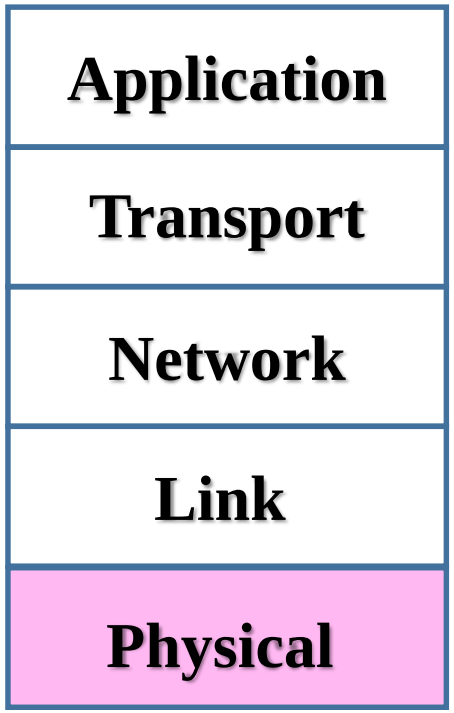
شبکه‌های مخابراتی

سید حمید صفوی
دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه محقق اردبیلی
نیمسال دوم ۹۸-۹۹

مروری بر لایه فیزیکی

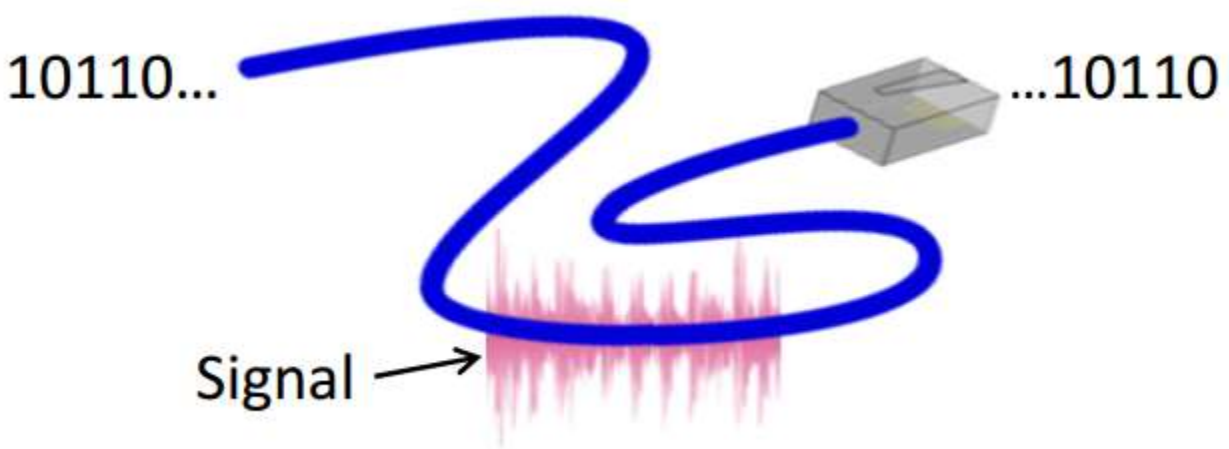
در کدام بخش درس هستیم؟

- برای شروع کار از لایه فیزیکی شروع می‌کنیم.



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 بی‌سیم
- **انتشار ساده سیگنال**

