

深層学習を用いた走行映像からの環境認識法の提案

陸 慧敏 酒井 佑樹 金 亨燮

九州工業大学

1. 要約

現在、日本では高齢化が進行しており、それに伴って福祉機器の利活用への期待が高まっている。その一つに電動車いすがあり、ハンドルやジョイスティック等を用いた操作が可能である。簡単な操作で体力を必要としない、便利な移動手段である一方で、事故も発生しており、走行時の危険性が指摘されている。そこで、自律移動型の電動車いすを開発することにより、人為的な事故要因を改善し、事故の低減や電動車いすの利便性の向上が期待できる。

自律走行型電動車いすの開発には、現在位置の推定、歩道・障害物・信号機の認識、移動物体の移動予測等の環境認識が不可欠となる。これらの諸問題への解決を図るためのアプローチ法として、本稿では、歩道・横断歩道・信号機の検出についての検討を行う。

また、近年、画像認識の分野で深層学習が広く応用されている。本論文では、CNN (Convolutional Neural Networks) を応用した、一般物体検出アルゴリズムの一つである YOLOv3 を用いた対象物の認識法を開発する。電動車いすに単眼カメラを取り付け、走行によって得られた動画を学習した YOLOv3 により物体検出を行った後、不要なバウンディングボックスの削除や補間等の後処理を加えることにより、自律走行型電動車いすのための歩道、横断歩道、信号機の検出を行い、その有用性を検討する。

2. はじめに

平成 29 年 10 月 1 日現在の日本の総人口は、平成 23 年以降、継続して減少している。一方で、65 歳以上の高齢者人口は昭和 25 年以降増加し続けており、平成 29 年 9 月 15 日現在でその数は約 3500 万人となっている。これは世界と比較しても高い数字であり、7 月 1 日現在の World Population Prospects: The 2017 Revision (United Nations) に掲載されている 201

の国及び地域の高齢化率の中では、最も高くなっている。

このような背景下で、高齢者の自律を促し、介護の軽減を図ろうとする機器類は、近年諸外国からかなり質の良い機器類が輸入され、またわが国ではリハビリテーション工学の急速な発展もあって福祉機器への期待が急速に高まりつつある。高齢者の歩行を補助する福祉機器の一つに電動車いすがあり、この 20 年間で毎年 20 万台以上出荷されている [1]。電動車いすは歩行が困難な高齢者や障害者にとって簡単な操作で外出ができ、体力を必要としない、便利な移動手段であるが、事故も発生しており利用には危険性が生じる。電動車いすの交通事故数は、平成 24 年から 28 年の 5 年間で毎年 150 件以上発生しており、負傷者の 7 割近く、死亡者のすべてが高齢者となっている。

そこで、自律移動型の電動車いすを開発することにより、上記のような事故要因を改善し、事故の低減や電動車いすの利便性の向上が期待できる。自律移動型電動車いすの開発には環境認識が必要であると考えられる。環境認識には、現在位置の推定、歩道の認識、歩道上の障害物の有無の把握、信号機の認識、移動物体の移動予測などが必要である。

3. 研究方法

YOLOv3 [2] は CNN を応用した一般物体検出アルゴリズムの一つである、YOLO [3] と YOLOv2 [4] を改良したアルゴリズムである。物体検出の代表的な手順は、まず入力画像の中から物体領域候補となる複数の部分領域を抽出する。その後、候補領域内にどのような物体が含まれるかを判断し、一つの物体に複数の領域が検出されるのを防ぐため、検出領域の絞り込みを行い、結果を出力する。CNN を応用した R-CNN やこれを高速化した Fast R-CNN, Faster R-CNN はこの手順のような手法になっている。一方、YOLO や YOLOv2 は単一のニューラルネットワークでバウンディングボックスとそのクラスを予測する。これにより、end-to-end のトレーニングとより高速な処理を可能にしている。YOLOv3 は YOLOv2 に比べ、層が増えており、プーリングの代わりにストラ

