

屋外用多脚移動マニピュレータシステムの開発

システム科学技術部 知能メカトロニクス学科

1年 小玉 瑛斗

1年 太田 夕暉

1年 加藤 翔

指導教員 システム科学技術部 知能メカトロニクス学科

准教授 齋藤 敬

1. 目的

現在,人工生体機構研究室には異なる駆動機構による小型リンク式多脚歩行ロボットが複数ある.脚型機には,車輪やクローラーによる移動機構とは異なり,脚が地面に不連続な点として接触しながら移動するため,脆弱な地面をあまり傷めずに移動できるという利点がある.この利点を活用し,農地等において移動,収穫作業を行えるような,移動マニピュレーターとなる多脚ロボットシステムの試作が目的である.今回の研究では,既存の各ロボットの長所短所を調査した上で,最適な一台を選定し,耐塵・耐水装備を追加しつつ,アスパラガス等の切断・採取作業用の腕を搭載,最終的にカメラとの連動による自律運用を目指す.

2. 研究内容

2.1 ロボットの選定

今回の研究には,12脚歩行ロボット「ウヌマックス」を改装して用いることにした.「ウヌマックス」は2012年の学生自主研究で開発された機体であり,2019年には第7次改装モデルが無線操縦型ロボットによる格闘戦競技大会「かわさきロボット競技大会」に出場し,特別戦出場賞を受賞した.特徴は比較的シンプルな構造で,改装を行いやすいこと,また横転時に復旧できるような起き上がり用アームがついていることで,農地等で使用出来るような丈夫さもある.以下図1,2に改装前の「ウヌマックス」を示す.

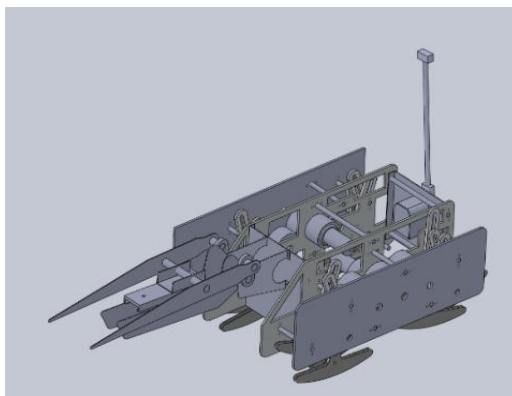


図1 改装前ウヌマックス CAD 図面



図2 同 完成した機体

脚はスライダクランク機構を採用した.図3に脚機構図と,部品配置図を示す.120度位相ごとに異なる3つの足が順次接地する形式とし,この脚を機体前後左右に一組ずつ配置にした.ステージ上の障害物を乗り越えることを想定して足先を大きく設計した.図3左の黄緑線は原動節の回転の軌跡を示しており,原動節はプーリーから動力を伝達されている.また,赤線は足先の中心の軌跡を示している.軌跡の矢印の逆方向にも駆動することができる.

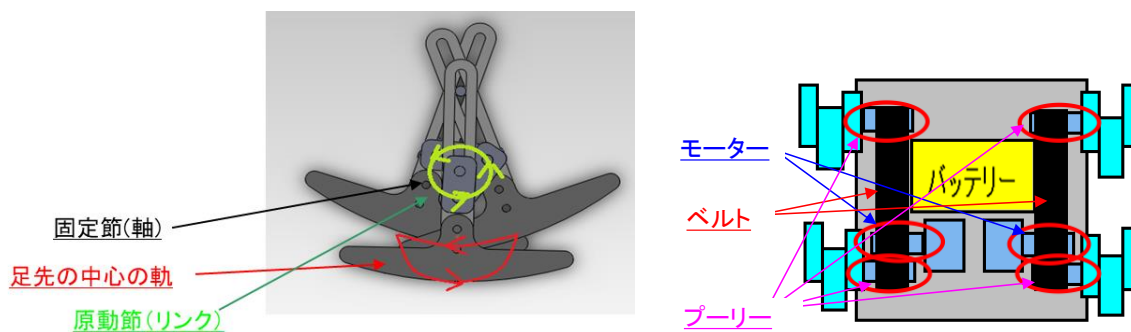


図3 脚機構図と部品配置図

スペック

1 2脚型 (3脚 1 2 0度位相ずれスライダクランク脚×4組)

