CH.1: Introduction

.Internet : Network of Networks

.Networks : Collection of devices, routers, links managed by an organization (At least 2 devices)

⇐ الإنترنت هو شبكة واسعة جداً بتربط أجهزة الكمبيوتر جميعها سواءً على مستوى العالم ويكون عندها بروتوكولات (قوانين منظمة) خاصة فيها

⇐ في قطعة اسمها splitter هاي وظيفتها تفصل صوت التلفون عن الداتا الخاصة بالإنترنت

س: ما الفرق بين البروتوكول والستاندرد؟

ج: البروتوكول هو مجموعة من القوانين والأنظمة بتنظم عمل الأشياء سوا، أما الستاندرد هو الي فيه المواصفات لكل بروتوكول احنا بدنا ننفذه

⇐ سرعة الكيبل بالعادة أفضل من سرعة الإنترنت

س: ما الفرق بين الإنترنت وخط النفاذ؟

ج: خط النفاذ هو الشبكة الي بقدمها الاتصالات للبيت عشان الواحد يكون متصل مع الشبكة الـ ISP بيحوش بك مع الاتصالات، فخط النفاذ هو حلقة الوصل بين البيت والمزود

. خط النفاذ هو الوسط المادي الي بتنتقل فيه الداتا.

. الإنترنت ⇐ flow of the data

* What's the Internet?

⇐ الإنترنت هي الي بتشبك الناس كلها مع بعض.

⟹ "nuts and bolts" (البرغي والسنونة)

Hosts = end systems : Every thing could be connected to the Internet as long as it has network card Interface & IP address and can be run network apps.

- Communication links : (الداتا بتوصل جهازي عن طريقها إما سلكي أو لاسلكي)
  - Fiber (wired)
  - copper (الكابل الإيثرنت) ⇒ (wired)
  - radio, satellite (wireless)

Transmition rate : Bandwidth (كم بتنقل داتا في الثانية الواحدة)

- packet switches
  - It takes a packet and forward its.

⇐ هو الأشيا ~~الي~~ أو المحطة الي بتوصل الداتا وبتحولها

⇒ Routers and switches

- global ISP: مثل شركة الاتصالات
- home network: البيت
- regional ISP: حضارة، مدى، الخ
- Institutional network: زي جامعة بيرزيت

- Link-layer switches are typically used in access networks, while routers are typically used in the network core.

* The Internet: a "nuts and bolts" view

هاد مش تعريف الحكي بس توضيح ⇒

- Protocol: Set of rules or regulations that control the sending and receiving of information within the internet.
- ISP: Internet service providers.
- Internet standards: specification of a technology applicable to the internet.

⇐ المواصفات الأساسية عشان البروتوكولات تشتغل وتفهم ع بعض

- Internet standards are developed by IETF

⇐ بس الـ IETF يعملوا بروتوكول وبعد تجربته لفترة معينة وبعد ما يتأكدوا انه كلشي تمام بنزل في الـ RFC (Request for comments) وبصير ستاندرد، يعني بستنوا الفيدباك من الناس الي جربوه وبعد ما تخلص كل هاي العمليات بنزلوه للناس بصير RFC.

* The Internet: service view

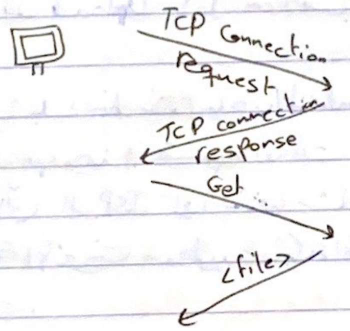
⇐ الانترنت بقدم خدمات للتطبيقات مثل الايميلات وغيرها

⇐ بهم اكثر حيث بعد ما يعملوا التطبيق كيف يتعامل Interfacing مع الطبقات الثانية الي للانترنت

* What's a protocol?

⇐ بروتوكولات البشر هي إنه الإنسان أو الشخص يحكي مع الناس بطريقة معينة وزي ما في بروتوكولات للناس، في بروتوكولات للشبكات تنظم شغلها، فقبل ما ينبعت معلومات لازم يتم تأسيس اتصال بين الأجهزة

. Protocols: define format, order of messege sent and recieved among network entities, and action taken on message transmition, receipt.



