

I-045

## HandyAR: 手をインターフェースとした拡張現実感システム HandyAR の開発

## HandyAR: Development of Augmented Reality Interactive System Using Hands

加藤 喬† 近藤 裕介† 甲藤 二郎†  
Takashi Kato Yusuke Kondo Jiro Katto

## 1. まえがき

近年、実世界と仮想世界をシームレスにつなぎ、ユーザとコンピュータの直感的な対話を可能にする実世界指向インターフェースの研究が盛んである。著者らは、人間にとって感覚的で対話性も高い「手」をインターフェースとした仮想空間とのインタラクションシステム「HandyAR」の開発を進めている。HandyARは、単眼画像入力から「手」を認識し、拡張現実感 (AR: Augmented Reality) の考え方を元に、検出した手の周辺にCGオブジェクトを重ね合わせるシステムである。手形状の認識は、はじめに色情報を用いた輪郭線抽出を行い、得られた輪郭線と事前に学習した多数の手形状データとのDPマッチングにより実現している。CGオブジェクトの重ね合わせには、ARToolkit[1]を利用し、三次元構造が推定された手形状の周辺にオブジェクトを上書きしている。

## 2. 関連研究

実世界の映像に仮想のエフェクトを重ね合わせる拡張現実感の研究に加藤博一らのARToolKit[1]がある。単眼カメラの入力からテクスチャマーカを認識して画面内のオブジェクトの三次元構造を推定し、その空間内にCGオブジェクトの重ね合わせを行うものである。一方、手形状認識に関しては、ジェスチャー認識、手話認識、バイオメトリクス応用等を想定して多数の報告が行われている。手法も多岐に渡り、単純に閾値処理とテンプレートマッチングを行う方式から、検出・認識共に確率推論を適用する方式、多眼画像を活用する方式、などが報告されている。

## 3. 提案方式

HandyARのシステム構成を図1に示す。カメラからキャプチャした画像を入力とし、図2の処理により手の位置情報を取得後、位置合わせに利用し、CGを重ね合わせディスプレイに表示する。手の向きやポーズによってCGエフェクトを工夫する事により、より直感的なインタラクションが可能となる。また、データグループや不自然なマーカの類を使用しないことで、設置コストや操作性の面で負担の少ない簡易なシステム構成が可能となっている。

† 早稲田大学 理工学研究科 情報・ネットワーク専攻

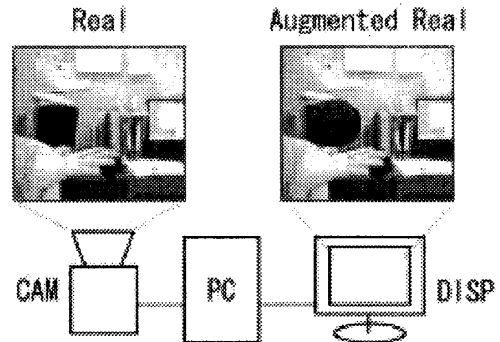


図1 HandyARシステム概要

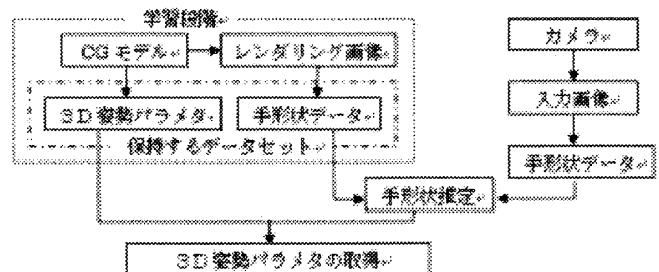


図2 PC内・手の位置情報取得処理

## 3.1 学習段階

予め手形状推定に用いる画像集合を作成する。パー型手形状の画像を、X軸36×Y軸18方向から計648枚取得し、オフラインで後述の手形状データを計算し3D姿勢パラメータと共にシステムに学習させる。今回の実験では、画像の取得、ポーズ拡張の簡略さからCGを用いている。

