CHAPTER 4:- Network Layer:-

Sec 4.1 :- Introduction:-

Δ:- Network Layer:-

Host send data from application throw transmission to network.

* مش كل الأجهزة عليها transport و application ← راوترز عليهم بس الأشياء على الي بتخص نيتورك وتعرف destination , IP , routing

□:- Two Key network layer function (How routing algorithm work?)

* forwarding:- أبعت البكيت على الانترفيس صح تاع راوتر

* routing:- find short path.

* في اشي اسمه routing table أحكينا عنه قبل بكون في مسجل راوتر وين مكانهم وشو داتا الي فيهم ومن خلاله بوصل بين راوتر والثاني.

□:- Connection Setup:-

this chapter will talk about IP (using TCP with IP).

In the past they use ATM instade of IP but it dead.

frame relay X.25

* phone use circuit switch

□:- Network Service model:-

Services for individual datagram:-

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

Service for a flow of datagrams:-

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

STUDENTS-HUB.com

Uploaded By: Malak Obaid

Scanned with CamScanner

Sec 4.2 :- Virtual Circuit and datagram networks :

⇒ Datagram → connectionless   no garantee
⇒ Virtual-circuit → connection like ATM, phone (circuit switch).
↓ gurantee

Δ:- Virtual Circuits:

⇒ Source to dest. path behaves ; work like telephone circuit (switch).

- call setup, teardown   زي التلفون يفتح كونيكشن بالاول بعدين بحكي
- each packet carries VC identifier (not destination host Address).
  ↳ بشيء مخصص عشان يتعامل مع كل كونيكشن لحالها.

Δ:- VC implementation:-

a VC consists of:-

1. path from source to destination.
2. VC numbers, one number for each link along path.
3. entries in forwarding tables in routers along path.

هالأيام ماي راحت، كانت بـ 90s
↳ بجيني الـ VC circuit الها رقم بتدخل على أول راوتر، لما أول راوتر بده يحولها على راوتر ثاني بعطيها رقم جديد وهكذا...

Δ: VC protocols

Data transfer ← 3- بحمل   2- يجهز اليانديث   1- يفتح الكونيكشن

Δ:- Datagram networks (internet)

بتبعث بكيتات، وصلوا ok، ما وصلوا بفحصه الكلينت بال transport
- no call setup.   الراوتر ما بتفحص.
- routers:- no state ↗
- packets forwarded using destination host address.

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

Today we using IP version 4 بس تقريبا خلصت هالايام تقريبا
ومرنا كلنا نستخدم نفس الـ IP عشان نحل مشكلة ↑

* في راوتر تيبل ما بحكي اوين كل IP بدي أوديه بوخذ كل مجموعة IP's مع بعض بكون في range

IP Address have 32 bit → every slot 8 bit → 2^8 عندي ← 4 خانات

كل خانة يكون الرقم الي فيها بين 0 - 255

8 bit ↓ ___ . ___ . ___ IP

• بشوف شو الـ bits الـ common وبجهزها بـ range معين ولما يجي IP
• بشوف على أي range قريبة عليه وبوديها عليه
• فاي الطريقة اسمها longest prefix matching

Ex:-

Destination Address Range				link interface
11001000	00010111	00010xxx	xxxxxxxx	0
11001000	00010111	00011000	xxxxxxxx	1
11001000	00010111	00011xxx	xxxxxxxx	2
other wise				3

bits common in Range link0

which interface?

DA:- 11001000 00010111 00010110 10100001 :- 0

DA:- 11001000 00010111 00011000 10101010 :- 1

بجير 1 لحالها 1 و 2 بشبهوا بعض بس ال 1 في بعد 000

Δ:- Datagram Vs VC network

Internet (Datagram):-
- Data exchange among computers
- many links types:
- Smart :- Simple.
  - can adapt, preform control error recovery.

ATM (VC):-
- evolved from telephone
- Guaranteed, strict timing reliability requirements
- dumb end system:-
  - telephone
  - complex inside network.

STUDENTS-HUB.com

Uploaded By: Malak Obaid

Scanned with CamScanner

L16:- Sec 4.3:- what's inside a router:-

الراوتر بدلني على shortest path بجيه packets ديطلع packets.

Δ:- Router architecture:-

⇒ router have input port, output port, high speed switching fabric and routing processor (Algrothim).

two key router functions:- زي جامعة ← شركة كبيرة → بين شركات والدول.

1- run routing algorithm / protocol (RIP, OSPF, BGP).

2- forwarding datagram from incoming to outcoming link.

Δ:- Input port → switching → output port.

بترتيب * Input port function:-

1- line termination:- physical layer: bit level reception

2- link layer protocol (receive):- ex:- Ethernet (chapter 5).

3- look up, forwarding (queueing):-

بوديه ↓

* Switching fabrics:-

□:- 3 types of switching fabrics:-

A) Memory:-

زي الكمبيوتر بجيه البكيت دبفحص وين لازم يروح على الـ IP address واحد

B) BUS:-

شبكة الانبوت مع الاوتبوت مباشرة (high speed) بتروح بس لعنده ما بنلف على محوري

32Gbps bus, Cisco 5600.

C) Crossbar:-

أسرع واحد فيهم ، بقدر أشغل أكتر من 2 بكيت بنفس اللحظة.

Cisco 12000:- switches 60 Gbps

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

* **outputs ports:-**

Input → switch fabric → output ports.

بترتيب

1- Buffering:- buffer full ← مكدس أكثر البكيت في ع أنولي زي ما قلنا

هي بتحمل الـ delay وحدة من مسبباته (queueing) وفي عنا delay اسمه processing delay

جوا الراوتر بفحص البكيت فيه ايرور أو لا.

2. link layer protocol (send)

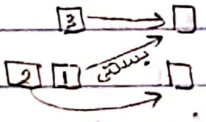
3. line termination

Δ:- In Buffering Cont.

اذا أجى أكثر من بكيت على نفس الـ port واحد منهم لازم يستنى وإذا البفر مارفل بنا نكب packets

• → **Head-of-the Line (HOL) blocking:-**

في بكيت(2) بده يروح على بورت معين وقدامه في بكيت(1) بده يبعث على بورت آخر بس



قاعد بستنى في بكيت (3) من بورت ثاني هيخلص عشان يفضى البفر

* How much buffering?

$$Buffering = \frac{RTT \cdot C}{\sqrt{N}}$$

RTT, C: capacity.

N: number of flows.

~o~o

Sec 4.4: IP : Internet protocol

TCP بيبعث البكيت للـ IP وَ TCP وَ IP بروتوكول مختلفات

IP protocol doesn't gurantee if the packet reach or not
مابفحص اذا وصل أو لا ← TCP بفحص.

