

コンピュータ科学II

担当：武田敦志 <takeda@cs.tohoku-gakuin.ac.jp>

<http://takeda.cs.tohoku-gakuin.ac.jp/comp3/>

メディアデータの符号化

■画像データの圧縮



非圧縮 (BMP)
約1100 [kByte]

画像圧縮 (JPG)
約68 [kByte]

通常圧縮 (ZIP)
約544 [kByte]

ハフマン符号による圧縮(1)

■データの圧縮

A, B, C, D, E, F, G, H で構成された文字列を表現する

文字列表現 A A B B B B C D E E F F F F F G H

$$P(A) = 1/8 \quad P(E) = 1/8$$

$$P(B) = 1/4 \quad P(F) = 1/4$$

$$P(C) = 1/16 \quad P(G) = 1/16$$

$$P(D) = 1/16 \quad P(H) = 1/16$$

エントロピー： $E = 2.75$ [bit]

必要なデータの長さ： $2.75 \times 16 = 44$ [bit]

ハフマン符号による圧縮(2)

■データの表現 (その1)

それぞれの文字を以下の符号で表現する

$$A = 000_2 \quad B = 001_2 \quad C = 010_2 \quad D = 011_2$$

$$E = 100_2 \quad F = 101_2 \quad G = 110_2 \quad H = 111_2$$

文字列表現 A A B B B B C D E E F F F F F G H



データ表現 000 000 001 001 001 001 010 011
100 100 101 101 101 101 110 111

データの長さ：48 [bit]

ハフマン符号による圧縮(3)

■データの表現 (その2)

それぞれの文字を以下の符号で表現する

A = 010_2 B = 10_2 C = 0010_2 D = 0011_2
E = 011_2 F = 11_2 G = 0000_2 H = 0001_2

文字列表現 AABBBBCDEEFFFFGH



データ表現 010 010 10 10 10 10 0010 0011
 011 011 11 11 11 11 0000 0001

データの長さ : 44 [bit]

圧縮を考えた表現(1)

■表現を工夫する

例 : 同じ文字が連続する場合は「Z」で表現する

文字列表現 AABBBBCDEEFFFFGH
 ↓
 AZBZZZCDEZFZZZGH

文字の出現確率

P(A) = 1/16 P(E) = 1/16 P(Z) = 1/2
P(B) = 1/16 P(F) = 1/16
P(C) = 1/16 P(G) = 1/16
P(D) = 1/16 P(H) = 1/16

エントロピー : $E = 2.5$ [bit]

圧縮を考えた表現(2)

■さらに表現を工夫する

例 : 同じ文字が連続する場合は「Z」で表現する
 次の文字に変化する場合は「X」で表現する

文字列表現 AABBBBCDEEFFFFGH
 ↓
 XZXZZZXXXZXZZZXX

文字の出現確率

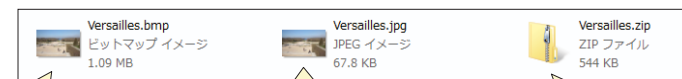
P(X) = 1/2 P(Z) = 1/2

エントロピー : $E = 1.0$ [bit]

➡ 文字列の特徴を考慮すれば 16 [bit] で表現可能

画像メディアの圧縮(1)

■画像データの圧縮



非圧縮 (BMP)
約1100 [kByte]

画像圧縮 (JPG)
約68 [kByte]

通常圧縮 (ZIP)
約544 [kByte]

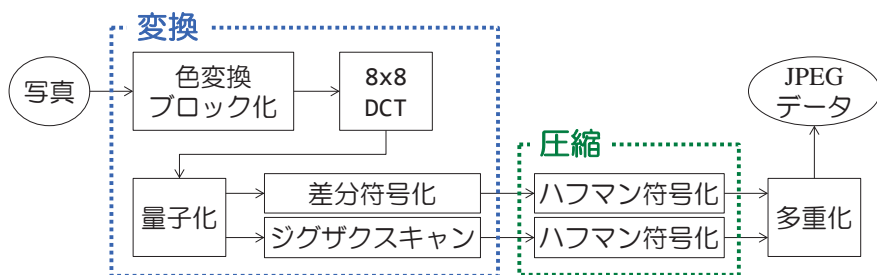
画像メディアの圧縮(2)

■画像の圧縮：JPEG (Joint Photographic Experts Group)

写真などの画像データを圧縮する方式

写真の特徴を考慮したデータ表現に変換

ハフマン符号を用いて圧縮

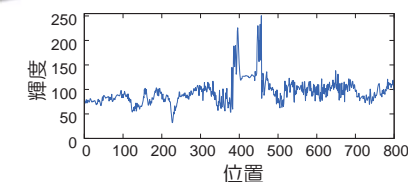
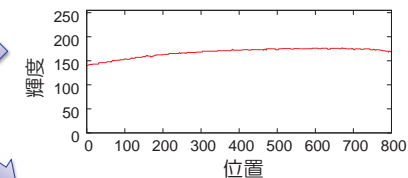


page 9

画像メディアの圧縮(3)

