

## 審査の結果の要旨

氏 名 韓 燦 教

本論文は「Force Markers: Embossed Fiducials for Recognizing Physical Objects on Pressure-Sensitive Touch Surfaces (Force Markers: 感圧式タッチセンサ面上に配した実物体認識のための凹凸基準マーカ)」と題し、実物体に凹凸を有する基準マーカを貼付し、感圧式マルチタッチセンサ面上に置くことで、その種類と動きを認識する手法について論じたものであり、全体で6章からなり、英文で記述されている。具体的には、凹凸基準マーカに関して、物品管理に用いるための設計手法・多様な力覚インタラクションのための設計手法・自由な組換えを可能にするモジュール化のための設計手法を提案・実証している。

第1章は「Introduction (序論)」であり、タンジブルユーザインタフェースにおけるインタラクティブサーフェスと実物体を組み合わせの中で、基準マーカの役割および感圧入力によるインタラクションの拡張について述べている。そして本論文で用いる感圧式マルチタッチセンサとパッシブな凹凸基準マーカを組み合わせることの有用性と課題について述べ、本研究で目指すシステムの形を提示している。

第2章は「Related work (関連研究)」であり、まず従来のタンジブルユーザインタフェースにおけるインタラクティブサーフェスの役割に関する先行研究を整理している。そのうえで、マルチタッチセンサ面を実現するための要素技術を比較し、光学的に読み取るマーカと異なる凹凸基準マーカの設計要件について論じ、課題を明らかにしている。

第3章は「BumpMarker: An Embossed Marker Design for Inventory Management Systems (BumpMarker: 物品管理システムに用いるための凹凸基準マーカ設計)」と題し、物品管理において、配置位置と向きを検出するだけでなく重量の計測も行うことを目的とした凹凸マーカの設計手法に関して論じている。埋め込む突起の配置順を工夫することで重心のずれを軽減し、認識を頑健にする提案に新規性がある。プロトタイプを実装して、アジア最大級の国際展示会であるCEATECにてデモ展示を行った。

第4章は「ForceStamps: An Embossed Marker Design for Diverse Force Interactions (ForceStamps: 多様な力覚インタラクションのための凹凸基準マーカ設計)」と題し、マーカ上に様々な触感を持つ素材や構造物を付着することで多様な力覚インタラクションを実現した。このためにマーカの形状とIDを新たに設計した。さらに、プロトタイプングのためのツールキットを作製し、東京大学GCLプログラムにおいてグローバルデザインワークショップ (GDWS) を実施し、ユーザスタディまで行った。また、ツール

キットはオンラインリポジトリにおいて一般公開している。

第5章は「PneuModule: A Dynamic Embossed Marker Design for Modular Physical Interfaces (PneuModule モジュール構造の物理インタフェースのための動的凹凸基準マーカ設計)」と題し、4章を発展させ、インタフェースのレイアウトを容易に変更可能にするためのモジュール化の手法を提案している。具体的には、空気圧によってマーカのパターンを動的に変化させることにより、モジュールの認識、および入力の変換を可能にしている。上記の仕組みを実現するための構造設計と素材の検討を行い、可動範囲を決めるための工夫を述べている。さらに、提案システムを用いた多数の応用例を実装することで実用性を示している。

第6章は「Conclusion (結論)」であり、本論文の主たる貢献をまとめ、今後の展望について述べている。

以上を要するに、本論文は、実物体に凹凸を有する基準マーカを貼付し、感圧式マルチタッチセンサ面上に置くことで、その種類と動きを認識する手法について論じたものであり、凹凸基準マーカに関して、物品管理に用いるための設計手法・多様な力覚インタラクションのための設計手法・自由な組換えを可能にするモジュール化のための設計手法を提案・実証しており、電子情報学の各分野の今後の進展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。