IP :- العلاقة بالـ Address و fragmentation ومش بس يعني ICMP protocol
↳ error reporting (مسح), router

عنوان رئيسي
فصم sec والباقي فرعي

I) ⇒ △ See slide 34 :- IP segment (format) 2^{32} :- 4G IP's

→ types of service:- يعني أولوية

TTL → time to live:- البكيت مسموح يمشي على عدد معين من الراوترز
اذا صار wrong path وما وصل الديستنيشن ⇐ packet loss فبيبلش يلف بـ
∞ infinit loop فبضيع باندويث على الفاضي فلما يلاقي TTL=0 يحذف البكيت
لانو يكون ضايع وفش الو مخ، كل راوتر يعمل dec TTL لما يوصله البكيت.

32 bit IP source. لاني ممكن أحتاج أعمل ريبلاي.
32 bit destination IP Address.

*البورت غير موجود في UDP, TCP .

*over head for protocol?
. 20 bytes of TCP 20 bytes of IP
⇒ overhead = 40 bytes + app layer overhead.

A:- IP fragmentation, reassembly:
network links have MTU (maximum transfer unit)
عادة مش كل اللينك الهم نفس الـ MTU اشي صغير واشي كبير فبعمل fragmentation ← أقسمها
وبرجع أجمعها في destination . كيف بعرف انه البكيتس الهم علاقة ببعض ؟!
اليوم ← 16-bit identifier ← موجود بالـ IP format !!

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

20 bytes of IP Address
↓
4000-20 = 3980 بالحقيقة هاد

Ex:- 4000 byte datagram, ID=X, fragflag=0 (فش frag بالاول), offset=0 ← initial أول بايت أو أول بكيت

MTU=1500 bytes.

حجم MTU=1500 و داتا = 4000 فيقسمهم على 3 packets

0-1480 (أول بايت من فش)

1) length=1500, ID=X, fragflag=1 (معناه مش الأخير), offset=0 ← كانه اول بكيت

1480 (أول بايت بيلش Addr =185)

2) length=1500, ID=X, fragflag=1, offset=185 → 1480/8 (عبارة عن ثمنيات)

1020

3) length=1040, ID=X, fragflag=0, offset=370 → 2960/8

أول بايت راح يبلش من Address =370 — بحكيلي اذا البكت مع بعض أولا — بحكيلي اذا آخر بكيت ولا (كانه آخر بكيت) — بحكيلي وين محل البايت

⇒ 1480 + 1480 + 1020 = 3980 حجم داتا الأصلي

*أول بكيت لوحدها flag = 0 بقول أنه حوله 1500 وفش بعده بكيت.

*لو MTU = 5000 بيحتجي بكيت واحد وال flag = 0.

note: IP version 6 doesn't have fragmentation.

II) ⇒ ΔΠ:- IPv4 addressing:-

*شركات ال ISP بتشتري ال ip addr من ال ICANN

ICANN: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

- allocate addresses.
- manages DNS.
- assigns domain names, resolves disputes.

→ IPv4 uses four octets every octet 8 bit (0-255 value) ⇒ IP Address = 32 bit = 4 bytes.

→ IPv4 addresses are broken into classes.

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

* ال IPv4 ما بكفي انحلت شوي اما الناس صارت تستخدم ال IPv6

Δ:- Subnet:-

:- Device interfaces with same subnet part of IP address.
can physically reach each other (without intervening router).

=> IP addresses:-
• subnet part - high order of bits.
• host part - low order bits.

=> Subnet mask : 255.255.255.0
" " :/24 /24 => 255.255.255
8 + 8 + 8 = 24

ex:- 255.255.255.0
192.168.1.0/24 -> 8bit -> معناها أني بس بقدر أعدل بال (0) ←
ثابتات ← -> 254 user -> مش 255 لأنه في 0 و 255
بيلش => 192.168.1.1 to 192.168.1.254
192.168.1.0 NetworkID ما بقدر استخدمه
=> 192.168.1.255 broadcastID -> devices اذا بدي ابعت بكيت لكل الي في نيتورك بستعمل 192.168.1.255

اي رقم 8bit حجمه
=> 192.168.1. X -> host part
Network part -> 24 bit Network , 8 host = $2^8 = 256$
Valid Host IPs : 1 to 254 = 256 - 2

* ال broadcast بس يبعت لكل الهوست الي معه في subnet الوحدة الي معه فيس range.

* بقدر أعمل كل نيتورك مع بعض بدون subnet بس لما يبعت broadcast راح يبعت لعدد بالمليارات ولما server بدو يسأل (ما أعمل request) يسأل كل نيتورك مش بس أقرب server علي وهاي مشكلة لهيك معنيين بال subnet.

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

A□:- Classful Addressing:

• In the olden days:

قلنا ه لنيتورك و 127 هو localhost

1) Class A: 0* 0xxxxxxx

بيلش من صفر (آخر bit من الشمال = 0) ⇐ يكون الارقام من 0 ⇐ 127 رانج لكن الارقام اللي يكون عندي من (1 - 126) + 8

Very large /8 blocks (ex:- 18.0.0.0/8)

↑ الي ثابتات 8bit

عنا في جامعة →

2) Class B: 10* 10xxxxxx

بيلش من 10 والباقي صفار لـ واحدات ⇐ 10000000 ⇐ 10111111 ⇐ (191 - 128)

large/16 blocks (ex:- 128.112.0.0/16)

16bit ← ثابتات

3) Class C: 110* نت الي عنا في دار ←

بيلش بـ 110 ⇐ 11000000 - 11011111 ⇐ (223 - 192)

Small /24 blocks (ex:- 255.255.255.0/24)

4) Class D: 1110*

بيلش بـ 1110 ⇐ 11100000 - 11101111 ⇐ (239 - 224)

Multicast groups.

5) Class E: 11110*

بيلش بـ 1111 ⇐ 11110000 - 11110111 ⇐ (247 - 240)

Reserved for future.

Class A:- Network 8 bits   Host:- 24 bits ⇒ $2^{24}-2 = 16M$ host.

127.0.0.1 :- localhost (loopback address) بستعمله لأتأكد انه كرت نيتورك شغال

أحذي بمحيطنا

الهوست معنا لحد 10.255.255.254 ، ممنوع أحد 10.255.255.255

Because it's broadcast send packets for all devices in network.

broadcast ← بكون آخره 255 IP of

في أي كلاس

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

Class B :-

ذي ماقلنا بلش ب 128 لحد 191 ، بقدر استخدل نص الهوست ونص للنيتورك

Ex:- 130.24.5.2

← 130.24 :- network , 5.2 :- host 0 ، 255

بقدر أعمل $2^{16}-2$ = 65K (هوست) = 65534

(network) :- $2^{16} = 65536$ بس ماننسى اول رقمين (10) ثابتات

فبصير عندي $2^{14} = 16384$ للنيتورك (6 + 8) → digit

Class C :- 192 - 223

بقدر أغير بس آخر octete فيه.

ex:- 200.2.1.4

200.2.1 network , 4 :- host

Host = $2^8 = 256$ (254 are only use).

