

画像・動画の A/D 変換

樋口さぶろお

龍谷大学工学部数理情報学科

情報処理の基礎 L07(2014-11-05 Wed)

今日の目標

- 画像の情報量を計算できる.
- 動画の情報量を計算できる.
- コンピュータで, ファイルのサイズ, サンプリング周波数, 量子化ビット数を調べられる.



<http://hig3.net>

L06-S1

Quiz 解答:文字列の情報量

1冊あたりの情報量は, $20 \times 25 \times 300 \times 16\text{bit} = 300\text{KB} = 0.3\text{MB}$.

USB フラッシュメモリに収められる本の冊数は,

$$16\text{GB}/0.3\text{MB} = (16 \times 10^9\text{B})/(0.3 \times 10^6\text{B}) = 53333.$$

L06-S6

Quiz 解答:音声の情報量

$$2 \times 44100 \times 60 \times 45 \times \log_2(2^{16})\text{b} = 476.28\text{MB}.$$

ここまで来たよ

1 略解:情報量・画像音声動画の A/D 変換

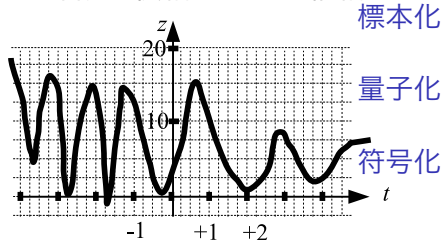
2 画像・動画の A/D 変換

- 音声
- シャノンの情報量と情報圧縮
- 画像と動画
- 実験

音声の A/D 変換

図で与えられて (式のわからない) グラフ $z = f(t)$ を考えよう.

例: 音声. 横軸 t : 時間. 縦軸 z 空気の圧力っていうか音波の変位.



標本化 一定間隔の t での値を取り出す. 長さ L の実数の列 $f(t_1), f(t_2), \dots, f(t_L)$.

量子化 z のとる値の種類を, 近似して W 個に限る.

符号化 W 文字アルファベットの長さ L の文字列と思って符号化. 情報量 $L \log_2 W$ bit.

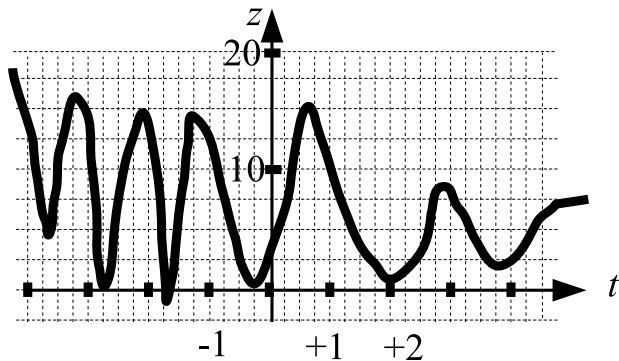
A/D 変換と単位

単位

- Hz ヘルツ = $1/s$ = 毎秒. n Hz なら毎秒 n 回ということ. 単振動, 物理数学 II
 - ▶ kHz(キロヘルツ), MHz(メガヘルツ), GHz(ギガヘルツ) = 毎秒 なども. ラジオの電波の周波数の単位と同じ.
- bps ビーピーエス = b/s = b Hz = ビット毎秒.
 - ▶ 音声など, 毎秒の情報量の単位
 - ▶ iPhone 5 以降の LTE の通信速度は受信 326Mbps, 送信 86Mbps.

用語

- サンプリング (標本化) 周波数 n Hz \leftrightarrow 1 秒間に n 回標本化
- 量子化ビット長 $n \leftrightarrow 2^n$ 段階に量子化.
- チャンネル数 $n \leftrightarrow$ モノラルなら $n = 1$, ステレオなら $n = 2$, サラウンドなら...
- ビットレート x bps \leftrightarrow 秒あたり x bit のファイル/通信速度



