

人型ロボットの移動範囲拡大を目的とした拡張移動ユニットの開発 Development of Extended Movement Unit for Humanoid Robot

○旭川高専専攻科 生産システム工学専攻 野口 青龍, 旭川高専 システム制御情報工学科 佐竹 利文,
旭川高専 システム制御情報工学科 以後 直樹

要旨

本研究で用いている人型ロボット, Pepper の脚部に取り付けられているオムニホイールでは, 凹凸のある床面や段差などの路面ギャップに対応することができない. したがって, それらを超えることのできる, 移動ユニットの提案, 開発を行う. 移動ユニットのベースとなるロボットは, 所属研究室で既に実現されているものを用いるため, 人型ロボットとベースロボットとの接続部分に関する内容が主となる.

1. 研究背景

本研究は, 人型ロボット Pepper の多方面での活躍を目的とした移動可能範囲の拡大のための拡張移動ユニットの開発を行う. 共同研究である SLAM の機能を用いた自己地図作成, 自己位置推定と組み合わせることで知的に移動することが可能になるため, 災害時の避難経路への誘導や混雑時の駐車場案内などに用いる, 案内ロボットとしての性能が期待できる. しかしながら, 現状の Pepper の脚部では平坦な床面のみでの移動しか考慮されていないため, 屋外などの段差, 細かい路面ギャップのある場所での使用は困難である. この問題を解決するために, 拡張移動ユニットのベースとなるロボット, Pepper とベースとなるロボットを固定するための接続部分の開発を行う. ベースとなるロボットの開発に関しては, 同研究室で, 第2回廃炉創造ロボコンの出場のために開発された U-bo Mk2を使用することで省略とする.

2. 使用する機材

本研究で使用する人型ロボット Pepper, 拡張移動ユニットのベースとなるロボットの U-bo Mk2の基本情報を以下に示す.

(1) 人型ロボット Pepper

図2-1は Pepper の外観である. 表2-1は Pepper の基本仕様²⁾である. 表からわかるとおり, 移動可能段差は最大で1.5cm と小さい段差でも乗り越えるのが困難であることがわかる.



図2-1 Pepper の外観

表2-1 Pepper の基本仕様

| | |
|---------------|---|
| サイズ (高さ×幅×奥行) | 1210×480×425 [mm] |
| 重量 | 29kg |
| バッテリー | リチウムイオンバッテリー 容量: 30.0Ah/795Wh 稼働時間: 最長12時間以上 |
| センサー | 頭: マイク×4, RGBカメラ×2, 3Dセンサー×1, タッチセンサー×3 胸: ジャイロセンサー×1 手: タッチセンサー×2 脚: ソナーセンサー×2, レーザーセンサー×6, バンパーセンサー×3, ジャイロセンサー×1, 赤外線センサー×2 |
| 可動部 | [自由度] 頭: 2, 肩: 2×2 (L/R), 肘: 2×2 (L/R), 手首: 1×2 (L/R), 手: 1×2 (L/R), 腰: 2, 膝: 1, ホイール: 3 [モーター] 20個 |
| 移動速度 | 最大2km/h |
| 移動可能段差 | 最大1.5cm |



図2-2 U-bo Mk2の外観

(2) U-bo Mk2

廃炉創造ロボコンの出場のために開発されたロボットであり, 足回りやフレームなどの構造からメンテナンスが容易なものとなっている. さらに, 試験走行により Pepper の重量相当の荷物を載せての走行にも問題はなかったため, 拡張移動ユニットのベースとして使用可能であると判断した.

3. 設計

3-1. 求められる条件

接続部分の設計にあたり, 求められる条件, クリアしな

ければいけない制約などを次のように設定した。①Pepperを傷つけないこと、②各種センサの妨げにならないこと、③確実に固定することができる、④Pepperを取り付けたままでも充電することができる、⑤Pepperの関節部分の動きを妨げないこと、⑥頑丈であること、となっている。本研究室のPepperは借り物であるため、傷つけないように、かつ脱落しないように確実に固定しなければならない。また、いずれ共同研究であるSLAMを用いた自律移動と組み合わせることが想定されているため、足回りの各種センサを妨げないことが重要である。表2-1の通り、Pepper自体の大きさ、重量は決して小さくないため、傾斜走行時や段差の乗り越え時などに接続部分にかかる負担はかなりのものであると予想することができるため、以上のような条件を設けた。④、⑤に関しては、より良く、便利なものにするための項目である。

3-2. 先行研究における課題

本研究は、平成28年度から研究¹⁾が行われており、それらにおいての課題、考えられる問題を可能な限りクリアしていくことが望ましい。先行研究において示されている課題は、屋外での使用を想定しているならば、Pepperの防水、ベースとなるロボットの防水処理が必要である。Pepper本体の防水に関しては直接改造を施すことになってしまうので本研究では省略とする。ベースとなるロボットの防水に関しては、本研究は接続部分の開発が主なため考えず、接続部分にも耐水性が求められるものとして、こちらのみを考慮する。

