final chapter ♡

L21:- CAPTER 5:- link layer:-

* لو في أكثر من جهاز بيبعت داتا على نفس الليئ بيحل الها معض وزي اثنين بحكوا بنفس اللحظة ما بنفهم فبفكر بعيد. الحل على link layer بدنا نشوف كيف.

* اثنين بعتوا داتا بنفس الوقت على نفس الليئ هار خربطة ومشكلة فلازم يرجعوا يبعتوا. ← ممكن كل كمبيوتر يوخذ وقت لحاله وما يهير كولجين بس هاي طريقة عندما مشكلة أنه لازم كل واحد يكون عارف متى لازم يبعت ومتى لا وكأني بدي حدا يعمل كونترول أو Round Roben بتطلع بكون عندي timer صغيرة (قليلة) اذا آنبعت على LAN ولازم نقسم البكيت ونبعت معه كثير أشياء خيبة. واحنا ما بدنا نقسم.

* الي بنحكي عنه هو LAN ← Local Area Network سواء wire و wireless بيبعت داتا بين 2 nodes بنفس النيتورك

nodes:- routers and host

links:- wire links, wireless links, LANs. ← Ethernet 802.11

layer-2 packet:- fram ← packet in link layer

الي بيبعت link layer ↓ Physical

* اذا هاي بكيت جيت الصح (راح نشوفها لقدام). ثابت بكون في جهاز

In this layer

framing :- IP address called MAC 48 bit in hex

flow control. error detection, error correction

half-duplex and full-duplex

simplex بس باتجاه واحد

half ↓ بيبعت و بستقبل — full ↓ بيبعت و بستقبل بنفس اللحظة

* Δ:- link layer implemented in (network interface card NIC) or on a chip :- Ethernet 802.11

STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

Δ:- Adaptors communicating:

1- Sending side:
- encapsulates datagram in frame.
- adds error checking bits, rdt, flow control etc.

2- receiving side:-
- looks for errors, rdt, flow control etc.
- extracts datagram, passes to upper layer at receiving side.

Sec 5.2:- error detection, correction:-

Error detection:-

- Error detection not 100% reliable
- redundancy ← dete, corre في عادة يكون

Error Detection and Correction ← EDC ← بيت مع داتا

1-bit على الأكثر ← بقدر أعرف error

⇒ Δ) parity Checking:-

Even Parity ← 1- Single bit parity:- ← correction بدل detect ← single bit errors بس بدل

← بيت بس بيت عشان أعرف

2- Two dimensional bit parity:- detect and correction single bit error

10101	1
11110	0
01110	1
00101	0

أفقي وعمودي عشي لازم

عدد 1 زوجي

no error

even ← عدد الـ 1

11010	1
10110	0
01110	1
00101	0

→ Parity error

odd ← عدد 1

parity error

STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

Ex:- 101010 :- error num of 1's odd

101011 :- Correct

* يعني checksum بـ b)

c) Δ:- Cyclic redundancy check:-

- more powerful error-detection coding

How CRC work ?!:-

Ex:- Message (Data): 1011 → D

Code polynomial:- X^3+1 (1001) → G trans, receiver يكون عندي فتكشف يستخدم

$X^3+1+X+0+1$

Step 1:- Compute S(X) كمعنى poly مدرجة ثانية

S(X) = 101100 يزيد على D صفرين

Step 2:- Divide S(X) / (modulo 2 divide)

1001

1011 | 101100

1011

001

000

010

000

100

101

01 ← Remainder

* 1011 و 1001 كثنين من نفس درجة تقسيمهم = 1

* 101/101 = 1 و 101/100 = 1 or X00 = 1 الباقي

كأنه طرح XOR

Step 3:- XOR between Remainder and S(X)

(Modulo 2 Subtract (xor)).

101100

01

101101 ← checksummed Message

* 1011 قسته على 101 الباقي بطلع 0 وأي تغير بيطلعش 0 . يعرف أنه في error

جاي اللي راح أبعتها مع داتا.

STUDENTS-HUB.com Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

Sec 5.3

L22:- *Δ:- Multiple access links, protocols:-

⇒ Two types of links

1- point to point:-
- ppp for dial-up access.
- point-to-point link between Ethernet switch, host.

