
コンテンツ配信の「ハヤサ」

菊池浩明

「速さ」＝伝送速度

- 「速い」ネットワーク
 - ファイル転送がハイ, ブラウザがハイ
- 伝送速度
 - 単位時間に送信する情報量
= 伝送した情報量 / 伝送に掛かった時間
 - 単位: bps (bit per second), b/s

バイト byte

■ 情報量の単位

- *bit*: binary digit/unitの略
- 1 バイト(byte) = 8 ビット(bit)

- 1 k byte = 10^3 byte (1kB = 2^{10} = 1024 byte)
- 1M byte = 10^6 byte (1MB = 2^{20} = 1024 kB)
- 1G byte = 10^9 byte (1GB = 2^{30} = 1024 MB)
- 1T byte = 10^{12} byte (1TB = 2^{40} = 1024 GB)
- 注) ネットワーク屋はビットで計る (kBは使わない)

iPhone 6s

	iPhone 4S (3G)	iPhone 5 (LTE)	iPhone 6s (4G LTE _____)
下り	14.4 Mbps	75 Mbps	
上り	5.76 Mbps	25 Mbps	

色々なメディアの「速さ」

■ 携帯電話

- 第二世代 9.6 kbps
- 3G (FOMA) 7.2 Mbps
- PHS 128 kbps
- WiMAX 40 Mbps
- Wifi802.11b/g 11/56Mbps

■ LAN

- ADSL 8-56Mbps
- 光(FDDI) 100Mbps
- 100Base-T 100Mbps
- 1000Base-T 1Gbps

■ パソコン

- ISA-BUS 4Mbyte/s
- Ultra-SCSI 20Mbps
- USB2 480Mbps
- IEEE1394 200Mbps

■ 動画像符号化

- DVD (MPEG2) _____
- Blu-ray (MPEG2) 36 Mbps
- 地上波デジタル 16.8 Mbps
- BSデジタル 24 Mbps

1分間のダウンロード

■ 伝送容量

□ 伝送量 = 伝送速度 × 時間

□ 例) WiMAX 40 Mbps で1分間ダウンロード

伝送量 = 伝送速度 × 1分間

= 40 Mbps x 1分

= 40 x 1000,000 bit x 60 s

= 2400 x 10⁶ bit = 2400 x M bit

= 2400/8 x 10⁶ byte = 300 M byte

□ CD-ROM 700 MB (DVD 4.7GB, Blu-ray 25GB)

$$300 \text{ M byte} / 700 \text{ MB} = \frac{300 \times 10^6}{700 \times 2^{30}} = 0.407 \text{ 枚CD}$$

問題

- このまま伝送速度が上がれば、アメリカからネットワーク経由で中野キャンパス内のドローンを操縦して鬼ごっこが出来るのはいつの日か？
 - a. 来年
 - b. 5年後
 - c. 来ない



SNAPの速さ

■ 伝送速度

□情報量: $L = 2 \text{枚} \times \underline{\hspace{2cm}} \times 4.7 \times 1024^2$

□伝送に要する時間: $T = 34 \text{分} \times 60 \text{s}$

□伝送速度: $B = \underline{\hspace{2cm}} = 39,581,071 \text{ bps}$
 $= 40 \text{ Mbps}$

□結論

かたつむりはiphone 5(14.4 Mbps)より早い?!

□伝播遅延 $D = \underline{\hspace{2cm}}$

帯域と遅延

- 伝送速度(帯域, bandwidth)

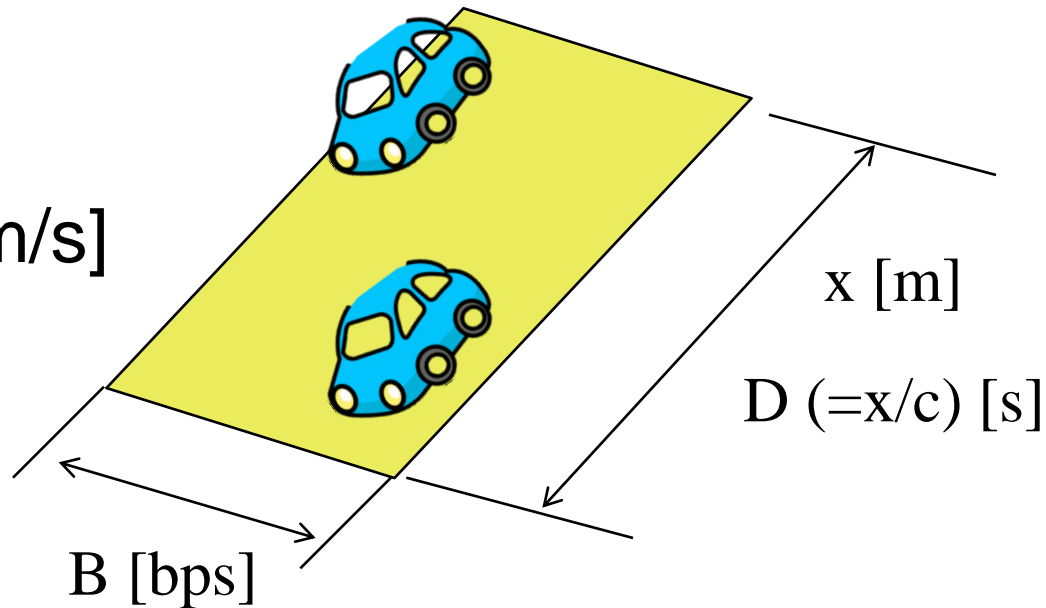
- B [bps]

