

カラー二次元コードの読み取り特性 Reading Characteristics of 2-Dimensional Color Code

Damri Samretwit†
Damri Samretwit

榎 俊孝†
Toshitaka Maki

若原 俊彦†
Toshihiko Wakahara

1. はじめに

近年のモバイル系の携帯電話やスマートフォンなどの端末技術の進展とインターネットの普及に伴い、モバイル系のサービスの進展が著しく、ネットにアクセスするためなどに QR(Quick Response)コードがよく用いられる[1]。しかし、この QR コードは白黒ドットの集合であり見栄えが良くないのでカラー化[2]したり、イラストやドット絵などを重ねて高デザイン化する手法が検討されている[3]。

本論文では、既存の QR コードリーダをそのまま用いてカラー化した QR コードをどの程度読み取りが可能か実験により評価した結果について報告する。

2. カラー二次元コードの作成

通常の QR コードをカラー化 (RGB) するにあたって、そのカラーの輝度値 Y をグレイ変換により算出し、各ドットの値が 90% 以上の場合には“明”と判定し、50% 以下の場合には“暗”と判定することとしている[4]。ただし、輝度値の値がこれらの間の 50~90% の輝度値の場合は読み取りに時間がかかったり、“明”と“暗”の読み取りエラーが生ずる可能性がある。

輝度値としては、カラーの RGB 値からグレイ変換して下記の(1)式から算出する。

$$Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B \quad (1)$$

$$0 < R, G, B < 255$$

以下では赤青緑等の各色の明度および彩度の値によって上記 50% や 90% の値がどのように変化するか、また色相を連続的に変化させた時、輝度値が 50% 以下の時、90% 以上の時、どのような読み取り特性になるのか実験的に求め評価する。

3. カラー二次元コード読み取り実験とその特性

3.1 実験条件

QR コードのカラー化にあたっては、カラー二次元コードエディタ [2] を用いる。作成した二次元コードに 15 文字のアルファベットと記号からなる URL を入力し、8 ビットバイトモードで二次元コードを作成する。バージョンは 5 (37X37 モジュール) とし、誤り訂正レベルは L とした。また、QR リーダとしては、iPhone4 のスマートフォンに、i-nigma、QRReader for iPhone および Best Barcode Scanner の 3 種類を用いた。作成した二次元コードを MacBook Air に表示し、通常の蛍光灯下で読み取り実験を行った。主な実験諸元を表 1 に示す。

3.2 実験結果

3.2.1 赤、青、緑に対する輝度値の変化特性

赤(R)、緑(G)、青(B)のそれぞれの色に対して、読み取りの限界値である 50% の輝度値および 90% の輝度値がどのように変化するか求めた。それぞれの特性を図 1、図 2、図 3 に示す。

表 1 主な実験諸元

項目	諸元
データ	アルファベット15文字
QRコード 型番(バージョン)	5 (37X37 モジュール)
誤り訂正レベル	H(30%), Q(25%), M(15%), L(7%)
QRコード変換ソフト	カラー二次元コードエディタ
QRコード表示装置	パソコンMacBook Air(11インチ)
照明条件	通常照明(蛍光灯)
環境モニタリング	80%輝度
QRコードリーダ	iPhone 4
QRデコードソフト	i-nigma
	QRReader for iPhone Best Barcode Scanner

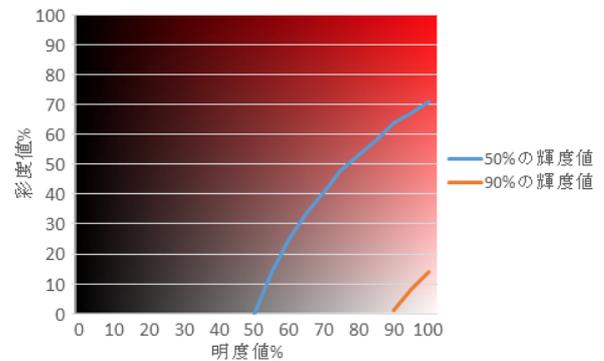


図 1 赤色に対する輝度値の変化

図 1 は、赤色に対して彩度値を 0~100% 変化させた場合の 50% および 90% の輝度値の変化を求めたものである。彩度値が 0% の時は確かにそれぞれ 50%、90% であるが、彩度値が 0% から大きくなると明度値も少しずつ値が大きくなる。