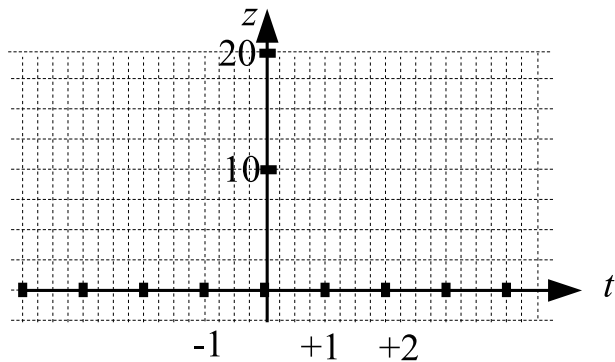
L07-Q1

A/D 変換してみよう

サンプリング周波数 0.25Hz, 量子化ビット長 3

(0.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5, 15.0 の 2^8 段階) で A/D 変換しよう. サンプリング周波数 1Hz, 4Hz ではどんな感じ?

矩形波に復号してみよう



次元と単位を保って計算しよう

L07-Q1'

Quiz(音声の情報量)

サンプリング周波数 48kHz, 量子化ビット長 24 で, モノラル音声をデジタル情報として記録するとき, 4GB の DVD-R には何秒分の音声記録できる?

ここまで来たよ

1 略解:情報量・画像音声動画の A/D 変換

2 画像・動画の A/D 変換

- 音声
- シャノンの情報量と情報圧縮
- 画像と動画
- 実験

情報量と確率

英語のアルファベットは $W = 26$ 文字. 1 文字は 5bit で符号化可能.
 $\text{æ}, \text{œ}, \text{ü}, \text{ö}, \text{ë}, \text{ô}, \text{â}$ を入れた $W' = 33$ 文字のアルファベットだけど, これらの追加文字が使われていない文字列は? 今の考え方はちょっとおかしい.
本当は情報量は各文字の で決まる.

シャノンの情報量

文字 $i = 1, \dots, W$ が, 確率 p_i で出現するとき, シャノンの情報量は次で与えられる. $0 \log_2 0$ は 0 とみなす.

$$\sum_{i=1}^W -p_i \log_2 p_i.$$

全部の文字が同じ確率 $p_i = 1/W$ なら, 最初の定義 $\log_2 W$ と同じ.

ここまで来たよ

1 略解:情報量・画像音声動画の A/D 変換

2 画像・動画の A/D 変換

- 音声
- シャノンの情報量と情報圧縮
- 画像と動画
- 実験

(静止) 画像の A/D 変換

xy 平面上に白黒の濃淡 z で描かれた画像. 2 変数関数 $z = f(x, y)$.

標本化 一定間隔の x, y で, $w \times h$ 個の z の値
 $f(x_1, y_h) \cdots f(x_w, y_h)$

を取り出す \vdots \vdots
 $f(x_1, y_1) \cdots f(x_w, y_1)$

量子化 $z = f(x, y)$ のとる値の種類を W 個に限る. $W = 2$ 階調=白黒, 16 階調, 256 階調, ... など.

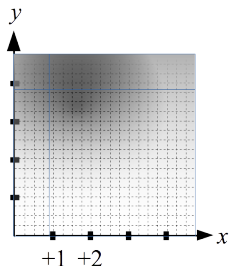
符号化 W 文字アルファベット, 長さ
 $L = w \times h$ の文字列と思って符号化.
 情報量 $wh \log_2 W$ bit.

画像の場合には, 標本化の際に, 分割した正方形内の濃さの平均値を使うほうがふつう.

カラーなら W 段階の濃さでなく W 色で表現.

デモ プログラム > 画像・映像処理 > IrfanView

w:width 幅, h:height 高さ, d:depth 深さ



デジタル情報としての画像

ピクセル(ドット)を幅 w 個, 高さ h の長方形状にならべたもの. 1 個のピクセルは W 色のいずれか. →

$$\begin{pmatrix} d_{1h} & \cdots & d_{wh} \\ \vdots & & \vdots \\ d_{11} & \cdots & d_{w1} \end{pmatrix}, \quad d_{ij} = 1, 2, \dots, W.$$

L07-Q2

Quiz(画像の情報量)

幅 200, 高さ 100 ピクセル, 1 ピクセルが 16 色であるような画像の情報量を求めよう.

