7U-04

SLAMを用いた屋内向けAR経路提示における オブジェクト領域の認識手法の提案

李 奇傑† 後藤 佑介†

† 岡山大学大学院自然科学研究科

1. はじめに

近年，自律ロボットの機能向上にともない，屋内で端末の自己位置推定と移動経路周辺のマップ（以下，環境マップ）を同時に作成するSimultaneous Localization And Mapping (SLAM) に対する注目が高まっている．特に，モバイル端末を用いて，SLAM による屋内向けのAugmented Reality (AR) ナビゲーションシステムの研究開発［1］が行われている．屋内で端末の自己位置推定と移動経路周辺の地図情報（以下，環境マップ）を同時に作成する SLAM では，ユーザの位置情報に基づく AR 空間をモバイル端末上に構築して，目的地までの経路を提示できる．従来の SLAM を用いた屋内向け AR 経路提示では，ユーザは環境マップで構成されるすべての平面領域を移動できるが，屋内移動時に障害物となるオブジェクトの領域を認識できず，ユーザが移動できない経路を提示する可能性がある．本研究では，SLAM を用いた屋内向け AR 経路提示におけるオブジェクト領域の認識手法を提案し，経路提示の精度を向上させる．

2. 研究関連

従来の SLAM は，光の飛行時間をもとに距離を計測する距離画像カメラを用いて位置情報を含む地図を構築できる．しかし，カメラのコストが高くユーザの負担は大きいため，単眼カメラによる Visual Simultaneous Localization and Mapping (v-SLAM) が研究 されている［2］．携帯端末に搭載されたカメラの撮影映像を用いて，画像処理で特徴点の動きを追跡することで，カメラの姿勢や位置を推測できる．

移動経路上に設置した AR マーカをもとに，ユーザが位置情報サーバから位置情報を取得する屋内向け AR ナビゲーションシステム［3］では，複数のユーザが位置情報を共有できる一方で，AR マーカを移動経路上に複数設置するコストは大きく，移動経路の精度は低い．また，加速度センサを利用してユーザの移動方向や移動距離を算出してユーザの移動経路を推定する技術である Pedestrian Dead Reckoning (PDR) を用いてユーザの位置情報を記録するアプリケーション［4］では，大規模の会場で高精度の案内経路をユーザに提示できる．しかし，ユーザには事前に作成した経路が提示されるため，他の候補となる経路を提示できない．

モバイル AR プラットフォームである Project Tango で利用される Augmented Reality Indoor Navigation［5］では，専用のカメラとセンサを組み合わせて，携帯端末で空間情報を認識できる．しかし，Project Tango では開発者が作成した地図情報をユーザが利用するため，ユーザは独自に地図情報を作成できない．

3. 提案システム

3.1 概要

本研究では，SLAM を用いて屋内向け AR 経路提示におけるオブジェクト領域を認識する手法を提案する．提案手法では，ナビゲーションが可能な領域を認識し，屋内移動時に障害物となるオブジェクト領域を除外して AR 経路を提示することで，ユーザは携帯端末を用いてナビゲーションの地図情報を容易に編集できる．

提案するシステムの構成図を図 1 に示す．本システムでは，ユーザが移動可能な経路となるオブジェクト領域を作成し，経路探索の精度を向上させる．特に，iPhone 端末上で v-SLAM による ARKit［6］を利用することで，現実世界における地面の領域を認識し，携帯端末の姿勢および位置データを利用する．また，統合開発環境である Unity［7］で構築したナビゲーションシステムでは，環境マップを用いて経路検索を行い，携帯端末の AR 空間上に経路を提示する．

3.2 環境マップの作成機能

Unity のナビゲーションシステムにおいて，NavMesh を用いて経路探索で必要となる環境マップを作成する方法を図 2 で説明する．ARKit を用いて平面と認識された領域に表面部分のコンポネントとなる NavMesh 平面を配置し，複数の表面を繋げるコンポネントである NavMesh のリンクを用いて，動的に NavMesh 平面を順番に連結する．このとき，正しく連結されていない NavMesh 平面は，手作業で NavMesh のリンクを

A Method to Recognize Object Region for AR Indoor Navigation with SLAM
† Qijie LI and Yusuke GOTOH
Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

