

カラー二次元コードシミュレータの読み取り特性

サムレットウイットダムリ[†] 若原 俊彦[†] 槇 俊孝[†]

[†] 福岡工業大学大学院工学研究科情報通信工学専攻

〒811-0295 福岡市東区和白東 3-30-1

E-mail: [†] airtam_@hotmail.com, [†] wakahara@fit.ac.jp [†] mgm13008@bene.fit.ac.jp

あらまし 最近、二次元バーコードである QR コード*が世界的に普及しインターネットのアクセスなどに用いられている。この QR コードは白と黒 2 値のドットの集合であるため見栄えやデザイン性が良くない。これを改善するため、符号化法を工夫して画像を合成する QR-JAM や多機能 QR が開発されている。

本論文では、スマートフォンなどの QR リーダを改造することなく一般の静止画などのイメージの合成が出来る二次元コードシミュレータを試作し、実験を行ってその読み取り特性について述べたものである。

キーワード 二次元コード, QR コード, イメージ重畳, 誤り訂正, シミュレータ

Reading Characteristics of Two-dimensional Color Codes

Damri Samretwit[†] Toshihiko WAKAHARA[†] and Toshitaka MAKI[†]

[†] Information and Communication Engineering, Graduate School of Fukuoka Institute of Technology

3-30-1 Wajiro-Higashi, Higashi-ku, Fukuoka-shi, 811-0295 Japan

E-mail: [†] airtam_@hotmail.com, [†] wakahara@fit.ac.jp [†] mgm13008@bene.fit.ac.jp

Abstract In recent years, QR Codes are widely used in the accessing to the Internet by cellular phones and smartphones. As the design of this QR codes is a simply black and white dotted symbol, it is very simple and insipid. In order to improve this weakness, various 2-dimensional codes such as QR-JAM, multi-function QR are developed.

In this paper, we propose a two-dimensional color code simulator and the experimental characteristics show good results by the simulator.

Keyword Two-dimensional code, QRcode, Image multiplex, Error correcting, Simulator

1. はじめに

インターネットや携帯電話・スマートフォンなどの普及に伴い QR コード*[1]が世界中に広まっており、インターネットのアクセスや商品コードなどの識別に QR コードが使われている。二次元コードの代表である QR コードは白黒 2 値のドット表示であるためデザイン性が良くないので、ドットをカラー化して見栄えを良くする方法が用いられる。しかし、QR コードのドットの色を変更したり、見栄えを良くする目的でイメージを重ねるとイメージ損傷になり QR コードの読み取り特性に影響を及ぼす[3]。

本論文では、QR リーダーとして現状のスマートフォンなどに用いられている QR デコーダをそのまま用いて読み取る方式において QR コードの見栄えやデザイン性を改善するため、ドット絵などのイメージを重

畳する方法[2]の他に静止画などのイメージを指定した位置に重畳し、データコード語や誤り訂正コード語、機能パターン部のカラー化を行うカラー二次元コードシミュレータを試作したので、その構成と読み取り特性などについて述べる。

2. 関連研究

QR コードの進展は著しく、デザイン性に関しても開発が進んでおり、関連研究として QE-JAM[4]や多機能 QR[5]などがある。図 1 に、QR-JAM および多機能 QR を利用して作成した二次元コードの例を示す。その中でも多機能 QR が単にカラー化だけでなく文字多重やドットの形状を変更するなど各種機能を具備しており、デザイン性も大いに向上している。しかし、この方式では、文字を合成したり静止画などを合成する

*QR コードは(株)デンソーウエーブの登録商標である。

場合に QR コード中の位置を任意に変更できるが大きさ等に制限がある．すなわち，合成した画像は QR コードにとっては符号誤りとなるので，リードソロモン（RS）謝り訂正符号で検出する誤りと見做して訂正するためその画面の制限を受ける．例えば，重ね合わせる文字数が多くなると字の大きさが小さくなったり，重ね合わせるイメージの大きさは限られるので大きな画像が自動的に縮小される．このように，誤り訂正符号の性質を利用して正しく読み取るように補正しており，画面の大きさなどに制限を受ける．



図1 QR-JAM の例



図2 多機能 QR の例

3. カラー二次元コードシミュレータの構成

本研究では，QR コードのデザイン性を向上させるため，カラー二次元コードシミュレータとして構成することとし，以下の条件を考慮する．

3.1 機能パターン部のカラー化機能

[2]で試作したカラー化ドット絵付二次元コードエディタのプロトタイプでは，データコード語と誤り訂正コード語の間の埋め草コード部（冗長部分）のドットに絵を描き，その各ドットのカラーを変化させる方法であり，位置検出パターンやタイミングパターンなどの機能パターン部分のカラーを変更できなかった．これを改善するため，機能パターンについてもカラーを変更できるようにした．さらに，下記のイメージ重畳機能を追加した．

