

S7-2-2. 画像処理技術を利用した踏切障害物検知装置の開発

[土] ○川添 雅弘 (西日本旅客鉄道株式会社) [土] 清水 郁夫 (西日本旅客鉄道株式会社)

Development of obstruction detecting device by image processing technology

Masahiro Kawazoe, Member (West Japan Railway Company) Ikuro Shimizu, Member (West Japan Railway Company)

The present obstruction detecting device is set up for the collision prevention of the car and the train. Therefore, it cannot detect the man. However, the railroad crossing personal accident prevention is a socially important problem. Then, we develop the new obstruction detecting device by the image processing technology which can detect not only the car but also the man.

キーワード: 画像処理、踏切、障害物検知

Keywords: Image processing technology, Railroad crossing, Obstruction detecting device

1. はじめに

現在設置されている主な踏切障害物検知装置(以下、踏切障検とする)は、赤外線式、レーザ式、そして積雪対策として雪国で設置が多いループコイル式などであり、踏切内で立ち往生する車両と列車との衝突を防止している。しかし、いずれも自動車のみを検知対象としたものであり、無謀に進出した自転車のほか、脱輪や転倒によって身動きの取れない車椅子利用者、歩行者などをめれなく検知することはできないため、人身事故については後を絶たない状況となっている。

そこで、歩行者や二輪車の人身事故を減少させるために、画像処理技術を利用して自動車だけでなく二輪車や車椅子、歩行者も検知できる、新しい踏切障害物検知装置の開発に取り組んでいる。

2. 装置概要

屋外環境下で人や車などの物体を認識する場合、日照変化や背景物体の変動などへの対応が課題となる。これら環境変動のバリエーションは非常に多く、高精度な認識性能が要求される踏切障検にとって、従来の単眼カメラに対する2次元画像処理のみでは対応が難しいと考えられる。

そこで、カメラの設置工事が比較的簡単で物体形状をおおよそ特定できる手法として、検知エリアを複数のカメラにより多視点でとらえ、共通視野内に存在する物体を3次元的に認識できる視体積交差法をベースとした物体検知アルゴリズムを組んだ。

2.1 視体積交差法の原理

図1に、視体積交差法の概念図を示す。この手法は、「任意の視点から抽出された対象の2次元シルエットを実際の3次元空間に投影したとき、対象はその錐体(この錐体のことを視体積とよぶ)の中に含まれる。」という考えに基づいている。従って、多視点に拡張すれば、多視点に対する視体積の共通部分に対象が存在することになる。また、視点

数が多ければ、共通部分の形状によって対象の形状をより正確に復元することができる特徴を有している。

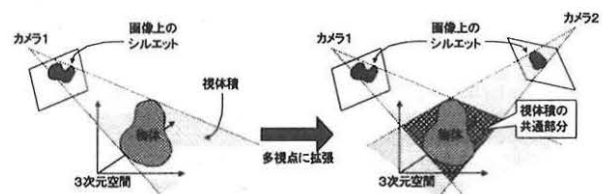


図1 視体積交差法の概念図

2.2 カメラ配置

視体積交差法により物体形状を復元するには、異なる視点からの複数のカメラ映像を必要とする。また、検知エリアは遮断機や隣接列車などの対象物以外の要因によって隠蔽されることがあってはならない。

そこで、カメラは軌道に対して片側(施工基面側)のみに設置することとした。また、視点が高所に偏っていると、影や反射光などの路面上の変化が体積を持った架空の物体として復元され、過剰検知となってしまう視体積交差法の弱点を軽減するために低い位置にも設置することとした。

以上のことを踏まえ、さらに踏切障検として適用させるためには、物体の有無を判定する程度の粗い形状復元で十分であることから、カメラ配置は図2に示すように、踏切道の左右に設置したポールにそれぞれ上下2台の合計4台配置することとした。

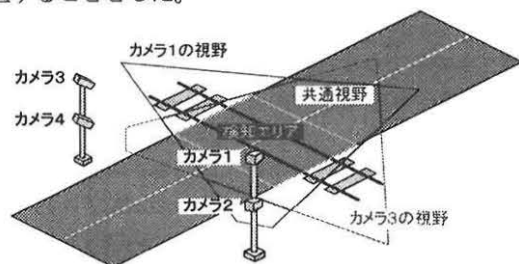


図2 カメラ配置

2. 3 物体検知アルゴリズム

物体検出アルゴリズムは、図 3 に示すように、4 台のカメラで得られた画像をそれぞれ独立して背景差分法により図 4 のような 2 次元シルエット画像を抽出する。その後、4 つのシルエットを 3 次元空間に投影してそれぞれの視体積の共通部分を復元し、復元された物体が人間の幼児以上の大きさであり、かつ浮遊していなければ障害物として出力するアルゴリズムとした。

