

自動収穫ロボットの開発②

～Deep Learning を用いた自動走行～

福島県立テクノアカデミー浜 職業能力開発短期大学校 計測制御工学科

○霜山 昌悟

指導教官 牛坂 慶太

1. はじめに

農業従事者の減少や高齢化などによる労働力不足が進んでいる昨今、新たな労働力確保は喫緊の課題となっている。また、農作業における労働時間の半分以上を占める収穫から出荷をいかに効率的に行うかが重要である。さらに近年は特定の野菜に特化したロボットが開発されているが、より汎用的なロボットの開発が望まれている。



図1 野菜収穫ロボット
(inoha(株)ホームページより引用)

2. 目的

本研究では、自動収穫ロボットの走行部分に着目し Deep Learning を利用して想定通りのコースを自動的に走行させることを目的とする。Deep Learning とは、人間が自然に行うタスクをコンピュータに学習させる機械学習の手法のひとつ。人工知能(AI)の急速な発展を支える技術であり、その進歩により様々な分野への実用化が進んでいる。近年開発の進んでいる自動運転車においてもカギとなっているのは、Deep Learning である。

3. 課題

自動走行の一つの手段として、赤外線センサを使用したライントレースなどが挙げられる。しかし、収穫する畑やビニールハウス内の通路は屋内施設のように平坦ではなく凹凸があるためにセンサと地面の距離がばらつくためにラインから逸脱することがある。

4. 本研究の概要

画像認識と Deep Learning を利用して、自動走行を実現できないかをロボットカーを試作し検証を行った。

5. システム概要

(1)ハードウェア

①EV3

EV3 はレゴ社(デンマーク)とマサチューセッツ工科大学(アメリカ)の研究成果を基にしたロボット製作キットで、プログラミングや機械機構を学ぶためのものである。

②RaspberryPi3 model B

Raspberry Pi は安価で小型なコンピュータであり、キーボードやマウスを接続して、PC として使うことができる。

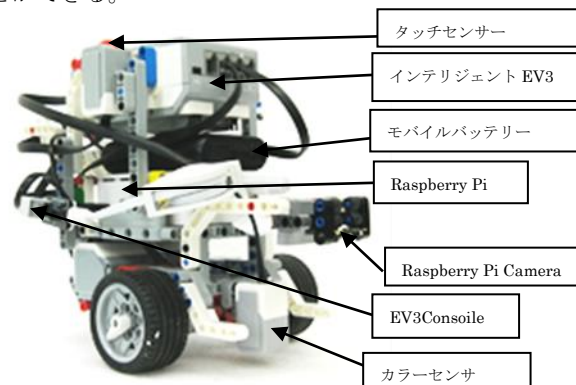


図2 ロボットカー

(2)ソフトウェア

①Python

Python とは少ない文量で簡単にプログラムが書けるシンプルでオーソドックスな文法であり、複雑な数学計算(微分演算や行列計算)を1行で済ませることも可能である。

②Chainer

Chainer は、深層学習プログラムの実装を簡単にするためのフレームワークの一つで、Preferred Networks 社で開発された。

6. システムの流れ

- (1)PCのブラウザで Raspberry Pi 上の Jupyter Lab を表示・操作(Jupyter Lab とはブラウザ上でプログラム実行し、結果を確認できる統合開発環境)
- (2)Jupyter Lab でプログラムの実行
- (3)EV3 でモータの制御・センサ値の取得

7. 実験および結果

(1)開発環境構築

- ・ Raspberry Pi に LinuxOS をインストール
- ・ Raspberry Pi と PC の ssh 設定
- ・ Raspberry Pi の環境構築(Chainer)
- ・ Raspberry Pi Camera 導入と設定
- ・ EV3 の実行環境構築(EV3RT)

(2)動作確認

- ・ PC のブラウザ上で表示された Jupyter Lab でプログラミングを行い、実行する。
- ・ LCD(液晶画面)への表示
以下のプログラムを実行すると LCD に文字が表示される。

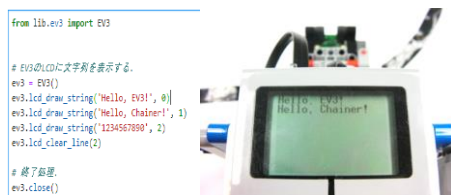


図3 Python プログラミング

(3)各センサ

- ・ 使用するセンサ(タッチセンサ・カラーセンサ)の設定を行うプログラムを作成し、動作確認を行った。

(4)モータ

- ・ モータを2つ用いて、ロボットカーを走行させるプログラムを作成し、動作確認を行った。

(5)ライントレースおよび学習データの収集

- ・ (2)、(3)、(4)を踏まえてカラーセンサを使用しラインに沿って右回り、左回りにコース走行させると同時に、データの収集を実施。コースを自動走行しながらカメラ画像(入力値)とロボットの旋回値(目標値)の組を取得する。

(6)モデルの訓練

- ・ Chainer を使用し、ロボットの向きの推定を行う為のモデルを訓練する。

Raspberry Pi Camera で5種類の角度の目標値(-30度、-15度、0度、15度、30度)のデータセットを作成する。

| 旋回角 | 取得した画像データ | ロボットの姿勢 |
|------|-----------|---------|
| 0度 | | |
| 15度 | | |
| 30度 | | |
| -15度 | | |
| -30度 | | |

図4 データセット

(7)訓練後モデルを利用した自動走行

- ・ 訓練したモデルを使ってカメラ画像から旋回値を予測し、その旋回値を使用してモータを動かし、カメラの自動走行でコースを走らせた。その結果の一部を図6に示す。カラーセンサを使用せずカメラから得られたラインの向きから旋回値を予測し、ライントレースをすることができた。

| | | | |
|--|--------|--|--------|
| | 旋回値-38 | | 旋回値-48 |
| | 旋回値0 | | 旋回値8 |

図5 カメラ画像と旋回値

(8)農場を想定した凸凹路における走行精度の検証

- ・ 紙に印刷したライントレースのコースと床の間に薄いクッション材を敷いて、平坦ではないコースを作成した。そのコースにおいてカラーセンサを利用した場合と画像を利用した場合の走行でどのような違いがあるか検証した結果を図6、図7に示す。結果カラーセンサではコースから外れ、画像を利用した走行ではコースから外れることがなかった。



図6 画像利用

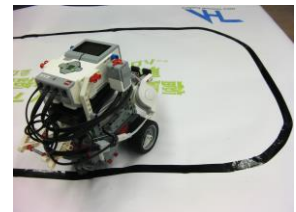


図7 カラーセンサ利用

8. まとめ

学習したモデルをもとに画像から自動走行することができた。

9. おわりに

今回の卒業研究を通して、Deep Learning について理解を深めることができた。初めて Deep Learning を行うにあたり、不明な点もあったが、カラーセンサに頼らずカメラを利用して自動走行ができるようになると、とても便利な物に変わり、様々な分野にも使えることが分かった。

参考文献

- (1)実践! Chainer とロボットで学ぶディープラーニング