

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



Versailles.bmp

ビットマップイメージ

1.09 MB



Versailles.jpg

JPEG イメージ

67.8 KB



Versailles.zip

ZIP ファイル

544 KB

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 **AABBBCDEEFFFGH**

$$P(A) = 1/8$$

$$P(E) = 1/8$$

$$P(B) = 1/4$$

$$P(F) = 1/4$$

$$P(C) = 1/16$$

$$P(G) = 1/16$$

$$P(D) = 1/16$$

$$P(H) = 1/16$$

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 B = 001_2 C = 010_2 D = 011_2

E = 100_2 F = 101_2 G = 110_2 H = 111_2

文字列表現

AABBBCDEEFFFGH



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

AABBBCDEEFFFFGH



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



XZXZZZXZXZZZX

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



Versailles.bmp
ビットマップイメージ
1.09 MB



Versailles.jpg
JPEG イメージ
67.8 KB



Versailles.zip
ZIP ファイル
544 KB

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)

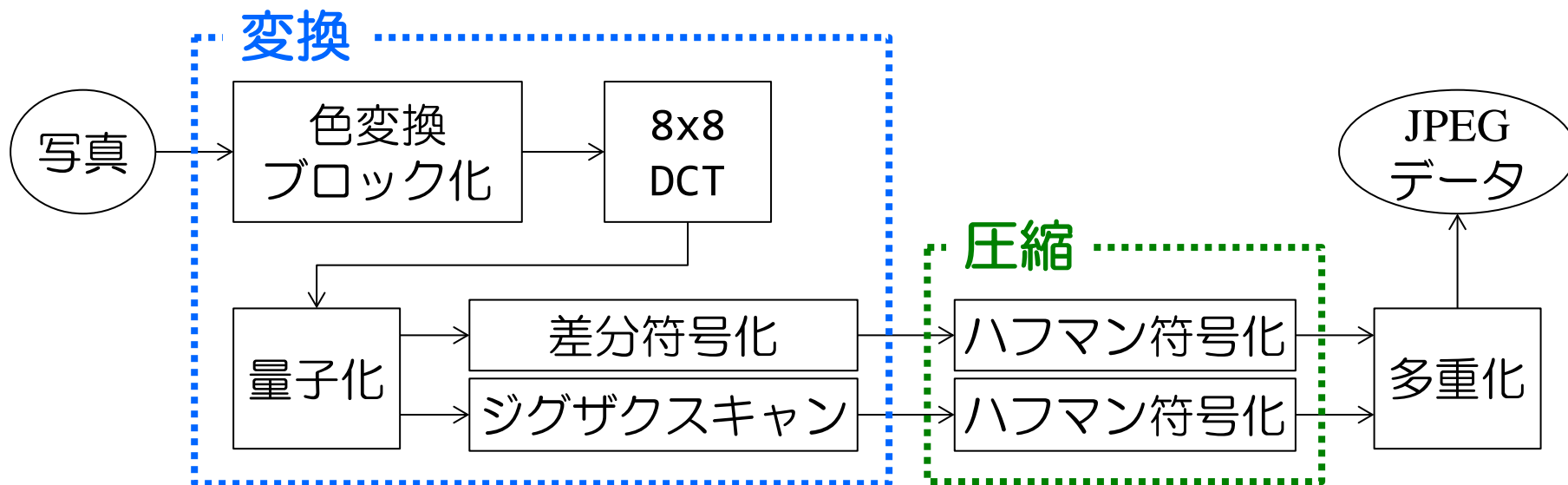
■画像の圧縮：JPEG（Joint Photographic Experts Group）