- _____遅延 (でんぱちえん, propagation delay)

- D [s]

- $D = x/c$

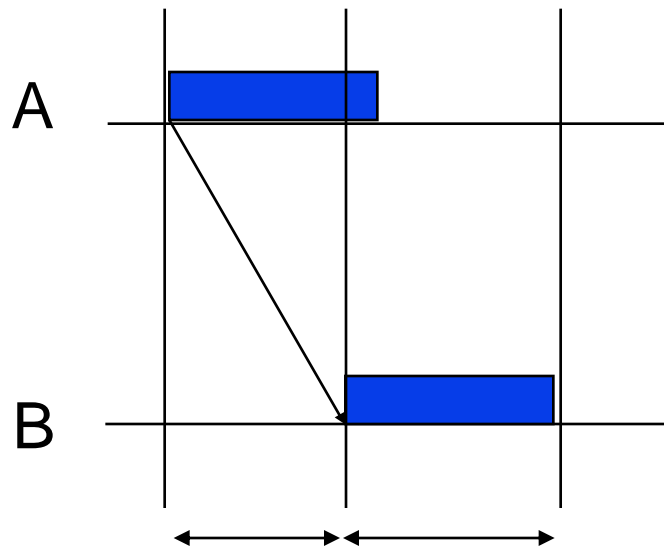
- $c = 2 \times 10^8$ [m/s]



伝播遅延

■ 遅いネットワーク

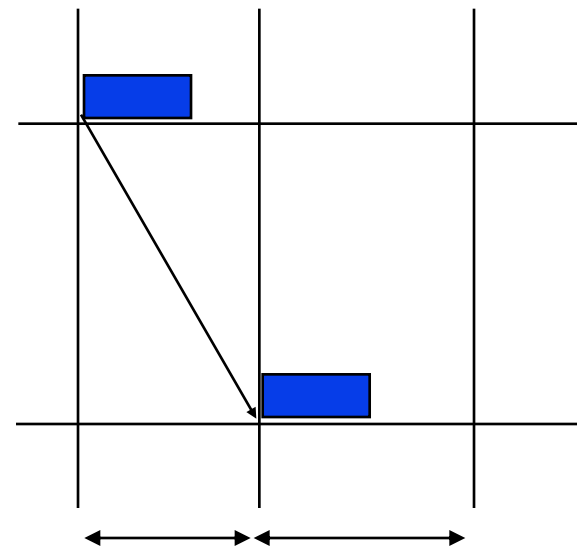
□ 伝送速度 B



D 伝播遅延時間
 $E = L/B$ 伝送時間

■ 速いネットワーク

□ 伝送速度 $B' = 2B$



$E' = L/B'$
 $= L/2B$
 $= E/2$

ブロードバンド

■ 意味

□ 「早い」インターネット e.g. ADSL, 光インターネット

■ band

□ n. くくる物; 帯, ひも; たが; (色の)しま; (鳥の足に付ける) 標識バンド; 【ラジオ】周波数帯 (wave ~); (レコードの1曲分の) みぞ; 隊, 集団, 群; 楽団, バンド.

■ broad

□ a. (幅・面積の) _____; (数値につけて) 幅の; 心の広い; 明るい, 明白な; なまりのある; あからさまな, 下品な; 広義の, 広範囲に及ぶ, 一般 (「速い」という意味はない)

