The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	路面環境の変化に適応可能な四足歩行ロボットの開発
Author(s)	
Citation	令和2（2020）年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書. 2021
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/80650
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式6

申請先学部　工　学部　採択番号　No. 4

令和2年度大阪大学未来基金「学部学生による自主研究奨励事業」研究成果報告書

ふりがな 氏　　名	むねちか　こうへい 宗近　康平	学部 学科	工学部　電子情報工学科	学年	2年
ふりがな 共　同 研究者氏名	おおはら　みちひさ 大原　迪久	学部 学科	基礎工学部　システム科学科	学年	2年
	こうちやま　みお 河内山　深央		基礎工学部　情報科学科		2年
					年
アドバイザー教員 氏名	大須賀　公一	所属	工学研究科 機械工学専攻		
研究課題名	路面環境の変化に適応可能な四足歩行ロボットの開発				
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。（先行する研究を引用する場合は、「阪大生のためのアカデミックライティング入門」に従い、盗作剽窃にならないように引用部分を明示し文末に参考文献リストをつけること。）				

開発の目的と概要

例えばアスファルトと石畳が入り混じった路面や災害現場などの整地と不整地が混在するような環境においてロボットを移動させることを考えると、歩行機構を用いた歩行のみ，あるいは車輪での移動のみでは時間がかかる，機体への負荷が大きくなるなどの問題が起きると考えられる。そこで、歩行による移動と車輪を用いた移動を使い分けつつ移動することができるロボットを開発することができれば、不整地、整地に関わらずより安定して移動できるのではないかと考えた。

そこで、この研究で当初私たちは歩行機構と４つのメカナムホイールを独立して搭載し、それらを適宜使い分けることによって整地，不整地を安定して移動できるロボットの開発を目指した。しかし、歩行のための機構と走行のための機構は完成し、メカナムホイールによる移動を実現できた一方で、研究の遅れなどから歩行機構の制御を行うことができなかった。

成果

［諸元］

重量（バッテリー除く）：5655g

機体大きさ（脚部除く）：長さ 552mm×幅 210mm×高さ 152mm

脚部を展開し静止した状態での高さ：250mm

使用モーター：脚部　T-motor 社製　Navigator MN5212 KV340　各脚二つずつ

駆動輪　pololu 社製　25:1 Metal Gearmotor 20Dx41L mm 12V CB　各駆動輪一つずつ

［機構］

機体の外観は図１のようになっており、機体における駆動輪と歩行機構の配置は図３のようになっている。脚部と独立した駆動輪を前後に配置することで、機体をよりコンパクトにすることを目指した。

歩行機構についてはStanford Doggo[i]を参考にして製作した。

脚部については図2のようなリンク機構を採用した。この機構では一つの回転軸に対して二通りの出力を与える、つまり一つの回転軸に対して二つのモーターを使用する必要がある。この実現のために、脚部の駆動部分には図4のような機構を採用し製作した。図4において、オレンジ色（一色刷り時は薄い灰色）のプーリーと脚部、青色（一色刷り時は濃い灰色）のプーリーと脚部が対応しており、それぞれを別々のモーターからタイミングベルトを用いて動力伝達し駆動している。

また、脚部の駆動には上記のブラシレスDCモーターを用いた。ブラシレスモーターを用いることで、脚部のユニットを小型化しつつ歩行のために十分な動力を発揮することが可能になっている。

駆動輪については、モーターには上記の小型DCモーター、ホイールには小型のメカナムホイールを使用した。メカナムホイールを採用することで整地における全方位移動を可能とし、より効率の良い移動を可能にすることを目指した。

