

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 中澤 陽平
学位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博(工)第447号
学位授与の日付 平成28年3月23日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 可視光通信による屋内歩行者位置計測法に関する研究

論文審査委員 主査 教授・牧野 秀夫
副査 教授・山本 正信
副査 教授・前田 義信
副査 准教授・西森 健太郎

博士論文の要旨

本論文は、一般照明器具を利用した可視光通信による屋内歩行者位置計測法について述べられており、全4章から構成されている。第1章は「序論」であり、研究の背景である屋内外測位の必要性と技術的な課題および研究目的が述べられている。第2章は「可視光通信を用いた屋内測位方式」と題し、新たに提案する測位方式とその結果について述べている。ここでは、屋内測位で必要とされる7条件を設定し、これらの条件を満足するように測位方式が設定されている。すなわち、可視光通信用カメラ (Visible Light Communication Camera, 以下、VLC カメラ) による測位を行う際に処理時間と測位精度を含む7条件 (①屋内にランドマークを多数配置しても景観に問題を生じないこと。②進行方向などに関して利用者の意図の把握が容易なこと。③開始ボタンを押すといつでも端末のスポット測位ができること。④実用的な時間内に計測結果が得られること。⑤ナビゲーションに有効な精度で計測できること。⑥多数の端末でいつでも同時に利用できること。⑦実用的なコストで導入できること。) を考慮してシステムを構成する。ここで、処理時間の面では、実用的な時間内に計測結果が得られることを考慮し1秒以内を目標としている。また、測位精度はナビゲーションに有効な精度で計測できることを考慮し、位置精度10cm程度、方位角および仰角精度10°程度を目標としている。

第3章は、「初期位置導出とランドマークID推定」と題し、ランドマーク推定方法とその結果について述べられている。具体的には、実用上考えられる問題点について述べ、その解決方法が提案されている。まず、手で把持したVLSカメラを利用する場合、手振れによって画像上のランドマークの位置ずれが発生する可能性がある。そのため、受信時間の低減と画像上でのランドマーク実時間追跡を行うことで位置ずれの影響を低減する。次に、非線形最小二乗法による解法では与えられた初期値によっては、最適解に収束しない場合がある。そこで、カメラの光軸が上を向くようにして手に把持するという条件から4変数の方程式を導き、直接それを解くことでLM法の初期値導出を行い確実に最適解に収束させる。最後に、提案手法では、受信できた最小個数のランドマークの

みを利用するため、ランドマーク検出時の画像座標の量子化誤差が最終的な計測結果に大きく影響する。そこで、最小限の個数のランドマークから得られる一次位置・姿勢計測結果を利用して、ID 送信未対応の一般の照明に対し、予め計測した位置情報を追加する方式、いわゆるランドマークの ID 追加推定を行う。この方式により、処理時間を増加させることなく測位誤差を低減している。実験結果より、最低 2 個の情報送信型ランドマークが存在すれば、ID 追加推定により増加したランドマークを利用することで誤差 3cm 程度の高精度な測位が可能であった。処理時間に関しては、全体の測位時間 220ms~560ms となるのに対し ID 追加推定時間は 1%未満の 1ms~2ms であった。これらのことから同方式により、全体の処理時間をほとんど増加させることなく高精度な位置計測が可能であることを確認した。以上の結果、本提案方式が屋内位置計測で必要となる測位精度と処理時間を含む 7 条件を満たすことが示された。

第 4 章は「総括」であり、論文全体のまとめと今後の課題について述べられている。

参考論文

1. 中澤陽平, 牧野秀夫, 西森健太郎, 若月大輔, 小林真, 駒形英樹:
ナビゲーションを目的とした可視光通信による屋内歩行者位置計測法
平成 28 年 2 月発行 電子情報通信学会論文誌 第 J99-D 巻第 2 号
165~177 頁に発表

審査結果の要旨

提出された論文中で述べられている「VLC カメラによるスポット測位を行う際に満たすべき 7 条件」を念頭に、処理時間と測位精度を考慮してシステムが構成された。その結果、処理時間の面では、実用的な時間 1 秒以内に計測結果が得られることを実験により示した。また、測位精度については歩行時のナビゲーションに有効な、位置精度 10 cm 以内、方位角および仰角精度 10° 以内を達成することができた。同時に屋内位置計測で必要となる 7 条件もすべて満たすことが示された。さらに、提案方式は電波を利用しないため、関連の法的許可が不要であり、既存の照明器具を情報送信型 LED に交換するのみで構築できることも大きな特徴である。これらの結果より、全体構成として実証実験に基づく論文であり、実用性並びに有用性も認められた。

以上要するに、本論文には多くの独創性、新規性が認められ、博士論文に相応しい内容であることから、博士(工学)の学位論文として十分に価値があるものと認定した。