2- broadcast (shared wire or medium):-
- old fashioned Ethernet
- upstream HFC
- LAN 802.11 wireless

عندي أكثر من جهاز بحكوا مع بعض سواء wire او wireless
راح يحكوا كلهم وشو راح يصير لو جهازين بحتولوا بنفس اللحظة؟
* راح يصير كولجين .. السيجنال راح تخرب على السلك أو بالهوا.
راح نظهر نرجع نبعتها بعد time out بدل delay random عشان أظهن انا الاثنين
ما يرجعوا يبعتوا بنفس اللحظة.

* عشان أي جهاز يحكي مرتاني بنبعت بكيت لبعض وعشان أقلل الكولجين في عندي
عدة بروتوكولز ↓
collision.

*⇒ Multiple access protocols:-
- Distributed algorithm that determines how nodes share channel, determine when node can transmit.

* اذا عندي بس نود وحدة transmit بنقدر نبعت عليها rate R
simple
⇒ M node want to transmit, each can send at average R/M
بدنا نشوف طريقة زي هاد ⇑ بسيطة وسهلة نبعت عليها داتا بدون ما يصير كولجين

Δ:- MAC protocols: taxonomy:-
three board classes:-

A 1- Channel partioning:- تقسيم القناة
Divid channel into smaller (timeSlots, freq, code).

B 2- Random access:- الأكثر استخداماً
channel not divided, allow collision
recover from collision
بصير كولجين بعدين بجي كل جهاز random تايم آوت.

STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

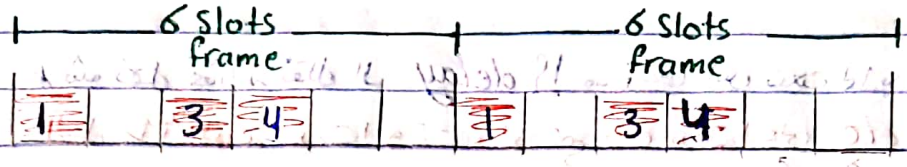
C 3- taking turns:-

كل واحد بوخذ دور ، كل جهاز بكون معه اشي يحكي أنه دوره يبعت .

A) Δ:- Channel partitioning MAC protocols:- TDMA , FDMA

TDMA:- time division multiple access.

Ex:- 6-station LAN 1,3,4 have pkt , slots 2,5,6 idle



قسمنا Channel (LAN) لـ slots بس المشكلة هنا 2,5,6 مجموعات وقاعدين مش مستغلات .

FDMA:- frequency division multiple access.

عامل لو بعتنا 1M و قسمنا لـ 6 راح يبعت 1M/6 بس بالـ TDMA بيبعت 1M بالـ FDMA بيبعت بنفس الوقت ، بالـ TDMA بيبعتها بأوقات متفرقة .

الـ FDMA و TDMA مستخدمات بالتلفون والسيركيت بس في نت ما بنستخدمهم بيبعت pkt وهيل وهيل ما وهيل برجع أبعته .

B)

Δ:- Random access MAC protocols:-

حلول

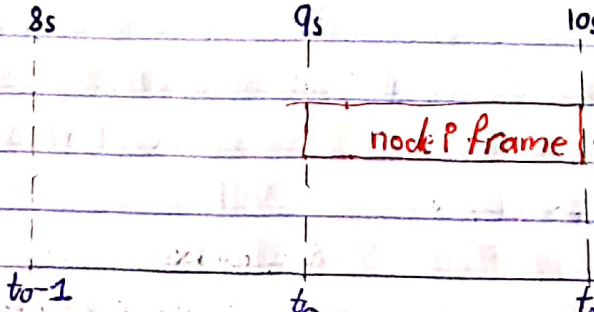
Ex:- • Slotted ALOHA

• ALOHA

• CSMA , CSMA/CD , CSMA/CA

اذا عندك pkt أبعته اذا فشل كولجين أرجع أبعته .

D:- pure (unSlotted) ALOHA:-



اذا عندي فرد بدا يبعت على t_0 بدها مثلاً 1s وعلى فرض $t_0=9s$ وكمان بدي 1s ويبعت على ثانية معنوي يبعتوا؟ معنوي من 9 لـ 10 عشان يبعت البكيت فيه وعمان بدي أبعت قبل ما يصير كولجين

فالوقت الكلي ⇐ $(10-8) \Rightarrow (t_0-1 \to t_0+1)$

STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

كلما اخذ حدا بالش على 8.5 مثلاً بده لـ 9.5 لبخلص فبعير كولجيه أو بنبعت بكيت مثلاً على 9.5 كلما بصير كولجيه كلما الأول مش مخلص.

