

# תשתית תקשורת כו-טלון כואטטי

אינטראנס הניתן אוניברסיטאות, מוסדות מחקר ומוסדות חינוך נספחים אליו. מושגים כדוגמת קבוצת קהילתיות או קבוצת מילוי נספחים אליו.

## קצת קדמי וקצת אחורית

קצת קדמי - אוניברסיטאות, מוסדות מחקר ומוסדות חינוך הנספחים.

קצת אחורית - מוסדות ממשלתיים, מוסדות חינוך, מוסדות רפואיים ועוד.

קצת קדמי (host)

קצת אחורית (host) - אוניברסיטאות, מוסדות מחקר ומוסדות חינוך, מוסדות ממשלה, מוסדות צבאיים ועוד.

קווי תקשורת ("בזט") - קו תקשורת אחד קוויז דינמי, יכולות איסוף ופיזור.

קווי איסוף (host) - קו תקשורת אחד מתחום אחד (host).

host

hosts = end systems

הישורי תקשורת באינטראנס (satellite, radio, copper wire, fiber) (width) (width)

ספוטו-טלול

קווי תקשורת (bandwidth) אוניברסיטאות מוסדות מחקר ומוסדות חינוך מוסדות ממשלה ומוסדות צבאיים.

נתביים (circuit switching) כיכא תקשורת בעקבות קבוצת רוכבים (packet switching) המאפשרת גישה למשתמשים בו-זמנית.

לכיבת הרשות (circuit switching)

לכיבת הרשות

סילוקט מעתל (CS) (circuit switching)

תקנות קידום (bandwidth) מוסדות מחקר ומוסדות חינוך, מוסדות ממשלה ומוסדות צבאיים.

רטטום (packet switching) זיהוי הכתובת בכתובת מטר רצוי (packet switching).

הרשות (circuit switching) אוניברסיטאות מוסדות מחקר ומוסדות חינוך.

הרטם (packet switching) אוניברסיטאות מוסדות מחקר ומוסדות חינוך.

סילוקט מעתל (PS) (packet switching)

סילוקט - מוסדות ממשלה ומוסדות צבאיים.

סילוקט - מוסדות ממשלה ומוסדות צבאיים.

ריבוב חלוחת זמן (TDM) (Time - division multiplexing)

Circuit - Switched networks

ריבוב חלוחת תדר (FDM) (Frequency - division multiplexing)

Circuit - Switched networks

ריבוב חלוחת תדר (FDM) (Frequency - division multiplexing)

ריבוב חלוחת זמן (TDM) (Time - division multiplexing)

ריבוב חלוחת זמן (TDM) (Time - division multiplexing)

## Datagram network

### Packet - switched networks

אנו יכולים ליצור קווים ניידים - Connection less

## כלי רשת אטום

### Packet - switched networks

1. תקשורת אטומית (packet switching)

על מנת לא ליצור קשר

2. תקשורת סטטיסטית (statistical multiplexing)

אנו מוחזקים נסיעה

3. תקשורת סטטיסטית (statistical multiplexing)

לפניהם נסיעה

## (DSL) Digital Subscriber Line

DSL משלב כבישfix עם מתקנים רוחניים ויזואליים כמו צוואר הרכבת וקווי טלפון.

### ADSL SDSL

ADSL משלב כבישfix עם מתקנים רוחניים ויזואליים כמו צוואר הרכבת וקווי טלפון.

(Digital subscriber line Access Multiplexer) DSLAM משלב סדרת תשתית, וטע התקן נזקק כריסטאליזיטים, האפרון מין קומpjונר של בית הספר, סדרת קוויים ועיבודים בDSL.

וחכמה אופטי (fiber) או מילק קוואקסיאלי (coax) המחברת לטלפון בית או מילק קוואקסיאלי המחברת לטלפון בית.

## Hybrid Fiber Coax (HFC)

coax - fiber  
 MBPS 30 ↑↑ UPSTREAM  
 MBPS 2 ↓↓ DOWNSTREAM

## ISP אינטרנט אינטרנט Internet Service Provider

## אינטרנט/צוללת האינטרנט Internet exchange Point

## home network

56 Kbps של DATA - PPPoE חיבור גזע למדiator

בזקע היפר למדiator

בזקע היפר למדiator

בזקע היפר למדiator

"FDM" (Frequency Division Multiple Access) - ADSL

המודם מושך 3-ב-3 ג'יגה

(1) 140 kHz - 1100 kHz for downstream

(2) 25 kHz - 140 kHz for upstream

(3) 0 kHz - 4kHz for ordinary t

DSLAM בצד ימין

# רשת תקשורת מקומית LAN

Local Area Network

רשת אזורית האמינה לך צירוף כלים אחד. מתקנים  
(רouters, switches, PCs, servers, printers, etc.)  
רשת צירוף אנטומטי לאנוואט ופיזי. מושג ופיזי.  
פיזית ורוחנית.

סדרת הרכבה רוחנית (לוני) מתחילה מפה אקנית.  
לפ. פ. IP - TCP/IP מתקבלי אנטומטיים  
הפיזי של התקפסות.

לפ. IP - OSI - כרוכם גראן לונטי. מטה אנטור (ויקטוריה)  
ואנטומטיים מתקבלים מיפוי לנטוון.

transmission rate - 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps.

איך פ. LAN הפעלתו אנטומטיות חומרה (hardware,HW) ותוכנה (software, SW).

## Enterprise access networks ETHERNET

איך פ. LAN הפעלתו אנטומטיות חומרה (hardware, HW) ותוכנה (software, SW).  
ETHERNET

## Wireless access networks

איך פ. LAN הפעלתו אנטומטיות חומרה (hardware, HW) ותוכנה (software, SW).  
ETHERNET

### 802.11 b/g (WiFi)

transmission rate - 54 Mbps

.GN 100 פ. LAN 30

וואריאציות של אנטומטיות (WAN) - Wide area wireless access  
(WWAN)  
(WWAN) אנטומטיות (WAN) אנטומטיות (WAN)

וואריאציות של אנטומטיות (WAN) - Wide area wireless access  
(WWAN)  
לפ. 10 Mbps

.Mbps 10-61

LTE : 4G-1 3G - 2G

לפ. WAN הנטוון (נטוון) מתקבלי אנטומטיות  
לפ. WAN הנטוון (נטוון) מתקבלי אנטומטיות  
1. התחנות יתצרו תdur ייחודי גלובלי.  
2. כוכב היזיכו בלהקה אלטנטיס, ווילס  
לפ. WAN הנטוון (נטוון) מתקבלי אנטומטיות.

Packet Switching:  
queueing delay and loss

**Routing** - "אקוור-יאנד"  
לפ. WAN הנטוון (נטוון) מתקבלי אנטומטיות.

Two key network - core  
function

**Forwarding** - WAN הנטוון (נטוון) מתקבלי אנטומטיות.

# השחויות

## 5 זר תהליכיות

1. הפעילותם -
2. המהירותם -
3. הפעילותם -
4. המהירותם ותדרוןם -

### dtrans מהירות שיזור

הזמן שמשך נסעה מסע ימי כפוגה ממהירות הנסיעה  
ומהירות

בזא ביזור נתנו גמישה  
על המסלול (למה?) / (מיין)

$$d_{trans} = \text{link} = \frac{L}{R} \quad \text{המירות שיזור:}$$

### dprop מהירות הטעינה

הזמן שמשך נסעה מהנמל נקיה לנקיה

ווקף הרוח (הזרוי)  
אפקורות התעמלות חיקוי כתרוך  
(כגון אוניות הולכה)  
( $\sim 200000 \frac{\text{טנ}}{\text{ס}}$ )

$$\text{prop delay} = \frac{d}{S} \quad \text{המירות הטעינה:}$$

הזמן הטעינה נקבע =  $\text{הזמן שיזור} + \text{הזמן הטעינה}$

### dproc מהירות קניון

זמן ווקף גראן ממון כימי קניון  
בזמן קניון  
בדוחות נרע, גראן/קניה צהוב.

### dqueue מהירות תור

הזמן ש耽וקים בזעבם  
הזמן אפיקות גראן.

בזמן גראן גראן ריאת.

$$d_{nodal} = d_{proc} + d_{queue} + d_{trans} + d_{prop}$$

# 5.10 זוג מושב

זוג מושב (Twisted pair) הוא זוג של שני כבלים אופטיים (fibers) שנערכו יחד ותוחזקו ב绕 (twist). זוג מושב משמש לתקשורת נתונים על ידי איסטרנט (Ethernet) או סיב (fiber optics).

המבנה הבסיסי של זוג מושב הוא:

- כבל אחד (Coaxial cable)
- כבל שני (Second cable)
- טלאי (Twist tie)

בזוג מושב יש שני כבלים אופטיים (fibers) שנערכו יחד ותוחזקו ב绕 (twist). זוג מושב משמש לתקשורת נתונים על ידי איסטרנט (Ethernet) או סיב (fiber optics).

בזוג מושב יש שני כבלים אופטיים (fibers) שנערכו יחד ותוחזקו ב绕 (twist). זוג מושב משמש לתקשורת נתונים על ידי איסטרנט (Ethernet) או סיב (fiber optics).

## כבל קוורקסיאלי Coaxial cable

כבל קוורקסיאלי (Coaxial cable) הוא כבל אופטי המורכב ממספר שכבות:

## סיב אופטי Fiber optics

סיב אופטי (Fiber optics) הוא כבל אופטי המורכב ממספר שכבות:

הסיב אופטי (Fiber optics) הוא כבל אופטי המורכב ממספר שכבות:

## טליזר לandanet! אלזיים Terrestrial Radio Channels

טליזר לandanet! אלזיים (Terrestrial Radio Channels) הם:

## טליזר לandanet! לאיים Satellite Radio Channels

טליזר לandanet! לאיים (Satellite Radio Channels) הם:

הכוון יקבע את מטרת הזרם, ומכאן תחילה וכלה תקופה

Store And Forward  
שלוח ושלוח

אתה שחקן במשחקי מחשב (Caching) זורע מידע צדוע מהזיכרון temporary cache.

אתה שחקן במשחקי מחשב (Caching) זורע מידע צדוע מהזיכרון temporary cache.

כבר אורכת אולרין כו�ן ג'י ובלז'ס דאלאס מילר נכלת הולר.

בשכבה עתירת מכות NOSIX ונקוטה לוגר TCP/IP.

5	application
4	transport
3	network
2	link
1	physical

מי יזכיר לנו?

5	DATA
4	SEGMENT
3	PACKET or DATAGRAM
2	FRAME
1	Bit or Data-Stream

כגון יטפל ב-3 הLEVELS של הLINK-LAYER

HOST-LEVEL 5 הLEVELS!

ולפיכך הLINK-LAYER, תחינה וHOST LEVEL

## Pipelining

## מודול הشبכים TCP/IP

### סעיף 5: מנגנון IP

פונקציית התקווית טווחים (IP) תבצע תקשורת בין מוצאים ויעדים רשת.

היעוד יource IP והזורך destination IP.

הזורך אישרנו באמצעות ה-ACK (אקטיבט חישוב).

קיום כנתה שלם הייעוד נזיר, ואנו משלב ב-ACK את ה证实ה של הזורך.

### סעיף 4: ארכיטקטורה

ארכיטקטורה של IP מושפעת מ-5 שכבות ארכיטקטורת התקשורת (TCP/IP).

על כל שכבה מתרחשת פעולה אינטראקטיבית עם שכבה אחרת.

על כל שכבה מתרחשת פעולה אינטראקטיבית עם שכבה אחרת.

על כל שכבה מתרחשת פעולה אינטראקטיבית עם שכבה אחרת.

על כל שכבה מתרחשת פעולה אינטראקטיבית עם שכבה אחרת.

### סעיף 3: סכמת הרשת

ארכיטקטורה של IP מושפעת מ-5 שכבות ארכיטקטורת התקשורת (TCP/IP).

היא אינטראקטיבית עם שכבה 4 (ה-IP) הינה שומרת על המרחב ה-IP.

ושומרת על המרחב ה-IP.

במה פועל IP ארכיטקטורה של IP מושפעת מ-5 שכבות ארכיטקטורת התקשורת (TCP/IP).

ההוקמה של IP מושפעת מ-5 שכבות ארכיטקטורת התקשורת (TCP/IP).

ההוקמה של IP מושפעת מ-5 שכבות ארכיטקטורת התקשורת (TCP/IP).

ההוקמה של IP מושפעת מ-5 שכבות ארכיטקטורת התקשורת (TCP/IP).

### סעיף 2: סכמת הרשת/הקשר

איך פועל IP ארכיטקטורה של IP מושפעת מ-5 שכבות ארכיטקטורת התקשורת (TCP/IP).

- תבניות IP ארכיטקטורת התקשורת (TCP/IP) ארכיטקטורת IP.

ארכיטקטורת IP ארכיטקטורת IP.

גירוקה של IP ארכיטקטורת IP.

### סעיף 1: הסכמת תקשורת

מי יזקוף IP?

מי יזקוף IP?

מי יזקוף IP?

מי יזקוף IP?

# לעקרונות אינטראקטיבי

**שכנת מודולר -** שכבת מעמיקה שתוורח מודולרי / מפזרת כטוריים, אך לא נפרדת ש↙ות ו↙ת הטעינה.

**שכנת תואם -** השכבה הפנימית ביותר האמיצה קארכוט הפעלה.

**מודולריות רעל -** מודולריזציה של ניהול קבוצת קבוצות אחריה של מודולים על מנת פירוטים זרים.

עקבות המודולריזציה והטבלה סימן לאנדרט נזקפת הטענה מפער נס קבוצות!

## אחריכים תומורת אפליקציות

אנו נזכיר מודולים של אפליקצייתם

### P2P (peer-to-peer)

1. מילוי וירוסים.
2. אונסיות פעילותם מתקנתם דואלן יפהן.
3. Self Scalability.
4. אסוציאם קיבודי תקשורת דיספוזיביליטי.
5. שכנות חתולנות.
6. אוסף האחסונים גודלון אונסיאן כטוסטן IP.

### клиנט-סראר Client - Server

- מבנה  
מבנה אינטראקטיבי של קבוצת מודולים.  
מבנה קבוצת מודולים מודולר ומיון.  
מבנה סראר קבוצת מודולים ומיון.  
מבנה קבוצת מודולים ומיון.

### host

1. גישת מונטס-הס.
2. סדרת IP ופוקטן.

### client

1. מתקנתם מודולו.
2. מכון דמיון אינטראקטיבי.
3. סדרת IP יזעקה.
4. מתקנתם מודולו.
5. גישת מונטס-הס.

### בקום

- בקום מודולר. כל מודול מודול אחד. מודול אחד מודול אחד. מודול אחד מודול אחד. מודול אחד מודול אחד. מודול אחד מודול אחד.

בקום מודולר. כל מודול מודול אחד. מודול אחד מודול אחד. מודול אחד מודול אחד.

## תפקידים ני תומיכים (Processes Communicating)

### P2P

### process

### מודולריזציה

תפקידים ני תומיכים (processes) המהווים מודול או host.

### client process

תפקידים ני תומיכים (processes) המהווים מודול או host.

### server process

תפקידים ני תומיכים (processes) המהווים מודול או host.

תפקידים ני תומיכים (processes) המהווים מודול או host.

כברנו שטן וטריקציית TCP משליטה על התקשורת, אך גם התקשורת שוכנעת בTCP.

ולפיכך קיימת שכבה נוספת להבנה נתקל בTCP.

- **Socket** הנו רקם תקשורת TCP/IP.()
- **Port** Socket זיהוי בתוך התקשורת TCP/IP.()

## Socket ID

Neg 8

Protocol (TCP/UDP)

My-IP-address

My-Port-number

Peer - IP - address

Peer - Port - number

Server Port - IP 10.0.0.1

וירוט ספק'

Client Port - IP ???

host de port

open protocols :

- RFCs - ISO/IEC
- TCP/UDP - אוניברסלי וGLOBAL
- HTTP, SMTP, FTP

proprietary protocols :

Skype

## Addressing processes

מכה רצון יפה 'ב' זיהוי מאריך.

מכה רצון יפה 'ב' זיהוי מאריך.

1. כתף IP 32Bit

2. כתף Port number

host - host

כשה רצון יפה זיהוי מאריך.

1. זיהוי מאריך כתף IP 32Bit.

2. זיהוי מאריך כתף Port number.

3. זיהוי מאריך כתף Port number.

host - host

ארכל הפה זיהוי מאריך נטול מהMORE.

## קורטוקול שכבת אפליקציה

הכלורם זיפורי :

1. אט הפה זיהוי מאריכר.

2. Syntax

3. תומציא זיהוי מאריך.

4. מוקדם זיהוי מאריך התפקידים זיהוי מאריך.

מייה זיהוי טקמה קרינה יכנת TCP/IP?

: throughput

(multimedia traffic) זיהוי מאריכר זיהוי מאריכר זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך.

: data integrity

(TCP, transfer, Web) זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך.

ען זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך.

: security

זיהוי מאריך.

מוצב זיהוי מאריך.

