

申請者	学科名	スポーツシステム工	職名	准教授	氏名	井上貴浩	印
調査研究課題	ラバーバンドの振りを利用した拮抗駆動型アクチュエータの開発						
交付決定額	450,000円						
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担		
	代表	井上貴浩	スポーツシステム工 准教授	ロボティクス 制御工学			
	分担者	該当者なし					
調査研究実績の概要	<p>本研究の目的は、ロボットの手先に高いコンプライアンス性を有し、高精度な関節角制御と手先の細かい力加減を同時に実現できる多関節上肢ロボットシステムの開発とする。まず、本研究の独創的な点として、新たなアクチュエータ機構を提案する。特徴として、硬質ポリウレタンを原料とする丸ベルトを各関節に拮抗的に配置し、トルク計測可能な直流モータで丸ベルトにねじりを加えることで関節剛性を自由に変えられる点である。また、各モータのねじり量に差を持たせることで、微妙な力加減を実現できる。さらには、高精度な関節角制御を実現するために、ステッピングモータによる駆動を考える。これにより、丸ベルトのねじりによる効果をコンプライアンス性(可変関節剛性)の獲得と手先力分解能の向上に特化することが可能となる。他方で、ねじり量に対する軸方向変位が比較的小さいため、可動域の広い関節角制御を本ねじり駆動機構のみで実現することは難しい。これを補うために、ステッピングモータの回転により、関節角のみならず丸ベルトのねじりを起こす直流モータをも同時に回転(公転)できるように工夫している。以上のように、各アクチュエータの役割を明確にし差別化することで、人の上肢のような剛柔兼ね備えた滑らかな巧みな多関節ロボットの開発を最終的な目標とする。本研究では他軸間の3次元的トルク伝動や搬送機器で利用される硬質ポリウレタンを原材料とする小径丸ベルトを、ロボット関節を駆動するメカニズムとして採用する。本研究では、丸ベルトにねじりを加えることで発生する収縮力によりロボット関節の回転運動を生成する。このような駆動機構を関節周りに拮抗的に配置することで、ロボットリンクの正転と逆転を実現できる。図1が本稿で設計し開発した一関節ロボットであり、(a)図から分かるように周長260mmの丸ベルトを関節とDCモータ間で接続している。</p>						

また、(b)図のように関節下部にはエンコーダを配置し、各モータはベアリングとシャフトを介してモータステージ上に配置されている。この機構により、リンクが回転したときのベルトの長手方向の角度変化を吸収し、モータがベルトと一直線上に並ぶように工夫している。さらに、2台のDCモータがモータステージ上に並んでいるが、このステージはステッピングモータによって独立に角度制御が可能となっている。これにより、両丸ベルトを最大までねじったときにおいてもステッピングモータによりステージを回転することで、ロボットリンクを回転させることができる。

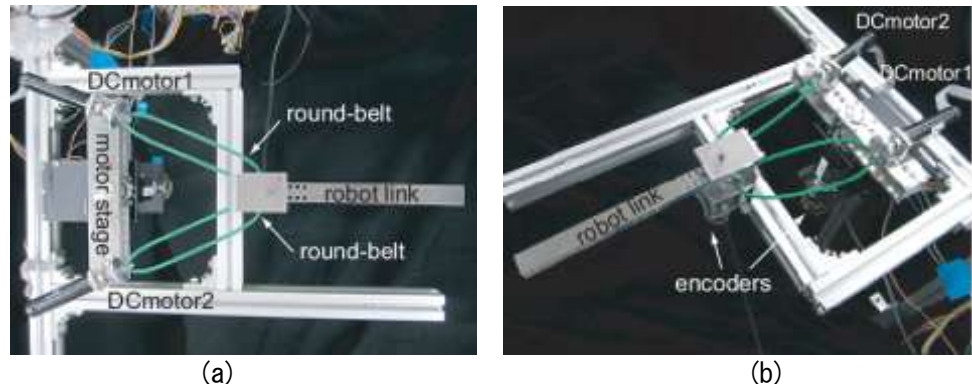


図1. 丸ベルトのねじりを利用した新アクチュエータの開発

調査研究実績
の概要

丸ベルトのねじり量に対する長手方向の収縮力を精度良く計測するためにステッピングモータにより丸ベルトをねじり、そのときの収縮力をロードセル(共和電業)により計測する。その結果が図2となる。本実験では(a)図のように、187deg/sの速度でステッピングモータを駆動し3000degまで回転させている。つまり、丸ベルトのねじり量を8回転以上とし、この動作を連続で4回試行している。そのときに生じるねじりによる収縮力(弾性力)の3回分を(b),(c)図に示している。結果より、ねじり動作の進行時と解放時とで大きなヒステリシスが存在することが明らかとなる。これは、丸ベルトの組成となるポリウレタン材の物性に因るものと考えられる。一方で、進行時と解放時で個別に比較すると各行程において収縮力の再現性が極めて高い。ポリウレタン丸ベルトがロボット関節の駆動や関節剛性制御に適用可能であることを示唆するものである。

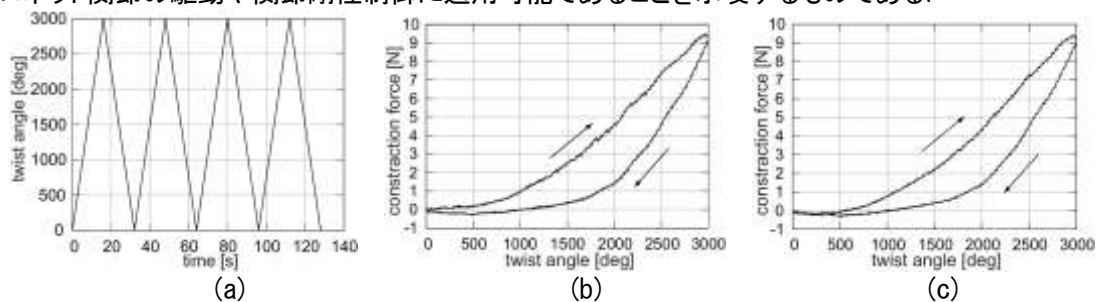


図2. 収縮力実験の結果

成果資料目録

投稿&査読中論文を1編添付しております。

- [1] Takahiro Inoue, Sizuka Yamamoto, Ryuichi Miyata, Shinichi Hirai, "A Robotic Joint Design by Agonist and Antagonist Arrangement with Twisting Small-diameter Round-belts", IEEE/RSJ, IROS, 2015 in Hamburg Germany