ALOHA work

* الـ IP بعكفي بكيت في الـ ALOHA بنبعت transmission وبضل بخلص finished بعد start timer اذا أجاني ACK كل شي تمام وبعدل stop timer اذا ما أجى ACK ، timeout خلص بدخل على state اسمها Back off time

random time from $(0, \ldots, 2^m - 1).t$ ، m = # collision ، t = constant time

m بتزيد كل مرة بنبعت pkt وبصير كولجيه فبعير التنين 0 ، 1t ، 2t ، 3t ، ....

* شو نعمل عشان نقلل الـ delay ؟! ما أخلي ناس تبعت لما بدي أبعت الـ pkt الحل ما أخليهم يبعتوا وقت ما بدهم بس يبعتوا على 1، 2، 3، 4، 5، ... etc يبعتوا على Integer time يبعد معنوي على 8.5 و 7.1 وهيك بقلل الـ collision بس لما بدي أبعت على time = 9s وحدا تاني بده يبعت على نفس الوقت ماي المشكلة الوحيدة عندي.

* efficiency for pure ALOHA :- $= 1/2e = 0.18$ (18%)

ALOH work

:- Slotted ALOHA

↑ بنبعت على new slot كل مرة قبل الـ transmission والباقي نفس اللي فوق

Slide 32

* بنبعت أكثر من حدا في نفس الوقت فبوخذ بكيت وبنبعته على slot لحاله وبيشي بدبصير كولجين فبرد بوخذ بكيت جديد وبنبعته على slot لحاله وبضل هيك لحد ما كل بكيت بنبعت على slot لحاله.

* efficiency for Slotted ALOHA = $1/e = 0.37$ (37%)

STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

L23:- D:- CSMA (Carrier sense multiple access):-

How it work:-

بتجيني داتا من فوق (network layer) وبعمل Sense بشوف آذا حدا بيبعت آو لا
آذا free ببعت على الـ transmission بعمل start timer خلصت بعمل finish
و stop timer و بستقبل الـ ACK وبنلغي الـ ACK ببعت بكيت جديد فش ACK بعمل
Backoff و m++

ما بيعت مباشرة بفحص اذا الـ medium فاضي آو لا

used in can Bus

In Backoff ⇒ random(0, ..., $2^m - 1$).τ {m = # collision
τ = constant time

* اذا الاثنين بعتوا بنفس الوقت راح يصير كولجين هاد ↑
الما يبعت داتا من جوسب ليوصل للموست ثاني بتاخ Dpropgation خلال هاد الوقت بأثر على الكولجين

used in Ethernet

D:- CSMA/CD (Collision Detection):-

شاله أفعل detection بشوف وآذا آبعت بحاول أفعل detection واذا صار كولجين ببطل أبعت هاي طريقة بعملها بشكل بسيط في wire بس صعبة في wireless ←

* أحيانًا بدل ما بعمل free (no one is sending) بعمل ترانزمشن فآبعمل ترانزمشن بعمل detect للكولجين بدخل jam اذا صار كولجين ببعت سيجنال للكل آنه اذا انا على الكابل في مشكلة وبعدها بنفس الطريقة بدخل الـ backoff time وبعمل random ... الخ.

* بشوف الداتا اللي على الكيبل اذا تغيرت معناها صارت كولجين.
* شرط عشان أعمل CSMA/CD يكون معي وقت كفاية اللي البيت يوصل لكل النودز اللي عندي إذا مثلاً عندي 2 hosts و 4 nodes بيناتهم وبتاخ Dprop = 1 μs
فالازم أقل أبعت أكثر من 1 μs فوق على الأقل عشان أتأكد آنه الكل بعمل detection للكولجين صح.

* Back off time take 512 K bit times

⇒ efficiency ≈ $\frac{1}{1 + (5\, t_{prop}/t_{trans})}$

Tprop:- max prop delay between 2 node in LAN

ttrans:- time to transmit max size frame

efficiency → 1
as tprop goes to 0
as ttrans goes to ∞

STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

* Sattalite used slotted ALOHA
ساتلايت ديلاي عالي

* better preformance than ALOHA, simple, cheap, decentralized
* better for small network (Home, University, Small Company).

