



2008 年度下期未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当PM

田中 二郎 PM (筑波大学大学院 システム情報工学研究科 教授)

2. 採択者氏名

チーフクリエイター: 矢口 裕明(東京大学大学院 情報理工学系研究科
創造情報学専攻 博士課程三年次学生)

コクリエイター: なし

3. プロジェクト管理組織

株式会社オープンテクノロジーズ

4. 委託金支払額

3,000,000 円

5. テーマ名

自然特徴点からマーカを自動生成する拡張現実システムの開発

6. 関連Webサイト

なし

7. テーマ概要

本プロジェクトでは、USB カメラを用いた拡張現実におけるマーカの自動生成手法を提案し、実装を行う。

USB カメラを用いた拡張現実を実現するフレームワークとして ARToolKit や PTAM

が挙げられるが、ARToolKit においては既知マーカを必要とし、PTAM は自然特徴点を用いることができるがその再利用が不可能であった。

本プロジェクトでは自然特徴点からマーカを自動生成する手法を提案する。すなわち、目標とする物体の三次元モデルを構築し、モデルを用いた物体探索を行うことで拡張現実を実現するシステムを構築する。三次元モデル構築には人間がモデル化したい物体を注目させ、カメラの眼前で動かすことで単眼立体視を行い、得られた点群と画像列から平面や直方体などの基本形状へのあてはめを行う。これにより、マーカを用いない状況で、自然特徴点を元に生成された再利用可能なマーカを自力で生成し、それを元に拡張現実を実現することが可能である。

本研究の成果により、全く整備されていない空間における拡張現実の実現はもとより、物体モデルをキーとした実環境に対する情報の埋め込みが可能となり、より高度な拡張現実が達成される。

8. 採択理由

USB カメラを用いた拡張現実におけるマーカの自動生成手法を提案している。目標とする物体の三次元モデルを構築し、モデルを用いた物体探索を行うことで拡張現実を実現するシステムを構築する。これによりマーカを用いない状況で自然特徴点を元に生成された再利用可能なマーカを自動的に生成しそれを元に拡張現実を実現することが可能となる。本研究の成果により物体モデルをキーとした実環境に対する情報の埋め込みが可能となり、より高度な拡張現実が達成される。非常に興味深い提案である。

9. 開発目標

本プロジェクトでは、主に以下の機能を開発することを目標とした。

- ・ 人間に指示された物体モデルを構築するプログラムの実装
実環境中から特定の物体を選び出し、モデルを構築する機能を実装する。
- ・ 物体モデルを実画像中から探索するプログラムの実装
与えられた物体モデルを用いて実画像中から物体探索を行う機能を実装する。
物体探索自体の高速化も目指す。
- ・ 単眼カメラへの適用
これまでの実装はステレオカメラを対象としてきたが、一般的に用いられるには、二つのカメラを用意する必要がありハードウェアの制約が大きい。そこで、単眼立体視アルゴリズムを実装し、単眼カメラへの適用を行う。
- ・ サンプルアプリケーションの実装

以上の成果を用い、高度な拡張現実を可能にしたサンプルを作成する。

10. 進捗概要

開発基盤として、ARToolkit と同等の性能を持つソフトウェアを構築した。DirectShow によるカメラキャプチャ、GTK による GUI 管理、OpenGL によるレンダリング管理、OpenCV による画像処理関数群の実装を行った。これらは後の全ての拡張現実機能の実現に必要であった。

マーカレス拡張現実の実現

単眼立体視を用いたマーカレス拡張現実を実現した。マーカを用いる代わりに現実空間の三次元構造を復元し、カメラの三次元的な動きを推定することにより認識の手がかりを人為的に付加することなく現実空間への三次元情報の付加を試みる。マーカレス拡張現実のアルゴリズムを図 1 に示す。アルゴリズムは単眼立体視を行うためのフェーズと単眼立体視の結果から三次元トラッキングを行うフェーズに分かれる。

