

深層学習に基づく草刈り機向けの手の巻き込み検出の試作

北村 偉† 山本 椋太‡ 三上 剛‡ 稲川 清‡

苫小牧工業高等専門学校専攻科創造工学専攻 情報エレクトロニクス系†

苫小牧工業高等専門学校 創造工学科‡

1. はじめに

北海道では農業が盛んであり、広大な土地であるため農業機械を持つ農家は数多く存在する。一年を通して道内での農作業中の事故による死亡は15～20人、負傷は2000～2600人と発生している[1]。全国でも令和2年度に死亡数が270人おり、中でも機械による事故は186人と高い割合である[2]。

農業機械による事故が多く発生しているため、事故を防止する安全装置を取り付ける必要がある。安全装置を検討するための試作として草刈り機を想定する。安全装置とするためには、機械の可動部が人に傷害を与える前に停止しなければならない。よって、草刈りの場合では回転刃が人の手に触れる前に停止する必要がある。

本研究では手の検出のために深層学習を用いる。本稿では、エッジデバイスへの実装の前にPC上で畳み込みニューラルネットワークを用いて人の手の判別を試みたため報告する。

2. 手の深層学習による検出

2.1 写真撮影

学習と検証に使うための写真を撮影した。写真はすべて同日に撮ったものを使用している。学習に利用する前に画像はあらかじめ正方形にトリミングする。画像の例を以下の図1に示す。

図1より青色の草刈り機と赤色の草刈り機の2種類を利用した。それぞれの草刈り機で手の全体が写る(a)(d)を30枚、草刈り機のみ(b)(e)を20枚、手の指先が写る(c)(f)を20枚撮影した。

2.2 ニューラルネットワークの作成

Google ColabとKerasのライブラリを利用し教師あり学習で畳み込みニューラルネットワークを学習する。使用する言語はPythonとする。

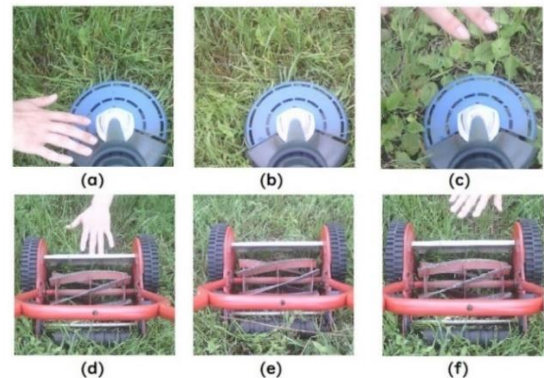


図1 撮影した写真の例

分類は「手がある」か「手がない」かの2つで、指先のみが写る画像は「手がある」分類に含める。学習パターンは以下の4種類で行った。

- ・青と赤の草刈り機、手は全体が映る
- ・青と赤の草刈り機、手は指先のみが映る
- ・青のみの草刈り機、手は全体が映る
- ・赤のみの草刈り機、手は全体が映る

検証にはそれぞれの学習に対して手の全体・背景と手の全体・手の指先・背景の2つのデータセットを用いる。一枚の写真を回転させた画像も含めて100枚分の画像を用いる。また、一部学習に利用した画像も検証用画像に含める。畳み込みニューラルネットワークの構成図を以下の図2に示す。

3. 結果と考察

検証結果が表1となる。

学習用データセットに対して、指先を入れることによる効果を検討する。手の全体のみで行った学習について、①と②の結果を比較すると、手の一部の画像に対して正解率が低下することがわかった。次に、指先の画像を含めた学習③と④の検証結果についてもあわせて検討する。①と③の結果から、正解率は同値だが、③は「手がある」と判別した枚数は増加した。また、②と④について、④は「手がある」と判別した枚数も全体の正解率も増加している。よって、全てのパターンで、指先を含めた方が正解率が向上しているため、手の一部、および手の全体

A Trial of Detector of Dangerous Hand Location for
Lawnmower Based on Deep Learning

†Takeru Kitamura National Institute of Technology, Tomakomai
College Division of Electronics and Information Engineering

‡Ryota Yamamoto, Tsuyoshi Mikami, Kiyoshi Inagawa
National Institute of Technology, Tomakomai College
Department of Engineering for Innovation

