ISSN 2186-5647

2-31

サーペンタインパターンによるARマーカーへの情報付加に関する研究

日大生産工(院)　○高橋　祐樹　日大生産工　矢澤　翔太
日大生産工　内田　暁
日大生産工　黒岩　孝

1. まえがき

近年、幾何学模様に情報を埋め込むことで何らかの情報を得る技術が着目され、身近なものに QR コードがあり、情報を得るための簡便な手段として広く用いられている。しかし、機械が読み取る幾何学模様は情報伝達の機能面が優先され、美しさや好ましさ、さりげなさなどの審美的な特徴はあまり考慮されていない。これに対して、富樫ら[1]は サーペンタイン(蛇紋)パターンを用いた情報伝達と情報 の付与と、その検出方法を提案している。

一方、最近、眼鏡の中に特殊な表示装置を埋め込み、現実世界にデジタルな情報を追加して表示できる AR (Augmented Reality) が浸透しつつある。情報を提示する位置を正確に決めるための AR マーカーにも幾何学模様を使うことができるが、現在の AR マーカーは SIFT[2]や SURF[3]を用いた局所的な特徴の位置によって識別されるため、模様や色から情報を読み取ることはできない。例えば QR コードを ARマーカーとして利用してもQRコードの情報を復号することはできない。本報告では、ARマーカーに色とサーペンタインパターンによってそれぞれ異なる情報を埋め込み、それらを復号するシステムについて検討を行う。

2. 実験方法

ここでは、カメラがARマーカーを認識することで、その マーカーに付与された情報を復号し、テキストとして表示されるシステムについて検討する。AR マーカーには ArUco マーカーを使用する。ここでArUcoマーカーとは、白と黒の 正方形の格子模様で構成された合成正方形マーカーである。

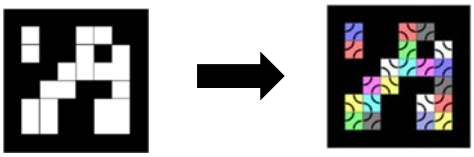


Fig.1 ARマーカーへの情報付与

本手法では、Fig.1に示すように、ArUcoマーカーの白い正方形部分に黒、赤、ライム、黄、青、マゼンタ、シアン、白 の８つの色による情報付与を行うことで3[bit]の情報を付与する。その後、色を付けた部分に対してさらにサーペンタインパターンによる情報付与を行い、1[bit] の情報を付与するものとする。情報の復号は、カメラがマーカーを検知する際にマーカーと同期を行い、マーカーをブロックに分離したのち、ブロック一つ一つに対して色と模様による復号を行う。ここで色の復号はブロックごとのRGB値の平均値を計算し、最も距離の近い色を特定する。手法1では、最も距離の近い色に復号する。手法2では、最も距離の近い色が黒か白の場合はその色として復号する。ほかの6色が最も近い色となった場合、RGB値の平均値から色相を求める。R, G, Bの内、最大値をMAX、最小値をMINとして、以下に計算式を示す。

$$\begin{aligned} H_{Rmax} &= 60 \times \frac{G-B}{MAX-MIN} \\ H_{Gmax} &= 60 \times \frac{B-R}{MAX-MIN} + 120 \\ H_{Bmax} &= 60 \times \frac{R-G}{MAX-MIN} + 240 \end{aligned} \quad (1)$$

式(１)の結果が負の値になった場合、360を加算し色相の範囲を0から360の範囲に収める。求めた色相が最も距離の近い色相の色として復号する。(復号の対応表をTable 1に示す)。サーペンタインパターンの復号は、Fig.2のようにブロックを4分割し、領域ごとのRGB値 の和N x (x= a, b, c, d) を計算する。ここで、

$$\begin{aligned} &N_a > N_b \ \ and \ \ N_c > N_d \ \ \Rightarrow 0 \\ &N_a < N_b \ \ and \ \ N_c < N_d \ \ \Rightarrow 1 \\ &\text{Else} \Rightarrow error \end{aligned} \quad (2)$$

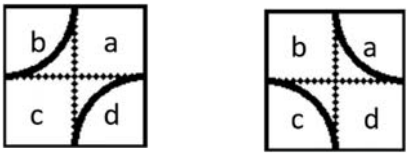
とすることにより、2つのパターンを識別して復号を行う。

Study on the Consideration to Add Information to AR Marker by Using Serpentine Pattern

Yuki TAKAHASHI, Syota YAZAWA, Akira UCHIDA and Takashi KUROIWA

Table 1 復号の対応表

黒	000
赤	001
ライム	010
黄	011
青	100
マゼンタ	101
シアン	110
白	111



$(a)\ N_a > N_b\ and\ N_c > N_d$ $(b) N_a < N_b\ and\ N_c < N_d$

Fig.2 サーペンタインパターンによる復号

3. 実験結果

Fig.3に、付与した情報の出力例を示す。色とサーペンタインパターンによってArUcoマーカーに付与された情報を読 み取り、復号した情報をテキストデータとして出力してい る。また、Table 2, 3は各ブロックにおける復号結果を示す。なお、Table 2, 3において領域 (i, j) とはArUcoマーカーの縦方向をi、横方向をjとした場合のブロックの座標を示している。手法1,2いずれの場合もサーペンタインパターンによる情報の付与と復号はほぼ正確に行われている。色による付与と復号については、手法1では色の距離が近いときに誤りが発生するしている。手法2では手法1と比べ誤りが著しく減少しており、情報の付与と復号はほぼ正確に行われている。