脚駆動モーター×2, 腕揺動モーター×1 (タミヤtype380スポーツチューンモーター)

横転復旧サーボモーター×1 近藤KRS4014HV

リチウムフェライト電池 6.6V×2 (TAMIYA LF BATTERY LF2200-6.6V)

スタート時 幅240mm, 全長345mm, 全高400mm 展開時 幅240mm, 全長570mm, 全高400mm

2. 2 ロボットの改装

ロボットの脚部について、図3のような形状のままでは、屋外移動時に下草を巻き込む可能性があり、巻き込み防止のためのプレートを追加した。追加前後の脚を図4に示す。

また、後述の自動アスパラガス収穫システムに合わせて、「ウヌマックス」アームの上側を交換する形で、1対のはさみ状のアームを追加した。現状は安全のためカッターナイフを外してあるが、本来はアームの内側にカッターナイフを備え、このアームが内側に向け回転し、アスパラガスを内側に刈り倒す形となる。なお「ウヌマックス」のアーム上下機能も残っているため、アスパラガスを刈り倒しつつアームを上に向けて、アスパラガスは「ウヌマックス」背面に追加した収穫箱に入れることができる。



図4 脚改装後 (左) 改装前 (右)

この一連のプロセスを図5に示す。これはあくまでも動作を想定したデモ写真であるが、ハードウェア的には収穫可能な機構を達成していると言える。

2. 3 自動アスパラガス収穫システムの構築

基本となるソフトウェアとハードウェアは、教員が別途演習向けに開発した「アスパラガス根本提示システム」をそのまま転用した。これはプログラミング言語LabVIEWとその画像処理用Vision Moduleを組み合わせたもので、国際教養大学と本学との合同講義の際にも使用されている。

