

Image Information Processing

濃淡変換

1

Image Information Processing

デジタル画像

デジタル画像は、画素値の集合と考えることができる。

そのため、画素値の分布を調べることで、画像の性質を知ることができる。

デジタル画像

0	1	2	3
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	6	7

画像サイズ : 4×4画素
量子化 : 3ビット (0~7)

$A = \{0, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5, 6, 7\}$

2

Image Information Processing

濃淡ヒストグラム

ある画像における各濃淡レベルの頻度（画素数）を求めたものを濃淡ヒストグラム（または単にヒストグラム）という。

通常、横軸に画素値を、縦軸にそれぞれの画素値をとる頻度（画素数）をとり、グラフにより表す。

デジタル画像

0	1	2	3
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	6	7

画像サイズ : 4×4画素
量子化 : 3ビット (0~7)

濃淡ヒストグラム

3

Image Information Processing

演習問題

問題1

以下に示す画像の濃淡ヒストグラムを作成せよ。

デジタル画像

0	1	1	4
1	7	7	4
1	6	6	4
1	2	3	4

画像サイズ : 4×4画素
量子化 : 3ビット (0~7)

4

可用传统矩阵表示. $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 6 & 7 \end{bmatrix}$

Image Information Processing

演習問題 解答 (未公開)

5

Image Information Processing

コントラスト (1) 对比

画像において、最も明るい場所と最も暗い場所の輝度の差のことを、コントラストという。

一般に、コントラストは、

$$C = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}}$$

あるいは

$$C_R = \frac{L_{\max}}{L_{\min}}$$

などと定義される。ここで、 L_{\max} は画像中の濃淡レベルの最大値であり、 L_{\min} は画像中の濃淡レベルの最小値である。

6

$x = a \cdot \sin \omega t$

Image Information Processing

コントラスト（２）

デジタル画像では、実用上、以下に示されるようなコントラストの定義が用いられることも多い。

$$C_L = \frac{L_{\max} - L_{\min} + 1}{L_D}$$

ここで、 L_D は濃淡レベル数（量子化ステップ数）である。

7

Image Information Processing

コントラストの値

【例】コントラスト C_L

デジタル画像

1	1	2	3
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	5

画像サイズ：4×4画素
量子化：3ビット（0～7）

$$C_L = \frac{L_{\max} - L_{\min} + 1}{L_D}$$
$$= \frac{5 - 1 + 1}{8}$$
$$= 0.625$$

5-1+1
8
0.625

8

Image Information Processing

演習問題

問題2

以下に示す画像A、Bのコントラスト C_L を求めよ。

画像A

0	1	2	3
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	6	7

画像サイズ：4×4画素
量子化：3ビット（0～7）

画像B

2	2	3	4
2	3	4	4
3	4	4	5
4	4	5	5

画像サイズ：4×4画素
量子化：3ビット（0～7）

9

Image Information Processing

演習問題 解答（未公開）

A

7 0+1

8

= 1

B

3 4 5

5-2+1

8


= 0.5

10

Image Information Processing

一般画像のコントラスト

一般画像のコントラスト



$C_L = 0.86$

画素数

画素値


0

255

11

Image Information Processing

コントラストと画質の関係




$C_L = 0.86$

画素数

画素値

0

255




$C_L = 0.43$

画素数

画素値

0

255




$C_L = 0.43$

画素数

画素値

0

255



$C_L = 0.43$

画素数

画素値

0

255


12

Image Information Processing

コントラストの改善

左図のような濃淡ヒストグラムを持つ画像において、一定の規則に従って各画素の明るさを変え、右図のような濃淡ヒストグラムを持つ画像に変換する。

原画像




画素数

画素値

→

処理画像



画素数

画素値

13

Image Information Processing

線形変換によるコントラストの改善 (1)

線形変換

原画像における (i, j) 座標の画素値を $x(i, j)$ 、処理画像における (i, j) 座標の画素値を $y(i, j)$ とすると、

$$y(i, j) = \begin{cases} y_{\min} & , 0 \leq x(i, j) < x_{\min} \\ \frac{y_{\max} - y_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \{ x(i, j) - x_{\min} \} + y_{\min} & , x_{\min} \leq x(i, j) \leq x_{\max} \\ y_{\max} & , x_{\max} < x(i, j) \end{cases}$$

とする。ここで、 x_{\max} は原画像における画素の最大値、 x_{\min} は原画像における画素の最小値、 y_{\max} は処理画像における画素の最大値、 y_{\min} は処理画像における画素の最小値である。

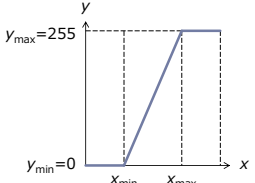
14

Image Information Processing

線形変換によるコントラストの改善 (2)

$y_{\max}=255$
 $y_{\min}=0$
 の場合

$$y(i, j) = \begin{cases} 0 & , 0 \leq x(i, j) < x_{\min} \\ \frac{255}{x_{\max} - x_{\min}} \{ x(i, j) - x_{\min} \} & , x_{\min} \leq x(i, j) \leq x_{\max} \\ 255 & , x_{\max} < x(i, j) \end{cases}$$



