

研究の課題名

空気圧群アクチュエータの開発研究

立命館大学工学部 教授

報告者 平井 慎一

報告日 2002年(平成14年)4月10日

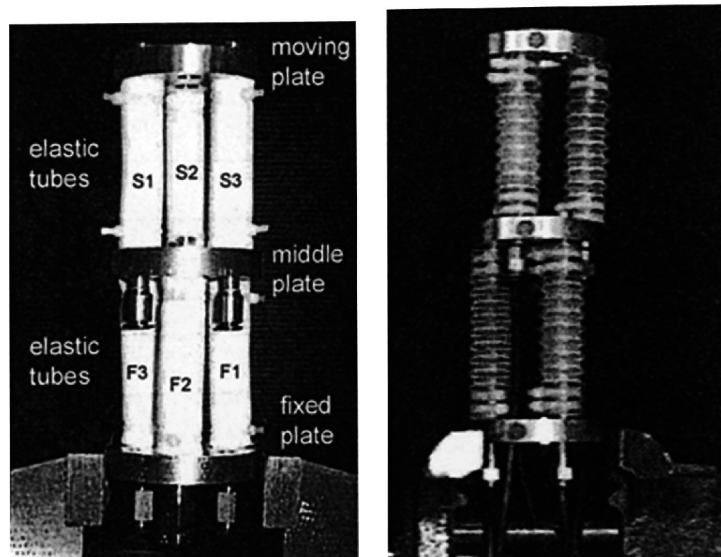
1. 本研究の意義、特色

本研究の意義は、空気圧で駆動される複数の弾性チューブから構成される空気圧群アクチュエータ (Pneumatic Group Actuator) を開発し、その運動制御則を提案した点にある。単一運動を行う弾性チューブを複数組み合わせ、アクチュエータの運動をフィードバックし、個々のチューブに加えられる空気圧を制御することにより、運動制御を実現した点に特色がある。

2. 実施した研究の具体的内容、結果

本研究では、1) 空気圧群アクチュエータの試作、2) 空気圧制御による複数運動の実現、3) 視覚フィードバックによる運動制御を行った。

第一に、空気圧群アクチュエータのプロトタイプを試作し、その運動特性を計測した。プロトタイプとして、三本の単一運動チューブを二枚のプレート間に配置する一段組みアクチュエータ (Single-Stage Actuator)、二つの一段アクチュエータを直列に接続した二段組アクチュエータ (Double-Stage Actuator) を試作した。単一運動チューブとしては、シリコンゴム製のプレーンチューブ、ビニール製のベローズチューブを用いた。



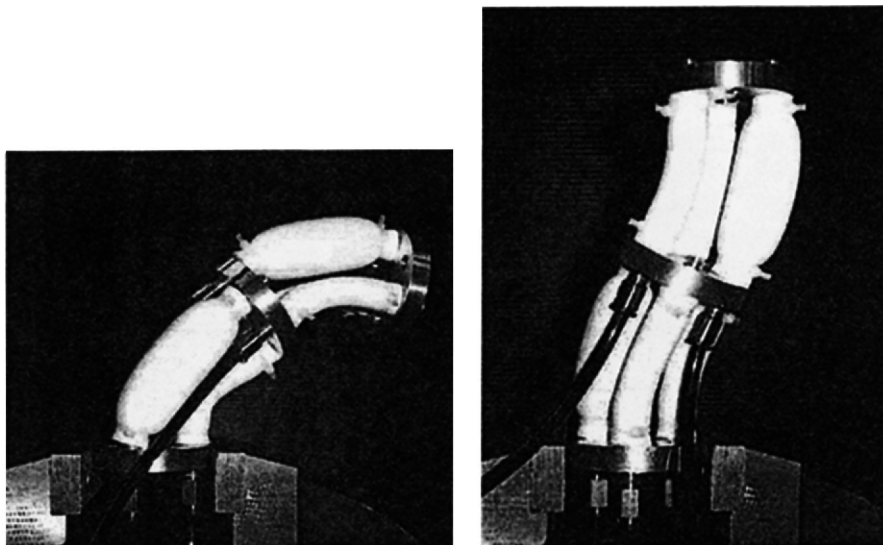
(a) プレーンチューブ (b) ベローズチューブ

空気圧群アクチュエータのプロトタイプ

プレーンチューブは、型取り用シリコンゴムを鋳造し、脱泡することにより、製作した。ベローズチューブは、市販品である。伸び率は、どちらも約25%である。ベローズチューブ