* A closer look at Internet structure

. Network edge

⇐ الـ end machine ممكن تكون client (اللي بطلب الخدمة) وممكن تكون السيرفر (اللي بيعطي الخدمة)، مثال: لما نطلب شي من ريتاج (احنا الـ client والسيرفر تاع ريتاج هو السيرفر)

= Hosts : clients & servers
↳ in data centers

. access network (physical media)
wired, wireless communication link.

. Network core
. interconnected routers (routers & switches)
. Network of networks (Internet)

. سؤال: كيف الواحد بكون شابك مع ال ISP ؟

⇐ بكون شابك مع الاتصالات من خلال خط النفاذ، وشركة الإنترنت شابكين مع الاتصالات من مكانهم، ومقاسم الاتصالات الي متصلة كلها سوا بوصل النت من طريقها.
طبعاً الكيبل الي طالع من البيت بكون مشبوك مع عمدان التلفونات بكون عند علبة وهاي العلبة بتوصل لأقرب مقسم اتصالات للمنطقة الي موجود فيها الشخص وهذا المقسم بودّي ع مقسم ثاني وهكذا.

* Access network: digital subscriber line (DSL)

⇐ النسبة لل Upload أقل من النسبة للdownload لأننا بنستخدم الdownload أكثر

⇐ لما الواحد يشبك خط نفاذ بياخذ Bandwidth معيّنة من الاتصالات و بكون إله مكانه بالمقسم، وهذا المقسم الاتصالات بكون شابك مع كل مقاسم الاتصالات الي بالبلد اللّي ال ISP تاع الشخص شابك بموضوع الاتصالات، فالواحد بوصل لمزوّد خدمة الإنترنت من طريق شبكة الاتصالات، وال ISP شابك الإنترنت مع الاتصالات.

- Using telephone line to central office DSLAM
  - data ⇒ Internet
  - Voice ⇒ telephone

⇐ الفكرة إنه بتم الفصل بين الداتا و الصوت من طريق الترددات الخاصة فيها فبتروح موجات الصوت للتلفون، أما الداتا بتروح عند الإنترنت

- Upload < 2.5 Mbps (typically < 1Mbps)
- Download < 24 Mbps (typically < 10 Mbps)

⇐ إذا بدنا نزيد السرعة تاعت خط النفاذ لازم نتوجه لشركة الاتصالات مش الإنترنت

* Access network, cable network

⇐ الباندويث للفايبر (أعلى حد) ⇐ 300 جيجابت بير سكند، الفايبر من أفضل الأنواع، بس المشكلة إنه مكلف، النحاس العادي ماكسيموم ١٠ جيجابت (الإنترنت)

- Asymmetric: 30 Mbps downstream, 2 Mbps upstream (الحالة العادية)

* Access networks: enterprise networks

⇐ بالعادة بتكون بالمؤسسات والشركات، والسرعة ممكن توصل لحد ١٠ جيجابت

- Used in companies, universities, etc.
- 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps. transmition rates

* wireless Access Networks

⇐ أبسط مثال عليها الواي فاي، بس بكون إلها مسافة معينة (لحد ٢٠٠ متر)، الواي ماكس موجودة بس مش في فلسطين، بتوصل ٢ كم.

- wired caples is more reliable than wireless

⇐ الكيبل أفضل من الوايرلس لأنه ما بضيع الداتا ومش كله أقل بكثير وما بصير انترفيرنس

- LAN : wifi (100 ft.)
- WAN : Winax, 3G, 4G, ..

* Host: sends packet of data

⇐ Transmition ~~rate~~ delay : الوقت اللازم لتطلّع جميع الباكيت

⇐ المقصود بالترانسميشن ريت عدد البتس أو حجم الملف الي بدّي أبعثه على الباندويدث الي عندي ، L : السايز تاع الباكت الي بدي أبعثه

$$\text{Transmition delay} = \frac{L\ (\text{bits})}{R\ (\text{bits/sec})}$$

* Links: physical media

- twisted pair : 2 insulated copper wires (category 5 : 100 Mbps, 1 Gbps)
  (category 6 : 10 Gbps)

⇐ بكونوا مجدولين عشان يلغوا الإنترفيرنس والـ noise .. إلخ، وبنقلوا السيجنال بدون مشاكل

- Guided media: signals propagate in solid media copper, fiber, coax (wired)

