Lec (1)

الموضوع: Basic Concepts of wireless Communication التاريخ: / /

Week 12 or 13 هيبقى فيه ال presentation .

[1] Wireless Vs. Wired Communication

وجه المقارنة	Wired السلكي	Wireless اللاسلكي
(1) Channel	Each cable is a different channel	Wireless medium is a shared channel
(2) signal attenuation	negligibly small	Significantly higher.
(3) interference	Can be physically shielded from external interference	Inference is a Major concern
(4) Stations	Fixed	Can be mobile
(5) BER	$\sim 10^{-9}$ أقل error	$\sim 10^{-4}$

Ber: Percentage of bits received in error

[2] Wireless importance

أهمية الاتصالات اللاسلكية

1. Mobility — ① محمولة (مش مرتبطة بمكان معين زي ال wifi)
2. Flexible connectivity. — ② سهولة الاتصال (أي حد يتصل بالوايفاي بدون كابلات زيادة أو كده)
3. laying cables can be infeasible: — ③ توصيل كابلات ممكن يكون غير عملي:
   - Cabling cost can be too high — (كابلات ممكن تكون مكلفة)
   - Network lifetime is too short — ([illegible])

3 Wireless Challenges:
تحديات الاتصالات اللاسلكية

1. Limited Bandwidth (Shared Channel ع ناس)
عاوزين نستفيد منها.

2. High noise level
↳ interference.

3. Attenuation
(التوهين - التضعيف)
(الوهن - الضعف)
كل ما تبعد السيجنال بتضعف
↳ requires high power levels

4. Security
↳ Eavesdropping (التنصت), false identities. (هوية كاذبة)
مش ضامن مين اللي سامعني أو بيحتك.

---

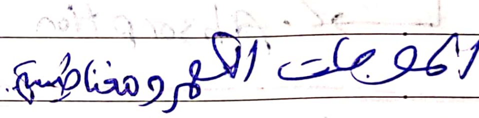
4 Electromagnetic waves
الموجات الكهرومغناطيسية

- الاتصالات اللاسلكية بتتم من خلال الـ EM waves
- A wave is characterized by frequency (or λ wave length)
- EM wave propagation speed is medium dependant
  in vacum (في الفراغ) = c (speed of light) = $3 * 10^8$ m/s

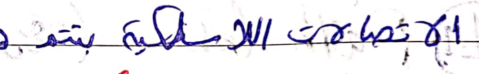
$$c = \lambda f$$

5 EM spectrum
الطيف الكهرومغناطيسي

- ∵ wireless is a shared resource ∴ has to be tightly managed
  لازم يتنظم من خلال هيئات دولية وحكومية ← زي الهيئة القومية لتنظيم الاتصالات NTRA
- Radio spectrum is divided into Bands:



  - Band: name of a set of frequencies (ex 2.4 GHz band)
  - Bandwidth: range of frequencies (max→min)



↳ therefore: Channel capacity is a function of Bandwidth.
يعني الـ BW هو الـ range الـ freqs كلها، كل ما كبر كل ما كانت سعة الـ channel أكبر
تقدر تبعت عليها signals أكثر.

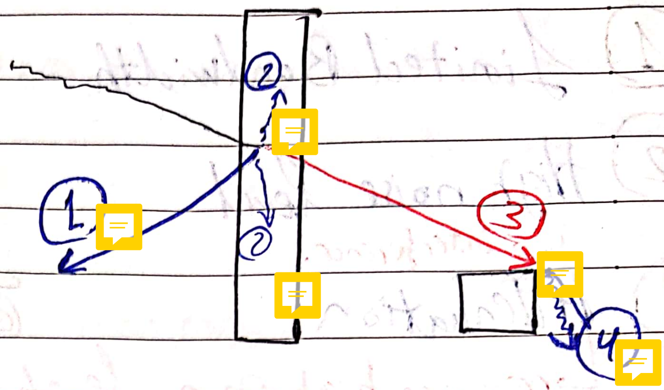
الموضوع: ______ التاريخ: / /

6] EM wave propagation

انتشار الموجة:

a wave can:

1. be absorbed — تمتص
2. be reflected — تنعكس
3. Bend — تتعوج - تنثني
4. Penetrate — تخترق



7] Wireless Channel Characteristics:

خصائص القناة اللاسلكية

1. Attenuation: التضعيف
   - 1. Path loss
   - 2. Absorption
2. Multipath propagation — انتشار طرق متعددة
3. Fading (fast / slow) — التضاؤل
4. Interference — التداخل
5. Doppler Shift