の剛性は、プレーンチューブの約5倍である。運動制御の観点からは、ベローズチューブがプレーンチューブより望ましいことが判明した。一方、曲げ運動の生成の観点からは、柔らかさの大きいプレーンチューブが望ましい。このように、運動制御と運動の生成、特に曲げ運動の生成とは、相反する特性が必要であることが明確になり、今後、剛性を変化させることができる要素を、開発すべきであることがわかった。

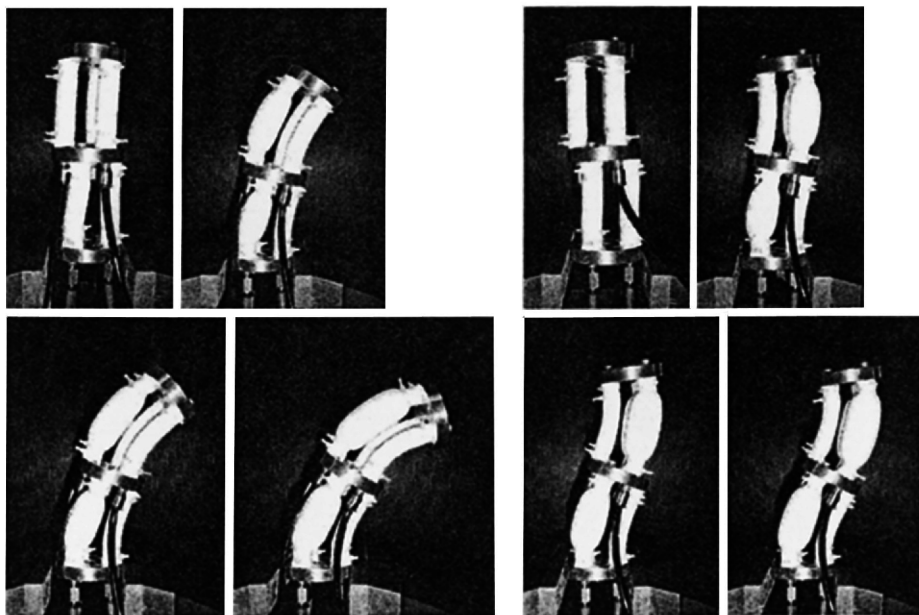
第二に、空気圧群アクチュエータを構成する個々のチューブに与える空気圧を制御することにより、複数の運動を実現した。空気圧の制御には、比例弁を用いている。二段組アクチュエータは、伸び運動、曲げ運動、並進運動の4+1/2自由度を実現できることを、実験的に示した。さらに、ビジョンシステムを用いて、空気圧群アクチュエータの可動範囲を測定した。