⇐ أي كيبل بنقل سيجنال ، السيجنال بتمشي زي شكل الكيبل

- Unguided media: signals propagate freely: radio (wirelless)

physical link: what lies between transmitter & reciever

- coaxial cable: (الي بنشبكه على الريسيفر تاع التلفزيون بكون قضيب معدني وحوله شعيرات)
- fiber optic cable: (بتكون شعيرات ضوئية مجدولة كلها ومكسو عليها بكيبل)

⇒ Wireless radio

- signal carried in electromagentic spectrum

⇐ في الباعدة مشاكل زي التشويش والوفلكشن وانه إذا كان في عوائق ما بتوصل
الإشارة وبكون في delay عالي (270 msec) ⇐ هاد لل satellite

⇐ ما بنفع نشبك إنترنت من طريق الستالايت لأنه ما في upload بس download

* The network core

⇐ المقصود بالنتورك كور هو الإنترميديت ديفايسز (Intermediate devices) وكيف
بتكون مشبوكة مع بعضها البعض (كيف بتشتغل مع بعضها البعض)

⇐ الـ packet switching ⇐ أنا بعطيك الداتا بتحتفظ فيها لوقت معين وبعدها بتعطيها
تحويل (store-and-forward) • وقت التخزين لحد ما يتأكد إنه
بقدر يبعتها محل ما بدّه بجديد بحوّلها لموزّع ثاني وهكذا.

* ~~St~~ Packet-switching : store-and-forward

- Transmition delay : $\frac{L}{R}$ seconds to transmit L-bit packet into link at R bps
- store and forward : entire packet must arrive at router before it can be transmitted on next link
- End-end delay : $\frac{2L}{R}$, assuming zero propagation delay

ex: $L = 10$ kbits
$R = 100$ Mbps
find transmition delay.

$$t_d = \frac{L}{R} = \frac{10 \times 10^3}{100 \times 10^6} = 0.1 \times 10^{-3} = 0.1 \text{ msec}$$

* Packet-switching: queueing delay, loss

⇐ لما تقسم الداتا لـ backets مش كلها بتوصل بنفس الوقت ~~فلهيك~~ فاللي بصير هو:
① رح تكون مخزنة بـ queue وتستنى الباكيتس الثانيات.
② إذا الـ Buffer صار فُل، بتم إسقاط بعض البيانات وبنخسرها.

* Two Key network-core functions (رح ندرسهم بالتفصيل بالجزء ٤)

- routing: determines source-destination route taken by packets. (routing algorithm)
- forwarding: move packets from router's input to appropriate router output.

* Alternative to packet switching: circuit switching

switching In general: How to transfer data from A to B.

⇐ circuit switching مثل الاتصال الهاتفي بكون أوضح من الاتصال عن طريق الواتساب مثلاً

- circuit switching: calls by dialing number (land-line : الاتصالات أو جوّال واوريدو)
  - ↳ reliable, no-delay, better quality (adv.)
  - ↳ expensive, limited calls at the same time (dis.)

⇐ الـ circuit switching بحجز باندويدث من بداية الاتصال لنهايته وكل الداتا بتمشي في نفس الباث وهذا يعني ما بصير تأخير أو تبديل، طبعاً لازم يكون موجود (online)

- reserved bandwidth
- Data transfer in the same bath throughout the call
- arrive in order

⇐ ① بحجز الباندويدث
② بعمل establish للاتصال
③ بتبعث كل الداتا بنفس الـ path بالترتيب

- Packet switching
  - ↳ cheap (adv.)

* Circuit switching: FDM and TDM

- FDM (Frequency Division Multiplexing)

⇐ بتمّ تقسيم الباندويدث حسب عدد المستخدمين وبكون لكل مستخدم باندويدث خاصة فيه ما بقدر حدا يستخدمها حتى لو هو مش موجود، ما بستخدم فيها، مثل الراديو (القنوات)

- TDM (Time Division Multiplexing)

⇐ ما بتمّ تقسيم الباندويدث وبكون في share، بستغل كل الباندويدث بس بيضطر إنه يستنى.