ここまで来たよ

1 略解:情報量・画像音声動画の A/D 変換

2 画像・動画の A/D 変換

- 音声
- シャノンの情報量と情報圧縮
- 画像と動画
- 実験

実験 1

- プログラム > 画像・映像処理 > ペイント を起動.
- 変形 > キャンバスの色とサイズ で $w \times h$ ピクセルに設定
- 好きな絵を描く
- 名前をつけて保存 で, ビットマップ形式 W 色 を選んでファイルとして保存.
- 標本化と量子化から情報量を計算する
- ファイルのアイコンの上で右クリック > プロパティでファイルサイズを調べる
- 情報量とファイルサイズは一致してる?

L07-Q3

課題

自分の好きな w, h, W でファイルと計算を <http://hig3.net> → RaMMoodle に提出.

実験 2

- プログラム > 文書作成 > メモ帳 で, 半角英数のみ (または漢字のみ) のファイルを作って保存する.
- ファイルのアイコンの上で 右クリック > プロパティ でファイルサイズを調べる
- 文字列の長さから決まる情報量と一致してる?

実験 3

- プログラム > 画像・映像処理 > Windows ムービーメーカー を起動.
- メディアの読み込み で
デスクトップ > コンピュータ > Rドライブ > a00010 > etsuran からサンプルファイルを読み込む.
- アイテムのアイコンの上で 右クリック > プロパティ でどのように A/D 変換されたものか調べよう.

L07-Q4

Quiz(画像のビット長)

実習室のディスプレイは 1280×1024 ドット, つまり幅 1280 高さ 1024 で標本化された画像をいっぱいに表示できる. 1 ドットが白黒 16 階調, 濃さが 16 通りであるような画像を考える. 画像の情報量はどれだけか.

- ① 640b
- ② 640B
- ③ 640kB
- ④ 640MB
- ⑤ 640GB

動画の A/D 変換

音声は別に考えよう.

動画は, パラパラ漫画のように, 静止画の集まりとして扱われる.

ある時刻に, $w \times h$ の W 階調の静止画を撮って A/D 変換してビットパターンを得る. これを毎秒 n 回繰り返す.

毎秒の情報量は $w \times h \times n \log_2 W$ bps.

L07-Q5

Quiz(動画の情報量)

100Mbps まで記録できるビデオカメラがある. サイズ 600×400 , 2^{16} 色で動画を記録するとき, 最大毎秒何コマで記録できるか.

連絡

- 配布資料は 1-503 向かいの引出, <http://hig3.net> で再配布.
 - Quiz の略解は <http://hig3.net> で配布しています.
 - 予習問題, 成績や略解は <http://hig3.net> → RaMMoodle から
 - 大注意: 一度解答して, 再度解答を開始して, そのままブラウザ閉じると, 白紙答案 0 点になります.
 - 非参照非相談テストの答案や成績や略解は <http://hig3.net> → RaMMoodle から
 - Microsoft DreamSpark で, 自宅で計算機基礎実習 II の勉強をしよう!
-
- 予習問題 月 23:59 まで.
 - 樋口のオフィスアワー 木 6(1-539), 金昼 (7-002/1-502).
 - 2014-11-17 から チューターは月火水木昼 (1-614).
 - 2014-11-22 金 3 特別研究履修説明会 (3 年生向け)
 - 2014-11-06 木 数学検定団体受検申込締切.

プチテスト計画!

- 2014-11-12 水 3, 90 分, 30 ピーナッツ, 参照相談なし. 紙のテスト.
学生証持ってきて
- 過去問ありません. 下の出題計画, 非参照 Quiz, 予習問題をやり直すことをお奨めします. 自由演習問題を利用してください.
- 出題計画
 - ▶ 2 進 10 進変換 (L01)
 - ▶ 2 進 10 進 16 進変換 (L05)
 - ▶ 論理回路と真理値表の間の書き替え (L02)
 - ▶ 半加算器, 全加算器を含む論理回路と真理値表の間の書き替え (L03)
 - ▶ 2 の補数を求める (L04). 負の数をビットパターンで表す (L04)
 - ▶ 文字列の情報量を求める (L05)
 - ▶ 音声 (1 変数関数) の情報量を求める (L06)
 - ▶ 画像 (2 変数関数), 動画 (3 変数関数) の情報量を求める (L07)