

# 目次

第 1 章	序論	1
1.1	研究の背景 . . . . .	1
第 2 章	いろいろ	2
2.1	定義 . . . . .	2
2.2	図とか . . . . .	2
第 3 章	Aesthetic QR コード	3
3.1	色変換手法 . . . . .	3
3.2	ランダム法 . . . . .	4
第 4 章	評価	5
4.1	最小ハミング距離 . . . . .	5
4.2	$MSE$ (平均二乗誤差) . . . . .	5
4.3	$PSNR$ (ピーク信号雑音比) . . . . .	6
第 5 章	結果	7
	謝辞	9
	参考文献	10
付録 A	その他	11

# 第1章 序論

## 1.1 研究の背景

いろいろあります<sup>[1]~[3]</sup>.

(1) あれとか

(2) これとか

(3) それとか

## 第2章 いろいろ

### 2.1 定義

#### 定義 2.1 (距離)

2つのベクトル  $x, y$  が与えられたとき, これらの距離  $d(x, y)$  を次式で定義する:

$$d(x, y) = \|x - y\| \quad (2.1)$$

□

一般に定義 2.1 における式 (2.1) の関数  $d$  は, 距離関数と呼ばれている<sup>(注1)</sup>. 距離関数が定義された空間——正確に言えばベクトル空間——を距離空間という<sup>(注2)</sup>.

### 2.2 図とか



図 2.1 図の例

//ここから下を今している////////////////////////////////////

<sup>(注1)</sup> 信じないでね.

<sup>(注2)</sup> これまた, 信じないでね

## 第3章 Aesthetic QR コード

### 3.1 色変換手法

QR コードの標準形式にしたがって、各モジュールは基本的に黒と白で表現される。しかし、以下の理由によりモジュールに色を使用することは可能である。

---

**Algorithm 1** 論文<sup>[?]</sup>の色変換手法
 

---

入力: サイズ  $L \times L$  の目的画像

出力: 閾値  $\bar{Y}$

方法: 1. 入力画像の大きさは、QR コードのバージョン  $v$  と同じサイズに予め変更しておく。RGB 色成分は YUV 色成分に変換され、輝度 (Y) 成分  $Y_{i,j}$  ( $1 \leq i, j \leq L$ ) が得られる。

2. その中心の正方形 (元の画像サイズの  $\frac{1}{4}$ ) の値の平均  $\bar{Y}$  が計算する。

$$\bar{Y} = \frac{4}{L^2} \sum_{i=\frac{L}{4}}^{\frac{3L}{4}-1} \sum_{j=\frac{L}{4}}^{\frac{3L}{4}-1} Y_{i,j} \quad (3.1)$$


---

閾値を用いて目的画像から目的画像の二値行列を作成するアルゴリズムを以下に示す。

---

**Algorithm 2** 目的画像に紐づいた二値行列の生成
 

---

入力: サイズ  $L \times L$  の目的画像の輝度 (Y) 成分  $Y_{i,j}$  ( $1 \leq i, j \leq L$ )、閾値  $A$

出力: 二値行列  $B_{i,j}$

方法: 1. 目的画像を二値化する際、二値行列  $B_{i,j}$  は、以下の規則によって決定される。

$$B_{i,j} = \begin{cases} 1 & Y_{i,j} > A \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (3.2)$$


---

論文<sup>[2]</sup>は二値行列  $B_{i,j}$  を求める際に式 (3.2) の閾値  $A \rightarrow \bar{Y}$  を代入する.

### 3.2 ランダム法

ここにランダム法の説明を書く (これより前の章で RS 符号の符号化を説明しないといけない)

QR コードを作成する手順を以下に説明する.

---

#### Algorithm 3 論文<sup>[2]</sup>のランダム法

---

入力: バージョン 1 の QR コードに入る範囲内の文字列、かつサイズ  $21 \times 21$  の目的画像

出力: サイズ  $21 \times 21$  のバージョン 1 の QR コード

- 方法:
1. 目的画像の画素値を QR コードのモジュールに割り当て、Algorithm2 で決まった閾値  $\bar{Y}$  でモジュールを二値化し、二値行列  $B_{i,j}$  を作成する.
  2.  $B_{i,j}$  に所定のマスキングパターンを作用させる.
  3. 式 (??) の  $\alpha_{x_t} (\hat{k} + 1 \leq x_t \leq k)$  を変化させることにより、 $B_{i,j}$  とのハミング距離が最小となる RS 符号を見つける. 以後この手順を  $N$  回繰り返すことにより、最良の RS ブロックの組を決める. 一定の試行回数終了後、QR コード上 RS 符号は、最良の RS 符号  $\alpha_{x_t}$  に置き換える.
  4. マスク処理前である QR コードの各モジュールに対して、所定のマスクパターンを適用する.
- 

これにより、サイズ  $21 \times 21$  の QR コードを作成する.

