

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13727 号
------	---------------

氏 名 渡邊 康祐

論文題目

回転磁石マーカによる動的磁場を用いたスマートデバイスの位置推定手法

(A Smart Device Positioning Method using a Dynamic Magnetic Field by a Spinning Magnet Marker)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	未来社会創造機構	教授	河口 信夫
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	道木 慎二
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	内山 剛
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	米澤 拓郎
委員	奈良先端科学技術大学院大学	先端科学技術研究科	教授	安本 慶一
委員	長崎大学	情報データ科学部	准教授	神山 剛

論文審査の結果の要旨

渡邊康祐君提出の論文「回転磁石マーカによる動的磁場を用いたスマートデバイスの位置推定手法」は、強力な永久磁石を回転させて動的な磁場を発生させ、磁気センサを用いてスマートデバイスの位置を高精度で推定する手法を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、ユビキタスコンピューティングにおける位置情報の重要性について述べ、スマートデバイスの普及により、位置情報の活用が広がっていることを示している。また、様々な位置推定に関する技術が登場しているが、スマートデバイスの位置推定はまだ制約があり、高精度位置推定を可能にすれば、位置に基づく様々なサービスの実現できることを説明している。例えば、ワイヤレス給電や、パラメトリックスピーカ、動的なプロジェクションなど、高精度位置に基づいたサービス実現の可能性を説明している。また、本論文の貢献として、安価な回転磁石マーカによるスマートデバイスの3次元位置推定、経路推定を挙げている。

第2章では、位置推定に関する最新の研究動向を示しており、様々なメディアを用いた測位手法を説明している。電波を用いた手法として、WiFi, BLE, UWBを利用した関連研究を示し、超音波を用いる手法、加速度センサ、可視光などを用いる手法について説明している。また、磁場を用いた位置推定手法について、静的磁場や動的磁場さらに回転磁石マーカを用いた手法について、既存手法として詳細に説明している。また、スマートデバイスを用いた位置推定における課題を俯瞰している。

第3章では、スマートデバイスの高精度位置推定を実現するための回転磁石マーカについて、従来研究の課題を挙げた上で、リアルタイムに回転子の位置把握が可能なシステムとして、ステッピングモーターを用いた回転磁石マーカを提案している。強力な永久磁石を用いることにより、コイルを用いた手法と比較して、低電力で実現できることを示している。また、実用化のために、企業との共同研究の成果として製品化可能なレベルの回転磁石マーカを試作し、デモを行った様子を示している。

第4章では、3章で提案した回転磁石マーカを用いて発生させる動的磁場によって、スマートデバイスが静止している状態での3次元位置推定手法を提案している。回転磁石マーカによりマーカ周辺の磁場は3次的に回転する。この回転に応じて、各場所には固有の磁場変化が発生する。この変化を確認するため、磁場シミュレータを用いた可視化を行った。さらに、仰角、方位角、距離の推定を行うための基本的な推定式を算出した。また、スマートデバイスの磁気センサの精度は決して高くないため、ノイズの影響を低下させる必要がある。本論文では、磁気データの移動平均を取得することにより、ノイズの影響を避ける手法を提案している。結果として、回転磁石マーカから半径3m以内で10cm以下の推定精度を達成した。一方、この手法では、方位角の推定では180度の差が本質的に生じてしまうため、この解消のために非対称磁石を用いた手法の検討を行っている。

第5章では、回転磁石マーカによる動的磁場により、スマートデバイスの移動経路を推定する手法を提案している。4章の手法は、一定時間スマートデバイスが停止していることにより、センシングデータのノイズ除去を行い、その結果、高精度な位置推定を実できていた。一方、スマートデバイスが移動していると、その位置推定は困難であった。本章では、スマートデバイスの移動経路をある程度限定することにより、デバイスが移動していても、その経路を推定する手法を提案している。スマートデバイスが移動すると、移動経路に従い磁場の強度が変化する。その強度変化のカーブフィッティングを行うことにより、移動経路を推定することが可能になる。

第6章では、本研究の成果をまとめる共に、将来、複数の回転磁石マーカを用いた推定手法について、その可能性について述べている。特に複数マーカを用いたことにより、より広いエリアでの位置推定が可能になるため、様々な応用可能性について述べている。また、磁気による位置推定の有効性が示されれば、スマートデバイスにより高精度の磁気センサが搭載されることが想定できる。そういった際には、半径7m程度まで推定エリアを広げることが可能になり、よりサービス実装が現実的になることを示している。

以上のように本論文では、強力な永久磁石を用いた回転磁石マーカにより、高精度なスマートデバイスの位置推定手法を提案しており、静止しているデバイスでは半径3m以内で10cm以内、移動経路では、1m以内での経路推定を実現した。これらは、安価なスマートデバイスのセンサでは実現できなかった精度であり、様々な応用可能性を秘めており極めて有用である。よって、本論文の提出者である渡邊康祐君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。