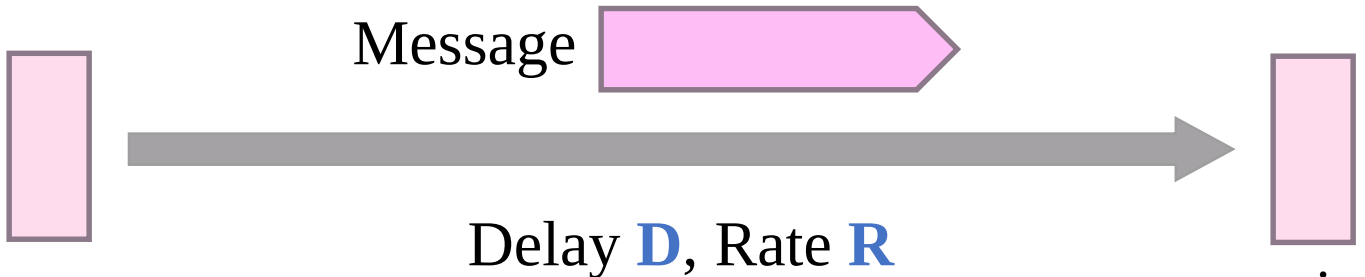
  پهنای باند، تضعیف و نویز
- **روش‌های مدولاسیون**

  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"

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

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

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

- 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	μ(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 Mbps = 1,000,000 bps, 1 KB = 2^{10}bytes
- از B برای بایت و از b برای بیت استفاده می‌شود.

مثال‌های تأخیر (Latency)

- Dialup با یک مودم تلفنی:
  - D = 5 ms, R = 56 kbps, M = 1250 bytes
- لینک پهن‌باند میان کشوری*
  - D = 50 ms, R = 10 Mbps, M = 1250 bytes

* الان نرخ های خیلی بالاتر وجود دارد. اعداد این اسلاید فقط یک مثال است.

مثال‌های تأخیر (Latency) (۲)

- Dialup با یک مودم تلفنی:

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

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

- لینک پهن‌باند میان کشوری

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

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

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

حاصل‌ضرب پهنای باند – تأخیر

- پیام‌ها بر روی سیم فضا اشغال می‌کنند!

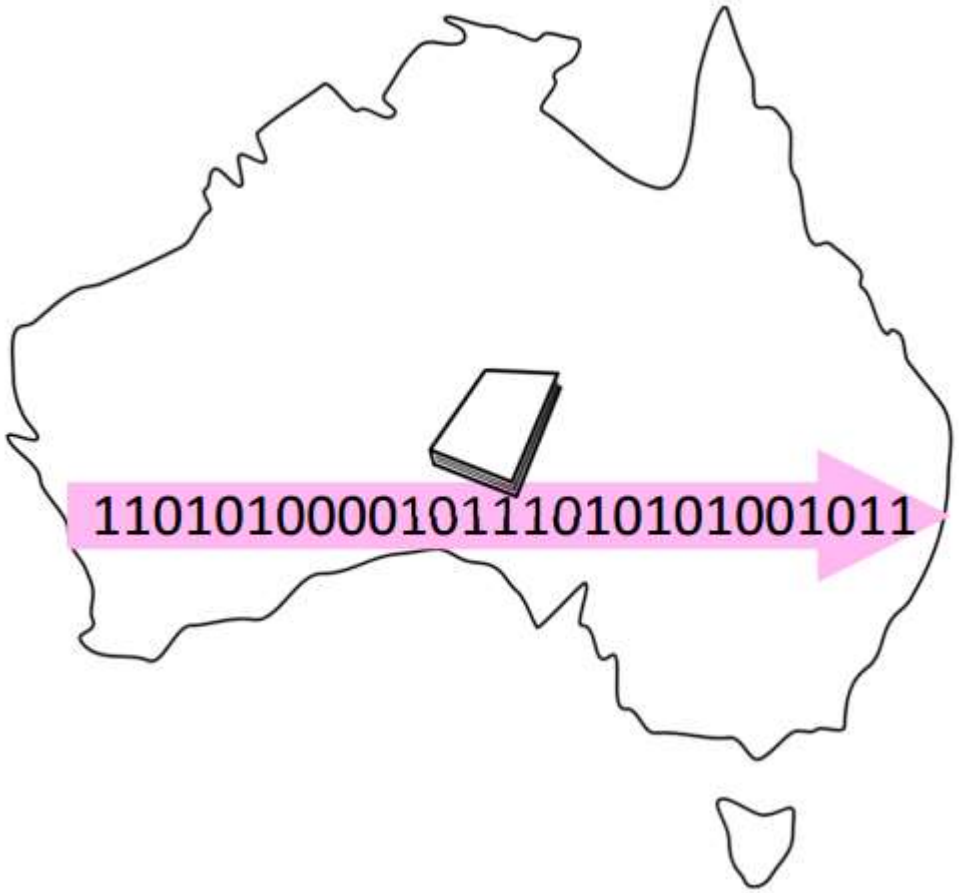
- به مقدار داده در حال انتقال **Bandwidth-delay(BD) product** می‌گویند.