■写真の特徴の例

隣り合う色は連続することが多い

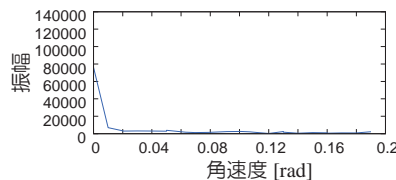
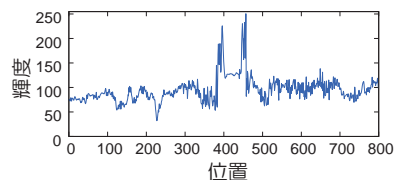
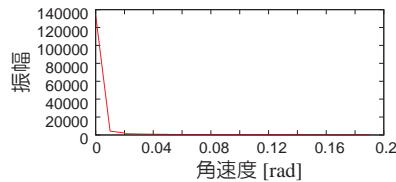
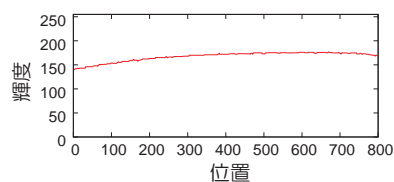


page 10

画像メディアの圧縮(4)

■写真の特徴を取り出す

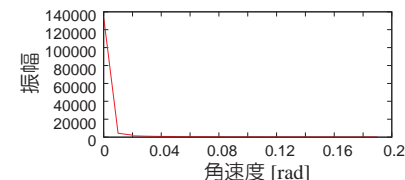
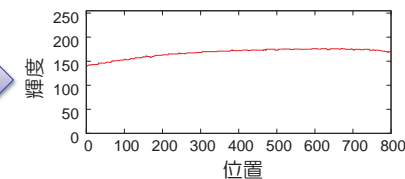
離散フーリエ変換で周波数特性を計算する



page 11

画像メディアの圧縮(5)

■写真の特徴



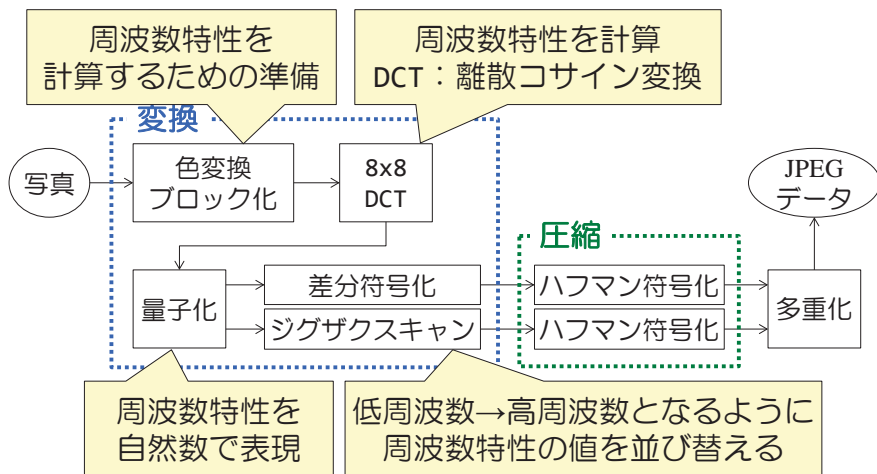
低周波数成分は多い
高周波数成分は少ない

周波数特性で表現すれば
エントロピーが減少する

page 12

画像メディアの圧縮(6)

■表現の変換



page 13

画像メディアの圧縮(7)

■離散コサイン変換 (DCT)

離散フーリエ変換で周波数特性を計算できる

$$F(u) = \sum_{i=0}^{N-1} f(i) \left(\cos \frac{2\pi i u}{N} + j \sin \frac{2\pi i u}{N} \right) \quad (j \text{ は虚数})$$

入力波形を偶関数とすることで、実数部だけで表現可能

$$F(u) = \sqrt{\frac{2}{N}} c(u) \sum_{i=0}^{N-1} f(i) \cos \frac{(2i+1)\pi u}{2N} \quad (f(i) \text{ は偶関数})$$

1次元の計算から2次元に拡張

$$F(u, v) = \frac{2C(u)C(v)}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} f(i, j) \cos \frac{(2i+1)\pi u}{2N} \cos \frac{(2j+1)\pi v}{N}$$

page 14

画像メディアの圧縮(8)

■量子化

$F(u, v)$ は実数 (小数)

コンピュータで扱うために自然数に変換する

$$F'(u, v) = \left\lfloor \frac{F(u, v)}{Q(u, v)} + 0.5 \right\rfloor$$

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

↓ 高周波成分

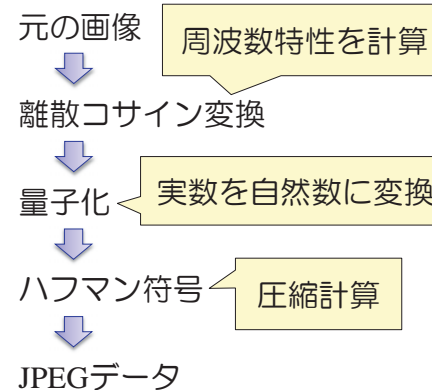
← 高周波成分

page 15

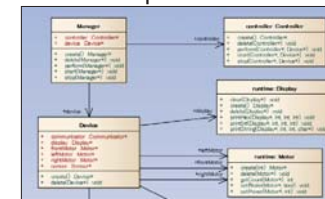
画像メディアの圧縮(9)

■JPEGの特徴

非可逆圧縮方式である

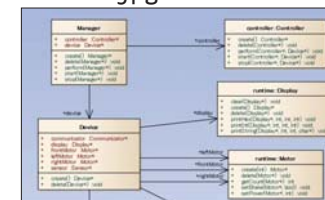


model.bmp



↓ 非可逆圧縮

model.jpg



page 16

画像メディアの圧縮(10)

■非可逆圧縮の影響