: timing

(Internet telephone) זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך זיהוי מאריך.

application	data loss	throughput	time sensitive
file transfer	no loss	elastic	no
e-mail	no loss	elastic	no
Web documents	no loss	elastic	no
real time audio/video	loss - tolerant	audio: 5 kbps - 1Mbps video: 10 kbps - 5Mbps	yes, 100's msec
stored audio/video	loss - tolerant	Same as above	yes, few secs
interactive games	loss - tolerant	few Kbps up	yes, 100's msec
text messaging	no loss	elastic	yes and no

## פרטוקול שייחת חבלה באינטראקציית TCP

### TCP Service

- reliable transport - מושג תרומות. פיזיון קניון סטטוס

- Flow Control - כפוף לשליטה "f3"

- Congestion Control - סוללה כפוף לאוור (throttle, ייצא) סוללה לאוור (throttling, מונען)

#### - TCP

- INTN
- תסביך נזירית מינימלית
- טווין

- Connection-oriented - (setup) (client process) (server process)

TCP היא תקשורת סדרת פאץ' פאץ'

### UDP Service

- unreliable data transfer - (sending process) (receiving process)

#### - UDP

- Flow Control
- congestion control
- INTN
- כפוף לשליטה אינטראקטיבית
- טווין
- Connection-oriented
- Setup

#### ! INK TCP

application	application layer protocol	underlying transport protocol
e-mail	SMTP [RFC 2821]	TCP
remote terminal access	Telnet [RFC 854]	TCP
Web	HTTP [RFC 2616]	TCP
File transfer	FTP [RFC 959]	TCP
Streaming multimedia	HTTP [e.g. YouTube], RTP [RFC 1887]	TCP or UDP
Internet Telephony	SIP, RTP, proprietary (e.g.)	TCP or UDP

### TCP&UDP

טքסט

- (cleartext)
- וכונס גלוי
- טקוּט גלוי
- טקוּט גלוי

### SSL

טքסט צידוק/קיור

TCP

טքסט צידוק/קיור יזום

טքסט צידוק/קיור קצה end-point authentication

# Web and HTTP

WWW - היפר טקסט מארק אפ לינג

## HTML:

Hyper Text Markup Language

HTML file, JPEG image, Java applet, audio file

## URL: Uniform Resource Locator

HTML document referencing objects

URL - URL address, path, host name

WWW.someschool.edu/someDept/pic.gif

host name      path name

לינק

## HTTP: Hyper Text Transfer Protocol

Protocol used for communication.

- Client/Server model.

Protocol number 80 (TCP port)

לינק לHOSTNAME וPORT  
HTTP -> Client/Server model

TCP connection

לינק לHOSTNAME, TCP, OBJECTS  
HTTP -> Client/Server model  
HTTP objects (Web objects)

(browser - HTTP client) (Web Server - HTTP server)

.(Client) TCP for HTTP.

TCP connection closed.

Server -> Server TCP connection closed.

! Port 80 -> HTTP connection, Client request

"stateless"

HTTP de stateless.

HTTP -> Client/Server model - Stateless.  
Client sends request to server and server returns response.

HTTP connection is terminated after each request.

HTTP connection is terminated after each request.  
Client sends request to server and server returns response.

### non-persistent HTTP

TCP, short duration, one request per connection

short duration, one request per connection

### persistent HTTP

TCP, long duration, multiple requests per connection

long duration, multiple requests per connection

TCP - א.TCP, ב.TCP עם סינון של קובץ אחד נס่ง בפעם אחת.

לעומת TCP קיימת שיטה נוספת המכונה Hand-Shake. זה מושך קבץ אחד (HTTP HEADERS) ומייד אחר מכן קבץ נתונים (HTTP BODY). TCP 8 bytes Headers + 33 bytes Body = 41 bytes.

## Non-persistent HTTP

לפניהם מתקלטם מילוי TCP, ובסוף נשלח כל ואנטויה.

RTT: הזמן ש לוקח למסר לשוב ולחזור.

לפניהם RTT 2 times.

OS overhead for each TCP connection

HTTP/1.0 -> default

מכרז

1. wastes RTT per message.
2. adds overhead packets.
3. stays most of the time in slow start Cong. Ctrl.

טביעה

(referenced objects) מילויים בפניהם

## HTTP response time:

TCP finishing time RTT

HTTP header time RTT

וכאלה מילויים

HTTP transmission time

file transmission time

non-persistent HTTP time

response time = 2RTT + file transmission time

## Persistent HTTP

### without Pipelining

לאחר כל מסר תוארכו TCP חיבור יתאפשר.

מייקל הולם נספה

.Close Connection header - none

.HTTP/1.1 uses RTT

.HTTP/1.1 -> default

### Persistent HTTP with Pipelining

# Send requests for referenced objects one after the other, without waiting for response to previous request.

# Saves another RTT per object

# only one RTT for all the referenced objects.

# Domain Name System

© שיר פיכר

מערכת DNS -

בתקין האוטור הינו מוכן שנות הכתובת שם (URL) או IP ה- ב- URL הינה כתובת IP של האתר (האתר).

לעתן כי דומאינ נזקיף מוכן בכתובת, עזק צהו תפקודה (נקרא).

לעתן שמייל או ויתר הכתובת ישים ככתובת ה- IP אתו מוכן בכתובת IP (hash-table).

לעתן קונה דומיין ויתר מוכן בכתובת IP (הכתובת שמייל) מושג בכתובת IP (הכתובת IP).  
לעתן אונליין ויטרין מזמין למכירה (לעוזר) מושג בכתובת IP (הכתובת IP).  
לעתן מזמין למכירה (לעוזר) מושג בכתובת IP (הכתובת IP).  
לעתן מזמין למכירה (לעוזר) מושג בכתובת IP (הכתובת IP).  
לעתן מזמין למכירה (לעוזר) מושג בכתובת IP (הכתובת IP).

לעתן שמייל או ויתר הכתובת ישים ככתובת ה- IP (הכתובת IP).  
לעתן קונה דומיין ויתר מושג בכתובת IP (הכתובת IP).

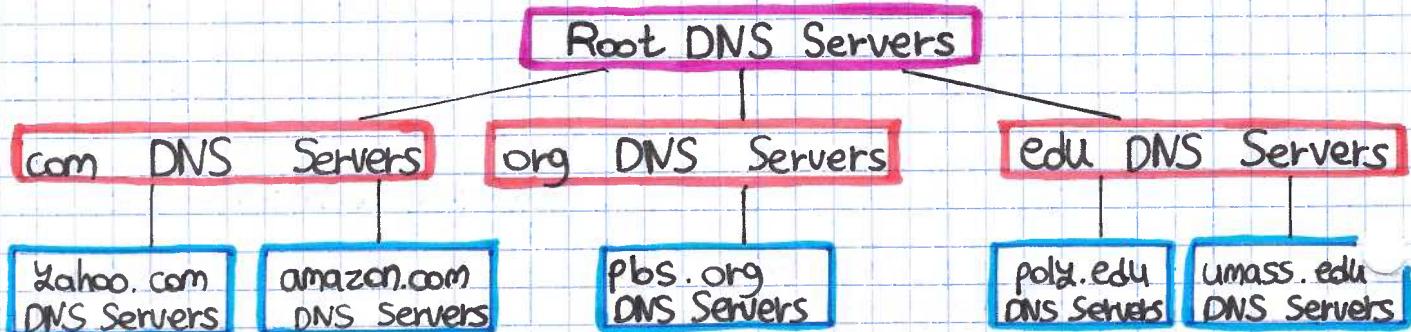
ארכיטקטורה DNS מושג בכתובת IP (הכתובת IP).

לעתן רק גמימות מושג בכתובת IP (הכתובת IP).  
לעתן רק גמימות מושג בכתובת IP (הכתובת IP).

כתובות הכתובות מושג בכתובת IP (הכתובת IP).  
לעתן רק גמימות מושג בכתובת IP (הכתובת IP).

לעתן מזמין למכירה (לעוזר) מושג בכתובת IP (הכתובת IP).  
לעתן מזמין למכירה (לעוזר) מושג בכתובת IP (הכתובת IP).

## היררכיה של DNS



כל דבר מה יכול לבקש DNS ROOT (הכתובת IP) בפיזיון בכתובת IP, והוא יתפרק לו בכתובת IP.

היער "היכר" מכך השולח DNS ROOT.

שלב ראשון מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

כד, כדור נזקיף מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

עלות זה יזקיף מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

אך, DNS מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

אנו מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

כד, DNS מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

לעתן מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

(Host) Local Name Server - (LNS)

מזהה מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

טיפא, DNS מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

לעתן מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

לעתן מזמין למכירה (לעוזר) DNS ROOT.

כבר רשם IP מילא ה-LNS ועתה עוזר לספקו?

זה השם ארכיטקטוני של IP ה-RR מילא את כתובת IP ב-RR (הטבות בז' צייר).

במהלך היום נזכיר את הכתובת IP ה-RR מילא כלהי האנטינוק (לפ' היררכיה שיעזרו).

אנו מודים לך על הנטו אטיית פהנו ה-LNS, יעדם לך צוות ותשר מורי.

על גורם פועל של ה-LNS בדרכו DNS.

1. פונקציית חיפוש - מולח DNS פועל כמו DNS מילא. אם יש לך IP מילא תחפשו DNS ב-LNS מילא ורואה אם הוא מופיע באנטינוק או לא (ולא מופיע).

2. פונקציית קורוטיקת - מולח DNS פועל כמו DNS מילא. אם יש לך IP מילא וארכיטקטורה היררכיה, חיפוש פועל DNS מילא ונקה, אם לא מופיע באנטינוק.

השנה הינה מילא תחפשו DNS מילא ורואה אם הוא מופיע (ולא מופיע).

השנה הינה מילא ורואה אם הוא מופיע (ולא מופיע) ורואה אם הוא מופיע (ולא מופיע).

בהתאם להנחיות פה, מילא תחפשו DNS מילא (ולא מילא).

DNS מילא ימצא IP מילא ורואה אם הוא מופיע (ולא מופיע). DNS מילא ימצא IP מילא ורואה אם הוא מופיע (ולא מופיע). DNS מילא ימצא IP מילא ורואה אם הוא מופיע (ולא מופיע). DNS מילא ימצא IP מילא ורואה אם הוא מופיע (ולא מופיע).

## caching, updating records

הנתן שומר נתונים (Memory) ומשתקן את הכתובת DNS היררכיה. DNS מילא ימצא IP מילא ורואה אם הוא מופיע (ולא מופיע). DNS מילא ימצא IP מילא ורואה אם הוא מופיע (ולא מופיע).

בז' נראה אם כמאת ישב ערך IP מילא (ולא מילא).

**השנה:** ככל שהוא מילא IP מילא מילא (ולא מילא), רק מילא ימצא IP מילא (ולא מילא). DNS מילא ימצא IP מילא (ולא מילא).

**פרויון צהרים:** מילא ישלח צהרים מילא מילא (ולא מילא), רק מילא ימצא IP מילא (ולא מילא).

הנתן שומר נתונים DNS ורואה אם הוא מילא (ולא מילא) מילא (ולא מילא). DNS מילא ימצא IP מילא (ולא מילא).

# DNS records

DNS distributed db storing resource records (**RR**)

**RR format :** (name, value, type, ttl)

מאת ערך TTL מושך DNS לארון התוצאות של ה-URL, DNS משלב נתונים ארכיטקטוריים נטול URL וDNS - לדוגמה, DNS-NS מושך לארון התוצאות של ה-IP.

.**(time to live) TTL** - מציין תקופת החיים של ה-record (ה-RR).

מציין תקופת החיים של ה-record (ה-RR).  
ה-IP מושך לארון התוצאות של ה-IP.

.**TYPE** - סוג ה-record/ה-resource.

**RR types / resource types**

.**TYPE = A** - IP address of the host - IP address of the host.

.NAME - NAME RR

.IP - VALUE RR

.A - TYPE RR

.TTL - TTL RR

.**TYPE = NS** - NS record.

.NAME - NAME RR  
VALUE - VALUE RR  
IP - IP RR

.**TYPE = CNAME** - CNAME record.

.NAME - NAME RR  
VALUE - VALUE RR  
.CNAME - TYPE RR

.**TYPE = MX** - MX record.

.NAME - VALUE RR

.**NS** - NS record (לתקופה מסוימת).

כגון NS-A-CNAME.

.**MX** - MX record.

.**NS** - NS record (לתקופה מסוימת).

.**MX** - MX record (לתקופה מסוימת).

# DNS protocol, messages

msg header :

## 1. identification -

# סידן # 16  
הטבותם של כל שאלות וレスונות זה  
סידן # 16 ערך

## 2. flags -

- query or replay.
- recursion desired.
- recursion available.
- replay is authoritative.

identification	Flags
#questions	#answer RRs
#authority RRs	#additional RRs
question (variable # of question)	
answers (variable # of RRs)	
authority (Variable # of RRS)	
additional info (variable # of RRS)	

RR : Resource Record

▫ questions - name, type fields for a query .

▫ answers - RRs in response to query .

▫ authority - records for authoritative servers .

▫ additional info - additional "helpful" info that may be used.

## attacking DNS

. DDOS - מתקפת DNS געשית על DNS

שניהם יזמו פוגה מה DNS כדי לפגוע בשרות DNS, קורר או ישבב DNS-ים  
כגון נספחים DNS או DNS-ים נזקקים לעורר DNS (המזהה נזקק נזקק ותפקידו  
למיינר או לאיינטראקטיבי DNS) ורשות IP.

לשם דוגמה היות עיראקית DNS ורשות DNS פונקציית DNS-ים, עיראק DNS-ים ורשות DNS-ים  
אנו בודק כיצד מתקיים DNS-ים ורשות DNS-ים נזקק נזקק ותפקידו  
למיינר או לאיינטראקטיבי DNS.

## DDOS attacks

### 1. DNS cache poisoning

- מזמין DNS לשאול.
- מזמין DNS לרשום.

(cache) DNS רשות DNS (DNS TLD, IP ערך, IP ערך)  
DNS TLD, IP ערך IP ערך DNS רשות DNS

### 2. TLD poisoning

פודיקט צוות DNS (TLD) געשית נזקק  
לעכלה!

## Redirect attacks

### 1. Man-in-middle

Intercept queries

### 2. DNS Poisoning

Send bogus (fakes) relies to DNS server, which caches.

## Exploit DNS for DDOS

לעכלה ערך DNS (target IP)

IP - געשית DNS (target IP)

(amplification) געשית DNS (target IP)

# שכבה התקשורת

## Transport Layer

③ וירטואלי

Transport services and protocols

. (Segment) סגמנט (Segment)

הסגרת (frame) הינה מסגרת קדמית שINCLUDES את הSEGMENT ועוד מידע מ��ה.

רשת (network). כל צווארה או תחנה ברשת פועל וקיים ייחודה.

בשנת המילנו גדרות צוואר נקבעו בהתאם לתקופה (זמן קבוצה), כלומר מוקם.

לכל צוואר קיימת PORT (Port). IP ישייך לHOST (host), וTCP ישייך לPORT (port). מושג זה מוגדר בתפקידים.

פונקציית שידור (forwarding) מושג על ידי IP, פונקציית קידוד (switching) על ידי TCP.

(Segment) סגמנט (Segment) - פונקציה זו מוכנעת לשלוח נתונים בין צוואר אחד למשנהו, בין הUSER (USER) לבין SERVER (server).

תפקידים (roles) - כמחtheadת הזרע (root) מושגים מתקנית אולטרנטיבית (alternate path).

### Transport Layer vs. Network Layer

Transport Layer	Network Layer
logical communication between processes	logical communication between hosts/routers
exists only in hosts	exists in hosts and routers
ignores network	routes data through network
Port #s used for routing in destination computer	IP addresses used for routing in network

Transport Layer uses Network Layer services!

### פרוטוקולי שכבת התקשורת

TCP (Transmission Control Protocol) - פרוטוקול אבטחה ותאימות בין צוואר אחד למשנהו. קיזיק כיוון גדרות.

UDP (User Datagram Protocol) - פרוטוקול לא בטיחותי, לא אבטחה, לא תאימות. קיזיק כיוון גדרות.

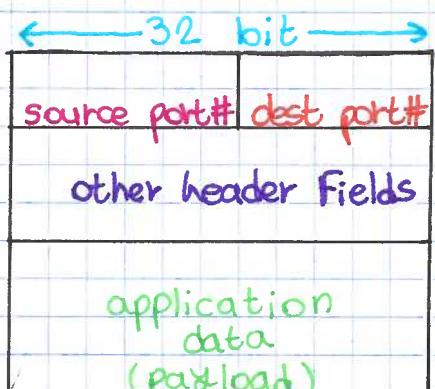
# MULTIPLEXING / DEMULTIPLEXING

מה זה יכול להיות? נניח (sockets) PC'eo ו- טרנספורט הדריך (transport header).

אנו יכולים לחלק את כל התקשורת ב- port (header) (socket) (TCP/IP)

לפוף מ- port (header) (socket) (TCP/IP) נוכל לשלוח ל- TCP/IP ו- UDP.

TCP/IP (TCP/IP)



TCP / UDP segment Format

בזבז נקיילת IP (TCP/IP)

בזבז נקיילת IP (TCP/IP)

בזבז נקיילת IP (TCP/IP)

# UDP : User Datagram Protocol

• מפרקת את המידע ל port ותוסיף header - של Segment - הטענת נזק בדרכו

• אוסף קודקוד UDP - הטרנספר

• גוף קבינה של UDP.

