

## 論 文 要 旨

2017年 3月 10日

※報告番号	第	号	氏 名	村山 栄治
主論文題名 多自由度空気圧シリンダシステムの制御系設計手法に関する研究				
<p>マニピュレータというと実用化も進み、完成した技術のように感じられるが、現在でも様々な用途を目的として研究が盛んにおこなわれている。これら最新のマニピュレータの多くは、今まで主流であったモータなどの電動アクチュエータを使用せず、従来の電動アクチュエータを使用したマニピュレータでは実現できなかった作業を可能にしている。一般的なマニピュレータには、モータなどの電動式アクチュエータが用いられる場合が多く、ギヤボックスなどの減速機構を組み合わせて正確な位置制御を実現している。しかし、減速機構を組み込むことで、関節まわりの大きさや質量が増大してマニピュレータの重量バランスが悪化することや小型化が困難になる場合がある。また、減速機構により大きなトルクが得られる分、レスポンスが悪くなり、さらに歯車の組合せにより関節の剛性は高くなってしまい、柔軟性が失われる傾向がある。これらの問題などを含め、マニピュレータに使用されるアクチュエータには、電動の他にも様々なデバイスが検討されており、空気圧アクチュエータもその一つである。空気圧アクチュエータは、圧縮空気の圧力を並進、回転などのモーションエネルギーに変換、伝達または消費することで仕事をおこなうアクチュエータで、生産ラインや製造装置、産業用ロボットなどに実装され、さまざまな分野で利用されている。現在では、あらゆる産業のオートメーション化に欠かせない動力源となっている。しかし、空気圧アクチュエータを用いて「押す、持ち上げる、つかむ、運ぶ、はさみつける」など、さまざまな動きを実現させる際の制御技術については、空気圧そのものの受動的な特徴を利用した単純なオンオフ制御が大半を占めている。空気圧アクチュエータの一番の特徴は、媒体となる空気の圧縮性にある。空気の圧縮率は、油圧に比べ数千倍大きいことが知られている。オンオフ制御の場合には、この圧縮性はアクチュエータの低剛性化につながり、例えば、人が不意に装置に触れたとしても空気がクッションとなり安全性を高めることが期待できる。</p>				

## 論 文 要 旨

2017 年 3 月 10 日

※ 報告番号	第 号	氏 名	村山 栄治
<p>一方、位置や力を制御する場合には、空気の圧縮性のため、油圧や電動モータなどのアクチュエータに比べ、システムの固有周波数が低く、高周波数帯域の入力に対しては遮断特性を有するが、摩擦力など低周波数帯域の入力に対しては、その圧縮性による低剛性特性のため、制御量は影響を受けやすくなる。また、空気の圧縮性の効果が、作用する外乱の周波数帯域に依りて決定されることも制御量に影響を及ぼす原因となる。一般的に空気圧アクチュエータが高精度の制御に不向きと言われているのはこれらの影響のためである。空気圧アクチュエータの特徴を有効的に活用するためには、さまざまな用途や仕様における空気固有の振る舞いを理解することが重要性であり、近年では、エレクトロニクス技術や空気圧機器の高度化により、空気圧アクチュエータを用いたシステムにもフィードバック制御を適用した事例が多く提案されている。一方、我々の研究室では、フルードパワーを用いた様々なデバイスの開発、設計、製作およびその制御を検討している。人や対象物を傷つけない高い構造的柔軟性を有する 3 自由度ハンド型多関節マニピュレータなど様々である。このマニピュレータは、全ての関節可動部に空気圧シリンダを組み込んだ多自由度型のシステムとなり、空気の圧縮性による低剛性特性を利用し、柔軟に対象物へ接触して変位または力を加え、対象物の剛性を検知するなどの用途に応用することを考えている。マニピュレータの指先を所定の位置に移動、また、対象物に接触後、任意の変位や力を与える場合にはどうしてもフィードバック制御が必要となる。そのため、安定かつ制御性を向上させるためには、マニピュレータ動作時の空気の挙動を把握し、それを考慮した制御系設計手法が重要となる。現在では、制御系設計のプロセスに、自動車業界でトレンドとなっている MBD (Model Base Design) の概念が様々な業種で取り込まれる状況となった。MBD は複雑化する開発業務に対し、先行開発、設計開発の効率化、性能・品質の向上を高いレベルでおこなわれることが求められる中で、開発・性能評価のプロセスをバーチャル・シミュレーションでおこなう方法である。設計したコントローラをマニピュレータに実装して実験おこなう前に、コントローラ設計初期段階でモデルを使用した性能検証やパラメータ調整は、抜本的に開発作業を向上させる。今後の製品開発において効率的に MBD を活用することは非常に重要だと考える。本研究では、我々が製作した空気圧アクチュエータを用いた 3 自由度ハンド型多関節マニピュレータの位置決め制御系において、MBD により空気の圧縮性に起因する制御対象の不確かさに対し、ロバストな性能を発揮する制御系の効率的な設計手法の確立を目指す。</p>			

※印欄記入不要