Network = (110) 3 bit ثابتات 24 bit - 3 ⇒ 21 bit → $2^{21} = 2097152$ (5+8+8) Digit

Class D and E :-

Class D :- for Multicast بعت لأكثر من جهاز

Class E :- Reserved.

←~~~~→

* في classes بنستعملها local ما بنستعملها في الانترنت هاي بتكون برايفت ما بشوفها من جهة الاتصالات بس بشوفها الراوتر من جهتي.

Class A , B , C

A : 10.0.0.0 − 10.255.255.255 } B : 172.16.0.0 − 172.31.255.255

C : 192.168.0.0 − 192.168.255.255
192.168.0.1 − 192.168.255.254

Network Address Translation :- (NAT) * من جهة الاتصالات بستخدل في اسمه أو proxy server.

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

* To recognize the Address class of IP, look at first octet.

Class A:- 10.1.2.1 — class C: 220.3.4.2

Class B:- 192.2.3.4

بيلش من 128

<-0~0~0~0~0->

L17:-

Δ:- IP Addressing : CIDR

CIDR:- Classless Inter Domain Routing.

* بغير بعدد ال bits للنيتورك والهوست مابلتزم بعدد ال bits الي بال Classes

بحلها لأنه مثلاً في شركة زي جوجل فيها الالاف الأجهزة فلو آخذوا class A كثير كبير

وكلاس B ⇐ 16K كبير ممكن ، كلاس D,E مختار . فممكن أنه الواحد يشتري

أكثر من كلاس بصير تكلفة فبلجأوا ل classless.

ex:- 200.23.16.0/23

class C — 23 bit for Network (subnet), 9 bit for host

بغيروا عدد bits لنيتورك والهوست بما يتناسب معهم.

* بوخذ من ال bits الي للهوست وبوديهم للنيتورك ويوخذ ال bits أول اشي من الشمال.

Ex:- An ISP has 134.16.0.0/16 and we need to have 4 subnets, find for each subnet:

A- The IP address Range — B- Subnet mask

C- Broadcast address — D- Network Address

⇒ 134.16.0.0/16 → Class B → 16 bit Network, 16 bit Host = 2^{16} = 64K

134.16.00000000.0 → 2^{14} = 16K = 134.16.0.0 } 2 bit يلزمني 4 subnet عشان أميز

First Subnet:-

134.16.00000000.0 = 134.16.0.0 ← first Network Address.

Address range = 134.16.0.1 to 134.16.63.254

Broadcast = 134.16.63.255

Mask = /18 = 134.16.0.0/18 ≡ 255.255.192.0 ← هاي حكاها دكتور انكتب نفس الرقم

لما حكيت 16bit كلهم واحدات ⇒

STUDENTS-HUB.com

Uploaded By: Malak Obaid

Scanned with CamScanner

Second subnet:-

134.16.01000000.0 = 134.16.64.0 network address

Range = 134.16.64.1 to 134.16.127.254

Broadcast = 134.16.127.255

Mask = /18 = 134.16.64.0/18 = 255.255.192.0

third subnet:-

Network Add = 134.16.10000000.0 = 134.16.128.0

Range = 134.16.128.1 to 134.16.191.254

Broadcast = 134.16.191.255

Mask = /18 = 134.16.128.0/18 = 255.255.192.0

Four subnet:-

Network address = 134.16.11000000.0 = 134.16.192.0

Range = 134.16.192.1 to 134.16.255.254

Broadcast = 134.16.255.255

Mask = /18 = 134.16.192.0/18 = 255.255.192.0

يمشي على نفس فكرة سؤال قبل

Ex:- the same example before just 8 subnet → 3 bit

	Subnet	Net Address	Broadcast Address	First IP	Last IP	Mask
000	1	134.16.0.0	134.16.31.255	134.16.0.1	134.16.31.254	/19
001	2	134.16.32.0	134.16.63.255	134.16.32.1	134.16.63.254	/19
010	3	134.16.64.0	134.16.95.255	134.16.64.1	134.16.95.254	/19
011	4	134.16.96.0	134.16.127.255	134.16.96.1	134.16.127.254	/19
100	5	134.16.128.0	134.16.159.255	134.16.128.1	134.16.159.254	/19
101	6	134.16.160.0	134.16.191.255	134.16.160.1	134.16.191.254	/19
110	7	134.16.192.0	134.16.223.255	134.16.192.1	134.16.223.254	/19
111	8	134.16.224.0	134.16.255.255	134.16.224.0	134.16.255.254	/19

Subnet Mask 255.255.224.0

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

L18:- every subnet have 8000 Address ⇒ 2^{13} = 32 - 19 (total, mask)

⇐ 134.16.000 00000.00000000

13 bit for host address in every subnet.

من الجدول ⇒ 134.16.17.8 → Subnet 1 ≡ 134.16.17.80

134.16.80.5 → subnet 3

في حال ما معي الجدول

△ كيف بدي أعرف في أي subnet ← طريقة ثانية إلي:-

134.16.17.8 /19 (Bit-AND):

AND 255.255.224.0 — نعمل And بت لكل بت بحالها و and مع كل بت

134.16.0.0 — كلها واحدات 255

subnet 1 ← 255.255.111 00000.0 AND

134.16.80.5 — 134.16.01010000.0

AND 255.255.224.0 — 255.255.111 00000.0 AND

134.16.64.0 → subnet 3

ex:- 131.107.32.1 /19

AND 255.255.244.0

131.107.32.0

1- How many subnets?

32 bit - 19 bit = 2^{13} address ⇒ 3 bit determine subnet

2^3 = 8 subnet: 0, 32, 34, 96, 128, 150, 192, 224

2- How many hosts per subnet?

$2^{13} - 2$ = 8190 host

3- What are the valid subnets?

Take the right most non zero subnet (244) away from 256:

256 - 224 = 32

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

Ex: 192.168.100.203 /27 ?

mask = 255.255.255.224

192.168.100.203 AND 255.255.255.224 = 192.168.100.192

8subnet → 32-27 = 5 bit for host remaing 3 bits to close 8 bits

$2^3 = 8$ subnet

<~~~~~>

A: How to get IP Address?!

* بالعادة ما بنوخذه manual بنخذ Auto بنوخذه من DHCP.

DHCP: Dynamic Host Configuration protocol.

⇒ Dynamically get address from as Server (plug-and-play).

* كل الأشياء على النت كيف بدي أعرف الـ IP إلها 255.255.255.255

optinal

1. بيبعت مسج أسمها (DHCP discover) ← broadcast host يبعتها للكل
2. بجهيني عرض للـ IP DHCP server responds with (DHCP offer) msg — اذا موجود
3. الهوست بيقبل بالـ IP host requests IP address (DHCP request) msg
4. بأكدله عليه. DHCP server send address (DHCP ack) msg

راوتر تابع دار جوا دار في جامعة في سيرفرز حقيقيات و أكثر من واحد

* See slide 84 UDP

port stander (67) ← عشان أعرف وين بدي أبعت

* بعدما أخذ الـ IP بيعمله lease بنحجز مدة زي 3 أيام - أسبوع يمكن أقل أو أكثر.