3.2 イメージ重畳機能

写真や静止画などのイメージを重畳する場合，中央部のデータコード語と誤り訂正コード語の間の埋め草コード部を中心にイメージを重畳する．このため，

- 1) イメージファイル読み込み機能
- 2) イメージの大きさ調整機能
- 3) イメージ位置調整機能
- 4) イメージ透過度調整機能
- 5) イメージ配置（前景または背景）入替機能

を導入することとし，ドット単位で位置や大きさを調整できるようにした．ただし，静止画などのイメージとしては誤り訂正機能を利用することにより，その訂正能力の範囲内であればどの位置に重畳しても復号出来るので，位置および大きさは QR コードのシンボル

内の任意の位置および大きさに重畳可能としている．また，重畳した静止画の透過度も調整できるようにしており，静止画の 0～100%の範囲内で調整できるようにしている．

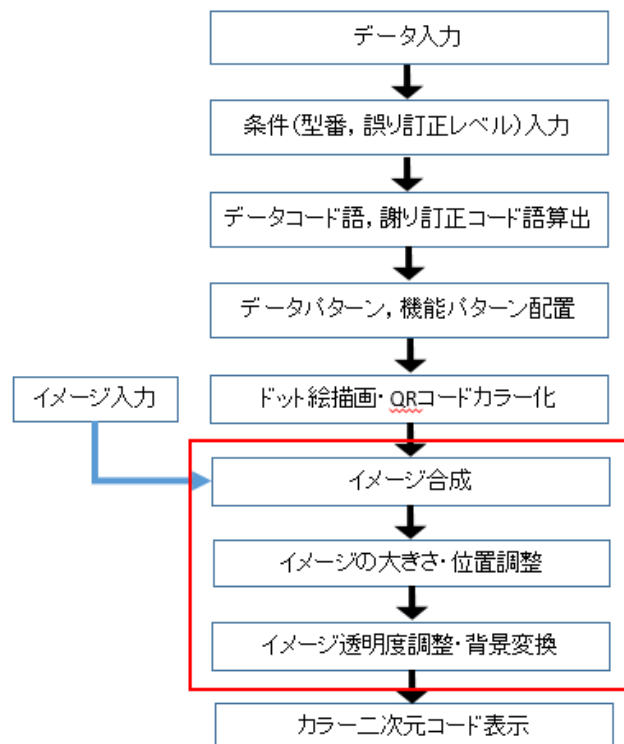


図2 カラー二次元コード処理フロー

3.3 カラー二次元コードシミュレータ

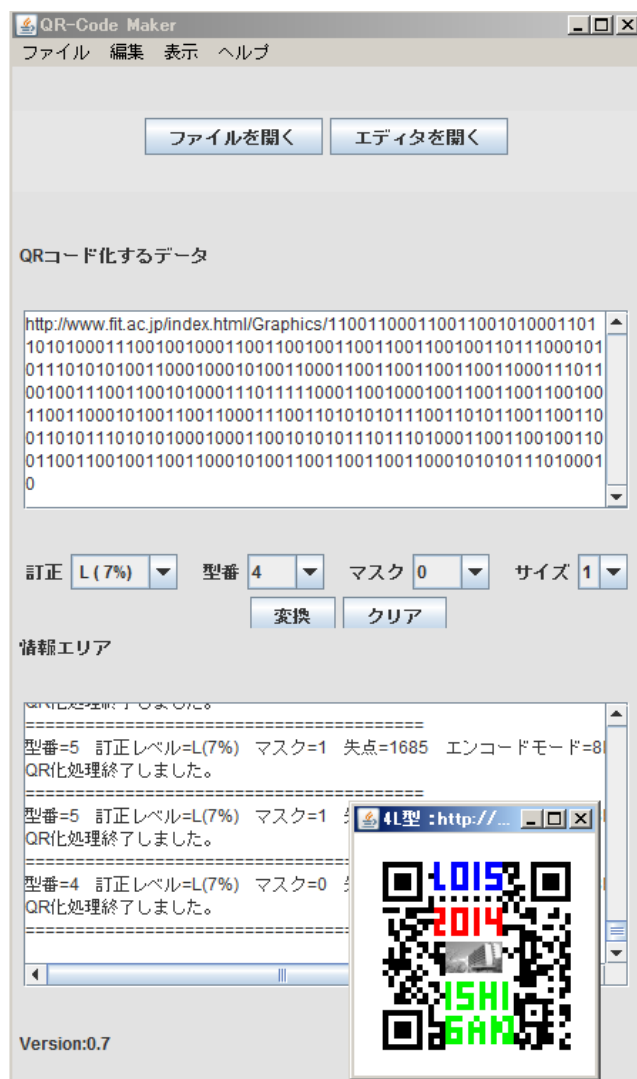
表 1 に，今回試作したカラー二次元コードシミュレータの主要諸元を表 1 に示す．また，本シミュレータにおける画像処理を図 2 に示す．

