

技術解説

カメラ付き携帯電話の QR コード技術

The QR Code Technology of a Cellular Phone with a Camera

村松 健 晴* 諏 訪 昭 夫* 三 木 一 茂*
Takeharu Muramatsu Akio Suwa Kazushige Miki

要 旨

カメラ付き携帯電話の利用方法として、カメラを使ったバーコード読み取り機能を携帯電話に初めて搭載し実用化した。バーコードを読み取ることによって携帯電話への文字入力を効率よく行うだけでなく、それを利用して情報の記録を行ったり、WEBアクセスを行うようなビジネスも実用化され、携帯電話の機能として必須になりつつある。

ここでは、二次元コードである QR コード^注の特長と仕様の説明を行い、携帯電話に搭載したバーコード読み取り機能の概要と、それを利用したアプリケーションの例について解説する。

We have developed the barcode reader function that can be embedded in camera-equipped cellular phones and successfully released the first product with this function into the market.

This barcode reading function provides efficient way of data input and new performances, such as information recording or easy-access to the WEB. We believe this function will be essential for the camera-equipped cellular phones.

This paper describes the specification and characteristics of the QR code that is one of the 2-D barcode symbols and the overview of the barcode reader function with some examples of applications.

注：QR コードは株式会社デンソーウェーブの登録商標である。

まえがき

QR コードは、マトリックス型二次元バーコードであり、一次元バーコードに対し、数100倍のデータを保存することができる。株式会社デンソーウェーブが開発し、1999年に JIS X0510¹⁾として規格化され、さまざまな分野で利用が広がってきている。

近年、カメラ付き携帯電話が普及したことにより、カメラを情報入力手段として利用することが検討されている。その応用として印刷された QR コードをカメラで撮影し、撮影した画像から QR コードを読み取る技術を開発した。これにより QR コードに電話番号、住所などの情報やインターネットの URL を記録しておき、これを読み取ることにより簡単に情報を入力することが可能となった。さらに携帯電話の通信機能を利用し印刷物を情報伝達媒体にすることが可能となり、オンラインカタログショッピング等に利用することができる注目されている。

1. QR (Quick Response) コードの特長

QR コードは高速読み取りを目的とした二次元コードである。その特長として、以下の点が挙げられる。

- (1) 誤り訂正能力を持ち、誤読率が低い。
- (2) 歪みに強い。

QR コードには、その構成の違いからモデル1、モデル2、マイクロ QR コードの3種類が存在する。このうち、JIS 規格となっているものはモデル1とモデル2である。モデル2はモデル1を改良したもので、より歪みに強い構造となっている。マイクロ QR コードは情報量は少ないが、印刷面積が小さな QR コードが必要な場合に用いられる。図1に QR コードの例を示す。

QR コードの構成を図2に示す。QR コードの内部は正方形の升目(セル)に区切られている。QR コードの位置を検出するために、QR コードの三つの角に配置されたファインダパターンがある。ファインダパ

* 通信システム事業本部 通信商品開発センター 第2開発部

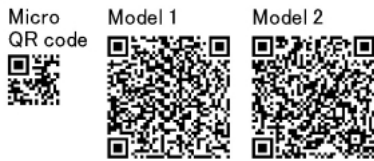


図1 QRコードの例
Fig. 1 Examples of QR codes.

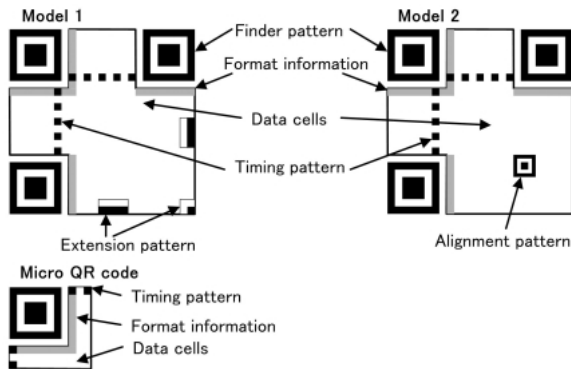


図2 QRコードの構成
Fig. 2 Structure of QR codes.

