

## 2D-QR を貼り付けた多面体の読み取り成功率の評価 Evaluation of success rate of reading 2D-QR pasted on polyhedrons

箕輪 弘嗣<sup>1)</sup>  
Hirotsugu Minowa

### 1 緒言

近年、VR や 3D ゲームの台頭もあり、ヘッドマウントディスプレイ、スマートグラスの普及が進んでいる。透過型 HMD とも言えるスマートグラスの利用用途には、作業支援、道案内、不可視情報の提示などの用途は様々である。作業支援や道案内における自然対象物を用いたマーカーレス方式による情報取得やレジストレーション技術は十分実用的である。しかし、マーカーレス方式の一般化には、対象物から抽出した特徴点群のデータを利用者と共有せねばならず、マーカーレス方式のシステムは技術的に複雑であり、イベントの変更に合わせて案内を変える、といった事は容易ではない。一方、QR コードを利用した道案内のシステムなどは非技術者でも利用しやすく、普及の目的に適合する。



図 1 従来の QR の使い方

QR コードの博物館やイベントでの使い方としては、図 1 のように、展示物の近くに記述され、展示物における情報を補う使い方がなされているのを見た事はあるだろう。

もし、QR を全方位から読めるようにできれば、図 2 のように人が様々な交差する空間の中心にでも自由に配置できる。これにより、QR コードは目に入りやすい場所に配置できる。結果、訪問者は、QR を読み取りに近づかずとも、視界に入った QR をスマートグラスが読み取り訪問者への情報提示が可能となる Passive な情報受信が実現する。

QR の立体化の試みは様々ななされている。3D プリンターで QR を立体に成形する例がネットで散見できる [1]。Peng らは QR コードを任意のオブジェクトに読み取りしやすいように埋め込む研究 [2] を実施した。また、QR 拡張の研究には、深津らが、スタンドアロンで

1) 岡山商科大学, <http://www.osu.ac.jp>

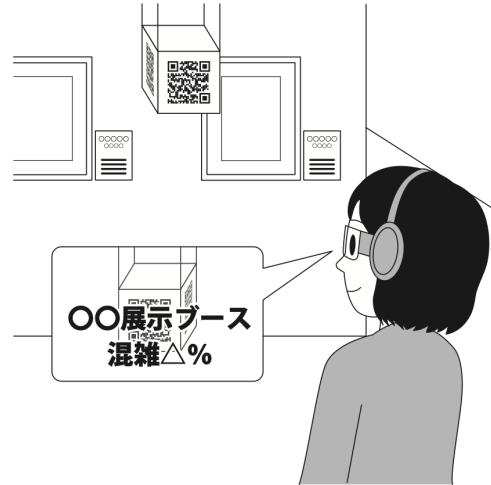


図 2 3DQR の存在する世界例

CG を表示できるように、QR コードに 3D モデルのバイナリコードを圧縮して埋め込む方法を提案 [3] した。

もし、全方位から読み取り可能な 3 次元物体の符号化の実現すれば、3 次元物体の事前認識モデルの構築手続きが不要で、最も手軽に利用できる技術とする事ができる。しかし、もっと簡単に利用できるように QR を 3 次元空間から認識できるかの読み取り性能を評価した研究はないようである。

筆者は従来の QR コードでも鈍角からでも認識できている事から、従来の QR を 3D オブジェクトに貼り付ける事で、図 2 に示すような全方位 QR を実現できないかと考えた。3 次元空間における QR 読み取りを一般化できると、案内システムを簡素化・パッケージ化のメリットがある。そのため、本研究では、既存の QR コードを 3D オブジェクトに貼り付けたときの読み取り可能な条件を解明することを目的とし、既存の QR コードを利用した全方位読み取り可能な 3D オブジェクトの実現を後押しするため、本研究では、QR コードを貼り付けた多面体の読み取り性能を評価することにした。

### 2 実験内容

前述の通り、QR コードを貼り付けた正方体を前述の通り読み込めるかを評価する。そのために、図 3 の通り、評価用シミュレーション・ソフトウェアを実装した。本ソフトウェアは QR を貼り付けた 3 次元の多面体を表示し、その多面体を合計  $360^\circ \times 180^\circ$  の角度を 1 度ずつ回転させて、多面体に貼り付けた QR を全方位から読み込めるか測定する。

#### 実験条件

1. QR は正方形タイプ (Border は 10pixel, QRboxSize は 100pixel)
2. シミュレータの解像度: (1980,1080)
3. QR Reader: ZBar+Python バインディング
4. QR Ver: 1~40

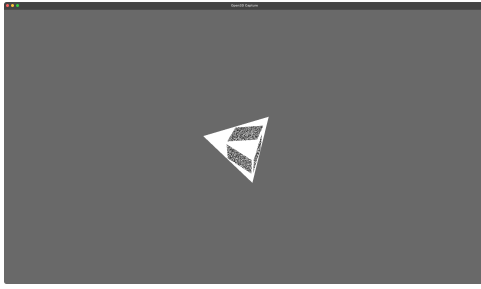


図 3 開発したシミュレータ

- 誤り訂正: 記載無しは L。(H30%,Q25%,L15%,M7%)
- 正 4 面体の 1 辺:1.21m。正 6 面体の 1 辺:1m。

### 3 結果・考察

QR 生成に用いる文字数と認識率について調べた結果を図 4 に示す。図 4 は、距離 5m で測定。QR のエラー訂正 L モードで上限バイト数 [4] で QR を生成した。生成文字は乱数を用い、byte 型に変換して QR 化した。図 4 より、QR の読み込み精度は、QR コードの内包する情報量の大きさに大いに関係がある事がわかる。