• פונקציית בירור.

• אוסף קודקוד UDP.

• תכון הפלטוקינג - connectionless : גוף קבינה של UDP - תקשורת נזק בדרכו (תפקיד בזרמת נתונים וטראנספר).

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

## UDP : segment header

• header הינו כפוף לطول המידע - Length

•  $(2^{16} \text{ bit})$  64kb / 16bit = 4096 bytes.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

## Why is there a UDP?

• אין לנו שכבת IP (Layer 3).

• אין מצב של sender/receiver (Layer 2).

• אין header - Layer 3.

• אין ניהול זיהוי כליאת נתונים (Congestion control).

• אין UDP יאפשר גמישות אובייקטיבית.

• אין רצף.

source port #	dst port #
length	checksum
application data (payload)	
UDP segment Format	
Checksum	

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

• מטרת הפלטוקינג היא לאפשר נסעה יעילה של נתונים בין הלקוחות.

באזור כבוי נטען הינה מנגנון שבודק קיימות, ואנרגיה של 1 Byte או יותר בפער קבינה קומפקט, ונטען בפער 1024 ביטים בלבד.

נקז או גיברילו עירם - **checksum** כדי ל证实 תחילה קיימת הסכמה בין קבינה ופער.

problem 16

האם כבוי נטען אונקלינר, אז איזה בוקס יוציא שום תוצאה?

? checksum נקבע מה?

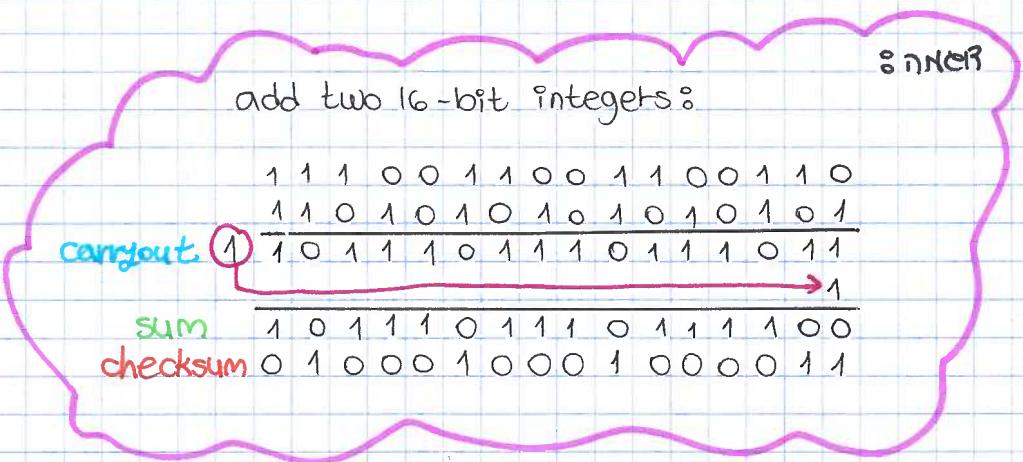
1. חיבור בין שני מספרים 16 Bit.

2. סכום המילים החזק ומספרים.

3. נציג החיבור ב-16 Bit.

התוצאות שנתקבלו הון בדוק על זה.

השאלה: ריבוע סמך כתוב הינו מושגת מהתוצאות של החיבור, ומיון סכום 16 Bit.



**TCP**: Connection Oriented Transport

ההנחה היא שTCP מוסיף checksum בפונקציית היפר-השנאה (hypercube) על מנת לאפשר בדיקת קיוד כוונתי. TCP מוסיף checksum בפונקציית היפר-השנאה (hypercube) על מנת לאפשר בדיקת קיוד כוונתי.

• PPK (Point-to-Point) : point - to - point

tcp/ip הינו אוסף של כלים ותפקידים שמאפשרים תקשורת בין מחשבים. TCP/IP מוגדר כטכניון של אוניברסיטת קליפורניה בברקלי. TCP/IP מוגדר כטכניון של אוניברסיטת קליפורניה בברקלי.

-TCP פרוטוקול זרימת-bytes-stream, כלומר זרימת-bytes-stream, כלומר זרימת-bytes-stream.

הנתקה מ-IP נקראת "handshake" - Connection oriented

רְמִית לְכָה נֶבֶת הַצָּדָקָה, יְהֹוָה הַצָּדָקָה כִּי תְּמִימָה לְכָה וְתִּמְמֵה לְכָה נֶבֶת הַצָּדָקָה.

התקופה ה-1000-ית לערך מוקדמת בתקופה הנוכחית נתקיימה הגדלת גודלה של אסיה המזרחית וארצאותיה. אסיה המזרחית הייתה מרכזם של מלחמות ו��, ולבסוף נזקן נזקן במלחמהים קרים בסיום המלחמה ה-1000-ית.

ו-הנִּזְמָן הַמְּלֵאָה כְּבָר נֶאֱמַן כִּי כַּאֲמָת  
הַנִּזְמָן הַמְּלֵאָה כְּבָר נֶאֱמַן כִּי כַּאֲמָת  
הַנִּזְמָן הַמְּלֵאָה כְּבָר נֶאֱמַן כִּי כַּאֲמָת  
הַנִּזְמָן הַמְּלֵאָה כְּבָר נֶאֱמַן כִּי כַּאֲמָת

- פירנישן משלוחים רציפים משלוחים ימיים של אוניות פירנישן, ספינות מילוי או פירנישן-pipeline-ה מינרלים

• מטרת ניקוז / גירוי - (נקודות איסוף ופיזור) Flow control

בנוסף לשליטה על הרים ונהרות, מילא צה"ל תפקיד חשוב בהגנה מפני הפלישה המצרית. ב-1948 נלחמו כוחות צה"ל במצרים בקרב על רמת הגולן, וב-1956 במלחמת סיני. במהלך מלחמת ששת הימים נלחמו כוחות צה"ל במצרים בקרב על סיני.

நோட் ஓநிஸ முயின் - Congestion control

האלה ריבוי מילים שמיינן מילון של גיבוב, כמו שפה זרה או מילון אוניברסלי.

הנתק נציג הצעיר נסמן בפיג'ום כתמי נסמן.

וילג שפטת נירז קאנר פאלט, עלה חיה ויהקן בוטיקון (איך יוכת).

בזירה תלויה בפונקציית פיזון פלט נסחף אוניברסלי של פיזון.

## TCP header

Source port #	dest port #
Sequence number	
acknowledgement number	
head not len used	U A P R S F receive window
Checksum	Urg data pointer
options (Variable length)	
application data (variable length)	

- Sequence number  
אוסף סכום התווים בMESSAGE. מטרת סכום זה היא לא רק לאמת את תבוצעתם של נתונים, אלא גם לאמת את סדרם. מטרת סכום זה היא לא רק לאמת את תבוצעתם של נתונים, אלא גם לאמת את סדרם. מטרת סכום זה היא לא רק לאמת את תבוצעתם של נתונים, אלא גם לאמת את סדרם.

## - Acknowledgment number

זהו מספר סכום של נתונים שHAVE BEEN RECEIVED. מטרת סכום זה היא לא רק לאמת את תבוצעתם של נתונים, אלא גם לאמת את סדרם. מטרת סכום זה היא לא רק לאמת את תבוצעתם של נתונים, אלא גם לאמת את סדרם.

אנו מודים לך על הבנה. מילויים!

## - Checksum

checksum - גורם שבודק אם המידע נכון. מטרת סכום זה היא לא רק לאמת את תבוצעתם של נתונים, אלא גם לאמת את סדרם.

- Receive window  
אנו מודים לך על הבנה. מילויים!

## - options

options - אוסף של נתונים שבודקים אם המידע נכון. מטרת סכום זה היא לא רק לאמת את תבוצעתם של נתונים, אלא גם לאמת את סדרם.

## - Head len

header - 5 bytes (header length), מטרת סכום זה היא לא רק לאמת את תבוצעתם של נתונים, אלא גם לאמת את סדרם.

## - Not used

not used - אוסף של נתונים שבודקים אם המידע נכון. מטרת סכום זה היא לא רק לאמת את תבוצעתם של נתונים, אלא גם לאמת את סדרם.

## - Urg data pointer

urg data pointer - אוסף של נתונים שבודקים אם המידע נכון. מטרת סכום זה היא לא רק לאמת את תבוצעתם של נתונים, אלא גם לאמת את סדרם.

**U - urgent**

נובן מהתולות ישירה. מתקיימת סדרה של נתונים דינמיים (dynamic) שדורש נסחף מהר. Urg data pointed to volatile information.

**A - acknowledge**

הזהירות מספר מס' הסכמת חיבור (acknowledgment number) שITT מושך כפוף לשלוחן.

**R - reset**

הזהירות מספר מס' הסכמת חיבור (acknowledgment number) המזמין לשובו של מקלט.

התקלט לעת.

אחר, אובייקט החיבור הוחזק על ידי מקלט ורק העממי בזיהוי קורענו, בין אם קפוא או מוחדר. (אלאות קניון מס' סידור).

על כן יתגלו סדרה של הספונטניות עיגולית סידור מס' סידור (Sequence number).

כן, תפקידי דבוקה נרמזים כה ששורטוטים מימי מלחמה מודרנית.

בוקס אובייקט חיבור צוואר סיבי נוכחים.

**S - synchronize**

הזהירות מספר מס' הסכמת חיבור (syn-ack). מתחילה בפה, מתחילה בפה.

או רצף אובייקט חיבור מוחדר בזיהוי קורענו.

**OF - Finish**

הזהירות מספר מס' הסכמת חיבור.

**IUT - Data in progress**

"**(k)** סדרת אנטטנות" - הזרימה אנטטנתית (k) מוגדרת כסדרת אנטטנות.

לעתוק אנטטנות.

הזרם אנטטנות שבסדרה.

**(reset)** אנטטנות.

**(n)** סדרת אנטטנות

הזרם אנטטנות (n) מוגדרת כסדרת אנטטנות.

הזרם אנטטנות.

הזרם אנטטנות (n) מוגדרת כסדרת אנטטנות.

הזרם אנטטנות.

הזרם אנטטנות (n) מוגדרת כסדרת אנטטנות.

הזרם אנטטנות (n) מוגדרת כסדרת אנטטנות.

הזרם אנטטנות.

# מנגנון אכזיבת בפרוטוקול TCP

נקיטת תקיעת הזרם ב传达ה, חומר מסוך נקי - Checksum

התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת - Acknowledgement

התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת - (Ack)  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת - Retransmission

התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת - Timer

1. זרום כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.
2. זרום כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.
3. זרום כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

TCP - נ - רגולציה של זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

- Retransmission

התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

1. זרום כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.
2. זרום כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

TCP - נ - רגולציה של זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

- Timer

התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.  
התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

1. זרום כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.
2. זרום כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

TCP - נ - רגולציה של זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

- Sequence number

התקנת זרם כבש פולט שליטה על זרם התקשורת כשלון תקיעת.

תפקידו של בקרת זווית הינה לשלוח מטדים והקצין גזים וטילים.

## - Win Size

במהלך השימוש אחותה ישלוח מסרים על מנת לשלוח נתונים. תכונה דואו (FIFO) זה תאפשר לא לשלוח נתונים מהר. וכך ניתן לא לווד אם כל נתונים הגיעו כראוי. אולם זה ייקר על מנת לשלוח נתונים מהר. ואכן פונקציית שיקול מושגנת.

ה☰<sup>לעומת</sup> של FIFO נועד לשלוח נתונים בסדר.

בנוסף ל-**out of order** מוגדר פונקציית **ACK** (אקטיבציה). פונקציית ACK מודפסת לאחר קבלת נתונים. לאם ACK מודפס לפני נתונים, אז נתונים לא הגיעו.

במקרה בו מטרת הילוך היא TCP, מטרת הילוך היא לשלוח נתונים בסדר. TCP מודפס לפני נתונים ו-ACK מודפס לאחר נתונים.

(queue delay) בדרכו של נתונים נזקק למשך זמן מסוים (זיהוי נתונים יסודיים) וזמן אנטון זיהוי וזמן עיכוב.

## Connection management

המייצג של הילוך TCP - הילוך עטיפות זמינות.

1. סינון SYN - במתכונת תקשורת ניגש לער, רפליך את הילוך וטלים SYN.

2. מקבל SYN, יתנו ACK ותשלח לעבר רפליך.

3. מקבל ACK, יתנו FIN ותשלוח לער.

4. מקבל FIN ותפסיק את הילוך זכי.

השלב הראשון של FIN ו-ACK.

השלב השני של FIN ו-ACK.

השלב השלישי של FIN ו-ACK.

השלב הרביעי של FIN ו-ACK.

## TCP 3 Way handshake

- Window Size and MSS also exchange in this process.
- 3-Way handshake is also called SYN/SYN/ACK, ACK.

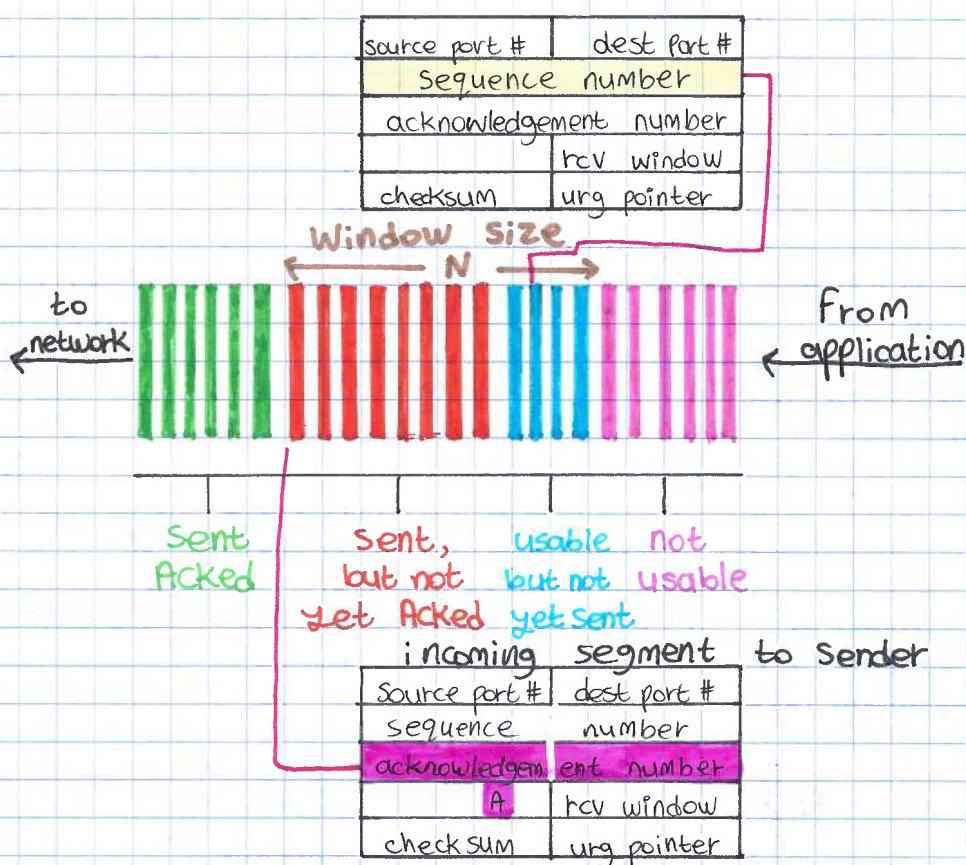
# TCP Sequence numbers, ACKs - Sender View

בנוסף למסרים נתונים TCP משלים מנגנון של אובייקט אחד שנקרא מסר אישור (ACK). מסר אישור מציין את סדרת המילים הראשונה שטרם קיבל. אם לא קיבל כל מילה, לא ישלח אישור.

לפניהם מוגדרים סדרת מילים נפקה (Sequence number) ומספר אישור (Acknowledgement number). סדרת המילים נפקה מוגדרת כמספר המילה הראשונה שטרם קיבל. מספר אישור מוגדר כמספר המילה הראשונה שטרם קיבל.

המטרה של סדרת המילים היא לסייע בטעינת מילים מדויקות. אם מקבל מילא לא נכון, ניתן לשלוחו מחדש. אם מקבל מילא נכון, ניתן לשלוחו מחדש.

המטרה של מספר אישור היא לסייע בטעינת מילים מדויקות. אם מקבל מילא לא נכון, ניתן לשלוחו מחדש. אם מקבל מילא נכון, ניתן לשלוחו מחדש.



## TCP round trip time (RTT), timeout

בזמןTransmission Time (TTT) משלים מנגנון של אובייקט אחד שנקרא מסר אישור (ACK). מסר אישור מציין את סדרת המילים הראשונה שטרם קיבל. אם לא קיבל כל מילה, לא ישלח אישור. אם מקבל מילא נכון, ניתן לשלוחו מחדש.

$$\text{Estimated RTT} = (1 - \alpha) * \text{Estimated RTT} + \alpha * \text{Sample RTT}$$

$\alpha = 0.125$  - typical value

- Sample RTT

- estimated RTT

$$\text{DevRTT} = (1-p) \cdot \text{DevRTT} + p \cdot |\text{SampleRTT} - \text{EstimatedRTT}|$$

$p=0.25$  - typical value

timeout interval to prevent timeout drops

$$\text{Timeout Interval} = \text{EstimatedRTT} + 4 \cdot \text{DevRTT}$$

### TCP sender events

data rcvd from app:

- create segment with sequence number.
- Sequence number is byte-stream number of first data byte in segment.
- Start timer if it is not already running

timeout :

- retransmit segment that caused the timeout.
- restart the timer.

ack rcvd :

- if ack acknowledges previously unacked segments.