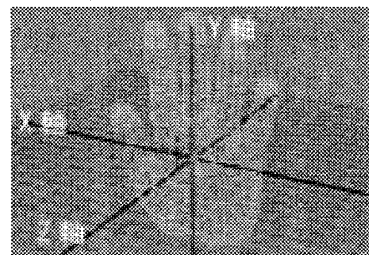


図3 手形状学習データの例

## 3.2 手領域輪郭線抽出

入力画像から手領域のシルエット抽出を行う。はじめにHSV色空間における閾値設定による肌色抽出を行い、後にメディアンフ

フィルタによる雑音除去と、面積閾値を用いた領域選択によってシルエット(手領域候補)を抽出する。

### 3.3 手形状推定

木村の手法[2]を参考に、はじめに抽出したシルエットの重心と輪郭線上の等間隔に取ったN個の点との距離を正規化して手形状データとし、それらと事前に学習した手形状データ群とのマッチングを行うことで手形状推定を行う。従来手法では手形状データの全点に関してマッチングを行うのに対し、手領域の輪郭線がある程度崩れていても影響を少なくするため、本手法では手形状データを平滑化し、手形状データの山と谷に当たる特徴点に着目したマッチングを行う。動的計画法を用いることで、特徴点の個数が異なる場合や、手形状を誤って取得した場合においてもロバストな推定結果が得られる。学習画像の特性上、得られる手姿勢はX軸とY軸の回転パラメタのみだが、Z軸の回転パラメタは、入力画像の重心から基準線を指定し(図4a点線)、マッチしたモデル手形状の始点P1(図4c)に対応する入力画像の輪郭点Pa(図4b)と先に指定した基準線とのなす角 $\theta_z$ により求めることができる。

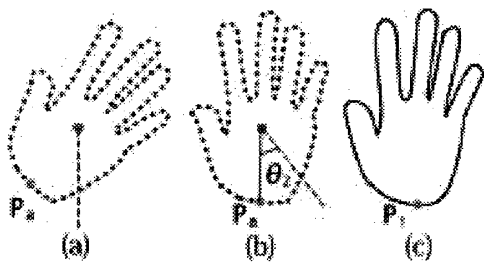


図4 画面内回転角 $z$ の算出方法

### 3.4 CGの重ね合わせ

手形状の推定結果から得られる3D姿勢パラメタを参照し、画像内の位置と縮尺に適合させて位置合わせを行い、CGオブジェクトをレンダリングする。DirectX+HLSLを使ったエフェクト処理の実装により、高速かつ多様なCGエフェクトの重ね合わせを可能にした。

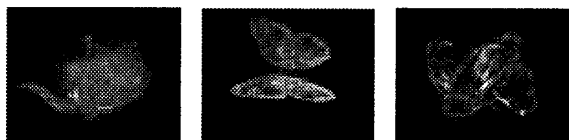


図5 重ね合わせ可能なエフェクト例

## 4. 実装結果と考察

図6にHandyARの実行画面を、また表1に実際の入力画像と推定した手形状が一致した推定率と1秒あたりのフレーム数(fps)を示す。動的計画法を用いた特徴点マッチングによって、手形状データ上の全点とマッチングする従来手法よりも推定率が改善されていることがわかる。



図6 HandyAR 実行画面

表1 入力手形状の推定率と処理速度

	単純背景下		複雑背景下	
	従来	本研究	従来	本研究
推定率	67.9%	73.2%	44.6%	58.9%
処理速度 fps	3.69	3.47	3.31	3.22

## 5. まとめ

仮想環境とのインタラクションを実現するインターフェースとして、手を入力とし、拡張現実感によって表現性を向上させたマン・マシン・インタフェース HandyAR の提案を行った。今後は引き続き、精度向上と処理コストの削減について検討を進めると共に、設置コストや操作性の面での優位点を活かし、アミューズメント・ゲームやユビキタス環境などのインターフェースへの応用を目指してゆく。

## 参考文献

- [1] 加藤博一、“拡張現実感システム構築ツール ARToolKit の開発”、電子情報通信学会研究技術報告、PRMU、01-232、pp79-86、2002
- [2] 木村光祐、島田伸敬、白井良明、“CG 検索に基づく単眼シルエット画像を用いた三次元手指姿勢の推定” MIRU2000 公演論文集 pp145-150、2000