

画像センサと GPS と画像処理を利用した 鉄道の予防保全システムのための信号現示判別に関する研究

鈴木 貴明* 中村 英夫 高橋 聖 (日本大学)
工藤 希 水間 毅 竹内 俊裕 伊藤 昇 (交通安全環境研究所)

Research on signal pattern distinction
by GPS and imaging sensor for railway
Takaaki Suzuki*, Hideo Nakamura, Sei Takahashi, (Nihon University)
Nozomi Kudo, Takeshi Mizuma, Toshihio Takeuchi, Noboru Itoh
(National Traffic Safety and Environment Laboratory)

We developed a new system, which distinguished the color of the signal from image sensor with GPS. It resolves an image into three colors of RGB and distinguishes them with their brightness. Besides, we will report outline of test result of analyzing software by an actual train.

キーワード：鉄道, GPS, 画像センサ
(Railway, GPS, Imaging sensor)

1. はじめに

現在、列車の位置検知には、軌道回路等の地上側設備を用いているが、設備のメンテナンス等のコストが高いという課題がある。特に地方中小鉄道では、少子高齢化やモータリゼーションの進展等により、経営環境が厳しい状況にある。そこで我々は、メンテナンスコスト削減に着目し、画像センサと GPS を用いて運転士や保守システムの支援を行う鉄道の予防保全システムの研究も行っている⁽¹⁾。

本研究では鉄道の予防保全システムを構築するための信号機の色灯の自動判別について検討を行った。

2. 画像センサと GPS と画像処理を利用した鉄道の予防保全システム

図 1 にシステムの概要を示す。我々は、運転士の支援や保守を支援するシステムとして GPS と画像センサとそれらを用いて画像処理を行う情報処理部を利用して運転士の前方信号の見逃し防止や、信号機の色灯や踏切の遮断管の開閉具合の経年変化の確認を行い、不具合の検知を行うシステムの開発を進めている。本システムでは、GPS を利用して列車位置及び、認識対象の設備の位置が分かっていることを前提として、より小さな範囲の画像解析を行うことで、計算時間を短くし、システムのリアルタイム性を確保する。現段階では、画像センサを用いて前方の信号の位置および

現示確認を行うシステムを開発し、実験を行った。図 2 は本システムの解析範囲の出力例であり、四角で信号機がどの位置にあるのかを示している。

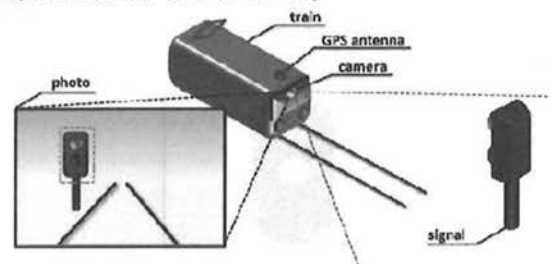


図 1 予防保全システムの概要



図 2 システムの出力例

3. 画像センサを用いた信号機の現示状態判別の手順について

(3・1) 画像の解析範囲の決定

原理図を図 3 に示す。信号追跡をするには、列車から見

た信号機までの角度を算出することが必要であり、異なる 2 点 (X, Y, Z) , (X', Y', Z') の経度・緯度・高度の座標から角度 φ および θ を計算する。列車は走行中に経度・緯度平面において傾きを変化させるので、直前の位置と現在の位置を用いて車両の傾きを算出し、さらに直前の位置と現在の位置を用いて車両の傾きを算出し、さらに現在の位置と信号機の位置までの角度との差を計算することで、列車から見た信号機までの角度を求めることができる。また、撮影に用いるカメラの画角により写り方が変わってくるため、算出した角度と画角の計算も行う。

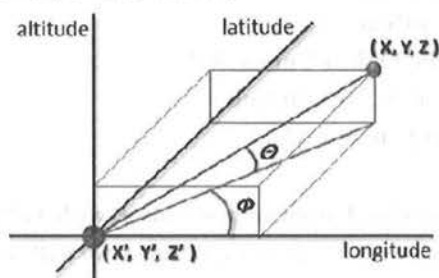


図 3 角度の算出

〈3・2〉 画像の解析範囲の修正

3・1 で示した方法では GPS による測位誤差などにより正しく解析範囲を指定することができない場合がある。そのため、画像処理を用いて画像の解析範囲の修正を行う。

図 4 に原理図を示す。3・1 で決定した範囲内において信号機が入っているかの確認を行う。ここでもし、信号機が枠からずれていた場合、枠の近傍の解析を行い、解析範囲に信号機が入るように枠を移動させる。

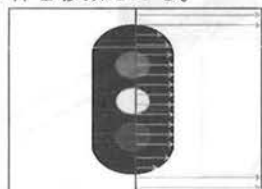


図 4 解析範囲の修正

〈3・3〉 画像の成分分解

まず、3.1 および 3・2 で指定した範囲内において、撮影画像を赤、緑、青の三色に成分分解する。次に、一定の閾値を用いて信号の現示部分以外の成分のフィルタリングを行う。現示している信号の色を判別するための輝度の閾値を決定する。表 1 は事前に調査した青の信号機の現示部分の輝度の閾値である。それを基に画像処理を行った結果を図 5 に示す。そして、最後に処理を行った後の画像の輝度が 0(黒)でないピクセル数を数えて解析範囲の面積と比較して一定数以上であれば、その色は現示していると判断する。

表 1 青信号の閾値の決定

現示色	閾値の範囲
赤成分	0~70
緑成分	32~255
青成分	22~255

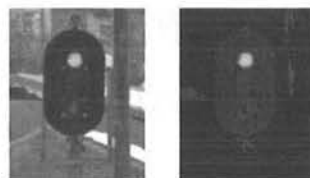


図 5 信号の色判別

4. 画像解析を用いた信号機の現示状態判別検証試験

〈4・1〉 試験の構成

画像解析システムを山形鉄道フラワー長井線をお借りして試験を行い、精度の検証を行った。本実験の構成を図 6 に示す。車上に搭載したカメラと GPS を PC に接続し解析を行った。試験の対象となる信号機を図 7 に示す。

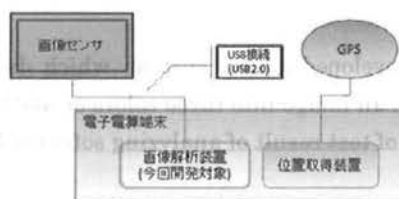


図 6 システム構成



図 7 対象となる信号機

〈4・2〉 試験結果

表 2 にシステムの解析結果を示す。表 2 より赤、青の判別は赤現示では 96%、青現示では 100%の割合で正確に行うことができた。

表 2 解析結果

状態	サンプル数	正しく出力したもの	認識率[%]
赤現示	24	23	95
青現示	23	24	100

4. おわりに

今回画像センサと GPS を利用した鉄道信号の自動判別システムを開発し、信号機の現示している色の判別を行った。試験結果から今回の試験条件のもとでは赤および青の信号の現示解析は概ね正しい結果を出力することができた。今後は、本手法を用いて運転士支援や鉄道の予防保全システムへ展開させていきたい。

文 献

- (1) 伊藤他:「画像処理による信号機検出手法の検討」,平成 22 年度電気学会産業応用部門大会, R3-2, 3・10 (2010 年 8 月 24・26 日)