

デジタル変調 (変調と多重化 1)

花田 英輔

1

物理層を通る信号

- ▶ どんな物理層でも中を通る信号は0か1
- ▶ 0と1の表現方法を工夫すれば通信速度は向上可能
- ▶ そこで

デジタル変調

- ▶ 2つの方式を併用
 - ビットを直接信号に変換する方式
 - ビットを運ぶために搬送波信号を制御する方式

2

ビット列から信号への直接変換

- ▶ またの名を「**ベースバンド変調**」
 - 搬送波自体は変調しない方式 → 変調する方式は「通過帯域 (Passband) 方式」
- ▶ 搬送波に0か1かを区別する符号を載せる
 - 符号の方式は多数あるが、基本は「0が信号(電圧/光)無、1が信号(電圧/光)有」 → 「非ゼロ復帰(Non Return-to-Zero)方式」という
 - このままでは復号時にエラーが出やすいので複数の方式が開発された

3

回線符号の例

ビット列	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
非ゼロ復帰 (NRZ)	高	低	低	低	低	高	低	高	高	高	高
NRZ Invert (NRZI)	低	高	高	高	高	低	高	低	低	低	低
マンチェスタ	高→低	低→高	低→高	低→高	低→高	高→低	低→高	高→低	高→低	高→低	高→低
ビットと排他的論理和されるクロック信号	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高
双極符号化	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高

0 XOR 1 = 1

この時間間隔が伝送速度を決める (クロック)

4

デジタル変調 (変調と多重化 2)

花田 英輔

5

通過帯域伝送 (Passband Transmission)

- ▶ 周波数固定のベースバンド変調に対して、搬送波の**周波数・位相**を制御する方式
 - 送信側で信号をベースバンドからパスバンドへ変調し、受信側で復調してベースバンド信号を得る
 - 搬送波の周波数を一定値高めた形になり、高めた分だけ低い周波数を捨てることになるので「通過帯域」

6

通過帯域伝送(Passband Transmission)

▶ 主な方式

変調方式名	英語名	略称
振幅偏移変調	Amplitude Shift Keying	ASK
周波数偏移変調	Frequency Shift Keying	FSK
位相偏移変調	Phase Shift Keying	PSK

▶ 交流である搬送波の成分のうち、変える成分が名称

7

通過帯域伝送の変調例

ビット列 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 1

二進信号

振幅偏移変調

周波数偏移変調

位相偏移変調

0と1で周波数を変える

0と1で位相を変える

8

位相変調方式

- ▶ 1周期を360度と考え位相のずれは角度で表現
- ▶ 先ほどの例は位相が0度と180度の2つ
 - 二位相偏移変調(Binary Phase Shift Keying) 略してBPSK
- ▶ 位相を4つ用意すれば「四位相」
 - 用意する位相の例) 45度、135度、225度、315度
 - 四位相偏移変調(Quadrature Phase Shift Keying) 略してQPSK
- ▶ 実際には振幅変調と組み合わせて使用する

9

デジタル変調

(変調と多重化 3)

花田 英輔

10

多重化とは

- ▶ 1つの搬送波で複数の信号列を搬送できるようにすること
- ▶ 主に次の3つの方法がある
 1. 周波数分割多重(Frequency Division Multiplexing, FDM)
 2. 時分割多重(Time Division Multiplexing, TDM)
 3. 符号分割多重(Code Division Multiplexing, CDM)
 - ・携帯電話(CDMA)はこの方式
 - ・あまりにややこしいのでここでは割愛

11

周波数分割多重

- ▶ 搬送波の周波数を変え、重ならないようにして多重化する
 - AM/FMラジオはこの方式

チャンネル1の搬送波

チャンネル2の搬送波

チャンネル3の搬送波

周波数を上げて移動

60kHz 64kHz 68kHz 72kHz

300Hz 3kHz

多重化されたチャンネル

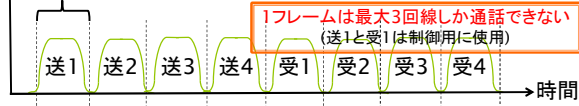
12

時分割多重

- ▶ 信号搬送/受信時に一定時間長の「フレーム」を設け、その中でさらに「スロット」に分割する
- ▶ スロットごとにチャンネルを割り当てる

PHSの例

1スロット0.625ミリ秒(240bit)



送信スロット2.5ミリ秒 受信スロット2.5ミリ秒

1フレーム=5ミリ秒(1920bit)

13

今回の課題

1. 位相変調方式について説明せよ
2. 周波数分割多重化と時分割多重化について、利欠点を挙げて比較せよ
3. 本日の感想

▶ 締切: 11月27日(月) 18:00

▶ 本講義に関する情報は(この講義資料も)次のWebpageに掲載するので、時々参照すること
<http://www.ai.is.saga-u.ac.jp/~hanada/DCT/>

14