技術の発達

■ 伝送速度

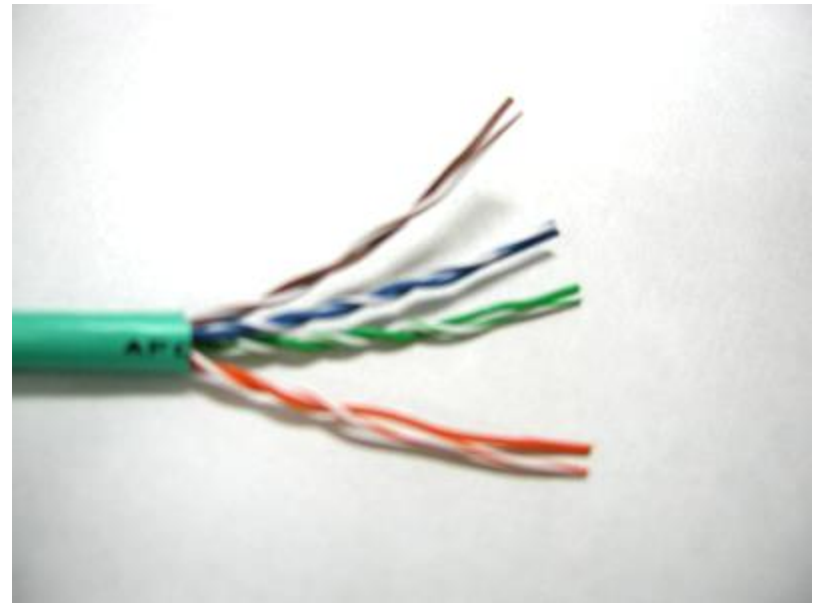
- 今後も向上する
- 「道路の幅」を広げればよい.
- MIMO

■ 伝播遅延

- 既に飽和点
- 物理的な限界

LANケーブル

- UTP (_____)
 - Unshielded Twisted Pair-cabel
 - カテゴリー
 - » CAT5:
10Base-T / 100Base-T
 - » CAT1,2: 電話用
 - 雑音受けやすい
 - STP (シールド付き)



伝播遅延の原因1「_____」

■ 信号線の中の伝播速度

□ 光速の6割 $c = 180 \sim 240 \times 10^6 \text{ m/s}$

□ ケーブル長 $x=500\text{m}$ の時,

$$D = x/c = 500/180 \times 10^{-6} = 0.27 \mu\text{s}$$

□ 日米間 $x = 4,500\text{mile} = 7200 \text{ km}$

$$D = x/c = 0.04\text{s} = \underline{\hspace{2cm}}$$

■ 実験

```
C:\> ping www.berkeley.edu
```

```
169.229.131.92 からの応答: バイト数 =32 時間 =122ms TTL=49
```

```
....
```

```
ラウンドトリップの概算時間 (ミリ秒): 平均 = 121ms
```

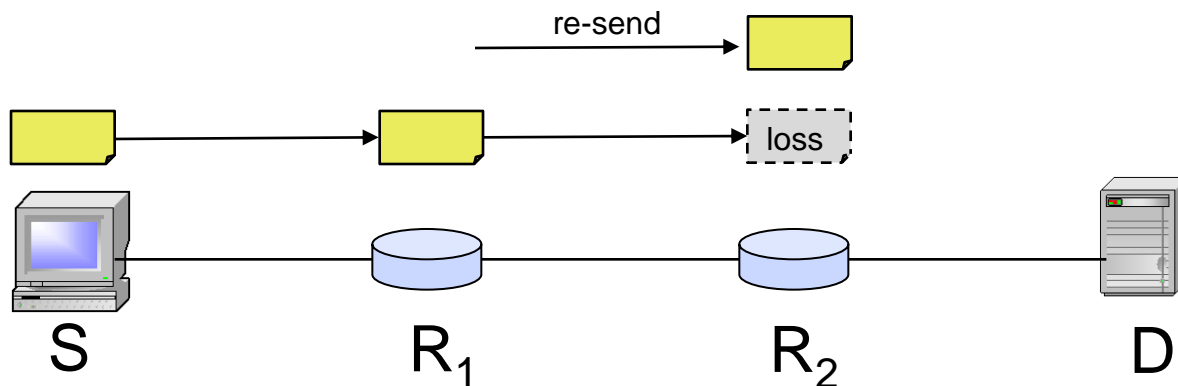
物理媒体

媒体	伝送速度	中継距離
UTP(より線)	1 Gbps (100 Mbps)	100 m
同軸ケーブル(ベースバンド)	10 Mbps	500 m
同軸ケーブル (ブロードバンド)	450 Mbps	300 km (数km)
	1 Tbps	300 km
無線	200 Mbps (53 Mbps)	100 m

伝播遅延の原因2: Store and Forward

- Store and Forward (蓄積交換方式)

- パケットロスしないように、伝送(_____)前にパケットのコピーを取る(_____)



まとめ

- ネットワークの速さは、伝送速度(____)と____時間 (s)の二つの要素がある.
- 伝送速度は今後も向上するが、伝播遅延は既に限界にある.
 - 光の速度による物理的な限界
 - Store-and-forwardによるパケット伝送の遅延

問題

- (1) 自宅に10Mbyteのファイルのレポートを忘れた. $D=10\text{ms}$, $B=25\text{ Mbps}$ (LTE)のスマートフォンで受信すると何秒かかるか.
- (2) 自宅から大学まで1時間かかる. DVD1枚を運ぶ時, 見かけの伝送速度 B (伝播遅延は無視する)を求めよ.
- (3) 人工衛星は高度36,000kmを飛んでいる. 通信衛星経由でデータを送るときの, 伝播遅延を求めよ. ただし, $c = 2 \times 10^8\text{ m/s}$ とする.