

G-4

## 画像センサと GPS を利用した鉄道の予防保全システム構築のための 信号機の色灯自動判別に関する研究

Research on signal pattern distinction by GPS and imaging sensor for railway

○鈴木貴明<sup>1</sup>, 中村英夫<sup>2</sup>, 高橋聖<sup>2</sup>

\*Takaaki Suzuki<sup>1</sup>, Hideo Nakamura<sup>2</sup>, Sei Takahashi<sup>2</sup>

Abstract: 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 actual train.

### 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。特に地方中小鉄道の経営環境は少子高齢化やモータリゼーションの進展により厳しい状況にある。そこで我々は、画像センサと GPS(Global Positioning System)を用いて運転士や保守システムの支援を行う安価な鉄道の予防保全システムの研究を行っている<sup>[1]</sup>。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 を利用した鉄道の予防保全システム

Figure.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 と画像センサを用いて運転士の前方信号の見逃し防止や、信号機の色灯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 を用いて列車位置及び、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

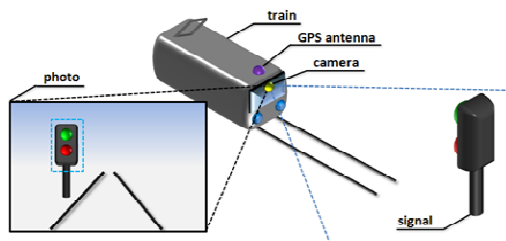


Figure.1 Summary of system

を開発し、実験を行った。Figure.2 は本システムの解析範囲の出力例であり、四角で信号機が前方のどの位置にあるのかを示している。



Figure.2 Example of the system

### 3. 画像センサを用いた信号機の現示状態判別について

本システムでは、GPS を用いて列車位置および認識対象の設備の位置が既知であるため、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。

信号の現示判別には、画像の解析範囲の決定、画像の成分分解、画像のフィルタリング、輝度による判定の 4 つの処理を行った後に処理を行う。以下にそれぞれの処理について説明する。

#### 3.1 画像の解析範囲の指定

画像センサと GPS を用いて画像の解析範囲の指定を行う。原理図を Figure.3 に示す。信号追跡するには、列車から見た信号機までの角度を算出する必要があり、異なる 2 点  $(X, Y, Z), (X', Y', Z')$  の緯度・経度・高度の座標から角度  $\phi$  および  $\theta$  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、さらに現在の位置と信号機の位置までの角度との差を計算

1 : 日大理工・院 (前) 情報科学専攻、Nihon University Computer Science

2 : 日大理工・教員 電子情報工学科、Nihon University Department of electronics and computer science

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。

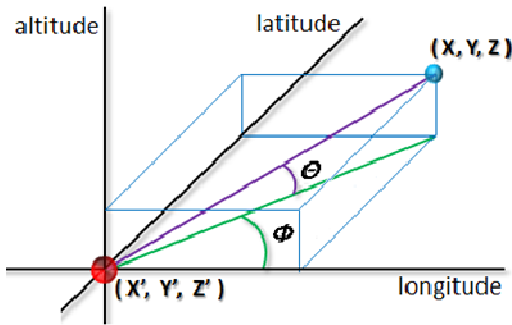


Figure.3 Calculate of angle

### 3.2 画像の解析手順

まず、3.1 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。Table.1 は事前に調査した赤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 Figure.4 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。

Table.1 Threshold of red signal

	Brightness
Red	174~255
Green	30~174
Blue	26~140

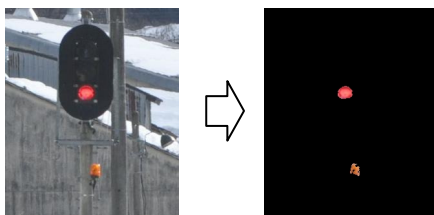


Figure.4 The distinction of signal color

## 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 Figure.5 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 Figure.6 に示す。

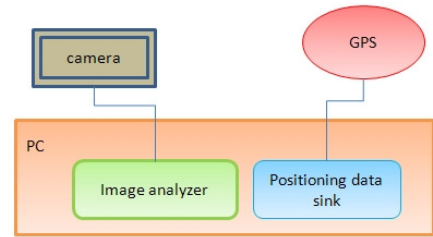


Figure.5 System components



Figure.6 An objectsignal on test

### 4.2 試験結果

Table.2 にシステムの解析結果を示す。なお、Figure.2 は今回の紙面における解析範囲の出力例である。Table.2 および Figure.2 より赤、青の判別は赤現示では 95%、青現示では 100%の割合で正確に行うことができた。しかし、GPS の誤差により解析範囲にズレが生じてしまうことがあったので今後、GPS および画像解析による位置特定の精度向上に関する検討も行っていきたい。

Table.2 Result of analysis

Aspect	Number of sample	Succeed	Succeed rate[%]
Red	20	19	95
Blue	20	20	100

## 5. 終わりに

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、天候や時間帯など様々な条件のもとで同様の実験を行って判別精度の向上を図っていく。その上で、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。

## 6. 参考文献

[1] 鈴木貴明 他:「画像センサと GPS 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」, 電気学会研究会資料, TER-10-30, LD-10-19, pp.5-8, 2010年7月22-23日