考えられる問題点としては、構成部品のほとんどが積層型の3Dプリンタで作られていることである。Pepperを支える柱も小さい部品が重ねられて作られている。そのため、Pepperを乗せて傾斜を上ると部品が負荷に耐えられない可能性が高い。

3-3. 製作

3-1節、3-2節で述べた課題、問題点より、Pepperの重量を支えきれぬかつ、確実に固定することができるほどの強度が必要であることが分かったため、金属材料を用いることが最適であると考えた。その中でもステンレス鋼板の厚さ1mmを用いることで、強度も十分であり、耐水性にも期待することができる。

設計はSolid Worksを用いて行う。Pepperの関節の動きを妨げないようにするためには、ひざ関節よりも下で固定する必要がある。また、脚部にはレーザーセンサ、ソナーセンサ、バンパーセンサが備わっているため、それらを避けなければいけない。図3-1は拡張移動ユニットの接続部分のCADモデル図である。带状に切断したステンレス板をセンサを避けながら脚部の曲線に合わせアーチ状に整形することで必要な条件を見たすことが可能になる。それらの部品を回転可能な状態で設置しておくことで、Pepperの着脱が容易なものになる。さらに、アーチ状の部品を完全に倒した状態にしておくことで、Pepperが乗る床面部よりも下に全て収まるので、必要以上にPepperを持ち上げる必要がなくなるため、より容易な着脱が可能となる。

走行中にPepperを固定しているアーチ状の部品が回転してしまわないように、ロック機構も必要である。Pepperを固定するためにアーチ状の部品を立てた状態にするために片手を使用している場合でも、もう一方の手のみでも簡単にロックすることが可能な機構が望ましい。図3-2はロック機構のCADモデル図である。正面のつまみを指で回すこ

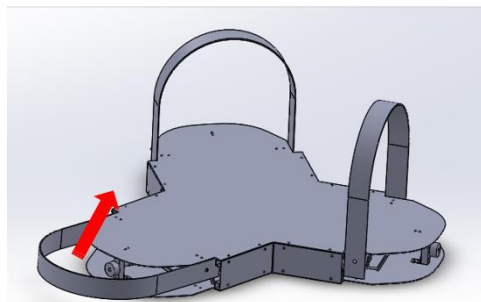


図3-1 拡張移動ユニットのCADモデル図

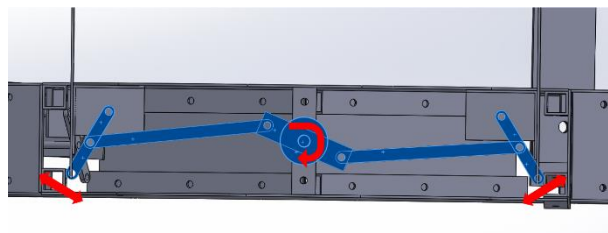


図3-2 ロック機構のCADモデル図

とで、リンクしているアームが、アーチ状の部品の余分に伸ばしておいた部分を後ろから押さえるように開くことでアーチ状の部品の回転を防ぐようになっている。図3-2ではアームの長さは長めに設定されているが、実際に製作するときに微調整するためのものである。

4. 比較と考察

先行研究¹⁾にて開発されていた固定方法では脚部のセンサのほとんどが使えない状態となっているが、拡張移動ユニットのベースとなるロボットにリミットスイッチ等を設けることで解決を図ろうとしていた。しかしながら、全てのセンサを新たに設けると複雑さが増してしまうのでメンテナンス性が著しく低下する。本研究で設計した接続部は全てのセンサを使える状態のままにしてあるため、新たなプログラムを組む必要もなく、手間も少ないと考えられる。また、材料を金属にしたこと、部品点数を減らし、部品同士の接続箇所を減らしたことで強度も増していると考えられる。これらのことから、先行研究¹⁾にて開発されていたものよりも接続部分としては優れている。

5. まとめ

Pepperの移動範囲拡大のために拡張移動ユニットのベースとなるロボットとの接続部分の設計を行った。本研究で設計した接続部はほとんどが金属部品で構成されているため、これ自体の重量もかなり増していることになる。そのため、新たにPepperと接続部を合わせた重量での走行テストが必要になってくる。その結果により、ベースとなるロボットの改良か、接続部の軽量化が求められる。また、今回は見送ったベースとなるロボット事態の防水性能の向上も行っていくことも課題である。

参考文献

- 1) 藤田大地, “人型ロボット Pepper の拡張移動ユニットの開発”, 平成29年度旭川高専専攻科特別研究論文, 2017.
- 2) 製品使用 | ロボット | ソフトバンク: <https://www.softbank.jp/robot/consumer/products/spec/>, 参照日: 2019年8月4日.