

## QR コードの画像多重化特性の検討 A Study on the Image Multiplexing Characteristics of QR Codes

若原 俊彦 山元 規靖 越智 祐樹  
Toshihiko WAKAHARA Noriyasu YAMAMOTO and Hiroki OCHI

### 1. はじめに

近年、インターネットの発展とともに、ID (識別番号) を示すバーコードや無線 IC タグの技術の発展が著しい。この中で二次元バーコードが簡単であるため非常に普及しているが、収容できる情報量が少ないため複数個用いられる場合もあるが、最近では日本語も扱えて二次元化された QR (Quick Response) コード[1]が盛んに用いられている。特に、インターネットにアクセスする時に利用される URL (Uniform Resource Locator) の情報量が増加し複雑になっているので、入力を簡単化するために多用されている。しかし、この QR コードはドットの集合であり、このままではデザイン性が良くないので、イラストや画像などを表示する QR-JAM[2]やデザイン QR[3]が開発され、またドット絵を多重化する方式[4]も検討されつつある。

本報告では、QR コードのドットモジュールをそのまま利用するドット絵に限ることなく、一般の静止画像を QR コードに重畳する画像多重化方式について述べるとともに、その実現特性について述べる。

### 2. QR コードの概要

QR コードは、1994 年に開発され JIS (JIS X 0510) [5] や ISO (ISO/IEC 18004) で標準化され、インターネットの発展に伴ってカメラ付きの携帯電話機に QR コードリーダ機能が搭載され爆発的に利用されるようになった。

現在標準化されている QR コードの主要諸元を表 1 に示す。同表に示すように符号化すべき情報を、数字、英数字、8 ビットバイト、漢字モードの 4 種類に分類して符号化し、QR コードシンボル中に収容文字数が最大になるよう誤り訂正機能を含めて効率的な符号化を行っている。これにより、出来るだけ多くの情報を符号化できる構造となっている。具体的には、型番 1 の 21 モジュール X 21 モジュールの最小の構成として、型番が 1 増えるごとに 4 モジュールずつ増加し、最大 40 の型番で 177 モジュール X 177 モジュールの構成となる。また、誤り訂正レベルも約 7% の L から約 30% の H まで選択できる。このうち誤り訂正レベルが L の時に最も多数の文字が収容でき、最大の 40-L の場合には、1 シンボル当たり数字データは 7089 文字、英数字データは 4296 文字、8 ビットバイトデータは 2953 文字、漢字データは 1817 文字分に相当する。

しかし、QR コードはそのままシンボルに表しただけでは単にドットの表現であるためデザイン性が良好ではなく見栄えが良くないので、誤り訂正機能を利用してイラスト画像を重畳させたり、QR-JAM ではイラストも含めた符号化に工夫を施して最大約 43% のイラストを多重化さ

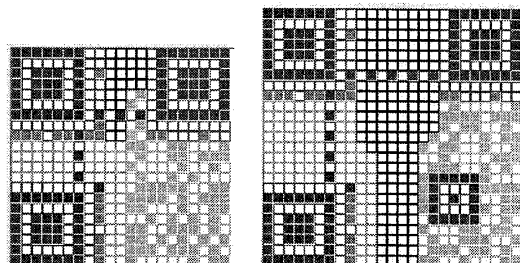
表 1 QR コードの主な諸元

項目	諸元	
誤り訂正符号	RS 符号	データ情報
	BCH 符号	形式情報、型番情報
文字符号化	数字	数字 3 文字を 10 ビット符号化
	英数字	2 文字を 11 ビット符号化
	8 ビットバイト	1 文字を 8 ビット符号化
	漢字	13 ビット 2 進符号化 (2 バイト文字)
型番 (バージョン)	1~40	21X21 モジュール ~ 177X177 モジュール
誤り訂正レベル	L, M, Q, H の 4 レベル	約 7%, 15%, 25%, 30% の誤り復元率
位置検出パターン	1:1:3:1:1	3 個の同心正方形 7X7, 5X5, 3X3 モジュール
位置合わせパターン	1:1:1:1:1 (型番が 2 以上)	3 個の同心正方形 5X5, 3X3, 1X1 モジュール

せている。

### 3. QR コードの画像多重化法

本検討では、QR 符号化する際に型番の選定時に収容文字数を考慮して大きめの型番を選定することにより冗長部分を設け、この部分にイラスト画像などを挿入する方法を用いる。具体的には、QR コードを作成するに当たり、通常は符号化データを表現できる最小の型番を選択、余剰のデータ部分には埋め草ビットや埋め草コードを挿入しているが、上記の型番より大きめの型番を選定して冗長な部分を導入し、画像を重畳させることとする。また、通常の QR 符号化方式では位置検出パターンと同じ 1011101 を避け、1 と 0 の発生比率をバランスよくするため、データコード語や誤り訂正コード語および埋め草コードなど符号化領域の全体にマスク処理を行っているが、重畳する画像部分にはマスク処理はかけることが出来ないため、上記のデータコード語および誤り訂正コード語のみにマスク処理をかけることとする。図 1 に URL 情報



(a) 1-L の QR コード (b) 2-L の QR コード

図 1 URL 情報の QR 符号化例

† 福岡工業大学 情報工学部 情報通信工学科  
Faculty of Information and Communication Engineering,  
Fukuoka Institute of Technology