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**



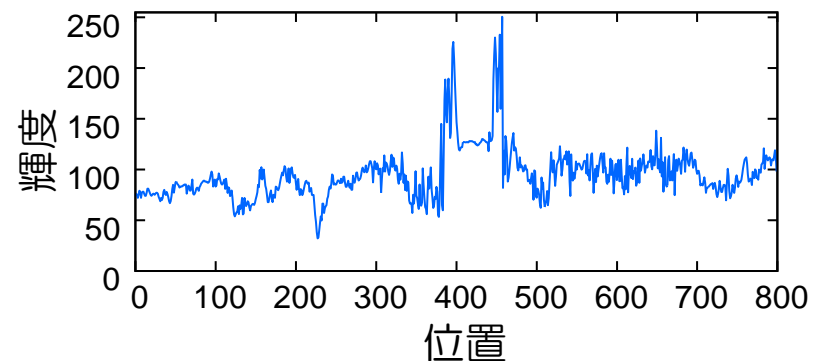
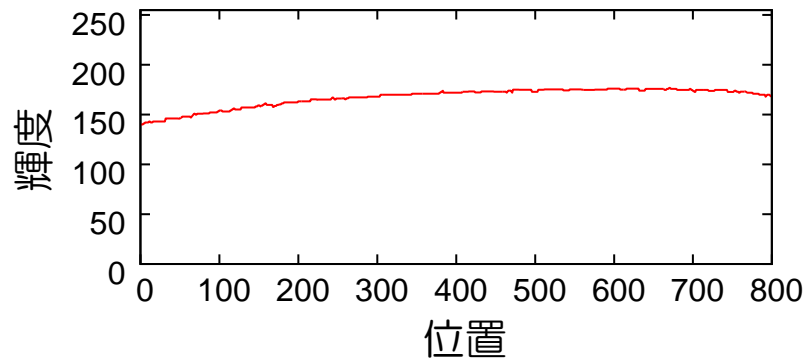
ハフマン符号を用いて**圧縮**



画像メディアの圧縮(3)

■写真の特徴の例

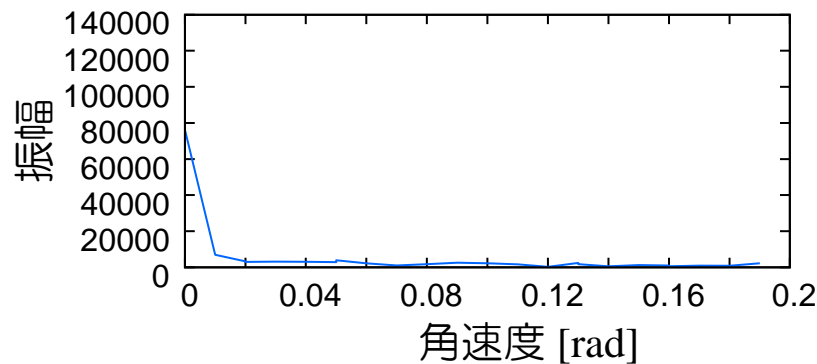
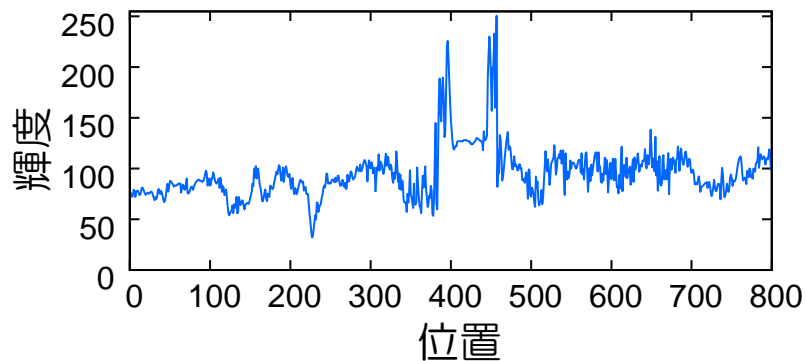
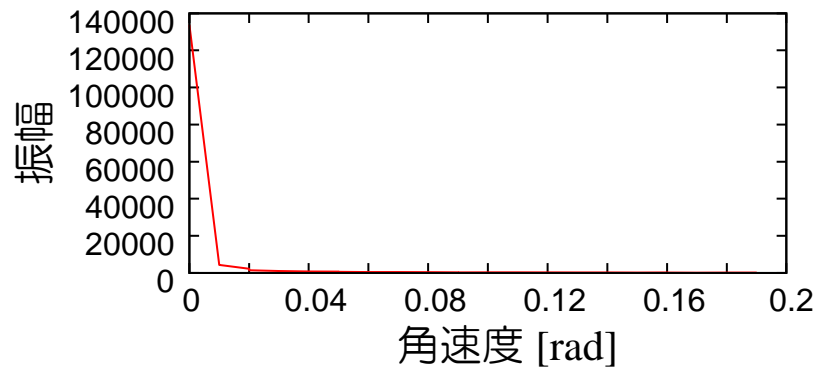
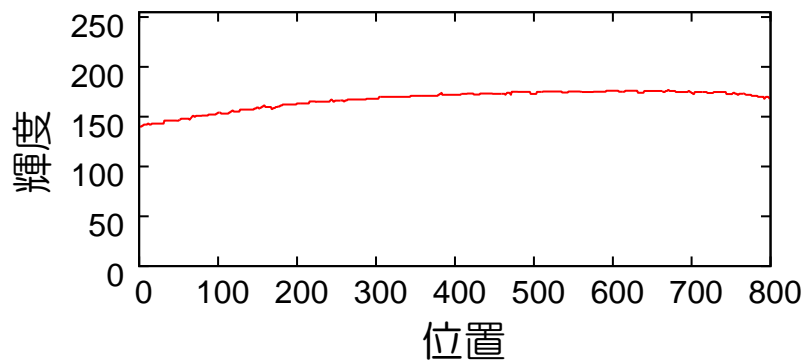
隣り合う色は連続することが多い



