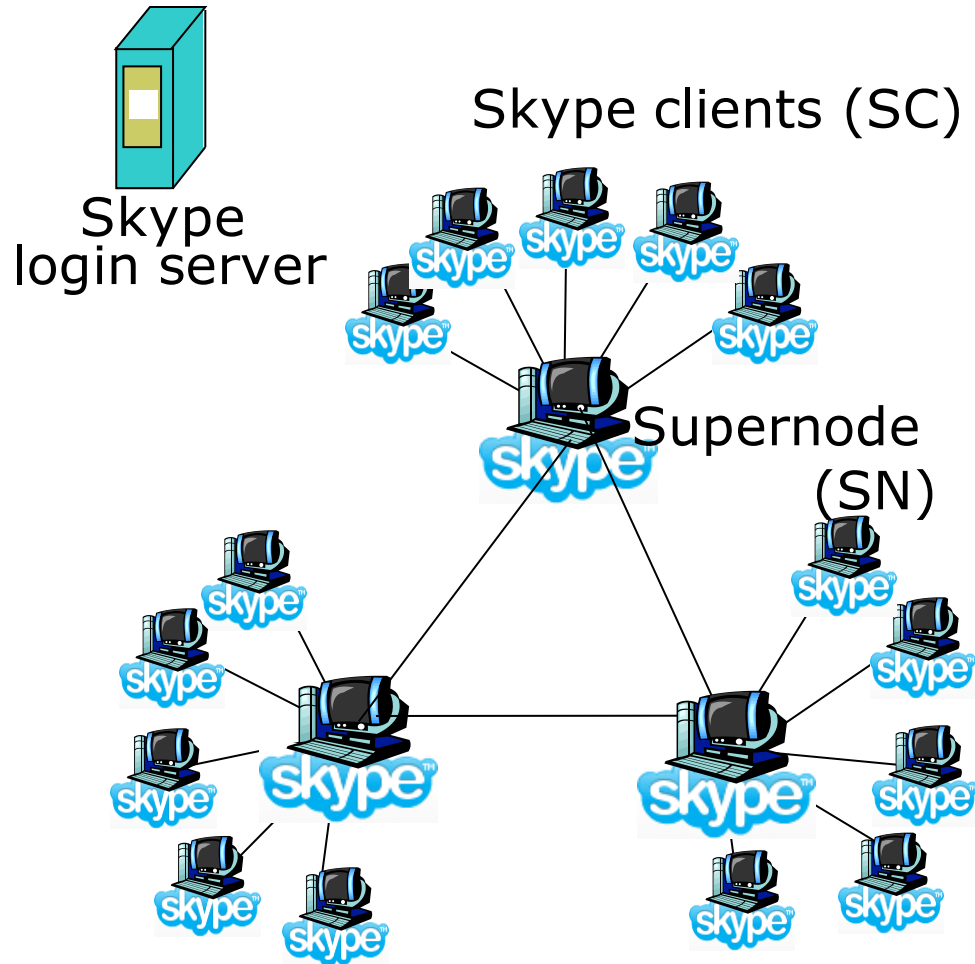
- הוא ללא חלקי קובץ (chunks) אך יכול לצבור אותם לאורך זמן.
- נרשם עם "עוקב" (tracker) כדי לקבל רשימה של עמיתים, מתחבר לתת קבוצה של עמיתים ("שכנים").

□ בזמן הורדת קבצים, העמית מעלה חלקים לעמיתים אחרים.

□ עמית יכול לבוא וגם ללכת.

□ כל פעם שיש לעמית את כל הקבצים, הוא יכול לעזוב (אנוכי) או להישאר (מתוך אהבת הזולת).

SKYPE



- P2P מטבעו: זוגות של משתמשים מתקשרים.
- פרוטוקול שכבת האפליקציה בעל קניין רוחני.
- שכבות היררכיות עם Super-node (SN)
- אינדקס ממפה שם משתמש לכתובת IP, מופץ מעל Super-node (SN).