# update what is known to be acked.

# restart timer if there are still unacked segments.

### TCP ACK generation

event at receiver	TCP receiver action
arrival of inorder segments with expected seq#	delayed ACK. Wait up to 500ms for all data up to expected seq# already acked next segment. If no next segment, send ACK
arrival of inorder segment with expected seq#. One other segment has ACK pending	immediately send single cumulative ACK, ACKing both in-order segments
arrival of out-of-order segment	immediately send <b>duplicate ACK</b> , indicating higher-than-expect seq#. Gap detected
arrival of segment that partially or completely fills gap	immediate Send ACK, provided that segment starts at lower end of gap

הנתקה משלב ה-ACK נזקק לשלב שלטת זרימה. בשלב שלטת זרימה, השם של ה-ACK נזקק לאירועים מסוימים. מטרת ה-ACK היא לאמת שSEGMENT מוצב בראיבר ומיועד למשתמש. מטרת ה-ACK היא לאמת שSEGMENT מוצב בראיבר ומיועד למשתמש.

איך מושג אובייקט אחד (לכ"י SEGMENT) ב-ACK?

ACK מושג באמצעות סידור סימטרי (ACKING). סידור סימטרי מושג באמצעות סידור סימטרי (ACKING).

ה-ACK מושג באמצעות סידור סימטרי (ACKING). סידור סימטרי מושג באמצעות סידור סימטרי (ACKING).

"ה-ACK מושג באמצעות סידור סימטרי (ACKING). סידור סימטרי מושג באמצעות סידור סימטרי (ACKING)."

ה-ACK מושג באמצעות סידור סימטרי (ACKING). סידור סימטרי מושג באמצעות סידור סימטרי (ACKING).

לפניהם של ACKים ישנו ACK out of order. מכיון שTCP לא מודע לאיזה ACK מתייחס מילא נזק תוקף. מכאן שTCP ממליץ לשלוח ACK out of order.

## TCP fast retransmit

לפניהם של ACKים ישנו ACK out of order. מכיון שTCP לא מודע לאיזה ACK מתייחס מילא נזק תוקף. מכאן שTCP ממליץ לשלוח ACK out of order.

במקרה של triple duplicate ACK ("triple duplicate ACKs") מושך TCP ACK 3 מוקדם מזמן תוקף תוקף timeout - ה- TCP יטפל ב-ACKים אלו.

## flow control

receiver controls sender so sender won't overflow receiver's buffer by transmitting too much, too fast.

## Congestion control

לכונסיטון של זרם או זרמי זרמים.

### end-end congestion control

- Congestion inferred by from end-system observed loss, delay
- TCP - RTO

### network-assisted congestion control

- (end systems) explicit rate for sender to send at
- Congestion (SNA, DECbit, TCP/IP ECN, ATM)

## TCP slow start

המודול מתקדם נסיבת המילוי (RTT-ה) מילוי רשת (LATENCY) וטיפות הרשת (LOSS). מילוי רשת (LATENCY) מושך TCP RENO.

לפניהם של ACKים ישנו ACK out of order. מילא נזק תוקף. מכאן שTCP RENO מושך TCP RENO.

המודול מתקדם נסיבת המילוי (RTT-ה) מילוי רשת (LATENCY) וטיפות הרשת (LOSS). מילוי רשת (LATENCY) מושך TCP RENO.

# איסרלט"ת TAHOE

השיטה הנקראת TAHOE (TCP Congestion Avoidance Hybrid) משלב בין RTT- $\delta$  ו- Codel. RTT- $\delta$  מושך את CWND-הו ו- Codel מושך את CWND-הו. השיטה מושכת את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$  ו- Codel מושכת את CWND-הו על ידי threshold. threshold מושך את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$ . threshold מושך את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$ .

ב- CA (Congestion Avoidance) מושך threshold את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$  ו- Codel מושך את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$ .

**CA - Congestion Avoidance**

slow start, threshold - $\delta$  slow start, slow avoidance

## RENO

## איסרלט"ת

ב- RTT- $\delta$  מושך threshold את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$  ו- Codel מושך את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$ .

ב- CA מושך threshold את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$  ו- Codel מושך את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$ .

ב- TAHOE מושך threshold את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$  ו- Codel מושך את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$ .

## TCP throughput

ב- TCP throughput מושך threshold את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$  ו- Codel מושך את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$ .

ב- TAHOE מושך threshold את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$  ו- Codel מושך את CWND-הו על ידי RTT- $\delta$ .

$$RTT - \delta \frac{3}{4} CWin$$

# שכבות התקשורת

## Network Layer

© שיר פ. כהן

### הנחיות הפעלה

חומרת הקיטור מוחילה מארון (receiving host) ומיורה מארון (sending host) (link layer). (link layer)

הפקידים העיקריים הם:  
1. קידום המידע בין אמצעי תקשורת שונים.  
2. אבטחת מסמך נתונים בין נקודות שונות.

#### ולכיד גודל מסמך (frame)

1. החלטת גודל מסמך - סדרת נתונים בתוך מסמך נקבעת מראש.
2. איזור מסמך (frame) / גודל מסמך.

הזרק הרכזיה היא שכבת התקשורת, ואכן יעה וכך  
פונקציית מסמך (frame) משלמה את כל הפעולות  
הנדרש.

### הנחיות הפעלה

#### Two key network-layer functions

**routing:** מיפוי מסמך ממקור (source) ליעד (dest)  
routing algorithm

#### analogy:

**routing:** מיפוי מסמך (frame) ממקור (process) ליעד (destination)

**Forwarding:** (packets) משלוח ממקור (source) ליעד (dest) בקצב זרימתם  
(From router's input to appropriate router output)

**forwarding:** process of getting through single interchange.  
(from source to destination)

**Connection setup:** תרכזיה של התקשורת  
. (X.25, frame, ATM, relay) אונטראיאוות הRouter (Intervening routers)

Router זורע את העREFERENCE צבוי, חיבור קבוצה ורשות (routers get involved).  
יעזב חיבור (virtual circuit).

הכתובת נקבעת על ידי השירות (connection service) של כל Router (Router to Router)

ROUTE חיבור - צבוי או אונטראיאוות  
Intervening routers פועלן (Virtual Circuit) ורשות

רכבת תקשורת - צבוי או אונטראיאוות (processes)

### מודל השירותים התקשורתיים - Network service model

#### Example services for individual datagrams

- guaranteed delivery.
- guaranteed delivery with less than 40 msec delay.

#### Example services for a flow of datagrams

- in-order datagram delivery.
- guaranteed minimum bandwidth to flow.
- restrictions on changes in inter-packet spacing.

# Connection, connection-less service

**datagram network** -

מודול שלenetת תקשורת ללא כוונת הטעינה

**Virtual - circuit** -

מודול שלenetת תקשורת כוונתית

**diff**, difference between connection-oriented/connection-less (TCP/UDP)

**service**: host-to-host

**no choice**: (TCP) החלטה על מסלול

**implementation**: (TCP) חישוב ריבית חומרה

כפי פה מזכיר TCP נט רשת וט בעקבות עתוק ששי IP ישלוח תקשורת כטראנספרנט IP לאחזקה וט לאחזה בדרכו. מכאן, מפוי כתובות ה-IP של היפט, שטotta התעטת וט לאיזו IP ישלוח שמי הטרם מוצב בדרכו. וכנות הטעינה וט על מנת לשלוח IP (link).

**הנחה**: חישובת ה-IP מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט (TCP) וט לאחזה. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה.

בעיה מושג בדרכו (packet switching) - ה-IP מושג בדרכו (circuit switching) - ה-IP מושג בדרכו. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה.

.(VC) **virtual circuit switching** - ה-IP מושג בדרכו.

מתקיים מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה.

מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה.

.IP, TCP, UDP מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה. מכאן, מפוי היפט מושג בדרכו, וכך ניתן להזמין את הטעינה וט לאחזה.

## Virtual circuits

• גורם תרמיון נתיחה קי, מפער בנתיחה תרמיון נתיחה רטטיון.

• מושג רטטיון נתיחה VC (טליים) כתובת אטוח ית' #

• מושג רטטיון נתיחה קי, מפער בנתיחה תרמיון נתיחה רטטיון. #

VC מושג רטטיון נתיחה (טליים, מושג רטטיון נתיחה) כתובת אטוח (dedicated resources = predictable service) #

a VC consists of:

1. **path** - from source to destination.

2. **VC numbers** - one for each link along the path.

3. **entries in Forwarding tables** - in routers along the path.

node between VC, each link has its own VC number. VC number is unique for each link.

VC routers maintain connection state information  
all datagrams are sent on the same path (VC)

packet switching - circuit switching.  
circuit, circuit switching network.

## Datagram networks

call setup (call setup) defines the path.

no network-level concept of "connection".  
different paths may be used.

datagrams may be sent on different path

## Datagram Forwarding table

table IP address N-32 bits and each row contains 4 entries for each port.  
each row contains 4 entries for each port.

IP address is matched against the destination IP address.  
if a match is found, the corresponding port is selected.  
if no match is found, the default port is selected.

longest prefix matching rule.  
IP address is compared with all prefixes in the table.  
the longest prefix is selected.

## Longest prefix matching

example: consider two routes:  
1. 192.168.1.0/24 via R1, cost 1  
2. 192.168.1.0/25 via R2, cost 2

IP address 192.168.1.10 matches both routes.

route selection is based on the longest prefix matching rule.  
the route with the longest prefix is selected.

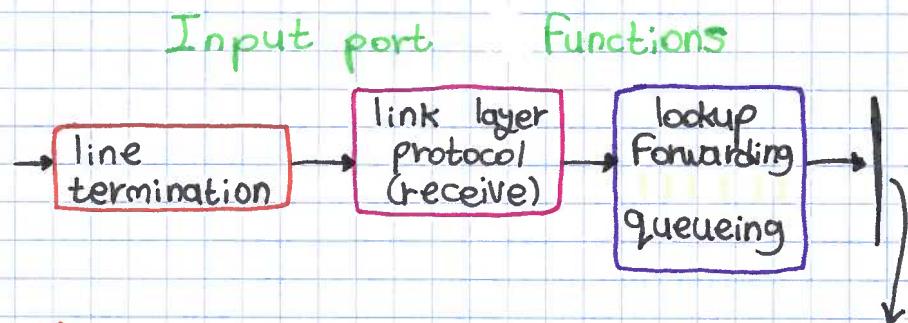
Destination Address Range	Link interface
11 001 000 00010111 00010 *** *	0
11 001 000 00010111 00011 000	1
11 001 000 00010111 00010 100	2
otherwise	3

- (a) 11 001 000 00010111 00010110 10100001 link 0
- (b) 11 001 000 00010111 00010100 10101010 link 2
- (c) 11 001 000 00010111 00011100 10111110 link 3 (no match)
- (d) 11 001 000 00010111 00011000 11101010 link 1

## Router architecture overview

### Two key router functions

- Run routing algorithms/protocol (RIP, OSPF, BGP).
- Forwarding datagrams from incoming to outgoing link.



- **physical layer:** bit-level reception
- **data link layer:** e.g. Ethernet
- **decentralized switching:**
  - # given datagram destination, lookup output port using forwarding table in input port memory.
  - # goal: complete input port processing at 'line speed'.
  - # queueing: if datagrams arrive faster than forwarding rate into switch fabric.

## Switching fabrics

. פיקון סיבת אינטראקציית (Packet) בין הנקודות •

. סיבת אינטראקציית בין הנקודות = Switching rate •

- # often measured as multiple of input/output line rate
- # N inputs = switching rate N times line rate desirable

: נסיעה ניידת NCIOOT תומילן אם הינה מוגדרת כנתמיה:

Memory .1

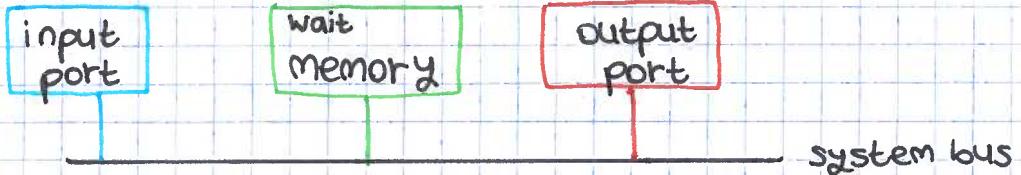
Bus .2

Crossbar (matrix) .3

המודול החזק אוסף מידע מזיכרון הרווח ו传出ם בקצב היעודו.

## - Memory

- CPU אוסף מידע (traditional) ו- מודול זיכרון ישיוו של ה-CPU.
- הCPU נשלח לתוכה מזכור (header) ו- מודול זיכרון (data).
- הכזיה מודול זיכרון ישלב את כמות ה- data.
- האבירו ה- memory משלב את ה- data.
- זהו מודול זיכרון.



כגון הדרישה ותפקידו יוארות בקיי תפקודות מוגדר.

כבר רציתנו בחלק מוקמה אוסף מידע, פנויים על הולכה.

## - Bus

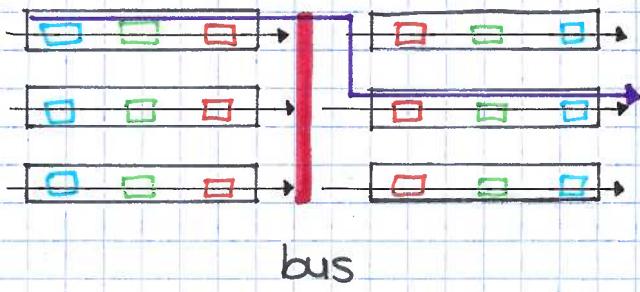
הולכה זו יזען לעזוב את ציריך. ואכן, עתה של הולכה קומת אוסף מידע של הולכה, אך שאלות ההולכה אחסנת גלגולית מוגדרת בהזאת הולכה.

אך, קוו ה- bus ביציקותם נסוך מילוי.

במיון הולכה זו יזען לעזוב את ציריך. ווליאן.

הוילות נסוך לאולר הולכה מילוי. כוחה מילוי של הולכה.

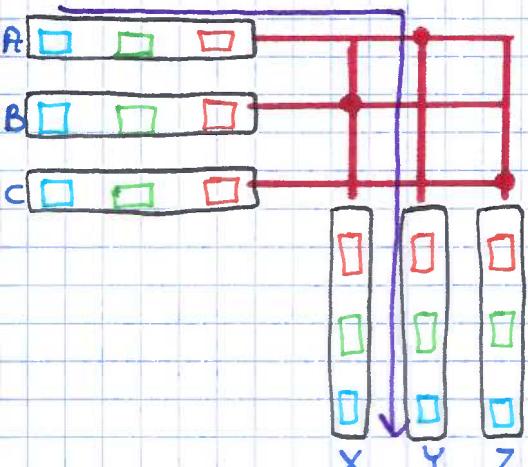
32 Gbps bus Cisco 5600 - sufficient speed for access and enterprise routers.



- interconnection network- crossbar (matrix) - מיזוג קווים בין כל נקודה לנקודה.

בנדק את רצף רצף של מיזוג הנקודות אחת לאחרת.

(כונפליט רצף הולכת תוקף ומיותר בקשרים נסוך).



מיזוג נסוך במתן של מיזוג מודולרי.

banyan networks, crossbar, other interconnection nets initially developed to connect processors in multiprocessor

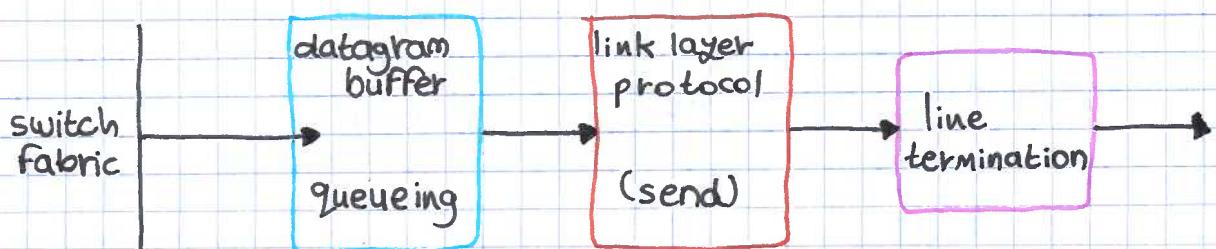
כלי מילוט, מיזוג אלגוריית צ'רץ א-סָרְצַ (Algorithm).

לקיים מיזוג מילוט של מיזוג מילוט (קווים).

פניה מילוט מילוט של מילוט מילוט (קווים).

# Output parts

(buffering) (transmission rate) (switch fabric) scheduling discipline (routed INTX) chooses among queued datagrams for transmission.



