

レーザスキャナを用いた交差点周辺の移動体の抽出および 安全運転支援への応用

Application to Safe Driving and Extraction of Moving Objects Around Intersection Using Laser Scanners

学籍番号 086768
氏名 広瀬 久也 (Hirose, Hisaya)
指導教員 柴崎 亮介 教授

1 背景・目的

近年、人間や車両が混在する環境で安全運転を支援するため、レーザスキャナを車両の前方と交差点にそれぞれ設置する。そして、そのような環境で車両と交差点の双方から歩行者・自動車・自転車（以降、移動体）などの移動体を自動的に検知し、自動車及び各移動体の状況を正しく推定するのが本研究の目的である。例えば、位置、速度、方向など、を正しく推定し、自動車及び移動体の危険状況を予測することが必要である。ここで、自動車の前方に設置したレーザスキャナ（以降、車載センサ）と、交差点に設置したレーザスキャナ（以降、環境側センサ）との時刻同期や座標系の統合、移動体データと静止物体データの識別、移動体のトラッキングなどの課題がある。本研究はこうした課題を克服するため、レーザスキャナを用いたマップ作成と移動体の統合の手法を開発した。このような車載センサから得られるデータと環境側センサから得られるデータを統合する試みは、これまでの研究事例からもまだ殆ど見られない。よって、実走実験を行い、本研究手法の有効性を検証した。また、実応用への適

用可能性を検討した。

2 計測システム

2.1 使用するセンサ

本システムで、使用するレーザスキャナは、SICK 社(ドイツ)のレーザレンジスキャナ LMS-200 (環境側センサ)、LMS-291 (車載センサ) である。これらのセンサは照射するレーザ光の伝播時間を計測することで測距を行う。内部の回転鏡より 180° の計測範囲を 0.5° 刻みで計測する。計測距離は最大 30m、計測周期は 37.5Hz、測定誤差は最大 4m である。使用するレーザ光はクラス 1A であり、目に入射しても安全な強度のレーザパルスを用いている。レーザスキャナの利点としては、広範囲測定、日照状況に影響を受けないといった点がある。既存の研究では、人物追跡はカメラを用いた解析が主流であった。しかしながら、カメラは日照に左右されやすく、計算コストが高いなどの問題がある。また、交差点などの環境側に固定するカメラでは、高い位置から対象物を見下ろすように設置するのが一般的である。しかし、画素サイズや撮影範囲の問題で、簡易に設置することが困難であることが多い。そのため本研究では近年

高性能化，低価格化，小型化が著しく簡易に設置できる図1のレーザスキャナ(15cm×15cm×21cm)を用いた。

2.2 環境側センサ

本研究では，道路側に図1の環境側センサ(LMS-200)を計5台設置した。各レーザスキャナを一台のパソコンで制御し，それぞれのレーザスキャナと時刻を同期させる。これにより，各レーザスキャナの検知範囲を統合し，広範囲を網羅できるようになる。

2.3 車載センサ

本研究では，SICK社製LMS-291(図2)というレーザスキャナを用いる。台車は荷台面が上下に二つある。下段部にLMS-291を台車の進行方向に対して水平に90度回転させ，背中合わせで2台取り付ける。1台で180度の範囲を計測することが出来るため，2台取り付けることによって隠蔽となる台車後方を除いた範囲を計測することが出来る。この台車を実際の自動車としてみたて実験を行った。

3 環境側センサと車載センサの座標系統合

環境側センサと車載センサの座標系を統合するため，ピラミッドマッチングという手法を用いた。ピラミッドマッチングとは，マッチングを行う際に元のデータよりもピクセルサイズの大きいレイヤーを作成し，そして最もピクセルサイズが大きいレイヤーから小さいレイヤーへと順にマッチングを行うことによって通常よりも少ない探索回数でマッチングを行うことが出来る手法である。ここで環境側センサから得られた背景情報(静止物)と車載センサから得られた地図情報から，一致する計上の特徴を重ね合わせることで座標系を統合する。ま



図1 使用するセンサ



図2 車載センサ

処理の流れ

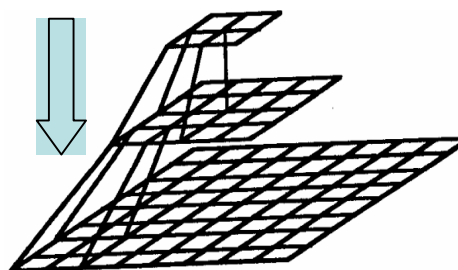


図3 ピラミッドマッチングのイメージ図

たGPSデータは，マッチングを行う際の初期値として利用される。マッチングでは台車のX座標，Y座標，向きの3つの変数を変化させていく。各変数について3回ずつ値を変化させるため，各ピクセルサイズのレイヤーにおいて9回，環境側センサと車載センサの重ね合わせを行うこととなる。

4 移動体の経路予測手法

4.1 経路予測の概要

上記のセンサによって得られたデータの追跡処理を行う。そして得られた移動体の移動した軌跡の情報より、移動体の将来の移動位置や経路を予測する。数秒後の移動体の経路を予測することで、移動体との衝突箇所を検知し、ドライバーに注意を喚起し、事故防止に役立てることができる。