* Packet switching versus circuit switching

ex 1 Gb/s link
each user:
. 100 Mb/s when "active"
. active 10% of time

circuit switching: No. of users : $\frac{1\ Gb/s}{100\ Mb/s} = 10$ users

packet switching: $p(X > 10) = 1 - [P(X=10) + P(X=9) + P(X=8) + \dots]$

$$= 1 - \left[\binom{35}{10} (0.1)^{10} (0.9)^{25} + \dots \right.$$

* Internet structure: a "network of networks"

⇐ كل يوزر بكون مشبوك بالإنترنت عن طريق ال ISP ⇐ المزوّد

⇐ كل ال ISPs مشبوكين مع بعض مثلاً ISP1 شابك مع ISP2، ISP2 شابكة مع ISP3 وهكذا فصفي الأشي شبكة مترابطة كلها

⇐ IXP : لما يكونوا ال ISPs شابكين بنقطة IXP، إذا بدهم بيانات محلية يعني من إحدى ال ISP الي شابك معهم، ما بضطروا يطلعوا للإنترنت الي برا

⇐ Content provider network : الأشياء الي موجودة على الإنترنت مخزنة وجاهزة زي اليوتيوب وجوجل وغيرها

⇐ ما بنفع نوخذ أشياء من ال content provider network بدون ال ISP.

⇐ احنا في بيتنا شابكين مع مضارة، جزو (أي شركة من الشركات)، هاي الشركات مشبوكة مع شركة أكبر اسمها باتل الي هاي شابكينا مع الإنترنت اشنل أوت سايد يعني حسب الصورة الي بالسلايد 41، Tier 1 : الاتصالات، Tier 2 : الشركات الأصغر مثل مضارة ...، ((content provider ممكن يكون شابك على أي Tier level

* How do packet loss and delay occur?

⇐ بصير تأخير في عدة حالات، منها: إنه يكون في ضغط على السيرفر نفسه، أو يكون في ضغط على شبكة البيت، أحياناً إذا كانت الباندويدث تاعت الاشي الإنبوت أعلى من الباندويدث تاعت الأوتبوت ما بتوصل الباكيت، وأوقات التأخير بكون بسبب المسافة (propagation delay) بس بالعادة بكون التأخير هاد قليل جداً.

* Packet delay: four sources

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

- d_{proc}: nodal processing (typically < msec) ⇐ بعتمد على نوعية الجهاز

✓ - d_{queu}: queueing delay

أكثر شي بسببوا delay

✓ - d_{trans}: transmition delay $\left(\frac{L}{R}\right)$ ⇐ بطلع آخر بت

- d_{prop}: propagation delay $\left(\frac{d}{s}\right)$ ⇐ بعتمد على المسافة

* Caravan analogy

ex cars "propagate" at 100km/hr = s

bit transmition time = 12 sec

Q: How long until caravan is lined up before 2nd toll booth?

$d = 100$ km ⇐ من الرسمة

- propagation delay $= \frac{d}{s} = \frac{100 \text{ km}}{100 \text{ km/hr}} = 1 \text{ hr} = 60$ min

- transmition delay $= 10 * 20 = 120$ sec $= 2$ min

$\Rightarrow$ delay $= 60 + 2 = 62$ min

* Packet Queueing delay

⇐ لما يكون في مثلاً 10 users يبعثوا داتا للراوتر، وكلهم بدخلوا عالراوتر مع بعض فالراوتر
بحطهم في queue وبصير يتعامل معهم واحد واحد، وإذا تعبّت الكيو إذا أجاه
داتا جديدة بهملها يا إما بصير يضيّع الي بالأول ويوخذ الجديد

* "Real" Internet delays and routes

- Traceroute program: provides delay measurement from source to router along end-end Internet path towards destination.

⇐ عنا كوماند **ping**، إما بعطي reply أو request time out، الـ ping بيفحص
الـ connectivity للنتورك يعني بفحص النفاذ شغال أو مش شغال، بس هذا لا يعني إنه لازم شغال (إذا في الرد)

⇐ عنا كوماند **tracert** (للويندوز) بيتبع الباكت اللي من الجهاز تاعنا لغاية ما يوصل
السيرفر الي بدي جيب من عنده الداتا

*** ⇐ هاد السيرفر بكون مانع التريسراوت ومانع الـ Ping أو واحد منهم
وبكون عندهم الـ firewall

127.0.0.1 ⇒ Local Host

1 ms   1 ms   2 ms   (بيوخذوا ٣ قراءات وبطلعوا الأفرج تاعهم)

⇐ الأرقام لازم تكون أقل من 250 ms

* Packet loss

⇐ لما الـ users يبعثوا داتا على الراوتر تنحط بـ queue، هاي الداتا لما ينعالجها
Buffering أو لما تستنى وقت معين بتصير في delay (queuing delay)، هاد الـ delay
رح يسبب loss للداتا لأنه الـ Buffer يوم يتعبّى ويصير full وتوصل داتا جديدة
رح يضطر يتخلص إما من الداتا الجديدة أو القديمة، فبنضطر الي بعت الداتا يرجع يبعثها
فبصير delay

