

構造物を構築する空気圧駆動型セルロボットの機構および制御

Pneumatic Cellular Robots Forming a Mechanical Structure

正 伊能 教夫 (東工大) 小林 広和 (東工大) 正 小池 関也 (東工大)
正 小関 道彦 (東工大)

Norio INOU, Hirokazu KOBAYASHI, Sekiya KOIKE, Michihiko KOSEKI,
Tokyo Institute of Technology, Meguro-ku O-okayama, Tokyo

This study deals with group robots adaptively forming a mechanical structure. The group robots consist of identical cellular robots having same functions. In this paper, we proposed the concrete motion mechanisms of the robot. The robot has a pneumatic actuator and moves around the corner of the body as the center of the rotation. The proposed robots were assembled in hardware and the performance test proved to be successful.

Key Words: Group Robots, Autonomous Distributed Systems, Pneumatic Actuator, Structural Formation

1. 緒言

同じ機構と機能を持つ構成要素である自律分散型群ロボットが力学的構造物を構築するためには、機械的機能として移動機能、結合・分離機能が必要である。著者らの研究室では多数のロボットが構造を構築の様子をコンピュータシミュレーションで示している[1,2]が、具体的な運動機構については検討されていなかった。

そこで、本研究では移動荷重を支持して対岸へ橋梁状の構造物を構築する群ロボットについて、動作アルゴリズムを考察し、各機能を実現する機構を提案し、そしてハードウェアによる動作の実現を目指している。

本稿では、移動機能と結合・分離機能を実現するための機構の提案と、ハードウェアによる動作検証について報告する。

2. 空気圧駆動型セルロボット

セルロボットは1辺20cmの立方体形状である。その各辺には結合機構があり、隣り合う2つのロボットの結合と分離が可能となっている。そして各面に取り付けられた蛇腹が空気圧によって伸長することにより回転しながら移動を行う。たとえば、180°の回転移動は図1に示すように結合部の一方が分離し、もう一方の結合軸を中心にして蛇腹の伸展で回転し、新たに結合部が生じ、蛇腹が元の状態に戻ることで完了する。

ここで、セルロボットは蛇腹と結合機構が空気圧によって駆動するため、その制御を個々に行おうとすると多数の電磁弁が必要になる。また、蛇腹の材質が柔らかいため、蛇腹のみでは伸長時形状が不安定になり確実な移動が難しい。そこで、これらの問題を改善するため蛇腹形状拘束機構および回転式選択弁の提案を行った。

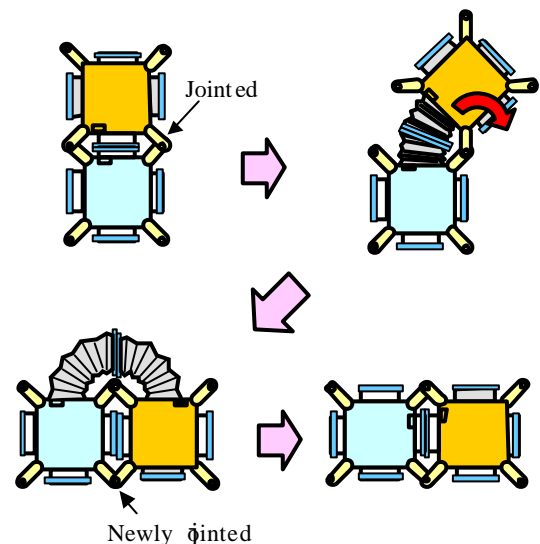


Fig.1 Sequence of rotational movement

2.1 蛇腹形状拘束機構

蛇腹形状拘束機構は定荷重ばねとリングで構成されており、蛇腹の垂れ下がり防止と、蛇腹の伸長方向の固定による移動時の動力伝達を目的としている。この機構の概念図を図2に示す。

まず、この機構の1つの機能である垂れ下がりの防止について説明する。蛇腹形状拘束機構を用いなければ定常時に蛇腹は自重によって垂れ下がってしまい、他のロボットとの結合時に蛇腹が干渉してしまう。その結果、セルロボット同士の結合が困難になる。新しく提案した機構では、定荷重ばねの張力によって蛇腹は縮短した状態での保持が可能になる。

次に、もう一つの機能である蛇腹の方向制御について説明する。蛇腹形状拘束機構では2つの定荷重ばねを用いて

いる．その一方のばねの伸びを固定して蛇腹に圧縮空気をると、ばねの伸びを固定した方向に蛇腹は屈曲し伸長する．このことから、円滑な回転移動を実現するためには、回転の中心側の結合機構のみが結合しており、外側の結合機構は解放されていることが望ましい．そこで結合と同時に定荷重ばねの固定を行う機構を考案した．これは、セルロボット同士を結合する結合手にピンを取付けることで、圧縮空気をして結合を行うのと同時にピンにより定荷重ばねの固定を行う機構である．これにより蛇腹の伸長方向の制御を行い、移動終了時まで安定した力の伝達が可能となった．