C) Δ:- Taking turns MAC protocols :-

I) polling:-
يكون في جهاز master هو يحدد مين يحكي ومين لا ، فال master بسألهم كل وحدة مين عندها داتا ويتبعهم زي "Round Robin" وبالتالي متذكر polling overhead
latency / s.p.f (master)
مشاكل
مخاطر
نفس الشي

II) Token passing :-
بتكون الأجهزة مرتبة على شكل ring واللي معه الأشي (token) هو اللي مسموح يبعت
واذا فش عنده بعطي token اللي بعده.
مخاطر
• token overhead
• latency , • single point of failure (token).

* أكثر اشي مستخدمات CSMA/CD في LAN (wire) (Ethernet).
CSMA/CA في wireless ، Collision Avoidance.

Δ:- Cable access network
بستخدم سلك التلفزيون اللي مشبوك لشركة ستلايت ← شبكة مودم
فيكون عنا شي اسمه CMTS هو المسؤول انه يجيب ويبعث داتا على السلك
CMTS :- Cable modem termination System.
• 40 Mbps downstream , 30 Mbps upstream

* في downstream من CMTS للبيوت فش مشكلة لأنه هو بس اللي بيعت.
* في upstream من البيوت لل CMTS لازم نحجز فيعت أو بده slots
و CMTS هي اللي بتحكم time slots ، CMTS هي اللي بتحدد مين يبعت
بيعت فريم اسمه MAP بتحكي مين يبعت بكل slot ويستخدم FDMA, TDMA
FDM :- over upstream, downstream freq channel
TDM :- upstream some slots assigned, some have contention
→

STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

Sammary Slide 47

تكملة TDM

- downstream MAP frame : assigns upstream slots.
- request for upstream slots (and data) transmitted random access (binary backoff) in selected slots.

Sec 5.4 :- LANs :-

Δ :- MAC address and ARP :-

IP Address 32 bit and not fixed, change) MAC Fixed ثابت
take it from dhcp protocol

* MAC address 48 bit write in hex , it be in network card

⇒ How I can Know the MAC Address ?!

بستعمل بروتوكول اسمه ARP

Δ :- ARP :- Address Resolution protocol

بكون عنده تابيل فيه MAC و IP وكمان الـ TTL عشان أعرف كم راح أخليه في تيبل عادة حوالي 20 min

عشان أعرف شو هو الـ MAC addr مثلاً عندي A و B بدهم يحكوا مع بعض الـ MAC for B مش في تيبل تاع A و ف A بيجبت broadcast ARP query تسأل مين عنده العنوان الي هو البرودكاست بيعت لكل عود الي في LAN والي عنده الـ IP Addr يرجع Unicast انه عندي هاد الـ IP Addr

بسأل وبرد على ARP & broadcast

→ B receives ARP packet (query) replay to A with its B's MAC Address (frame sent to A's MAC address Unicast).

dest MAC Address = FF-FF-FF-FF-FF-FF

كل جهاز بحكي معه بخزنه بالتيبل، الحكي هاد الكمبيوتر بعمله لحاله plug and play

STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

Addressing :- routing to another LAN

بدي أبعت بكيت من A لـ B اعمل طريق الراوتر ، بلزم أعرف الـ IP Address
بس ما بلزم أعرف الـ LAN

* هيا لما بدي أبعت البكيت بكون IP destination تاع B بس لما أحولها لـ MAC Addr عشان أبعتها بحيث الـ MAC dest تاع الراوتر من طرفي (بعتها على Ethernet) بعرف أني بدي أبعت للراوتر عن طريق الـ gateway بعرفها عن طريق dhcp protocol
راوتر بعرف الـ MAC addr تاعه عن طريق ARP

* لما البكيت بتوصل الراوتر لما تطلع MAC src راح تكون الراوتر و MAC dest راح يكون تاع B ، الراوتر بعرف MAC تاع الـ B عن طريق ARP

*ARP work only local

OSI :- Ethernet :-

- Simpler, cheaper than token LANs & ATM
- Speed 10 Mbps - 10 Gbps

زمان كان يستخدم coaxial cable وحالياً switches بشبكونا مع بعض

local ← Switch, Router, hub ← old, repeater عبر
لما بجيب بكيت بعرف لأي بورت بعت
make routing, have interface, connected with external network

* Ethernet : Unreliable, Connectionless

Connectionless :- no handshaking
Unreliable :- No ACK or NACK TCP هو المسؤول انه يرجع البكيت اذا ضاع

Ethernet protocol (MAC) :- Unslotted CSMA/CD with binary back off

STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

Δ:- 802.3 Ethernet Standards:-

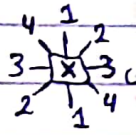
many standards like :- (copper (twister pair) , fiber ← physical layer
different speeds :- 10 Mbps, 100 Mbps, 1Gbps, 10 Gbps

Δ:- Switches , VLANS:-

store, forward Ethernet frames ← IP Addr الـ switch فش الـ
pulg and play, self learning (not need to configured).

