

QR コードの原点と成長

経営戦略研究科開設20周年記念講演会 講演概要・要旨

株式会社デンソーウェーブ 原

昌 宏

I QR コードの開発背景

QR コードの開発を開始したのは1992年です。その当時は工場では生産管理の為にバーコードを使用していました。バブル崩壊で製品を作れば売れる時代は終わり、大量生産から多品種少量生産へと変わって行きました。特に自動車業界ではユーザニーズの多様化により部品点数が増え生産現場ではきめ細かい生産管理をする為に多くの情報を扱うようになっていました。当時、バーコードは20文字程度しか扱えないので10個のバーコードを印刷し、それを1つ1つ読ませていきましたので作業時間が掛かっていました。さらに、自動車業界の工場では油をつかうので、バーコードが油で汚れてしまうと読みなく、最悪の場合は誤読したりする問題も発生していました。そこで、同じバーコードを何回か読ませて、多数決でデータを決定する所もありました。これでは作業効率は非常に悪くなり、さらに作業者の負担が大きくなるので疲労の原因にもなっていました。

一方で、その当時に通商産業省が推進する企業間の電子取引(EDI)構想が出始めていました。バーコードはアメリカで開発されたので英数字、記号しか扱えませんでした。そこでは、業界標準伝票に漢字の扱える大容量データに対応したコードが必要になると思いました。このような問題があり、さらに高度化する情報化時代にはバーコードでは限界だと思い、大容量の情報を高密度に記録でき、正確で迅速に読み取れる次世代のコードとしてQR コードを開発する事にしました。

II QR コードの構造

QR コードは、升目状に白と黒を配置してデータを表現します。バーコードはバーの幅が広いか狭いかで情報を表現するのでバーの幅方向にしか情報を表現できません。QR コードはコードの縦、横方向と2次元的に情報を扱えるので大容量で高密度に情報を格納

できます。しかし、バーコードよりも構造が複雑になり読み取りが難しくなるので、読み取りを支援する機能パターンとしてファインダパターン、アライメントパターン、タイミングパターンがあります。

1 ファインダパターン

QRコードの位置を検出する為のシンボルです。このファインダパターンは、検出しやすいように印刷物であまり存在しない左右対称の固有パターン（黑白比率が1:1:3:1:1:1）で構成され、360°全方向でこの固有パターンが出現するように工夫されたシンボルです。このファインダパターンを3つのコーナに配置する事により、コード周囲に文字や図形等の模様が印刷されていても、コードの位置、大きさ、傾きを即座に検出できます。

2 アライメントパターン

コードの歪みを補正する為のパターンです。特に線形歪みを補正するのに効果を発揮します。アライメントパターンの中心座標を求めて、コードの歪みを補正します。この為、アライメントパターンは中心に黒の孤立セルを配置し、中心座標を正確かつ検出しやすい構造にして、簡単に高精度な補正ができます。

3 タイミングパターン

各データセルの中心座標を正確に求めるのを支援するパターンです。ファインダパターン間の縦横の2箇所に白、黒のパターンを交互に配置されています。コードが曲面に印刷されたり、プリンターの印刷精度によるセルピッチずれを起こしたりした場合でも、データセルの中心座標を補正する事ができ正確に読み取る事ができます。

III QRコードの特徴

QRコードは、大容量データを高密度に記録でき、汚れ・破損・歪のあるコードでも高速かつ正確に読める読み取り性能を最大限に追求したコードです。ここでは読み取り性能に拘った特長について紹介します。

1 全方向高速読み取り

升目状に白黒を配置しただけではコードが何処にあるのか見つけるのに時間が掛かり、バーコードに比べ読み取りフィーリングが非常に悪くなります。そこでQRコードは、シ

ンボルの3コーナにコード位置を知らせるファインダパターンを配置して360°全方向で高速読み取りを可能にしています。

ファインダパターンは、360°どの方向からでも中心を通る走査線の白黒比が1:1:3:1:1となります。この比率を検出することにより、画像の中からQRコードを素早く見つけることができます。3つのファインダパターンの位置関係から、コードの位置(X, Y), 大きさ(L), 回転角(θ)が分かり、瞬時にコードの外形が特定できます。これにより、バーコードの5倍の情報量をバーコードと同等の時間約0.03秒で読み取る事を可能にしました。