画像メディアの圧縮(4)

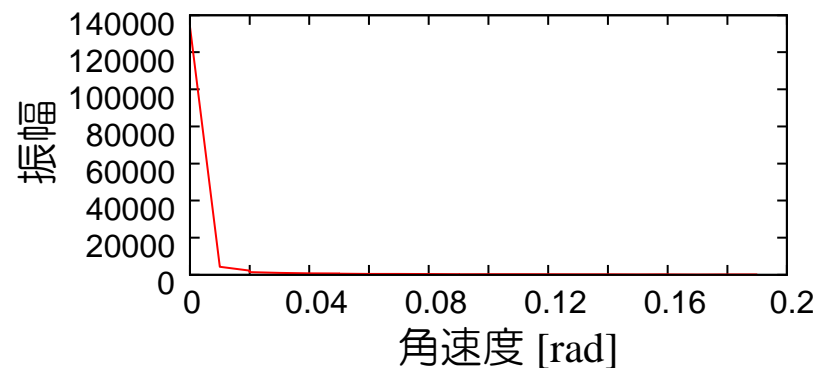
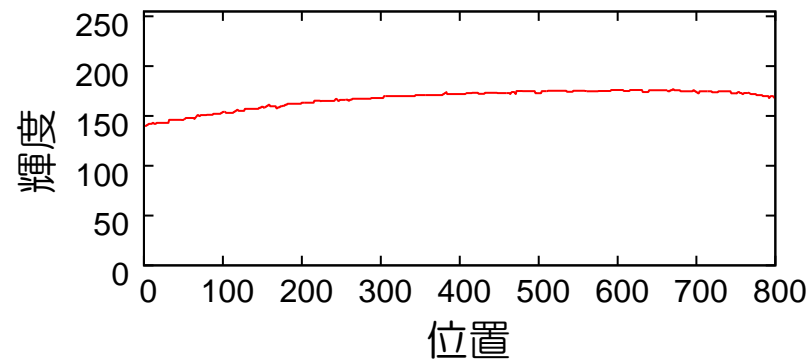
■写真の特徴を取り出す

離散フーリエ変換で周波数特性を計算する



画像メディアの圧縮(5)

