



# شبکه های مخابراتی

سید حمید صفوی

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه محقق اردبیلی

نیمسال دوم ۹۷-۹۸

# مروری بر لایه فیزیکی





# در کدام بخش درس هستیم؟

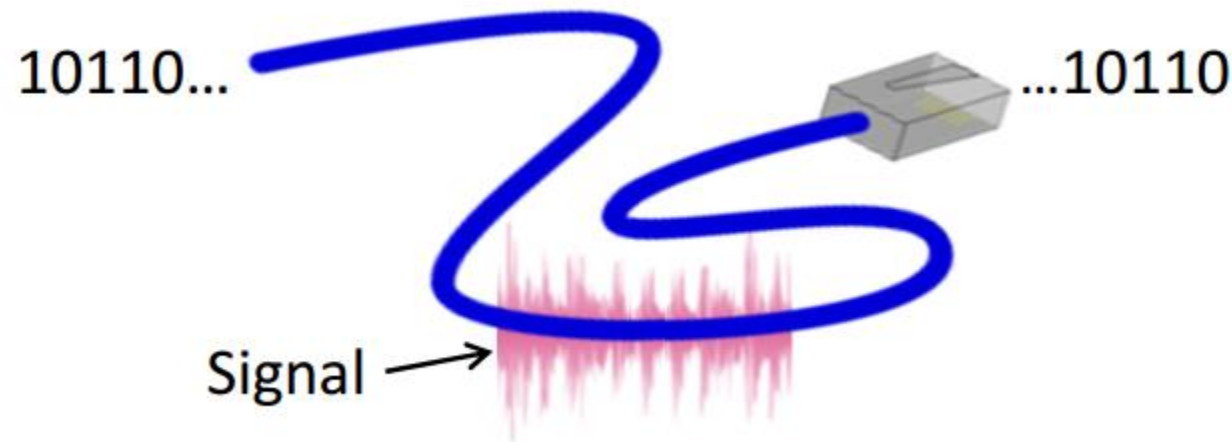
- برای شروع کار از لایه فیزیکی شروع می کنیم.

<b>Application</b>
<b>Transport</b>
<b>Network</b>
<b>Link</b>
<b>Physical</b>



# گستره لایه فیزیکی

- سیگنال‌ها چگونه بیت‌های پیام را از طریق یک لینک منتقل می‌کنند؟
  - سیم‌ها و غیره، سیگنال‌های **آنالوگ** را حمل می‌کنند.
  - ما می‌خواهیم بیت‌های **دیجیتال** ارسال کنیم.



# موضوعات

- خواص مدیا

سیم، فیبر نوری و بی سیم

- انتشار ساده سیگنال

پهنای باند، تضعیف و نویز

- روش‌های مدولاسیون

نمایش بیت‌ها، نویز

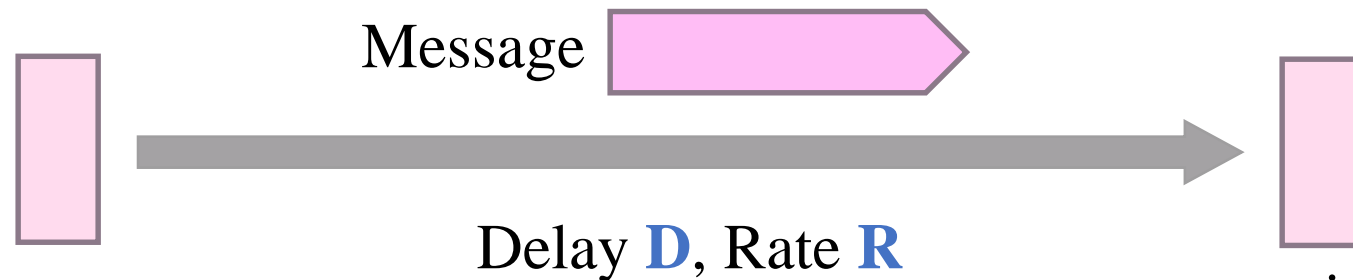
- محدودیت‌های اساسی

نایکوئیست، شانون



# مدل لینک ساده

- چکیده‌ای از کانال فیزیکی
  - نرخ (یا پهنای باند، ظرفیت، سرعت) بر حسب بیت بر ثانیه (bit/sec)
  - تأخیر بر حسب ثانیه، وابسته به طول



- سایر خواص مهم:
  - این که کانال پخش (Broadcast) است یا نه
  - نرخ خطای کانال

# تأخیر پیام (Message Latency)

- تأخیر (Latency) میزان وقفه در ارسال یک پیام توسط یک لینک است.

