

情報収集ロボットのための展開脚車輪の開発

Development of Extendable Spiny Wheels for Information Gathering Robot

○学 荒井 拓也 (日大) 正 内田 康之 (日大) 鈴木 彰 (日大) 岡田 直也 (日大)

Takuya ARAI, Nihon University

Akira SUZUKI, Nihon University

Yasuyuki UCHIDA, Nihon University

Naoya OKADA, Nihon University

Abstract

We have been researching on an information gathering robot. Before a rescue team enters to save the people who encountered the damage in a disaster and the terrorism spot safely, this robot searches for a safe course for the rescue team, dangerous equipments and the victim. In this report, we propose a small, light weight and portable robot which can enter narrow space. This robot has extendable spiny wheels of which diameter be able to change from 0.12[m] to 0.24[m] to adapt rough terrain. We produced a prototype of this robot and confirmed the motion of this mechanism experimentally.

諸言

● 人命救助や不審物搜索の現場の状況

災害 : 建物崩壊・地割れ・断線・ガス漏れなど
事故 : 有害物質による汚染や漏れ(化学工場・原子力発電所など)
テロ : 人質現場・爆発物の設置された現場(自動車下や地中)

人に代わって情報収集を行う
ロボットが必要

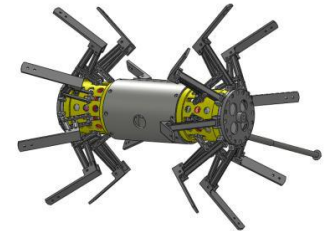


Fig1. Structure of robot

二次災害の危険性を考えると、情報収集のために救助隊員や
軍隊がこのような現場に突入するのは困難

ロボットの特徴

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ★ ロボットの全高は0.12[m]以下 | ⇒ 一般自動車の最低地上高を考慮 |
| ★ ロボットの全質量は1.5[kg]以下 | ⇒ 救助隊員の負担を軽減 |
| ★ 走行速度は0.6~1.4[m/s] | ⇒ 協働する隊員の歩行速度と同程度 |
| ★ 車輪径を2倍まで任意に変更可能 | ⇒ 災害現場等の不整地を安定的に走行 |
| ★ 2輪独立駆動のスキッドステア方式 | ⇒ 狭隘な空間での超信地旋回が可能 |
| ★ バランサーの設置 | ⇒ ロボット本体の回転防止とカメラ角調整 |

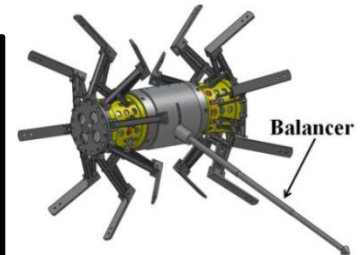


Fig2. Balancer of robot

展開脚車輪とは

展開脚車輪とは、駆動車輪の外周に半径方向に展開できる脚型突起を等間隔に8個設置した車輪のことである。これにより車輪径を2倍まで任意に変更できる。

● 展開脚車輪のメリット

- 小型・軽量化が実現
- 乗り越えられる障害物の高さが拡張(6~12cm)
- 狭隘な空間での走行が可能(最小高さ12cm以下)
- 車輪径の変化により走行速度が調節可能

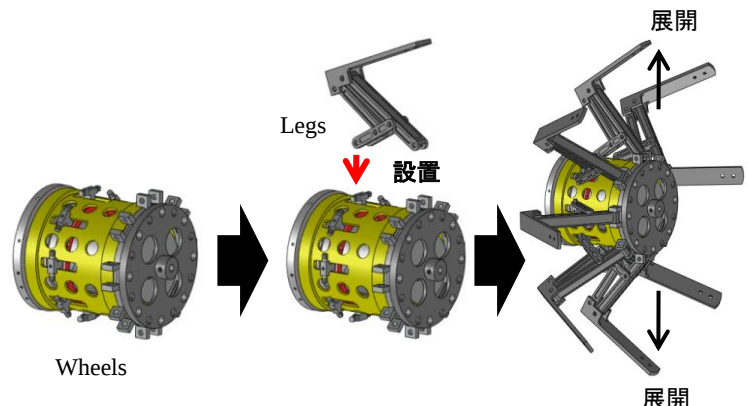


Fig3. Extendable Spiny Wheels

展開脚機構

展開脚機構を図4に示す。これは3段折り畳み式傘の開閉機構を参考にした。3段折り畳み傘は軸柄上をランナーと呼ばれる受け骨部が集まる部分を摺動させ、親骨を開閉する機構となっている。図4はこの機構を駆動輪に応用した様子を示している。

図5はランナーの構造を示している。脚型突起の受け骨部はナットと一体となったランナーに固定されている。上下のナットに挿入されている棒ネジを、1個のモータにより回転させることでランナーが左右に摺動し、全ての脚型突起が開閉する。

また、ランナーは円周方向にも滑り回転できるようにドライベアリングでフレームと2つに分割されており、駆動用モータの回転で脚型突起が円筒形本体の外周上を回転することで、車輪として機能する。

