

コンピュータネットワーク

2011/10/05

情報通信、インターネットの歴史

関谷 (sekiya@nc.u-tokyo.ac.jp)

本講義の流れ

- ・コンピュータ同士が通信を行うために不可欠なコンピュータネットワークを解説
- ・物理層からアプリケーション層まで、通信を行うにあたっての仕組みを工学的に説明
- ・聞いていれば理解できる程度の難度です

講義の方針

- ・出席は
 - ・不定期に取ります
 - ・必修授業なので落とさないように
- ・資料は
 - ・印刷して渡します
 - ・電子媒体では渡しません
 - ・その回の資料はその講義でしか渡しません
 - ・過去の資料が欲しい場合は誰かにコピーしてもらってください

評価方法

- ・期末の試験にて行います
 - ・授業でやった内容しか出しません
- ・出席は出席点として「加点」します
- ・4年生の人は気をつけてください

11/10/04 コンピュータネットワーク 5

講義の予定

- ・ 情報通信の基礎
- ・ インターネットの歴史
- ・ OSI参照モデル
- ・ Ethernet
- ・ 無線LAN
- ・ Internet Protocol
- ・ IPアドレス
- ・ トランスポートプロトコル
- ・ 経路制御
- ・ NAT
- ・ ドメイン名
- ・ DNS
- ・ サーバ / クライアント
- ・ HTTP
- ・ P2P
- ・ パケット解析
- ・ ネットワークプログラミング

11/10/04 コンピュータネットワーク 6

本日の流れ

- ・ 情報通信の基礎
 - ・ 回線交換網
 - ・ パケット交換網
 - ・ 符号化
 - ・ 情報量
- ・ インターネットの歴史

11/10/04 コンピュータネットワーク 2009/10/9 7

情報通信の基礎

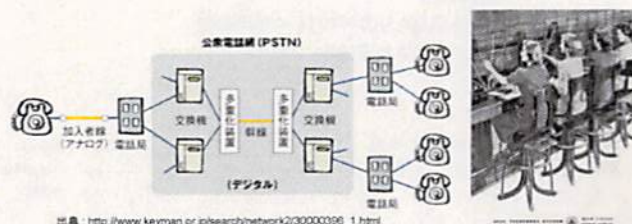
11/10/04 コンピュータネットワーク 8

情報通信

- ・ 文字、音声、画像等を信号に変換し相手に伝達すること
- ・ 古くは「のろし」に始まり、モールス信号まであれば立派な情報通信
- ・ 情報通信として一般の家庭に普及したもの
 - ・ ラジオ
 - ・ 電話
 - ・ テレビ
 - ・ インターネット

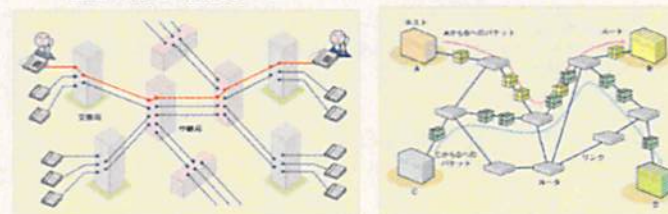
回線交換網

- ・ 電話に代表される情報通信網
- ・ 各情報端末は回線にて接続され、1対1の関係で通信を行う
- ・ 回線占有によるブロッキング通信



回線交換 v.s. パケット交換

- ・ 回線を共有して使用
- ・ 段階的に集約ポイントが存在する
- ・ パケット単位でデータを交換するノンブロッキング通信
 - ・ 衝突は発生する
 - ・ 経路は動的に変更される