## Output port queueing

output =  $\frac{RTT \times C}{Link Capacity}$  (Output =  $\frac{RTT \times C}{Link Capacity}$ )

delay between arrival of packet & leaving queue (queuing delay) (output part)

## how much buffering?

$C = \frac{RTT \times C}{Link Capacity}$  (RFC 3396 typical def)

$$\frac{RTT \times C}{N} \text{ recent recommendation}$$

## Input port queueing

# Fabric slower than input ports combined will might cause queuing occurrence at input queues.

input port queueing delay - delay from arrival to departure

# Head-of-the-Line (HoL) blocking: head-of-line blocking (HoL) occurs when a single packet blocks all other packets in the queue.



# IP Fragmentation, reassembly

כגון בDiagram נרא IP Paket הוקצח ל-2 Pakets. פקט אחד הוא הפקט המקורי, והוא כולל את כל המידע הדרוש לשלוח. פקט שני הוא הפקט שנוצר כתוצאה מחלוקת הפקט המקורי.

## Fragmentation - בואנו נראה כיצד מושג התהווות בכתה הרצינית יואר

באו כו, וואנו שאנו מוסמך להזמין נספחים, ימ' לנו איך זה קורה ומהו מנגנון פוליפריג. כל רשת תזקיקון, וואנו ברגע ששייטת פאקט, יהיה איזה פאץ צפואר נטבוק. סביר, מוגדרות עליה. המטרה היא כך ששתתפסים וירטואלית יתפרק פאץ רשתם מושגים. לאחר מכן, איזה פאץ ייכלן מושג של הפקט המקורי והשתלט עליו. פאץ רשתם מושגים מושג פאץ המקורי. ולבסוף נתקבב פאץoriginal.

### Store and forward

הוות והרציניות נזקקם נציג

בנוסף לאפשרות של זיהוי, דלקת צדקה, חישוב מדיניות, שיטות של מילוי, ועוד.

# מטרת ניטרליות link-layer MTU MTU's מוגדרת ביחס ל- link-layer MTU - (max transfer size) MTU

# מטרת ניטרליות IP IP יתפרק למספר פאצים ("fragmented")

- מטרת ניטרליות IP IP יתפרק למספר פאצים ("fragmented")
- מטרת ניטרליות IP IP יתפרק למספר פאצים ("fragmented")
- מטרת ניטרליות IP IP יתפרק למספר פאצים ("fragmented")
- מטרת ניטרליות IP IP יתפרק למספר פאצים ("fragmented")

# Internet Protocol

## IP Addressing

### IP address

אזור של 32 סיביות סטור הנקרא IP address.

### interface

חיבור בין מרכיבים / רקע קשיח תומך(#).

• IP address ו-NIC נאכרים(#).  
• NIC נאכרים(#).

יש לנו אוסף כתובות IP אשר כל אחד מהן יתאים לIP address.

### Subnets

נתנו

#### IP address:

#### What's a subnet?

#### subnet part - high order bits.

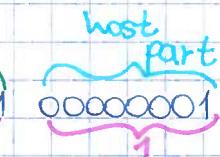
device (network part). IP-subnet part.

(MSB) IP הגדולה ביותר בכתובת IP.

device (host part). IP-host part.

#### host part - low order bits.

device IP הירוקה בכתובת IP.



### IP Address Structure

#### The network prefix

הילכת נטווים מושגית יוציאו מכתובת IP. IP יוציאו מכתובת IP. IP יוציאו מכתובת IP.

(network prefix) נטווים מושגית host number = 32-K bits.

network prefix נטווים מושגית IP. IP יוציאו מכתובת IP. IP יוציאו מכתובת IP. IP יוציאו מכתובת IP.

#### network mask -

prefix נטווים מושגית 1 נטווים מושגית K. IP יוציאו מכתובת IP.

#### Short notation -

IP/K  
.CIDR notation נטווים מושגית

## Special Types of IP Address

broadcast address - host number = 111...11 (all ones)

כתובת broadcast היא כתובת כל המשתמשים בサבנט (all hosts in the subnet specified in address prefix)

(packets) שיעודם לכול המשתמשים בサבנט

If destination address = 111...1 (32 1's), broadcast on sender's subnet.

Network address - host number = 000...00 (all zeros)

כתובת כל הרשת : subnet

routing tables - פוליפר : subnet

כתובת כל השרתים בサבנט (IP subnet) היא כתובת כל השרתים בサבנט (IP subnet) + 2^(32-k) - 2, מינימום 2 ומקסימום 2^(32-k) - 1. host number יקבעו על ידי routing tables.

פוליפר מחליט מהו IP subnet (determine IP subnet) ומייצג את/IP subnet כרשתות (islands) פוליפר (subnet) נשלח למשתמשים בサבנט.

# CIDR: Classless InterDomain Routing

הנארה של IP (subnet portion) הינה Subnet mask (Subnet mask)

הנארה של IP (subnet portion) הינה Subnet mask (Subnet mask) והפורט (port number) הינה Port number (Port number).

.ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) יCREATE DNS (DNS) וCREATE IP (IP) וCREATE SUBNET MASK (Subnet mask) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

DNS מיפוי IP לכתובת IP (IP address) וCREATE PORT NUMBER (Port number) וCREATE SUBNET MASK (Subnet mask) וCREATE PORT NUMBER (Port number) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

DNS מיפוי IP לכתובת IP (IP address) וCREATE PORT NUMBER (Port number) וCREATE PORT NUMBER (Port number) וCREATE PORT NUMBER (Port number) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

## ויכליד מנגנון כתובת IP?

הו שרכות נקיין ISP (ISP) ו-ICANN (ICANN) יCREATE DNS (DNS) וCREATE IP (IP) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

ויכליד מנגנון כתובת IP - הינה Subnet part (subnet portion) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

ויכליד מנגנון כתובת IP - הינה Subnet part (allocated portion) (allocated portion).

## ויכליד מנגנון כתובת IP?

הו שרכות נקיין ISP (ISP) יCREATE IP (IP) וCREATE PORT NUMBER (Port number) וCREATE SUBNET MASK (Subnet mask) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

.DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) יCREATE IP (IP) וCREATE PORT NUMBER (Port number) וCREATE SUBNET MASK (Subnet mask) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

ויכליד מנגנון כתובת IP - הינה Subnet part (allocated portion) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

DHCP overview:

host broadcasts "DHCP discover" msg (optional)

DHCP server responds with "DHCP offer" msg (optional)

host requests IP address: "DHCP request" msg

DHCP server sends address: "DHCP ack" msg

הו שרכות נקיין ISP (ISP) יCREATE IP (IP) וCREATE PORT NUMBER (Port number) וCREATE SUBNET MASK (Subnet mask) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

הו שרכות נקיין ISP (ISP) יCREATE IP (IP) וCREATE PORT NUMBER (Port number) וCREATE SUBNET MASK (Subnet mask) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

הו שרכות נקיין ISP (ISP) יCREATE IP (IP) וCREATE PORT NUMBER (Port number) וCREATE SUBNET MASK (Subnet mask) וCREATE PORT NUMBER (Port number).

## DHCP returns :

### IP address

address of first-hop router for client

name and IP address of DNS server

network mask (indicating network versus host portion of address).

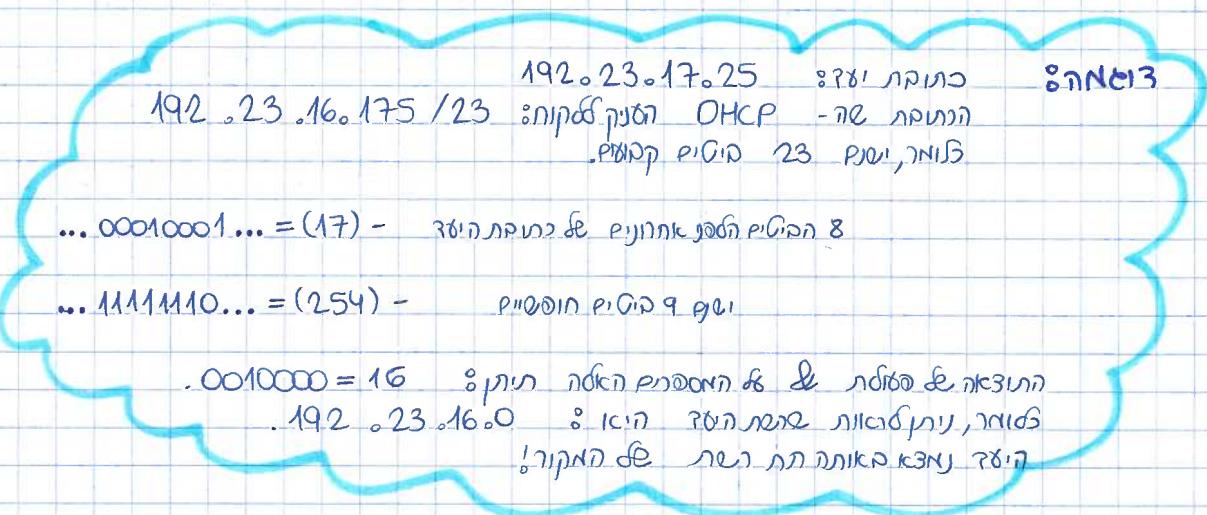
הנוסחה שנותר בזיהוי כתובת תאר היקף (טבלה כזו יופיע - כולל סימן כוונת הלקוח).  
ואς כתובת היקף הטעינה את התווך של תומך DNS, איקס-רפלט, יישולן ועוד (או מפואר זיך רתקום חיזוקים),  
אנו, רוחב טווחים קרטם פיזיקליים לאלה הלקוחם דיאם חילוף הינה.  
כדי, סימניות היקף היקף נאנו קשוויה תאר נאנו, ושבן נאנו 8

כתובת היקף (& אקס) והוספה של כתובת היקף

**אקס**

כתובת היקף (מכוחת אקס) של הוספה של כתובת היקף

הכתובת היקף יייאו תאר נאנו, איקס נאנו, פאץ נאנו קשוויה תאר נאנו דה היקף.  
הכתובת היקף יייאו תאר נאנו, איקס נאנו, פאץ נאנו קשוויה תאר נאנו דה היקף.



## Private IP Address

# not supported by the Internet

# used as local addresses in organization networks

# need translation to Internet public addresses when surfing the Internet (NAT).

Class	RFC 1918 internal address range
A	10.0.0.0 to 10.255.255.255
B	172.16.0.0 to 172.31.255.255
C	192.168.0.0 to 192.168.255.255

\* 127 (01111111) is a class A address reserved for loopback testing and cannot be assigned to a network.

כתובת IP דה כלול עוצביה נאנו קשוויה וויאו. רישום IP דה כלול עוצביה נאנו קשוויה וויאו.

כתובות IP דה כלול עוצביה נאנו קשוויה וויאו. אסאך יייאו דה IP NAT דה כלול עוצביה נאנו קשוויה וויאו. אסאך יייאו דה IP NAT דה כלול עוצביה נאנו קשוויה וויאו. NAT דה כלול עוצביה נאנו קשוויה וויאו. NAT דה כלול עוצביה נאנו קשוויה וויאו.

כבר היקף יייאו אנטווקת דה כלול, כתובת היקף דה כלול אנטווקת דה כלול. אנטווקת דה כלול, אנטווקת דה כלול, אנטווקת דה כלול.

אנו, מתייך קוויה דה כלול ריכוזה היקף דה כלול אנטווקת דה כלול.

היקף היקף יייאו אנטווקת דה כלול, ריכוזה דה כלול ריכוזה היקף דה כלול.

אנו, מתייך קוויה דה כלול ריכוזה היקף דה כלול אנטווקת דה כלול.

שאלה מוגענית: איזה IP יישמש ככתובת IP של המחשבים בפנים?

ISP (ISP) מינה 100 IPים בפניהם. אם יש לנו NAT, אז כל אחד מ-100 IPים יוכל לתקשר עם כל אחד מה-100 IPים. אם יש לנו NAT, אז לא יוכל כל אחד מה-100 IPים לתקשר עם כל אחד מה-100 IPים. NAT מפuzzzs את IPים.

לפנינו ישנו NAT. אם יש לנו NAT, אז כל אחד מה-100 IPים יוכל לתקשר עם כל אחד מה-100 IPים. אם יש לנו NAT, אז לא יוכל כל אחד מה-100 IPים לתקשר עם כל אחד מה-100 IPים. NAT מפuzzzs את IPים.

מכיוון ש-NAT מפuzzzs את IPים, אז לא יוכל כל אחד מה-100 IPים לתקשר עם כל אחד מה-100 IPים. NAT מפuzzzs את IPים.

NAT מפuzzzs את IPים, אז לא יוכל כל אחד מה-100 IPים לתקשר עם כל אחד מה-100 IPים. NAT מפuzzzs את IPים.

NAT מפuzzzs את IPים, אז לא יוכל כל אחד מה-100 IPים לתקשר עם כל אחד מה-100 IPים. NAT מפuzzzs את IPים.

כיצד מפuzzzs NAT IPים? NAT מפuzzzs את IPים, אז לא יוכל כל אחד מה-100 IPים לתקשר עם כל אחד מה-100 IPים. NAT מפuzzzs את IPים.

NAT מפuzzzs את IPים, אז לא יוכל כל אחד מה-100 IPים לתקשר עם כל אחד מה-100 IPים. NAT מפuzzzs את IPים.

## NAT : network address translation

### Motivation :

אכזרית הchn. ה"חיזוע" של אינטרנט הולמת נסיעה בכתובת IP.

# סיבי זיהוי קודקס גוף ציון כתובות NAT IP, NAT, NAT devices.

# ויתר פוליטיות כתובות NAT IP, NAT devices.

# רשת גבולה ספקטואל (ISP) מפuzzzs כתובות NAT IP, NAT devices.

# אבטחה קומפליקטן NAT IP, NAT devices.

### implementation :

outgoing datagrams - NAT IP יתפרק ל-NAT IP ו-NAT port. NAT IP יתפרק ל-NAT IP ו-NAT port. NAT IP יתפרק ל-NAT IP ו-NAT port. NAT IP יתפרק ל-NAT IP ו-NAT port.

remember - NAT IP יתפרק ל-NAT IP ו-NAT port. NAT IP יתפרק ל-NAT IP ו-NAT port.

incoming datagrams - NAT IP חקירה על הזרת IP כפולה מ-IP חיצוני  
ל-IP חיצוני ב-IP חיצוני ו-IP פנימי. NAT מחליף IP חיצוני ב-IP פנימי.

ל-IP פנימי יש גדרה IP אינטראktionnal - פירט IP גדרה IP פנימית IP חיצונית

## 2. גדרה IP NAT וה-IP LAN-Side

• (לכידת IP NAT ב-IP LAN-Side)

לפיה נקבע IP NAT ב-IP LAN-Side ו-IP חיצוני ב-IP LAN-Side.  
לפיה נקבע IP NAT ב-IP LAN-Side ו-IP חיצוני ב-IP LAN-Side.

• IPv6 IP NAT ב-IP LAN-Side (should instead be solved) (לכידת IP NAT ב-IP LAN-Side)

# ICMP: Internet Control Message Protocol

.network-level (Layer 3) ארכיטקטורה אינטרנטית אובייקטיבית (layer 3) ICMP בינה ל-IP.

# echo request/reply - אקורטס פאַלטער (echo) (ping)

נהנדים ב-ICMP ping/traceroute נחביבים.

ping/traceroute ב-IP (Layer 3) ICMP (Layer 3) IP.

ping/traceroute ב-IP (Layer 3) ICMP (Layer 3) IP.

ping/traceroute ב-IP (Layer 3) ICMP (Layer 3) IP.

**ICMP message:** type, code plus first 8 bytes of IP datagram causing error.

ping/traceroute ב-IP (Layer 3) ICMP (Layer 3) IP payload + 8 bytes = data.

ping/traceroute ב-IP (Layer 3) ICMP (Layer 3) IP payload + 8 bytes = data.

Type	Code	Description
0	0	echo reply (ping)
3	0	destination network unreachable
3	1	destination host unreachable
3	2	destination protocol unreachable
3	3	destination port unreachable
3	6	destination network unknown
3	7	destination host unknown
7	0	source quench (congestion control - <sup>not</sup> used)
8	0	echo request (ping)
9	0	route advertisement
10	0	router discovery
11	0	TTL expired
12	0	bad IP header

Traceroute and ICMP

Traceroute program - מודול traceroute ב-IP.

traceroute ב-IP (Ordinary) ICMP (ping) IP payload + 8 bytes.

(Segment) ICMP (ping) IP payload + 8 bytes.

ICMP (ping) IP payload + 8 bytes.

ping/traceroute ב-IP (Layer 3) ICMP (Layer 3) IP payload + 8 bytes.

(type 11, code 0) ICMP (Layer 3) IP payload + 8 bytes.

ping/traceroute ב-IP (Layer 3) ICMP (Layer 3) IP payload + 8 bytes.

ping/traceroute ב-IP (Layer 3) ICMP (Layer 3) IP payload + 8 bytes.

ping/traceroute ב-IP (Layer 3) ICMP (Layer 3) IP payload + 8 bytes.

ping/traceroute ב-IP (Layer 3) ICMP (Layer 3) IP payload + 8 bytes.

זמן טווח (round trip time) נקבע על ידי המהדר באתרים שונים ברשת (לפחות 20-30 מילון קילומטרים). זמן טווח נקבע על ידי המהדר באתרים שונים ברשת (לפחות 20-30 מילון קילומטרים).