TCP Socket Programming

Server (running on `hostid`)

```
create socket,
port=x, for
incoming request:
welcomeSocket =
ServerSocket()
```

```
wait for incoming
connection request
connectionSocket =
welcomeSocket.accept()
```

```
read request from
connectionSocket
```

```
write reply to
connectionSocket
```

```
close
connectionSocket
```

Client

```
create socket,
connect to hostid, port=x
clientSocket =
Socket()
```

```
send request using
clientSocket
```

```
read reply from
clientSocket
```

```
close
clientSocket
```

TCP
connection setup

בשביל להשתמש ב- `socket`, הלקוח צריך לשלוח הודעה והשרת צריך להמתין לבקשות. מספר ה- `port` של השרת צריך להיות ידוע כדי שהלקוח יידע לאן לפנות.
הסבר לתרשים:

- הלקוח פותח `clientSocket` ומספק את כתובת ה- IP וה- `port` של השרת ואז נוצר TCP connection לשרת.
- השרת מצידו פותח `welcomeSocket` מול הלקוח ועוד `connectionSocket` שיהיה מיועד לתקשורת עם אותו לקוח.
- ה- `socket` הראשון מיועד רק ליצירת הקשר מהלקוח והשני עבור התשובות שיחזיר השרת.
- הלקוח שולח את המידע לשרת דרך ה- `clientSocket`, השרת קורא את הבקשה מה- `clientSocket` וכותב את התשובה חזרה ל- `clientSocket`, סוגר את ה- `connectionSocket` וחוזר לחכות לבקשה מהלקוח.
- הלקוח מקבל את התשובות מהשרת דרך ה- `clientSocket` וסוגר אותו.

Client/server socket interaction: UDP

Client

הסבר לתרשים:

- הלקוח פותח clientSocket ואז נוצר UDP connection לשרת.

- השרת מצידו פותח

- Datagram socket מול

- הלקוח ומחכה להודעה מהשרת.

- הלקוח שולח את המידע

- לשרת דרך ה-clientSocket,

- השרת קורא את הבקשה מה-

- Datagram socket וכותב את

- התשובה חזרה ל-Datagram

- socket וחוזר לחכות לבקשה

- מהלקוח.

- הלקוח מקבל את התשובות

- מהשרת דרך ה-clientSocket

- וסוגר אותו.

Server (running on `hostid`)

create socket,
port= x.

`serverSocket =
DatagramSocket()`

read datagram from
`serverSocket`

write reply to
`serverSocket`
specifying
client address,
port number

create socket,

`clientSocket =
DatagramSocket()`

Create datagram with server IP and
port=x; send datagram via
`clientSocket`

read datagram from
`clientSocket`

close
`clientSocket`

תרגילים לדוגמא



תרגיל 1

□ השאלה הבאה עוסקת בפרוטוקול העברת הקבצים FTP (File Transfer Protocol). בכל סעיף עליך להשיב **נכון** / **לא נכון** ולנמק.

1. פרוטוקול FTP מיושם במודל P2P כאשר אנו מורידים קבצים מ-clients אחרים ברשת. **נכון** / **לא נכון**

2. משתמש ב-FTP אשר שולח הודעה מסוג "אני מעוניין להוריד את הקובץ exam_sol.doc" משתמש בקו ה-data של פרוטוקול FTP. **נכון** / **לא נכון**

3. מרגע שנפתח session ב-FTP ועד לסיומו תמיד יש שני connections פתוחים, אחד ל-data ואחד ל-control. **נכון** / **לא נכון**

4. בעיית האבטחה בפרוטוקול FTP קשורה לשימוש בערוץ ה-control שנשאר פתוח כל הזמן. **נכון** / **לא נכון**

5. שרת הקבצים בפרוטוקול FTP מקבל פניות (מאזין) ב-port אחד מסוים ומספק קבצים ב-port שני. **נכון** / **לא נכון**