* الـ IP للـ wired لازم يكون أكثر من wireless

* في البيت بضل نفس الـ IP عندي.

(للمعرفة) In cmd write ipconfig /all > ipinfo.txt

بجمع كل معلومات النت الخاص فيا في فايل اسمه ipinfo.

جوا الفايل راح الاقي lease obtained تاريخ أخذي للـ IP و lease Expires تاريخ متى بنتهي الـ IP و بعدها بترتبطلي واحد جديد.

Default Getway first router out from it to network

⋮

etc

STUDENTS-HUB.com

Uploaded By: Malak Obaid

Scanned with CamScanner

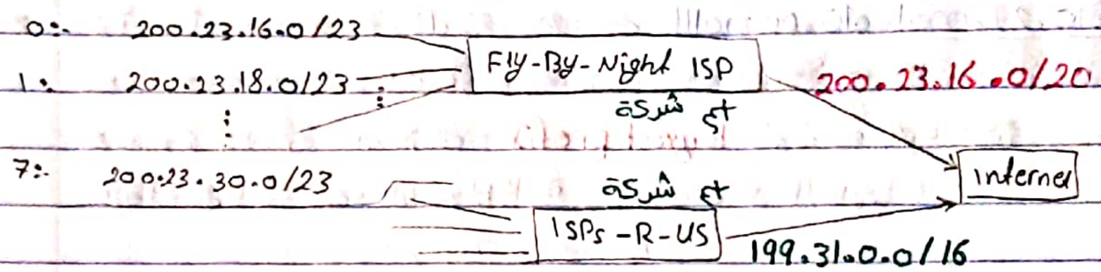
DHCP give more than IP address:-

- addresses of first-hop router for client (Getway).
- name and IP address of DNS server.
- network mask.

بالسلايد المعدلة ← See slide 87.

←o~o~o~o~o→

5:- Hierarchical addressing : route aggregation



Host: 2^{12}

الي اشتريته

200.23.16.0/20 mask => 255.255.240.0

divided to 8 subnet → become /23

ثابتات

الي ما بقدر أغير

=> 200.23.0001|000|0.0 for Host

هسا الباقيات بدي أعمل منهم 8 subnet بحتاج 3bit بخصصهن → 20bit ثابتات لكل IP اليلي أنشأها

23bit صار عندي للهوست

1:- 200.23.16.0/23 first subnet → first IP: 200.23.16.1 / last: 200.23.17.254

2:- 200.23.18.0/23 Broadcast: 200.23.17.255

⋮

8:- 200.23.30.0/23

L19:- هسا الشركة الأولى (fly by Night ISP) اشترت شركة (ISPs-R-US) وجبت جزء من الـ IP الها وهو 200.23.18.0/23.

أي IP آخره /20 بروح على الشركة الأولى ولكن IP نفس 200.23.18.0/23 بروح على الشركة الثانية.

In first company:

200.23.16.0/20 → 200.23.20.6

200.23.0001|0000.0 → 200.23.0001|0100.0000 0110

ثابتات 20bit

Second company:- 199.31.0.0/16 الأصل اللي هي مشتريته

199.31.5.5/16 مثلا بعدما اشترتها الشركة الأولى

16 bit ثابتات 200.23.18.0/23 ضفنا

⇐ الشركة ثانية (النيتورك الثانية) بتصير تعلن عن: 199.31.0.0/16

200.23.18.0/23 ⇒ 200.23.00010010.00000000

* لو أجى أدرسس: 200.23.18.7 ⇐ 200.23.00010010.00000111 ← لحاله بشبه الاثنين

وين أوديه على الشركة الأولى ولا الثانية بالأول 20 بت الثابتات متشابهات

كيف راوتر راح يعرف عن طريق longest prefix بشوف مين بشبه أكثر وبوديه

عليها ⇐ هو بشبه النيتورك الثانية وراح يبعث الـ IP عليها

4:- NAT:- Network Address Translation:

* كل الأجهزة المشبوكة على نفس الراوتر بطلعن بـ real IP واحد والي يكون

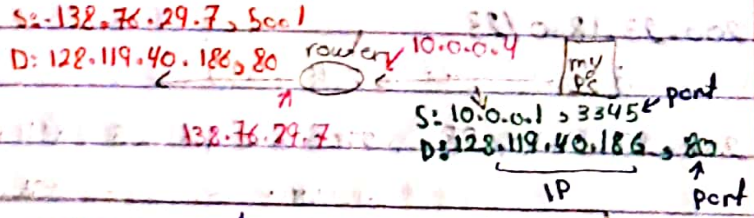
شابكات مع راوتر يستخدم private IP أو local IP ⇐ Class A

* هو حل لل IPV4 بشكل مبدئي مش كامل

* جهازي بكون اله local IP لما بعمل ريكويست وبده يطلع على النيتورك يصير

1 الـ IP تاعه نفس تاع الراوتر ويحط بورت جديد، بلزمني (IP و port) لأني ممكن أكون

2 فاتح كثير كونيكشن فبلزم أعرف البورت



NAT translation table	
WAN side addr	LAN side Addr
138.76.29.7, 5001	10.0.0.1, 3345
138.76.29.7, 5002	10.0.0.1, 4000
138.76.29.7, 5003	10.0.0.2, 6000

IP router ← 138.76.29.7, 5002 — ثابت (5003) — لو شفت IP جديد ← 10.0.0.1, 4000

* اذا أجت مسج معينة بتوصل على الراوتر (D) بغير الـ D-addr و بغير البورت كمان لل

local Addr الي المسج اله وبتعرف عن طريق البورت

STUDENTS-HUB.com

Uploaded By: Malak Obaid

Scanned with CamScanner

ملاحظة: الـ NAT طريقة الي تخلي الـ local IPs يحكوا مع نت ولما يوصل بكيت من النت يرجع الهم يوصل الـ IP صح عن طريق أنها تغير الـ IP للـ local لواحد جديد والبورت كمان وبتخزن جوا Table.

⇒ 16-bit port number ⇒ 60000 connections with single LAN

⇒ NAT is controversial:-

- routers should only process up to layer 3
- Violates end to end argument:-
  NAT possibility must be taken into account by app designers
  e.g:- P2P applications.
- address shortage should instead be solved by IPV6.

هل ممكن أي حدا يوصل للـ IP تاعي؟!

