

論文審査の結果の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 芳賀 浩史

本論文は「静電気力を用いたインタラクティブ視触覚ディスプレイに関する研究」と題して、従来は視覚情報の提示のみであった情報ディスプレイに静電気力を生じさせる電極構造を加えて、ユーザーの指が画面に触れた際に触覚刺激を提示する機能を有する視触覚ディスプレイ技術の設計論が示される。

静電触覚ディスプレイは電極と絶縁層とで構成され、電極に電圧を印加した際に指と電極との間に生じる静電気力によって触察時の摩擦力を変化させて振動刺激を行う触覚ディスプレイである。映像ディスプレイに積層して利用することができるため、インタラクティブ視触覚ディスプレイへの応用が期待されている。複数の指で操作可能な視触覚ディスプレイを実現するには3つの課題がある。本論文ではこれらの課題を解決するためのハードウェアの設計指針についてプロトタイプの開発とその実験により明らかにされる。

第1の課題はマルチタッチに対して独立した刺激を提示する、触覚刺激の空間的局在化である。直交するX電極とY電極に、指先の振動検出閾値が大きい1240 Hzと1000 Hzの交流電圧信号をそれぞれ印加すると、電極の交差部分で振動検出閾値が小さい240 Hzの静電気力振動がうなりにより発生し、局在化された触覚刺激を提示できることを示す。

第2の課題は静電触覚ディスプレイと静電容量センサーとの共存化である。XY電極構造の静電触覚ディスプレイを用いて、電極の時分割駆動の手法で解決される。さらにアレイ状に配列したセグメント電極構造の静電触覚ディスプレイを用いて、マルチタッチ入力とヒトの電氣的接地状態に依存しない安定した触覚刺激を提示の可能性が実証される。

第3の課題はクリック感の提示である。ラテラルモーションと呼ばれる面内の動きを併用してクリック感を提示する手法において、タッチ面の振動方向が指の長軸方向の場合は、短軸方向の場合と比較して触覚刺激が強く知覚されることが主観評価実験により明らかにする。

本論文は7章で構成されており、各章の概要は以下の通りである。

第1章では、研究背景、本研究の動機と目的が示される。

第2章では、これまでの触覚ディスプレイ技術のレビューとともに、液晶ディスプレイにタッチセンシング機能を付与する技術が示される。

第3章から第5章において、静電触覚ディスプレイにおける触覚刺激の空間的な局在化、静電容量センサーとの共存化、ならびにマルチタッチ化の技術開発が示される。

第6章では、ディスプレイパネルを表示面に平行な向きに機械的に動かすことでクリック感を提示するラテラルモーションに関する主観評価実験が報告される。

第7章では、本論文のまとめと今後の展望が記述される。

本論文については、令和5年2月11日に審査委員ならびに関連分野の研究者等の出席のもとで、公聴会が開催され、論文内容の発表および質疑応答が行われた。公聴会終了後に審査員全員による学位審査委員会が開催され、本論文の内容が詳細に検討された。その結果、マルチタッチに対して独立した刺激を提示する空間的局在化の課題に対してX電極とY電極で構成した電極基板を用いてヒトの触覚閾値の低い静電気力振動を特定の交差部分に発生させる構成の新規性と、電極の時分割駆動による静電容量式タッチパネルとの共存化、ならびにヒトの電氣的接地状態に依存しない安定した触覚刺激の提示法の有効性が認められた。つまり、本研究によって得られた成果は工学的な価値が高く、研究内容の学術レベル、研究としての独創性・実用性において優れたものと判断した。

以上により、本論文は博士（工学）の学位論文に値するものと認める。