

信号のデジタル化と伝送

情報環境論(5)

1

音または音波

- 空気の振動（心理学的には可聴域の振動）

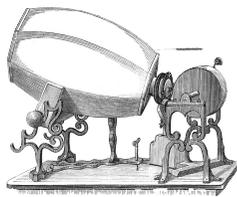
2

音の記録

1857年 レオン・スコットによる波形の記録（Phonautograph）

1877年 トーマス・エジソンによる蓄音機（Phonograph）

1885年 エミール・ベルリナーによるレコード型蓄音機



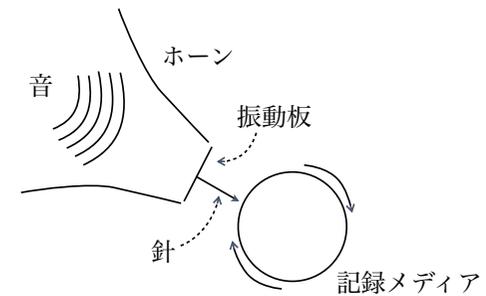
Phonautograph



Phonograph

3

蓄音機の原理



4

電気信号による音の伝送

1876年 電話の発明 (グラハム・ベル)

=ムービング・コイル型マイクロフォンと単純なスピーカ

1877年 カーボンマイクとコンデンサ型マイクロフォン (エジソン)

1925年 ムービング・コイル型スピーカの実用化 (ケロッグとライス)

5

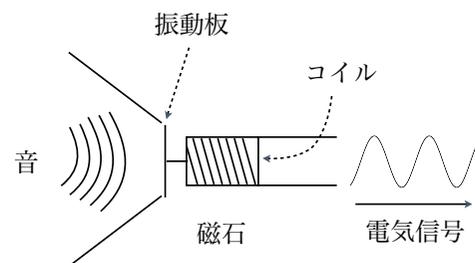
音声の電気信号化

- 電気信号への変換
→ マイクロフォン
- 電気信号からの復元
→ スピーカ, イヤホン, ヘッドホン

6

マイクロフォンの原理

- ムービング・コイル型マイクロフォン



7

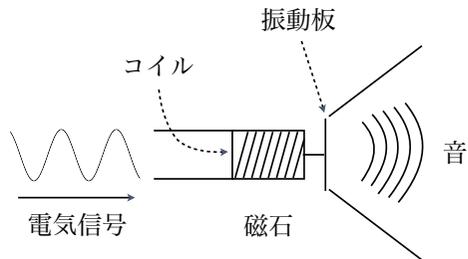
マイクロフォンの種類

- ダイナミック型マイクロフォン (ムービング・コイル型)
 - ✓ 大音量でも歪みにくい
 - ✓ 丈夫
 - ✓ 機械的振動を拾いやすい
- コンデンサ型マイクロフォン
 - ✓ 応答が速い = 高音も綺麗
 - ✓ 大音量で歪みやすい
 - ✓ 温度・湿度で特性が変わりやすい

8

スピーカーの原理

- ・ ムービング・コイル型スピーカー



9

アナログ信号

- ・ 連続信号 = 連続した量の大小で表現される
→ 電圧, 電流, 周波数, 圧力, 流量などで表現される
- ・ 音声 = 空気の振動 = (空気の)圧力の変化
→ そもそもアナログ信号

10

デジタル信号

- ・ 広い意味：離散信号 = 値を記述できる信号
- ・ 狭い意味：0/1の2値からなる信号
→ 回路レベルでは電圧(High/Low)で表現されることが多い

11

デジタル信号の利点と欠点

- ・ 利点
 - ✓ ノイズに強い ← 0と1なら違いは明確
 - ✓ 圧縮しやすい
- ・ 欠点
 - ✓ 標本化・量子化の段階で精度が決まる
→ 機器の性能を上げることで精度を上げることはできない
 - ✓ デジタル信号を処理する回路は複雑(遅延の問題もある)