1.1 Path loss (خسائر الطريق)

بتحصل بمجرد ان ال signal بتتحرك — تتناسب مع التربيع

→ Friis formula:
Between 2 isotropic antennas in free space

$$\text{path loss} = \frac{P_r}{P_t} = G_r\, G_t \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$$

$0 \leq \frac{P_r}{P_t} \leq 1$

- P_r, P_t: Received & transmitted Power
- G_r, G_t: " & " antenna gain ($G = 1$) for Perfect antenna.
- λ: wavelength
- d: distance between transmitter & receiver

→ Calc in dB [$10\log_{10}(-)$]
decibel: a log. unit

$$P_r = P_t + G_r + G_t + 20\log\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)$$

in dB

- Assumptions:
  1. BW is narrow enough for a single λ to represent it
  2. only valid if $d \gg \lambda$

التاريخ: / /   الموضوع:

1.2 Absorption (الامتصاص)

في جزء هيمتص من ال signal

α → absorption coefficient

→ Exponential decay of signal power with distance travelled.

→ Depends on ① medium ② Frequency

$$\text{pathloss} = \frac{P_r}{P_t} = G_r G_t \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 e^{-\alpha d}$$

in dB

$$P_r = P_t + G_r + G_t + 20\log\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right) - 10\,\alpha d$$

(P_r in dB, P_t dB, G_r dB, G_t dB)

$\because P_t^{[dB]} = 10\log(P_t)$ dB $\xrightarrow{\therefore}$ $P_t = 10^{\frac{P_t^{[dB]}}{10}}$

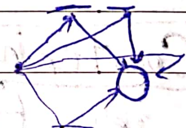
2 Multipath Propagation

الانتشار في طرق متعددة

→ Multiple copies of the same signal received at slightly different times

↳ Caused by reflection, diffraction & scattering.

الانعكاس ، الانكسار - الحيود ، انتشار - بعثرة



① Delay spread → Time between receiving 1^{st} & last copy of same signal

تأخير الانتشار

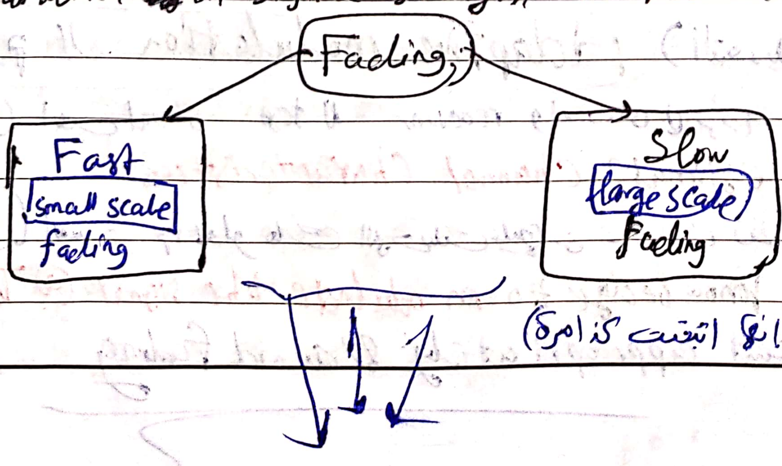
زي المدة الزمنية بين أول مرة سمعت الصوت كده وآخر مرة سمعت نفس الصوت.

* الفكرة ان ال signal اللي بوصلك هي مجموع ال signals المنتشرة من طرق مختلفة - ففي منهم بيتأخر زي صدى الصوت كده.

3 Fading

التضاؤل - الخفوت - ذبول - اختفاء تدريجي

→ The variation in signal strength when received @ receiver



Fast: بسبب مثلاً 2 signals جاؤوا في نفس اللحظة ممكن يتجمعوا او يضعفوا بعض (يلاشوا)

Slow: ال signal مثلاً بتقابل ما توصل يحصلها absorption عند أماكن مختلفة ليس عادات مختلفة (تفكر انها اتبعت كذا مرة)

التاريخ: / / الموضوع:

3.1 Fast fading (التلاشي السريع) — تغير بيحصل في مدة قصيرة جدا (بسرعة)

→ Rapid fluctuations in amplitude or phase.

تقلبات سريعة في مقدار الاتجاه/الإشارة

- Caused by: Multipath propagation.

* Paths may add up @ Rx as follows:
  1- Constructively: if phase difference = 0 → signals add up +
  2- Destructively: if phase difference = 180 → signals cancel each other −

3.2 Slow fading (التلاشي البطيء)

→ Objects that partially absorb the transmissions lie between Tx & Rx.

يعني مثلا لو في عربية في النص: الإرسال أو الاستقبال هيكون ضعيف خلال مرور وجود العربية دي

why slow? → Fade duration lasts for a long time (seconds or minutes).

