

審査の結果の要旨

氏 名 奥 谷 文 徳

本論文は、「折り紙の変形を起こす軽薄な機構と回路に関する研究」と題し、7章からなる。折り紙の軽さ・薄さを活用したロボットを実現するための様々な要素技術とその実装方法について論じている。

第1章「はじめに」では、関連研究を概観するとともに、軽薄な変形する折り紙を活用したロボットを実現するための要素技術として解決すべき問題と解決への糸口について示している。

第2章は、「折り紙の構成面の電氣的接続」と題し、折り紙を用いたロボットにおいて電気エネルギーを各所に送り届けるための導線を導電性インクの印刷のみによって実現するための手法について述べている。本研究ではその配線パターンに踏み込み、折り紙が有する数学的・幾何学的な性質を活用して印刷のみで全ての構成面への配線を実現した。配線の可否判別アルゴリズムに加え、配線が不可能であった場合に配線を可能とする折り紙への設計変更を行うアルゴリズムについて論じている。

第3章は、「折り紙の順序動作のための論理回路」と題し、配線だけでなく、折り紙の変形同士の時間的な順序を制御する回路を構成する手法を提案している。提案手法を用いて、折り紙の形状によって選択的なアクチュエータへの電力供給を可能にする配線方法を示した。そしてこの構造を直列・並列接続した回路で、折れ線の角度の組み合わせによって導通・断線を切り替える回路を実現した。この回路と論理式との対応によって、所望の順に所望のアクチュエータを駆動し、変形の順序を制御できることを示した。

第4章は、「円筒折における変形の機械的伝搬」と題し、折り紙の変形を起こす軽薄な機構の研究について論じている。折り紙の変形には、剛体折と呼ばれる折り目の角度のみが変化する変形とは別に、構成面の弾性変形を含む変形が存在する。この弾性エネルギーを活用し、円筒折と呼ばれる複数の安定な状態を持つ折り紙において、異なる安定状態へと遷移する変形が次々と生じる機構が実現できることを示した。

第5章は、「円筒折による順序動作の実現」と題し、機械的に変形を伝搬させる際に折り紙の変形同士の時間的な順序を制御する機構の実現について論じている。1アクチュエータでの制御にもかかわらず段階的に円筒折が変形する構造について示した。折り紙の遷移の順番を司るヒステリシス特性等もまとめ、折り紙の変形の順序を制御できる機構を実現した。この手法により、折り線の工夫のみで折り紙の変形の順序を制御でき、また所望の折り目のみを折った状態も1アクチュエータで実現できることを示した。

第6章は、「円筒折と論理回路を利用した移動ロボット」と題し、電氣的な制御と機

械的な制御を統合したロボットの設計と実装について論じている。円筒折は展開状態と収縮状態で安定であり、その2状態には長さ以外にも様々な形状パラメータを変化させる。これら様々な形状パラメータの変化を用いて地面との摩擦を制御するなど、環境との相互作用を制御し移動を実現する。移動には円筒折を順に伸縮させる必要があり、この順序を円筒折の折り線パターンの工夫による実現によって、1アクチュエータでの移動を実現した。そしてさらに、この1アクチュエータを折り紙の形状を入力とした論理回路で電氣的に制御した。

第7章「おわりに」は本論文で得られた結論について述べている。

以上これを要するに、本論文は、折り紙の利点である軽さ・薄さを生かしたロボットを構成する、変形のための機構と回路を軽薄に実現するための要素技術に取り組み、折り紙の利点を最大限に活かした変形するロボットを実現する手法を示しており、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。