

#8 ネットワーキングの原理, Internet の構造と歴史

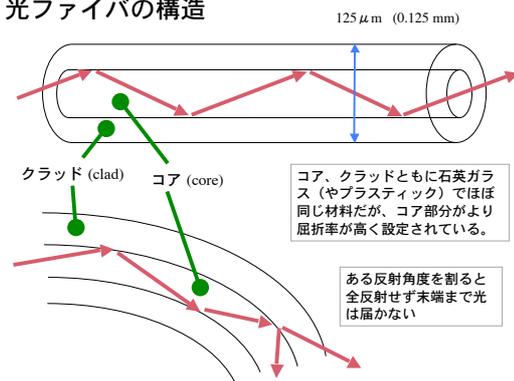
Yutaka Yasuda, 2003 spring term

通信

- コンピュータ・ネットワーク
 - 信号線によって結ばれた二つ以上のコンピュータ
 - データの交換を行う
 - メール転送 / Webブラウジング
- 信号線
 - 電線と光ファイバ
- 光ファイバ
 - 屈折率の異なるガラスを二重化
 - 内側に屈折率の高い素材を入れ、全反射させる
 - 遠距離、高速の通信に有利



光ファイバの構造



長距離通信の歴史

- 電線による海底ケーブル
 - 1851 英仏海峡に海底ケーブル
 - 19世紀じゅうに大西洋など世界中に広まる
- 電磁波による無線長距離通信
 - 1900頃から大西洋越え、ラジオ放送などに応用
- 光ファイバ
 - より高い周波数の電磁波である光の有線通信
 - 1990頃から光のものに順次置き換え
 - 結果的に速度を高めることが容易になる
- 高品質（低エラー）、低遅延、大容量通信へ

データ交換の方式

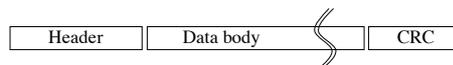
- 回線交換：電話など
 - スイッチを間に入れて、必要に応じて信号線を接続して経路を確保し、そこに信号を流し続ける
 - 中央のスイッチが頑張る
- パケット交換：インターネット
 - データを細かいパケットに分割
 - パケットに宛先（アドレス）を書き込み、発送
 - 両末端（送信元+受け取り先）の仕事が増える
 - 末端がパワフルなPCである今では問題無し

パケットとアドレス

- パケット
 - 宛先指定のためにアドレスをつける
 - ルーティング
 - 自分宛でなければ「より適切な相手」に転送
 - これを繰り返して、いつかは相手にたどり着く
 - インターネットとはそのための「網」である

パケットの構造 (の単純な例)

- ヘッダ
 - 宛先アドレス、送り元アドレス、長さ、データ種類など
- ボディ
 - データそのもの
- エラー検出符号
 - SUM, CRC など、誤りが含まれていないことを調べるためのデータ



パケット全長は Ethernet (一般的な LAN) で 1.5KBytes 程度

インターネットにおけるアドレッシング

- IP アドレス
 - インターネットにおける識別子
 - 接続されている全てのコンピュータに個別に割り当てられた番号。
- 例: 133.101.32.84 = 4 Bytes = 32bits
 - Max 4G addresses (世界人口 60 億 (6G) を下回る)
- 互いに IP アドレスを指定して通信する
 - www.yahoo.com も、あなたの PC も同じく IP を持っている
 - 211.14.13.226 = www.yahoo.co.jp
- 対等な接続
 - アドレスを指定するだけで到達できるという意味で、全てのコンピュータはフラットに接続されている

エラー処理

- 訂正
 - 冗長なデータを含めることで修正し、受け取り処理を続行
- 再送
 - 相手に対して、パケットを送り直すよう要求する
 - もしくは何もしなければ送り直すなど
- 手順の重要性
 - 何と言えども再送されるのか?
 - 何秒待てばロスと判定されるのか?

プロトコル

- 決められた一連の手続き
 - 典例規則、(国家間)協定
- IP (Internet Protocol)
 - IP アドレスを用い、インターネットの中でデータを交換するための手順
- TCP
 - IP を利用した上で、エラー訂正などの手順を加えた手順
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
 - メールを転送するときの手順

実際のサービスとプロトコル (SMTPによるemail転送)

```
220 ebony.harahoro.ac.jp ESMTP YaYu-mail
HELO bakkers.gr.jp
250 ebony.harahoro.ac.jp
MAIL FROM: yasuda@bakkers.gr.jp
250 Ok
RCPT TO: yasuda@harahoro.ac.jp
250 Ok
DATA
354 End data with <CR><LF>.<CR><LF>
Thanks a lot.

Bye.
.
250 Ok: queued as BF3EF6FA4
QUIT
221 Bye
```

