

## 高速読取り対応2次元コード [QRコード] の開発

4G-11

長屋 隆之† 山崎 知彦† 原 昌宏‡ 野尻 忠雄‡  
 †(株)豊田中央研究所 ‡日本電装(株)

### 1. はじめに

現在、印刷媒体による情報システムへの、正確、迅速、安価な入力手段として、バーコードが広く利用されている。このバーコードの特徴を活かしながら、さらなる高密度化・大容量化のニーズに応えるために、縦横2方向に情報を保持する2次元コードがいくつか開発されている<sup>(1),(2)</sup>。

2次元コードは、複数のバーコードを縦に積み重ねた形のスタックド・バーコードと、データの単位領域である白黒のセルがマトリクス状に配置されるマトリクスコードに大別される。前者は、読取り原理が従来のバーコードと同様であるため、読取り装置(コードリーダー)をバーコードと兼用にしやすい利点があるが、バーコード同様に高い印刷精度を必要とするため、一般に高密度化には適さない。後者は、セルの中心付近の画素値を読み取るため、セル境界線に印刷精度を要求されず高密度化に適しているが、コードシンボルの位置検出に時間がかかり、これまで高速読取りが期待できなかった。

ここでは、高速読取りに適したレイアウト及び誤り訂正符号を導入することにより、2次元CCDカメラによる移動読取りを可能としたマトリクスコードについて報告する。

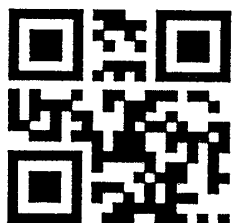


図1 開発コードシンボル例

### 2. 読取りの高速化

開発コードシンボルの一例を図1に示す。以下、開発コードをQRコード(Quick Response Code)と呼ぶことにする。

QRコードでは、コードシンボルのカメラ視野画像内での位置・大きさ・傾きを正確に検出する処理(以下、位置検出処理)を高速化することで、読取り速度を大幅に向上させている。従来のマトリクスコードでは、画像処理手法に基づいたソフトウェアによる位置検出処理に多大な時間を費やしていた。それに対し、QRコードではコードシンボルの3頂点に置かれた切り出しシンボル(図2)から発生する固有信号パターン(図3)をハードウェアにより検出し、それらの相対的な位置関係を調べることで、高速な位置検出処理を可能としている(図4,5)。

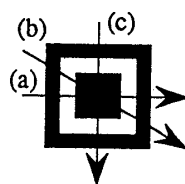
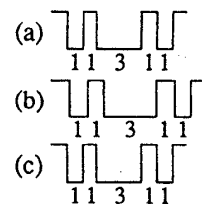


図2 切り出しシンボル



黒:白:黒:白:黒=1:1:3:1:1

図3 固有信号パターン

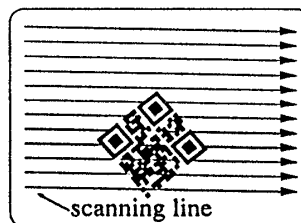


図4 CCDカメラ画像

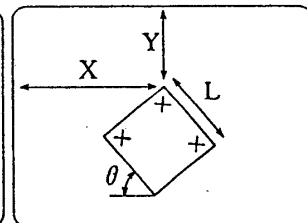


図5 位置・大きさ・傾きの検出

図3に示すように、固有信号パターンは切り出しシンボルの中心を通れば、360°どの方向でも共通になる。これを利用してQRコードでは、コードシンボルの全方向の読取りが可能である上、仰角・傾角方向のある程度の傾きにも対応可能である。

Two Dimensional Code for High-Speed Reading  
 Takayuki Nagaya†, Tomohiko Yamazaki†,  
 Masahiro Hara‡, and Tadao Nojiri‡  
 † Toyota Central Research & Development Labs., Inc.  
 ‡ Nippondenso Co., Ltd.

