

実環境における対象物までの距離計測に関する一考察

白木嵐樹[†] 上田芳弘[†] 坂本一磨[†] 仙田朋也[‡]

公立小松大学 生産システム科学部[†] 公立小松大学大学院

サステイナブルシステム科学研究科 生産システム科学専攻[‡]

1. はじめに

自動運転はさまざまな技術を組み合わせることにより実現するが、大きく分類すると認識、判断、操作の3つがあり、その中でも周辺環境を正確に認識し、進行方向にある物体までの距離を計測することが重要である。現在は、LiDAR(Light Detection And Ranging)やRadar等のセンサを用いて距離計測を行うが、これらの方法と比べ1台のカメラを用いる距離計測手法は、車載のドライブレコーダーの映像を使用するなど、軽量かつ安価に実装可能である。また、地方等では条件付きではあるが自動運転による実証実験が進められており、自動運転は今後も発展を続けると考えられる。

既存研究では、カメラを用いて自動車の平均車幅を用いた研究[1]がある。しかし、事前に設定する情報を車幅としているため、前方に自動車が存在しない場合や設定した値から大きく外れると距離計測性能が低下する課題がある。

そこで、本研究では、距離と幅が規定されているセンターライン(以下、破線)を基にした距離計測手法を提案する。対象として、歩行者や自転車などの動的物体までの距離計測を行い、実証実験により、自動運転車の進行や停止等の危険事象の把握に寄与することが可能か検証する。

2. 提案手法

本提案手法の概要を図1に示す。本システムの入力は、運転席から撮影した映像であり、出力は、運転者への警告である。本システムは、物体認識機能、交差座標の出力機能、距離算出機能で構成される。

2.1 物体認識機能

映像内の破線と対象物を認識するため、Yolov4(You only look once)を採用した。また、スマートフォン(iPhone 14pro)で撮影した道路の映像を用いて、破線を学習し、対象物は、既存の学習データ[2]を使用する。

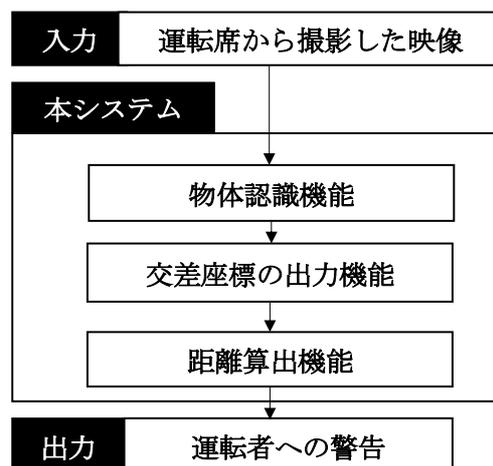


図1 本提案手法の概要

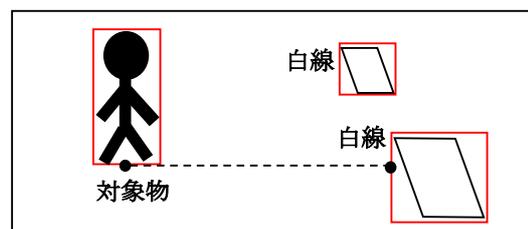


図2 交差座標の導出方法

2.2 交差座標の出力機能

認識した対象物の下辺の midpoint と破線部分の左上の座標を出力させる。交差座標の導出方法を図2に示す。

2.3 距離算出機能

画像に写る破線部分と破線のない部分の距離は事前情報から既知であるため、カメラ位置から交差する座標までの破線部分と破線のない部分の距離を足し合わせることで、対象物までの距離を算出する。ここで、破線の距離と幅は、日本においては規定[3]されており、一般道では破線部分の長さが5m、破線のない部分が5m、幅が20cmである。

2.4 運転者への警告

対象物までの距離を算出した後、自動車の制動距離を考慮し、対象物との距離が短くなる場合に運転者への警告を行う。対象物が存在しない場合は進行し続け、急な飛び出しにおいては、物体に依存せず既存の方法で急停止する。

Study of Distance Measurement to Objects in Real Environment

[†]Ranju Shiraki, Yoshihiro Ueda and Kazuma Sakamoto

Faculty of Production Systems Engineering and Sciences,
Komatsu University

[‡]Tomoya Senda, Division of Production System Science,
Graduate School of Sustainable Systems Science, Graduate
School of Komatsu University