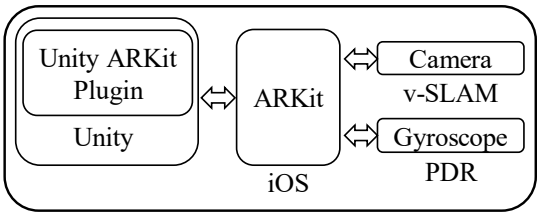
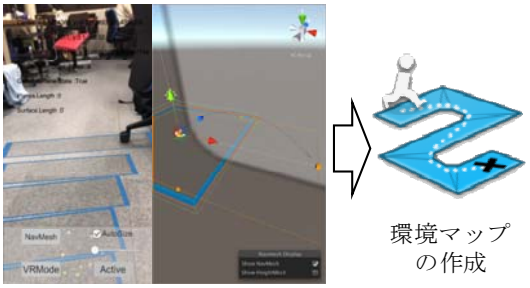


図 1　システム構成図



NavMesh 平面の配置および連結

図 2　環境マップ

設定して連結する．これにより，Unity は，ユーザが移動した領域に設定された NavMesh 平面を認識して環境マップを作成する．

3.3 AR 経路提示機能

環境マップの作成時に追加した NavMesh 平面をもとに NavMesh を作成して， AR 経路の提示機能を実現する．Unity のナビゲーションシステムでは，ユーザが設定した目的地の位置情報を取得して，移動経路のデータをもとに AR 経路を描画して，ユーザに提示する．

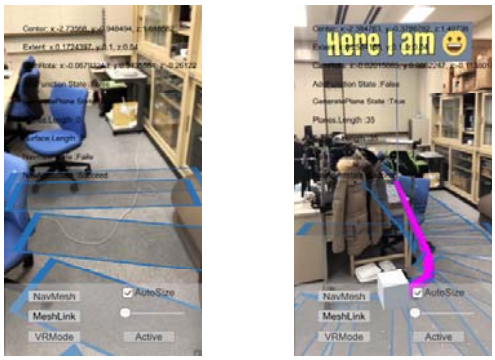
4. 設計および実装

環境マップの作成手順を説明する．はじめに，Unity でオブジェクトをフレームごとに更新する．また，ARKit を用いて携帯端末の画面の中心から平面に射影した点の位置情報を取得し，NavMesh 平面を追加する．追加した複数の NavMesh 平面で畳み込みが発生する場合，畳み込まれた NavMesh 平面を削除する．

AR 経路の提示処理では，Unity のインベントシステムを用いて，ユーザは携帯端末で操作することで処理を開始できる．

5. 実現例

提案システムの実現例を図 3 に示す．本システムは，Unity に Unity ARKit Plugin を用いて Unity 上でプログラミングを行い実現した．また，本研究で開発したアプリケーションを iOS 端末である iPhone8 にインストールし，動作確認を行った．図 3 の(A)，(B)に示すように，屋内の移動経路上に NavMesh 平面を追加して環境



(A) 環境マップの作成　　(B) 経路提示

図 3　提案システムの実現例

マップを作成し，目的地を追加した上で経路提示を行い，障害物の領域を考慮して目的地までの経路を正しく提示できることを確認した．

6. おわりに

本研究では，ARKit および Unity を用いて，SLAM を用いた屋内向け AR 経路提示におけるオブジェクト領域の認識手法を提案し，設計および実装を行った．実験結果より，提案手法を用いることで，障害物の領域を考慮して目的地までの経路を正しく提示できていることを確認した．

今後の予定として，図書館のナビゲーションシステムへの利用，および複数ユーザが Wi-Fi 環境で環境マップを共有する機能を実現する．

謝辞

本研究は，文部科学省科学研究費補助金・基盤研究(C)(16K01065)による成果である．

参考文献

[1] 田中成典，中村健二，藤本雄紀：AR ナビゲーションの開発，情報処理学会第 76 回全国大会講演論文集，pp.221-222，2014.

[2] 根岸拓郎，藤田悟：スマートフォン上の軽量 v-SLAM と PDR の連携，マルチメディア，分散、協調とモバイル (DICOMO2016) シンポジウム，pp.777-781，2016.

[3] 栗原和也，佐藤文明：位置情報サーバを用いた屋内ナビゲーションシステム，情報処理学会第 76 回全国大会講演論文集，pp.223-224，2014.

[4] Microsoft Path Guide: <https://mspg.azurewebsites.net/> (accessed 2017-12-26).

[5] Case Study: Augmented Reality Indoor Navigation | CI Mobile Minds, available from <https://www.cologne-intelligence.de/english/augmented-reality-indoor-navigation/> (accessed 2017-12-26).

[6] ARKit | Apple Developer Documentation, available from <https://developer.apple.com/documentation/arkit> (accessed 2017-12-26).

[7] Unity, available from <https://unity3d.com/jp/> (accessed 2017-12-26).

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.