Countering Fading — إزاي نتغلب على التلاشي/التداخل؟

① ابعت نفس الـ signal بطرق مختلفة ومتنوعة (time, frequency, space) وهي الطرق المختلفة دي هتواجه تداخلات مختلفة

1. Time: ابعت الـ signal وبعد فترة ابعتها تاني
2. Frequency: Use multiple channels simultaneously.
3. Space: use more than one antenna at different locations.

الحاجات اللي عملناها دي بتزود Redundancy وده بيقلل احتمال حدوث تراكب هدام simultaneous destructive interference.

② استخدم الـ Adaptive modulation (التعديل التكيفي)

الخطوات: ① ابعت test signal للـ receiver واستناها لما ترجع

→ To estimate channel characteristics

② استخدم المعلومات اللي حصلت عليها دي عشان تظبط/تعدل الـ signal

→ Use such knowledge to modulate the signal @ Tx (adaptively modulated) to be sent appropriately & avoid fading

التاريخ: / / الموضوع:

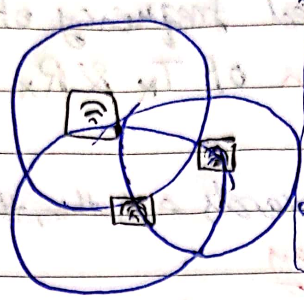
(4) Interference التداخل

Description / Solution

(1) Adjacent Channel interference

تداخل القنوات المتجاورة

دخلت على freq مش تاعتي



كل client و access point on overlapping channels talk over each other.

تتعرض للتداخل مع بعضهم

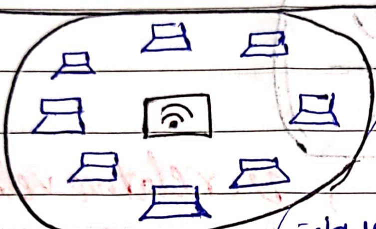
- signals in nearby frequencies have components outside their allocated ranges

Solution: introduce guard bands between allocated frequency ranges.

(2) Co-channel Interference (narrow band)

تداخل في القناة نفسها

(شبه القسم) لما الكل بيحاول يتصل على نفس الـ AP



كل client و Access point on the same channel competes for time to talk

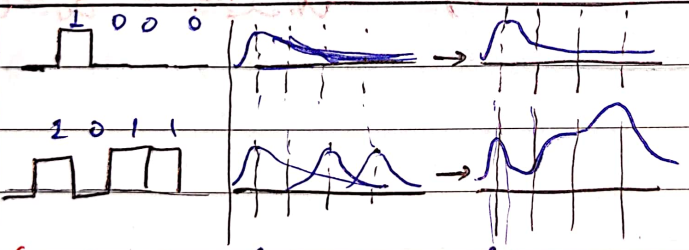
بيتشاركوا على الوقت المتاح لهم بالمواجهة

- Other nearby systems using the same transmission frequency.

Solution:
→ allocate bands in intelligent way
→ no. 2 close users use the same frequency.

(3) Inter Symbol Interference (ISI)

التداخل بين الرموز.



(sampling points) Input waveform | (individual pulse response) | (Received waveform)

- Temporal spreading & consequent overlapping of individual pulses in the signal due to multipath propagation
- The spreading of the pulse beyond its allotted (المخصصة) time interval causes it to interfere with neighboring pulse

Solution: adaptive equalization

بتتكيف مع كل حالة بتتعلم.

→ Estimate channel response
for training ↳ use a periodic pulse (well known) to test channel response
→ use the ⟶ to adapt the original signal to avoid ISI & compensate for time dispersion (تشتت)

الـ R. بيعتمد على ...

الموضوع: ____________ التاريخ: / /

تحول
نقل
تحرك [redacted] دوبلر

5. Doppler shift

↳ The Change in observed frequency of received signal due to → Relative motion of T_x & R_x w.r.t each other

[redacted]

(N.B.) if they are moving towards (away) each other, then received freq will be higher (lower)

- يعني كده لما عربيتين بيتحركوا بسرعة في اتجاه عكس بعض بتسمع صوت عالي اوي وكده حاجة شبه كده بس بال freq

- احنا الاتنين بنتحرك لو بنقرب ← (بنزود ال freq)

$$f_d = \frac{v}{\lambda}$$

f_d: Change in frequency ; v: relative velocity between T_x & R_x

↳ $V_{sr} = V_s - V_r$ — الحركات بتتساوى

s: sender
r: receiver

, if initial freq was f

↳ $f_{new} = f + f_d$

خلصت مني ضربة ! بحمد الله :)