(a) 曲げ運動

(b) 並進運動

空気圧群アクチュエータの運動

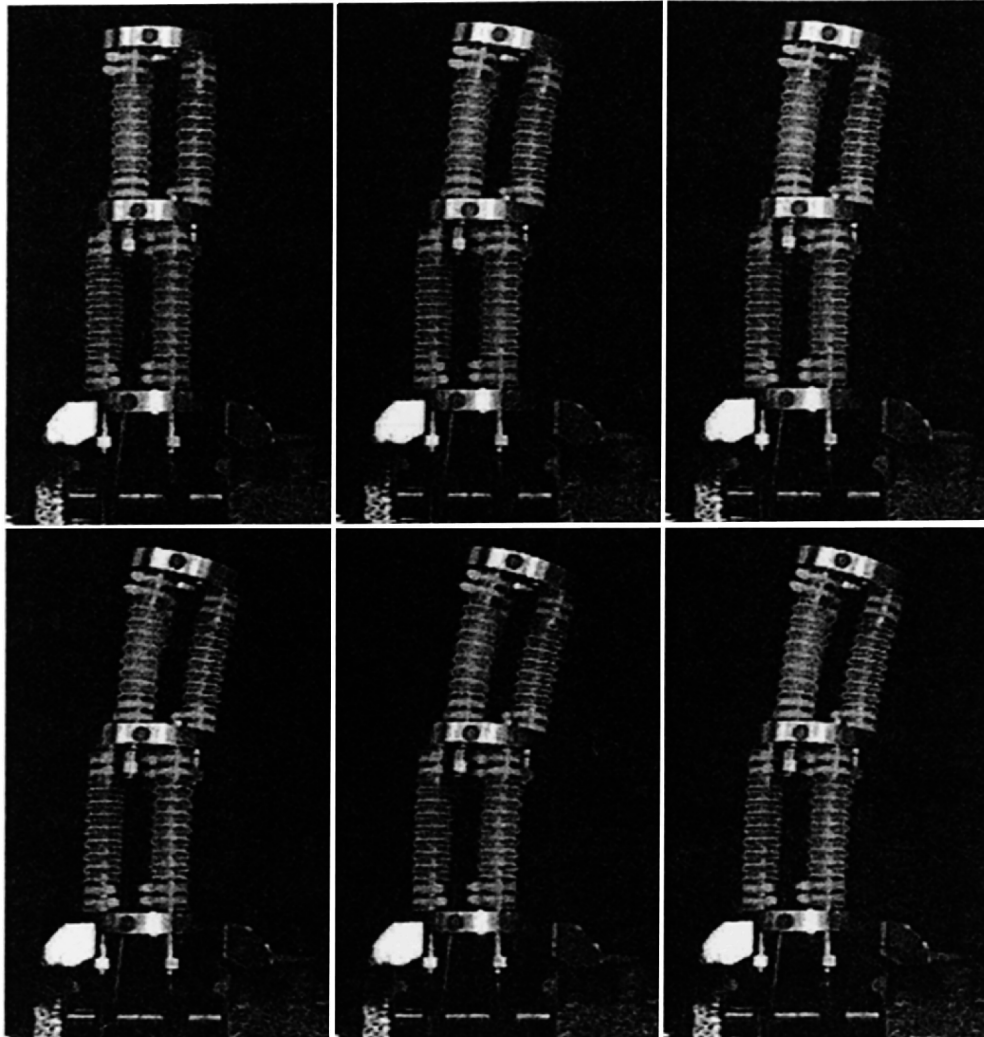


(a) 曲げ運動

(b) 並進運動

空気圧群アクチュエータの運動

第三に、プレートの位置をフィードバックすることにより、空気圧群アクチュエータの形態を制御し、エンドプレートの位置を制御した。空気圧群アクチュエータにおいて、与えられた軌道を実現する空気圧パターンを発見することは、一般に容易でない。そこで、プレートの位置をビジョンシステムで計測し、それを個々のチューブの空気圧にフィードバックすることにより、与えられた軌道を実現する手法を開発した。



曲げ運動制御の結果

3. 本研究を実施したグループに属するおもな研究者の氏名・役職名

平井慎一 立命館大学工学部 助教授
徳本真一 立命館大学工学部 ポストドクトラルフェロー
清水清人 立命館大学工学部 修士課程1回生

4. 研究実施時期

平成13年3月1日から14年3月31日

5. 本研究に関連して発表した主な論文等

- (1) 平井、升井、川村：複数の単一運動チューブから構成されるの開発、日本ロボット学会誌、掲載予定、2002
- (2) Shinichi Hirai, Kiyoto Shimizu, and Sadao Kawamura, Vision-based Motion Control of Pneumatic Group Actuators, Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, to be published, 2002
- (3) Shinichi Hirai, Tomohiro Masui, and Sadao Kawamura, Prototyping Pneumatic Group Actuators Composed of Multiple Single-motion Elastic Tubes. Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics Automation, Vol. 4, pp. 3807-3812, Seoul, May, 2001
- (4) 平井慎一、升井友洋、川村貞夫、視覚を用いた空気圧群アクチュエータの運動制御、ロボティクス・メカトロニクス'01 講演会予稿集CD-ROM、2001

6. 内外における関連研究の状況

空気圧駆動のアクチュエータに関する研究が、ウェアラブルロボットに関連して増えている。たとえば、東京理科大学では、人体をマッキベンタタイプの空気圧アクチュエータで覆い、運動補助を行っている。イギリスでは、マッスルアクチュエータという名称で、マッキベンタタイプのアクチュエータが市販されており、複数の研究プロジェクトが推進されている。

7. 今後の発展に対する希望

空気圧群アクチュエータの研究は、散発的に成されることが多く、系統的な取り組みが成されていない。ゴム等の材料、空気圧系、メカニズムなど、取り組むべき課題が多岐にわたる。共同のプロジェクトを実現したい。空気圧アクチュエータの研究は、系統的には行われていない。共同のプロジェクトを実現する上で、油空圧機器技術振興財団が、組織作りの面で協力していただけるとありがたい。