

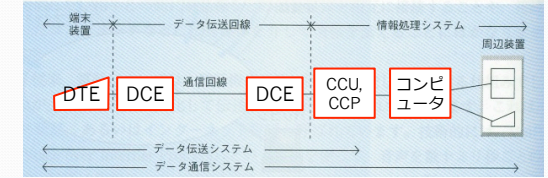
この章で学習すること

- テレコミュニケーションの基礎
 - ネットワークシステムの変遷とこれから
- データ転送の基礎
 - 通信ネットワークシステムの構成要素
 - 伝送技術の基礎
 - 直列伝送と並列伝送
 - 同期方式 (ビット同期, ブロック同期等)
 - 伝送方式 (直流伝送と交流伝送)
 - 変調方式 (振幅変調・周波数変調・位相変調)
 - 多重化方式 (周波数分割・時分割・波長分割・コード分割)
 - 通信方式 (単方向・半二重・全二重)
 - 伝送速度

ネットワークの変遷とこれから

- 昔：大型計算機と端末
 - 大型計算機には電動タイプライタが接続されていた。
 - キー入力を送信し、計算結果が印刷される。
- 現在：インターネット
 - 世界中の計算機が1つのネットワークに接続される。
 - それぞれの計算機に番号 (IPアドレス) を付けて区別している。
 - もとは米国防総省の ARPAnet が発祥。
- これから
 - IPアドレスが足りなくなってきた。IPv6へ移行。
 - 様々な通信がインターネットへ移行してきている。
 - IP電話、映像 (YouTubeなど)
 - 携帯電話もインターネットにアクセス出来る

通信ネットワークの構成要素



- DTE (Data Terminal Equipment): 端末装置
- DCE (Data Circuit Terminating Equipment): データ回線終端装置 (モデムやDSU)
- CCU (Communication Control Unit): 通信制御装置
- CCP (Communication Control Processor): 通信制御処理装置

伝送技術

- 直列 (シリアル) 伝送と並列 (パラレル) 伝送
 - 直列伝送は、1本の線で1ビットずつ送る
 - 並列伝送は、複数の線で複数ビットを同時に送る

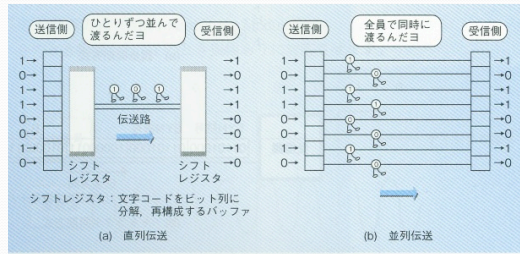
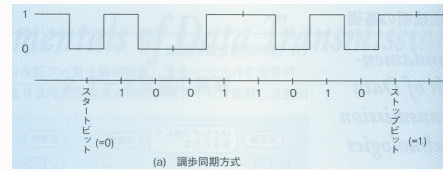


図 8-5 直列伝送と並列伝送

同期方式

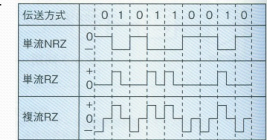
- 同期とは？
 - データの送信側と受信側でタイミングを合わせる方法
 - タイミングがずれると、データが壊れてしまう。
- 例：調歩同期方式 (調歩・歩調を合わせる)
 - 信号の始まりを、スタートビットで表す
 - 身近な例：ジャンケンの掛け声、「せーの！」
 - その後は送信側と受信側でペースを合わせる



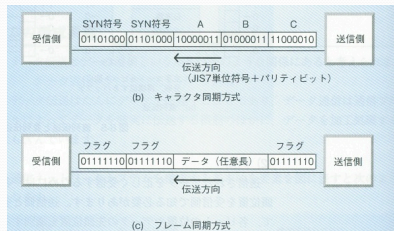
(a) 調歩同期方式

同期方式(2)