■写真の特徴



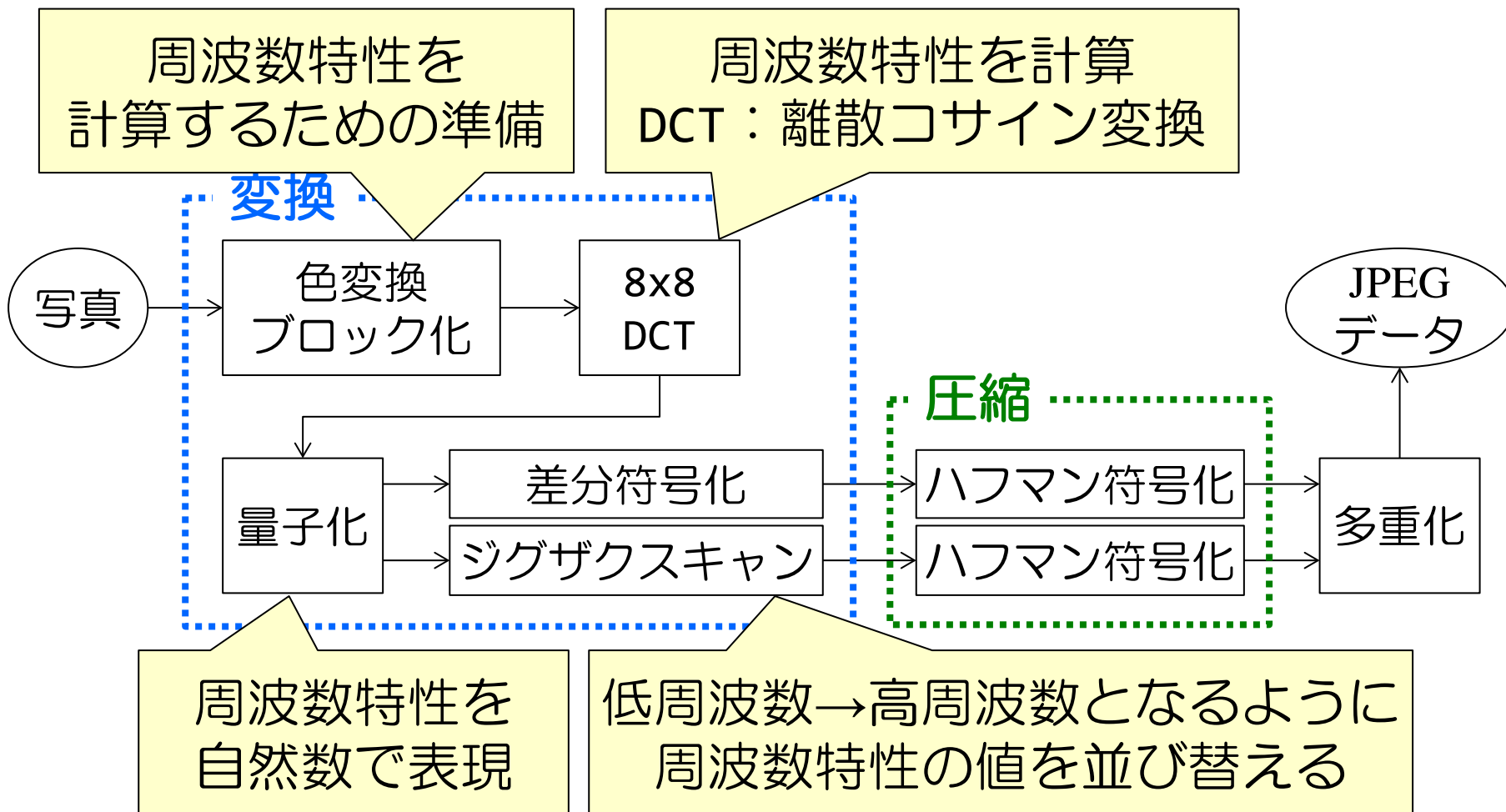
低周波数成分は多い
高周波数成分は少ない



周波数特性で表現すれば
エントロピーが減少する

画像メディアの圧縮(6)

■表現の変換



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

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

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

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

$Q(u, v) =$
(輝度成分)

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

画像メディアの圧縮(9)

JPEGの特徴

非可逆圧縮方式である

元の画像



離散コサイン変換



量子化



ハフマン符号



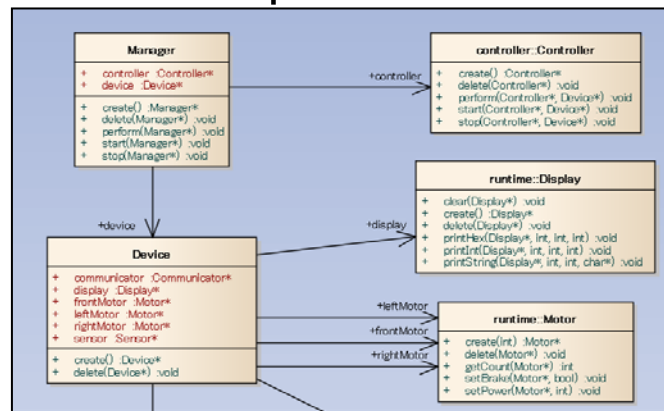
JPEGデータ

周波数特性を計算

実数を自然数に変換

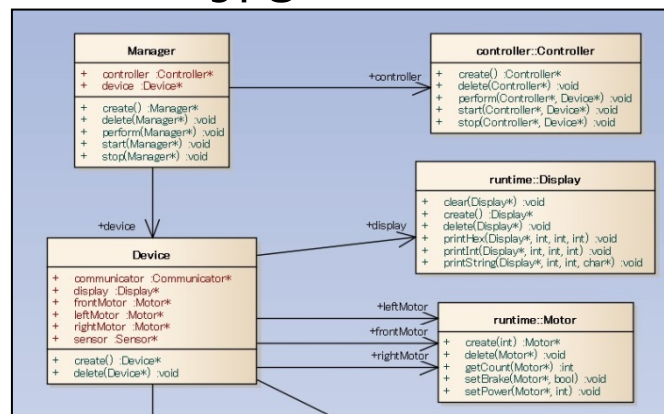
圧縮計算

model.bmp



非可逆圧縮

model.jpg



画像メディアの圧縮(10)

■非可逆圧縮の影響