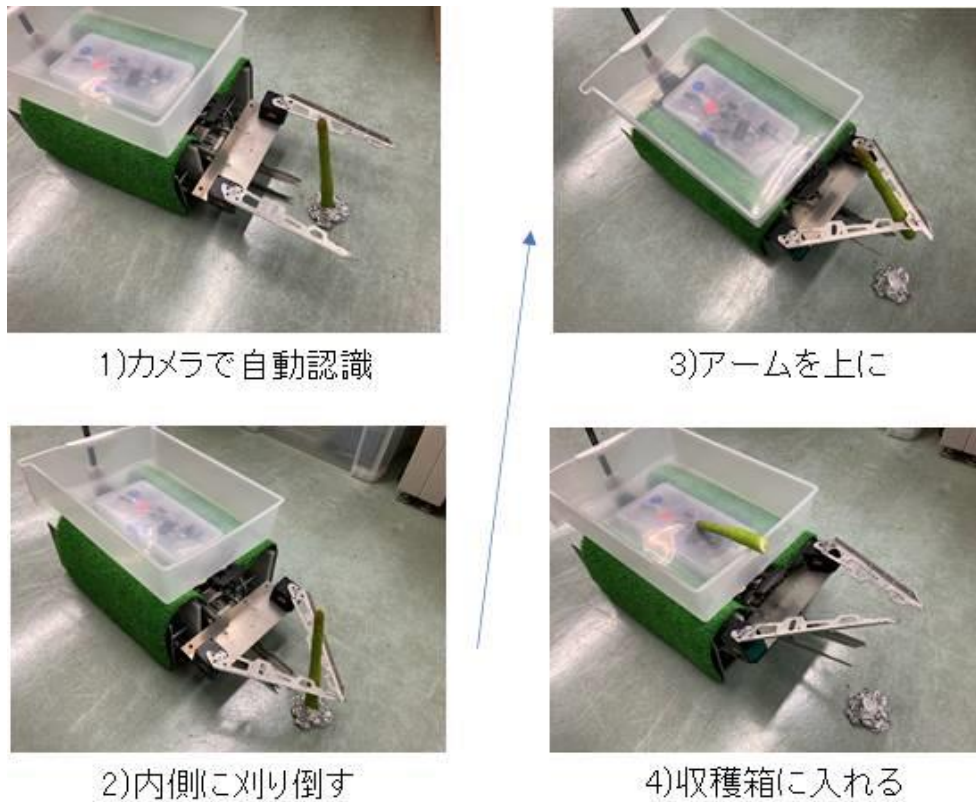


図5 アスパラガス収穫プロセス

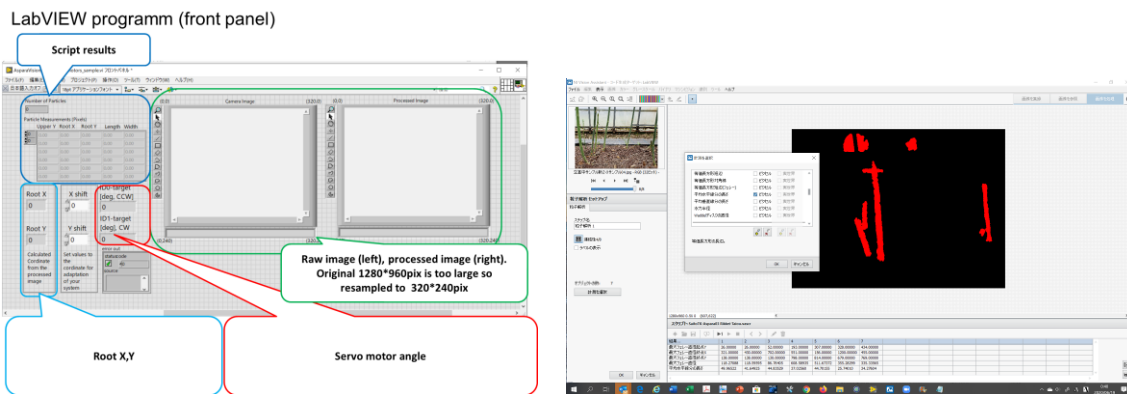


図6 LabVIEW フロントパネルと内蔵アスパラガス認識スクリプト例

(右ウインドウの左上画像が元画像，右下画像の赤がアスパラガスとして判定した領域)

図6にプログラムのフロントパネル（インターフェース部）と，プログラムに内蔵したアスパラガス自動認識スクリプトの画像処理例を示す．今回は，カメラが認識したアスパラガスのうち最長のものの根本部分をターゲットに，はさみ状アームが2本共に前を向いた前ならえ状態から，手前に向けてアスパラガスを刈り倒すような動きで収穫を行うことができる．

最終的には「ウヌマックス」が元々装備していたアーム基部の上下動を組み合わせると，アスパラガスを「ウヌマックス」本体背中の収穫箱に入れる形になる．

「ウヌマックス」は無線操縦型のみであるが，カメラでのアスパラガスの認識から収穫までは自動化されており，全体で見ると半自動化まで達成出来たとと言える．

3. まとめ

最終的に完成した機体「ウヌマックス・アグリスペシャル」を図7に示す。本研究においては、屋外用多脚移動マニピュレータシステムの開発として、アスパラガスの自動収穫を目指した。最終的にはロボットの移動は無線操縦（手動）で、アスパラガスの収穫は自動でという半自動収穫が達成可能なシステムの構築に成功した。当初予定したロボットの防塵・防水の達成は不十分であったが、移動時に下草を巻き込まないように脚部の改良には成功しており、今後は駆動系や電気系統のシーリング処理等の防塵作業，更にもそのアップデートとしての防水処理に集中出来ると考える。



図7 「ウヌマックス・アグリスペシャル」