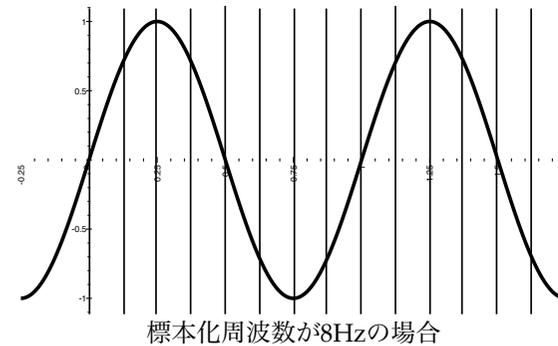
12

アナログ信号のデジタル化

- 音声(空圧の変化) → 電気信号(電圧の変化) → 符号化(encoding)
- 符号化(PCMの場合)
標本化(sampling) + 量子化(quantization)

13

標本化



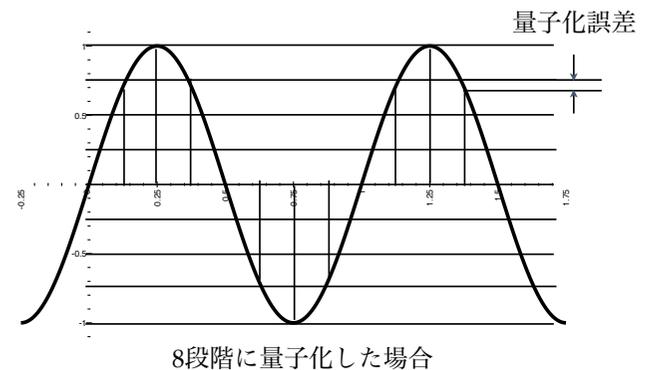
14

標本化定理

- 標本化周波数 f_s の1/2の周波数まで復号化可能
= f_s は波形に現れる最大周波数 f の2倍は必要
→ 復号時に周波数 $f_s - f$ の偽信号(エイリアス信号)が現れる

