



仮想化現実モデルを用いたカメラトラッキングと 歩行者デッドレコニングの連携に基づく広域屋内測位

A wide-area indoor localization based on
integration of pedestrian dead reckoning into virtualized reality model-based tracking

牧田孝嗣¹⁾, 大隈隆史¹⁾, 石川智也²⁾, 興相正克^{1),2)}, 蔵田武志¹⁾

Koji MAKITA, Takashi OKUMA, Tomoya ISHIKAWA, Masakatsu KOUROGI and Takeshi KURATA

1) (独)産業技術総合研究所 サービス工学研究センター

(〒305-0031 茨城県つくば市梅園 1 - 1 - 1, { k.makita, takashi-okuma, m.kourogi, t.kurata } @aist.go.jp)

2) 行動ラボ株式会社

(〒305-0872 茨城県つくば市下萱丸 441 番地 2, tomoya-i@kodo-lab.co.jp)

概要: 本稿では、携帯情報端末の利用者の位置や姿勢に基づく情報サービスを、広域屋内環境において妥当なコストと精度で実現するための現実的な手段の 1 つとして、仮想化現実モデルを用いたカメラトラッキングと歩行者デッドレコニングの連携に基づく広域屋内測位手法を提案する。仮想化現実モデルを用いたカメラトラッキングは、高精度な絶対位置・姿勢の推定が可能である反面、推定可能な範囲やタイミングは限定的である。一方、歩行者デッドレコニングは、人の方位と移動量の推定による相対測位であり、常時推定が可能である反面、誤差が蓄積するという性質がある。提案手法では、これら 2 つの手法を連携し、絶対位置・姿勢の推定結果を相対測位を用いて補完することで利用者の絶対位置・姿勢の常時推定を行う。

キーワード: 屋内測位、拡張現実感、歩行者デッドレコニング、仮想化現実モデル

1. はじめに

ヒューマンナビゲーションシステムや拡張現実 (Augmented Reality: AR) アプリ、位置・地図連動型広告などの、位置や姿勢に基づく情報サービスが注目されている。屋外環境では、GPS をはじめとする GNSS (Global Navigation Satellite Systems) を用いた研究開発事例や実サービスが既に数多く存在する。ただし、GNSS は基本的に屋外でのみ利用可能であるため、屋内環境での位置姿勢計測やそれに基づく情報サービス実現に向けては、計測機器の設置コストや、電波強度、画像等の参照用データベースの作成コストなど、主に効率性の面において様々な技術課題が残されている。一方で近年、効率的に実環境の 3 次元形状を復元する手法が多く提案されていることから、撮影画像に含まれる画像特徴と実環境の 3 次元モデルの構造とを対応付けるような 3 次元モデルベースの位置姿勢推定手法は、今後に向けて有望な手法の 1 つであると考えられる。そこで本稿では、広域屋内環境において妥当なコストと精度で実現するための現実的な手段の 1 つとして、写実的なテクスチャと 3 次元形状データから構成される仮想化現実モデルを用いたカメラトラッキングと、歩行者デッドレコニング (PDR) の連携に基づく広域屋内測位手法を提案する。

2. 測位手法の連携

仮想化現実モデルを用いたカメラトラッキングは、高精度な絶対位置・姿勢の推定が可能である反面、画像特徴の映り込み状況に依存するため、推定可能な範囲やタイミングは限定的である。一方、PDR は、装着型センサを用いた人の方位と移動量の推定による相対測位であり、常時推定が可能である反面、誤差が蓄積するという性質がある。提案手法では、これら性質の異なる 2 つの手法を連携し、絶対位置・姿勢の推定結果を相対測位を用いて補完することで利用者の絶対位置・姿勢の常時推定を行う。カメラトラッキングと PDR の連携の概要を図 1 に示す。提案手法では、PDR による相対位置・姿勢測位を常時動かしつつ、仮想化現実モデルを用いたカメラトラッキングをサーバ内で別途行う。推定結果としては、カメラトラッキングが成功している場合にはカメラトラッキング結果を用い、失敗している場合には PDR の出力を採用する。カメラトラッキングが破綻した後は PDR に移行するが、移行時には直前のカメラトラッキング結果によって再初期化されるため、誤差が小さい状態から推定が開始できる。PDR を使用し続けると徐々に誤差が蓄積するが、次にカメラトラッキングが成功した際には再初期化され、再び蓄積誤差が解消される。