ターンの間には、白と黒とが交互に組み合わせられたタイミングパターンがあり、各データセル位置の指標となるように配置されている。さらに、モデル2にはコードの位置をあわせるためにアライメントパターンが設けられている。モデル1には、コードの右辺と下辺に拡張パターンが配置される。マイクロQRコードは、ファインダパターンを1つだけ持つ。

QRコードの特定のセルは、フォーマット情報を格納するのに用いられる。フォーマット情報には、格納されたデータの誤り訂正レベルやマスクパターン情報が記録されている。

QRコードの周辺には、空白のマージンがあり、クワイエットゾーンと呼ばれる。クワイエットゾーンは、モデル1、モデル2では、4セル分以上、マイクロQRコードでは、2セル分以上必要となっている。

QRコードに格納されるデータを表現するセルがデータセルである。データセルは、データと誤り訂正符号を合わせたビット列が1ビット1セルの形で構成される。通常は、ビットの値が1の時、セルを黒(暗)とし、0の時、セルを白(明)とする。

データセル以外のセルを総称して、機能セルと呼ぶ。(ファインダパターン、タイミングパターン、アライメントパターン、フォーマット情報にあたるセルのことを指す)

ファインダパターン、タイミングパターン、アライ

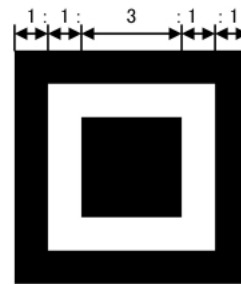


図3 ファインダパターンの構造
Fig. 3 The structure of finder patterns.

メントパターンのそれぞれのパターンは、QRコードの位置を検出し、データセルの各セルを切り出す基準として使用される。

図3にファインダパターンの構造を示す。ファインダパターンは、1辺の長さが7セルに相当する黒い正方形と1辺の長さが5セルに相当する白い正方形と1辺の長さが3セルに相当する黒い正方形を同心状の重ね合わせてできる図形となっており、中心付近で直線的に横切ると、黒白黒白黒のパターンが1:1:3:1:1の比率になる。この比率を用いることで、QRコードが360度どのような向きにあっても、高速にファインダパターンの位置を検出することができる。QRコードの名称となっている Quick Response は、ファインダパターンにより位置検出が容易であり、その結果、読み取りが早いことを意味している。

2. QRコードの仕様

JIS規格では、新規アプリケーションにはモデル2を使用することが推奨されており、モデル1は、既存のアプリケーションに限定されている。

2.1 データの符号化

QRコードには、数字以外に任意のデータを記録することができる。QRコードでは、データの種類により、以下に示す4種類の符号化モードを切り換えてデータを符号化し、効率よくデータを格納するようになっている。

(1) 数字モード

数字：0～9を対象とする。数字3文字が10bitで符号化される。2文字余った場合はその2文字を7bitで符号化し、1文字余った場合はその1文字を4bitで符号化する。

(2) 英数字モード

数字：0～9、大文字：A～Z、特殊文字：スペース、\$, %, *, +, -, ., /,:を対象とする。英数字

モードでは、2文字が11bitで符号化される。最後に1文字あまる場合、その1文字は、6bitで符号化される。

(3) 8ビットバイトモード

8ビットバイトモードでは、1文字は、8bitそのまま、符号化される。

(4) 漢字モード

JIS X 0208の附属書1のシフト符号化表現で規定された文字、8140H～9FFCHおよび、E040H～EBBFHまでの範囲が対象。漢字モードでは、漢字1文字(2バイト)が13bitで符号化される。

符号化されたビット列は、モード指定子(4bit)、文字数指定子(8～16bit)が先頭に順に付加され、1つのセグメントを構成する(図4)。QRコード内には、複数のセグメントを格納することができ、各セグメントは、モード指定子で指定される符号化モードで符号化されている。

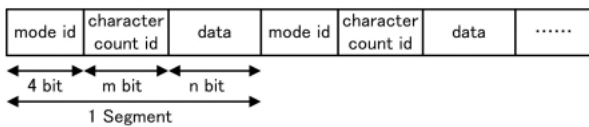


図4 符号化データ列の構造
Fig. 4 Structure of encoded data.