الجواب (لا) بتقدر بس في بروتوكول مخصص لهاد الاشي اسمه (UPnP)

Universal plug and play + Internet Getway Device (IGD)

من خلاله بتقدر تسمح لأي حدا يوصل الـ IP تاعي مع بورت معين زي البروجيكت الي عملناه لما أنشأنا web Server.

1. من جوجل بحث عن my IP Address (public IP address)
2. cmd ← Upnp ← cd upnp ← (IP)(port)(new port) upnpc.exe -a — لازم أكون عامله وجهزه

IPconfig ← تاع السيرفر الي عامله — جهاز دكتور

ex: Upnpc.exe -a 192.168.1.80 12000 8000 tcp ← لانه السيرفر الي عامله شغال

3. لو حطينا الـ public IP تاع دكتور مع بورت 8000 بطلع عنا انو عامل بالسيرفر. زي بيطلع مسلج "شيلي بان لازم سيرفر يكون شغال لازم ذلك" عامه بكتب

4. عشان الغيه في بكتب cmd ← upnpc.exe -d 8000 tcp > upnp\upnpc
اذا جربت ماراح يشتغل.

* NAT traversal problem :- بدي اشبك عن Addr برا الـ subnet الي أنا فيها

Solution1 :- Statically Configurate NAT to forward incoming connection requests at given port to server.

Solution2: UPnP + IGD

Solution3:- relaying (used in skype).

↑ قبل ما تشتريه مايكروسوفت.

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

L19:- Solution 3 (Relaying):-

الأجهزة الي مش مشبوكة على NAT// بنقدر نستخدمها S relay فإذا 2 computer

بدهم يحكوا مع بعض بشبكوا على سيرفر (الي فش فيه NAT) (تسيلر relay) وهو الي بمشي يمرر الـ packets بين بعض.

1- connection to relay initiated by NATed host.

2- connection to relay initiated by client.

3- relay established.

8 bit message ← Δ:- ICMP:- internet control message protocol:-

* راوتر والكمبيوتر host بحلوا report للإيرور من خلاله في table بوضح تايب والكود خاص فيهم شرحنا عنه قبل.

* كنا بنستعمله في ping (echo request / reply) ← Type 8 code 0 بجيني echo request

لو صار error أو لما بفتح الـ wireshark وبيجيه ميلا بعطيني ↑

ICMP بروتوكول ببعث مسجات فعادي اشوف مسج بدون ايرور (table).

(8) ★ Traceroute & ICMP:-

بده يشوف أكم راوتر بالنص فيبعث زي ping مع TTL=1 لما يوصله 1 يرد راوتر الاول ولما يبعث TTL=2 يرد ثاني وهكذا ويوقف لما يوصل الديستنيشن فلما أوصله

ICMP ببعث (3 3) ← Type 3 code 3 (dest port unreachable).

←o~o~o~o~o→

Δ:- IPv6:-

أجت عشان تحل مشكلة ← IPv4 لأنها خلصت.

- IPv6 128 bit. write in Hex, 8 group every group 16 bit (4 Hex).
- header fixed 40 byte
- no fragmentation ما يتجزأ

⇒ Datagram format:

32 bit:-

priority: identify priority among datagram in flow.

راح يستعمل في المستقبل ← flow label:- identify datagrams in same flow.

next header:- // upper layer protocol for data.

أنتا نميز بين البكيت. hop limit:- TTL

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

* Changes from IPv4 :-

1- removed check sum :-

لأنه hop limit بتغير من كل راوتر لازم يرجع يتعمل check sum فهو الأول كل مرة غلبة ☺

UDP, TCP عندهم check sum لليش نضل نكرر فيه فشلناه.
Ethernet

2- options :- allowed but outside header.

لأن header شو على 40 byte وفش fragmentation ، بتغلب

3- ICMPv6 :- new version of ICMP

في مسجات زيادة مثلا (packet Too Big) قال source يرجع يبعتها بحجم أصغر.

multicast group management functions.

<o~o~o~o~o>

Ex:- for IPv6 :-

3FFE:085B:1F1F:0000:0000:00A9:1234

تحويل كثير فبنقدر نختصر منه انه وين ما بيلش ب Zeros أشيلهم بمشي من الشمال لليمين

3FFE:85B:1F1F::A9:1234

~o~o~o→

Δ:- Transition from IPv4 to IPv6 :-

ما بقدر أخلي كل الكمبيوترات عشان أحولهم من V4 ← V6 (no flag day)

فبنستخدم طريقة اسمها ← tunneling →

tunneling :-

بحط IPv6 datagram جوا الـ IPv4 datagram وببعث الباكيت وبس اتخلص يرجع أشيلها.

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

Sec 4.5:- Routing Algorithms:-

← Algorithm to finds that least cost path

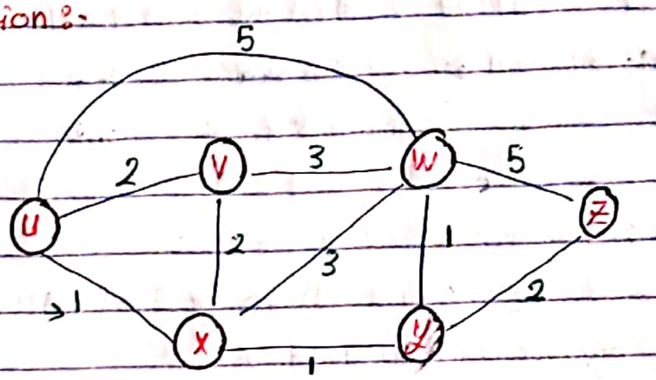
كيف بدنا نختار Short path ؟!.

يا بنمشي على الأقل cost أو بنمشي على عدد راوتر الأقل.

*** Grap abstraction:-**

Ex:- Graph =>

cost → 1



لو بدي أروح من u ← z حسب الكوست ⇐ (u ← x ← y ← z).

لو بدي // // // حسب أقل عدد راوتر ⇐ (u ← w ← z).

=> Graph: G = (N, E)

N:- Set of routers = { u, v, w, x, y, z }.

E:- Set of links = { (u,v), (u,x), (u,w), (v,x), (v,w), (w,x), (w,y)... }.

=> Cost: بكون الرقم الي على link

For, Routing Algorithm:-

A) link State Algorithms:- centralized

c(x,y):- link cost from x to y. = ∞ if not direct neighbors.

D(v):- current value of cost path from source to dest. v

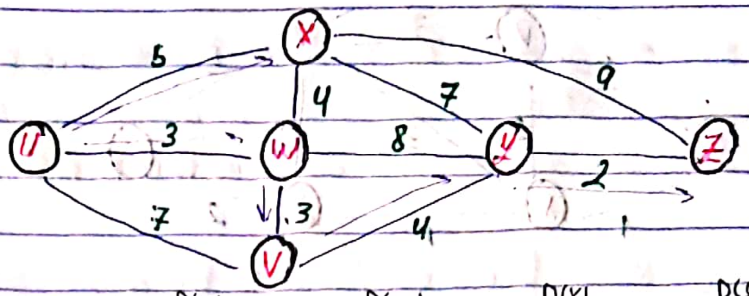
p(v):- predecessor node along path from source to v.