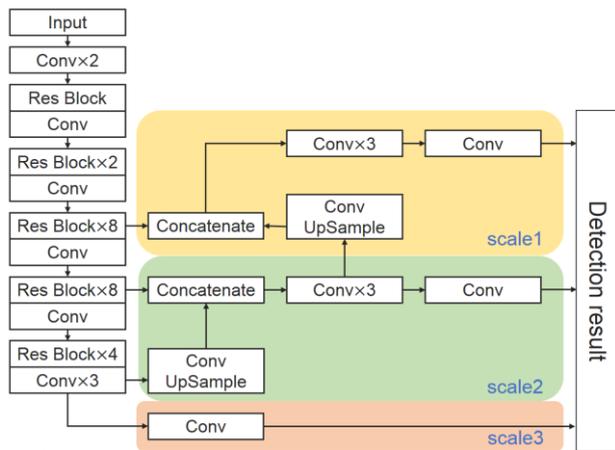


図1 YOLOv3の構造。
 イド2の畳み込み層が採用されている。更なる

特徴として Residual Block と、3つのスケールで推定を行う FPN 構造が挙げられる。

4. 実験結果

本論文で使用したコンピュータの環境と動画情報を表1, 表2に示す。なお、使用動画は、図2に示すように、ノートパソコンに接続し、電動車いすの前方に固定した web カメラを用い、電動車いすを走行させ得た動画である。

表1 実験環境

OS	Ubuntu16.04LTS(Linux 64bit)
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-6700CPU@4.00[GHz]×8
メモリ	16[GB]
GPU	GeForce GTX TITAN X 12[GB]
CUDA Core	3072

表2 画像情報

画像サイズ	640×480[pixel]
訓練データ数	3137
テストデータ数	1850



図2 Webカメラの取り付け位置。

実験では二つの画像データセットを用いて学習を行い、残りのデータセットによる識別を行

表3 実験結果

	AUC	
	YOLOv3 network	YOLOv2 network
テスト画像1	0.557	0.534
テスト画像2	0.599	0.573
テスト画像3	0.536	0.459
平均	0.564	0.522

った。さらに、検出対象として歩道、横断歩道、信号機のカテゴリを行い、IoUによる精度を求めた。評価は検出率を用いたが、IoUの閾値によって変化するため、縦軸を検出率、横軸をIoUの閾値としたグラフをプロットし、その下部面積AUCを評価基準とした。従来法より良い結果が得られた。

それぞれの実験結果を表3に示す。また、平均処理時間は32.421[ms]であった。平均検出率は0.564であった。

5. おわりに

本稿では、電動車いすの利便性の向上や事故の低減を図るため、自律走行型電動車いすのための周辺環境の検出手法を提案した。CNNを応用した物体検出アルゴリズムの一つである、YOLOv3を用いた物体検出を行った後、バウンディングボックスの削除や補間等の後処理を加え、歩道、横断歩道、信号機の検出結果を出力した。

今後は、学習画像の見直し、バウンディングボックスの修正方法とネットワークの再検討、カメラの固定方法等による、さらなる精度向上を図る必要がある。また、本論文では2つの経路しか扱っていないため、多種多様な経路でのデータを用い、実験及び検証を行っていく必要があり、これらも今後の課題である。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省卓越研究員補助金16809746、日本学術振興会若手研究(B)17K14694、情報通信研究機構国際交流プログラム、電気通信普及財団および造船学術研究推進機構の補助を受けている。

参考文献

- [1] 厚生労働省, 「安全に配慮された電動車いす報告書」, 平成21年度.
- [2] J. Redmon, A. Farhadi, "YOLOv3: An Incremental Improvement", Tech Report 2018.
- [3] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection", CVPR2016, pp.1-8, 2016.
- [4] J. Redmon, A. Farhadi, "YOLO9000: Better, Faster, Stronger", CVPR2017, pp.1-8, 2017.