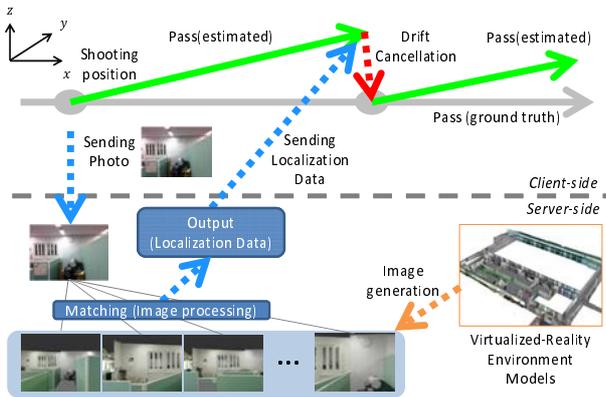


図 1: カメラトラッキングと PDR の連携の概要

3. 実験

提案手法のプロトタイプシステムを作成し、PDR による蓄積誤差がカメラトラッキングによって軽減される効果を確認するための実験を行った。システムの概要を図 2 に示す。PDR[1] と、携帯端末内蔵のカメラで撮影される実画像と仮想化現実モデルに含まれる画像との比較に基づく絶対位置姿勢推定 [2] の二つの計測手法により構成され、画像を撮影する携帯端末となるクライアントは Apple 社製 iPad2、画像からカメラの位置・姿勢を推定するサーバは以下のスペックの計算機 (Windows7、Intel(R) Core(TM)i5 CPU M520 2.4GH z) を用いた。PDR システムは、加速度センサ、ジャイロセンサ、地磁気センサ、気圧センサが内蔵されたセンサモジュール (Samsung RZ Galaxy) で構成される。ユーザは、腰前部にセンサモジュールを装着し、携帯端末を手で保持する。

次に、実験の手順を述べる。はじめに、オフィスビルのフロア内の部屋を用意し、カメラトラッキングのための地点を 1 カ所設定した。次に、部屋の外を回る周回コース (1 周約 60m) を設定した。はじめに部屋内の決まった地点で携帯端末を利用してカメラトラッキングを行い、その後部屋を出て、周回コースを歩いて移動する。最後に部屋に入り、開始時と同じ地点においてカメラトラッキングを再度行い、実験を終了する。ユーザが部屋に入った後に、測位手法が PDR からカメラトラッキングに切り替わった際の移動量 (以下、補正量) を記録した。本実験を、成人男性 1 名で、部屋の外を 1 周して戻る実験、及び 2 周して戻る実験をそれぞれ 5 試行ずつ行った。

図 3 に、プロトタイプシステムによって推定されたユーザの測位結果を、仮想化現実モデルに重ねて表示した例 (部屋の外を 1 周して戻る場合) を示す。なお図 3 において、測位結果を示す線の色はそれぞれ、青: 初期化時のカメラトラッキングパス、赤: カメラトラッキングから PDR への切り替わり時のパス、水色: PDR により推定されたパス、緑: PDR からカメラトラッキングへの切り替わり時のパス、を示す (緑の線の長さが、補正量を示す)。実験の結果、補正量の平均はそれぞれ、部屋の外を 1 周して戻る場合: 約 1.44m、部屋の外を 2 周して戻る場合: 約 2.03m、であった。

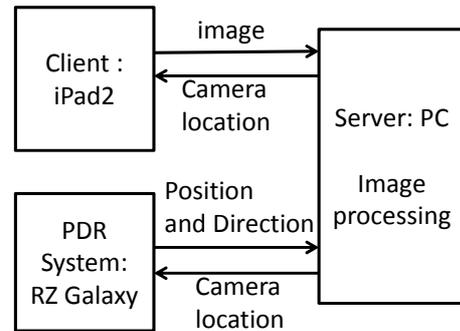


図 2: 提案手法のプロトタイプシステムの概要

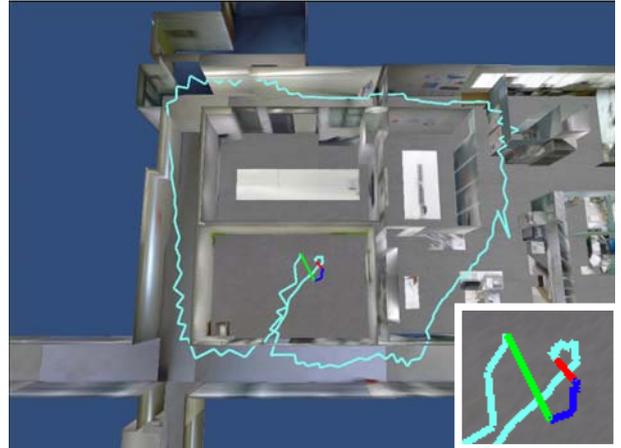


図 3: ユーザの測位結果の例 (右下は、カメラトラッキングのための地点付近の拡大図)

今後、広域環境において提案システムを動作させる場合には、仮想化現実モデルを用いたカメラトラッキングにおいて、画像間のマッチング処理の所要時間が増大すると考えられるため、PDR の出力データを利用した探索範囲の絞り込み等によるマッチング処理の高速化が必要である。

4. まとめ

本稿では、仮想化現実モデルを用いたカメラトラッキングと歩行者デッドレコニングの連携に基づく広域屋内測位手法を提案し、プロトタイプシステムを用いて小規模な実験を行った。今後は、広域屋内環境における実証実験を行う。謝辞 本研究の一部は、JST 戦略的国際科学技術協力推進事業 (研究交流型)「日本 フランス (ANR) 研究交流」の支援を受けて実施されました。

参考文献

- [1] M. Kouroggi et al, " Personal Positioning Based on Walking Locomotion Analysis with Self-Contained Sensors and a Wearable Camera, " Proc. ISMAR2003, pp. 103-112, 2003.
- [2] K. Makita et al, " Photo-shoot localization of a mobile camera based on registered frame data of virtualized reality models, " Proc. ISMAR2013, poster (to be appeared).