

審査の結果の要旨

氏名 河野通就

本博士論文は、身体に電気入力を行うインタフェースの実験基盤に関するものである。Human Computer Interaction (HCI) の研究分野で、人間の身体能力を拡張し、インタラクティブシステムを構築する手段として、身体の電气的な特性に基づき人工的な電気入力や電気刺激を行う手法は近年多く利用されるようになってきている。しかし、このような新しい手法では、安全性などの観点から実践が難しく、またその受容性に課題が残っている。本論文では、HCI の分野のみならず、身体と電気入力に関連する分野の知見を体系的に整理し、安全基準の明確化を行い設計指針を提供している。さらに、これらのシステム構築を容易にするためのツールキットの提案と実際の応用についても実践を行い、開発者とユーザ双方が身体に対する電気入力を用いた技術開発を行いやすくする実験基盤について提案している。

第 1 章では、身体に対する電気入力あるいは電気刺激を行うインタフェースを **Electrical Body Hacks**(以下 **EBH**)と総称し、装着型インタフェースや埋め込み型インタフェースと比較した位置付けを行なっている。ここでは **EBH** は可動性の観点において優れている一方で、人体は必ずしも電気に対して安全ではないことを指摘し、そのための安全基準を明確にする必要性について述べている。

続く第 2 章では、HCI 分野におけるこれまでの **EBH** の事例、HCI 分野以外における身体の電気安全に関する基準を整理しまとめている。

第 3 章では、第 2 章の内容を元に、**EBH** を利用したシステム開発を行う際の設計指針を提案している。HCI 分野で電気安全を議論する際に難しかった安全基準の理解が、複数の分野を横断する形で体系的にまとめた本設計指針を通して円滑に行えるようになった。

第 4 章では、多チャンネル出力が可能な電气的筋刺激 (EMS) ツールキットについて論じた。近年の HCI 分野で盛んに利用される **EMS** ではあるが、その機材について追実装性と出力の自由度の点において課題があった。本章では、オープンソースとして公開したツールキットを通して、それらの課題解決に取り組んでいる。またワークショップにおいての本ツールキットの使用実績と成果について報告し、その有用性を考察した。章の終わりには、ツールキットを発展させる場合の指針を述べ、その意義と安全に関する議論を行なっている。

続く3章では、前半に述べた EBH の設計指針に基づいたシステム事例を述べる。第5章では、人間の顔に EMS を適用し、人工的な表情形成と感情に対する影響について調査した。ここでの実験を通して、EMS を用いて人間の表情形成を行うとネガティブな感情に対してより大きな効果が得られることが確認された。第6章では、第5章で明らかになった知見を応用し、EMS をバーチャルリアリティ (VR) コンテンツと組み合わせ、恐怖感と痛みを伴うシチュエーションの体験を向上させることについて取り組んだ。ここでは、映像と EMS による顔の刺激を複合的に利用することで、VR 体験が向上させられることが明らかになった。

第7章では、人間が手で触れることによって低電力の電子デバイスを稼働させる手法について提案を行った。これまでの章における実践は電気の知覚作用を伴う応用例であったが、本章で行うのは知覚作用を伴わない応用事例である。身体に対して電気信号が入力されるが、それが安全にかつ知覚されない条件で電流が身体を経由することができ、それによって電子デバイスへの電源供給を行えることを示した。

第8章では、前章までに示した提案と実践を元に身体に電気入力を行うインタフェースの受容性について議論し、本博士論文の制約について述べている。また筆者の上述の経験に基づいたシステム開発やワークショップを行う上での知見が整理した。最終章である第9章で本研究の貢献についてまとめを行なっている。

最終審査会では、論文の構成に従って発表を行ない、質疑を行った。審査委員からは、EMS 等、インタラクティブシステムの新しい構築手段として近年注目されている領域で、システム構築を支援するシステム手法や具体的なツールキットを提案している点に評価があった。一方で、提案しているガイドラインや本研究の知見を用いてシステムをデザインする際の確立したメソドロジーとしては、事例評価の積み上げが必要であろうとの意見もあった。しかしながら、総合的には、本論文の内容が博士論文の水準に充分達しているということに審査委員全員が合意した。よって本論文は博士 (学際情報学) の学位請求論文として合格と認められる。