(<http://fit.jp/>) を QR 符号化した例であるが、(a)は 1-L で縦横ともに 21 モジュール、(b)は縦横ともに 25 モジュールで(b)の場合には位置合わせパターンが発生しているが冗長部分は多い事がわかる。

図 2 に、型番 1~4 の誤り訂正レベルごとのデータ収容量を示す。

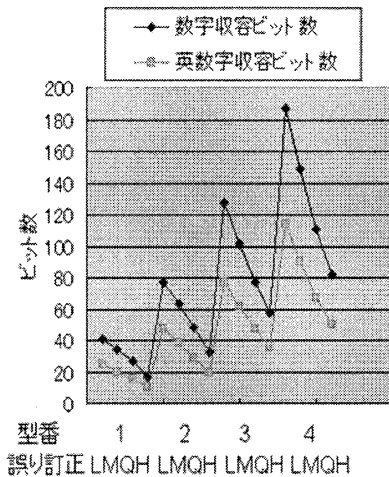


図 2 収容可能なデータ数

同図に示すように型番が大きくなるほど収容データ数も増加し、誤り訂正レベルも H~L になるにつれ増加する。実際に型番 4 の時の誤り訂正レベルを L, M, Q, H の 4 レベルで上記 URL を QR 符号化し図 3 に示す。

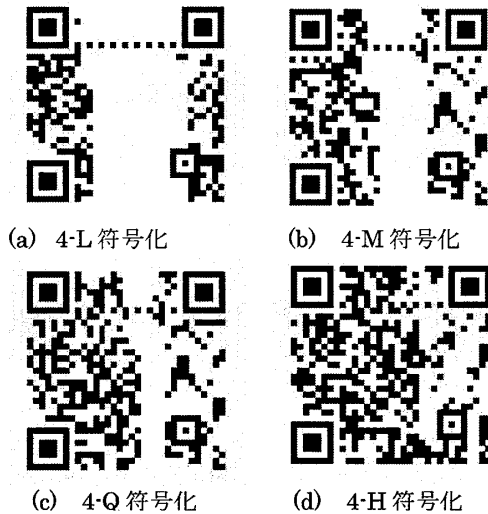


図 3 URL 情報の誤り訂正レベル L~H の QR 符号化

以上に示したように、型番と誤り訂正レベルを考慮して一般の画像処理ソフト (ペイント) を用いて、上記空きエリアに画像を多重化する。このアルゴリズムを図 4 に示す。QR 符号化した元の画像を JPEG 符号化し、この画像の空きエリアに重畳すべき画像をコピーして貼り付ける。図 5 にその例を示す。図 5 において、重畳する画像はデータコード語および誤り訂正コード語の部分にも

含まれているので、誤り訂正機能を利用して復号していることになる。

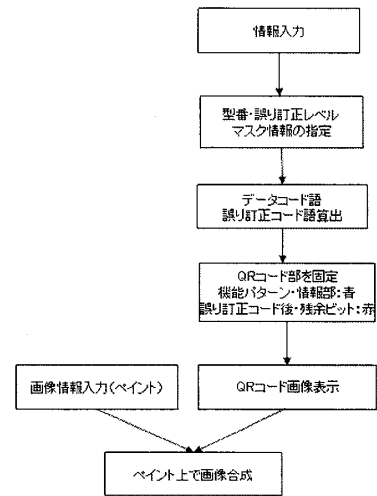


図 4 QR コードの画像多重化アルゴリズム

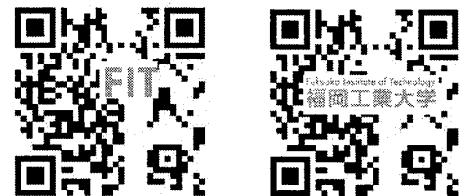


図 5 4-Q への画像多重化の例

### 5. まとめ

以上、本論文では QR コードのデザイン性を高めるため、イラストなどの画像情報を多重化する方法について述べた。QR コードでは、型番を上げて収容可能な文字数を増大させたり、誤り訂正レベルを低くすることによりデータの冗長度を増し空きエリアを増加させることが可能となり、符号化データ語部分と誤り訂正コード語部分の間に空きエリアに画像情報を重畳させ多重化することが可能である。本検討においては、QR コードの型番を変化させるとともに、誤り訂正のパラメータを変化させた場合の冗長特性について求め、このシンボルの空きエリアに埋め草コードの代わりにドット絵など画像情報を多重化する場合の実現手法について述べた。

### 参考文献

[1] QR Code.com <http://www.denso-wave.com/qrcode/>.  
 [2] 萩原 学：“距離限界を超える明暗操作可能な二次元符号”，数学セミナー 574号 pp.58-63 日本評論社 (2009)  
 [3] デザイン QR <http://d-qr.net/index.htm>  
 [4] 若原俊彦, 山元規靖, 越智祐樹; ” QR コード用ドット絵画像処理法の検討 ”, 信学技報, vol. 109, No.277 MoMuC2009-50 pp.65-69 (2009)  
 [5] JIS X 0510 二次元コードシンボル QR コード—基本仕様 日本規格協会. (2004)