実際のサービスとプロトコル (POPによるemail受信)

```

+OK ready
POP yasuda
+OK ready
PASS harahoro
+OK yasuda has 1 visible message (0 hidden) in 429 octets.
STAT
+OK 1 429
LAST
+OK 0 is the last read message.
1 message for yasuda at harahoro.hirehare.jp (429 octets).
LIST
+OK 1 visible messages (429 octets)
1 429
.
RETR 1
+OK 429 octets
QUIT
+OK Pop server at steel signing off.
    
```

13

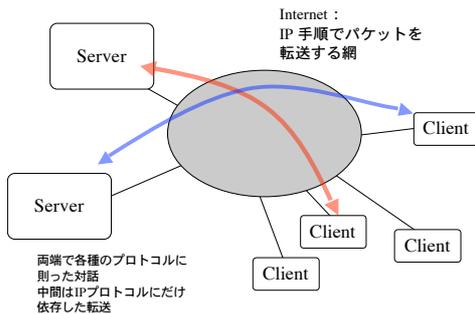
ベストエフォート

- パケット到達性を保証しない
 - Best Effort: 最大限努力するというモデル
 - 網は 100% 到達することを保証しない
 - 一定時間以内に到達することも保証しない
 - 到達性の保証が必要な場合は末端で検証して実現
- インターネットが成立する技術的ポイント
 - システム全体を軽く簡単にできる
 - 集中点にある機器(router)を高性能にできる
 - スケーラビリティを大きくとれた主要因

14

インターネットのサービスモデル

隣のマシンと、地球の裏側のマシンとで、プロトコル(対話の方法)が全く同じ



15

インターネットのサービスモデル

- サーバ・クライアントモデル
 - サービス提供者とサービス利用者に分かれる
 - システムもサーバ側とクライアント側に二極化
 - (一般的なケースとしては) 巨大な少数のサーバと小規模で多数のユーザの組み合わせ
 - 現在多くのサービスがこの形式で提供されている
- インターネットにおける対等な接続
 - IP アドレスさえあれば対等に接続できる
 - 非常に小さな Web server も大規模サイトと同様に機能する

16

インターネットのサービスモデル

- 誰でもサービス提供者になれる
 - 常時接続された固定的なIPアドレスさえあれば
- 個人のWebsiteとMicrosoftのWebsiteとの違い
 - その規模だけ
 - 機能・質的には同一
 - 小規模ネットワークビジネスの可能性に注目
- 個人が世界中に情報発信する NarrowCast が現実
- Private な情報発信という形も現実
 - SHARP HG-01S

17

SHARP HG-01S

- いわゆるハードディスクビデオレコーダ
- 録画したデータを TV で見る
- ネットワーク越しに PC で見る
- ネットワークファイルサーバにもなる

18

インターネットのサービスモデル

- ピアモデル (Peer to Peer, P2P)
 - 利用者間で対等なサービスを提供、相互利用
 - サーバ・クライアントモデル=レンタルビデオ
 - ピアモデル=個人間のビデオ貸し借り
 - ナップスターなど多くの実例がある

インターネットの歴史

- 戦争起源 (Internet よお前もか！)
 - 1969年：US国防総省のARPANET
 - 一部が壊れても自律調整して機能し続ける網を目指して。
 - 1980年ごろから 研究機関などが徐々に参加
- 研究者による草の根的運用から商用へ
 - 1983年：ARPANETから軍事機関が分離
 - 1990年代に徐々に商用化
 - 歴史的経緯から大学ではまだ草の根的運用が多い
 - 性善説的設計・運用体制
 - 現在のセキュリティ問題の根元のひとつ
- 営利活動のために運用されつつある
 - 多くのトラブルが今発生し、整理されつつある

インターネットは誰のものか

- 所有者はいない
- 運営方針を決めている特定の組織はない
 - 多数の開かれた団体による分散管理
- インターネットは誰のものでもない
 - はじまりは US ARMY のものだった
 - 過去においては研究者コミュニティのもの
 - 現在では商用利用が進んでいる
 - インターネットは「場」である
- オープンで対等な接続によってそれを実現

デジタル通信網の普及

- 全地球的汎用デジタルネットワークの登場
 - 電話回線(ISDN) / CATV / DSL / 電力線 / 無線
- インターネットの部分となるための要件
 - パケットが届けばよい
 - サービスはエンドが実現すればよい
- インターネットは何故爆発したか
 - 汎用デジタル通信網が普及するためには、汎用デジタル端末の普及を待たなければならなかった
 - 1980年代の理想をダウンサイジングが現実に

Grid Computing

- Grid Computing
 - 世界中に存在するコンピュータの計算資源を共同利用する (World Wide Computer として既出)
- 現代の環境とは？今何がおきているのか？
 - 遍在する回線網と計算資源の融合
- Web/mailだけで満足している場合ではない
 - Mail はネット登場以来
 - WWWは1995年頃には普及
 - Dog Year の世界で長寿は必ずしも良くない
 - 創造だけが前進の手段である