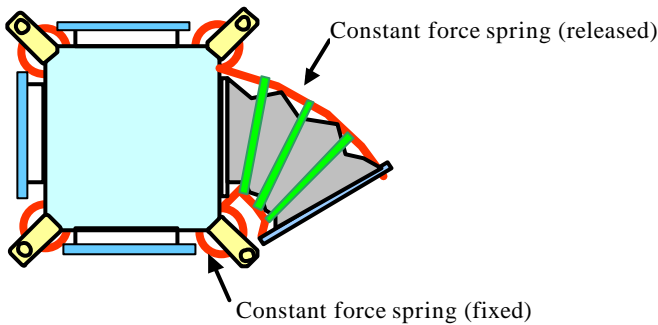


Fig.2 Control mechanism of the elongated bellows

2.2 回転式選択弁

回転式選択弁は上部流路からされた圧縮空気が弁体を通ることにより、下部の12系統の流路から1つの流路にされる機構である．この弁体をステッピングモータにより回転させることで任意に流路を選択することが可能になる．この機構の概念図を図3に示す．

回転式選択弁を用いることにより、この機構を動作させるステッピングモータと圧縮空気の給排気を切り替える電磁弁のみで、セルロボットに必要な空気圧の制御が可能となった．

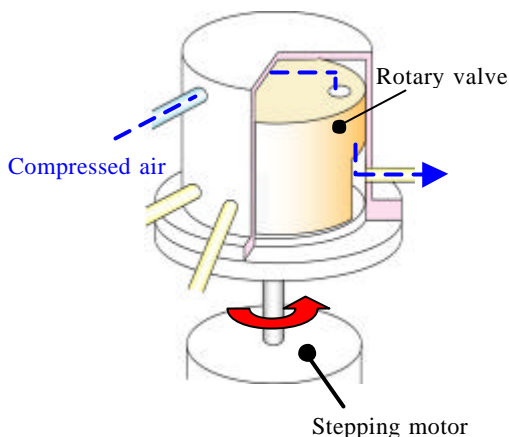


Fig.3 Rotary selective valve for multiple air paths

3. 動作試験

回転式選択弁の動作試験を行った結果、確実に1系統へ圧縮空気がされ各アクチュエータを動作することが可

能であることを確認した．また、ステッピングモータの回転を制御することで12系統の流路から1つの流路を任意にできることを確認した．

次に、蛇腹形状拘束機構の動作試験を行った結果、伸長時の蛇腹形状を保持できること、また、蛇腹の伸長後は定荷重ばねの張力により元の縮短した状態に戻ることを確認した．そして、これらの機構をとりつけたセルロボットが平面内に180度回転可能であることを確認した(図4参照)．

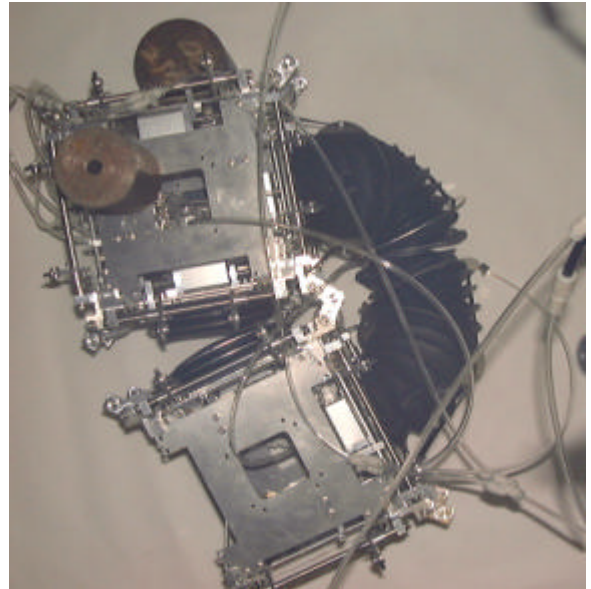


Fig.4 180 degree movement

4. 結論

回転式選択弁を提案・製作することで機構の簡素化を実現した．また、蛇腹形状拘束機構を提案し、蛇腹の伸長方向を制御して確実に回転移動が可能であることを実験的に示した．

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費(COE形成基礎研究費スーパーメカノシステム)の援助によって行われた．

参考文献

- [1] 伊能ら、力学構造物を適応的に構築する群ロボットの研究(セルロボットの力学特性が構造生成に与える影響)、日本機械学会論文集、64-618、C(1998)、pp. 617-622
- [2] 伊能ら、力学構造物を適応的に構築する群ロボットの研究(移動荷重を対岸に渡すために必要なセルロボットの情報処理機能)、日本機械学会論文集、64-618、C(1998)、pp. 623-628