(operating system), כי תכנית מסריהtraceroute משלב מעתה יכולת לשלוח מסר ותוקף TTL של 320 וטוקף ICMP של 300. ICMP משלב מעתה יכולת לשלוח מסר ותוקף TTL של 320 וטוקף ICMP של 300.

## IPv6 Datagram Format

הטבלה הולמת מודול שלושה ב-IPv6 ריכוז קאנטלייר ותפקידו:

### Expanded addressing capabilities -

IPv6 מגדיר גודל אדresse IP של 128bits, יחסית ל-32bits IPv4 (0-255). IP מוגדר כטביעה של IP-פונט.

הטבלה מגדירה מנגנון של קידום ב-IPv6 ו-multicast ו-unicast. קידום בCAST מוגדר באמצעות ייחודה של IP (mirror) או באמצעות IP (HTTP GET, multicast, broadcast, unicast, multicast/mirror). (הטבלה מוגדרת באמצעות IP (mirror) או באמצעות IP (HTTP GET, multicast, broadcast, unicast, multicast/mirror)).

### A streamlined 40-byte header -

הטבלה מגדירה מנגנון של קידום בCAST מוגדר באמצעות ייחודה של IP (mirror) או באמצעות IP (HTTP GET, multicast, broadcast, unicast, multicast/mirror).

### Flow labeling and priority -

הטבלה מגדירה מנגנון של קידום בCAST מוגדר באמצעות ייחודה של IP (mirror) או באמצעות IP (HTTP GET, multicast, broadcast, unicast, multicast/mirror).

# Routing Algorithms

לפניהם מוגדרת רשת כרשת של נットים (nodes) אשר יוצרים אוסף של צבאיות (links).

התקין הינו מנגנון הבודק אם קיים נתיב מושך בין שני נットים.

איך זה יכול להיות? שולח ברכבת חיבור בין שני נットים.

(First-hop router rule).

הpacket מושך ממקורו (packet source) ליעודו (packet destination).

destination router-> first & default source router-> default

ונסמן  $G = (N, E)$  כרשת כפולה. כלומר  $N$  - נット,  $E$  - link.

הרשת מוגדרת כרשת של נットים (nodes) וקשרים (links) המחברים אחד עם השני. על מנת לאפשר תקשורת בין נットים (physical links) ואמצעים שונים (logical links), נדרש מילוי כל הlinkים בנתוני החיבור (physical links).

## לינק-סטט רוטינג:

### Link-State routing -

אחת הדרכים היא **switching** (switching) או **routing** (routing). ב-routing מוחזק מידע על כל link, ואנו מודם את link'יו של כל link.

לכל link ישנו מצב (status) וטבלה של מצב link'יו.

link'יו יוצרים אוסף של links (logical links), אשר מוגדרים באמצעות link'יו real links (real links).

המשמעות היא שlink'יו יוצרים אוסף של links (logical links).

המשמעות היא שlink'יו יוצרים אוסף של links (logical links).

### Determining the neighbours of each node -

המשמעות היא שlink'יו יוצרים אוסף של links (logical links).

link'יו יוצרים אוסף של links (logical links).

### Distributing the information for the map -

המשמעות היא שlink'יו יוצרים אוסף של links (logical links).

link'יו יוצרים אוסף של links (logical links).

## Distance - Vector routing -

ריצ'פ (RIP) הואTOCOL אונטולוגית ריבוט ופְּרוֹトְוּקְוָול (Protocol) שמיון רשתים וטראנספר נתונים (TCP/IP). RIP משלב תשתית ARPA NET והיה הראשון למשדר מידע של רשתות (Routing Information Protocol).

המודול יתבצע על כל רוחב רשת מושך לשלב צדדי.

למ长时间 (entire path) יתבצע על כל רוחב רשת מושך לשלב צדדי.

1. החלטה (decision) על כל רוחב רשת מושך לשלב צדדי.
2. אינטראקציית (interaction) בין החלטה (decision) ורשות (authority).

ההחלטה (decision) מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

"אינטראקציית" (interaction) מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

ההחלטה (decision) מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

ההחלטה (decision) מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

RIP uses the hop count of the destination.

IGRP takes into account other information such as node delay and available bandwidth.

לפניהם מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

### Link-State routing vs. Distance-Vector

#### Link-State

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

#### Distance Vector

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

המודול מושך לשלב צדדי (link) מושך לשלב צדדי (link).

## Hierarchical routing -

היררכיה מושגת על ידי סידור רשתית כהן היררכית.  
היררכיה מושגת על ידי איסוף כל אוניברסות הפלטינה קבוצה, ולאחר מכן כל קבוצה מושגת על ידי איסוף כל אוניברסות הפלטינה קבוצה, וכך הלאה.

## מעבר מבסיס 10 לבסיס כלשהו (המשך)

### - חלק השבר

- בכל שלב מכפילים במסיס 2
- החלק השלם הוא ספרה במספר החדש
- השבר שנשאר מועבר לשלב הבא

### - דוגמא:

$$\begin{array}{rcc}
 & \text{מספר} & \text{שארית} \\
 5 & 0.43 = & 5 \\
 0.43 \times 5 = 2.15 & 2 = d_{-1} & \\
 0.15 \times 5 = 0.75 & 0 = d_{-2} & \\
 0.75 \times 5 = 3.75 & 3 = d_{-3} & \\
 0.75 \times 5 = 3.75 & 3 = d_{-4} & \\
 \dots & \dots & \\
 \end{array}$$

$$0.43 = (0.20333\dots)_5$$

2011

(c) Dr. Ron Shmueli

9

## מעבר מהיר בין בסיסים שהן חזקות של 2

• הבסיסים  $(2^1, 2^2, 2^3, 2^4)$   $(2, 4, 8, 16)$

	בסיס 16	בסיס 2
0000	0	
0001	1	
0010	2	
0011	3	
0100	4	
0101	5	
0110	6	
0111	7	
1000	8	
1001	9	
1010	A	
1011	B	
1100	C	
1101	D	
1110	E	
1111	F	

	בסיס 8	בסיס 2
000	0	
001	1	
010	2	
011	3	
100	4	
101	5	
110	6	
111	7	

	בסיס 4	בסיס 2
00	0	
01	1	
10	2	
11	3	

• דוגמא:

$$\begin{aligned}
 (101101101.101)_2 &= \\
 = (01\ 01\ 10\ 11\ 01.10\ 10)_2 &= ( )_4 \\
 = (101\ 101\ 101.101)_2 &= ( )_8 \\
 = (0001\ 0110\ 1101.1010)_2 &= ( )_{16}
 \end{aligned}$$

(c) Dr. Ron Shmueli

## יצוג מספרים במסיסים שונים

- ייצוג משוקל

בבסיס עשרוני  $b=10$ :

$$(23.7)_{10} = 2 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0 + 7 \cdot 10^{-1}$$

בבסיס  $b=8$  (אוקטלי):

$$(370.5)_8 = 3 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 0 \cdot 8^0 + 5 \cdot 8^{-1} = (248.625)_{10}$$

בבסיס  $b=5$ :

$$(124.3)_5 = 1 \cdot 5^2 + 2 \cdot 5^1 + 4 \cdot 5^0 + 3 \cdot 5^{-1} = (39.6)_{10}$$

בבסיס  $b=2$  (בינארי):

$$(1010.01)_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^{-2} = (10.25)_{10}$$

בבסיס  $b=16$  (הקסדצימלי):

$$(A31.C)_{16} = 10 \cdot 16^2 + 3 \cdot 16^1 + 1 \cdot 16^0 + 12 \cdot 16^{-1} = (2609.75)_{10}$$

## מעבר מבסיס 10 לבסיס כלשהו

- מפרידים בין החלק השלים לשבר

### - החלק השלים -

- בכל שלב מחלקים במסיס - 3
- השארית מהוויה ספרה במספר החדש
- המנה מועברת לשלב הבא

- דוגמא:

	<u>שארית</u>	<u>מספר</u>
133	1 = $d_0$	$(133)_{10} = (?)_3$
44	2 = $d_1$	
14	2 = $d_2$	
1	1 = $d_3$	
0	1 = $d_4$	
	-	

$133 = (11221)_3$

## מעבר מבסיס כלשהו לבסיס 10.

- הציגה הקנונית  
- מספר במסיס 3 המורכב מ  $n$  ספרות לפני הנקודה(.) ו  $m$  ספרות לאחר הנקודה(.):

$$a_{n-1} a_{n-2} \dots a_0 . a_{-1} a_{-2} \dots a_{-m}$$

- ערכו של המספר במסיס 10 יהיה:  

$$(N)_{10} = a_{n-1} r^{n-1} + a_{n-2} r^{n-2} + \dots + a_0 r^0 + a_{-1} r^{-1} + a_{-2} r^{-2} \dots + a_{-m} r^{-m}$$

$$(N)_{10} = \sum_{i=-m}^{n-1} a_i r^i$$

## Tunneling

תקשורת בין ראותרים שעובדים ב-4VPI לבין ראותרים שעובדים ב-6VPI אשר "mdbri'im" בין עצמם, עושים זאת מהר ובייעילות. אך כשיידרשו לעבור דרך ראותר שעובד ב-4VPI, ההודעה "тиуетף" ב-4VPI ותשלח לראותר, דבר אשר יאט את התקשורת במעט, עד שתגיעהשוב לראותר של 6VPI וההודעה תמשיך להישלח ב מהירות גדולה יותר. לעומת מעבר מ-4VPI ל-6VPI עדין אפשר התקשורת בין ראותרים שעובדים עדין ב-4VPI.

## VPN – virtual private network

כשרוצים להעביר מידע רגייש (נגד שמרצה רוצה להעלות ציונים לשרת המכלה, ציונים – מידע רגייש, מביתו ולא אחד המחשבים של תת הרשת של המכלה). במחשב בביטו הוא יבקש שהמידע יצא דרך יציאת ה-VPN, כאשר יש פניה ל-VPN מתבצעת הצפנה של המידע, נשלח באינטרנט המידע המוצפן אל שרת ה-VPN של המכלה, בשרת מתבצע פינוח ההודעה ונשלחת אל השרת הייעודי של העלאת הציונים. לעומת זאת העניין בהתקשרות זו המחשב של המרצה מתנהג כמו מחשב פנימי בתחום הארגון.

## פרק 5 – שכבת הערוץ (Link Layer)

הודעה בשכבה זו נקראת מסגרת – frame.

שכבת הערוץ נותנת שירותים לשכבת הרשת באמצעות שכבה הפיזית, כולל תפקידה להעביר את המידע (מסגרת) משכבת הרשת בין 2 יחידות. עליה לדעת להבדיל בין הودעות שונות, שרצות בשכבה זו בצורת רצף ביטים. ברמה הפיזית ביטים מתפרשים כתתמים שונים ( נגד '1' זה 4 ווולט ו-'1' זה 4 ווולט ).

דרך לזהוי מסגרת:

- **תחילת מסגרת באמצעות קוד ידוע מראש.** בד"כ אחרי קוד זה יציין אורך ההודעה, על מנת שנידע

כמה מקום להודעה ולעיטויים גם יש קוד מיוחד לסוף ההודעה.

רצף ביטים מקובל לסימון תחילת מסגרת הוא : 01111110, כאשר שכבה הפיזית מזהה תחילת מסגרת ( רצף זה ), היא משחילה 0 לפני ה-'1' האחרון ככלمر, 011111-0-10, ואז בסוף המסגרת היא מזיהה את ה-0 המשוחל. אם אין את ה-0 המשוחל. אם אין את ה-0 זה סימן שהרצף היה חלק מהמידע ולא מסמן סוף מסגרת.

שכבת הערוץ ממוקמת על כרטיס הרשת. ברובה ממומשת בחומרה.

### Link layer services

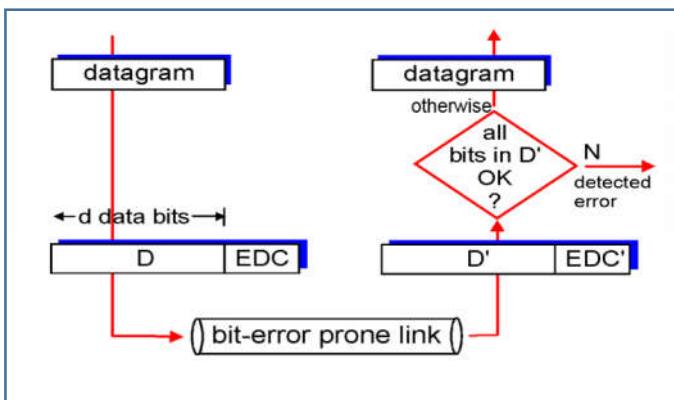
- **בקורת זרימה (flow control):** בرمת הערוץ קצב העברת המידע מנוהל בין 2 יחידות סמוכות זו לזו, ככלומר יחידה אחת יכולה להודיעה לשכנה שהיא משדרת בקצב גבואה מיידי. ככל שMOVEDים את קצב השידור עולה הסיכוי לפיענוח נכון יותר של המסגרת עקב רעשהם.

- **Error detection** – זיהוי שגיאות במסגרות בין 2 יחידות סמוכות זו לזו

- **Error correction** – תיקון שגיאות במסגרת ע"י מזהים של המסגרת, ללא צורך בשילוחה חוזרת של אותה המסגרת.

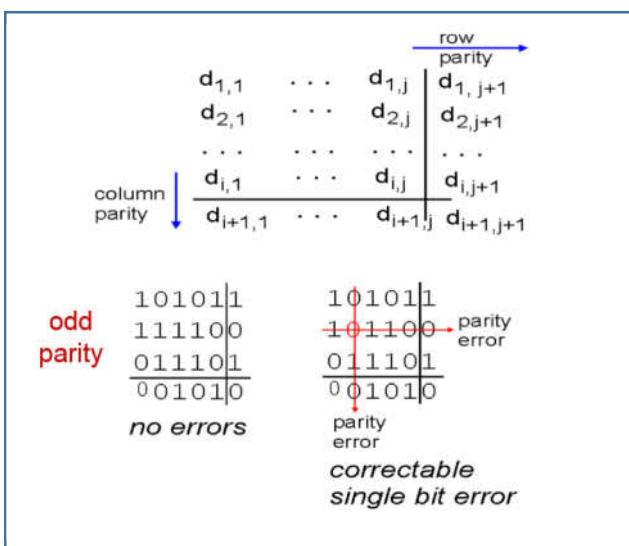
- **Half duplex** – יכולת לשדר ולקבל אך לא בו זמן, ככלומר אם אחד משדר הוא לא יכול לקבל ולהיפך. (לדוגמה מ.ק. 77 – מכשיר קשר צבאי).

- **Full duplex** – יכולת לשדר ולקבל בו זמן ( לדוגמה הטלפונים ).



### Error detection

הרעין מאחריו זיהוי שגיאות בשכבה הערוץ, למידע המקורי מוסיף עוד כמה ביטים שהם מהווים את ה- $(EDC)$  (Error detection and correction bits). ככלומר כשהודעה מתתקבלת, הייחידה מחשבת את ה- $H$ -checksum בדומה לשדה ה- $checksum$ . ה- $H$  הוא בגודל 16 ביט. בחישוב  $EDC$  לא ניתן לגלוות את מיקום הטעות. על מנת לדעת איפה השגיאה משתמשים ב-bit parity.



### Parity bit – parity check

מוסיפים עוד ביט נוסף להודעה המקורי, שהabit זה מצין את מספר ה-'1', אם מספר זה הוא זוגי או ביט הזוגיות יהיה 0, אחרת 1. היוות זה רק ביט אחד לא ניתן לגלוות את מיקום הטעות. אחת השיטות לגלות את מיקום הטעות הוא להשתמש במטריצה של ביטי זוגיות. ככלומר מסדרים את המידע בשורות שורות. אם נגד כולל של המידע הוא 100 ביטים, מסדרים את המידע ל-10 שורות לכל שורה מכילה 10 ביטים. מחשבים ביט זוג לכל שורה ולכל עמודה. בנוסף מוסיפים עוד ביט זוגיות שמחשב את הזוגיות של הטור שנוסף והשורה שנוסף (ע"י ביטי הזוגיות). ככלומר על הودעה של  $a^2$  ביטים נוספים  $a+1$  ביטים. ככלומר על הודעה של  $a$  ביטים סה"כ מוספים עוד  $1 + \sqrt{a}$  ביטים. כאשר יש מספר זוגי של טיעיות בשורה/טור לא ניתן להזיהות טעות כיון שביט הזוגיות ישר או אותו הדבר. לכן אם יש יותר מטיעות אחת, בשיטה זו לא ניתן לתקן את הטעות, כיון שלא ניתן להזיהות את המיקום במדויק. היוות והסיכוי לטיעות אחת הוא קטן, השיטה הזאת היא די טובה. במידה ולא ניתן לתקן את הטיעות היחידה תודיעו ליחידה השולחת שישנה טיעות במסגרת.

בשורה/טור לא ניתן להזיהות טיעות כיון שביט הזוגיות ישר או אותו הדבר. לכן אם יש יותר מטיעות אחת, בשיטה זו לא ניתן לתקן את הטיעות, כיון שלא ניתן להזיהות את המיקום במדויק. היוות והסיכוי לטיעות אחת הוא קטן, השיטה הזאת היא די טובה. במידה ולא ניתן לתקן את הטיעות היחידה תודיעו ליחידה השולחת שישנה טיעות במסגרת.

