

ARToolKit を用いた手の動作入力

Input Method of the Hand Movement with ARToolKit

山本 和典[†]
Kazunori Yamamoto

齊藤 剛[†]
Tsuyoshi Saitoh

1 はじめに

近年、画像処理技術の発展により画像内に含まれる物体の認識や追跡に関する研究が盛んに行われている。その技術を応用したアプリケーション用ライブラリとして、ARToolKit[1] などが注目を集めている。

一方、PCをはじめとする機器の操作では、マウスなどの外部入力機器が利用されているが、使用には慣れや操作のためのスペースが必要であり、万人が場所を問わずに直感的な操作を行えるとは言い難い。モーションキャプチャシステムを用いたモーションデータ(以下、MCデータ)からの操作も考えられるが、専用のスタジオや特殊なセンサ、それに合わせた環境が必要であり、手軽に利用できないという問題がある。

そこで筆者らは、ARToolKit のマーカ追跡技術を応用した機器の直感的操作や簡易的なMCデータの取得を可能とするシステムの開発を進めている。本稿では、まず、ARToolKit の技術について述べる。次に、手の動作入力を可能にするためにマーカの図案、および、色情報利用について検討し、提案したマーカの認識システムの実装を行ったので報告する。

2 ARToolKit

ARToolKit とは正方形のマーカをカメラから読み取り、その上に 3D オブジェクトをオーバレイ表示する拡張現実感 (Augmented Reality: AR) 用のアプリケーション実装ライブラリである。マーカ認識の際に、マーカの位置・振れ・傾き情報を取得することで、3D オブジェクトを正しい位置・向きに表示することが可能である。

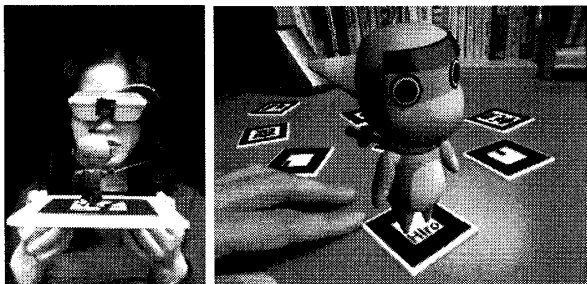


図 1: ARToolKit の使用例

[†] 東京電機大学 Tokyo Denki University

2.1 マーカの認識手法

ARToolKit で使用するマーカは、黒い正方形の太枠中に、白黒またはカラーの図案があるものを用意する。黒い正方形の太枠およびテンプレートマッチングによる図案の抽出によりマーカを認識する。以下に正方形の抽出手法を示す。

Step 1. 読み込んだ画像を 2 値化し、画像内の一塊の領域にラベル (番号) を割り当てる。

Step 2. Step1 で割り当てた領域から端点を見つけ出し、その点を基準に領域のアウトラインを抽出する。その際、極端に広い領域と狭い領域は排除する。

Step 3. 端点から最も離れたアウトライン上の点を頂点 1 とし、頂点 1 から最も離れた点を頂点 2 とする。

Step 4. 頂点 1 と頂点 2 を結ぶ線分から最も離れた 2 点をそれぞれ、頂点 3、頂点 4 とする。

Step 5. 抽出された隣り合う頂点を結ぶ線分に対し Step4 の操作をくり返し、最終的に抽出された頂点の個数が 4 個となれば、その領域を四辺形と認識する。

2.2 マーカの振れ・向きの取得

マーカ認識の際、得られるマーカの中心位置と各頂点の位置よりマーカの中央を中心とするマーカ座標系を算出する。この座標系により、マーカの振れ・向き情報を取得することが出来る。

2.3 マーカの位置の取得

カメラ画像の中央を中心とした位置情報を取得するために、式 (1) の変換行列 P と、マーカ座標系の座標値 (X_m, Y_m, Z_m) との積を求める。式 (2) のようにカメラ座標系の座標値 (X_c, Y_c, Z_c) に変換することが出来る。

$$P = \begin{pmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & t_x \\ r_4 & r_5 & r_6 & t_y \\ r_7 & r_8 & r_9 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \dots (1) \quad \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = P \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \\ 1 \end{bmatrix} \dots (2)$$

3 使用マーカの検討

前項で, ARToolKit ではマーカを区別する際に, 正方形の枠内の図案を認識することで実現していることを述べたが, この図案は複雑なものになればなるほど, 誤認識する場合が増加する. また, 複数種類のマーカを認識対象とする場合, 複数の図案を登録しなければならなく効率が悪い.

