

情報量・音声画像動画の 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 L06(2014-10-29 Wed)

今日の目標

- 標本化, 量子化からなる A/D 変換を説明できる.
- 音声を符号化できる. 音声の情報量を計算できる.
- 画像を符号化できる. 画像の情報量を計算できる.



<http://hig3.net>

L05-S1

Quiz 解答:int 型変数のビット長

16 ビット符号あり $-2^{15} \leq x \leq 2^{15} - 1$, 16 ビット符号なし

$0 \leq x \leq 2^{16} - 1$.

L05-S5

Quiz 解答:文字の個数と文字コードのビット長

$2^{17} < 200000 \leq 2^{18}$ より, 18 ビット. $2^{10} = 1024$, $2^{16} = 65536$ などを記憶していれば計算は容易.

$\log_{10} 2$ を記憶していれば, $\log_2 200000$ を切り上げてよい.

ここまで来たよ

1 復習:文字の表現

2 情報量・音声画像動画の A/D 変換

- 情報量
- アナログ情報・デジタル情報
- A/D 変換=標本化+量子化+符号化

情報量

長さ n ビットのビットパターンの例：

$$\underbrace{010001111 \cdots 1}_n$$

ビット=bit, b はビットパターンの長さの単位と言ってきたけど, 実
 は の単位.

シャノンの情報理論

情報=それにより, 有限個の候補の中の 1 個を指定できるもの

情報量の単位は bit

- 情報量 n bit の情報は 2^n 個のうちの 1 個を指定できる.
- 情報量 $\log_2 W$ bit の情報は W 個のうちの 1 個を指定できる.
- 長さ n のビットパターンは, 情報量 n bit の情報を持つ.

W 文字アルファベットの, 長さ L の文字列を符号化すると,
 ビットパターン長=文字列情報量 $L \log_2 W$.

ありうるビットパターンの個数 $2^{L \log_2 W}$.

ありうる文字列の個数から考えても同じ: $W^L = 2^{L \log_2 W}$.

bit を数えやすくする単位

バイト Byte

8bit=1Byte. バイト=Byte=B. 1MB=10⁶Byte.

...			...		
10 ¹²	T	tera テラ	2 ⁴⁰ = 1024 ⁴	Ti	tebi テビ
10 ⁹	G	giga ギガ	2 ³⁰ = 1024 ³	Gi	gibi ギビ
10 ⁶	M	mega メガ	2 ²⁰ = 1024 ²	Mi	mebi メビ
10 ³	k(K)	kilo キロ	2 ¹⁰ = 1024	Ki	kibi キビ
10 ⁰			2 ⁰		
10 ⁻³	m	milli ミリ	gibi=giga binary.		
10 ⁻⁶	μ	micro マイクロ	2 ¹⁰ と 10 ³ はほぼ等しいので, Gi と		
10 ⁻⁹	n	nano ナノ	G, Mi と M, Ki と k が同じであるか		
...			のように扱うことがある.		

iPhone 32GB モデルは

bit の情報を記憶できる。

情報量は示量性の (加えることのできる) 量

面積やエネルギーや本塁打数のように、情報量の和を考えられる。↔ 温度, 打率.

2つの情報をあわせると

例 1: 文字列の長さ

- 長さ L_1 の文字列の情報量 $= L_1 \log_2 W$
- 長さ L_2 の文字列の情報量 $= L_2 \log_2 W$
- つなげた長さ $L_1 + L_2$ の文字列の情報量 $= (L_1 + L_2) \log_2 W$.

例 2: トランプのカードの種類

トランプ 1 セット 13×4 だけど、きれいな数にするために 数が $1 \cdots 16$ で 1 セット 16×4 種類だと思おう。トランプ 1 枚の情報量は

- スート (ハート, ...) の $W_1 = 4$ 種類を区別する情報量 $= 1 \cdot \log_2 4$ bit.
- 数字 1-16 の $W_2 = 16$ 種類を区別する情報量 $1 \cdot \log_2 16$ bit.
- 16×4 種類を通し番号で区別する情報量 $1 \cdot \log_2 (4 \times 16)$ bit.

L06-Q1

Quiz(文字列の情報量)

16GB の USB フラッシュメモリに, 日本語の文庫本のテキストは何冊記録できるか. ただし, 1 ページあたり 20 字 25 行, 1 冊あたり 300 ページとし, 図や絵は考えない. 日本語は 1 文字あたり長さ 16 のビットパターンで符号化するとする.

- ① 50 冊
- ② 500 冊
- ③ 5000 冊
- ④ 50000 冊
- ⑤ 500000 冊

ここまで来たよ

1 復習:文字の表現

2 情報量・音声画像動画の A/D 変換

- 情報量
- アナログ情報・デジタル情報
- A/D 変換=標本化+量子化+符号化

アナログ情報・デジタル情報

- アナログ情報 実数で書ける, 自然界にもともとある情報. 例: バイオリンの音, 油絵, ...
- デジタル情報 整数, したがってビットパターンで書ける情報. 例: 整数, 文字列, CD に記憶された音楽, デジカメで撮った油絵の写真

人間は で外界と相互作用する. コンピュータはデジタル情報だけを扱える. A/D 変換, D/A 変換はその間の変換.

A/D 変換で情報量は

コンピュータによる油絵の拡大コピー



L06-Q2

Quiz(アナログ情報とデジタル情報)

デジタル情報は次のどれ(とどれ)?