4.2 経路予測の方法

以下の手順で移動体の経路を予測する。

Step1) 移動体の軌跡の情報より、ある時刻 t 、及び位置 (x, y) を取得。

Step2) Step1 の情報より、過去 50 フレーム分 (0.025 秒) の平均速度 \bar{V} を算出。

Step3) Step2 で算出した平均速度 \bar{V} に、求めたい時間後 t (今回は 2 秒後、4 秒後とした) を乗じて、予測位置 Lt を算出する。

$$Lt = \bar{V} \times t \quad (1)$$

5 実証実験

5.1 実験概要

2009 年 9 月 5 日、東京大学柏キャンパス内の総合研究棟において実験を行った。実験の目的は、ドライバーの危険を喚起するため、予めドライバーや対向車の移動経路を予測するシステムの構築である。実験周辺は約 30m×50m、使用したレーザスキャナは車載センサが 2 台、環境側センサは 5 台である。なお環境側センサの一台は検証用として使用した。また、検証用に環境側に CCD カメラを一台搭載し、移動体の全体像を撮影した。同様に台車にも CCD カメラを一台搭載し、ドライバーから見える映像を

再現した。台車を自動車とみなし、後方から手で押して計測を行った。

今回は歩行者、自転車などの移動体が図 4 のように①、②の方向に左右に動くケースで行った。同時に台車が矢印の下方の向きに移動し、各移動体と台車が交差するように動く。移動速度は、遅い・普通・早い、の三つの速度で実験を行った。同様に移動体が、a) 歩行者、b) 自転車という 2 パターンで実験を行った。

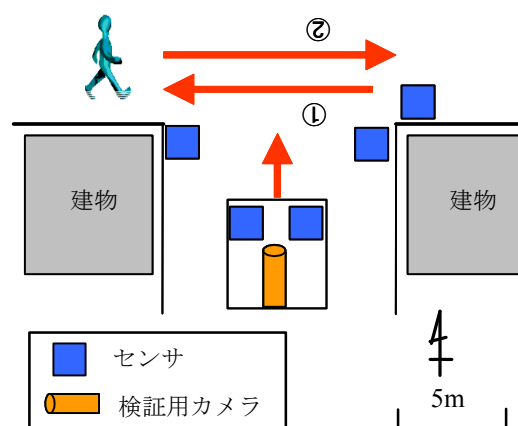


図 4 実験概要

5.2 各センサの座標系統合結果

実験により計測された環境側センサと車載センサのデータをもとに、それぞれの座標系を統合した。その結果を図 5 に示す。緑色の部分は背景を表し、赤色の部分は車載レーザより得た結果である。また図中央の黄色は車載レーザを表している。図 5 では車載センサから歩行者の位置は検知できないが、環境側センサと車載センサの座標系を統合することで、車載センサからは死角である移動体の情報を検知できることが分かる。

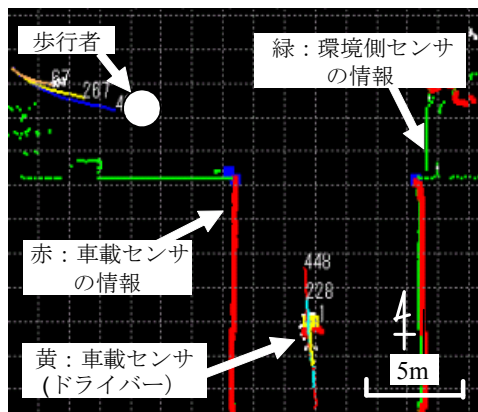


図5 座標系統合の結果

5.3 移動体の経路予測結果

図6にドライバーからの死角の移動体の現在位置を描画すると共に、2秒後、4秒後の移動体の位置もカメラ上に描画した。ここで図6の左図は環境側センサ、車載センサより得た情報を表し、右図は車内から見た映像である。環境側センサ、車載センサより移動体の2秒後、4秒後の経路を予測し左右二つの画面に描画した。ここでこれら二つの映像は時刻同期しており、同時に

二つの画面を見ることが出来る。右図では自車からは移動体の現在位置(赤枠)を検知することはできないが、センサの情報より、死角の移動体の位置を知ることができる。

6 まとめ

以上の結果を応用させると、例えば見通しの悪い交差点において、建物で死角になる場所から突然出てくる歩行者・自動車など、建物を透視するなどして事前に検知することができる。また移動体の経路を予測することで、移動体と自車の衝突位置を確率的に算出することができる。そのため交通事故の危険度を予めドライバーに知らせることが可能となる。また本実験で開発したシステムにより、このような危険度をドライバーに知らせるシステムの開発の基礎を築くことができた。今後は、実用化に向けてリアルタイムに対応したシステムを構築していく。

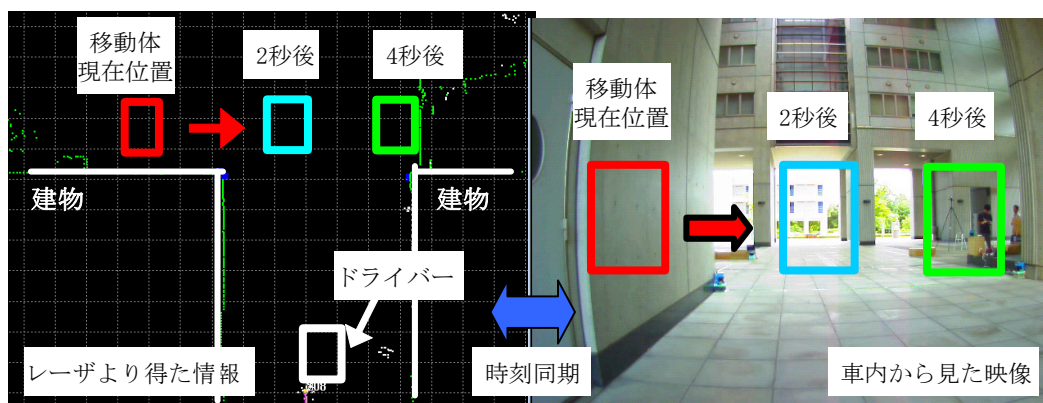


図6 開発したシステムの結果

(a)レーザより得た情報(左)

(b)車内から見た映像(右)