### 3. 誤り訂正符号の採用

2次元コードの読取りでは、コードシンボルの汚損に起因する誤りや読取り処理の不都合に起因する誤りが発生する。QRコードでは、これらの誤りに対処するために、誤り訂正符号として、Reed-Solomon符号<sup>(3)</sup>(以下、RS符号)を採用している。RS符号は小ブロックの誤りを一括して、複数同時に訂正できる符号である。

図6に英数字20文字を収め、平均的な誤り訂正を施した場合の、RS符号(GF(2<sup>8</sup>)上の(46,30)符号)の誤り特性を示す。

読取り処理は以下の手順で行う。まずコードシンボルの各セルの白黒を判定し、2値符号列を生成する。それを原情報として誤り検出を行う。誤りが検出された場合、訂正可能と判定されれば訂正処理を施し、訂正不可能と判定されれば原情報を破棄し再読取りを図る。

最も問題となるのは、原情報に含まれる誤りが検出されず、そのまま出力される場合(復号誤り)である。QRコードでは実用上必要とされる誤り訂正能力を想定し、それに応じて使用するRS符号の復号誤り率P<sub>MC</sub>を10<sup>-10</sup>以下に設定している(図6)。

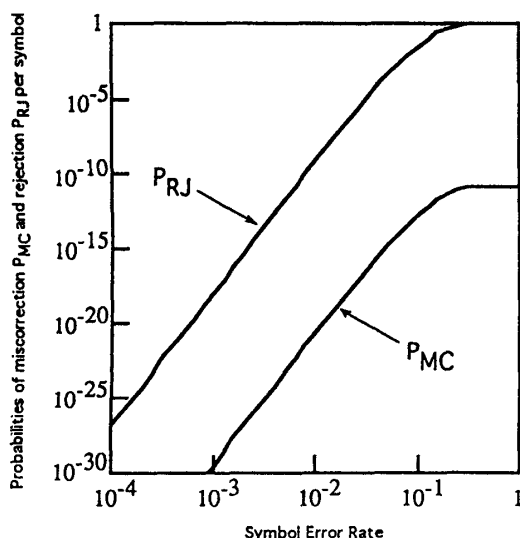


図6 平均的な誤り訂正レベルの場合の復号特性(理論値)

### 4. QRコードシンボルの仕様

表1にQRコード仕様の概要を示す。また、表2にCCDカメラによる定置タイプコードリーダーの諸元を示す。この他、ハンディタイプ、ペンタイプの2種を開発中である。

表1 コードの仕様

項目	仕様
コードの大きさ	21×21セル～105×105セル (4セル間隔)
情報の種類	(A)数字モード (B)英数・記号モード (C)バイナリモード (D)漢字モード (混在も可能)
情報量	(A)Min 16文字～Max 2,514文字 (B)Min 10文字～Max 1,523文字 (C)Min 7文字～Max 1,047文字 (D)Min 4文字～Max 644文字
誤り訂正レベル	3レベル(7%,15%,30%†)

†全データ(誤り訂正符号含む)に対する訂正可能割合

表2 コードリーダーの諸元

項目	諸元
読取り時間(100文字)	32msec
移動速度	2m/sec
スキュー	360°
仰角・傾角	45°
解像度	768(H)×512(V)

### 5. まとめ

読取りの高速化・高信頼化を図ることで、移動読取りに適した2次元コード「QRコード」を開発した。想定されるアプリケーションは、従来のバーコードのようなPOSシステムや検品業務等以外に、実用的な移動読取りを可能にしたことで、2次元CCDカメラを用いた自動仕分けや入出荷管理等、物流・生産分野への適用が期待される。

### 文献

- (1)T.Pavlidis, J.Swartz, and Y.P.Wang: "Information Encoding with Two-Dimensional Bar Codes", Computer, Vol.25, No.6, pp.18-28(1992)
- (2)W.P.ハカンソン・菊田一郎: バーコード市場に限りない期待, 無人化技術, Vol.31, No.7, pp.104-107(1990)
- (3)今井秀樹: 符号理論, 電子情報通信学会編, pp.155-161(1990)