

K-067

# 特徴点辞書を持つ3次元マップを用いた屋外におけるトラッキング手法の提案 Camera Tracking on the Outdoors Using a 3D Point Map with 2D Feature Dictionaries

神山 朗<sup>†</sup>  
Akira Kamiyama

赤嶺 有平<sup>‡</sup>  
Yuhei Akamine

## 1. はじめに

近年、現実空間から得られる情報より、情報端末上にCGやその他の情報を付加し、提示するAR(Augmented Reality: 拡張現実感)技術が注目され、話題になっている。

既存のAR技術を屋外に適用する場合、一般的なマーカ型ARではマーカにより屋外の景観を損なうため、実空間より得られる情報でトラッキングを行うマーカレス型ARを用いる必要がある。さらに屋外の環境、日照変化等に対してロバストな手法の選択も考慮する必要がある。

屋外の環境、日照変化に対しての解決策として、画像の回転や拡大・縮小及び照度変化にロバストなSURFアルゴリズム [1] で得られた自然特徴点を用いて、トラッキングを行うという手法が挙げられる。しかし、SURFアルゴリズムで得られる各自然特徴点の持つ特徴量は画像平面上の回転に対してはロバストであるものの、対象物を回り込むような角度変化に対しては実空間上の同一特徴点に対して同一の特徴量を検出することが難しい。

本研究では、トラッキングの対象となる空間を既知である屋外とし、トラッキングには、事前に作成した3次元の点群で構成されるマップを使用する。また、マップを構成する個々の点に対して一定の角度ごとに得られる特徴量を付加し、それを用いてトラッキングを行う手法を提案する。

## 2. 関連研究

2008年、Robert Castleらが、保持している複数のマップと、リアルタイムで作成しているマップとのマッチングを行い、トラッキングを行うPTAMM[2]を発表した。しかしながら、PTAMMはカメラのパンニングのような、カメラの位置を固定し、首を振るような動きに対しては高精度なトラッキングを行えるものの、ある対象物を注視点として、その周りを回りこむような動きに対してのトラッキング精度を保つことは難しい。また日照変化等に対してのロバスト性が低く、本研究の対象である屋外のような開空間には適さない。

## 3. マップに付加する情報

トラッキング時に使用するマップ内の点群と、カメラ入力から得られるフレーム内の2次元特徴点群との同定には、マップ内の点群に対し、ある角度ごとに特徴量を付加した情報(以下、特徴点辞書)を用いての特徴量マッチングを行う。特徴点辞書を作成するプロセ

スは以下である。

1. 屋外を適切に撮影した動画画像  $movie_A$  より、各フレームごとのSURF特徴点群を得る。
2. SURF特徴点群を因子分解法 [3] を用いて、3次元復元を行い、各フレームごとのカメラ位置姿勢と実空間上に点在する点群を得る。
3. BundleAdjustment[4]を用いて、2.の工程で得たカメラ位置姿勢及び実空間上の点群の補正を行う。これをマップとする。
4.  $movie_A$ の初期のカメラ位置姿勢を基準にして、3次元復元で得られた各フレームごとのカメラ位置姿勢より、得られたSURF特徴点群のカメラへの角度を算出する。角度の算出を図1に示す。
5. 算出された角度にSURF特徴量を関連付ける。これを特徴点辞書とする。イメージを図2に示す。
6. 作成した特徴点辞書をマップ内の個々の点に付加する。

