

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 及部 七郎斎

本論文は、「リニアアクチュエータアレイによる分散マニピュレーション法の新しい制御論理に関する研究」と題し、アレイ状に並べられた多数のアクチュエータが協調して対象物を操作する「分散マニピュレーション」という新しい概念をとりあげ、一般的な制御アルゴリズムを提案するとともに、実際に多数のリニアアクチュエータを用いた実験装置を製作して、「つかむ」「計る」「運ぶ」という基本動作や、それらの複合動作を実現したもので、以下の8章および付録によって構成されている。

第1章は序論であり、分散マニピュレーションの定義を述べ、研究現況を概観し、体系的な研究の必要性を述べている。

第2章「分散マニピュレーションの基本要件」では、二次元平面に多数並べられ上下方向のみに駆動されるリニアアクチュエータアレイが対象物に作用する、分散マニピュレーションの基本要件を明らかにしている。すなわち、アクチュエータ間隔は必ず有限の値となるので対象物の情報はアクチュエータ間隔に制限された形でしか得られないこと、対象物の密度によってマニピュレーションに必要な力密度が制限を受けること、制御には必ず無駄時間が生じかつアクチュエータの並べ方に依存することなどについて考察を加えている。

第3章「計る」では、外乱オブザーバアレイによる、対象物の重量、重心位置、慣性モーメントを推定する手法の提案を行っている。全てのアクチュエータに配した外乱オブザーバ各々の情報を統合することによって可能になる興味深い手法である。アクチュエータ群の上に雑誌を載せ、シミュレーションと実験結果を検討した結果、第5章の「運ぶ」動作で用いるために必要な精度で推定ができていることを確認している。

第4章「つかむ」では、各アクチュエータにインピーダンス制御を施して実現される、面インピーダンス制御と呼ぶ手法を提案し、堅い面、柔らかい面などを自在に実現している。ここでは、要素技術として、可変ホームポジション構造（アクチュエータと対象物の接触点に応じて平衡位置を可変にすることにより、形状に合わせた荷重分散を考慮した把持が可能となる）、時変インピーダンス制御（パラメータを時間変化させることにより、加速度変化を抑制し衝撃吸収効果のある面が実現できる）という重要な提案を行っている。

第5章「運ぶ」では、自律分散システムの視点を導入し、各アクチュエータの自律性による局所的な制御とアクチュエータ群全体を制御する集中系の二つを組み合わせ、分散集中複合系の提案を行っている。アクチュエータ群の制御には、フィードフォワードとフィ

ードバックによる方法を提案した。とくに後者では目標値応答特性が自由に設計できるようになるが、2章で指摘した無駄時間による不安定化を抑えるために、外乱補償器を含んだスミス法を適用し、制御性能を改善している。

第6章「動作の有機的な結合」では、3～5章で提案し実現した基本三動作「計る」「つかむ」「運ぶ」を有機的に結合させ、たとえば「計りながらつかむ」では、計る動作で得られた情報を活用し、対象物に不用意なモーメントを発生させることのない把持を実現している。同様に、「つかみながら運ぶ」「はかりながらつかみ、そして運ぶ」においても、提案した二つの複合動作「計りながらつかむ」「つかみながら運ぶ」を結合させ、各動作の有機的な結合に成功している。

第7章「結論」では本論文の成果をまとめ、また、第8章では今後の展望を述べている。さらに、付録として、自作した実験装置の構成などが示されている。

以上これを要するに、本論文は、多数のアクチュエータが協調して対象物を操作する新しい概念である「分散マニピュレーション」において、外乱オブザーバレイ、面インピーダンス制御、分散集中複合系などの一般的な制御アルゴリズムを提案するとともに、上下方向にのみ動かせる多数のリニアアクチュエータを二次元平面に配置した実験装置を製作し、「つかむ」「計る」「運ぶ」という基本動作およびそれらの複合動作を実現したもので、電気工学、制御工学上貢献するところが少なくない。よって、本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。