それぞれの利点、欠点

- ・ 回線交換方式
 - ・ 回線を専有できるため、品質が保証され実時間通信が可能
 - ・ 端点と端点を結ぶフルメッシュとなり、規模とコストが増大
- ・ パケット交換方式
 - ・ 回線を共有するために、コストが抑えられる
 - ・ 端点と端点の間の通信品質が保証されない
- ・ フレームリレー方式
 - ・ パケット交換方式であるが、回線交換方式の利点を取り入れたもの
 - ・ 中継機を使い、動的に回線割り当てを行うことで通信品質とコストの両立を目指したもの
 - ・ ATM (Asynchronous Transfer Mode)

通信量の単位

- ・ 最小単位: bit (ビット)
 - ・ 伝達速度: bps (bit per sec)
 - ・ 通信量においては
 - ・ 1Mbps = 1000kbps = 10^3
 - ・ 一方記憶装置においては
 - ・ 1Mbyte = 1024Kbyte = 2^{10}
- であることが多い
- ・ K (キロ) = 10^3
 - ・ M (メガ) = 10^6
 - ・ G (ギガ) = 10^9
 - ・ T (テラ) = 10^{12}
 - ・ P (ペタ) = 10^{15}
 - ・ E (エクサ) = 10^{18}
 - ・ Z (ゼタ) = 10^{21}

11/10/05

コンピュータネットワーク

13

情報量

・選択情報量(自己エントロピー)

- ・ 事象Eが起こる確率を $P(E)$ とすると、事象 E が起こったことを知らされたとき受け取る(選択)情報量 $I(E)$ を表す
- ・ 起こりにくい事象(=生起確率が低い事象)の情報量ほど、値が大きい。

$$I(E) = \log \frac{1}{P(E)} = -\log P(E)$$

・平均情報量(情報エントロピー)

- ・ Ω を有限集合である確率空間とする。 Ω 上の確率分布 P が与えられたとき、各事象の自己情報量 $-\log P(A)$ の期待値を P のエントロピーと呼ぶ

$$H(P) = - \sum_{A \in \Omega} P(A) \log P(A)$$

11/10/05

コンピュータネットワーク

14

アーラン (erlang)

・通信トラフィック量に関する統計的な単位

- ・ 呼量
- ・ 呼損率

・電話において

- ・ 呼 1回の通話
- ・ 呼量 単位時間あたりの呼の延べ利用時間
- ・ 呼損率 接続が拒否される確率

・アーラン B式

- ・ 呼損率を求める式
- ・ 呼量と呼損率から用意すべき資源数を求めるために利用する

$$B = \frac{\frac{a^n}{n!}}{1 + \frac{a}{1!} + \frac{a^2}{2!} + \dots + \frac{a^n}{n!}}$$

B: 呼損率
a: 加わる呼量
n: 出線数

11/10/05

コンピュータネットワーク

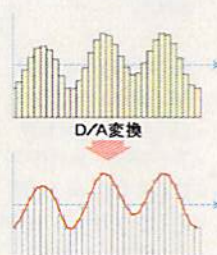
15

符号化

- ・ 文字、画像、音声を情報通信に適した形式(デジタル)に変換(標本化、量子化)する
- ・ 対義語: 復号化

・デジタル・アナログ変換は符号化

- ・ デジタル変換するにあたってのルール
- ・ 符号化方式(フォーマット)



11/10/05

コンピュータネットワーク

16

符号化方式

・情報源符号化 (Source Coding)

- ・ 文字、画像、音声などの符号化
- ・ ある規則に従い、データ列に変換する

・伝送路符号化 (Channel Coding)

- ・ 情報源符号化によって符号化されたデータ列を、実際の伝送路(銅線、光ファイバ、無線等)に送出するために再度符号化すること
- ・ 伝送メディアに適したデータ列の符号化と誤り訂正

11/10/05

コンピュータネットワーク

17

固定長符号化

- 文字データ等の情報源符号化に用いられる

文字コードの例

- ASCII 1文字: 8bit
- EUC, JIS, S-JIS 1文字: 16bit
- UTF-8 1文字: 8bit ~ 24bit
(1バイト目の上位ビットの1の個数で
その文字のバイト数を定義)