N':- set of nodes whose least cost path definitively known.

(Dijkstra Algorithm)

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

Ex:

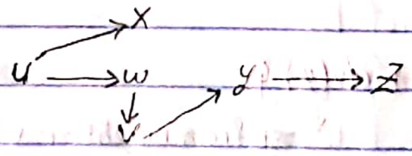


Step	N'	D(v) P(v)	D(w) P(w)	D(x) P(x)	D(y) P(y)	D(z) P(z)
0 (initial)	u	7,u	3,u	5,u	∞ كلهم مش جيرانه	∞
1	uw	6,w (3+3)		5,u	11,w	∞
2	uwx	6,w			11,w	14,x (5+9 u→x→y)
3	uwxv	عن طريق w كلفتني 6 يعني معناها			10,v (أنا أخذت v=6 من v ← y =4 → +4 ← 10)	14,x
4 (ما بعدل شي)	uwxvy					12,y
5	uwxvyz					

- عند initial (0) بشوف مين أقل كوست وبوخذها وبعدها بمشي وبجيب أجمع الكوست دائما بلاقي أقل بعمل update للنود زي مثلا v كوست من x ← v = 7 بس لو أجيتها من w بيصير 6 أقل فبعمل update أما مثلا x من u ← x = 5 بس من uw ← x = 7 أكثر ما بعمل. وهيك بعمل loop.
- step 2 أخذت الـ x معناها هل ممكن أروح على v بطريق أحسن لا فبتضل زي ما هي، و y نفس الاشي.

* Shortest path tree:

تري بحيث أنه بكون عندي كل نود مشبوكات وطلع أقصر طريق الي هنا نود الي عليهم دائرة حمرة.

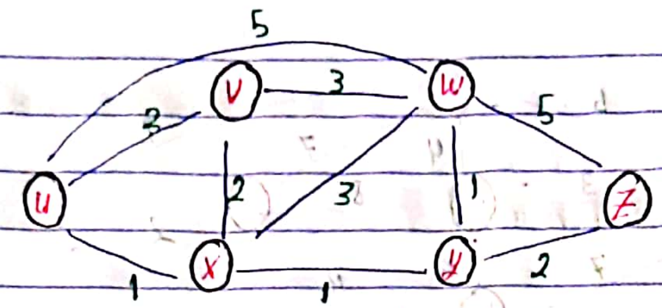


هاي tree — minimum tree

* عشان استخدم هاي الالغوريثم لازم u يكون عندها كل الكوست لكل النود

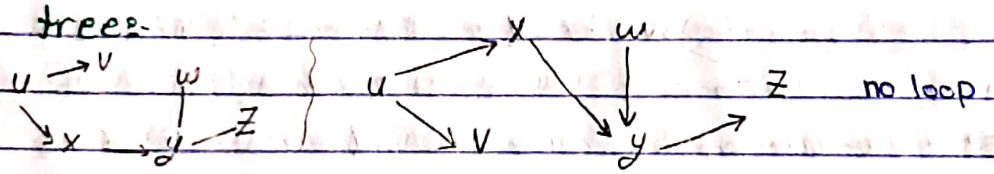
STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

Ex:



Steps:	N'	D(v), P(v)	D(w), P(w)	D(x), P(x)	D(y), P(y)	D(z), P(z)
0	u	2, u	5, u	1, u	∞	∞
1	ux	2, u	4, x		2, x	∞
2	uxy	2, u	3, y		أخذت Y عشان أعرف Z وكامي يتفرقش	4, y
3	uxyv		3, y			4, y
4	uxyvw					4, y
5	uxyvwz					

tree:



~o~o~o →

B) Distance Vector Algorithm:

* بتعتمد أن الكوست بين أي نقطتين هو المينيمم الكوست بين الاثنين + بين ثانية distinations

let $d_x(y)$:= cost of least cost path from x to y.

then:

$$d_x(y) = \min\{c(x,v) + d_v(y)\}$$

$d_v(y)$ → cost from neighbor v to destination y.

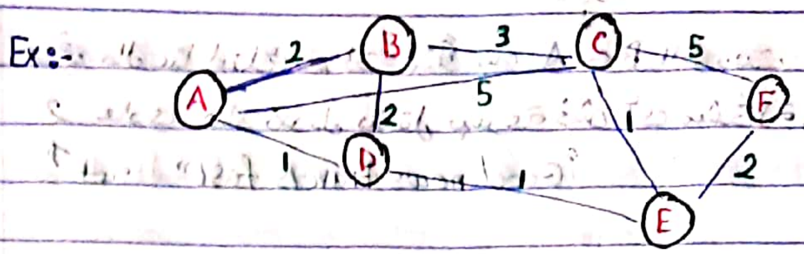
$c(x,v)$ → cost to neighbor v

* بيصير كل واحد يبعت داتا للنيبر الي مشبوك معه.

* بدي أصير أمشي على النيتورك لووب وأضل أعدل لحد ما أوصل لل min فش تغير

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

Ex:-



next hub

From B to	$D_B(\cdot)$	$nh_B(\cdot)$
A	2	A
B	0	-
C	3	C
D	2	D
E	∞ 3	- D
F	∞ 8 5	- C D

B→D = 2
+ D→E = 1
3

عن طريق C أعرفنا F

From C to	$D_C(\cdot)$	$nh_C(\cdot)$
A	5 4 3	A D E
B	3	B
C	0	-
D	3 2	D E
E	1	E
F	5 3	F E

مع أنها مشبوكة دايركت بس لما أجتها داتا وفي أقل حولت

From A to	$D_A(\cdot)$	$nh_A(\cdot)$
A	0	-
B	2	B
C	5 4 3	C D D
D	1	D
E	∞ 2	- D
F	∞ 10 4	- C D

ADEC
1+1+1=3

From F to	$D_F(\cdot)$	$nh_F(\cdot)$
A	∞ 4	- E
B	∞ 5	- E
C	5	C
D	∞	-
E	2	E
F	0	-

From D to	$D_D(\cdot)$	$nh_D(\cdot)$
A	1	A
B	2	B
C	3 2	C E
D	0	-
E	1	E
F	∞ 3	- E

From E to	$D_E(\cdot)$	$nh_E(\cdot)$
A	∞ 2	- D
B	∞ 3	- D
C	1	C
D	1	D
E	0	-
F	2	F

الأرقام الي جوا التيبل بالأخضر هنا الانيشيل ، الي بالأحمر أول تغير ، ثاني تغير

بعد هيك ما تغير ما في أي تغير على tables →

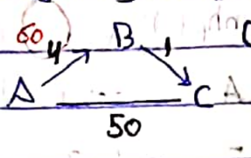
STUDENTS-HUB.com
Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