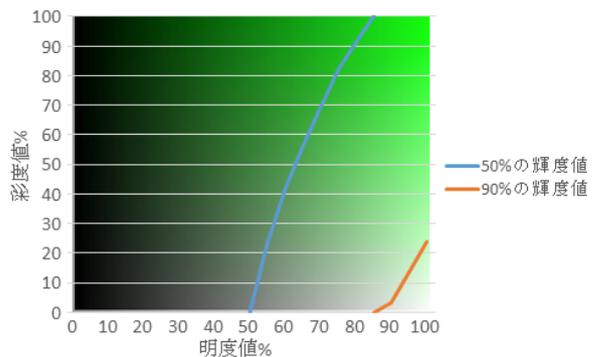


図 2 緑色に対する輝度値の変化

図 2 は、緑色に対して彩度値を 0~100% 変化させた場合の 50% および 90% の輝度値の変化を求めたものである。この場合も彩度値が 0% の時は確かにそれぞれ 50%、90% であるが、彩度値が 0% から大きくなると明度値も少しずつ値が大きくなり、50% の明度値の曲線は彩度値が 100% の

† 福岡工業大学 大学院 情報通信工学専攻
Graduate School, Fukuoka Institute of Technology

時には 85%程度に大きくなり、90%の明度値の曲線は彩度値が 20%程度で 100%になる。

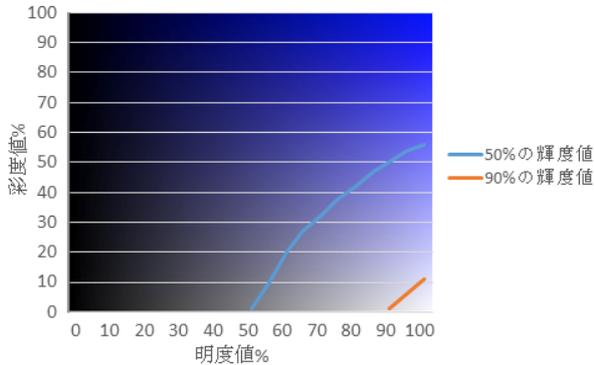


図3 青色に対する輝度値の変化

図3は、青色に対して彩度値を 0~100%変化させた場合の 50%および 90%の輝度値の変化を求めたものである。この場合も彩度値が 0%の時は確かにそれぞれ 50%、90%であるが、彩度値が 0%から大きくなると明度値の値が大きくなり、彩度値が 50%の際に明度値は 100%となり変化は大きい。また、90%輝度値の場合には彩度値が 10%程度で明度値が 100%となる。

3.2.2 色相を変えた時の読み取り特性

(1) 色相の変化に対する明度と読み取り特性

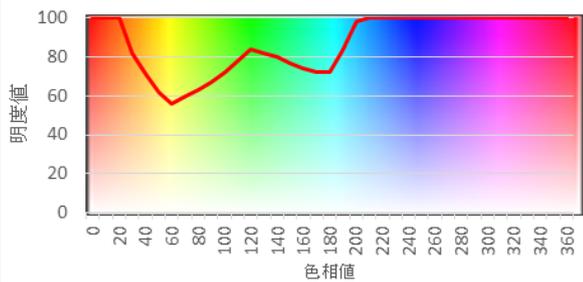


図4 色相の変化に対する明度値と読み取り特性

彩度値が 100%の時の色相の変化に対する明度値とその読み取り特性を示したのが図4である。同図で赤は色相値は 0 および 360 であり、輝度値 50%の赤色の曲線以下では“暗”と読み取れる。色相値 60 の黄色は約 60 以下の明度値の場合、色相値 120 の緑色では約 80 以下となるが、色相値が 200 以上であればほぼ“暗”と読み取れる。

