

## 画像処理を用いた鉄道用信号機の停止現示の検出に関する基礎検討

### Basic Examination about Detection of Stop Aspect of the Signal for Railroads using Image Processing

○高橋貴大<sup>1</sup>, 松村太陽<sup>2</sup>, 小野隆<sup>2</sup>\*Takahiro Takahashi<sup>1</sup>, Taiyo Matsumura<sup>2</sup>, Takashi Ono<sup>2</sup>

Abstract: The ministerial ordinance of eyesight standard for railroad engineer was eased in 2012. Therefore, the operation accident which overlooks stop signal as compared with the former has been reported. This time, the image processing technique which detects the signal of stop aspect based on the color of lighting and the state of a backboard was examined from the front view animation of a certain train. The result checked that good measurement could be performed, when the average value of a gray level value was 50 or less and the magnification was 1.2, 1.7, and 3.7.

#### 1. はじめに

少子高齢化, 定年延長などの社会情勢の変化や, 生活環境の変化による若年者の視力低下傾向を背景に, 鉄道の動力車操縦者運転免許に関する省令のうち視力基準が平成 24 年に緩和<sup>1)</sup>された. このような中, 従来と比較し経験が少ない或いは能力が低下している運転士の心身疲労や不注意により, 停止現示を見落とすことによる運転事故が報告されている. このような運転事故を軽減するための方策として, 運転士の居眠りを検出することで危険を回避する方法が提案・研究されているが, 信頼性や汎用性の面で普及に至っていないのが現状である. 本研究は, 運転士の状況判断を支援することで, 安全・安定輸送を確保することを目的としている. 今回は, 列車の前方展望動画から, 灯器の色と背板の状態を基に停止現示の信号機を検出する画像処理手法を検討した.

#### 2. 検出論理と閾値の検討

画像処理を用いた信号灯器の検出には, パターンマッチング<sup>2)</sup>や RGB 表色系<sup>3)</sup>による手法が検討されているが, 灯器の色情報のみでの検出では灯器以外の同色系を誤検出する場合がある. 筆者らは, 鉄道用信号機は一般に, 灯器の周囲に黒色の背板が設置されていることに着目し, 灯器の色に近い色を検出した後, その周囲が背板の状態となっているものを信号機として検出することを考えた.

Figure 1 は, 赤色の灯器を検出するフローチャートである. まず, 画像から信号機が映る範囲を切り出し, 赤色の抽出, 2 値化, ラベリング処理により灯器のブロップを求める. 次に各ブロップの周囲長, 半径, 円形度を算出する. そして各ブロップの外周から外側に, 灯器の半径の 3.7 倍の幅のブロップを作成する. ここで倍率は, 一般的な信号機<sup>4)</sup>の灯器と背板の半径から算出した. このブロップの部分を元画像から抜き取ったものを, 背板のブロップとする. 続いて背板のブロップの画素の濃度値 (以降, 濃度

値) の平均値を算出する. ここで灯器のブロップの面積及び円形度, 濃度値の平均値がある範囲となった場合, 赤色の灯器として検出する.

閾値を設定するためのサンプル画像は, 前方展望動画 (画素数 940×540 pixel, フレームレート 30 fps, 8bit3ch カラー) のうち, ある 1 つの停止現示の信号機が連続して映る 113 枚とした. また停止現示の赤色を検出するため, 均等色空間で色相の指定が容易な L\*c\*h\* 表色系を用いた.

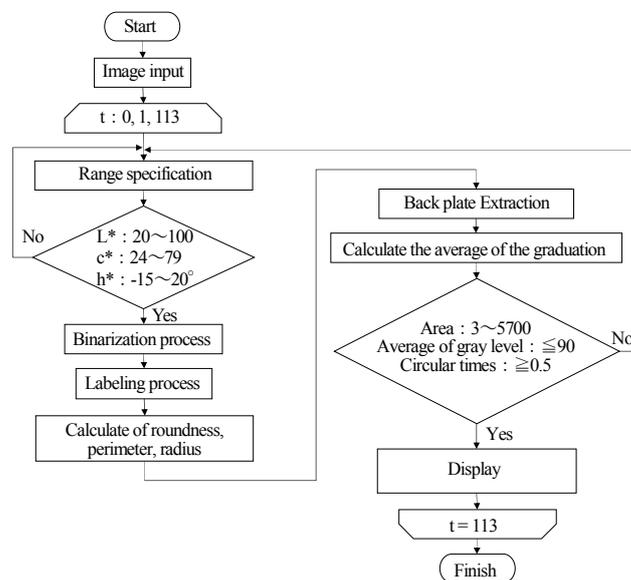


Figure 1. Process flowchart of the signal detection

まず, 信号機灯器の赤色を全て検出するよう閾値を検討した結果, L\* は 20~100, c\* は 20~79, h\* は-15~20° となった. 次に, 面積, 円形度, 濃度値の閾値を, 誤検出が無くなる値として, 面積は 3~5700 pixel, 濃度値の平均値は 90 以下, 円形度は 0.5 以上とすることで, 全ての画像から赤色の灯器のみを検出できた.