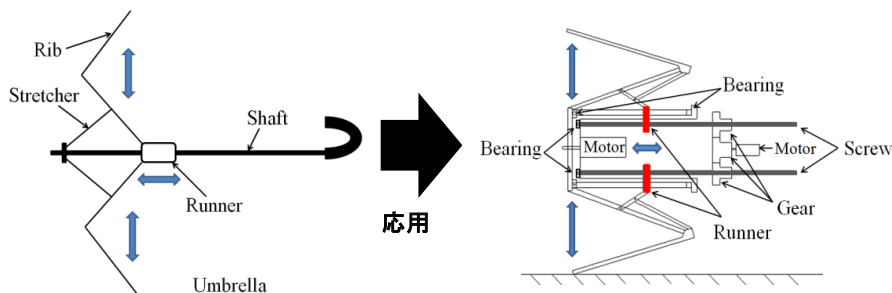


Fig4. Extendable spiny wheels

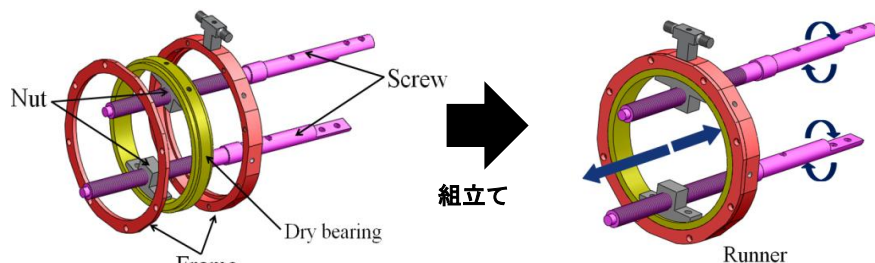


Fig5. Structure of runner

展開動作確認実験

●無負荷展開実験

図6に示すように本体を空中に浮かせて、脚型突起の接地による歪みと路面反力の影響を排除し、理想的な状態で展開動作ができるかを検証し、滑らかに脚型突起が展開することを確認した。

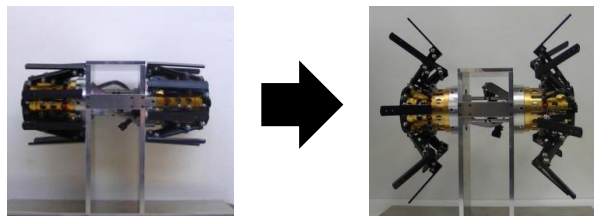


Fig6. Experimental equipment

●負荷展開実験

ロボットの質量が1.5[kg]であり、そのときのランナーの摺動に必要な力は59[N]である。しかし、この値は展開脚の機構上の摩擦損失を考慮していない。そこで、図7のように脚型突起に錘を付加して展開できる最大負荷を調べた。錘は1.5～1.9[kg]の範囲を0.1[kg]の間隔で増加させた。その結果、展開できる最大負荷は1.8[kg]であり、ランナーの摺動に必要な力は70.8[N]となった。摩擦損失を除いた展開余力は11.8[N]で、安全率は1.2であることがわかった。

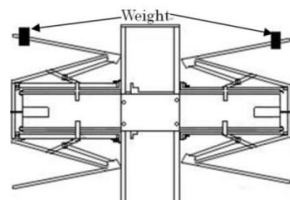


Fig7. Payload experimentation

情報収集方式

図8はカメラ姿勢角の模式図であり、このロボットは本体前方に搭載されたカメラにより、視覚的に情報を収集する。以下の場合のときのカメラ姿勢角について確認した。

①人の顔を認識できるとき

- 限界距離Lは3[m]
- カメラ姿勢角 α は12[deg]

②死角距離Iを最小限に抑えられるとき

- カメラ姿勢角 β は-8[deg]

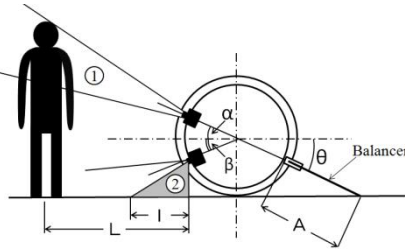


Fig8 The best viewing angle of camera

バランサーの伸縮可能範囲Aは0.22～0.50[m]であり、バランサー傾斜角 θ が12.96～13.61[deg]の範囲で、異なる車輪径でもロボット本体の姿勢変化を抑えられる。



Fig9. Prototype of robot

Table 1 Specification of robot

Wheel size		$\phi 0.12 \sim 0.24$ [m]
Length		0.264 ~ 0.303 [m]
Width		0.250 [m]
Weight		1.48 [kg]
Velocity		0.6 ~ 1.4 [m/s]
Motor torque	Legs	296.1 [mN · m]
	Wheels	374.1 [mN · m]

結言

平地や不整地などの路面の状況に応じて車輪径を変更できる展開脚車輪方式を開発した。また、試作した情報収集ロボットは、救助隊員が携行する際の負担を軽減できる全長0.264[m]、全幅0.250[m]、全高0.120[m]と小型化、1.48[kg]と軽量化が図れた。