そこで本稿では, マーカで使用する図案に注目し, より認識し易い図案と, マーカの色情報を利用した複数種類のマーカの認識手法について報告する.

3.1 図案の検討

図案を誤認識する最大の原因は, 図案の細かい形状を認識できないことである. そこで, 単純な形状であり, なおかつそれぞれがはっきり区別できる図案を検討し, 正方形の枠内を 3×3 の 9 エリアに分け, そのエリアを任意数塗りつぶすことで出来る図案を採用した. この図案は, 正方形の組み合わせによって形成されているためシンプルであり, 正方形の位置や個数によって複数種類の図案を表現することが出来る.

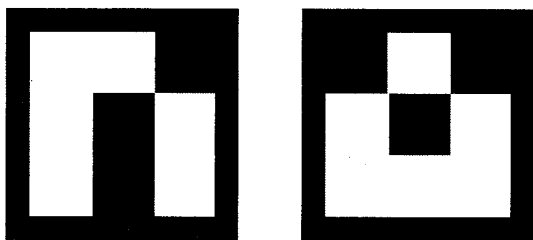


図 2: 採用した図案の例

3.2 色付きマーカの検討

マーカの色情報を利用するために, 今まで使用していた白黒マーカの色付け方法を検討した. マーカ全体を色付けすると, 認識の際使用している 2 値化画像に影響が出る. このため, 先に説明した 9 エリアに分けた枠内の中心を色付けする方法を採用した. これにより, マーカの中心付近の色相を調べることで目的の機能を実現する.

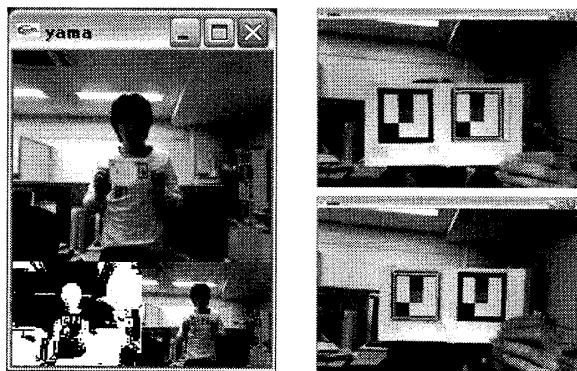


図 3: 色付きマーカの例

4 提案したマーカの認識システム

前項で提案したマーカ図案, および, 色付きマーカでの検証を行うためのマーカ認識システムを実装した. マーカを認識するとメイン画面 (図 4, (a) 上段) では, マーカ上にワイヤフレームの立方体を表示し, サブ画面 1 (図 4, (a) 下段左) には認識の際利用している 2 値化画像を, サブ画面 2 (図 4, (a) 下段右) にはマーカから正面方向に伸びるベクトルを Z 軸とした, XYZ 座標軸を表示する. また, キー操作によって色付きマーカによる認識や, カメラ座標系のマーカ座標値の出力を行う.

図 4(a) は, 従来の複雑な図案のマーカ (右) と提案したマーカ (左) との比較画像である. 画面に映るマーカのサイズは同じであるが, 認識出来たのは左側のマーカだけであることから, 提案した図案が, 認識率向上に有効であることがわかる. 図 4(b) は, 色付きマーカを使用した場合の結果画像である. 登録した図案は 1 種類で, 中心の色を判別し条件を満たす場合, 表示を行っている. 上画像が緑色付近に, 下の画像が赤色付近にそれぞれ色相値を設定した際の結果画像であるが, 対象となるマーカを正しく認識しており, 色によるマーカの区別が出来ていることがわかる.



(a) 図案の違いによる比較 (b) 色付きマーカでの認識

図 4: マーカ認識システムを使用した検証

5 おわりに

本稿では, ARToolKit を利用した手の動作入力を可能にするために, マーカ図案, および, 色付きマーカの検討と, 提案したマーカの認識システムについて述べた.

今後は, 目的のシステム構築を目指すとともに, 有用性についての検証を進める.

参考文献

- [1] ARToolKit
<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>