- ① サッカーのシュートの軌跡
- ② 成分が有理数の行列
- ③ 携帯メールのテキスト
- ④ 教室のマイク-スピーカーの音声
- ⑤ 書道のお手本

L06-Q3

A/D 変換, D/A 変換

PC の周辺機器のうち, A/D 変換するものは? D/A 変換するものは?

ここまで来たよ

① 復習:文字の表現

② 情報量・音声画像動画の A/D 変換

- 情報量
- アナログ情報・デジタル情報
- A/D 変換=標本化+量子化+符号化

A/D 変換=標本化+量子化+符号化



次に出てくるグラフでは

標本化 **sampling** 定義域 $(t, (x, y))$ 方向に離散化 () する $\rightarrow L$ 個

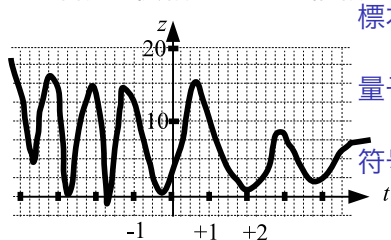
量子化 **quantization** 値域 (z) 方向に離散化する $\rightarrow W$ 種類の値

符号化 **encoding** W 文字アルファベットの長さ L の文字列と思ってビット列で表現する

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.

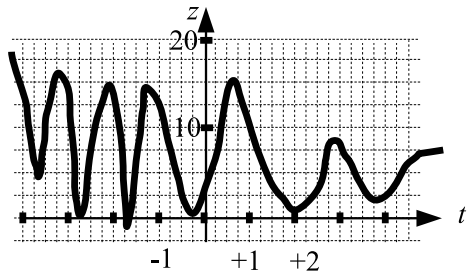


標本化 一定間隔の t での値を取り出す. 長さ L の実数の列 $f(t_1), f(t_2), \dots, f(t_L)$.

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.

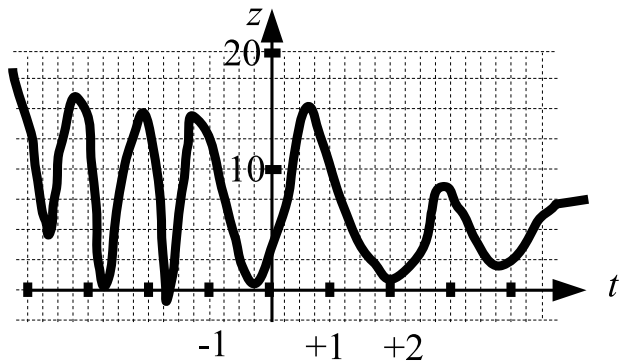
A/D 変換してみよう



標本化の幅 $\Delta t = 2$ で標本化しよう,

量子化の幅 $\Delta z = 5$, $W = 4$ で量子化しよう

符号化しよう



L06-Q4

A/D 変換してみよう

 $\Delta t = 1$ で標本化, $\Delta z = 2.5$, $W = 8$ で量子化.

L06-Q5

Quiz(音声の情報量)

音楽用 CD には, ステレオ (左右 2 チャンネル) の音波を, 1 秒に 44100 回の割合で標本化し, $65536 = 2^{16}$ 段階に量子化したものを符号化して記録される. 45 分の音楽を記録すると何 Byte になる?

- ① 480bit
- ② 480Byte
- ③ 480KByte
- ④ 480MByte
- ⑤ 480GByte

(静止) 画像の A/D 変換

xy 平面上に白黒の濃淡 z がある. 関数 $z = f(x, y)$.

標本化 一定間隔の x, y での値を取り出す

$$f(x_1, y_{N_2}) \cdots f(x_{N_1}, y_{N_2})$$

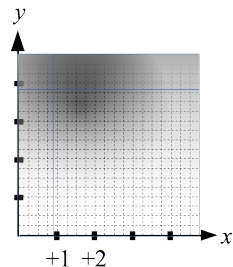
\vdots

$$f(x_1, y_1) \cdots f(x_{N_1}, y_1)$$

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の長さ

$L = N_1 \times N_2$ の文字列と思って符号化. 情報量 $N_1 N_2 \log_2 W$ 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つつ.

カラーの場合は, 3 原色 RGB の濃さそれぞれを量子化する. 情報量 3 倍.

L06-Q6

Quiz(画像のビット長)

実習室のディスプレイは 1280×1024 ドット, つまり横 1280 縦 1024 に分割して量子化した画像を表示できる. 画面いっぱいに表示でき, 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

無音声だとする.

一定の時間間隔で, 合計 N_3 枚の $N_1 \times N_2$ の W 階調の静止画を撮ってそれぞれ A/D 変換して, 各時刻のビット列をつなげる.

情報量

bit.

非参照 Quiz 出題計画

音声, 画像をこの A/D 変換すると何 MByte? この???に何個記憶できる?

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
-
- 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).
 - 2014-10-01 水昼 からチューターやってます (1-614).
 - 2014-11-06 木 数学検定団体受検申込締切.
<http://www.math.ryukoku.ac.jp/suken/> で受付中.
 - 2014-12-06 土 34 数学検定団体受検.

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.
- 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.
- 出題計画 (2014-11-05 水ごろ修正, 確定します).
 - ▶ 2 進 10 進変換 (L01).
 - ▶ 2 進 10 進 16 進変換 (L05).
 - ▶ 論理回路と真理表の間の書き替え (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), 画像 (2 変数関数) の情報量を求める (L06).
 - ▶ ?(L07)