L20:-

دايركت ↓

* في حال عنا لينك تعدلت مثلاً بين A ← B الكوست 5 وصار بعدها
2 عادي هاد تعديل بنتقل بسرعة فش أي مشكلة وبصير تعديل عند الكل.
"Good news travels fast"

* اذا الكوست بين A ← B خرب صار 60 بدل 4 المشكلة أنه تغير بطيء ← count infiniti
بصير فلو عندي A و B و C لما بين A و B بتصير 60



B بكون شايف من طرف الـ A = 60 ومن طرف C أنها بتقدر توصل A بكوست 5

هسا لما C و A بيعتوا الداتا لـ B و B بصير يحكي أنه بقدر يوصل A عن طريق C بكوست 6
وبعدها 7 و 8 ويضل هيك يعدل لحدما يصير 50 . بصير يفكر أنه في طريق ثانية أحسن
وبعد ما تعدل أنها بتوصل A من C بترد تبعت داتا لـ A و C هسا C عندها أنها بتوصل A بكوست 5
بعدما يضرب B ويعدل على اساس أنه يوصل بكوست 6 و C بتفكر أنه أقصر طريق فبتعدل داتا
الي عندها أنها توصل A عن طريق B بكوست 7 = 6+1 ويتبعت داتا لـ B بعد تعديل في B
بترد تعدل ع اساس توصل لـ A عن طريق C وهكذا بظلوا مكملين ليوصلوا 50 . ← هو رقم ولا تعديل أبهر ما وضح بس كان مكتوب 50

الحل :- من الحلول أنه ما أخلي C تحكي لـ B أنها بتقدر توصل الـ A عن طريقها.
كأنه في طريق ثانية ، لما ما بيعث هاي السنج (أنها ما تعرف) C لحالها
بتعدل داتا على طريق ثانية . هاد الحل بزبط بنيتورك بسيطة بس.
أو أني بقلها الكوست ∞ عشان ما توخذها ↑ poisoned reverse

←○~○~○→

* Comparsion of LS and DV

1_ message Complexity:-

LS:- O(nE) n:- nodes, E: links

DV:- convergence time varies.

2_ Speed of convergence:-

LS:- $O(n^2)$ ← ترجع

DV:- . may be routing loops
. count to infiniti problem

Uploaded By: Malak Obaid
Scanned with CamScanner

3- robutness:- what happens if router malfunctions?

LS:- • node can advertise incorrect link cost. ولا انهار خراب بس بأثر على لينك الي جنبو

• each nodes computes only its own table.

DV:- • DV node can advertise incorrect path cost بأثر على نيتورك كلها

• each nodes table used by others

→ error propagate thru network

خلصنا ~o~o~

C) Hierarchical routing:-

* الي شفناه قبل ولا شي ع نيتورك معقدة كثير.

⇒ 600 million destinations

هنا: system لـ sub system فبنقسمهم لـ autonomy system ويمثل أكثر من لينك

Autonomous System (AS):-

هو رقم لكل نيتورك لكل domain.

* الـ AS الواحد بكون عنده Administrator واحد بكون عامل run لـ one protocol → routing protocol

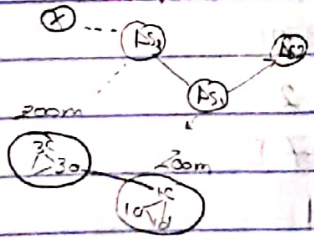
ويكون عنده كمان شغلتين ← بين الـ AS الواحد (داخلي)

1) Intra-AS Routing algorithm.

2) Inter-AS Routing algorithm. (خارجي) بين أكثر من AS

→ forwarding Table.

A: Inter-AS tasks:-



نفرض عندي AS1 و AS2 و AS3 جوا كل AS موجود عدة راوتر

كيف الـ AS1 بده يتعلم عن X عن طريق الـ Inter هسا جوا الـ AS1 بكون

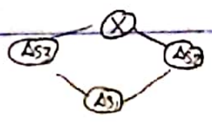
راوتر مشبوك مع راوتر جوا AS3 بعطوا لبعض المعلومات الـ 1C و 3a

هنا الي بيحدد داتا Inter لبعض هسا 3a بعلم 1C عن X ولازم

هاي المعلومات تتخزن بالراوتر داخليات كلهم ف 1C بعلم الباقيات عن X (Infra)

هسا لنفرض الـ AS2 كمان بتعرف عن X نفس الأشي عن طريق الـ Inter بتعلم من جهتين و intra بوزع

للكل وعادة بوخذ الأقرب عليه بعتمدها. ← hot potato routing



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

Inter هي

hot patato routing:- Send packet towards closest of two routers.

note:- 1C, 3a names gateways router الي بيخلوا ال AS يحكوا مع بعض

<-o~o~o~o~o->

Sec 4.6:- Routing in the Internet:-

A:- Intra-AS Routing:

Interior gateway protocols (IGP):-

Intra-AS protocols

A) RIP:- Routing Information protocol. DV مستخدم بس قليل.

B) OSPF:- Open Shortest Path First. (link state LS) ← Dijkstra مستخدم حاليا.

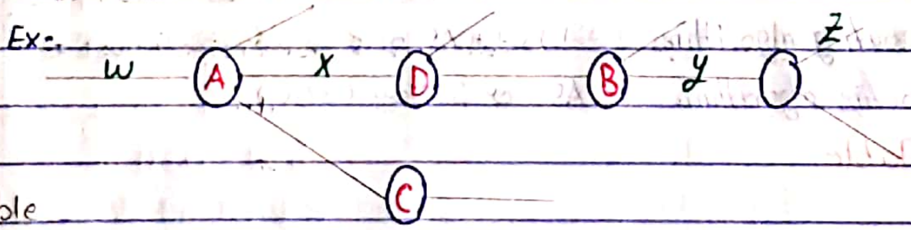
C) IGRP:- Interior Gateway Routing protocol (Cisco proprietary).

hops ← بوخذ عدد راوترز مش الكوست بينهم

A:- RIP:-

* distance vector algorithm:- بس direct
  - distance metric: # hope (max = 15 hopes) 16 = ∞ , each link has cost 1
  - DVs exchanged with neighbors every 30 sec (aka advertisment).
  - each advertisment: list of up to 25 destination subnet.

