

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	Expandable Convex Tape Arm の提案とその応用
Title	
著者(和文)	桑原 裕之, 広瀬 茂男
Authors	HIROYUKI KUWAHARA, SHIGEO HIROSE
出典 / Citation	第29回日本ロボット学会学術講演会, , ,
Citation(English)	, , ,
発行日 / Pub. date	2011, 9
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本ロボット学会に帰属します。 Copyright (c) 2011 The Robotics Society of Japan.

Expandable Convex Tape Arm の提案とその応用

○桑原裕之（東京工業大学） 広瀬茂男（東京工業大学）

1. まえがき

ロボットがこれから社会の中で役割を果たしていくためには様々な場面での活動が期待される。ビル内の廊下や舗装道路等の整地された面上だけでなく、山間部、瓦礫上、階段、建物壁面など不整地を移動しなければならない場合が非常に多い。しかし、それら領域を十分に移動できる移動機構がないことがロボットの適用においての大きな障害となっている。これまでにもこれら不整地を移動する機構として、歩行型、車輪型、クローラ型などの移動方法が研究されているが、それぞれ移動機構単体での移動能力には限界があり、一層の移動可能領域の拡大が困難な状態となっている。

筆者らは、脚を用いて移動する人が地形によっては補助的に手も使い移動するように、主な移動機構を補助する機構を有することによって飛躍的に移動可能な領域が広がるのではないかと考える。

これまでにも当研究グループでは、Casting [1] や強いアームを補助的に移動に使用する HeliosVII [2] を提案してきた。

本提案では、新たにExpandable Convex Tape Arm (ECTアーム)を提案する。このアームは、軽量コンパクトで、高い伸縮比と強度を備えており、これまでの移動機構と組み合わせての使用に適している。また、方向の制限はあるが、剛性を備えているため Casting に比較して確実な動作が期待できる。さらに、剛性と伸縮比を生かした新しい壁面移動機構への適用を提案する。

これまでにも、この機構は実際に用いられている。コンベックスルールは広く使用されているし、アームとしても、MARS Viking のサンプリングアームに使用されている。本報告ではこの機構の移動補助機構として適用することを提案し、その具体的な応用法を明確化することを主な目的とする。

2. ECT アームの提案

2.1 ECT アームは薄いテープ状のバネ鋼の断面を開いた U 字型に曲げたもので構成される。この構造は一般にコンベックスルールとして使われているものと同様である。

その特性として以下が上げられる

- ・引っ張りに強い。
薄い形状ではあるが、金属テープであり引っ張り強度は非常に高い。

- ・軽量

薄いテープ状であるため、長さに対して体積が小さくそれだけ軽量となる。

- ・特定方向へ高い曲げ剛性。

非常に薄いテープ状のアームであるが、断面形状により、図 1 に示す A の方向への剛性を高くとることができる。しかし、B の方向やねじれに対しては剛性が低い。

- ・断面を直線状に変形させることで、リールに巻きとることができる。

薄いバネ鋼を素材としているため、断面を直線状に変形することでリールに巻きとることができ、アームを短縮した場合にコンパクトに収納することができる。

素材の入手性、加工性から開いた U 字型の断面形状をとっているが、断面形状により曲げ剛性、ねじり剛性などの特性が大きく変わってくる。たとえば、複数のテープの組み合わせや、単一のテープでパイプ状の断面が実現できると全く違った使い方ができるようになると考えられる。

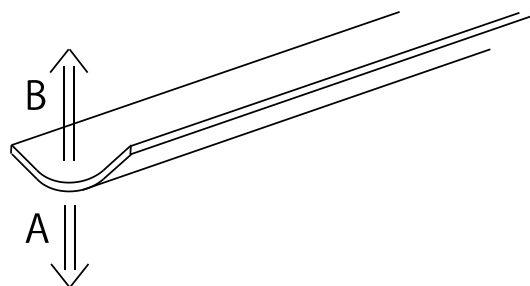


図 1 ECT アームの形状

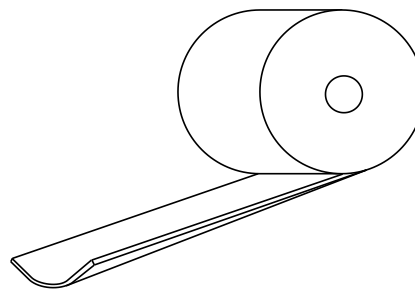


図 2 巻き取りリール

2.2 アームの機械的特性

提案する ECT アームの一例について強度を計測した。

ECT アーム諸元 (図 3)

材質：SK85

テープ素材形状：32mm x 0.2mm

断面形状：幅 28.2mm 高さ 6.8mm

重量：38.7g/m

引張強度：512kgf (SK85：785N/mm²より計算)

