

線路脇カメラと鉄道車載カメラによる障害物検出の検討

A Study on Obstacle Detection by Trackside and Train Mounted Camera

加藤 君丸
Kimimaru Kato

渡辺 裕
Hiroshi Watanabe

早稲田大学大学院 基幹理工学研究科
Graduate School of FSE, Waseda Univ

Abstract: 鉄道における人身事故・接触事故の抑制等を目的として、線路周辺の障害物検出手法を提案する。本稿では、線路脇に設置したステレオカメラによる障害物の検知と、障害物座標の車両への無線による送信、座標を元にした車載カメラによる警告表示を行うシステムを提案する。実験により、提案手法における遅延を計測し、実用性を検討する。

1 はじめに

近年、列車や線路に様々なセンサを取り付け、安全確保へ利用することが期待されている。また、センサ情報の利用により、将来、鉄道の自動運転の可能性が考えられる。

列車の制動距離は、日本国内において最長 600m が基準となっている。しかし、車載カメラのみにより 600m 先の障害物を検出することは困難である。そこで、線路に設置したセンサにより、あらかじめ障害物を発見し、走行中の列車に通知することを考える。

既存の研究として、中村によるミリ波レーダを使用した障害物検知システムが提案されている[1]。本研究では、コストや他の用途への応用性から、設置するセンサとしてステレオカメラの使用を検討し、線路内の障害物検出と列車車載カメラ映像へのオーバーラップ表示による通知を行うカメラ間協調システムを提案する。

2 ステレオカメラ

ステレオカメラで対象を撮影することにより、視差から距離情報を得る。撮影された画像における対象の座標と距離情報から、カメラと対象の位置関係を計算できるため、カメラの絶対座標と向きが既知であるならば、対象の絶対座標も導出可能である。

イメージセンサの横幅 w 、焦点距離 f 、基線長 b のステレオカメラによって撮影された横幅 x 画素の画像において、視差が k 画素の場合、対象とカメラの距離 l は、以下の式により計算できる。

$$l = \frac{bfx}{kw} \quad (1)$$

視差 k を得る手法については様々な提案がなされているが、高速で簡単な手法では、1画素未満の視差情報は得られない場合が多い。これにより、距離 l には誤差が含まれ、特に対象が遠方であるほど誤差は大きくなる。これに対し、基線長 b を長くするか、より高画質で撮影することで、誤差は小さくなる。

3 ステレオ差分

ステレオカメラによる撮影画像から視差 k を求める手法として、梅田らはステレオ差分を提案している[2]。左右それぞれのカメラによる撮影画像について、背景差分などの前景抽出手法を適用し、その後ブロックマッチングなどの手法により視差 k を求める。

この手法は、撮影画像にそのままブロックマッチングを適用する場合より探索範囲が限られるため、高速であり、精度も高い。ただし、前景抽出手法による制約が生じる。

4 カメラ間協調システム

提案手法では、計算処理能力を持つステレオカメラ A、カメラ B が存在し、それぞれの絶対座標と向きが与えられているとする。また、カメラ A、B はネットワークを介して通信が可能であるとする。実システムにおいては、ステレオカメラ A を線路監視用カメラ、カメラ B を車載カメラとすることを想定している。図 1 にシステム構成を示す。

以下の手順によりステレオカメラ A から移