2 汚れ・破損に強い

QRコードはコードが汚れ・破損してもその部分を復元できる誤り訂正機能があります。コード面積の7%・15%・25%・30%が汚れ・破損しても復元できる4つのレベルを設定しました。オフィスなどの綺麗な環境では7%，工場などの極悪な環境では30%を使用するように環境条件やアプリケーションに応じて選べるようにしています。スマートフォンの液晶が割れても表示したQRコードは読み取りができます。

3 コード歪みに強い

QRコードは、コードが歪んでも確実に読み取りできるように工夫をしています。QRコードに読み取り装置を斜めから当てるとき光学的に台形歪みが発生し、QRコードは台形になり、各セルの位置が正確に求められません。そこで、アライメントパターンを配置することで早く正確に各セルの位置を検出でき、確実な読み取りが可能となります。また、円柱や球上の部品印刷されたQRコードは曲面歪みが発生し、QRコードの中央の格子間隔は粗く、外側は密になります。そこで、ファインダパターン間にあるタイミングパターンを利用して格子の間隔を正確に求めることで読み取る事ができます。

IV QRコードの進化

QRコードは社会ニーズの変化に対応するために進化をさせてきました。2004年頃からQRコード読み取り機能を搭載した携帯電話が普及したことで、誰でもがQRコードを読み取れるようになり、企業が使っていた管理用のQRコードがお客様に簡単に読み取られてしまうなどの課題も出てきました。この課題を解決する為に、2007年にSQRC（暗号機能を持ったQRコード）を開発しました。SQRCの最大の特長は、公開情報領域と非公開情報領域の2層構造になっており、公開情報領域は携帯電話などの総ての読み取り装置で読み取れるようになっています。

み取れますが、非公開領域は情報が暗号化されており、SQRC 専用の認識ソフトウェアが搭載され、暗号キーが一致した読み取り装置しか読み取る事ができません。この SQRC の暗号機能により、データ改竄ができない事から、新たな用途としてチケットに使いたい要望が高まってきました。そこで、コピー機で複製できないように、SQRC を印刷し、その上に特殊な光を通すインクで隠蔽した、複製とデータ改竄できない複製防止 QR コードを 2011 年に開発しました。ブラックライト（紫外線）を照射すると蛍光色で光る技術は知られているが、複製防止 QR コードは特殊波長の光を照射しても人間に見えなく、何処に SQRC があるか分からないのでセキュリティ性が向上しています。

2005 年以降から急激にソーシャルネットワークが普及し、企業や個人のアドレスを QR コード化する人が急増するようになりました。その中で、自分だけのオリジナルな QR コードが欲しい要望が高まり、さらに企業側では、自社のサイトにアクセスさせる為に読ませたくなるユニークな QR コードの要望も高まっていました。そこで、デザイン性を最大限に追求したフレーム QR を 2014 年に開発しました。フレーム QR は、コードの中央部に画像やロゴが入る専用キャンバスを設け、QR コードの読み取り性能を継承したコードです。デザイン性向上だけでなく、画像やイラストから、このコードはどの様な情報のサイトに繋がっているか分かるので利便性が向上し、Web サイトへの集客性も向上します。

最近は、商品の使用上の注意や食品のアレルギー物質の記載などが義務付けされ、QR コードを印刷するスペースがなくなっています。そこで、QR コードの形状を長方形にした rMQR コードを 2022 年に開発しました。これまで QR コードが使えなかった細長い円柱の部品や印刷スペースが細長い余白しかない商品に使用が期待されています。

V QR コードの普及

QR コードがここまで普及した要因としましては主に次の 3 点があると思います。1 つ目は、誰もが無料で QR コードが作成でき、スマートフォンに QR コード読み取り機能が搭載され簡単に読み取れるようになったからです。

2 つ目は、QR コードの読み取り性能に優れているからです。高速に読み取れ、汚れたり歪んだりしたコードでも正確に読める他にもインクがにじんだり、かすれたり、色の濃淡がある印字品質の悪いコードや手書きで書いた QR コードでも確実に読み取ることができます。このように読み取りに優れたコードなので、色々な用途で使用できます。

3 つ目は、誰もが自由に安心して使える環境を作ったからです。QR コードは特許（発明者に独占的に利用できる権利を一定期間与える）を取得しましたが、利用者には権利をオープンにして誰でも自由に無償で使えるようにしましたが、偽物の QR コードに対して

は特許権利を行使して市場から排除する事で安心して使えるようにしました。これらにより、多くの人が QR コードを使える環境にあり、確実に読み取れる性能があり、そして安心して使える環境があるから世界中の人が QR コードの活用方法を考え世界中で爆発的に普及しました。