

# 空気圧群アクチュエータの3次元運動制御

立命館大学 理工学部 ロボティクス学科

清水 清人, 臼井 美和子, 平井 慎一, 川村 貞夫

## Three-dimensional motion control of pneumatic group actuator

Kiyoto Shimizu, Miwako Usui, Shinichi Hirai, Sadao Kawamura

Dept. of Robotics, Ritsumeikan Univ.

Three-dimensional motion control of pneumatic group actuator is presented. First, we will introduce Mckibben rubber actuators to a pneumatic group actuator(PGA). Second, we will control the motion of PGA using a stereo vision system.

keywords: pneumatic,actuator,vision sensor

### 1 はじめに

著者らは、複数のチューブの構成での空気圧群アクチュエータ Pneumatic Group Actuator (PGA) を開発した [1]。まず 2 段組 PGA を用いて二次元平面運動制御実験を行い、ビジョンによる位置計測、1 段組 PGA の運動計測データを用いた制御法を提案した [2]。本報告では、その研究をふまえて三次元での運動制御を行う。今回構成する PGA のゴムチューブにはプレーンチューブをスリーブで覆ったマッキベン型チューブを用いる。さらに三次元位置計測および位置フィードバックを行うために、ステレオビジョンシステムを用いて、3 次元の運動制御を実現する。

### 2 空気圧群アクチュエータ (PGA)

空気圧群アクチュエータは、プレート間を接続する複数の単一チューブから構成される。今回、マッキベン型チューブを用いて、PGA を製作した。製作した PGA を Fig.1 に示す。プロトタイプは高さ 157mm であり、固定プレート、運動プレートの 2 枚の 100mm のプレートと 3 本のチューブから構成される。このタイプを 1 段組空気圧群アクチュエータ (single-stage pneumatic group actuator) と呼ぶ。



Fig. 1: Pneumatic group actuator

### 3 マッキベン型ゴムアクチュエータ

本節では、PGA に使用したマッキベン型ゴムアクチュエータについて述べる。マッキベン型アクチュエータは、内部に圧力をかけて膨らませると外側にある繊維が引っ張られて、全体が縮むチューブである。Fig.2 に使用したマッキベン型アクチュエータの外観を示す。このマッキベン型チューブは、外径 16mm 内径 14mm のシリコンチューブをスリーブで覆っているものである。このチューブは 0.2MPa 加圧時で、約 25%の縮み率が得られる。



Fig. 2: Mckibben rubber actuator

### 4 システム構成

本節では、空気圧群アクチュエータの三次元運動制御システムについて説明する。PGA 用の位置計測にビジョンセンサという非接触センサを用いることによって、PGA の運動を妨げないようにする。PGA の前に位置計測用のセンサとして、ステレオビジョン装置を配置する。このステレオビジョン装置は 3 つのカメラを持ち、各々の画像領域感の絶対差分和 (SAD) から、最も相関度が高い画素を見つけその位置を計算する。さらに、その画素の画素値も計算することができ、特定色のみを検出が可能である。計測精度は、距離 80cm で 2mm 程度である。運動プレートの位置の現在値は、PGA に貼られているマーカーを撮影することによって求めている。その位置情報から次の繰り返しにおけるチューブの圧力値を計算する。その情

