

テニスボール回収機におけるAIの有効性の検証

高槻高等学校 2年
辰巳陽紀 福澤周拓 村田博亮

背景・目的

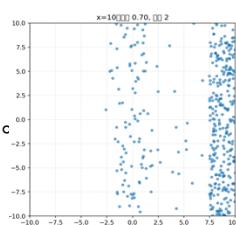
自動テニスボール回収機は、需要が高いにもかかわらず、まだ一般的に普及していない。既存のものはカメラ画像を解析するためAIを搭載しているが、私たちはその必要性に疑問をもった。本研究では、テニスボールを効率的に回収するにおいてAIが本当に必要であるかどうかを検証する。

仮説

練習後はテニスボールは壁付近に偏っている傾向があるため、AIによる検出は必ずしも必要ではないのではないか。

実験 I

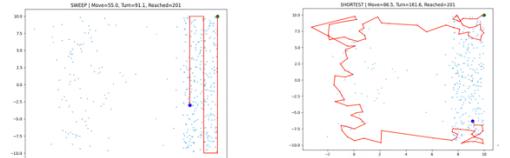
AIの有無による移動数の違いを検証するために、以下の四つの経路についてシミュレーションを行なった。
端から巡回(AI無)、最短のものに向かう(AI有*)、最密点に向かう(AI有*)、巡回セールスマント近似解を模したルート(AI有*)。



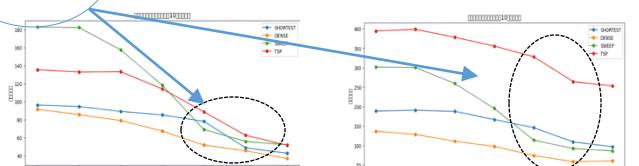
(*ボールの配置を参照していると、AIによるカメラ解析が用いられたとみなせる。)

結果 I

400個(2カゴ分)分布させ、200個(1カゴ分)回収させた。最密の方法が最も効率的だったが、目立った差は見られなかった。



実際の分布に近いと思われるところ



(横軸: 点の分布の右端への偏り度、縦軸: 移動数)(横軸: 点の分布の右端への偏り度、縦軸: 旋回数)

考察 I

回収機からの写真情報でしかボールを認識できないことを踏まえると、これらはあくまで理論値である。AIを用いない巡回走法はそれに依存せず、最密点走行に決して引けを取らず十分実用的である可能性が示唆された。

結論

テニスボール自動回収機にカメラやAIを搭載しないことで、ボールの分布の偏りの小さい場面での汎用性は下がるが、練習など偏りの大きい場面では回収の効率性を落とすことなく製作コストをより廉価に抑えられる。

実験 II

実験Iを実機を用いて検証するため、テニスボール回収機を作成する。

Part.1 ボールの検出

ボールの色情報だけを元に識別するのは背景との誤認が多く、精度が十分ではなかった(図1)。正確に認識すべく、複合的な特徴を元に物体を認識できるモデル*「YOLOv8」を採用。精度を上げるために数百枚もの画像で学習した。



Part.2 モーター制御

モーターの回転数を制御するため、Raspberry Piとフォトインタラプタを使用した。フォトインタラプタはモーターの回転数を測定することができ、その情報を元に Raspberry Piで電圧を調整する。

結果 II

- 私たちがからうじて識別できるほどの小さなテニスボールも認識できる程度にYOLOをトレーニングできた。(図2)
- 複雑な電子回路であり、うまく作動していない。
- YOLOはデータ量が大きく、直接的にはRaspberry Piにインストールできなかった。

展望

実機を用いた実証実験により、カメラやAIを搭載することが回収効率やコスト面でどの程度有効であるのかを明らかにしたいと考える。

参考文献

- Martin Ester et al. (1996) DBSCAN: A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases . KDD-96 , p.226-231
Howie Choset . (2001) Coverage for Robotics: A Survey of Recent Results . Annals of Mathematics and Artificial Intelligence . vol.31 , p.113-126