* Throughput

- Throughput: rate (bits/time) at which bit transferred between sender/reciever
- inst. : rate at given point in time
- average: rate over longer period of time

⇐ عدد البتس الي أنا بستقبلهم في وحدة زمنية محددة

. $R_s < R_c$ (الي بتحكم بسرعة نقل الداتا هو السيرفر لأنه أصغر بالباندويث)

. $R_s > R_c$ (الي بحدد السرعة هون هو الـ client لأنه بالباندويث تاعه أصغر)

* Throughput : Network scenario

$$\text{Network bandwidth} = \frac{R}{10} \leftarrow \# \text{ of users}$$

$$\text{throughput} = \min\left(\frac{R}{10}, R_c, R_s\right)$$

* Protocol "layers" and references model

⇐ النتورك بشكل عام معقدة وفيها كثير أجزاء مختلفة بنشبكهم مع بعض

- hosts
- routers
- link of various media
- applications
- protocols
- hardware, software

⇐ إذا عملنا اشي اسمه layering ممكن نسهل العملية الخاصة بالتشبيك

* organization of air travel

⇐ إذا بدنا نعمل كل خطوات الطيران مع جهة وحدة رح يصير الاشي كتير صعب ومعقد
فالوضع الطبيعي إنه يكون الاشي مقسم

- Each layer implement a service

⇐ الـ layering بسهل الشغل

* why layering?

⇐ ① بسهل التعامل مع الأنظمة المعقدة وبكون كل اشي مقسم
② أسهل في التعديل والصيانة وعمل أبديت للنظام

- layering conidered harmful?

لما نقسم الشغل على أكثر من طبقة وبدك تحسن الفنكشنز في طبقة وحدة بس
فكأنه الاشي ما تغير (مثلاً إذا حسّنا السي بي يو وكانت الرام سيئة ما تغير اشي)

* Internet protocol stack

⑤ application	supporting network applications **FTP, SMTP, HTTP**
④ transport	process-process data transfer **TCP, UDP**
③ network	routing of datagrams from source to destination **IP, routing protocols**
② link	data transfer between neighboring network elements **ethernet, wifi, PPP**
① physical	bits "on the wire"

* ISO/OSI reference model (مش بالسلايدات ☺)

* ملاحظة: حضرت محاضرة قديمة وندمت إني ما تأكدت من هاي السلايدة ☹

← أول خمس طبقات موجودة بالـ77
← أهمه

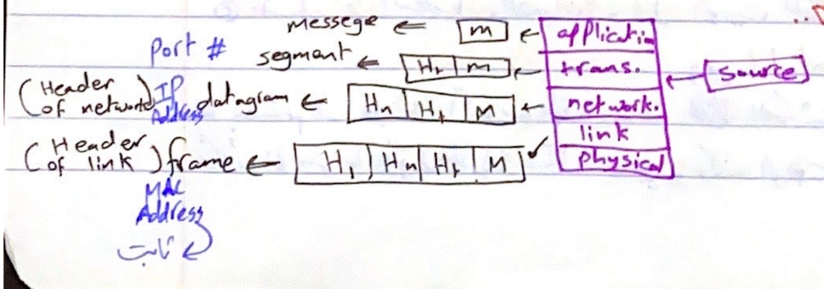
⑦ application	allow applications to interpret meaning of data
⑥ presentation	**encryption**, **compression** **machine-specific conventions**
⑤ session	synchronization, checkpointing, recovery of data exchange
⋮	

⇐ هاي زي باب بين الي فوقها والي تحتها

* Encapsulation (نعملها زي تغليف في كل طبقة بالسورس، وبا توصل بنفك الأشيا)

- End machine (source, destination, mobile, etc.) ⟹ 5 layers
- switch ⟹ 2 layers (physical and link)
- router ⟹ 3 layers (physical, link and network)

* ملاحظة: ادعولي تدعوش عليّ ♡..



messege ⇐ m ← application
Port #
segment ⇐ H_t m ← trans.
source
(Header of network) IP Address
datagram ⇐ H_n H_t M ← network.
link
(Header of link) frame ⇐ H_l H_n H_t M ✓ physical
MAC Address
ثابت