

全方向から認識可能なカラーコード

長澤 史記† 服部 亮史† 草野 勝大† 清水 尚吾† 奥村 誠司†

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所†

はじめに

印刷された色の配列で情報を表現するカラーコードは、一般的なカメラで認識可能な情報タグとして広く用いられている。

ただし従来のカラーコードは正面からの認識を想定して設計されているため、人物のような曲面の多い物体に貼付した場合にはカラーコードに変形が生じて認識不可能となる。曲面の影響による変形を避けるためにはコードのサイズを小さくする必要があり、コードを認識可能な距離に制限が発生する。

これらの理由により、カラーコードを人物に貼付して個人識別を行う場合は、カラーコードの貼付場所や識別対象人物のカメラに対する姿勢に制限があった。

我々は、円順列で一意的なシンボル配列が円状配置されたカラーコードを開発し、このカラーコードを貼付することで、人物の姿勢に依らない個人識別を実現した。

カラーコードの概要

対象人物の姿勢や向きによらずに全方向から認識が可能なカラーコードとして、本研究では色マーカーの配置により情報を表現するカラーコードを開発した。

今回用いたカラーコードは図3のように、黒い背景上にイエロー・シアン・マゼンタ等の明度・彩度の高い色の領域である「マーカー」と、黒色の背景領域である「セグメンタ」が交互に並ぶ構造をとる。

本カラーコードは固定長のマーカー配列の繰り返しから構成されており、各マーカーの色の並びで構成されるコードパターンは、円順列で一意的

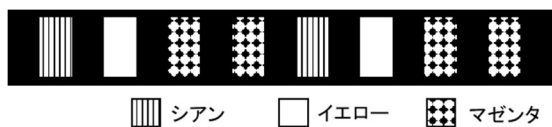


図3：開発したカラーコード

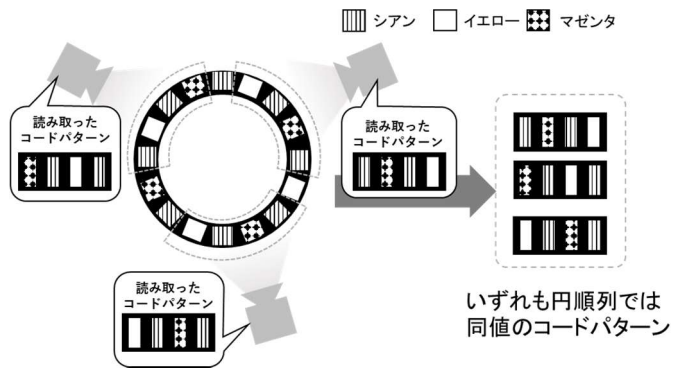


図1：円順列コードパターンの認識例

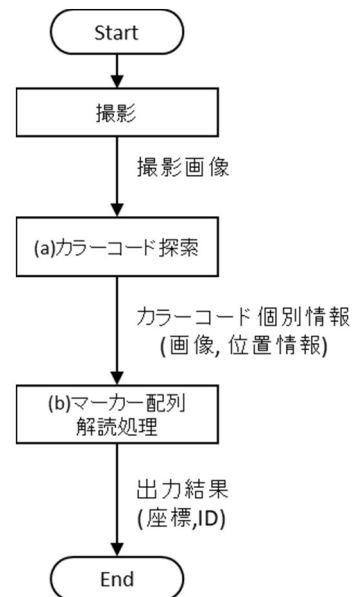


図2：カラーコード認識アルゴリズムフローチャート

に定まるように配置される。カラーコードを読み取る際は図1のようにコードの任意の位置から一定数のマーカー列を読みとり、マーカー配列と対応したIDを認識結果とする。

カラーコード認識アルゴリズム

本研究で開発したカラーコードを読み取るためのカラーコード認識アルゴリズムを以下に示す。処理の流れを図2に示す。

カラーコード認識アルゴリズムは(a)カラーコード探索、(b)マーカー配列解読の二段階で映像中のカラーコードの認識を行う。

“Color barcode designed for readable from all-directions”
Fuminori Nagasawa†, Ryoji Hattori†, Katsuhiro Kusano†,
Shogo Shimizu†, Seiji Okumura†

† Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corp.

(a) カラーコード探索

マーカーとセグメンタが並んでいる領域をテンプレートマッチングによって抽出する。

カメラから得られた撮影画像の中からカラーコードの領域を抽出する。

(b) マーカー配列解読処理

(a) カラーコード探索で抽出したカラーコード画像にテンプレート画像を当てはめ、各マーカーに対応する画素を抽出する。

各マーカーに対応する画素の代表色を色配列として、色配列と対応するIDをカラーコード認識結果とする。

曲面上での最大認識可能角度の評価

開発したカラーコードを個人識別に利用する場面での認識特性の評価として、カラーコードを帽子やヘルメットなどに巻き付けて使用する場面を想定した認識可能条件の評価を行った。

実験

図4のように作業帽のような円柱状物体の全周に巻き付けたカラーコードを撮影し、撮影画像中のカラーコードのIDを正しく認識できるか検証した。詳細な撮影条件を表1に示す。

半径10[cm]と半径3.8[cm]の二つの円柱状物体に各コードを貼付して、上下方向に角度を変えながら撮影し、コードの内容が読み取れる上下方向の最大認識可能角度(上下)を測定した。また、同様に左右方向に角度を変えながら撮影を行い、最大認識可能角度(左右)を測定した。従来技術との比較のため、個人識別用途として活用されているカメレオンコード¹との比較を行った。

結果

表2に最大認識角度の測定結果を示す。

表2より、従来手法では半径3.8[cm]の円柱に貼付した場合には認識不可であった一方で、本研究で開発したカラーコードでは約67°の上下角度まで認識が可能であった。



図4：カラーコードを貼付した帽子

表1：撮影条件

測定条件	提案手法	従来手法
撮影解像度 (w[px] × h[px])	640 × 480	
撮影視野角 [deg]	90	
コードサイズ (w[mm] × h[mm])	50 × 20	145 × 60
マーカーの寸法 (w[mm] × h[mm])	6 × 12	12 × 12

表2：最大認識可能角度の測定結果

	半径 [cm]	最大角度 (上下)[deg]	最大角度 (左右)[deg]
従来手法	10	30.11	24.70
	3.8	読取不可	読取不可
提案手法	10	76.61	33.69
	3.8	66.87	30.00

考察

本研究で開発したカラーコードでは左右約30°の範囲で認識が可能であった。このため全方向(360°)から認識可能とするためには、今回用いた寸法では6枚のコードを貼付する必要があるが、このとき必要な円周長は30[cm]程度であり、半径10[cm]程度の帽子の外周には十分に余裕をもってコードを貼付することができる。

これらのことから、作業者に直接貼付して使用する用途において、本研究で開発したカラーコードは従来技術と比べて幅広い環境で利用可能であると考えられる。

まとめ

人物のような曲面の多い場所に貼付して使用するためのカラーコードとして、円順列で一意的なシンボルの繰り返しパターンによって情報を表現するカラーコードと、カラーコードを認識するためのアルゴリズムを開発した。

円柱状物体にカラーコードを巻き付けた際の最大認識可能角度を測定した結果、繰り返しなしのカラーコード単体で読み取り可能最大角度約30°を達成し、個人識別のために作業帽やヘルメットに巻き付けるように貼付した場合には全方向から読み取り可能にするためには十分な性能であることを確認した。

¹ 株式会社シフト: Chameleon Code, カメレオンコードとは, <https://www.shift-2005.co.jp/chameleoncode.php> (参照 2019-12-23).