表 1 二次元コードシミュレータの画像処理

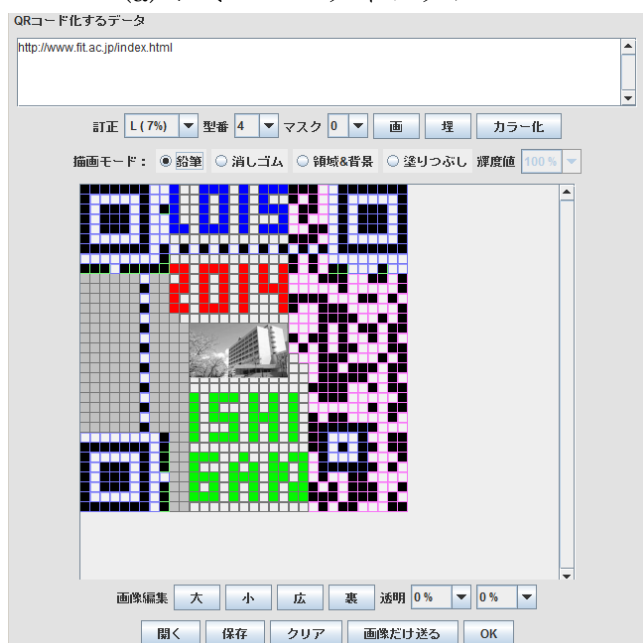
項目		諸元
重畳イメージ	大きさ	モジュール単位の変換
	位置の調整	モジュール単位
	透過度	0-100%
	切り替え	前面・後面の切り替え
カラー処理		R・G・BまたはH・S・Lによる指定
ドット絵		埋め草コード部分に描画

図 2 の赤線枠内が主な追加機能であり，イメージを取り込んでその大きさ，位置，透過度および後面（背景）に移動する処理部である．

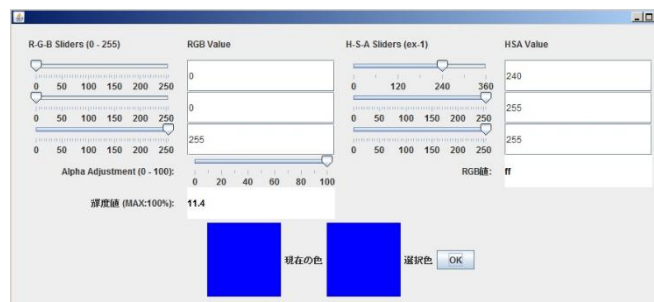
また，図 3 に本シミュレータのインタフェース画面を示す．同図の下側の大，小ボタンを押すことによりそれぞれ大きさを大きく又は小さく変更でき，位置はキーボードの 4 種類の矢印（→↑等）を用いることによりドット毎の調整を可能にしている．これにより，読み取りが不可能な静止画を重畳させる場合であっても，透過度を変更させることにより読み取りが可能に



(a) シミュレータインタフェース



(b) イメージ合成, ドット絵および色編集



(c) カラー調整部

図3 カラー二次元コードシミュレータの構成
 なる. なお, カラー調整は RGB スライダーまたは HSB (H: 色相, S: 彩度, B: 明度) スライダーで個別に 256 段階で設定できるようにしている,

4. 実験とその結果

4.1 実験条件

前節に述べたカラー二次元コードシミュレータを試作し, これ用いて既存の QR コードリーダを用いて読み取り実験を行った. 実験条件を表2に示す. なお, 符号化データは URL の ASCII コード 15 文字であり, 型番を 4 とした. 作成した二次元コードはパソコン上に表示し, 携帯端末 iPod の QR 小見取りソフト (i-nigma) を用いて実験を行った.