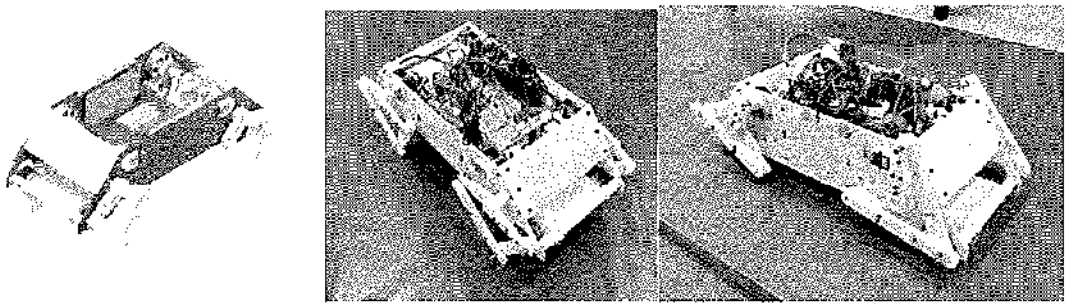

図 1：機体の外観（左：3DCADで作成したもの　中：歩行時（機体を角材で支持）　右：走行時）

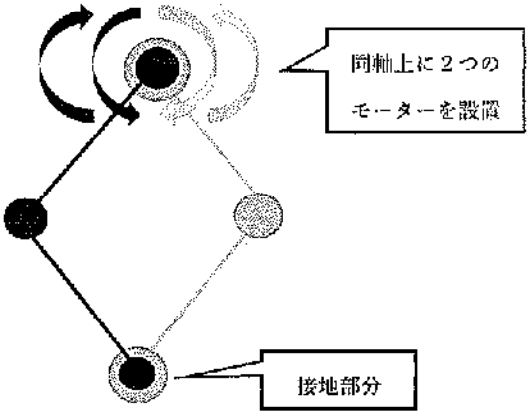

図２：歩行機構のリンク

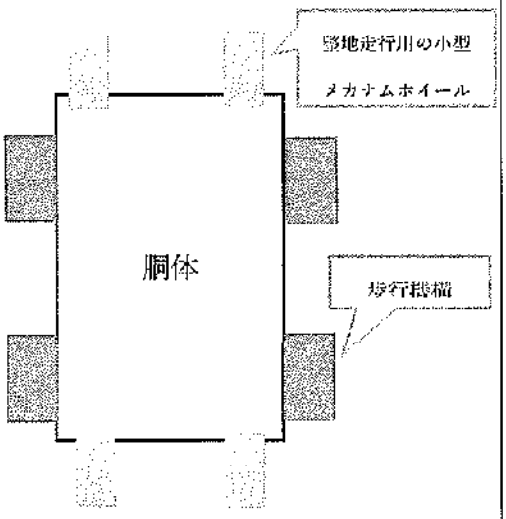

図３：製作予定の機体を上から見た図

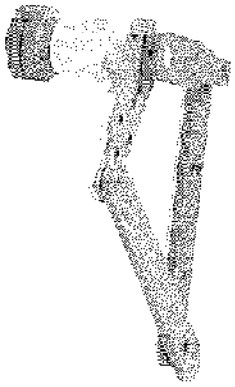

図 4：3DCAD を用いて作成した歩行機構

[回路・ソフトウェア]

回路は The Stanford Doggo Project の GitHub[ii]に掲載されている写真を参考に組み立てた。主に使用したものは Teensy3.5, ODrive3.6, BNO080, TA7291P, XBee である。このうちマイコンを持つものは Teensy3.5 と ODrive3.6 である。Teensy3.5 のマイコンには GitHub にアップロードされているプログラムに四輪を動かすプログラムを足したものを書き込み、ODrive のマイコンには GitHub のプログラムをそのまま書き込んだ。

メカナムホイールは、Teensy3.5 のピン 8 つを 4 つの TA7291P の IN1, IN2 にそれぞれ接続し、Arduino の digitalWrite 関数を用いて各ピンの電圧を決定することで制御した。前進, 後進, 左方向移動, 右方向移動, 左回転, 右回転を行えるように switch 文を用いて切り替えられるような仕様にしている。以下に前進を行う際のプログラムを示す。

```
void  ExecuteGoAhead(){
    digitalWrite(WHEEL_IN1LF_PIN,HIGH);
    digitalWrite(WHEEL_IN2LF_PIN,LOW);
    digitalWrite(WHEEL_IN1RF_PIN,HIGH);
    digitalWrite(WHEEL_IN2RF_PIN,LOW);
    digitalWrite(WHEEL_IN1LB_PIN,HIGH);
    digitalWrite(WHEEL_IN2LB_PIN,LOW);
    digitalWrite(WHEEL_IN1RB_PIN,HIGH);
    digitalWrite(WHEEL_IN2RB_PIN,LOW);
}
```

