

郊外道路画像における交通信号機の点灯検出に関する一検討

Traffic Signal Lights Detection in Suburban Road Scene Images

上石 和樹¹⁾
指導教員 嶋 好博¹⁾

1) 明星大学 理工学部 総合理工学科 電気電子工学系 視覚映像情報研究室

交通信号機の点灯を検出する手法を提案する。その手法の信頼性を実験的に確認する。Bosch が公開している Bosch Small Traffic Light Dataset の内 104 枚を用い、信号機の青、黄、赤の三色を検出する。入力画像 (RGB) を HSV 表色系に変換して信号機の点灯部分を検出する。信号機点灯部 (青、黄、赤) の色の範囲を手動で設定している。赤、青色信号検出の適合率は 100%であったが、再現率は 3.7%、1.4%と低い。黄色信号は正しく検出できなかった。

キーワード: 交通信号機, 自動車運転支援, 色識別, 自動走行, 車載カメラ

1. はじめに

近年自動車運転への関心が高まり、自動車メーカーでは、様々な自動走行や運転支援技術の研究開発が行われている [1]-[5]。自動車運転において多くの技術が用いられているが、中でも車載カメラの画像認識が重要である。自動車運転の際には多くの視覚情報が必要となる。画像認識の例として、ブレーキランプや交通信号機の検出が挙げられる。

本研究の目的は、交通信号機の点灯を検出する手法を提案し、その信頼性を実験的に確認することである。

2. 信号機検出の原理

信号機の色は青、黄、赤の三色である。信号機の点灯検出をするには、この三色を画像の中から見つけ出す必要がある。色を表す方法として主に RGB 表色系と HSV 表色系がある。本研究では入力画像 (RGB) を HSV 表色系に変換して信号機の点灯部分を検出する。HSV 表色系の色相変化の一例を図 1 に示す。H (色相): 0~180 の範囲とし、S (彩度)、V (明度) については S=150、V=255 と固定値である。信号機点灯部 (青、黄、赤) の色の範囲を手動で設定した値を表 1 に示す。



図 1 色相変化の一例 (H:0~180、S=150、V=200)

表 1 設定した信号点灯部の色の範囲

信号機の色	H (色相)	S (彩度)	V (明度)
青	50~180	110~255	180~255
黄	18~36	120~220	210~255
赤	0~20	150~255	200~255

信号点灯部は主に高い位置にあるので、画像の上部に写っている。そのため、信号機点灯部とする範囲を上から 180 ピクセル ($0 \leq y \leq 180$) に限定し、これにより赤信号とほぼ同じ色であるブレーキランプと区別する。また、信号点灯部は円形なので外接矩形は正方形となる。よって、信号点灯部の輪郭から外接矩形を求め、正方形に近いものを信号点灯部とする。

3. 信号機検出の実験方法

Bosch が公開している Bosch Small Traffic Light Dataset [6] を用いる。郊外や街中と交通量の異なる場面、かつ明るさの変化が激しい昼間を車載カメラが撮影した連続画像である。総ファイル数 9 つ、枚数は全 13427 枚、画像の大きさは 1280 × 720 画素である。この 9 つのファイルの中から 1 つ選択し、前から 104 枚を選んで入力画像として使用する。図 2 に信号機検出の流れを示す。画像処理には OpenCV2.1 を使用した。

図 3 に示す入力画像を読み込み、HSV 表色系に変換する。表 1 の閾値で入力画像の二値化を行い、図 4 の二値画像を作成する。そして、白色部分の

外接矩形の座標を調べる。得られた座標が $0 \leq y \leq 180$ と $(\text{長辺}/\text{短辺}) \leq 1.5$ の条件を満たしたものを信号点灯部とする。図5に示すように点灯検出した点灯部を矩形で囲み、検出結果画像として出力する。

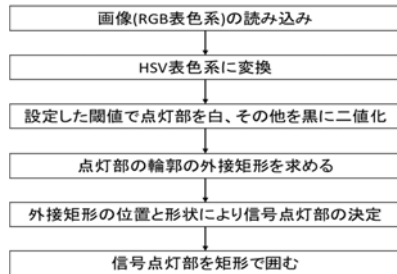
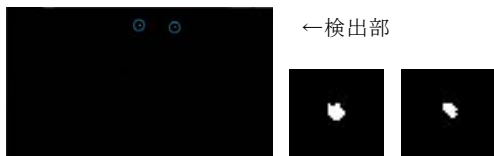


図2 信号機検出の流れ



図3 入力画像 (92702.png)



(a) 画像全体 (b) 検出部拡大 (c) 検出部拡大

図4 交通信号機の二値画像



(a) 画像全体 (結果画像) (b) 検出部拡大 (c) 検出部拡大

図5 出力画像

4. 信号機検出の実験結果

検出成功例を図6、失敗例を図7に示す。検出位置は信号の色の矩形で表示している。



(a) 画像全体 (b) 検出部拡大

図6 検出成功例 (85388.png)

表2に信号機検出の適合率と再現率を示す。赤、青の適合率は100%であったが、再現率は3.7%、

1.4%と低い。黄色信号は正しく検出できなかった。



(a) 画像全体



(b) 検出部拡大 (c) 検出部拡大 (d) 検出部拡大

図7 検出失敗例 (93954.png)

表2 信号機検出の精度 (括弧内は点灯部の個数)

	適合率 (%)	再現率 (%)
青	100 (6/6)	3.7 (6/163)
黄	0 (0/8)	0 (0/18)
赤	100 (1/1)	1.4 (1/73)

5. おわりに

交通信号機の点灯を検出する手法を提案した。その手法の信頼性を実験的に確認した。サンプル104枚に対して青、黄、赤色灯検出はそれぞれ再現率3.7%、0%、1.4%と低い。今後の課題は色空間の範囲の調整、サンプル数の増強などである。

参考文献

- [1] SUBARU | スバル アイサイト | 主な機能, [ps://www.subaru.jp/safety/eyesight/function/](https://www.subaru.jp/safety/eyesight/function/)
- [2] レーンデパーチャープリベンション 日産 | 技術開発の取り組み, https://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/OVERVIEW/emergency_brake.html.
- [3] Jesse Levinson, et. al., : Traffic light mapping, localization, and state detection for autonomous vehicles, 2011 IEEE Int. Conference on, Robotics and Automation (ICRA), pp.5784-5791, 9-13 May. 2011
- [4] Andreas Fregin, Julian Müller, Klaus Dietmayer : Feature detectors for traffic light recognition, 2017 IEEE 20th Int. Conference on, Intelligent Transportation Systems (ITSC), pp.339-346, 16 Oct. 2017
- [5] Traffic Lights Recognition (TLR) Public benchmarks [La Route Automatisée] <http://www.lara.prd.fr/benchmarks/trafficlightsrecognition>
- [6] Bosch Small Traffic Lights Dataset Heidelberg Collaboratory for Image Processing (HCI), url <https://hci.iwr.uni-heidelberg.de/node/6132>