表2 実験条件

項目	諸元
QRコード	符号化データ
	型番(バージョン)
	誤り訂正レベル
二次元コード作成ソフト	QR Editor ver.2
表示装置	Panasonic Let'snote (Windows7)
環境条件	通常照明(蛍光灯)
環境モニタリング条件	80%輝度
QR読み取り装置	iPod
QR読み取りプログラム	i-nigma

4.2 実験とその結果

1) 赤色イメージ重畳実験

静止画として, 赤, 緑, 青, 白, 黒の単一色の正方形イメージを QR コードの左上の位置検出パターンの位置と中央の冗長部分に重畳し, 大きさを変更して読み取り実験を行った. QR コードのパラメータとして, 型番は 4, 謝り訂正レベルは L (7%) に設定した. 赤の場合, 左上の位置検出パターンの位置に重畳した場合には 5 X 5 モジュール, 中央部の場合 15 X 15 モジュールまで読み取ることが出来たが, 背景の後面に移動した場合には全体の 33 X 33 モジュールまで読み取ることが出来た. この結果を結果を図4に示す. 次に, 赤の正方形イメージの透明度を 10% および 20% に変化させ, それぞれ図5および図6に示す. また, 表3に読み取り可能なイメージの面積比率をそれぞれの場合

について示す。



図4 赤色イメージの重畳実験



図5 赤色イメージ（透明度 10%）の重畳実験



図6 赤色イメージ（透明度 20%）の重畳実験

表3 赤色イメージ読み取り可能面積比率

透明度(%)		0	10	20
位置	左上	0.0147	0.1550	0.1800
	中央	0.2066	0.2350	0.2350
	後面	1.0000	1.0000	1.0000

以上のように、位置検出パターンの位置にイメージを重ねる場合には、透明度が 0% の場合には 4X4 モジュール（符号化の面積率に換算すると 1.47%）の重畳しか許容できず、誤り訂正の効果が効いていないが、中央部付近の埋め草コード部分に合成された場合には 15X15 モジュール（面積比 20.66%）となり、そのうち 44 モジュール（約 4.04%）がデータコード語部分に飲み出していた。誤り訂正能力の 7% までは達していないが、QR 符号化の冗長性を有する埋め草コード部分にイメージを重ねても誤り特性に大きな影響を及ぼすことなく読み取れた。また、赤色のイメージの透明度を上げると輝度が低下する分だけ読み取り特性が向上し、透明度を 10% 以上にすれば位置検出パターンの位置の左上に重ねても読み取りが可能であった。

なお、後面の背面部分に重ねれば、透明度に関係なく QR コードの大きさと同じ大きさで読み取ることが出来る。

2) 静止画イメージ重畳実験

通常の JPEG 静止画を 1) の実験と同様に重ねし読み取り特性を測定した。



図7 静止画イメージの重畳実験

写真イメージを同様に重ねし、位置検出パターンの位置の場合は 8X8 モジュール、中央部分の埋め草コード部分には 10X10 モジュールの大きさまで読み取りが可能であった。また、データコード語の部分に重ねた場合には 14X14 モジュールまで読み取り可能であったが、後面への配置は赤色のイメージの場合のように全面に重ねた場合には読み取れなかった。

5. まとめ

以上、QR コードのデザイン性を向上させるためカラー化すると同時にイメージを重ねて読み取り実験を行い、以下のような主な結果が得られた。

- 1) QR コードのデータコード語と誤り訂正コード語部分の間の埋め草コード部分に赤色のイメージを重ねれば、冗長部分に相当するイメージの重畳が可能である。また、透明度を上げれば重畳面積の拡大が可能であり、さらに後面への重畳は拡大が可能である。
- 2) 写真イメージの場合には、単一色のイメージの場合よりも重畳面積は拡大できず、冗長部分よりも少し小さい程度である。また、後面への重畳も全面に重ねることは出来なかった。

写真イメージの輝度分布などを考慮する必要がある。

文 献

- [1] 二次元コードシンボル QR コード 基本仕様(JIS X0510) 日本規格協会 2004 年
- [2] サムレットウィット ダムリ, 榎 俊孝, 若原俊彦: “カラー化ドット絵付二次元コードエディタの構成,” 2013 年電子情報通信学会総合大会 D-9-30 p.128(2013 年 3 月)
- [3] サムレットウィット ダムリ, 若原俊彦: “二次元コードのカラー化に対する読み取り特性の検討,” 2012 年度画像電子学会第 40 回年次大会 S3-1(2012 年 6 月)
- [4] QR-JAM <http://cms.qrjam.jp/what-is-qrjam>
- [5] 多機能 QR <http://www.tech-jp.com/MultiFunctionQR/>
- [6] サムレットウィット ダムリ, 若原俊彦, 榎 俊孝: “カラー二次元コードエディタの構成,” 2014 年電子情報通信学会総合大会 D-9-27 (2014 年 3 月)
- [7] i-nigma <http://www.i-nigma.com/i-nigmahp.html>