2・2 大きさ

QRコードはそれを構成するセル数により複数のバージョンがある。バージョン1は、21×21セルで構成される。バージョンが1あがるごとに1辺につき4セルずつ増加する。最大のバージョンは40であり、177×177セルで構成される。ただし、モデル1では、バージョン1からバージョン14までとなっている。大きいバージョンを用いれば、記録できるデータ量も多くなる。

図5はモデル2バージョン1、バージョン10のQRコード例である。



図5 QRコード例(バージョン1,バージョン10)
Fig. 5 Example of QR code (Version 1, Version 10)

2・3 誤り訂正

符号化されたデータにリードソロモン誤り訂正方式により、誤り訂正コードが付加される。誤り訂正率の違いにより、Lレベル、Mレベル、Qレベル、Hレベルの4種類の誤り訂正レベルが定義されている。各レベルの誤り訂正率は、それぞれ、7%、15%、25%、30%となっている。

誤り訂正により、QRコードの一部がつぶれていたり、欠けていたりしてもコードを読み取ることができる。また、誤認識を防ぐことができる。誤り訂正レベルを高くすれば、信頼性が増すが、付加される誤り訂正コードが長くなり、QRコードに格納できるデータ量が減少する。QRコードに格納できるデータ量の例を表1に示す。

表1 QRコードモデル2のデータ容量

Table 1 Data capacity of QR code (model Two).

バージョン	誤り訂正レベル	データ容量(文字数)			
		数字	英数字	8ビットバイト	漢字
10	L	652	395	271	167
	M	513	311	213	131
	Q	364	221	151	93
	H	288	174	119	74

2・4 マスク処理

QRコードの読み取りを確実にする為に、マスク処理が適用される。マスク処理は、QRコードのデータセルの黒/白セルをバランスよく配置することで、ファインダパターンの検出で用いられる1:1:3:1:1のセル比を持つパターンの存在を最小限に抑える。マスクには、8種類のマスクパターンが用意されており、そのうちの1つを選択してQRコードが作成される。マスクは、データセル全体に対して行われ、マスクパターンとのXOR演算が実施される。

マスクパターンと、誤り訂正レベルは、フォーマット情報として符号化され、QRコードの特定の位置に配置される。フォーマット情報は、BCH誤り訂正方式で誤り訂正コードが付加され、15bit長で記録される。フォーマット情報は、冗長性をもたせるため、QRコードの2箇所に配置される。

2・5 連結機能

符号化データを最大16個のQRコードに分割して記録し、分割したQRコードを連結して元データに再現することができる。連結機能を用いるQRコードでは、連結を示すモード指定子を伴った連結ヘッダがデータ列の先頭に配置される。連結ヘッダには、データ列全体をバイトごとにXOR演算して求めたパリティビット、連結の順番を示すシンボル列指定子が含まれる。

3. 携帯電話への搭載

携帯電話で認識できるQRコードは、携帯電話のCPU処理能力と内蔵カメラの性能を考慮して、表2に示す仕様を採用している。

表2 QRコード読み取り仕様
Table 2 Specification of the QR code reader.