3. 実証実験

本実験は、屋内実験と実環境実験を実施する。

屋内実験では、実際に本提案手法通りに対象物までの距離が計測できるのか確認するため、1/20に縮尺した環境で実験を実施する。また、実験に使用する車両は、RoboMasterS1とし、対象は静止した歩行者を想定して、事前に設定した破線の距離を基に対象物までの距離を算出する。評価方法は、実際に計測した距離と算出した距離を比較し、誤差を距離ごとに求めて評価する。

実環境実験では、スマートフォンで撮影した映像から歩行者を対象とした距離計測を行う。映像で認識できる破線には限界があり、カメラ位置から5つ先の破線まで認識することができる。認識可能な5つ先の破線までは約50m離れていると推定できるため、ここまでに対象物を認識しなければ、問題なく進行できるものとする。したがって、5つ目の破線より手前で対象物を認識した場合、距離計測を開始する。まずは、対象物と衝突しないことを目的とし、対象物が手前の破線から何番目の場所にいるのかを座標とともに導出し、その後、導出座標までの距離を算出する。しかし、一番手前の破線に関して、画像内に一部しか写らないが、破線として認識される場合がある。その場合、設定した事前情報から距離が推定できないため、手前から1つ目の破線の左上の座標を基準として、進行方向にある他の破線と対象物の交差する座標までの距離を算出することとする。

4. 結果と考察

屋内実験、実環境実験における対象物までの実距離と距離ごとの誤差を図3、4に示す。どちらの場合においても、対象物との距離が近くなると、誤差も小さくなった。これは、対象物との距離が近くなるにつれ、対象物の位置を正確に把握することができるため、このような結果になったと考えられる。また、実距離と算出距離で誤差が生じた原因として、設定した事前情報が破線のみだったため、正確に対象物の位置を把握できなかったことが考えられる。この事前情報を増やすことで対象物の位置をより正確に把握できると考える。

自動車は50km/hで走行しているとき、停止するまでにかかる距離は約32mである。実環境実験結果から、対象物との距離が30mであると推定されたとき、誤差を考慮すると実距離は35m以上である可能性が高い。自動車の制動距離と算出距離の誤差を考慮することで、いつ運転者に警告を出せばいいのかを決定することができる。と考える。

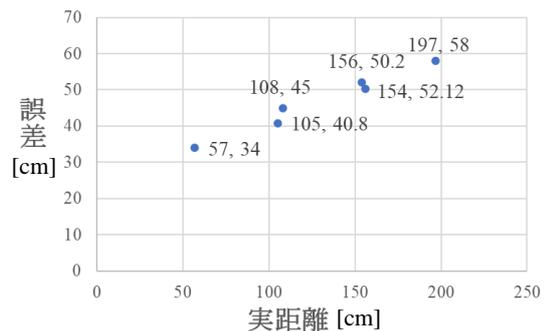


図3 屋内実験

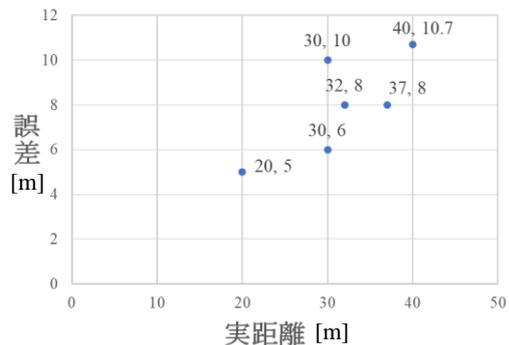


図4 実環境実験

5. おわりに

今後、実験データを追加して検討が必要であるが、例えば、対象物との距離が40m以下であると推定したとき、いつでも減速ができるように運転者への警告を行うようにする。また、徐々に対象物との距離が短くなる場合において、回避や停止などの行動を取ることで歩行者などとの衝突を回避することができる。と考える。

また、破線がない場合や、破線の間隔がなく一本線の場合などは今回の手法が使用できないため、別の手法を考える必要がある。そこで、道路上で距離や幅が規定されているものは、破線の他に道路標識や信号機などがある。そのため、今後は破線がない環境などにおいて別の情報を事前に設定し、検証する予定である。

参考文献

- [1] 李博, 張曉林, 佐藤誠: 車間距離計測のための車載単眼カメラを用いたピッチ角推定, 映像情報メディア学会誌, Vol.69, No.4, pp.J169-J176(2015).
- [2] GitHub:Yolo v4,v3 and v2 for Windows and Linux, GitHub(online),available from<<https://github.com/AlexeyAB/darknet>> (accessed 2022-12-9).
- [3] 国土交通省: 道路標識、区画線及び道路標示に関する命令, 入手先<<https://www.mlit.go.jp/road/sign/kijyun/kukaku/ss-kukaku-index.html>> (参照 2023-1-11)