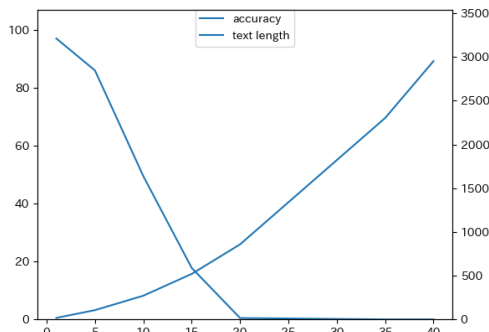


図 4 QRVer 毎のエラー訂正 L の最大生成可能文字数に対する認識率

図 5 は、QR の version(以下 QRVer)の固定情報量の QR に対する各距離の認識率を示す。QR コード生成に用いた文字数は 17 文字に固定した。高い QRVer ほど認識率が低下している。QRVer の値は 1 大きくなるにつれ、縦横のセル数が 4 セルずつ増えていく [4]。そのため、距離が大きくなるほど、細くなるセルを認識できていないと言えるだろう。

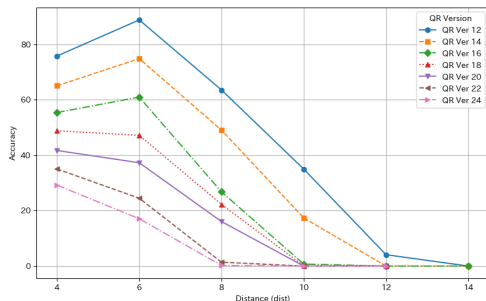


図 5 QRVer 毎の固定情報量の QR に対する各距離の認識率

図 6 に正 4 面体と正 6 面体毎の距離別認識率を示す。正 4 面体より正 6 面体の方が認識率が高い事がわかる。正 6 面体の距離 10m の認識率が高いのは実験事故である。正 6 面体の距離 10m 以降の認識率は他のグラフより推測して頂きたい。

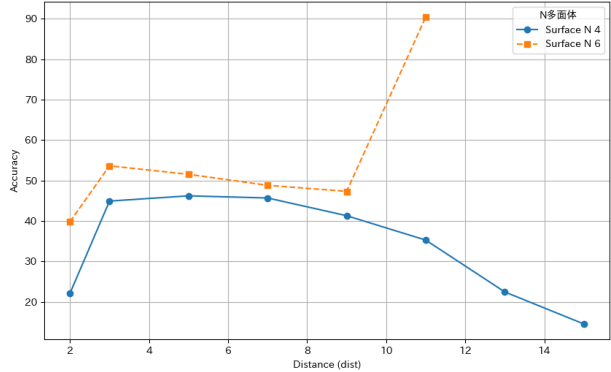


図 6 多面体毎の距離と認識率

### 4 考察

本研究では、QR 読み取り機能との距離に依るところが大きい。利便性からスタンドアロンでの動作を優先し、QR コードへの内包情報量を優先とした評価から開始した。しかし、読み取り精度の評価結果から、QR 生成に用いる必要文字数を内包できる極力小さい QRVer を使う事が前提に仕様を決めるべきだろうと考えられる。

図 5 において、4m より 6m の方が認識率が高いのは、ウィンドウに収まる容積率が関係していると推測され、関係を解析する必要があるだろう。

### 5 結言

スマートグラスが普及する未来に応えられるよう、全方位読み取り可能な QR 実現を目指し、QR 読み取り評価シミュレータを開発した。多面体に貼り付けた QR の読み取り性能評価を試みた。

今後は、パラメータを更に増やし安定した確認を行う。また、本提案した使い方ができるように読み取り性能を式で算出可否を検討する。

#### 謝辞

本研究は岡山商科大学学内公募研究支援の助成金により支援頂いた。支援に感謝申し上げます。

#### 参考文献

- “自由曲面への QR コード埋め込みが可能に ～パレンティンチョコに QR コードでメッセージを～” [Online]. Available: [https://www.ynu.ac.jp/hus/koho/19694/34\\_19694\\_1\\_1.180209014815.pdf](https://www.ynu.ac.jp/hus/koho/19694/34_19694_1_1.180209014815.pdf)
- H. Peng, L. Lu, L. Liu, A. Sharf, and B. Chen, “Fabricating QR codes on 3D objects using self-shadows,” vol. 114, pp. 91–100.
- 深津颯騎 and 築地立家, “3d モデルの qr コード化,” vol. 2014, no. 1, pp. 91–92. [Online]. Available: [https://ipjs.ixsq.nii.ac.jp/ej/index.php?active\\_action=repository\\_view\\_main\\_item\\_detail&page\\_id=13&block\\_id=8&item\\_id=106190&item\\_no=1](https://ipjs.ixsq.nii.ac.jp/ej/index.php?active_action=repository_view_main_item_detail&page_id=13&block_id=8&item_id=106190&item_no=1)
- “よくわかる 2 次元コードの基本 Vol.1.” [Online]. Available: <https://www.keyence.co.jp/mykeyence/>