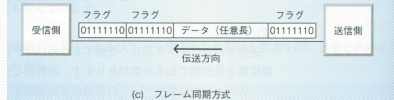
- 調歩同期では
 - データが長いとタイミングがずれてくるので、一定時間ごとにタイミングをとり直す必要がある
- 連続同期方式では
 - 常に同期信号を送る方法
 - 身近な例：バンドのドラム、オーケストラの指揮者
 - 右の伝送方式のうち、複流RZは信号自身で同期を行うことができる
 - 単流NRZでは、0や1が連続して続くと同期ができなくなる



同期方式(3)



(b) キャラクタ同期方式



(c) フレーム同期方式

- キャラクタ同期
 - 複数文字の前に SYN 符号を付けて送る
- フレーム同期
 - 任意のビット列の前後にフラグを付けて送る

伝送方式

- データの0や1を、どのような電気信号で表すか
- 直流伝送 (ベースバンド伝送)
 - 0と1に対応した値の変化でデータを送る
 - 短距離向け (コンピュータ内のCPU-メモリ間や、構内ネットワークなど)
- 交流伝送 (帯域伝送)
 - 交流信号の変化によりデータを送る
 - 長距離向け
 - ラジオ放送の方式と共通の考え方

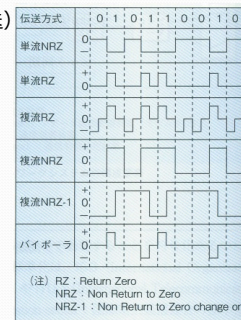


図 8-7 直流伝送方式の信号の種類

交流伝送の変調方式(1)

①振幅変調方式 (AM: Amplitude Modulation)
0のとき振幅なし、1のとき振幅ありに対応させます。

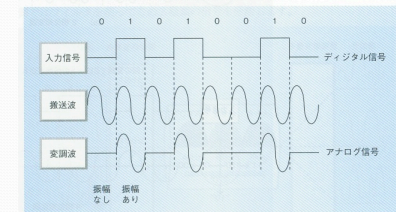


図 8-8 振幅変調

- 振幅変調 (AM変調)
 - 波が出ていれば1、なければ0
 - $A \sin(f \cdot t)$ の A に 0, 1 を入れて変調する

交流伝送の変調方式(1)

②周波数変調方式 (FM: Frequency Modulation)

デジタル信号の0と1に対応させて搬送波の周波数を変化させる方式です。

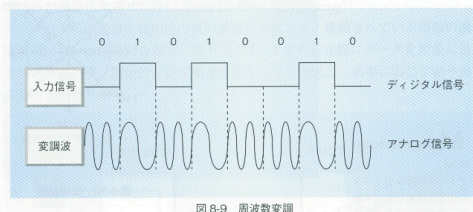


図 8-9 周波数変調

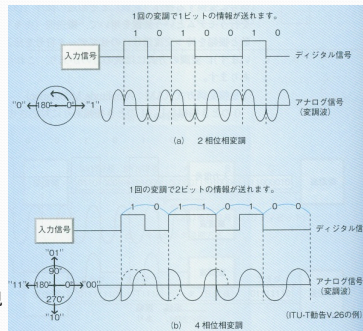
●周波数変調(FM変調)

- 波の周波数の高・低で0と1を表す
 - $\sin(f_1t)$ と $\sin(f_2t)$ を0と1で切り替える

交流伝送の変調方式(3)

●位相変調

- sinの位相で0と1を表す
- 2 相位相変調
 - $\sin(t+0)$, $\sin(t+180)$ で0と1を表現
- 4 相位相変調
 - $\sin(t+0)$, $\sin(t+90)$, $\sin(t+180)$, $\sin(t+270)$ で00-11を表現



多重化方式

●多重化とは?