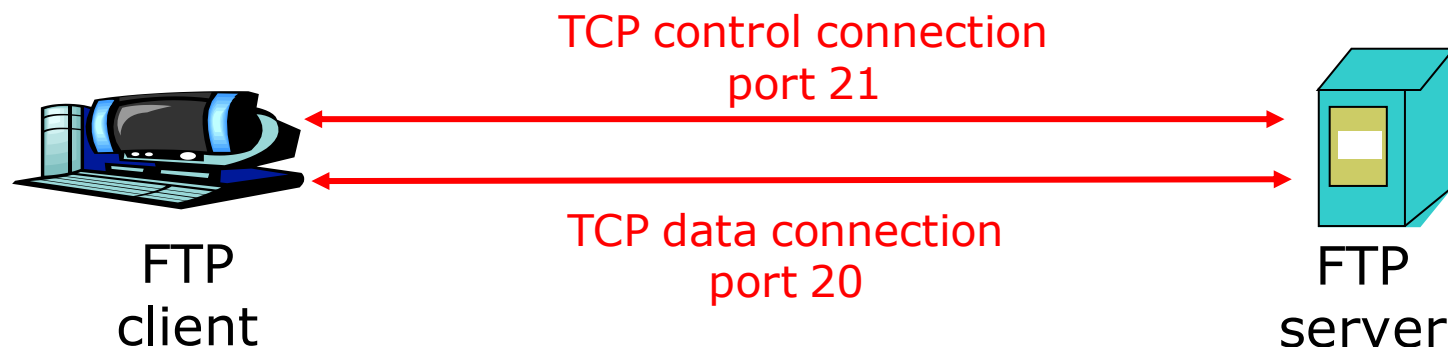
פתרון תרשיף 1

1. פרוטוקול FTP מיושם במודל P2P כאשר אנו מורידים קבצים מ-clients אחרים ברשת.

פתרון: לא נכון, זה פרוטוקול client-server הכי מובהק שיש.

2. משתמש ב-FTP אשר שולח הודעה מסוג "אני מעוניין להוריד את הקובץ exam_sol.doc" משתמש בקו ה-data של פרוטוקול FTP.

פתרון: לא נכון, זה הודעה מסוג של control שלאחריה השרת מספק את הקובץ בקו ה-data ולכן זה לא נכון כי היא תעבור בקו ה-control של FTP.



פתרון תרשיף 1

3. מרגע שנפתח session ב-FTP ועד לסיומו תמיד יש שני connections פתוחים, אחד ל-data ואחד ל-control.
- פתרון: לא נכון, לא תמיד שני הקווים פתוחים באותו זמן. ה-control תמיד פתוח וה-data נפתח רק כאשר עוברים קבצים ולאחר סיום העברת קובץ הוא נסגר.
4. בעיית האבטחה בפרוטוקול FTP קשורה לשימוש בערוץ ה-control שנשאר פתוח כל הזמן.
- פתרון: לא נכון, הבעיה טמונה בעובדה ש-FTP מאפשר יצירת קשר לתוך host.
5. שרת הקבצים בפרוטוקול FTP מקבל פניות (מאזין) ב-port אחד מסוים ומספק קבצים ב-port שני.
- פתרון: נכון, השרת תמיד מאזין על פורט 20 ומחזיר תשובות מפורט 21.