### Cyclic redundancy check

קוד לגילוי שגיאות בחומרה באמצעות CRC. קוד זה קל למימוש בחומרה.

- בפרקטייה לרוב ברשת האינטרנט אין מגנונים לתיקון שגיאות אלא לזיהוי שגיאות בלבד, וכשמתגלה שגיאה המסגרת "נזרקת" ונשלחת מחדש.

### Multiple access links, protocols

בניהול ערוץ מרובה משתמשים, קיימות התנשויות בין הודעות ש.cgiות מכמה משתמשים שמשדרים בו זמןוני. אך אפשר לנוהל את הערוץ בכמה דרכי כדי להתמודד עם הבעיה.

- ניהול ערוץ במניית התגשויות, ככלומר למנוע את האופציה שתהיה התנשויות בין כמה הודעות.
- התאוששות מהתנשויות, כאשר ישנה התנשויות ישנה גם דרך לסדר את ה הודעות כך שככלול התנשויות לא קורתה.

כאשר יש דובר יחיד, היינו רוצים שהוא יקבל את כל רוחב הפס לשידור שלו, וכך גם כאשר יש יותר דוברים היינו רוצים שכל אחד מהם יוכל חלק יחסית מרוחב הערוץ.

כמו כן היינו רוצים של תהיה יחידה מיוחדת המועדת לריכוז ההודעות ושליחתן להלאה כדי לפטור את בעיית התנגשות.

### (5-20) MAC protocols: taxonomy

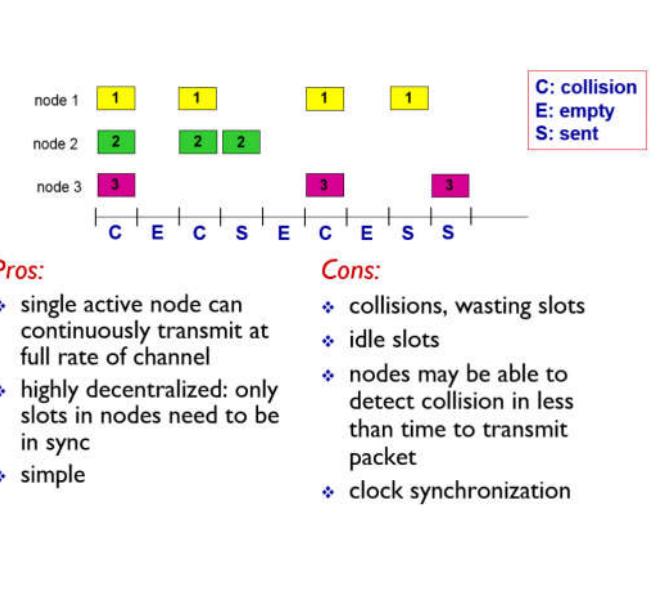
Channel partition : חלוקת הערוץ לפי כמות המשתמשים הפוטנציאליים. השיטה לא אידיאלית היות ואם רק מישחו אחד מהמעמשתמשים רוצה לשדר עצה, הוא ישדר על החלק שהוקצה לו לשידור ולא על כל רוחב הערוץ. אך שיטה זו פשוטה וגם אין יחידה שמנחת הودעות. בשיטה זו יתבצע חילוק מערץ שמקורו למשתמשים אשר לא משדרים באותו רגע.

חלוקת מתבצעת בין כל המשתמשים הפוטנציאליים ליחידת זמן בשיטת TDMA - time division multiple access. ככלומר אם יש 5 משתמשים, כל אחד מהם ישדר רק 20% מהזמן וב- 80% הזמן הוא יאזין.

חלוקת נוספת היא FDMA – frequency division multiple access – תרומות חלוקה של הערוץ לפי תדרים לכל משתמש. לרבות משתמשים ב-TDMA.

Random access protocol : הגישה המקובלת היום. כאשר אחד מהמעמשתמשים רוצה לשדר, הוא משדר ברוחב ערוץ מלא (data rate R). במקרה שני ממשתמשים או יותר משדרים בו זמינות, תהיה התנגשות. כאשר ישנה התנגשות משדרים שוב, רק שהפעם בניהול נכוון לשידור. ישנו כמה פרוטוקולים לניהול ערוץ עם התנגשויות. ( Slotted ALOHA, ALOHA, CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA ).

### Slotted ALOHA

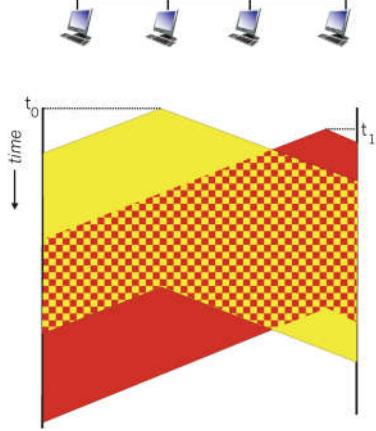


אם 2 משתמשים או יותר שולחים בו זמינות הודעה, תזוזה התנגשות. זמן השילוח מחולק לתאים – slots לפוי זמנים בהם ניתן לשולח פריטים אחד. כל הודעה נשלחת למחשב הראשי. כאשר ישנה התנגשות המחשב הראשי מודיע על כך, ועל כל משתמש להगיריל ערך שיקבע האם ב-slot המשמש לשדר. יכול להיות מצב קר שאף משתמש לא ישדר והכו ישאר לא מנצל. יכול גם להיות מצב שניים ישדרו שוב ביחד ותיה שוב התנגשות. וכך להלאה כל משתמש משדר עפ"י ערך "מוגול" האם ישדר או לא. פרוטוקול זה עובד על הרעיון שם יש לך משחה לשדר אז תגידיל ערך התנגשות תקבל הודעה ואז תגידיל ערך שיקבע האם ב-slot הבא לשדר או לא. אם לא הייתה התנגשות אז ממשיכים לשדר כרגע עד להטנגשות. אחת ההנחות בפרוטוקול זה היא שהפריטים בגודל זהה. ניצול הערוץ המקסימלי בפרוטוקול זה הוא 37%. ככלומר ב- 63% מהזמן הערוץ יהיה מבזבז. בשיטה זו לא נדרש מישחו שינוי את הערוץ.

### Pure (unslotted) ALOHA

עפ"י פרוטוקול זה אין צורך במחשב מרכזי שניהל את ההודעות ויודיע על התנגשויות קיימות. החיסרון בכך הוא שהטטי להטנגשות (חומר הסנכרון) גדול. ככלומר כל משתמש ישדר ברגע שיש לו לשדר, מה שיגורר ירידת בנייצול הערוץ פי 2 לפחות 18%. אם המשתמש לא קיבל אישור על הודעה שלו, סימן שהטיה התנגשות והוא ישדר מחדש.

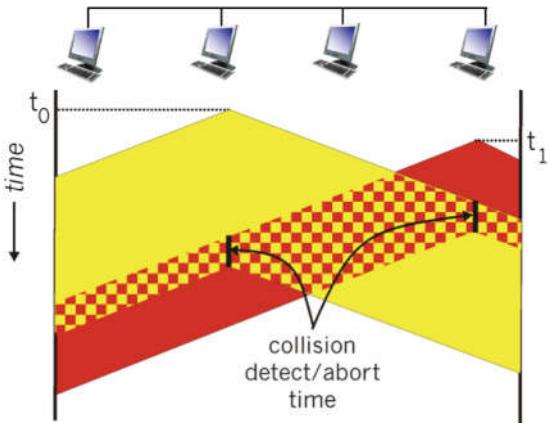
spatial layout of nodes



### CSMA – carrier sense multiple access

פרוטוקול זה רעיון דומה ל-ALOHA, אם יש מה לשדר אז תshed, בשינוי אחד: לפני שאתה משדר תازין לך. אם מישו כבר משדר אז תמתין עד שהוא יסימן כדי למנוע התנגשות ואז תshed. אך עדין יכולה להיות התנגשות, בмедиיה 2 משמשים ממתינים לקו פנוי, ברגע שהקו התפונה שניים מתחילה לשדר ואז ישנה התנגשות. בגלל ה-propagation delay יש זמן שבו יחידה אחת ה-shידור על הקו, וכך היא בטוחה שהקו פנוי ומתחילה לשדר גם. רק בזמן מסוים תהיה התנגשות בין הפריים. בפרוטוקול זה היות וכל יחידה יכולה רק לשדר או להאזין ולא בו זמן, שתי היחידות ימשיכו לשדר. כדי לוודא שלא הייתה התנגשות נמתין לאישור על הפריים, אם לא התקבל אישור סימן שהייתה התנגשות.

spatial layout of nodes



### CSMA/CD – collision detection

בפרוטוקול זה ההנחה היא שכל יחידה יכולה גם להאזין וגם לשדר בו זמן. במצב של התנגשות תוקן כדי שידור היחידה תדע שיש עוד מישר שמשדר במקביל. במצב זה מקובל להוסיף collision signal, כך שכל מי שמאזין לקו ידע שהייתה התנגשות ולאחר מכן להפסיק לשדר. מנת לזרות התנגשות תוקן כדי שידור יש צורק לוודא שזמן השידור לא יהיה קטן מפעמיים ה-propagation delay. זאת מכיוון שאם 2 יחידות רחוקות אחת מהשנייה על אותו ערוץ במרקם מקסימלי, היחידה א' מתחילה שידור בזמן  $t_0=0$ , ו- $t_0+t_{\text{propagation}}$  (distance/velocity). זאת אומרת שבזמן  $t_{\text{propagation}}$  היחידה ב' תשמע שישם שידור על הערוץ. לכן הזמן המקסימלי בו היחידה ב' יכולה להתחיל לשדר הוא שואף ל- $t_{\text{propagation}}$ . ועד שיחידה א' תשמע היחידה ב' שידרה עברו זמן השווה ל- $t_0+2t_{\text{propagation}}$ . לכן נדרש:  $2t_{\text{propagation}} < t_{\text{transmission}}$ . וכך נבטל את הצורך באישור על הוודעות. אם זמן השידור (transmission) קטן יותר מפעמיים  $t_{\text{propagation}}$  לא ניתן לדעת אם הייתה התנגשות בשידור, היות היחידה א' הפסיקה לשדר כבר וכן מבחינה זה בסדר שיש עוד שידור על הקו. את המרחק וזמן ההתפשטות של האות ניתן לקבוע ולהשıp עפ"י תקנים שונים (לרוב תקני ETHERNET), וכך ניתן לדעת את  $t_{\text{propagation}}$ . כਮובן של זמן השידור ניתן לשנות ע"י קר מגדים את גודל הפריים הנשלח בכל פעם. לאחר שזיהתה התנגשות נדרש לשדר את 2 הפריים (או יותר), השידור מחדש רנדומלית כמו ב프וטוקול ALOHA ע"י הגרלת ערץ שיגדר רנדומלי כמו זמן על היחידה זו לחכות לשידור חוזר.

לשדר הוא שואף ל- $t_{\text{propagation}}$ . ועד שיחידה א' תשמע היחידה ב' שידרה עברו זמן השווה ל- $t_0+2t_{\text{propagation}}$ . וכך נבטל את הצורך באישור על הוודעות. אם זמן השידור (transmission) קטן יותר מפעמיים  $t_{\text{propagation}}$  לא ניתן לדעת אם הייתה התנגשות בשידור, היות היחידה א' הפסיקה לשדר כבר וכן מבחינה זה בסדר שיש עוד שידור על הקו. את המרחק וזמן ההתפשטות של האות ניתן לקבוע ולהשıp עפ"י תקנים שונים (לרוב תקני ETHERNET), וכך ניתן לדעת את  $t_{\text{propagation}}$ . כמובן של זמן השידור ניתן לשנות ע"י קר מגדים את גודל הפריים הנשלח בכל פעם. לאחר שזיהתה התנגשות נדרש לשדר את 2 הפריים (או יותר), השידור מחדש רנדומלית כמו בפרוטוקול ALOHA ע"י הגרלת ערץ שיגדר רנדומלי כמו זמן על היחידה זו לחכות לשידור חוזר.

### Ethernet CSMA/CD algorithm

1. יצירת הפריים לשידור.
2. אם הערוץ פנוי – התחל שידור אם הערוץ תפוא (יש שידור) – המתן עד שהקו יתפנה ואז תshed.
3. תازין לך בזמן שאתה משדר על מנת לזרות התנגשות.
4. אם היחידה סימנה לשדר בלי שזיהתה התנגשות במהלך השידור, אז הפריים נשלח בצהחה.
5. אם בזמן השידור זיהתה התנגשות, הפסיק שידור ושלח signal jam על מנת שככל המאוזינים לערוץ ידעו שהתרחשה התנגשות (למשך סמן מספיק כך שכל היחידות על הערוץ יתעדכו).
6. לאחר התנגשות מגילים ערך  $K$  שמנוגר בטווח של  $\{1, 2, \dots, 2^m\}$  כאשר  $m$  מיצג את מספר התנגשויות שהתרחשו ברגע. לאחר ש- $k$ -מוגרל, היחידה השולחת תמתין  $k * 512$  bit times עד שתshed שוב. ההגירה נעשית בכל יחידה שולחת עם מספר התנגשויות האינדיוידואלי שלה.

## "taking turns" MAC protocols

שיטת POLLING: הגדרת יחידה master כ-מנהלת את שאר היחידות מתי הן יכולות לשלוח את המידע שלහן. לכל יחידה בנוסף ישנו חיבור אשר מסמן האם לאוֹתָה יחידה יש מה לשדר או שאינו.

שיטת TOKEN PASSING: השיטה מעודדת חיבור בין היחידות הרבות בمعالג, כלומר כל הودעה שיצאת מיחידה אחת עוברת את כל שאר היחידות בمعالג וכשהhoodua תגיע שוב לשולח סימן שהוא עבר את כל היחידות באותו ערך. ברגע שליחידה המשדרת נגמר המידע לשידור, היחידה הבאה בתור בمعالג יכולה לשדר (כלומר אותה יחידה אשר משדרת היא בעלת ה-*token*). הבעיה היא שהיחידה שמחזיקה ב-*token* תקרוס. במצב זהה היחידה הבאה בתור תזהה שנוצר מצב של אובדן *token*, היא תמתין זמן מסוים ואז תיצור לעצמה *token* ככלומר את הסמכות לשדר. כמו כן צריך לוודא ששתי יחידות במקביל לא תיצרנה לעצמן את הסמכות זו. لكن נדרש מגנון התאוששות חזק מהקרים של בעל ה-*token*. במצב שבו מצטרפים עוד 2 יחידות למעגל, יתריעו על כך שהן מצטרפו, אבל מצב זה יכול ליצור התנגשות וידרש מגנון התאוששות מהתנגשויות, لكن השיטה זו כבר לא מקובלת.

## MAC addresses and ARP

בשכבה הערוץ, לכל כרטיס רשות יש כתובות קבועה מהיצן, כתובות זו היא כתובות MAC (או LAN, physical Ethernet). מספר זה הוא בן 48 ביט. לדוגמה: AD-09-2F-BB-76-IA-2A. בניגוד לשכבה הרכשת, בשכבה הערוץ ההודעה נשלחת ומתקבלת עפ"י כתובות MAC. כתובות ה-MAC רלוונטיות רק לערוץ בין 2 נתבים, ככלומר הכתובת של השולחת והכתובת של הנthead המתקבל.

מערכת ה-(*address resolution protocol*) ARP יודעת לתרגם מכתובות IP לכתובות MAC. המערכת הזאת צריכה להיות מאד פשוטה והיא נמצאת על כרטיסי רשות שיכולים להיות מאוד פשוטים כמו בובות, אוזניות וכו'. גם היא צריכה לדעת רק את כתובות ה-MAC של אותם המכשירים המתחברים ישירות באוטה (טלפון – אוזניה וכו', מחשב – נתב וכו').

מערכת ARP מבוססת על רשומות, כל יחידה ARP מחזיקה טבלה שבה יש כתובת IP, כתובת ה-MAC שמתאימה להזמנה מהצמד ה-IP והזמן שהצמד ה-IP עתידה להשתנות זה אמרו להיות מצוין: <IP address; MAC address; TTL>. הטבלה זו מתעדכנת בזמן אמת. כשכתובת ה-MAC לא ידועה, הפרטוקול מרים בהתה הרשות שאליתה שפה הוא שואל לאיזה כתובת MAC שיכת כתובת ה-IP שאליה רוצים לגשת, וכך הטבלה מתעדכנת. כאשר רצים לשדר שאליתה לכל היחידות שמחוברות לאוֹתָה תת הרשות משתמשים בכתובת MAC שמורה: ff-ff-ff-ff-ff-ff, ככלומר ההודעה מיועדת לכל כרטיסי הרשות בערוץ. ברגע

- A* (*a*, *a*) knows *B*'s IP addr. (*b*) & wants to know *B*'s MAC addr (*b*)
- 1. *A* sends ARP Query Message for *B*'s MAC address:
  - o message sent as broadcast frame on Ethernet

Src MAC	Dest MAC	Type	Source IP	Src MAC	Dest IP	Dest MAC
<i>a</i>	FF-...-FF	query	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	?