## 第4章 評価

画像の評価は

1. 目的画像の二値行列  $B_{i,j}$  と得られた QR コードの二値行列におけるハミング距離の総数
2.  $MSE$ (平均二乗誤差)
3.  $PSNR$ (ピーク信号対雑音比)

で行う.

### 4.1 最小ハミング距離

2つの符号語  $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  と  $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  で対応するビット (桁) で値 (0 または 1) が異なっているビット (桁) の数をハミング距離と言い、記号で  $d(a, b)$  と書く. その中でも一番ハミング距離が小さいものを最小ハミング距離と呼ぶ.

ハミング距離は2つの符号語  $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  と  $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  に対して以下の式で定義される.

$$d(a, b) = \sum_{i=1}^n (a_i + b_i) \pmod{2} \quad (4.1)$$

### 4.2 $MSE$ (平均二乗誤差)

$MSE$  は元画像と処理画像との差の2乗誤差である. $MSE$  が小さければ小さいほど元画像に近い画像である.  $MSE$  は  $M \times N$  の2つの画像  $I, K$  において、以下の式で定義される.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [I(i, j) - K(i, j)]^2 \quad (4.2)$$

### 4.3 $PSNR$ (ピーク信号雑音比)

$PSNR$  は画質の再現性に影響を与える信号がとりえる最大の輝度と劣化をもたらすノイズの比率を示したものである.  $PSNR$  は以下の式で定義される.

$$PSNR = 10 \log 10 \frac{MAX_I^2}{MSE} \quad (4.3)$$

$$= 20 \log 10 \frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \quad (4.4)$$

## 第5章 結果

画質の評価については以下に示す. 実際にソフトウェアによって生成した画像が図 5.1~図 5.6 である.



図 5.1 従来の方法で作成した Aesthetic QR コード



図 5.2  $N = 1$



図 5.3  $N = 10$



図 5.4  $N = 100$

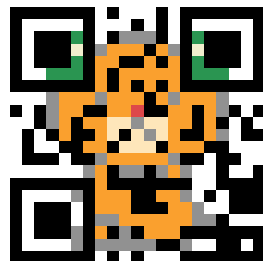


図 5.5  $N = 1000$

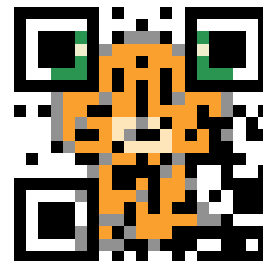


図 5.6  $N = 10000$

目的画像の二値行列  $B_{i,j}$  と得られた QR コードの二値行列とのハミング距離の総和は表 5.1 に示す.



表 5.1 目的画像の二値行列  $B_{i,j}$  と得られた QR コードの二値行列とのハミング距離の総和

生成した回数 ( $N$ )	従来の生成方法	1	10	100	1000	10000
最小ハミング距離	79	83	69	67	53	47

ランダム法の  $MSE$  値を表 5.2 に示す

表 5.2 ランダム法の  $MSE$  値

生成した回数 ( $N$ )	従来の生成方法	1	10	100	1000	10000
$MSE$ 値	24110.33	25075.25	23874.78	23680.28	21961.52	21490.57

ランダム法の  $PSNR$  値を表 5.3 に示す

表 5.3 ランダム法の  $PSNR$  値

生成した回数 ( $N$ )	従来の生成方法	1	10	100	1000	10000
$PSNR$ 値 ( $dB$ )	31.89	31.50	31.99	32.07	32.82	33.04

## 謝辞

お礼を書きます。

## 参考文献

- [1] 白鳥則郎, 高橋薫, 神長裕明, “ソフトウェア工学の基礎知識,” 昭晃堂, 1997.
- [2] 松本健一, “解説 ソフトウェアメトリクス,” 日本ファジィ学会誌, vol.10, no.5, pp.796–803, Oct. 1998.
- [3] N.E. Fenton and A.A. Kaposi, “Metrics and software structure,” Journal of Information and Software Technology, 29, pp.301–320, July 1987.

## 付 録 A    その他

ここでは番号がすべてアルファベットに変わります.