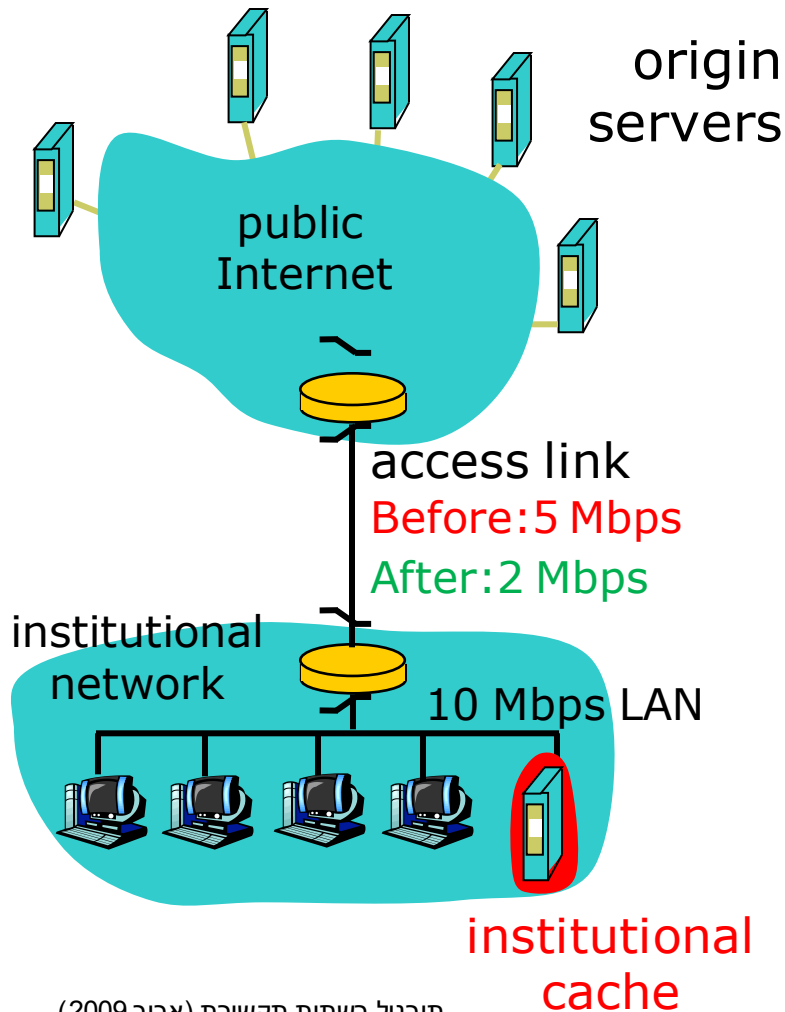
תרגיל 2

□ במכללת תל-חי הוחלט לשים שרת Web proxy cache. לפני הוספת ה-proxy קו ה-Access link של המכללה היה בעל קצב של 5Mbps עבד בניצולת של 100%. לאחר השימוש ב-proxy קצב התעבורה היוצאת מרשת האוניברסיטה ירדה ל-2Mbps בממוצע.

1. מהו ה-hit ratio של ה-cache proxy?

2. הסטודנטים, בוב וחברתו אליס, קיבלו משימה לנתח את פעילות שרת ה-cache proxy במסגרת פרויקט הגמר שלהם (ההגשה בזוגות). אליס ובוב ערכו מספר בדיקות ובאחת מהן מצאו כי 50% מדפי האינטרנט שנתבקשו סופקו ע"י ה-proxy והשאר הופנו לשרתים מחוץ למכללה. האם זה ייתכן או האם שהזוג הצעיר טעה בחישוביו?

פתרון תרסיף 2 (סעיף 1)



מהו ה-hit ratio של
ה-cache proxy ?

תשובה:

פתרון: 60%

הסבר: אם התעבורה בקו ה-

Access link ירדה מ- 5Mbps ל-

2Mbps זה אומר שהפרוקסי טיפל

בבקשות בתוך המכללה בנפח של

3Mbps. לכן ה-hit ratio שווה

ל- $3/5 = 0.6$.

פתרון תרגיל 2 (סעיף 2)

הסטודנטים, בוב וחברתו אליס, קיבלו משימה לנתח את פעילות שרת ה-cache proxy במסגרת פרויקט הגמר שלהם (ההגשה בזוגות). אליס ובוב ערכו מספר בדיקות ובאחת מהן מצאו כי 50% מדפי האינטרנט שנתבקשו סופקו ע"י ה-proxy והשאר הופנו לשרתים מחוץ למכללה. האם זה ייתכן שהזוג הצעיר טעה בחישוביו ?

תשובה:

כמובן שזה ייתכן, שהרי מדובר ב-hit ratio ממוצע אז זה שקלול של הרבה בדיקות.