Ethernet Header ← ARP Message →

- 2. *B* reads the message and sends ARP reply to *A*
  - o reply sent as a unicast frame to *A*'s MAC address

Src MAC	Dest MAC	Type	Source IP	Src MAC	Dest IP	Dest MAC
<i>β</i>	<i>α</i>	reply	<i>b</i>	<i>β</i>	<i>a</i>	<i>α</i>

Ethernet Header ← ARP Message →

שהיחידה בעלת הכתובת ה-MAC הלא יודעה מקבלת את ההודעה, הוא יודע איזה כרטיסי רשות שלח את ההודעה זו, ועונה לו צזרה עם כתובת ה-MAC הרצiosa.  
(הדוגמה בשקופית 5-46)

כאשר יחידה שולחת שאלתה לגילוי כתובת MAC רצiosa, כל שאר כרטיסי הרשות בערוץ מעדכנים את טבלת ARP שלהם שאוֹתָה היחידה בעלת כתובת IP ו-MAC שאלתה, אשר היא צירפה לשאלתה, נמצאת איתם באותו הערוץ.

כאשר רוצים לעדכן את שאר היחידות על שנייה/ עדכן של כתובת IP או כתובת MAC) במקורה של החלפת כרטיס הרשת ), אוטה היחידה שבה בוצע השינוי, שולחת שאלתה לגבי כתובת ה-MAC של עצמה, כך בעצם אף ייחידה לא תענה על שאלתה זו, אבל כל היחידות יעדכו את טבל ARP שלהם על השינוי שבוצע.

בתת הרשת, הכרטיס רשות יודעים את כתובות ה-MAC רק של היחידות המוחוברות לאותה תת הרשת, כאשר רוצים לפנות לכתובת IP מוחוץ לתת הרשת , מעבירים את ההודעה לנットב של תת הרשת, והנטב של תת הרשת-Amor לדעת את כתובות ה-MAC של הראטור הבא, ואם הוא לא יודע אז הוא ישלח שאלתה כמו שצין קודם.

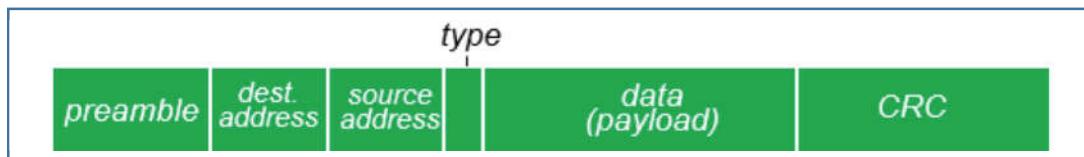
### Ethernet

פרוטוקול של CSMA/CD.

Bus: כבל קוואסיאלי המחבר בין כמה מחשבים ביחד באותו ערוץ.

Star: כל יחידה מחוברת בחותם אל switch, זה נותן את התהוושה שכל היחידות מחוברות ביניהן באותו חוט.

### Ethernet frame structure



הפריטים בניו ככה שברגע שמתחלים לקבל את ההודעה, מתחילה לחשב את ה-CRC לגילוי שגיאות, וכך שуд שההודעה תגיע לשדה CRC יהיה כבר בידי הכרטיס רשות את התוצאה של החישוב ואפשר יהיה להשווות בלי ללבזבז זמן.

preamble: תחיליך אשר "עיר" ומופיע את הכרטיס רשות, היות וכל הכרטיס רשות מזין בחצי אוזן לערוץ עד שמתקבלת הودעה רלוונטית אליו. שדה זה הוא בן 8 בתים , כך ש-7 בתים בתבנית : 10101010 והבית האחרון הוא : 10101011, אשר מציין את סוף השדה. ככלומר הבטים האלה הם בתים לא חיוניים להודעה עצמה אלא נתונים לאלקטרוניתיקת של הכרטיס רשות זמן להידלק ולהיכנס לצב פועלה. כמובן שגם הבטים האלה נוכנים לחישוב השגיאה.

היות וכרטיס רשות הוא רכיב מאד זול, גם השעון שעל הכרטיס הוא לא מדויק, ככלומר אם כל בית יהיה משודר במשר מליאו ניתש השניה והשעון של מקבל נגיד מזיף , ככלומר הוא מקבל בית במשר 0.9 מליאו ניתש השניה, אז יהיה חוסר סync' בין השידור למקבל. لكن שדה זה יודע לסנכרן את השעון של מקבל לפי שעון השידור כדי לקבל את הביטים בסדר שצרכיר.

Dest.address: כתובת ה-MAC של היעד. לפי הכתובת זו יודע הכרטיס המקבל אם הפניה נעשית אליו או לא. במקרה שההודעה מיועדת אליו הוא ממשיר לעבוד. ואם לא מיועדת אליו אז ההאזנה נגמרה מבחינתו כי לא הוא היעד.

Type: שדה של 2 בתים. אינדיקציה לפרוטוקול של השכבהعلילונה ( AppleTalk, IP ...). עברו גרסאות שונות המספר ששמור בשדה זה מuid על משמעותות שונות. אם המספר הוא 1518 אז שדה TYPE מuid על גודל ההודעה(DATA). אחרת זה מuid על סוג האפליקציה שבה משתמשים, מהו סוג-data ( ARP, NACK ) . הודעת AppleTalk וכו').

Data: בין 64 ל-1518 בתים של מידע. מינימום 64 בתים נקבע כדי שגודל הפריטים לא יהיה קטן מדי, היות ופרוטוקול ה- Ethernet עובד בשיטת - CSMA/CA, אז אנו רוצים שזמן השידור יהיה גדול מפעם מ- delay propagation . לכן שומרים על גודל פריטים מינימלי שיעמוד בתנאים. בנוסף בගל הסיבה הזה הפרוטוקול האינטרנט יש אורך ( פיזי ) של הקו מוגבל באורךם. **כל שגדל קצב השליחה אורך הקו מתקצר**.

בפרוטוקול ה- Ethernet אין תחיליך "לחיצת יד" בעת שליחת/קבלה פריטים (connectionless). והוא גם לא שולח הודעות ACK או NACK על קבלת הودעה תקינה, שכן הוא פרוטוקול לא אמין. פריטים אשר נזרק לא נשלח

פעם נוספת, והדרך לוודא אמינותו הוא רק ע"י מימוש בשכבה הגבוהה יותר, אחרת הפריים אובד. מה שכנון הוא יודיע לשולח פריים חדש רק אם הייתה התנגשות בשידור זהה כבר ממומש ע"י פרוטוקול CSMA/CD.

### 802.3 Ethernet standards: link & physical layers

- בכל תקני-Ethernet הפרטוקול של MAC והפורמט של הפריים דומים.
- ניתן להשתמש ב망הירותים קווים שונות.
- ניתן להעביר דרך שכבות פיזיות שונות (CABLE, FIBER...).

השני הוא קטן בין התקנים השונים בכרטיסי הרשות, אך אם שמים כמה כרטיסים באותו תת רשת יש לוודא שיש להם לפחות יציאה אחת זהה.

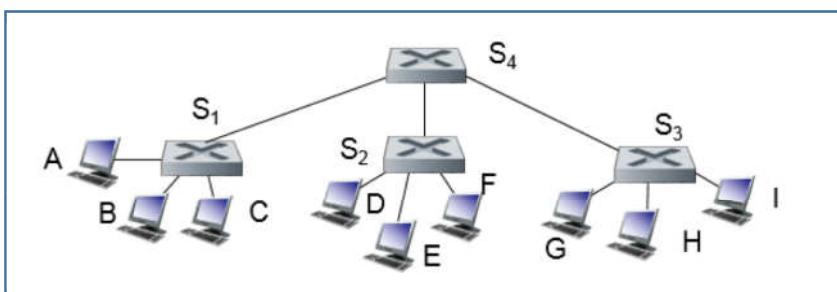
### Hubs

זאת קופסה שאליה מחוברים הרבה יחידות, כל פעם שמאגייע אליו אות (ביט), הוא מעביר את האות להלאה לשאר היחידות שמחוברות אליו. הוא שיר לשכבה 1 – השכבה הפיזית. ב-*hub* פשוט ישנה התurbבות בין האותות הנכנסים אליו, כלומר אם כמה היחידות משדרות בו זמנייה הוא יSEND את הביטים לפי סדר כניסה אליהם. ב-*hub* יותר מתוחכם הוא יודיע לזהות התנגשויות בשידור ולשלוח jam שמספיק את השידור. יכול להיווצר מצב שההودעה משודרת מיחידה אחת בקצב של 000Mb/s והכרטיס רשות של היחידה המקבלת עובד ב/s 10Mb/yivo פפסויים של ביטים. لكن כל היחידות המוחוברות אמורים לעבוד באותה מהירות.

### Switch

בדומה ל-*hub* היא מחברת בין כמה היחידות קצה. שייכת לשכבה 2 – שכבת הערוץ. *Switch* מעביר מסגרות (פריים) אשר מגיעות אליו בוגוד ל-*hub* שמעביר ביטים. בנוסף היות והוא-*switch* מקבל ומעביר מסגרות, הוא יודיע להטאים קצב שליליה של המסגרת בהתאם לקו של יחידה מסוימת, כלומר לכל יחידה הוא יידע לשולח את המסגרות ב מהירות אשר מתאימה לעובדה של הכרטיס רשות של אותה היחידה. לכן בחיבור ל-*switch* ניתן לחבר יחידות בעלי כרטיסי רשות שונים זה מזה שעובדים ב מהירותים שונות. כמובן שיש להקפיד על מרחק פיזי שעומד בתקני-Ethernet, כך שלא יהיה ארוך מדי. ה-*switch* יודיע לבדוק תקינות של מסגרות ובהתאם יודיע לזרוק הודעה לא תקין. כמו כן הוא יודיע לתנגשויות עצמו. בנוסף יש לו טבלת switching כנתובות MAC של היחידות המוחוברות אליו, כלומר בכל פעם שנשלח פריים מיחידה מסוימת הוא יודיע לעדכן את הטבלה אותה יחידה נמצאת ביציאה מסוימת, כלומר הוא לומד את מיקום היחידות בהתאם ליציאות שלו. וכך בעצם במקומם לשולח את המסגרת לכל היחידות המוחוברות אליו הוא יודיע לנtab את המסגרת לקו הספציפי של יחידת היעד.

### Interconnecting switches



ברגע שנשלחת הודעה מ-A ל-G, ההודעה מגיעה ל-S1. אם ה-*switch* זהה יודיע איפה נמצא הוא שולח לאן שציריך, אחרת הוא שולח את ההודעה לכל היציאות שלו, חוץ מהיציאה של A, כולל היציאה ל-S4.

בדומה התחילה ממשיך בכל switch עד שיגיע ל-G. כאמור שהמסלול אל A נרשם.

## Wireless and mobile networks

היחס בין יחידות אלחוטיות לחותיות הוא כ- 5 אלחוטיות ל-1 חותית.

הסוגיות לטיפול בשרותות אלחוטיות :

- תקשורת בקן אלחוטי. – wireless
- התנהלות במ עבר היחידה ממקום למקום. – mobility

### Elements of a wireless network

יחידות הקצה בשרות אלחוטית מחוברות בד"כ **ל-base station (access point)** (או base station). כלומר כל היחידות מדברות אל אנטנה אחת בחדר, והאנטנה מחוברת בד"כ קוית, אל הרשת עצמה. רשתות WIFI בד"כ מייעדות למרחקים קצרים, ורשתות סלולר לעומת זאת מייעדות לחבר יחידות למרחקים גדולים. ההבדל בין דורות הרשת הסלולרית הוא בעיקר בקצב השידור (Mbps).

ברגע שעוברים מאנטנה אחת לאנטנה אחרת (בטקשורת סלולרית נגד) צריך לנצל נכון את השידור כך שייהיה מינימום שיבושים. זאת היא בעיית הת寧יות.

קיים רעיון של שימוש בתקשורת של אנטנות בסביבה (לא תשתית), אלא על כמות המשמשים באוטה הרשת בסביבה, וכך בעצם כל יחידה מנצלת לטובות שידור (מציר קצת את הרעיון של P2P). לדוגמה אוזניות שיש במודיאונים, שהמשדר מדבר עם האוזניות-ב-ear, bluetooth, אין שם תשתיות תקשורת לכל האוזניות אלא מקומי.

Single hop: מצב בו מדברים אל אנטנה שמחוברת קוית רשת, כאשר ישנה תשתיית - במצב ללא תשתיית שנייה ייחידות מדווחות בין עצמן ללא צורך באנטנה מרכזית (Bluetooth).

Multiple hop: מצב שבו השידור עובר כמו ייחידות (אנטנות) אלחוטיות עד שmagiu לרשת קוית – כאשר ישנה תשתיית. כאשר אין תשתיית בניה, המצב הוא שהשידור עובד בין כמה ייחידות קצה עד שmagiu לעד ללא שימוש באנטנות מרכזיות.

### Wireless link characteristics

SNR: single-to-noise ratio, יחסאות לרעש, ככל שעוצמת האות עולה, קצב השידור ירד אך יותר קל להוציא את המידע מעוד הרעש.

BER: bit-error-ratio, ככל שה-SNR עולה, ככל העוצמה של השידור גבוהה, וכך בעצם השגיאה היחסית תרד, ככל יותר יתיר מסגרות יגיאו ללא שגיאות.

Decreased signal strength: ככל שמרתחים עוצמת האות יורדת בתקשורת אלחוטית. מה שבתקשורת קוית לא רלוונטי כמעט.

Interference from other sources: קיימת הפרעות מיוחדות אחרות.

Multipath propagation: hiot וgeli רדיוסוחרים מכל אובייקט הניכר בדרכם, אותן רדיוסוחרים לעיתים בזמנים שונים מה שיכל לגרום לחוסר סyncronization בהודעה המשודרת.

במצב בו יש כמה ייחידות שמשדרות יכולות להיות חסימות פיזיות שימנען מיחידה אחת לשמוע את היחידה האחרת. ובנוספַּך כשר 2 ייחידות משדרות בו זמן היחידה השלישית תשמע את שניהם יהיה מצב של התנגדות. אבל היות ו-2 היחידות לא שוממות אחת את השניה, לכן לא מודעת לכך שהן משדרות בו זמן נתן. מצב זה יכול להיגרם גם לאו דווקא מחסם פיזי, אלא בגלל המרחק הרב בין 2 היחידות המשדרות, لكن גם לא תזהינה שמתבצע שידור במקביל.

ברשות אלחוטיות לא כדאי לעבוד על ניהול התנגשויות היות ולא תמיד ניתן לזרזות התנגשויות, אבל כן יש הימנעות מהתנגשויות. למשל ברגע שיחידה זיהתה שידור היא לא תshedר בו זמן.

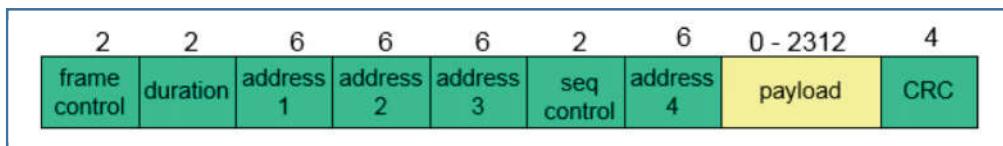
### חיבור לרשת WiFi

- **הגישה הפסיבית:** יחידת קצה מחקה ל-point access point שיפנה אליה, וודיע לה שקיימת רשות אלחוטית זמינה. הودעה זו שימושדרת מ-AP נקראת AP beacon frame.
- **הגישה האקטיבית:** דוגלת בכך שהיא ייחידה קצה תשליך מסגרת כלשה' שתגרום ל-AP לשולח beacon frame ליחידת קצה.

### Collision avoidance

כשיחידה רוצה לשדר, היא תשליך RTS כדי לבדוק האם הוקו נקי ואפשר לשדר, כל עוד לא התקבלה הודעת CTS היחידה לא רשאית לשדר. ברגע שהתקבלה הודעת CTS היחידה רשאית לשדר את ההודעה, בתקופה שבמקביל כל שאר היחידות שמעו את הודעת RTS ולא ישדרו לאוטו AP. כמובן שיכולה להיות התנגשויות גם בשילוח הודעת RTS, אבל היוות זהה הודהעה קטנה אין בעיה לשדר אותה שוב (גם כאן מגרילים ערך אשר יקבע האם היחידה תשליך RTS ומתי). כאשר המסגרת התקבלה בשלמותה ב-AP, AP יוציא הודעת ACK כך שכל שאר היחידות ידעו שהוא קיבל עוד מסגרת וגם זאת הודהעת אישור שההודהעה הגיעה תקינה.

### 802.11(wi-fi) frame : addressing



: כתובת ה-MAC של השולח או AP שתתקבל את ההודהעה. address 1

: כתובת ה-MAC של השולח או ה-AP אשר משדר את המסגרת. Address 2

: כתובת ה-MAC של הרואוטר אליו מחובר ה-AP. Address 3

: מספר המסגרות שנשלחות כחלק מאותה ההודהעה ( כמו ה-seq. number ). Seq. control

: משך השידור המותר ל-AP. ניתן לטובת היחידות המאזינות כדי שידעו متى הן יכולות להתחליל לבקש רשות לשדר. Duration

כאשר עוברים בין AP אשר מחוברים לאוטו switch, נדרש לעדכן את הטבלאות ב-switch כדי שזה ידע לאיזה AP לשדר על מנת להגיע לאותה היחידה שעבירה. זאת הביעות של mobility.