

動画像からの歩行者用信号の実時間認識

馬場 勇生 酒井 優太 松島 俊明
東邦大学理学部情報科学科

1.はじめに

視覚障害者の人にとって、点灯中の信号機の色
の判別を行うことは困難である。その対策として音響
式信号機等の歩行者支援システムが整備されつつ
あるが、全ての横断歩道に設置されるまでには至っ
ていない。この問題に対処するためには、歩行者用
信号を自動的に認識するシステムの開発が有効であ
り、既にいくつかの研究例も報告されている[1-3]。ま
た、近年では信号機に LED 可視光通信を応用する
試みも報告されているが[4,5]、電球タイプの信号機
もまだ多数存在しているため、動画像から歩行者用
信号機を認識するシステムの必要性は高い。

一般的に信号機以外の赤色や青色の成分を含む
画像中から、画像内で比較的小さい面積しか占めな
い信号機の識別を、多様な状況下でも高い認識率
で行うことは難しいが、画像中の信号機の位置を特
定することができれば、信号機が赤色あるいは青色
いずれの状態であるのかを決定することはそれ程難
しくない。そこで Haar-like 特徴を用いた検出器によ
る検出、テンプレートマッチングによる検出、画像の
位置合わせによる信号機領域の決定という 3 段階に
よる歩行者用信号機の検出と認識方法を採用し、動
画像から実時間での認識を試みたので報告する。

2. 認識方法の概要

本研究における認識処理の概要を図 1 に示す。
歩行者用信号機を道路の反対側から撮影した動画
を入力動画とする。動画像から 1 フレーム分の画像
を取り出し、予め Haar-Like 特徴を用いて作成した
歩行者用信号機の検出器を用いて信号機の検出を
行う。検出できたときは信号機部分の領域をテンプレ
ート画像として保存しておく。検出器で信号機が見つ
かる度にテンプレート画像は更新する。検出器で信
号機が検出できなかった場合は、保存されているテ
ンプレート画像を用いてテンプレートマッチングを行
う。テンプレートマッチングは直前のフレームの信号
機の位置情報を利用し、信号機部分の近傍領域の
みで行う。その際誤検出を防ぐため、検出された信
号機の位置情報が正しいかどうかの判定を行う。テ
ンプレートマッチングで検出できなかった場合は
Optical Flow を利用して画像全体の移動量を計算し、

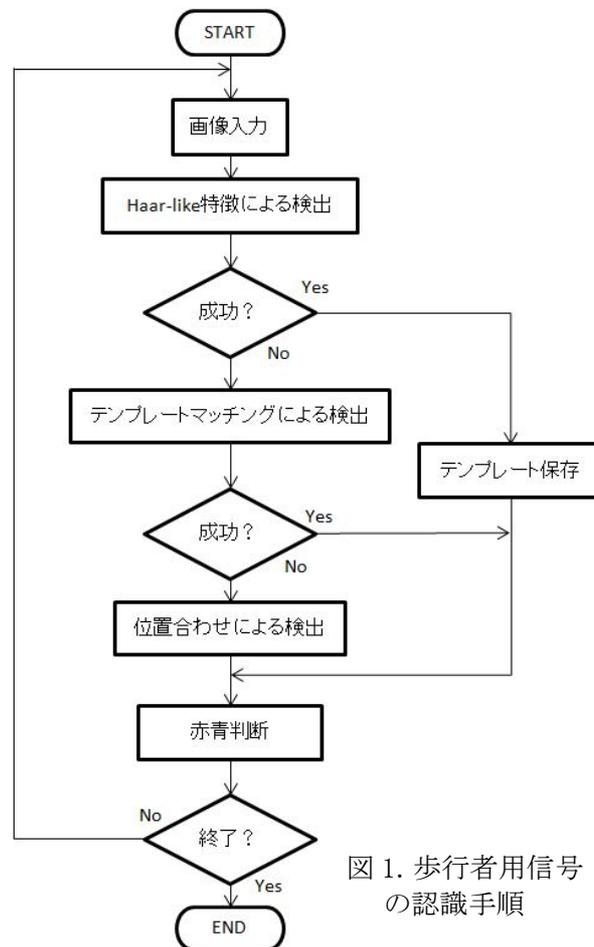


図 1. 歩行者用信号の認識手順

前のフレームとの位置合わせを行って信号機の位置
を決定する。いずれかのステップで信号機領域が確
定したら信号機領域の内部の HSV 値を求め、予備
実験で調べた赤信号、青信号の特徴と比較し信号
機の色を決定する。