$$BD = R \times D$$

– محاسبه بر حسب بیت یا پیام

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

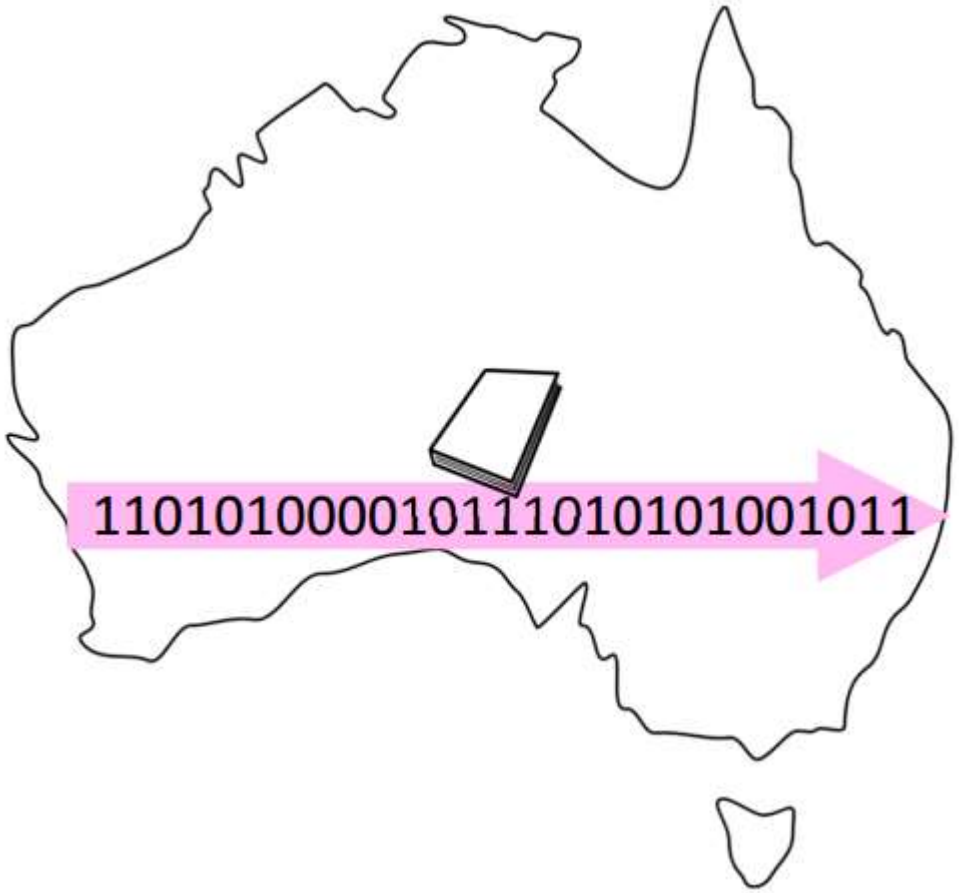
مثال پهنای باند – تأخیر



- فیبر نوری خانگی، داخل یک کشور

R = 40 Mbps, D = 50 ms

مثال پهنای باند – تأخیر (۲)



- فیبر نوری خانگی، داخل یک کشور

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

این مقدار بسیار زیادی دیتا درون شبکه است.