(2) 色相の変化に対する彩度と読み取り特性

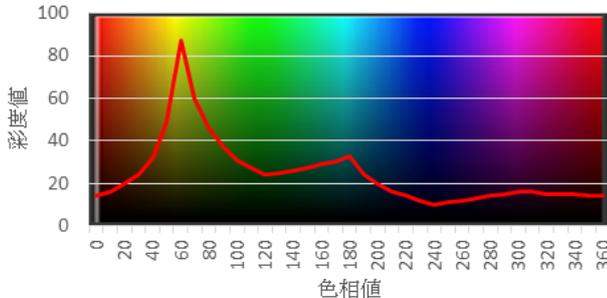


図5 色相の変化に対する彩度値と読み取り特性

図5は、明度値が 100%の時の色相の変化に対する彩度値とその読み取り特性を示したものである。同図で赤色の曲線は輝度値 90%を示したものであり、これ以下のエリア

では“明”と判定される。色相値 60 の黄色は彩度値が約 80 以下では“明”と読み取れるが、他の色相では彩度値が 10 以下であれば“明”となる。

(3) 色相の変化に対する総合読み取り特性 [4]

図6にその結果を示す。この図では、彩度 100%、明度 100%の普通の輝度値の関係、彩度 50%の場合、明度 50%の場合も示す。輝度値の値が 230 (約 90%) 以上では“明”と判定され、128 (約 50%) 以下では“暗”と判定され、この間の 128~230 の間では条件により“明”または“暗”と判定された。色相の値が赤と緑の間である黄色が 60 で輝度が最も高く、“明”と識別される割合が高かった。一方、最も暗いのは、青と緑を混ぜたシアンであり色相値 240 近辺が“暗”と識別される割合が高かった。彩度を 50%に低下させると輝度が増加し“明”と識別され、明度を 50%に低下させると“暗”と識別される割合が高くなる。この図で輝度値が 80 から 160 の間は、読み取りに時間がかかったり、条件委より“明”または“暗”と識別され読み取りエラーが発生した。

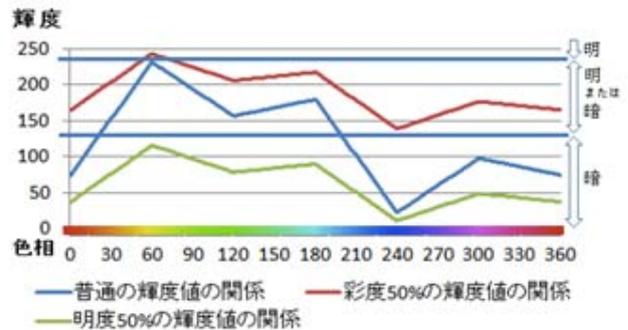


図6 色相変化に対する読み取り特性

4. まとめ

本論文では、カラー二次元コードエディタを用いて、QR コードをカラー化する際の色相値や彩度値を変化させ実験的に読み取り特性を評価した。既存の QR リーダーをそのまま用いてカラー化する場合に、輝度値の 90%以上であれば“明”と判定し、50%以下であれば“暗”と判定することの妥当性が評価できた。ただし、既存の QR リーダーは実験で用いたもの以外にも各種存在するので、他のリーダーでも評価することと QR コードを紙に印刷した場合の読み取り特性や読み取り時の照明条件なども考慮した読み取り特性を評価する必要がある。

参考文献

[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] 萩原 学, “デザイン二次元コード”, 電子情報通信学会誌 Vol.94, No.4, PP.341-343 (2011).
 [3] QR-JAM <http://staff.aist.go.jp/hagiwara.hagiwara/qrijam/index.html>.
 [4] Damri Samretwit, 若原 俊彦, “カラー二次元コードエディタの構成と読み取り特性”, 信学技報, Vol.113, No.43 LOIS2013-2, pp.85-89 (2013).