$y_{\max}=255$

$y_{\min}=0$

x_{\min} x_{\max}

15

Image Information Processing

線形変換によるコントラストの改善 (3)

【例】

原画像			
100	100	100	100
120	120	120	120
150	150	150	150
200	200	200	200

→

処理画像			
0	0	0	0
51	51	51	51
128	128	128	128
255	255	255	255

小数点以下は四捨五入する

画像サイズ : 4×4画素
量子化 : 8ビット (0~255)

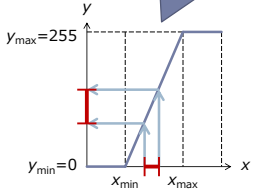
$$y(i, j) = \frac{255}{x_{\max} - x_{\min}} \{ x(i, j) - x_{\min} \} = \frac{255}{200 - 100} \{ x(i, j) - 100 \} = 2.55 \times \{ x(i, j) - 100 \}$$

16

Image Information Processing

線形変換によるコントラストの改善 (4)

一様に、コントラストが改善される。



$y_{\max}=255$


$y_{\min}=0$

x_{\min} x_{\max}

17

Image Information Processing


線形変換によるコントラストの改善 (例)



画素数

画素値

→



画素数

画素値

コントラストは改善されるが、ヒストグラムには隙間が生ずる。

18

$x(i, j) \in [x_{\min}, x_{\max}]$

$$y(i,j) = \begin{cases} 0 & x(i,j) < x_{\min} \\ \frac{x(i,j) - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \cdot 255 & \text{otherwise} \end{cases}$$

演習問題

問題3

- 以下に示す原画像について、線形変換を用いて、コントラストの改善をせよ。なお、処理画像における画素の最大値は255、最小値は0になるように変換するものとする。

原画像	処理画像
51 71 108 136	
51 71 108 136	
51 83 115 136	
51 83 115 136	

画像サイズ : 4×4画素
量子化 : 8ビット (0~255)

19

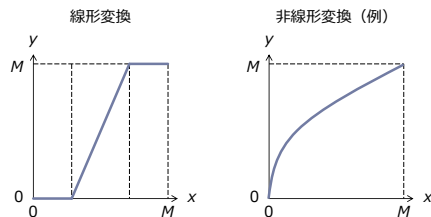
演習問題 解答 (未公開)

0	60	171	255
0	60	171	255
0	96	192	255
0	96	192	255

20

非線形な濃淡変換

- 非線形な濃淡変換を用いることにより、画質の改善を図ることができる。



21

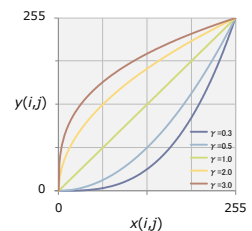
非線形な濃淡変換による画質の改善 (1)

ガンマ変換 (ガンマ補正)

- 原画像における (i,j) 座標の画素値を $x(i,j)$ 、処理画像における (i,j) 座標の画素値を $y(i,j)$ とすると

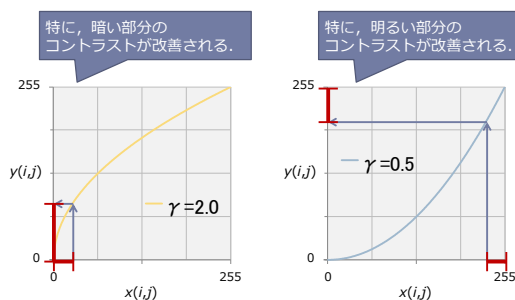
$$y(i,j) = M \cdot \left\{ \frac{x(i,j)}{M} \right\}^{\frac{1}{\gamma}}$$

とする。
ここで、 M は、量子化レベルの上限値である。
(右グラフにおいては、 $M=255$)



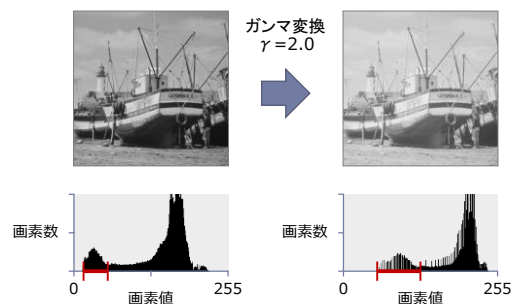
22

非線形な濃淡変換による画質の改善 (2)



23

非線形な濃淡変換による画質の改善 (例)



本例は、必ずしも改善とは言えないが...

24

演習問題

問題4

- 以下に示す原画像について、ガンマ変換を用いて、濃淡変換を実施せよ。なお、ガンマ変換において、 $\gamma=2$, $M=255$ とする。

原画像				処理画像			
0	16	64	255				
0	16	64	255				
0	16	144	255				
0	16	144	255				

画像サイズ : 4×4画素
量子化 : 8ビット (0~255)

$\sqrt{255} = 15.9687 \dots$

25

演習問題 解答 (未公開)

0	64	128	255
0	64	128	255
0	64	192	255
0	64	192	255

26

$$255 \left\{ \frac{x(i,j)}{255} \right\}^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$255 - \left\{ \frac{x(i,j)}{255} \right\}^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$= 15.9687 \cdot \sqrt{x(i,j)}$$

≈