Ex:



router table for D →

destination subnet	next router	#hops to dest
w	A	2
y	B	2
z	~~B~~ A	~~7~~ 5
x	-	1

لو A بعتت لـ D أنو بوصل Z بالكوست 4 ، next C تغير بالأكثر 1 = A ← D   4 = C ← A

أي بكت بيجي destination تبعته Z ، D بيبعته لـ A مش لل B

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

★ RIP: link failure, recovery:

→ if no advertisment after 180 sec link become dead.
- routes via neighbor invalidated كل الروت بتكنسل
- new advertisment sent to neighbors.
- neighbors in turn send out new advertisment (if tables changed)

عشان أمنع المشكلة (count ∞) فبحط 16 hope عشان تصير ∞

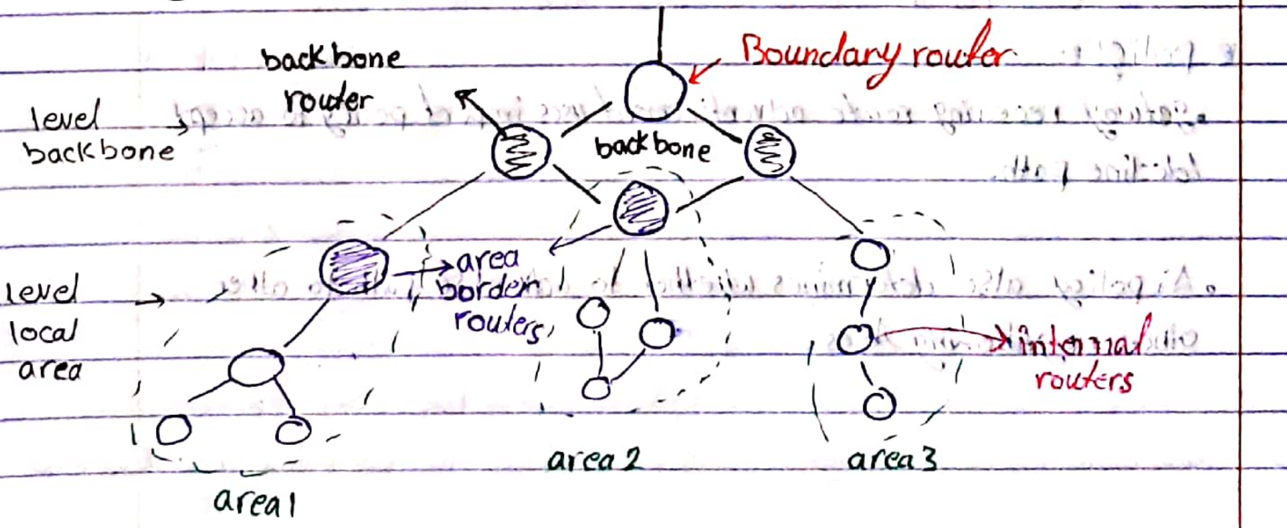
poison reverse: used to prevent ping-pong loops (infinite distance = 16 hops)

⇒ RIP managed by application layer
Advertisment sent in UDP packets.

Δ: OSPF:-
- use link state algorithm → route computation using Dijkstra algorithm
- Security
- multiple paths allowed ← RIP one path
- multicast
- hierarchical

بقسم routers ل areas وفي كل area في area border router
بعرفوا عن النيتورك الداخلية وبشبكوا نيتورك داخليه مع الخارجية.
back bone بعملوا (AS) بين ال areas.
boundary router الي بشبك كل الراوتر مع النت

two level hierarchy
local area, backbone



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

* Internet inter-AS routing : BGP

الانترنت مشبوك ببروتوكول اسمه BGP

BGP (Border Gateway protocol):-

- allows subnet to advertise its existence, and the destinations it can reach to rest of Internet.

Δ:- BGP provides each AS a means to:-

eBGP:- (external BGP) — بين الـ AS's مع بعض.

iBGP:- (Internal BGP) — داخل الـ AS الوحدة.

* الي بلعب دور كبير هو الكونست (policy) مابدور على Short path
policy: أني أسمح للبكيت (traffic) لشركة ثانية يمر عندي أو لا بناء على اتفاقيات.

AS number 16 bit old :→ now 32 bit (4G)

* BGP routers and path attributes:

- BGP advertised route : prefix + attributes:
  - prefix:- destination being advertised.
  - two important attributes:-
    1- AS-PATH :-
    2- Next-HOP

- policy:
  - gateway receiving route advertisement uses import policy to accept/decline path.
  - AS policy also determines whether to advertise path to other other neighboring ASes.

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

BGP advertisment path

Ex:- AS1 —— AS2 —— AS3 ← X

Inside AS2: 2C gateway , AS3: 3a gateway , AS1: 1C gateway

- AS2 router 2C receives path advertisement AS3,X (via eBGP) from AS3 router 3a.
- Based on AS2 policy, AS2 router 2C accepts path AS3,X, propagates (via iBGP) to all AS2 routers.
- Based on AS2 policy, AS2 router 2a advertises (via eBGP) path AS2, AS3, X to AS1 router 1C. بعدين بحكي للباقيات (iBGP)

*اذا عندي أكثر من باث ل AS1 (ل 1C) هو بختار مين بده بناء على policy معينة أو shortest path

BGP messages:-

- BGP message exchanged between peers over TCP
- BGP msg:-
  - → OPEN:- open TCP connection to remote BGP.
  - → UPDATE:- advertise new path (or withdraws old).
  - → KEEPALIVE:- Keeps connections alives in absence of UPDATE, also ACKs OPEN request.
  - → NOTIFICATION:- reports errors, also used to close connections.

why different Intra, Inter-AS routing?

policy:- inter-AS:- admin wants control over how its traffic routed.

intra-AS:- single admin, so policy less of an issue.

Scale:-

hierarchical routing saves table size, reduced update traffic

preformance:-

intra-AS:- can focus on performance.

inter-AS:- policy dominates over performance.

Slide 168 - 170: hot potato routing

نفس ما شرحنا قبل بنوخذ shortest path بس اللهم اذا policy معينة تمنع أقصر باث فبوخذ غيره

ونفس فكرة المثال فوق من ناحية eGBP , iGBP

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

4:- BGP route selection:-

- router may learn about more than one route to destination AS selects route based on:-

1. local preference value attribute : policy decision
2. Shortest AS-PATH.
3. Closest Next-HOP router: hot potato routing
4. additional criteria.

* TCP كانه يجيب البكيت والنيتورك بتجيبلي الباك .
* BGP بلزمنا لاالشركات بدهم يحكين مع بعض .

(مش أكيد sec ←)

L21:- Sec 4.7:- Broadcast and multicast

(زادهم كانه ثاني يحكي عنهم →) ⇒ Broadcast, Unicast, Multicast & Anycast:-

Unicast:- one to one { class A, B, C } { Server, client تبحث بين ال — مثال mail, Http, ICMP, tcp

broadcast:- one to all { ARP req , بيعت برود كاست DHCP يبعث لكل زي

multicast:- one to many { يستخدمه عادة في live stream , IPTV } ← class D

(مدعوم IPv4: unicast, broadcast, multicast)

anycast:- one to any { أني أبعت ريكوست لأكثر من سيرفر وأقرب واحد يرد هوالي بوخذه زي سيرفر جوجل } IPv6

End chapter 4

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