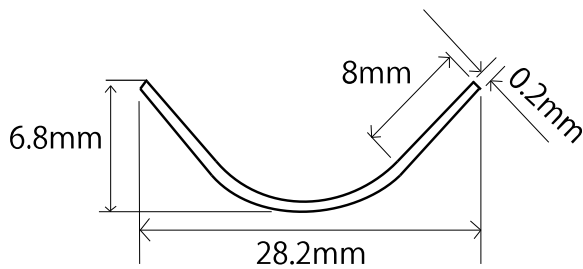


図 3 断面形状

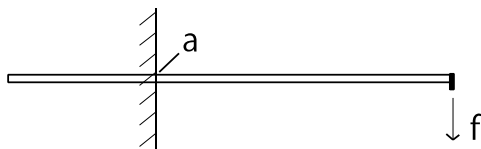


図 4 曲げ強度計測

図 4 に示すように ECT アームの一端を固定し、他端へ力 f をかける時に a 点でアームが曲がった時点で a 点にかかっていたモーメントを計測した。力 f は図 1 に示す A、B、2 方向について計測した。また、 a 点での固定において、テープの幅を制限しない場合と 28.2mm に制限した 2 通りの場合について計測した。

計測結果

A 方向、制限なし：1.8Nm

A 方向、制限あり：2.3Nm

B 方向、制限なし：0.025Nm

B 方向、制限なし：0.025Nm

この断面形状の ECT アームの場合、曲げモーメントに関しては A 方向の力にのみ高い曲げ剛性を持つ。また、その曲げ剛性は断面形状が変化しないように幅を制限したほうが大きくなる。

B 方向を代表とする A 方向以外へ力を加えた場合は、小さい力で ECT アームに曲げが起こると同時にねじれ方向の変形が生じ、変形に再現性がない。このことから、ECT アームは負荷の方向を考えて使用する必要がある。

また、アーム単体での特性として、水平方向へ片持

ち梁として 3 m の長さで自重を保持でき、またほぼ垂直方向へは 5 m の長さで自立することができる。

3. ECT アームの具体的構成法

3.1 構造

今回提案するアームは、図 4 に示すように以下の部分で構成される。

1. リール伸縮ユニット。
2. 効果器フック
3. パンチルト可動軸

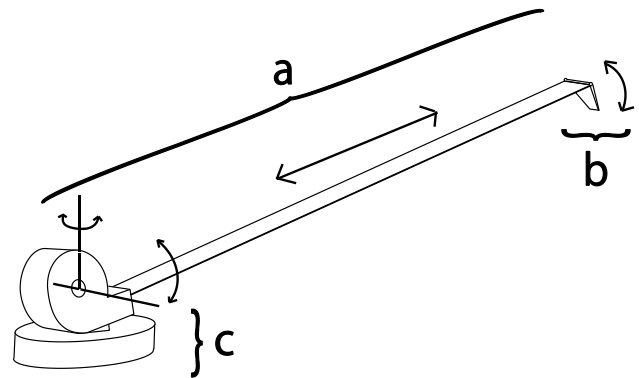


図 5 Expandable Convex Tape Arm 構造図

3.2 リール伸縮ユニット

ECT アームとそれを巻き取るリールから構成される。(図 5、a 部分) 外部からの指令でリールにテープを巻き取り、または繰り出すことで ECT アームの長さを変える機能を持つ。

リールに ECT アームを巻き取る際には断面形状が直線状となるため、素材となるテープの厚みとなる。そのため、非常に薄いものをまきつける形となり、小さなリールに長尺のアームを巻き取ることが可能となる。

3.3 効果器フック

ECT アーム先端には、もちろんただのフックがあるだけでも良いが、図 5 の b のように可動式にしたり、マイクロカメラを取り付けたりして、何らかの作業を行える「効果器フック」の取り付けが有効と考えられる。その具体例を図 6 に示す。フックは小さなモータによって駆動され、外部からの指令によって屈曲や解除運動を行い、また小型のカメラの映像を利用して、対象に対して確実な固定動作をおこなえるようにしたり、偵察作業を行うというものである。

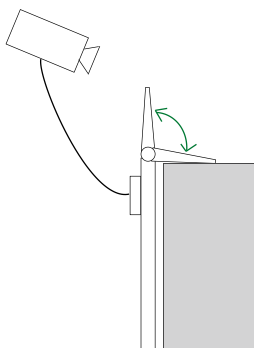


図6 効果器フック

3.4 パンチルト可動軸

伸縮リールユニットの基台部分はその向きを変えるため、必要に応じて2自由度の回転機構を付加する。(図5、c部分)この回転機構とリール伸縮ユニットを組み合わせて動作させることによって、先端のフックを対象物に到達させることができる。