תרגיל 3

ד"ר לק ישב במשרדו במכללת תל-חי וניסה להוריד שאלות למבחן מהאתר של אוניברסיטת סטאנפורד. האתר של סטאנפורד מספק שירותים רק למשתמשים רשומים ולכן ד"ר לק, נרשם לאתר. בפעם הראשונה הוריד המרצה 50 שאלות והחליט להמשיך למחרת וכיבה את המחשב. למחרת, שוב נכנס ד"ר לק לאתר של סטאנפורד ממשרדו, וגילה להפתעתו כי האתר מזהה את שמו ללא צורך בהזנת שם משתמש וסיסמא. כיצד זה אפשרי?

א. בגלל שימוש ב-Web cache proxy במכללת תל-חי השומר את הדפים האחרונים אשר ביקשנו.

ב. בגלל שימוש ב-cookies של אתר אוניברסיטת סטאנפורד הנשמרים במחשב של ד"ר לק.

ג. בגלל שימוש ב-cookies של אתר מכללת תל-חי הנשמרים במחשב של ד"ר לק.

ד. בגלל שה-Web cache proxy במכללת תל-חי שומר אצלו cookies על מצב המשתמש.

ה. אף תשובה איננה נכונה בהכרח.

פתרון תרסי 3

תשובה:

תשובה ב' - בגלל שימוש ב-cookies של אתר אוניברסיטת סטאנפורד הנשמרים במחשב של ד"ר לק.
הסבר: cookies הוא קובץ טקסט אשר מזהה ושומר ומכיל פרטים על המחשב של הגולש. מטרת העוגיה היא לשמור את פרטי הגולש כדי שכשהגולש יבקר שוב באתר המערכת להיות מזהה ממערכת מותאמת לצרכיו והתחומים שמאפיינים אותו.

תרסיס 4

□ נתון אתר שיתופי בשם www.rapidshare.com. משתמשים יכולים להכניס לאתר תכנים ולהוריד תכנים. האתר מנוהל על ידי חברה מסוימת. האם:

1. האם שירות זה נחשב לשירות P2P? הסבר.
2. אליס ביקשה קובץ שבוב העלה לאתר. ברגע שאליס ביקשה את הקובץ נשלחה לאליס הודעה המנוסחת בלשון הזה:

Error 404 - The document that has been requested either no longer exists, or has never existed on the server.

האם יתכן שהבעיה נובעת מכך שבוב כבר לא מחובר לרשת?

3. לאחר שאליס לא הצליחה להוריד את הקובץ של בוב באתר היא הצליחה להוריד את הקובץ ממקור מפוקפק. מסתבר כי כעת, לאחר ההפעלה של הקובץ, בכל בקשה של דפי אינטרנט אליס מופנית לאתר המשמיע לה פרסומת קצרצרה ולאחר מכן היא מופנית לאתר שהיא ביקשה. מה ייתכן שקרה בגלישה של אליס?

פתרון תרסיף 4 (סעיף 1)

האם שירות זה נחשב לשירות P2P? הסבר.
תשובה:

לא – השרת לא משמש כ-CLIENT, אין חישובים מבוזרים
של אלגוריתם החיפוש וכו'

פתרון תרע"ד 4 (סעיף 2)

אליס ביקשה קובץ שבוב העלה לאתר. ברגע שאליס ביקשה את הקובץ נשלחה לאליס הודעה המנוסחת בלשון הזה:

Error 404 - The document that has been Requested either no longer exists, or has never existed on the server

האם יתכן שהבעיה נובעת מכך שבוב כבר לא מחובר לרשת?
תשובה:

אין קשר כי הקובץ לא נמצא פיסית על המחשב של בוב, אלא על האתר. מה שכן יכול להיות הוא שהאתר מחק את הקובץ או שהגישה אליו (דרך השרת) אינה זמינה.

פתרון תרע"ד 4 (סעיף 3)

לאחר שאלים לא הצליחה להוריד את הקובץ של בוב באתר היא הצליחה להוריד את הקובץ ממקור מפוקפק. מסתבר כי כעת, לאחר ההפעלה של הקובץ, בכל בקשה של דפי אינטרנט אליס מופנית לאתר המשמיע לה פרסומת קצרצרה ולאחר מכן היא מופנית לאתר שהיא ביקשה. מה ייתכן שקרה בגלישה של אליס ?