- تأخیر ارسال (Transmission Delay): زمان لازم برای قرار دادن  $M$  بیت پیام “روی یک سیم”

$$T\text{-delay} = M \text{ (bits)} / \text{Rate (bits/sec)} = M/R \text{ seconds}$$

- تأخیر انتشار (Propagation Delay): زمانی که برای انتشار بیت‌ها در طول سیم صرف می‌شود.

$$P\text{-delay} = \text{Length} / \text{speed of signals} = \text{Length} / \frac{2}{3}c = D \text{ seconds}$$

- با ترکیب دو بند بالا داریم :

$$L = M/R + D$$



# واحدهای متریک

- پیشوندهای اصلی که استفاده می‌کنیم:

Prefix	Exp.	prefix	exp.
K(ilo)	$10^3$	m(illi)	$10^{-3}$
M(ega)	$10^6$	$\mu$ (micro)	$10^{-6}$
G(iga)	$10^9$	n(ano)	$10^{-9}$

- برای **نرخ‌ها** از توان‌های **۱۰** و برای واحدهای **ذخیره‌سازی** از توان‌های **۲** استفاده می‌شود.
  - $1 \text{ Mbps} = 1,000,000 \text{ bps}$ ,  $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ bytes}$
- از B برای بایت و از b برای بیت استفاده می‌شود.





# مثال‌های تأخیر (Latency)

- Dialup با یک مودم تلفنی:

–  $D = 5 \text{ ms}$ ,  $R = 56 \text{ kbps}$ ,  $M = 1250 \text{ bytes}$

- لینک پهن‌بند میان کشوری\*

–  $D = 50 \text{ ms}$ ,  $R = 10 \text{ Mbps}$ ,  $M = 1250 \text{ bytes}$

\*الان نرخ‌های خیلی بالاتر وجود دارد. اعداد این اسلاید فقط یک مثال است.



## مثال‌های تأخیر (Latency) (۲)

- Dialup با یک مودم تلفنی:

$$D = 5 \text{ ms}, R = 56 \text{ kbps}, M = 1250 \text{ bytes}$$

$$L = 5 \text{ ms} + (1250 \times 8) / (56 \times 10^3) \text{ sec} = 184 \text{ ms!}$$

- لینک پهن‌بند میان کشوری

$$D = 50 \text{ ms}, R = 10 \text{ Mbps}, M = 1250 \text{ bytes}$$

$$L = 50 \text{ ms} + (1250 \times 8) / (10 \times 10^6) \text{ sec} = 51 \text{ ms}$$

یک لینک طولانی یا یک نرخ پایین به معنای تأخیر زیاد است.  
– معمولاً یکی از این عوامل تأخیر، غالب است.



# حاصل ضرب پهنای باند – تأخیر

- پیام‌ها بر روی سیم فضا اشغال می‌کنند!



- به مقدار داده در حال انتقال **Bandwidth-delay(BD) product** می‌گویند.

$$BD = R \times D$$

– محاسبه بر حسب بیت یا پیام

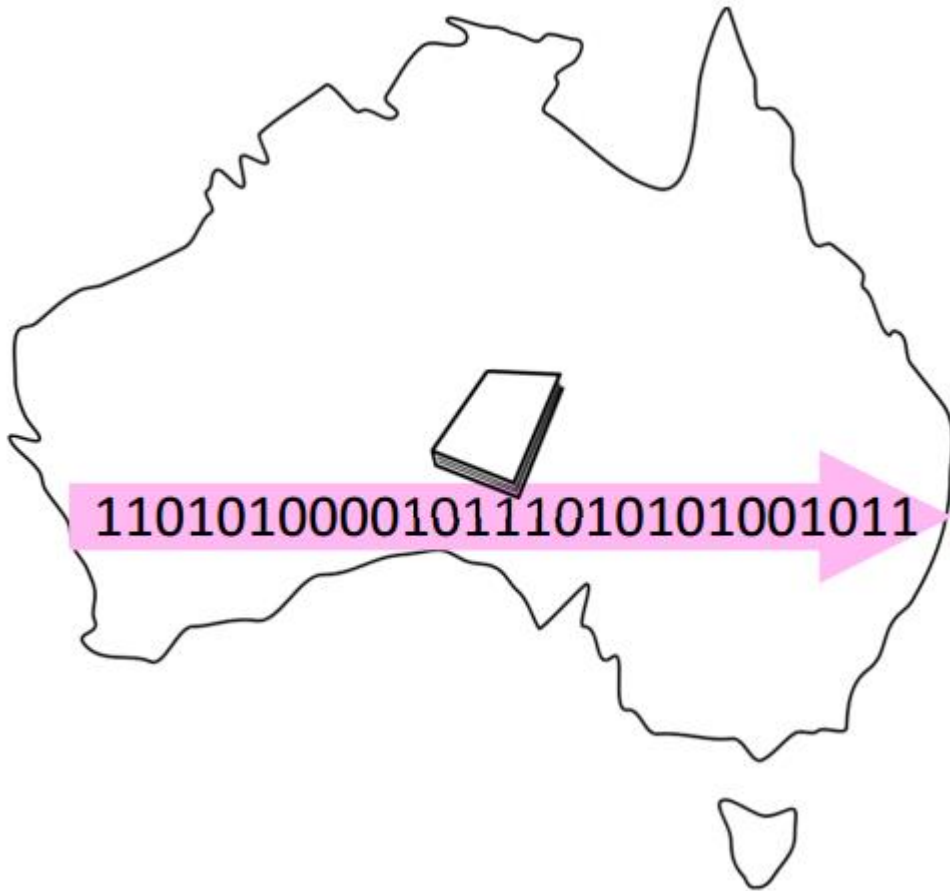
– برای LAN ها مقداری کم و برای خط‌های طولانی و پهن (long fat pipes) مقداری بزرگ است.