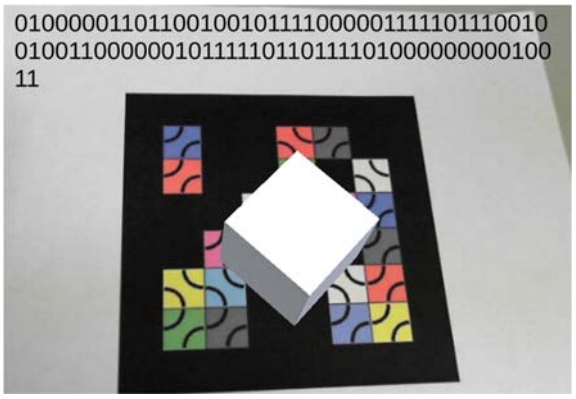


Fig.3 情報を復号した例

4. まとめ

色情報を付加したサーペンタインパターンをARマーカー に施すことで、簡単な情報の付加が可能であるか検討を行った結果、情報の付与と復号が行える可能性のあることが分かった。今後は、文字テキストの変更やヘッダー情報を埋め込みそこまでの情報を復号できるか検討する予定である。

Table 2 手法1の各ブロックにおける復号結果

領域 (i, j)	サーペンタインパターン (0, 1, error)	色 (黒、青、緑、赤、シアン、マゼンタ、黄、白)
(1, 1)	(24, 0, 0)	(0, 20, 0, 0, 4, 0, 0, 0)
(1, 4)	(0, 24, 0)	(0, 0, 0, 19, 0, 5, 0, 0)
(1, 5)	(24, 0, 0)	(20, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 4)
(2, 1)	(23, 0, 1)	(0, 0, 0, 24, 0, 0, 0, 0)
(2, 4)	(24, 0, 0)	(0, 0, 24, 0, 0, 0, 0, 0)
(2, 6)	(0, 24, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 24)
(3, 3)	(0, 24, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 24)
(3, 4)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 0, 21, 0, 0, 3)
(3, 5)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 24, 0, 0)
(3, 6)	(22, 0, 2)	(0, 21, 0, 0, 3, 0, 0, 0)
(4, 2)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 1, 0, 23, 0, 0)
(4, 3)	(0, 20, 4)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 24, 0)
(4, 6)	(24, 0, 0)	(24, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
(5, 1)	(0, 24, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 24, 0)
(5, 2)	(0, 24, 0)	(0, 2, 0, 0, 17, 0, 0, 5)
(5, 5)	(0, 24, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 24)
(5, 6)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 24, 0, 0, 0, 0)
(6, 1)	(24, 0, 0)	(10, 0, 14, 0, 0, 0, 0, 0)
(6, 2)	(24, 0, 0)	(24, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
(6, 5)	(21, 0, 3)	(0, 24, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
(6, 6)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 24, 0)

Table 3 手法2の各ブロックにおける復号結果

領域 (i, j)	サーペンタインパターン (0, 1, error)	色 (黒、青、緑、赤、シアン、マゼンタ、黄、白)
(1, 1)	(24, 0, 0)	(0, 24, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
(1, 4)	(0, 24, 0)	(0, 0, 0, 24, 0, 0, 0, 0)
(1, 5)	(24, 0, 0)	(24, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
(2, 1)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 24, 0, 0, 0, 0)
(2, 4)	(24, 0, 0)	(1, 0, 23, 0, 0, 0, 0, 0)
(2, 6)	(0, 24, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 24)
(3, 3)	(0, 24, 0)	(1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 23)
(3, 4)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 0, 24, 0, 0, 0)
(3, 5)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 24, 0, 0)
(3, 6)	(24, 0, 0)	(0, 24, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
(4, 2)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 24, 0, 0)
(4, 3)	(0, 24, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 24, 0)
(4, 6)	(24, 0, 0)	(24, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
(5, 1)	(0, 24, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 24, 0)
(5, 2)	(0, 24, 0)	(0, 0, 0, 0, 24, 0, 0, 0)
(5, 5)	(0, 24, 0)	(1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 23)
(5, 6)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 24, 0, 0, 0, 0)
(6, 1)	(24, 0, 0)	(2, 0, 22, 0, 0, 0, 0, 0)
(6, 2)	(24, 0, 0)	(24, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
(6, 5)	(24, 0, 0)	(0, 24, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
(6, 6)	(24, 0, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 24, 0)

参考文献

1) 富樫 , 伊藤: " サーペンタイン模様による情報伝達法とそ の文書認証への応用 " , 画像電子学会誌 , 4 4 巻 , 3 号 pp.512-520 (2015)

2) Lowe, D. "Distinctive image features from scaleinvariant keypoints" Int. Journal of Computer Vision. 60(2). pp.91-110 (2004)

3) Bay, H., Ess, A., Tuytelaars, T. & Van Gool, L. SURF: Speeded Up Robust Features. Computer Vision and Image Understanding (CVIU). 110(3). pp.346-359 (2008)