

卒業論文要旨

ピーマンの果実摘み取りハンドの開発

Development of fruit picking mechanism for green peppers

システム工学群

機械・航空システム制御研究室 1220091 園田 昇平

1 緒言

近年、日本は少子高齢化や農家の跡継ぎ不足などで農業従事者が減少している⁽¹⁾。これを解決するため農業ロボットが開発されている。本研究ではピーマンを収穫するロボットの収穫機構について果実の果柄部の出荷規格を満たして収穫する摘み取りハンドを提案する。

先行研究⁽²⁾としてすでに摘み取り機構が提案されている。しかし問題点として以下の2点がある。

- 1) ピーマンは果柄部の長さについて出荷規格があるが先行研究の機構ではピーマンの果柄部を掴みその上を切断するため出荷規格以上の果柄が残ってしまう。
- 2) ピーマンを収穫するとき収穫済みの茎に栄養が分散して他の果実の成長が阻害されてしまう。実際の収穫では茎を少しでも残さないために1度切断した後、出荷規格で再度切断する「2度切り」を行っているが先行研究の装置では構造上1度しか切断することができない。

2 提案する摘み取りハンド

2.1 摘み取り機構の実験機設計

図1に摘み取りハンドの3Dモデル図を示す。問題点1)を解決するために切断と保持を独立して行う機構を提案する。切断機構にはカッターの刃を2枚使用し平行リンクと組み合わせることでバネを取り付けた。切断機構はワイヤーを取り付けたサーボモーターで引っ張ることでカッターの刃を閉じ、バネによって開く。保持機構は図2に示すように小型であり、かつピーマンが2つ近接して実っている場合でも保持できるように、片側から平行リンクを2つ組み合わせた機構によりピーマンに巻き付くように掴むものとした。この保持機構はサーボモーターの回転運動をギアからラックに伝えて直線運動に変換して動作させ、片側から掴むことで近接したピーマンでも掴めるようにした。

問題点2)を解決するため切断機構にギアとラックを使用してサーボモーターで切断機構を上下に駆動できるようにした。動作範囲は50mmである。設計した切断機構と保持機構によりピーマンを掴みつつ切断位置を変えて茎を2回切断することが可能となった。

ピーマンの果実は斜めに実っている場合があるため後方部には機構全体を回転させることで果実の実っている角度に合わせて収穫するためのサーボモーターを取り付けた。

収穫の流れは以下のとおりである。

- 1) 摘み取りハンドを果実に近づけて保持部で掴む。
- 2) 切断機構を固定した後、ワイヤーをまきとりカッターで切断する。
- 3) 果実を保持し続けながら切断機構を果柄部の出荷規格の位置に降ろして再度切断する。

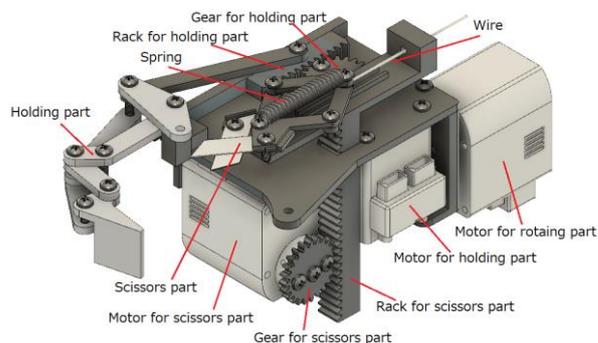


Fig.1 3DCAD of picking mechanism

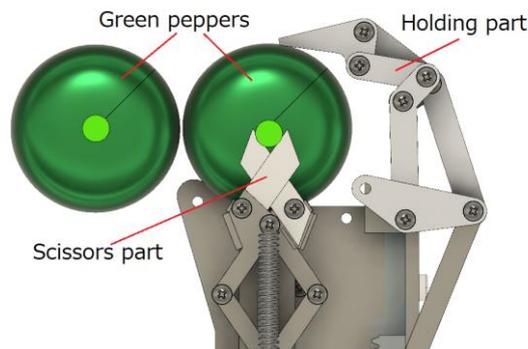


Fig.2 Hold mechanism

2.2 摘み取りハンドの実験機の製作

図3は実験機を示す。ギア、ラック、土台、平行リンクは3Dプリンターを使用して製作を行った。材料は合成樹脂を用いた。保持部にピーマンの果実を傷つけないようにスポンジを取り付けた。サーボモーターは切断部上下駆動用、保持部駆動用、切断部ワイヤー引っ張り用、機構回転用(収穫実験では取り付けなかった)の4つとも(株)近藤科学のKRS6003RHV(最大トルク:67.0kg・cm 最高スピード:0.22s/60°)を用いた。サーボモーターの位置制御はArduino Unoで行った。ピーマンの果実を保持して切断する実験を行うため摘み取りハンドとワイヤー引っ張り用サーボモーターを固定する土台をアクリル板と木材で製作した。