文字	2進数	10進数	16進数
a	01100001	97	0x61
b	01100010	98	0x62
1	00110001	49	0x31
A	01000001	65	0x41
B	01000010	66	0x42

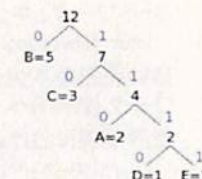
11/10/05

コンピュータネットワーク

18

可変長符号化

- ハフマン符号
 - データ中に出現する文字(記号)の個数を数え、それを木構造データとして符号化する
 - 例: DAEBCBACBBBC →
1110 110 1111 0 10 0 110 10 0 0 10
- ランレングス符号
 - データ中の連続する文字(記号)をまとめて符号化する
 - 例: AAAAAAABBBCCDDDD →
A7B3C1D4
- 算術符号
 - 非可逆な圧縮符号化
 - データ出現確率によって、データを区間で分割し、区間ごとの出現率を符号化する
- LZ符号
 - 辞書法に基づく圧縮符号化



11/10/05

コンピュータネットワーク

19

誤り訂正・訂正符号

- CRC 符号 (Cyclic Redundancy Check)
 - 伝送されるデータビットを多項式とみなし、これを生成多項式で除算したときの余りを伝送データに付加する方式
 - データ列の中の多数の誤りを発見できる
- ハミング符号
 - あるビット長のデータ単位に対して、排他的論理和による誤り検知ビットを付加する

11/10/05

コンピュータネットワーク

2005/10/07

インターネットの歴史

11/10/05

コンピュータネットワーク

21

インターネット、とは

- ・ ネットワークとネットワークを相互接続したもの
 - ・ Inter Networking
- ・ 狭い範囲のネットワーク (LAN) を相互接続し、広域なネットワーク (WAN) へ
- ・ 世界規模における相互接続
 - ・ → インターネット (The Internet)

11/10/05

コンピュータネットワーク

22

インターネットの成り立ち

- ・ 電話中継基地が爆破され、軍事回線が一切使用不能になったことから研究が開始される
 - ・ 1961年
- ・ ARPANET (Advanced Research Projects Agency NETwork)
 - ・ 1965年から米国国防総省にて研究
 - ・ 軍事利用ネットワーク
 - ・ 網の一部が攻撃され破損しても、自動回避可能なネットワーク
- ・ Los Angeles 近傍の大学と Stanford 大学がバケット交換網で接続
 - ・ 1969年
- ・ NSFNET
 - ・ 1983年に ARPANET から NSFNET に
 - ・ 全米科学財団による研究に
 - ・ 商用利用も開始
- ・ WWW が発明される
 - ・ 1989年

11/10/05

コンピュータネットワーク

23

インターネットの歴史 (日本)

- ・ 1984年：東京大学、東京工業大学、慶應義塾大学による試験ネットワーク運用開始 (JUNET) - 1200bps
- ・ 1988年：WIDE Project 発足
- ・ 1989年：NSFNET と接続 (ハワイ経由)
- ・ 1991年：商用利用開始
- ・ 1992年：AT&T Jens が日本初の商用サービス開始
- ・ 1992年：IIJ 設立
- ・ 1994年：NSPIXP-1 運用開始
- ・ 1994年：ダイヤルアップ接続普及
- ・ 1999年：ADSL開始
- ・ 1999年：2ch 運用開始
- ・ 2000年：FTTH開
- ・ 2002年：Winny 配布開始
- ・ 2006年：ニコ動運用開始

11/10/05

コンピュータネットワーク

24

インターネットはどのくらい利用されているのか？

- ・ 総務省がまとめた
「我が国のインターネットにおけるトラフィック総量の把握」
- ・ 報道資料として発表されている
- ・ 日本国内の主にブロードバンドユーザのトラフィックをサンプリングによって収集、解析し、全体量を推測している