モデル	モデル2
バージョン	1~10
最小セルピッチ	0.25mm以上
誤り訂正レベル	L~H(M推奨)
読み取り方向	360度
読み取りひずみ	±20度
連結機能	対応

QRコード読み取りを実現するためには解像度を確保する必要があり、接写撮影モードを設け、読み取りを行っている。

開発したQRコード読み取り方式では、1セルあたり3画素以上の解像度があれば、認識可能であるので、この条件に合う接写距離、画像サイズを決定した。

31万画素のCCDカメラを使用した場合、QRコード読み取り用のカメラ設定では、約20mm×20mmのQRコードまで読み取ることができる。0.25mmピッチのバージョン10のQRコードは、約14mmであるので、表2の仕様を満足できる。

また、QRコードを読み取る時には携帯電話を片手で持って使用することが多いと思われるため、QRコードが印刷してある面とカメラの位置関係によっては、画像の傾き、回転、歪み、明るさ(影)の影響で認識がうまくできない場合がある。この問題を解決するために、QRコードの構造を利用して撮影画像の補正を行い認識率の向上を図っている。

3.1 利用方法

QRコードの読み取りデータを利用した携帯電話の機能には、以下のようなものが考えられる。

(1) アドレス帳登録

特定のフォーマットに従い記述したアドレスデータ(氏名、住所、電話番号、E-Mailアドレスなど)をQRコード化することで、自動的に携帯電話のアドレス帳登録できる。例として、名刺に印刷されたQRコードを読み取り、アドレス情報を携帯電話の電話帳に登録することができる。

(2) URLブックマーク登録

URLデータを元にQRコード化することで、読み取った後にブックマーク登録やインターネット接続す



写真1 雑誌に印刷したQRコード
Photo 1 Example of QR code printed on the magazine.



写真2 読み取ったQRコードの内容
Photo 2 Example of contents of a QR code.

ることができる。
例として、雑誌などの記事に関連するWEBサイトのURLをQRコードにして記事の近くに印刷しておき、読み取ったURLからインターネットに接続し情報を入手する。カタログショッピングの購入注文に利用することもできる。

写真1は雑誌に印刷されたQRコードの例である。写真2は雑誌のQRコードを読み取り、内容を携帯電話に表示した例である。

(3) メール送信

特定のフォーマットに従い記述した送信メールアドレス(あて先、サブジェクト、本文)をQRコード化しておき、そのQRコードを読み取ることで、メールを作成し送信することができる。

(4) Java™注アプリケーション

Javaアプリケーションから、バーコード読み取り機能を起動することができる。読み取られたデータは、Javaアプリケーションで利用できる。これにより、Javaアプリケーションの入力手段としてバーコードが利用できる。

(5) WEBからダウンロードしたQRコードや、メール添付により入手したQRコードをLCDに表示し、チケットやクーポン券代わりに使う。また、入手した

QRコードを解析し必要な情報を取得する。

(6) 着信メロディのような音楽データをQRコードにし、雑誌、CDジャケットなどに印刷しておき、読み取ったデータを登録して音楽を試聴、あるいは、着信メロディとして使う。

注：Java™は、米国及びその他の国における米国 Sun Microsystems, Inc. の商標または登録商標である。

4. 今後の動向

主にビジネスの用途で使用されていたバーコードが、携帯電話で読み取り、利用できることになり一般ユーザが使用できるようになってきた。この機能を今後の新製品に標準搭載する動きや、携帯電話キャリア間で仕様を統一する発表もあることから、バーコードを利用できる端末の普及が進み、それに対応したサービスが出てくると予想される。

むすび

以上、QRコードの仕様、特長と携帯電話への搭載例について説明した。

携帯電話への搭載については、2002年に業界に先立ってJフォン（現在ボーダフォン）向け携帯電話に搭載したが、その後、カメラ付き携帯電話の標準的な機能として位置付けられるようになってきた。今後この機能を持つ携帯電話が普及すると共に、QRコードを利用したサービスも広がると考えられる。これからもQRコード認識処理の改善に取り組み、さらにお客様に利用しやすい機能の提供を目指していきたい。

参考文献

- 1) JIS X0510 二次元コードシンボル—QRコード—基本仕様：日本工業規格, 1999/1/20.

(2003年10月21日受理)