15

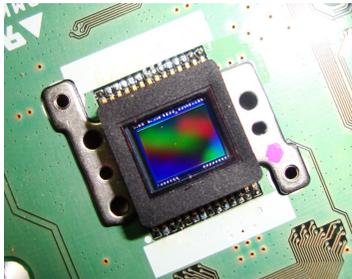
量子化



16

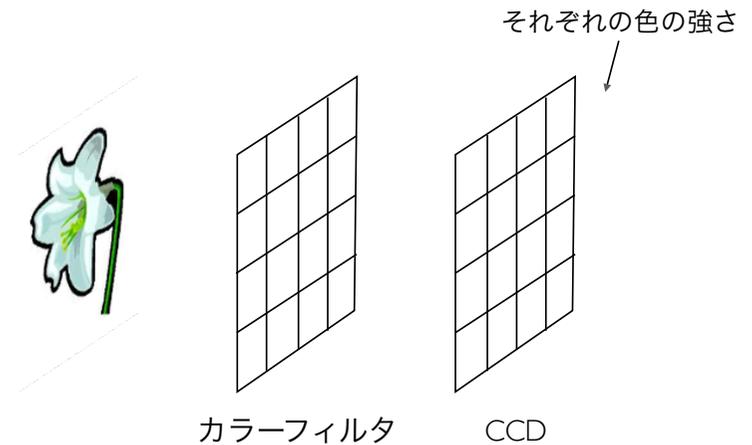
画像の場合

- ・ イメージセンサ (CCDやCMOS)
 - ✓ フォトダイオード(光 → 電流)の集積回路



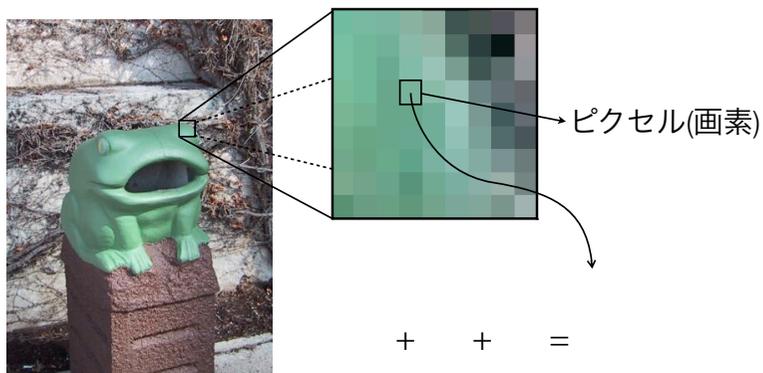
17

画像のデジタル化



18

デジタル画像の構造



強さの違う3色を混ぜる

19

解像度

- ・ 画像を表現するピクセルの多さ
- ・ 単位：DPI(dots per inch)またはPPI(pixels per inch)
→ 1インチあたりのピクセル数
- ・ 単にピクセル数を言う場合もある
 - ・ 1024(横)×768(縦)ピクセル(ディスプレイ)
 - ・ 1,000万画素(デジカメ)

20

画像の情報の量

- 画像の情報の量 = ピクセル数 × ピクセル毎のビット数
 - ✓ 解像度 1024×768 = ピクセル数 786,432
 - ✓ ピクセル毎のビット数 24bit (フルカラー)
 - 18,874,368ビット (約2.3Mバイト)

21

情報の品質

- ビットレート = 1秒間に伝送するビット数
 - 単位はbps (bit per second)
- 音声
 - ✓ CD → 1411.2kbps
 - ✓ DVD → 最大6.144Mbps
- 映像
 - ✓ SDTV → 250Mbps
 - ✓ HDTV → 1.5Gbps

22

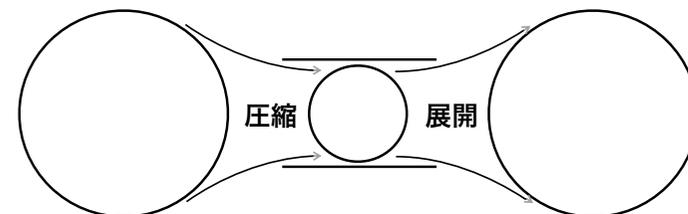
ネットワークの帯域

- Ethernet (イーサネット)
 - ✓ LANで最もよく利用される
 - ✓ 1Gbps/100Mbps/10Mbps
 - 最近は1Gbの利用が多い
- 無線LAN (Wi-Fi)
 - ✓ 無線で最もよく利用されている規格
 - ✓ 1300Mbps/450Mbps/300Mbps/54Mbps/11Mbps
 - 54~300Mbpsあたりが多いか？

23

情報圧縮の必要性

- 伝送される情報量 > ネットワーク帯域
 - 情報の“質”を落とさずに伝送する“量”を減らす
 - = 圧縮



24

圧縮の種類

- 可逆圧縮（ロスレス圧縮）
 - ✓ 圧縮前のデータ = 展開後のデータ
 - 例) 文書の圧縮
- 非可逆圧縮/不可逆圧縮
 - ✓ 圧縮前のデータ ≠ 展開後のデータ
 - 例) 音声/映像の圧縮

25

可逆圧縮の種類

- ランレングス
 - ✓ 連続する同一のデータを個数で表現
- ハフマン符号化
 - ✓ 多く現れるデータを短いコードで表現
- Lempel-Ziv法（動的辞書法）
- 実際にはこれらの手法が組み合わされる場合が多い
例) LZH = LZSS (LZ法の一つ) + ハフマン符号化

26

非可逆圧縮の種類

- 人間の視聴覚特性を利用 → 伝わりにくい情報を減らす
- JPEG
 - ✓ 静止画像圧縮
- MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-4 AVC/H264
 - ✓ 動画像圧縮
- Vorbis, WMA, AAC, MP3
 - ✓ 音声圧縮

27

非可逆圧縮の方法

- 空間/時間領域 → 周波数領域
- 量子化の粗さを周波数によって変更
 - 高周波 = 粗 / 低周波 = 細
 - 量子化が粗い = 詳細な情報は取り除かれる

28