1 : 日大理工・院(前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気

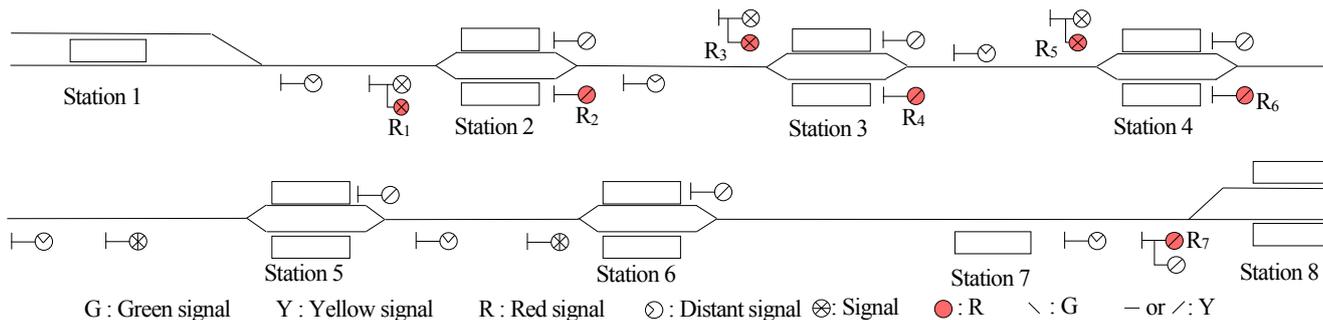


Figure 2. Signal layout of railway route

### 3. 動画による検証

前方展望動画のうち閾値の検討に使用していない区間に対し、同じ閾値を用いて検証を行った。Figure 2 は検証に使用した駅と信号機の位置を示している。この区間は全長 5.3 km の単線 8 駅間で、走行時間は 11 分 30 秒、信号機は 24 基あり、そのうち停止現示の信号機は R<sub>1</sub>~R<sub>7</sub> の 7 基である。Figure 3 は、信号機 R<sub>1</sub> を映した画像の例と処理過程である。(a) は原画像の一部、(b) は赤色を検出した範囲を白色にしたもの、(c) は背板のブロップを白色にしたものである。

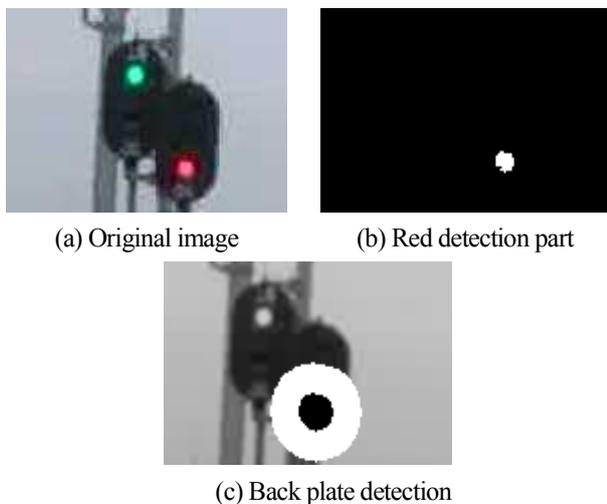


Figure 3. Detection process

この結果、対象となる 7 基すべての停止現示を検出することができた。しかしながら、この処理方法では、同系色の停止現示以外の物体も検出し、信号現示と誤検出する可能性がある。そこで、背板のブロップを求めるときの倍率と、濃度値の平均値を変化させ再検証した。Figure 4 は倍率ごとの、濃度値の平均値に対する誤検出した物体の数である。倍率は 1.2~3.7 で 6 段階、濃度の平均値は 50~90 まで 5 段階とした。誤検出した物体の数は、誤検出した看板や壁面などそれぞれの物体を 1 つずつ数え、複数のフレームで同一の物体を誤検出した場合は 1 つと

して考えた。この結果より、濃度値の平均値を下げるほど誤検出数は減少し、濃度値の平均値が 50 以下、倍率が 1.2, 1.7, 3.7 倍では誤検出はなくなり、信号現示のみを抽出でき、検出精度の向上が図れた。しかしながら、濃度値の平均値が 50 以下においては、倍率が 1.2~3.7 倍のとき停止現示の信号機の検出が行えない箇所が存在した。これについては更なる検証が必要であると考えている。

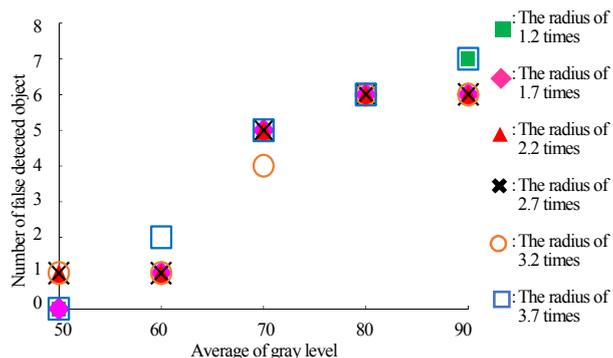


Figure 4. The number of wrong object of each threshold

### 4. おわりに

灯器とその周囲の色情報の特徴を基に、信号機の停止現示を検出する方法を検討し、良好な結果が得られた。本手法により運転士の判断を支援し、運転事故を減少できる見通しが得られた。

### 5. 参考文献

- [1] 国土交通省：動力車操縦者運転免許に関する省令，六条，別表二，最終改正 2014 年 4 月 1 日
- [2] 長峯・鶴飼：列車前方の安全を見張る，鉄道総研 RRR, Vol.70, No.11, pp.26-29, 2013
- [3] 工藤・竹内・水間・本山：鉄道用予防保全システムを目指して-画像処理技術を用いた地上設備の状況判断-，画像ラボ 24(3), pp.74-78, 2013
- [4] 国土交通省：鉄道における技術上の基準に関する省令，第 7 章，第一節，最終改正 2012 年 7 月 2 日