報を電空比例弁に送り、制御された空気圧をチューブに送る．システム構成図を Fig.3 に示す．

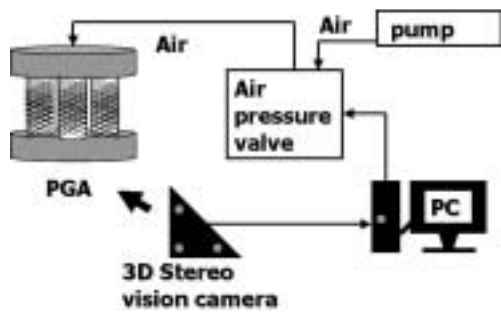


Fig. 3: System overview

## 5 運動制御実験

前章で述べた，PGA システムを使って運動制御実験を行った．本実験では，1 段組 PGA のそれぞれのチューブを独立に制御するため，電空比例弁を 3 個使用した．このような条件で正弦波，三角波，円形波を位相  $\pi/3$  ずつずらした圧力を 3 本のチューブそれぞれに加圧した．なお，PGA の剛性を保つため，最低圧力を 0.06[MPa] と設定した．この領域では，事前のマッキベン型チューブの実験において，変位に影響のない領域の最大値からこの値を設定した．なお制御ループ回数は 40 回に設定した．この実験において 1 回のループにかかる時間は約 250[msec] であった．正弦波を加えた時の圧力波形と，その時の計測値の  $x, y$  座標の値を Fig.4 に，三角波を加えた時の圧力波形と，その時の計測値の  $x, y$  座標の値を Fig.5 に，円形波を加えた時の圧力波形と，その時の計測値の  $x, y$  座標の値を Fig.6 にそれぞれ示す．

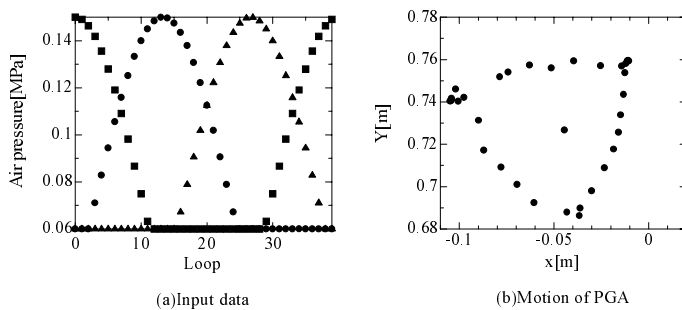


Fig. 4: Sin wave input

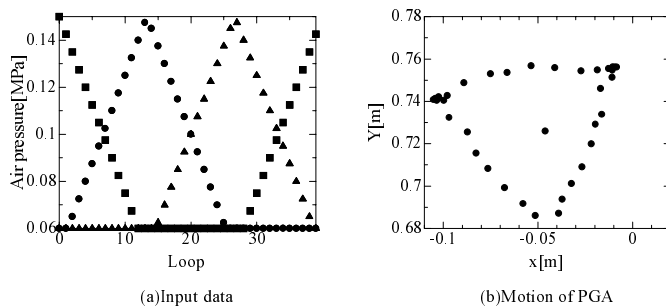


Fig. 5: Sin wave input

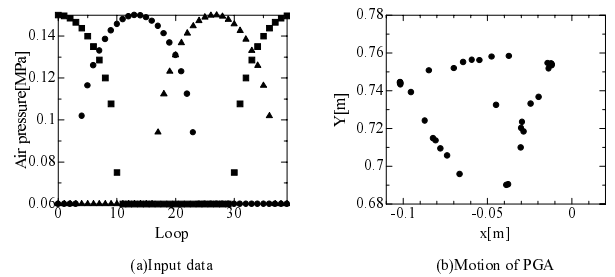


Fig. 6: Sin wave input

正弦波，三角波，円形波それぞれにおいて正三角形に近い挙動が確認できた．正弦波の挙動が他の三角波，円形波に比べて丸みをおびた軌道になっていることが確認できる．

## 6 まとめ

本稿では，マッキベン型ゴムアクチュエータの紹介と運動制御実験を示した．今後の予定として，3 段組 PGA での運動制御と三次元運動への拡張があげられる．

## 参考文献

- [1] 平井慎一，升井友洋，川村貞夫:複数の単一運動チューブから構成される空気圧群アクチュエータの開発，日本ロボット学会誌，Vol.20, No.3, pp.299-306, 2002
- [2] Hirai,S Masui,T and Kawamura,S:*Proto-typing Pneumatic Group Actuator Composed of Multiple Single-motion Elastic Tubes*, Proc. IEEE Int.Conf.on Robotics and Automation,pp.3807-3811,2001.