歩行機構の制御においては、ODrive とのシリアル通信がうまくいかない（四足が動かない）, XBee からの入力を正しく受け取らないといった不具合が発生した。特に XBee 関連の不具合はシリアルの入力を受け取る部分が正常に機能していないためと推察される。その理由を説明する。入力を受け取る部分は受け取った値をバッファに保存し、必要に応じて serial○_getchar 関数[iii]を用いてバッファから値を一文字ずつ取り出すことで実装されている。ここで、この関数の返り値を出力するようにしたところ、文字をシリアル通信で送る前に関数が実行され、"FF"や"00"が返り値として渡されていることが明らかになったためである。

実験の概要

当初は歩行機構とメカナムホイールの併用を目指したが、開発の遅れなどから歩行機構の制御を行うことができなかったため、メカナムホイールによる走行のみ実験を行った。

メカナムホイールによる走行実験は屋内のロンリウム（ビニル床シート）上で機体を 1.5 秒ずつ前後左右に移動させる形式で行った。実験の様子を以下に示す。

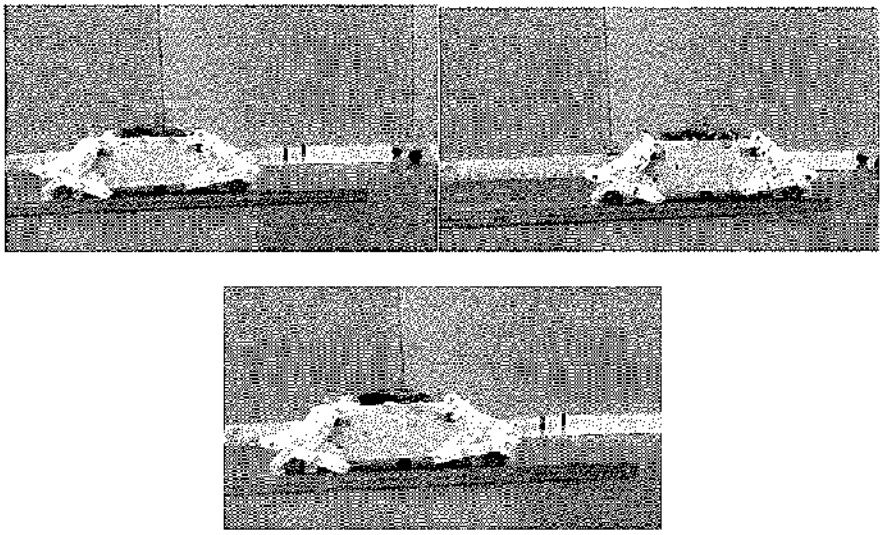

図 5:実験の動画を 1 秒ごとに切り取り並べたもの（左上→右上→下の順）

実験の結果

メカナムホイールによる前後方向の移動は行うことができた。

一方で、動画から推定した移動速度は0.2m/s と遅く、また左右方向の移動も若干可能であったが途中で動作を停止してしまった。この原因としては、重量が設計時の想定を上回ったためモーターの出力が不足したことなどが考えられる

開発の結果と開発を目指したロボットの今後

今回の開発では、歩行機構とメカナムホイールを独立して搭載し、それらを併用できるロボットを開発することを目指した。しかし、機構製作の遅れやメンバー間でのコミュニケーション不足などから開発が遅れ、結果的に両方の機構を持ちながらメカナムホイールで走行することのみ可能なロボットの開発となってしまった。

一方で、今回の実験の結果から、歩行機構あるいはメカナムホイールの片方が使用不可能になったとしても移動することができることが実証された。そしてこの点はこのロボットの特長でもあると考える。

今回開発を目指したロボットは、路面の環境によって移動方法を変更しながら移動できるという特長から、荷物の運搬のための街中での効率的な移動や災害の現場での迅速な移動など、様々な場面での活用が期待できる。また、みずから路面の環境を判断し歩行と四輪駆動を切り替える制御システムを搭載することができれば、より実用的で環境への適応力が高いロボットへ発展していくのではないかと考える。

---

[i] 『StanfordDoggoProject』 URL: https://github.com/Nate711/StanfordDoggoProject

[ii] 同上

[iii]〇にはシリアルの番号が入る