תשובה:

היא גולשת דרך PROXY שמפרסם משהו לפני העברה לאתר הרצוי. תשובה נוספת אפשרית – וירוס שמשנה את הדפדפן. טעות תיהיה לענות cookie, כיוון ש-cookie לא יכולה לעשות דברים זדוניים במחשב של אליס, אלא רק לעקוב אחריה.

תרגיל 5

□ בוב התקין במחשב הביתי שלו אפליקציה חדשה ומדליקה של Voice Over IP (VoIP) בשם e-Talk. בוב החליט להתקשר דרך e-Talk לחברתו אליס, שגם היא הורידה את אותה אפליקציה. במהלך השיחתם נשמעו קטיעות קלות ברצף הדיבור.

1. האם הטענה הבאה נכונה: האפליקציה החדשה בהכרח משתמשת ב-packet switching בשכבת ה-IP ולכן יש קטיעות בשיחה. **הסבר ונמק.**

2. בוב התקשר ביום למחרת לחברתו, דורה, באפליקציית ה-e-Talk (גם דורה הורידה את e-Talk) וגילה להפתעתו כי לא היו כלל קטיעות בזמן השיחה. סמן את הטענה המתקבלת על הדעת ביותר ונמק בקצרה במקום המיועד לכך.

א- לדורה יש חיבור אינטרנט מהיר יותר משל אליס.

ב- אפליקציית e-Talk שונתה לעבודה ב-circuit switching.

ג- בזמן השיחה בין בוב ודורה היה פחות עומס ברשת.

ד- אף תשובה לא מתקבלת על הדעת.

3. אליס המליצה לחברה בוב על אפליקציה מגניבה של Video on demand להורדה חינם של סרטים מהאינטרנט. האם אפליקציה מסוג זה מתאימה לעבודה ב-circuit switching או ב-packet switching? הסבר.

פתרון תרציף 5 (סציף 1)

האם הטענה הבאה נכונה: האפליקציה החדשה בהכרח משתמשת ב-packet switching בשכבת ה-IP ולכן יש קטיעות בשיחה.

תשובה:

כעקרון ניתן להריץ VoIP על circuit switch וגם על Packet-switch כמו במקרה של skype. במקרה שמעבירים VoIP ב-packet switch אכן סביר מאוד שיהיו קטיעות בשיחה אם יש עומס ברשת. זו התשובה הסבירה ביותר לשאלה זו.

פתרון תרגיל 5 (סעיף 2)

בוב התקשר ביום למחרת לחברתו, דורה, באפליקציית ה-e-Talk (גם דורה הורידה את e-Talk) וגילה להפתעתו כי לא היו כלל קטיעות בזמן השיחה. סמן את הטענה המתקבלת על הדעת ביותר ונמק בקצרה במקום המיועד לכך.

- א- לדורה יש חיבור אינטרנט מהיר יותר משל אליס.
- ב- אפליקציית e-Talk שונתה לעבודה ב-circuit switching.
- ג- בזמן השיחה בין בוב ודורה היה פחות עומס ברשת.
- ד- אף תשובה לא מתקבלת על הדעת.

תשובה:

התשובה שהכי הגיונית היא (ג) כי זה יכול להסביר את ה-Flow הטוב של השיחה שהרי האפליקציה לא השתנתה.

פתרון תרע"ף 5 (סעיף 3)

אליס המליצה לחברה בוב על אפליקציה מגניבה של Video on demand להורדה חינם של סרטים מהאינטרנט. האם אפליקציה מסוג זה מתאימה לעבודה ב-circuit switching או ב-packet switching? הסבר. תשובה:

אפליקציה כזו מתאימה יותר ל-circuit switching כי VoD נועד לצפייה באותו הרגע (streaming) אולם כיוון שהשידור הוא על גבי האינטרנט הרי שהשיטה היא packet switching.