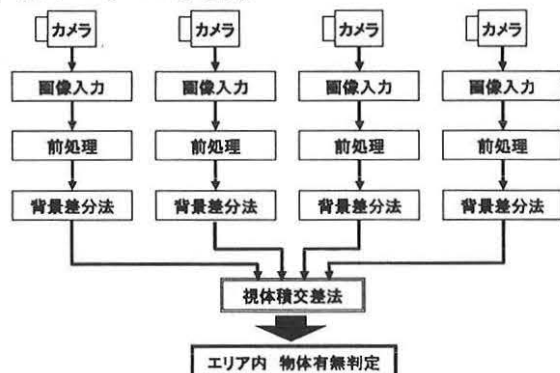


図 3 物体検知アルゴリズム概要



図 4 シルエット抽出画像

3. 物体検出精度の確認試験

図 5 のように当社管内の保守材料線の仮踏切に、カメラを 4 台設置して、様々な物体について屋外環境下での物体検知精度の確認試験を実施中である。



図 5 現地仮設状況

上記試験場所で行なった確認試験で得られた物体検知精度および過剰検知の発生割合を表 1 および表 2 に示す。なお、物体検知にあたっては、時系列判定することとし、具体的には各時刻における物体有無判定をその前後の出力結果とあわせて多数決判定を行なって出力した。

物体検知については、昼間(晴)で路面に日向と日陰が共存することによってカメラのダイナミックレンジが不足するような場合や物体色が路面背景に類似している場合など、

物体と路面とのコントラストが不十分な場合に図 6 のようにシルエットが完全に抽出できず、未検知の場合があるものの、自動車は 100%、それ以外の物体は概ね 90%以上検知できており、踏切障検に適用可能な検知精度を有していることが分かった。

一方、過剰検知については、図 7 のように日照変化や影、路面反射などの路面変化を過剰に検知する場合があります、特発の過剰発光につながることから、過剰検知は完全に排除する必要があると思われる。

表 1 物体検知精度

対象物	昼 (晴)	昼 (晴曇)	夕 (晴)	夕 (曇)	夜 (晴)	夜 (散水)
自動車	-	-	100	-	100	-
二輪車	99.7	100	-	100	100	-
車椅子	100	99.2	-	100	-	-
歩行者	94.0	99.4	100	100	100	100
転倒者	93.2	-	-	91.5	97.7	-

※左記試験場所での結果

表 2 過剰検知の発生割合

発生原因	昼 (晴)	昼 (晴曇)	夕 (晴)	夕 (曇)	夜 (晴)	夜 (散水)
日照変化	-	10.3	-	-	-	-
路面散水	-	-	-	-	-	11.4
影	0.7	1.2	22.9	-	-	-
路面反射	-	-	-	-	47.0	-

※左記試験場所での結果

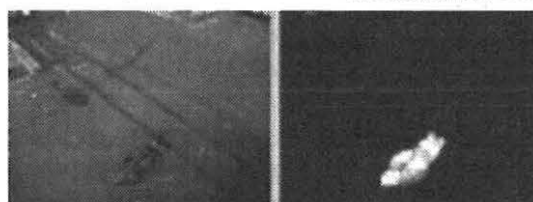


図 6 未検知のパターン



図 7 過剰検知のパターン

4. 今後の課題

今後の課題としては、過剰検知の発生を抑えることが最も重要であると考えており、現在は過剰検知の主たる原因である路面変化を画像処理により確実に排除できるようソフトウェア及びアルゴリズムの改修を進めている。

5. まとめ

これまでの試験結果から、視体積交差法を用いた踏切障検は、これまで対象外であった二輪車や歩行者も検知が可能であることが確認できた。今後は、「検知精度のさらなる向上」及び「過剰検知の確実な排除」に向けて改修を進め、既存踏切障検の代替装置としての導入を目指していきたい。