

研究成果報告書

研 究 題 目		ギヤレス駆動方式を用いたロボットアームに関する研究	実 施 年 度
			25年度
代 表 研 究 者	所 属	近畿大学 工学部 ロボティクス学科	
	氏 名	岡 正人	印

1. 研究の目的・背景

図1に現在用いられているロボットアームの概要を示す。アームを駆動するためのアクチュエータであるモータとギヤを複数組み合わせることにより、目的の動作を行っている。しかしながら、必要なトルクを得るためのギヤは重量があり、これが慣性モーメントを大きくしてしまいアームの高速動作が困難となっていた。この慣性モーメントを小さくして高速動作を実現させたパラレルリンク式のロボットアームもある。しかしながら、駆動用モータを上部に配置しなければいけないため動作範囲に制限があり、使用目的が限られる欠点があった。

本研究では中空型のモータとねじ式のアームを組み合わせることにより、減速ギヤのないロボットアームの製作を行う。アクチュエータは、関節部に配置するのではなく、人間の腕の構造と同様にアーム部に配置する。このような構造を用いることにより、軽量で慣性モーメントの小さなロボットアームを構成できる。減速ギヤのギヤ比に相当するのはアームに切られたネジのピッチとなる。ピッチを小さくするとギヤ比を大きく、ピッチを大きくするとギヤ比を小さくしたのと同じ効果が得られる。また、構造上電磁ブレーキを用いずにアームを固定できるため静止時には電力を消費しない特徴がある。

提案したアームは高速な移動ができるため、2足歩行ロボットや4足歩行ロボットの脚部に応用できる。これにより従来、空気圧シリンダーや油圧シリンダーで制御されていた部分を本提案手法に置き換えることができる。

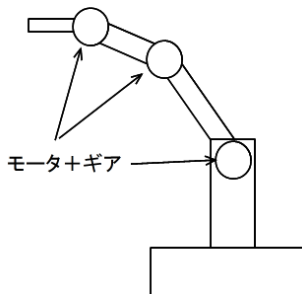


図1 従来のロボットアーム

2. 研究成果及び考察（申請時の計画に対する達成度合を織込む）

図2に本研究で製作したロボットアームの一自由度の動作原理を示す。モータは中空ステッピングモータ（HSM-5028V：（株）旭エンジニアリング）を用いた。その仕様を表1に示す。このモータをスペーサを介して雌ネジを取り付ける。モータが回転するとアーム上（雄ネジ）を直線方向に動く。この動きをリンク棒を介してアーム（図の右側）を動作させる。これによりアームが一自由度の動きをすることになる。

図3は図2の一自由度アームを2つ組み合わせることにより、二自由度アームを構成した図である。継手部をそれぞれ直角の関係になるように配置する。これにより例えば中空モー

ホールディングトルク	定格電流	質量	中空径	外形
2800 (gfcm)	2 (A)	270 (g)	22 (mm)	62×62 (mm)

表1 使用した中空ステッピングモータの仕様理

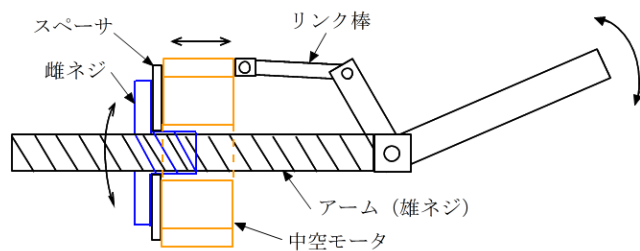


図2 一自由度アームの動作原理

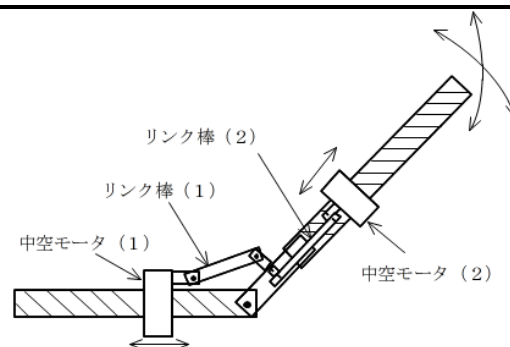


図3 二自由度アームの動作

タ(1)を動かすと縦軸方向、中空モータ(2)を動かすと横軸方向に動くことができるので、これらの動きを組み合わせることによりアームの先端を任意の方向に動かすことができる。図4に実際に製作した二自由度アームを示す。継手部分はジュラルミンを加工して製作した。リンク棒の継手部にはベアリングを挿入している。

