

## 審査の結果の要旨

氏 名 鳴海 紘也

本論文は英文で書かれ、「Phase-changing interfaces for human-material interaction (ヒューマン・マテリアル・インタラクションに向けた相変化インタフェース)」と題し、5章からなる。インタフェースを介した人とコンピュータとのやりとりである従来のヒューマン・コンピュータ・インタラクションに加え、人と日常環境に存在する物体が、その物質の持つ機械的・電氣的・化学的な変化、変形、流動などを通じてインタラクションを行うヒューマン・マテリアル・インタラクションについて論じている。

第1章は、「Introduction (序論)」であり、ヒューマン・コンピュータ・インタラクションにおけるインタフェースの歴史を整理している。かつてごく限られた人間だけが使用できたコンピュータがより一般的に普及していく中で、インタフェースが情報的な側面よりも物理的な側面を強調してきたことに着目し、人がコンピュータに限らず日常に存在するような物体と直接やりとりを行う新たなビジョン、ヒューマン・マテリアル・インタラクションを提案している。

第2章は、「Human-material interaction & phase-changing interfaces (ヒューマン・マテリアル・インタラクションと相変化インタフェース)」であり、前章で着想したヒューマン・マテリアル・インタラクションについてその定義と発展の要因、従来のインタラクションとの比較、近年における具体的な事例の提示、デザインスペースの考察を行っている。また、そのようなインタラクションの実例として、第3章および第4章で詳述される物質の相変化を利用した二種類の相変化インタフェースを提案した。

第3章は、「Liquid Pouch Motors (リキッドパウチモータ)」であり、液体と気体との間で生じる相転移を活用したアクチュエータの構成法について論じている。リキッドパウチモータは、プラスチックフィルム内部に少量の液体を封じ込め、この液体が外部から与えられた熱により気化することに伴う圧力上昇を駆動力として用いる新たなアクチュエータである。従来の空気圧アクチュエータと異なり、薄く柔軟で、外付けポンプが不要であることから、柔らかいロボットやユーザインタフェースへの応用に適している。本章では、このアクチュエータの構成法と設計・製造方法、制御のためのモデルの解析と機械的な特性について論じている。さらにリキッドパウチモータの特性を生かしたアプリケーションとして、電気駆動型の薄型ロボットインタフェース Electric phase-changing actuator、環境熱を利用し変形する建築 Papilion、体温と周囲の環境

光により形態を変える洋服A LIVE UN LIVE、無線かつ選択的にリキッドパウチモータを駆動するLaser Pouch Motorsといった様々なアプリケーションの展開について示している。

第4章は、「Self-healing UI（自己修復ユーザインタフェース）」と題し、カーボンナノチューブとポリボロシロキサンを用いた導電性柔軟素材の作製方法とその電氣的・機械的特性、実現されるインタラクション手法について論じている。この導電性柔軟素材は、圧力により柔軟に変形するだけでなく、物理的に切断されても機械的・電氣的に自己治癒するという性質がある。本章では、機械的・電氣的に高性能である単層カーボンナノチューブおよび価格の点で有利で量産性に優れる多層カーボンナノチューブを用いた二つの導電性柔軟素材の実装と評価について述べ、さらに、こうした導電性柔軟素材を用いたロボットやユーザインタフェースへの応用について議論している。特に、自己修復ユーザインタフェースという新しい概念を提唱し、デバイスが変形、切断、融合することによって実現する新たなインタラクションについて論じ、その有効性を様々なアプリケーションの実装によって示している。

第5章は、「Conclusions（結論）」であり、本論文の貢献と展望について述べている。インタフェースが普及していく中で、その物質的な側面を拡大していくという文脈から提案されたヒューマン・マテリアル・インタラクションおよび相変化インタフェースによる日常の物体とのインタラクションを振り返り、マテリアルとのインタラクションを行う上での限界と展望を論じた。

以上これを要するに、本論文は、従来のコンピュータとのインタラクションだけではなく、物質の機械的・電氣的・化学的特性を利用することで実現する物質とのインタラクションについて述べ、さらにその実例として物質の複数の「相」を自在に操ることにより形状が変化するインタフェースであるリキッドパウチモータと自己修復ユーザインタフェースと呼ばれる二つの技術提案を通じて、従来のインタラクションの範囲を拡張する多様かつ直感的なユーザインタフェースが実現可能であることを示しており、電子情報学上貢献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。