表 1 学習に対する検証結果

	草刈り機 の種類	学習用画像[枚]				検証用画像[枚]			検証結果[枚] (正解数[枚])		正解率
		手の有無			手の有無			手の有無			
	青	赤	全体	一部	なし	全体	一部	なし	あり	なし	
①	○	○	76	-	60	52	-	48	52(36)	48(44)	80%
②	○	○	76	-	60	36	32	32	68(44)	32(28)	72%
③	○	○	76	36	60	52	-	48	52(40)	48(40)	80%
④	○	○	76	36	60	36	32	32	68(56)	32(32)	88%
⑤	○	-	44	-	36	60	-	40	60(60)	40(32)	92%
⑥	○	-	44	-	36	60	32	20	80(72)	20(16)	88%
⑦	-	○	32	-	24	60	-	40	60(40)	40(32)	72%
⑧	-	○	32	-	24	60	32	20	80(48)	20(20)	68%

※(正解率) = ((手ありの画像の検証で結果が「あり」の枚数) + (手なしの画像の検証で結果が「なし」の枚数)) / (全体の枚数)

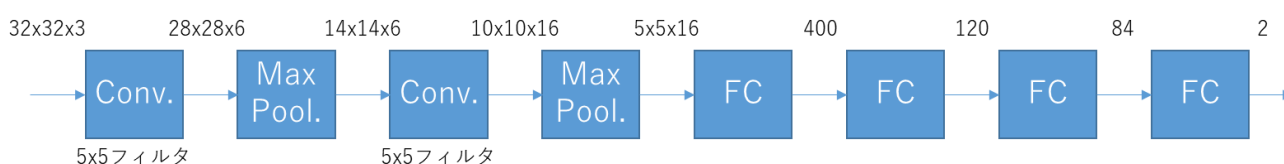


図2 ニューラルネットワーク構成 (Conv. は畳み込み層, Max Pool. はプーリング層, FC. は全結合層を表す.)

の画像がどちらも学習時に使用される方が良いという知見を得た。

学習用データセットに対して、1種類の草刈り機の画像を使用することによる効果を検討する。①②と⑤⑥について⑤⑥は正解率が増加しており、「手がある」と判別した枚数の割合も高い。一方で、①②と⑦⑧について⑦⑧は「手がある」と判別した枚数も正解率も低下している。よって、青色の草刈り機は正解率が向上しているため、学習用データセットは1種類の草刈り機のみが良い場合がある。しかし、赤色の草刈り機は正解率が低下しているため、学習用データセットに多種類の草刈り機を含めた方が良い場合もあるという知見を得られた。

以上のことから実際に利用する農業機械によって学習用データセットを組み替える必要があると考える。

一部の学習の正解率が低い原因として、学習用画像の枚数が少ないことや草刈り機の一部が写っている画像が含まれていることが考えられる。学習用データセットの変更により識別の精度が向上する可能性がある。

安全装置の開発では、手がある際に正しく「手がある」と判別しなければ事故に繋がるため、「手がある」と判別した検証結果を重要視する。検証結果より全体では手がある画像で「手がある」と判別した枚数が少ないため、識別の精度向上が必要である。

4. おわりに

深層学習により畳み込みニューラルネットワークで手の画像識別を行った。農業機械の手の巻き込み検出を目的とした深層学習について以下のような知見が得られた。

- ・識別の精度向上には学習用データセットに手の一部と手の全体の両方の画像を使用することが効果的である。
- ・使用する農業機械によって学習用データセットは組み替える必要がある。

課題として、学習用データセットの画像枚数を増やすことや画像に草刈り機全体を写した画像を使うことで識別の精度が向上するか検証する必要がある。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 21K05856 の助成を受けた。

参考文献

- [1] 北海道の作業安全運動推進本部 令和3年度農作業事故報告書
<https://agr-anzen.jimdofree.com/app/download/11671013491/R3+%E8%BE%B2%E4%BD%9C%E6%A5%AD%E4%BA%8B%E6%95%85%E5%A0%B1%E5%91%8A%E6%9B%B8NO.1.pdf?t=1662082333> (参照 2022-8)
- [2] 農林水産省
 令和2年に発生した農作業死亡事故の概要
<https://www.maff.go.jp/j/press/nousan/sizai/attach/pdf/220215-4.pdf> (参照 2022-2-15)