2.1. Haar-like 特徴による検出

本研究では画像処理のライ
ブラリである OpenCV に用意さ
れている Haar-Like 特徴を用い
た学習により信号機の検出器を
作成した。作成には正解画像
1000 枚、不正解画像 800 枚を
使用した。信号機の検出精度は
表 1 のようになった。



図 2. Haar-like 特徴による検出結果

表 1. Haar-like 特徴による検出精度

適合率	再現率	F 値
98.83%	93.40%	96.03%

この検出器を使用して信号機の探索を行った例を図 2 に示す。赤信号、青信号共に信号機の位置を高い精度で検出することができた。信号機が検出できた場合は次章で説明するテンプレートマッチングのために信号機領域の画像及び信号機の座標情報を保存しておく。信号機の座標情報とは信号機領域の左上の (x, y) 座標と幅 w と高さ h である。

2.2. テンプレートマッチング

マッチングに利用する相関関数にはいくつか手法があるが、本研究では予備実験で最も精度が高かった二乗差分マッチング手法を利用した。テンプレートマッチングの探索範囲は前フレームの信号機領域の 8 近傍領域、即ち $(x-w, y-h) - (x+2w, y+2h)$ の範囲とした。

前のフレームの信号機の座標情報を利用してテンプレートマッチングで信号機が検出できた場合、その位置が正しいかどうかを判定する。判定方法は前のフレームの信号機領域の左上の座標 (x, y) を中心とし、半径 $w/3$ の円の内部にテンプレートマッチングで検出した信号機領域の左上の座標が存在しているかどうかを調べ、存在していれば正しく検出できたと判断し、存在していなければ次の位置合わせを行う。

2.3. 位置合わせ

Haar-like 特徴による検出及びテンプレートマッチングでの検出のいずれでも信号機が検出できなかった場合は、最後に信号機が検出できたフレームの信号機領域の位置で信号機の色を判断を行う。しかしフレーム数が増えると手ブレなどにより画像内での信号機の位置が動いてしまう。そこで画像全体の移動量を算出して画像間の位置合わせを行って信号機の色判定を行う。移動量の計算には Optical Flow を、画像の位置合わせにはアフィン変換を用いた。

3. 実験結果

晴れの日の昼間に iPhone で撮影した動画を用いて実験を行った。動画の長さは約 26 秒、解像度は 960×540 画素である。開発環境には Visual C++ 2010 Express を使用した。

図 3 に赤信号を認識した例を示す。車の車体やテールランプ等の赤色領域も含まれているが、信号機の部分に表示されている赤い矩形は赤信号を正しく認識できていることを示している。また図 4 のように青信号も正しく認識することができた。79 フレーム(内、青信号 51 フレーム)分の画像に対して、表 2 に示すように非常に高い認識率を得ることができた。処理速度については 1 秒当たり約 3 回の認識結果を提示することができ、ほぼリアルタイムの処理が可能である。今後はカメラ付き携帯端末への移植を行い、より実際の使用環境に近い状況での評価実験を行って

いく予定である。



図 3. 赤信号の認識例



図 4. 青信号の認識例

表 2. 認識率

	適合率	再現率	F 値
青信号	100.0%	96.1%	98.0%
赤信号	93.1%	96.4%	94.7%

文献

- [1] 的場やすし, 佐藤俊樹, 小池英樹, "LED 信号機の点滅を利用した携帯型信号機情報提示装置の開発", WISS2011 予稿集 (2011)
- [2] 小川浩輝, 内田理, "視覚障がい者の歩行補助を目的とした歩行者用信号機認識システム", 画像電子学会第 40 回年次大会, P-7 (2012)
- [3] 馬場勇生, 松島俊明, "横断歩道付近の連続映像による歩行者用信号機認識", 画像電子学会第 41 回年次大会, S2-3 (2013)
- [4] 荒井伸太郎, 小沢慎治, "LED 可視光通信におけるボケを含んだカメラ画像からの信号検出", 映像情報メディア学会技術報告 35(9), pp.107-111 (2011)
- [5] 巽久行, 河原正治, 村井保之, 荒木智行, 宮川正弘, "視覚障がい者のための LED 可視光通信による情報確保", 第 9 回情報科学技術フォーラム FIT2010, K-054 (2010)