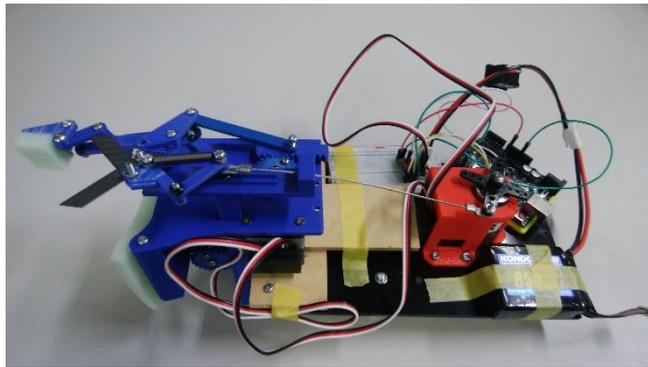


Fig.3 View of picking mechanism

3 ピーマン果実の収穫実験

3. 1 実験方法

摘み取りハンドがピーマンの果実を保持して茎を切断できるかを検証するため切断機構の位置を固定して収穫実験を行った。実験場所は高知工科大学が所有するビニールハウスで2022年1月17日(月)午前11:00~午後2:00 天候:曇り の状況下で行った。収穫数を25個としてピーマンの直径と茎径を調べて実験を行った。収穫成功は果実を掴んで1回で切断した場合、収穫失敗は果実を複数回切らないと切断できない場合や果実を掴みきれず落下させた場合と定義した。

3. 2 実験結果と考察

ピーマンの果実25個を収穫した結果を表1、収穫成功と失敗を散布図で表したものを図4に示す。

表1より8個収穫に成功して17個収穫に失敗した。収穫成功率は32%であった。図4より直径が40mm以上あるピーマンは高確率で茎を切断することができず摘み取りができないことが分かった。これはピーマンを保持したとき直径が大きいピーマンほどカッターの刃元から茎が離れてしまい刃先で茎を捉えることになるため切断部のトルクが低下してしまうからだと考えられる。

保持機構に関しては直径21mm~51mmのピーマンまでは掴めることを確認したが主枝(茎)や葉などの障害物が近くにある場合、果実以外を巻き込んでしまうため本研究の保持機構は実用が難しいことが分かった。

4 結言

本研究では、ピーマン収穫ロボットが収穫時にピーマンの果柄部の出荷規格を満たすように摘み取る機構を提案し、実験機を製作した。そして摘み取り実験を行い、収穫が可能か検証した。結果、収穫成功率は32%にとどまり改善が必要であることが分かった。

今後は切断部のカッターの刃の形状をトルクが伝わりやすいように変えて刃元から茎が離れても切断できるように改良する。また、今回の保持機構では茎や葉を巻き込んでしまうため果実を下から保持する機構を検討する。

Table 1 Result of harvest experiment

No.	Green Pepper Diameter [mm]	Stem Diameter [mm]	Number of Cutting	Harvest Success or Failure
1	29	5.0	1	○
2	30	5.0	2	×
3	44	4.0	2	×
4	28	4.1	3	×
5	25	4.7	1	○
6	21	5.0	1	○
7	39	4.7	2	×
8	31	4.4	3	×
9	35	4.2	1	○
10	30	5.0	3	×
11	37	5.0	4	×
12	42	5.0	1	○
13	32	4.6	5	×
14	41	5.6	3	×
15	48	4.4	4	×
16	44	5.2	6	×
17	32	4.8	5	×
18	37	4.9	1	○
19	51	5.3	6	×
20	41	5.8	5	×
21	22	3.7	1	○
22	43	4.6	3	×
23	48	4.8	5	×
24	44	3.6	5	×
25	31	4.5	1	○

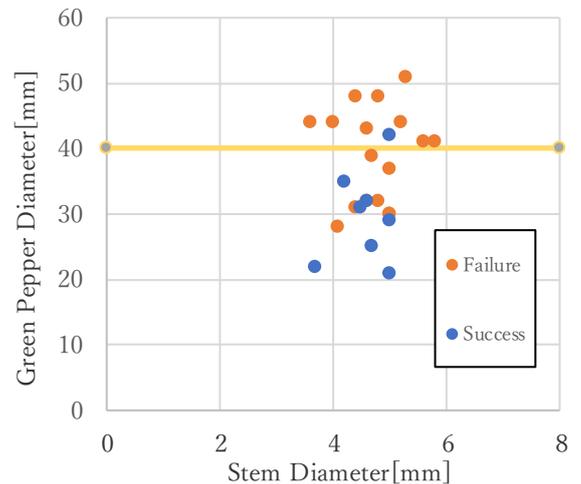


Fig.4 Success or failure of harvest experiment

参考文献

- (1) 農林水産省ホームページ：農業労働力に関する統計
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/08.html>
(参照日 2022年2月9日)
- (2) 佐藤元二郎, 岡宏一, 原田明徳, “開発果実自動収穫のための摘み取り機構の開発” 修士学位論文, 高知工科大学 (2014)