* Switch :- Transmission:-

السويتش بعرف جهاز الشيبورة لما بيجي بيكيت من أي جهاز بسجل على البورت اللي MAC address
full duplex (no collision) جهاز وبعرف مكانه كل جهاز وين مسجل وعلى أي بورت.
لكل انترفيس قبال بعض



* switch forwarding table like routing table

* إذا أجاه بكيت وما بعرف لوين بعمل drop بعمل src زي dest إذا broadcast
* self learning from every pkt receive, forward, broadcast, store in table
سويتش مع أجهزة أو سويتش مع سويتشات ثانية:

layer 2 ← link layer (MAC) سويتش ما بشوف الـ IP Addr بشوف لعند الـ
hub layer 1 Network layer . layer 3 راوتر بشوف لعند نيتورك
راوتر بستعمل routing algorithm, IP Address
learn forwarding using flooding learning, MAC address ← سويتش

compare switch Vs route

L24:- VLANS:- (Virtual LAN):-

عندي سويتش وبقسمه أكثر من قسم، فأي برودكاست بصير بأي قسم (بورت) بنقل
هنالإشارة بصل كل الشبكة، فكل بورت بصيرلاحه VLAN.

* بنعملها عشان الأمان، وبقلل الكولجين.

⇒ Port based VLAN:-

- traffic isolation:- frames to/from ports 1-8 can only reach ports 1-8.
  * we can define VLAN based on MAC address of endpoints rather than switch port.

- forwarding between VLANS:- done via routing (just as with seprate switches).

اذا بدي أوصل بين VLAN و VLAN ثانية لازم يكون أشي زي راوتر أو نعرف اشي
أو نعمل اشي على trunk

⇒ VLANS spanning multiple switches:-

* Trunk port:-

يحدد port من كل سويتش يعمله زي باث عشان يشبكوهم مع بعض

carries frames between VLANs defined over multiple physical switches.

لازم أبعت الـ IP مع داتا.

Sec 5.6:- Data Center Networking:-

فيها من 10's to 100's thousands الهوست زي عند أمازون، جوجل، Apple، Akamai
server — search engine data mining — e-business

issue
- Traffic high, high switches

Sol
1- load balancer: application-layer routing
- receive external client requests.
- return result to external client.
- directs workload within data center.

بوزع الحمل على السويتشز و السيرفرز.

STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

2. rich interconnection among switches, racks:

أزيد عدد الكونيكشن ← أكثر من باث وبتزيد الـ throughput

وبتزيد الـ reliability via redundancy

Sec 5.7:- A day in the life of a web request:-

تلخص كل شي مع بعض.

* نفرض أني أجيت على نيتورك جديدة وبدنا نفتح جوجل ← أول شي راح يثبت هو الـ dhcp → بصير switch learning :- مبني على UDP بثبت dhcp ريكوست (بروتوكول) ويثبت الـ IP و gateway

بعد هيك بدنا نثبت لجوجل بدنا نجيب الـ IP addr الله بنجيبه عن طريق DNS

قبل ما يثبت لـ DNS ممكن يضطر يجيب MAC addr لـ DNS عن طريق الـ ARP

فيثبت ARP ريكوست ويجيبه.

بعدها يكون عندي IP و MAC فيثبت الـ DNS ريكوست أجيب الـ IP تاع جوجل

اذا كان عنده قاعدة آخذا له بده يروح يجيبه يأمن سيرفرات الشركة أو من سيرفرات جوجل

بعدها بيجي دور TCP بنفتح سوكيت وبعديه الـ HTTP بثبت أول بكيت

إلي هو الـ SYN ← الله علاقة بالـ handshake.

بعدها جوجل برد بـ SYNACK بوصلني ACK ← TCP connection established

بعدها بثبت HTTP request وبرجعلي بالـ HTTP replay

End chapter 5

#End course ❤

STUDENTS-HUB.com

Uploaded By: Malak Obaid

Scanned with CamScanner