# مثال پهنای باند - تأخیر

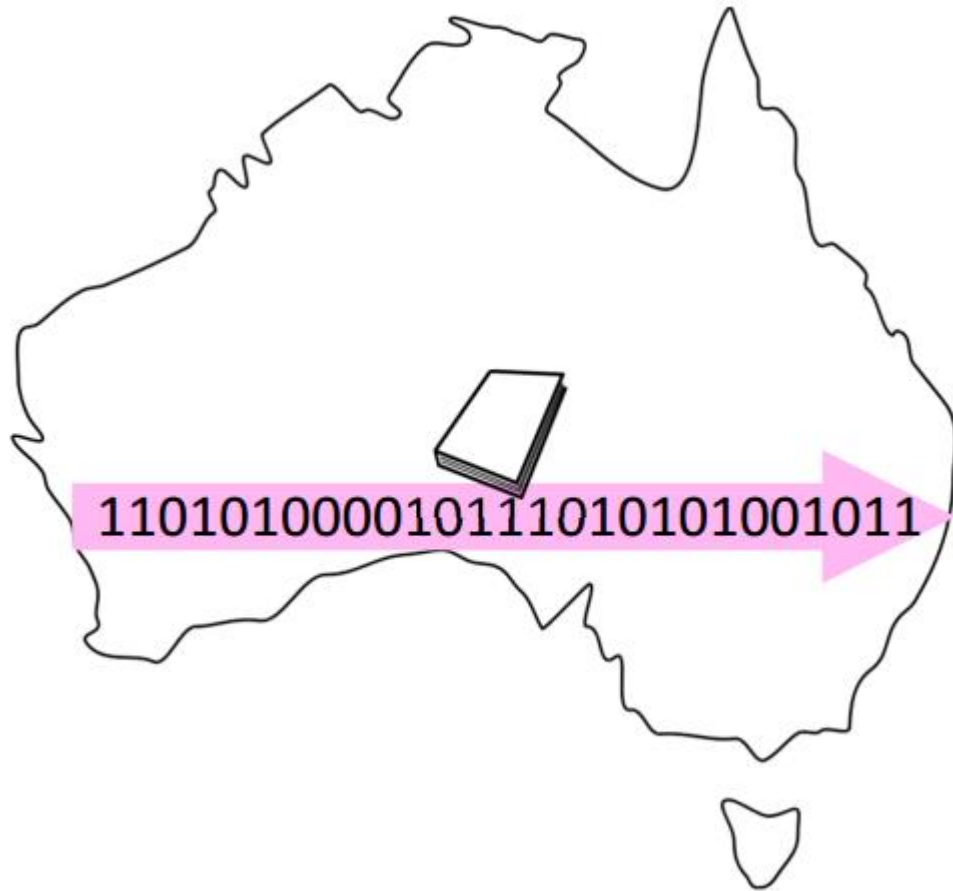
• فیبر نوری خانگی، داخل یک کشور

$$R = 40 \text{ Mbps}, D = 50 \text{ ms}$$



## مثال پهنای باند – تأخیر (۲)

• فیبر نوری خانگی، داخل یک کشور



$$\begin{aligned} R &= 40 \text{ Mbps}, D = 50 \text{ ms} \\ BD &= 40 \times 10^6 \times 50 \times 10^{-3} \text{ bits} \\ &= 2000 \text{ Kbit} \\ &= 250 \text{ KB} \end{aligned}$$

این مقدار بسیار زیادی دیتا درون شبکه است.