- 複数の通信を同時に行う方法
- 周波数分割多重化方式(FDM)
 - 通信ごとに異なる周波数を使う。アナログでも使われる。
 - 多くのラジオ局が同時に放送ができるようなことと同じ。

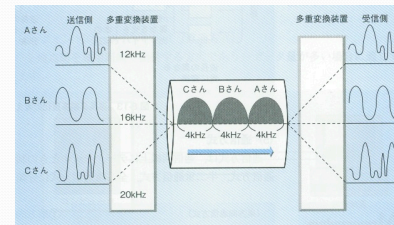


図 8-11 音声回線の多重化

多重化方式

●時分割多重化方式(TDM)

- 各通信に短い時間を割り当てて順番に通信する
- 通信が途切れることがあるので、デジタル向け。

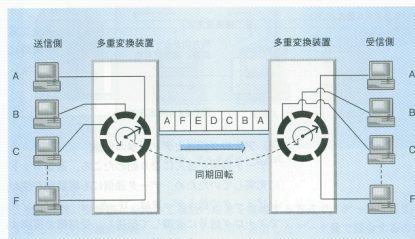


図 8-12 時分割多重化の考え方

多重化方式

●波長分割多重化方式(WDM)

- 光ファイバー通信に使われる。
- 通信ごとに異なる波長 (光の色) を使う。

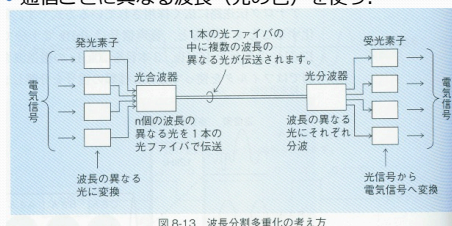


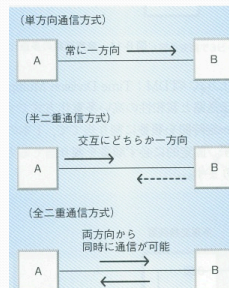
図 8-13 波長分割多重化の考え方

- 他に最近では、CDM(CDMA)がよく使われる。
 - 符号分割多重化。携帯電話の通信方法など。

通信方式

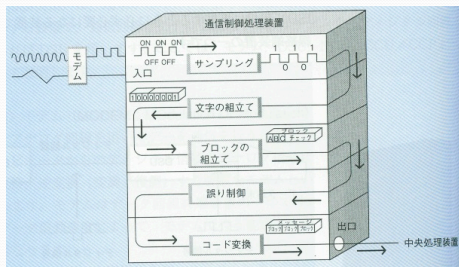
●一方向の通信か、双方向の通信か

- 単方向通信方式
 - 送信側と受信側が固定。
 - テレビやラジオのようなもの。
- 半二重通信方式
 - 送信側と受信側が交代する。
 - 昔ながらの無線通信でよく使われていた。push-to-talk など
- 全二重通信方式
 - 同時に両方向の通信ができる。
 - 電話のようなもの。



CCU, CCP の役割

- 送られてきたデータを組み直す
- 誤りを検出する
 - 誤りがある場合は再送信を依頼する、または訂正する



伝送速度

- 1秒あたりに何ビット転送できるか
- 単位は bps (bit per second, b/s)
- この単位は、マルチメディアデータの、1秒あたりのデータ量にも使われる
- 例
 - 音声通話は、概ね 8kbps 程度で良い (携帯電話)
 - 音楽は、100kbps程度のことが多い(MP3など)
 - 映像では、ワンセグ放送が128kbps 地上デジタル放送が15Mbps
 - 無線LANは11Mbps~300Mbps
 - 有線接続(LAN, USBなど) は10Mbps~1Gbps

伝送速度の計算

- 例: 9600bpsの回線の場合
 - 1文字は7~8bitだが、それに誤り検出符号やスタートビット・ストップビットを加えて10bitとする
 - このとき、1秒に送れる文字は960文字となる
- このように、通信では正味のデータの他に、同期や誤り制御のための信号で効率が落ちることがある
 - 無線通信では電波状況が悪いと誤りが増えたり、再送信が行われたりして効率が非常に悪くなることもある
 - 正味のデータの伝送速度を**実行伝送速度**という