4. ECT アームの応用形態

本ECTアームをロボットに搭載し、移動に使用する方法として、大きく次の2つの方法を提案する。

4.1 移動のアシスト

クローラ、車輪、歩行などの移動機構を持つロボットが傾斜面を走行する場合、本アームで傾斜上方向部分へフックを掛け、テンションを掛けることで転倒の防止や登坂能力の向上に役立つと考えられる。(図7)

この場合、Casting に比較して伸ばせる距離には制限があるが、フックを対象へ固定する動作を確実に行うことができると考えられる。また、障害物が多い場合でもフックを固定する位置を時間をかけて自由に選択することが可能となる。このようなアシスト機能としての使用例に、山岳地でのロボットを使つての救助活動が上げられる。

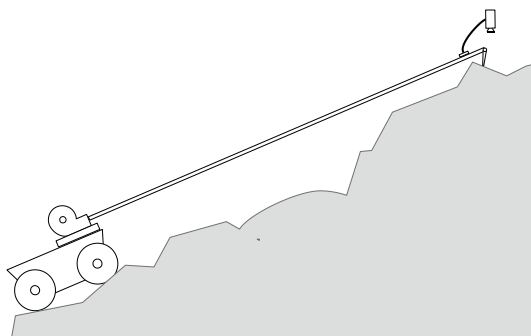


図7 ECTアームを用いた不整地移動

4.2 壁面移動

長い伸展距離、高い引っ張り強度と確実な動作を積極的に利用することで、ECTアームを主に用いた移動ロボットを構成することができる。(図8)

2本または複数のアームを装備し、アーム先端のフックを交互に窓枠などの部位に固定することで、壁面の昇降、左右の移動を行うことができる。このような壁面登坂機能の使用例として、災害時の建造内偵察が考えられる。

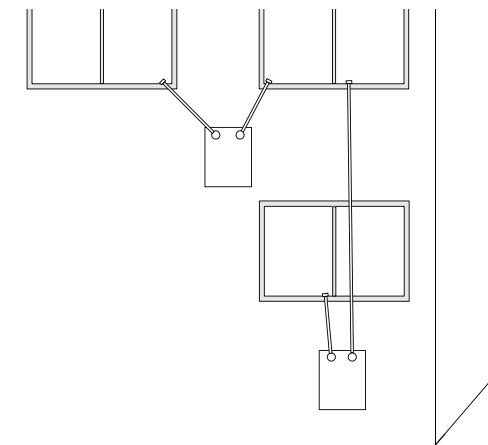


図8 ECTアームを用いた壁面移動

5. ECTアームの今後の展開

このようにECTアームは今後の移動ロボットの移動領域を広げるという上で、非常に有効と考えられる。今後は以下のような点を検討してゆく予定である。

1. 使用対象に対して最適な形状を求めるためのECTアームの物理的な特性の明確化
2. 移動ロボットに適用するためにはリールの構造、駆動方法、制御方法についての検討
3. 先端において対象物へ固定するためのフックについての、軽量高強度で自由に固定、解放ができる機構の検討
4. 先端の効果器フックに取り付けたカメラを使用した確実な固定、解放動作の実現、監視作業機能の実現
5. 壁面移動ロボットのアクチュエータとして使用する場合の、ロボット本体の昇降が可能なりール装置の構成、制御方法の検討
6. 壁面での昇降移動、左右移動における最適な複数ECTアームの制御法
7. 多様な移動環境に適する移動ロボット本体の構造や形状に関する考察
8. コンバックステープ自体の改善。たとえば、複数本組み合わせたり、断面形状を変更するこ

とで、アームとしての剛性を高める等の改良

6. あとがき

本論文では、軽量コンパクトで長い距離に対して確実にアプローチすることができる特徴を持つ ECT (Expandable Convex Tape) アームを提案し、その構成法と今後の応用の仕方、さらに今後の開発の進め方を論じた。

。

参 考 文 献

- [1] 中本秀一, 福島 E. 文彦, 広瀬茂男: “ハイパーテザーの研究 その12 グリッパ型投擲・投錨機構の開発”, ロボティクス・メカトロニクス講演会'02 講演論文集, 1A1-J10, pp.1-2 (2002)
- [2] Michele Guarnieri, Paulo Debenest, Takao Inoh and Shigeo Hirose : HELIOS VII: a New Tracked Arm-Equipped Vehicle, J. of Robotics and Mechatronics, 15, 5, 508-515(2003)
- [3] 浅野, 広瀬: "遠隔固定解除可能な投擲フックの開発-電動式と空圧式遠隔解除機構の検討-", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'07 講演論文集, 2A1-J06, pp1-3 (2007)
- [4] 浅野, 広瀬: "投擲フックを用いたテザー移動システムの開発", 第8回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 講演論文集】 (2007)
- [5] N.Asano, H.Nakamoto, T.Hagiwara, S.Hirose : "Tethered Detachable Hook for the Spiderman Locomotion (Design of the Hook and its Launching Winch)", The 7th International Conference on Field and Service Robots (2009)