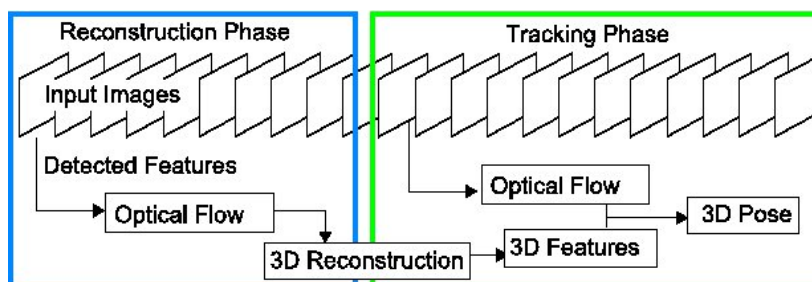


図 1. マーカレス拡張現実アルゴリズム

マーカ画像自動生成機能の実現

入力画像中から幾何学当てはめによる物体表面のテクスチャ切り出しを行い、マーカ画像の自動生成を行う機能を実現した。マーカとなるべき物体の条件として、テクスチャが密で十分な面積のある長形状の平面を仮定する。グラフィックによる前景切り出し結果の輪郭に対してハフ変換を行い、四角形を構成する各エッジを検出し、推定された四角に射影変換を施すことで長方形テクスチャ画像を得る。図 2 にテクスチャ画像切り出しの様子を示す。



図 2. テクスチャ画像切り出し

赤丸と青丸はそれぞれグラフィカットに用いる前景と背景の初期値、緑線は得られた境界線、黄色線はハフ変換によって得られた複数の直線、赤線は切り出す四角を示している。画像右は切り出されたテクスチャ画像である。切り出し処理はほぼビデオレートで動作するため、高速にテクスチャ画像を取得することができる。

自然画像をマーカとして用いる拡張現実の実現

一般画像をマーカとして用いるための三次元位置あわせ機能を実現した。主成分分析による次元削減等の最適化によるほぼビデオレートでの動作、画像の姿勢推定を実現した。

複数マーカ画像からのマーカ自動選択機能の実現

複数のマーカ画像を記憶している場合、その内のどれが入力画像に含まれるかを判定しなければならない。そこでマーカ選択機能を実現した。また、高速化を施したことにより、Core2Duo 2.33GHz,2GB メモリの PC 上において 30 枚程度のマーカ画像を保持した状態でも 0.3s 程度での検索と位置あわせを行うことが可能である。

ソフトウェア公開と解説動画

開発したソフトウェアを以下の URL で公開した。

<http://www.jsk.t.u-tokyo.ac.jp/>>h-yaguchi/mariciten/>

また、動画共有サイト「YouTube」および「ニコニコ動画」に解説動画をアップロードした。

<http://www.youtube.com/user/hyaguchijsk>

<http://www.nicovideo.jp/myvideo/11684436>

11. 成果

本プロジェクトでは主に

- ・ 幾何学的なマーカを用いる必要のない一般画像による拡張現実機能
- ・ 入力画像からマーカとなるべき物体表面テクスチャを切り出すマーカ自動生成機能
- ・ 複数のマーカ画像中から視野画像に含まれるものを選択するマーカ選択機能

の三点を実現した。

従来の AR ソフトウェアにおいて用いられてきた幾何学的なマーカを廃するとともに、現実空間に存在する物体そのものがマーカとなるというアプローチを提案し、さらにそのマーカを自動的に生成、蓄積し、照合を行うためのシステムを構築した。すなわち現実の物体に対する物理的改ざんを伴わないタグ付けを実現したといえる。

12. プロジェクト評価

USB カメラを用いた拡張現実におけるマーカの自動生成手法を提案しており、目標とする物体の三次元モデルを構築し、モデルを用いた物体探索を行うことで拡張現実を実現するシステムを構築することを可能とした。これによりマーカを用いない状況で自然特徴点を元に生成された再利用可能なマーカを自動的に生成しそれを元に拡張現実を実現することが可能となった。

本プロジェクトの成果により物体モデルをキーとした実環境に対する情報の埋め込みが可能となり、より高度な拡張現実が達成された。今後さまざまな応用の可能性を秘めた非常に興味深いプロジェクトであると評価できる。

13. 今後の課題

今後はコンテンツの供給までを考慮したシステム改良を行う必要がある。すなわち、画像処理能力など技術的な優位性のアピールのみならず拡張現実を用いた有用なアプリケーションの構築、提案やそれを容易に実現するためのプラットフォームとしての改良を行う必要がある。