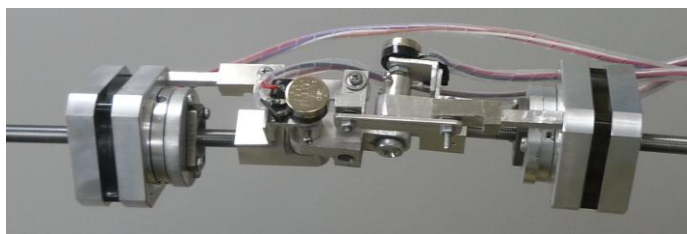


図4 中空ステッピングモータを用いた二自由度アーム

図5に製作した4自由度アームを示す。図4の二自由度アームをさらに二本組み合わせることにより、アームの先端が任意の場所に移動できるようにした。アームの先端を第一関節としてアームを固定している方の関節を第四関節とする。図5に示されるように、第二関節と第三関節の間にモータを配置している。この配置方法は人間や動物の腕や足の駆動方式と似ており、関節部の機構が小さくなる特徴がある。第三関節を駆動させアームの先端を45度動かす動作をさせてその時間を測定した。移動にかかる時間は約1.7秒となった。この値はアームのピッチや第一関節および第二関節を駆動しているモータの位置にも依存してくるが、基本データを取ることができ申請時の目的をほぼ達成することができた。

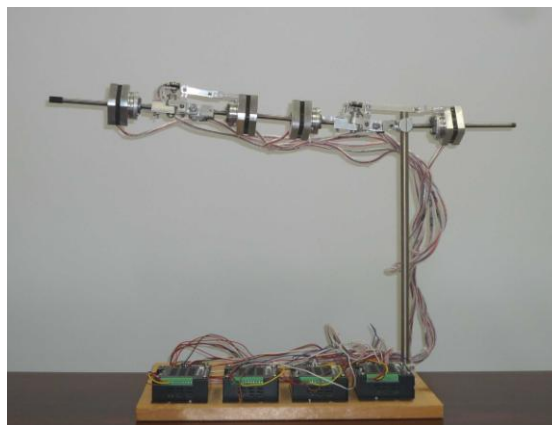


図5 4自由度アーム

以上より本研究をまとめると次のようになる。

1. 減速機（ギヤ）を必要としないため、アームの総重量をきわめて軽量にすることができる。これにより慣性モーメントが小さくなり高速な動作が可能となる。また、アーム上に切られたねじのピッチを変えることによりトルクを変えることができる。
2. 構造上電源を供給しなくても保持トルクがあるので、電磁的なブレーキを必要とせず省電力な制御が行える。

3. 経費の使用状況（申請時の計画に対する実績を記述）

貴財団から助成頂いた経費(130 万円)の使用は以下のとおりである。

費 目	申請時計画	実績	品 名
設備備品費	1,090,000	0	
消耗品費	350,000	1,108,280	PCI バス拡張シャーシ、USB 対応ダウンロードケーブル、プリント基板製造、バス延長方式拡張アダプタ、中空ステッピングモータ 他
印刷費	100,000	0	
旅費	140,000	51,860	研究打合旅費(東京)
謝礼金	100,000	0	
その他	200,000	139,860	振込手数料、一般管理費
合 計	1,980,000	1,300,000	

4. 将来展望（今後の発展性、実用化の見込み等について記述）

1. ギアを用いないため同じ出力のモータであれば、より高速なアームの移動が行える。特に高速動作を目的としたアームとしては、空気圧や油圧のシリンダーを用いた方式が使われてきた。しかしながら、動力源として別途コンプレサーを必要とするためシステム全体の重量が重く、小型化をすることは困難であった。提案の方式では電気エネルギーのみで動くため、システム全体がコンパクトに設計できる。応用例としては、2足や4足歩行ロボットの足への利用が考えられる。歩行時は移動とそのバランスをとるために高速移動が可能なアームが求められる。本方式においては、慣性モーメントが小さいアームとして構成できるため、この分野への応用が考えられる。また、歩行ロボットは静止時にはその位置を保つためにモータに電力を供給する必要がある、特にバッテリーで駆動する場合においては、駆動時間が短くなる欠点があった。提案の手法では、静止時には構造上動かないため、電力を消費しない利点がある。

2. アームのピッチや各関節の角度を制御している中空モータを変更して、どの程度の高速化が可能かデータを取る予定である。

5. 成果の発表（学会での発表、学術誌への投稿等を記載。予定を含む）

本研究で得られた成果を下記のように発表した。

(1) 岡 正人, 田中幹也: “関節部にアクチュエータを用いない二自由度アーム構造”, 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 1M3-04, 首都大学東京, 2013.9.4

(2) 第 17 回ロボットグランプリ「大道芸ロボット競技会」へ出展（社）日本機械学会主催科学技術館 2014.3.22 岩井悠司、竹野昌也、岡 正人

上記(2)についての詳細

本研究で製作したアームをマスター・スレーブ方式として、食べ物を食べさせてくれるロボットとして出展した。研究室の学生が動作を説明して、会場の人にマスターアームの操作をしていただいた。競技の終了後は動作原理について個別対応で説明をした。熱心に聞いていただき好評であった。



本申請で製作したロボットアームについて説明する研究室の学生



会場で動作を見る審査員の先生と観客