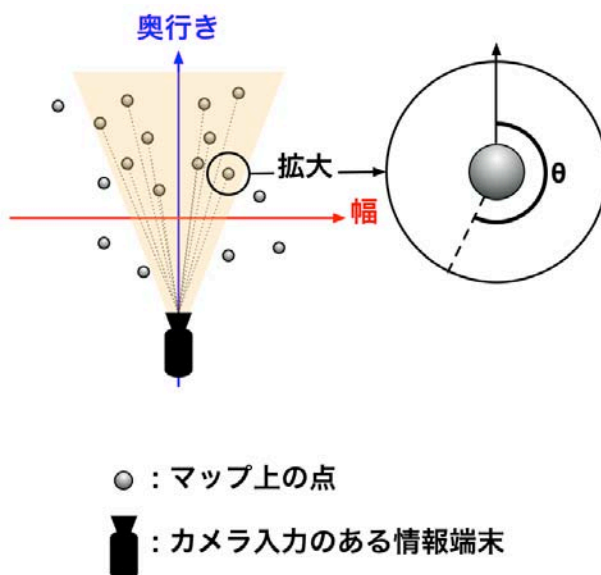


図1: 特徴量と対応付ける角度の算出

## 4. トラッキングプロセス

特徴点辞書を持つマップを使用して、トラッキングを行うプロセスの説明を以下に記す。

<sup>†</sup>琉球大学 大学院 理工学研究科

<sup>‡</sup>琉球大学 工学部 情報工学科

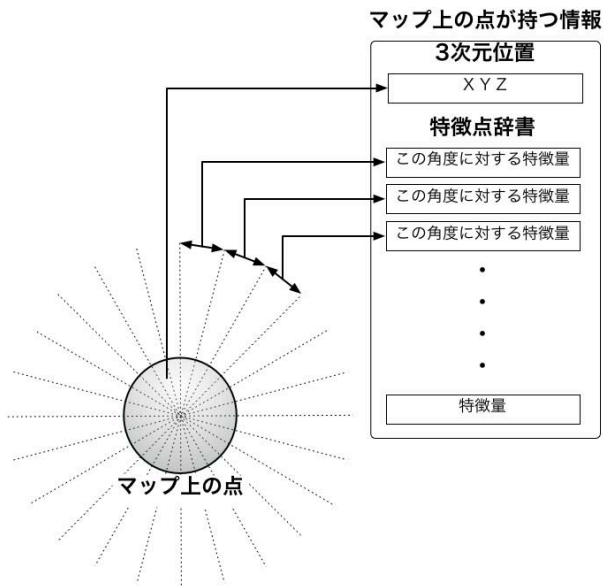


図2: マップ内の点を持つ情報

1. カメラ入力より得たフレームから SURF 特徴点群とそれに対応する SURF 特徴量群を得る。
2. 得られた SURF 特徴量群と、マップ内の点群が持つ特徴点辞書内の特徴量とのマッチングを行い、特徴量同士が近い SURF 特徴点とマップ上の点を同一の点とする。

## 5. 実験

### 5.1. 実験方法

同一の屋外を似たようなカメラ位置姿勢で撮影した動画像  $movie_A$  と  $movie_B$  を用意し、 $movie_A$  を用いてマップを作成した。そして、作成したマップに、本研究で提案する特徴点辞書を付加した  $map_A$  と、実空間上の特徴点が撮影された最初のフレームで得られた特徴量のみを、マップを構成する点に付加した  $map_B$  を新たに作成し、 $movie_B$  に対してのトラッキングを行った。

### 5.2. 結果と考察

トラッキング対象である動画像  $movie_B$  からの入力フレームより得られる特徴量群とマップ内の点の持つ特徴量とのマッチングにより、点同士の同定を行う。

図3は入力フレームの各2次元特徴点とマップ内の点との同定処理の際の特徴量マッチングの差の平均をフレームごとに示したグラフである。

提案手法である  $map_A$  を使用した結果が、特徴量を1つしか持たない  $map_B$  の結果に対して、ほぼ全てのフレームにおいて特徴量マッチングの際の特徴量同士の差が低く、提案手法の方がマッチングの精度を高いことを示している。

目視の検証においても、特徴量マッチング時に提案手法のマップ内の点に付加した特徴点辞書の角度ごとの特徴量のある程度正しくマッチしていることが確認でき、提案手法の有効性が確認できた。

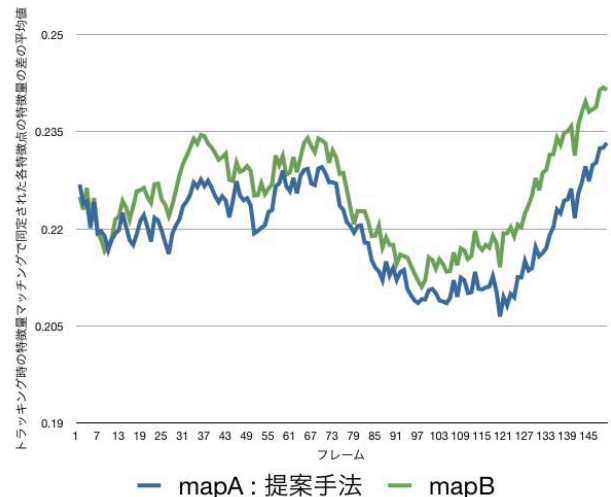


図3: 入力フレームの各2次元特徴点とマップ内の点との同定処理の際の特徴量のマッチングの差の平均値

## 6. まとめ

本研究では、マップを構成する点群に対し、角度ごとの特徴量をトラッキング時の同定処理に使用する情報として付加する手法を提案した。それにより、特徴量マッチングの精度を上げることができていることを示し、トラッキングの精度向上にもつながることを示した。

しかし、SURF 特徴量のマッチング処理にかなりの時間を要しており、今後は、マップを構成する点の特徴にしきい値を設け、マップ上から特徴が弱い点を排除することで、マップ内の点の総数を減らす工夫や、情報端末のカメラの向きを電子コンパス等のセンサを用いて取得し、トラッキング時の特徴量マッチングに使用するマップ内の点の持つ特徴点辞書内の特徴量のある程度絞り込むことで、マッチングの精度向上や処理時間の短縮を図る必要がある。

## 参考文献

- [1] H. Bay, T. Tuytelaars, and L. V. Gool, "SURF: Speeded Up Robust Features", Proc 9th European Conference on Computer Vision, 2006.
- [2] R. Castle, Georg Klein, and D. Murray, "Video-rate Localization in Multiple Maps for Wearable Augmented Reality" Proc 12th IEEE International Symposium on Wearable Computers, Pittsburgh PA, 2008.
- [3] 金出武雄, コンラッド・ポールマン, 森田俊彦, "因子分解法による物体形状とカメラ運動の復元", 電子情報通信学会論文誌 D-II, J76-D-II-8, pp.1497-1505, 1993.
- [4] B. Triggs, P. F. McLauchlan, R. I. Hartley and A. W. Fitzgibbon, "Bundle Adjustment - A Modern Synthesis", Vision Algorithms: Theory and Practice, LNCS, Springer, pp.153-177, 2000.