

2025年 12月 1日

情報・知能工学専攻	学籍番号	223337	指導教員氏名	菅谷 保之
申請者氏名	田川 幸汰			

論文要旨(修士)

論文題目	ワイヤーフレームと全方位画像による簡易モデルを用いた屋内環境での自己位置推定
------	--

近年、デジタルツインの社会実装が進む中、屋内空間における位置特定およびナビゲーション技術への期待が高まっている。しかし、3次元計測機器やビーコン等の専用設備の導入コストの高さ、および単調な壁面が多い屋内環境における Visual SLAM の不安定性が、広範な普及を妨げる大きな障壁となっている。特にナビゲーション用途においては、幾何学的に厳密な形状復元よりも、特徴の乏しい環境下における動作の安定性とコストの抑制が重要となる。そこで本研究では、既存の建物情報である 2次元マップと全方位画像のみを用い、新たな設備投資を必要としない実用的な自己位置推定手法を提案する。

屋内環境の 3次元モデルは環境を簡易的に表現するワイヤーフレームモデルとし、屋内の離散的な位置で全方位カメラを用いて撮影した画像をテクスチャとして割り当てることで生成する。モデルの作成では、ユーザが 2次元マップ上でワイヤーフレームの頂点となる点の一部を指定し、残りの頂点配置やメッシュ生成、テクスチャの割り当てを半自動で行う方法を提案する。具体的には、撮影を行ったカメラ位置をもとにワイヤーフレームの頂点を決定し、それに応じてメッシュ分割を行い、各メッシュの重心にカメラの光軸が向くような画像を生成してテクスチャとして割り当てる。さらに、メッシュの法線とカメラの光軸のなす角度が大きいメッシュに対しては、複数視点からの画像にブレンド処理を適用することで、視覚的品質の向上を図る。

生成したモデルと入力画像との照合には、深層学習に基づく特徴点検出とマッチング手法を採用し、具体的には SuperPoint および SuperGlue を採用した。

大学構内の廊下環境における評価実験の結果、SIFT や AKAZE といった従来手法と比較して、提案手法は特徴の乏しい領域や大きな視点変化に対して著しく高い頑健性を示し、マッチング成功率において優位性が確認された。また、本研究室で提案された PnP 手法を用いて自己位置姿勢推定を行った結果、マッチングに成功したフレームの約 95%において有効な推定が可能であることを確認した。さらに、本手法を屋内ナビゲーションシステムへ実装して実証実験を行った。システムでは、提案手法単独ではなくモバイル端末の VIO (Visual-Inertial Odometry) と組み合わせることで、リアルタイム性および推定の安定性を実現した。その結果、特徴点が検出されにくい環境下においても、VIO が移動の連続性を維持しつつ提案手法が累積誤差を解消することで、リアルタイム性と安定性を両立したナビゲーションが実現可能であることを実証した。