

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

Traffic Signals Detection using High Frequency Signal Light Blinking

的場 やすし 佐藤 俊樹 小池 英樹*

Summary. 光源に LED を使用した信号機の表示している色をカメラにより認識し、音声で提示する携帯型装置を開発した。信号機の検出手法に、LED 光源が特定の周波数で点滅していることを利用することで、信号機を近似色の看板などから区別して検出することが可能となる。

1 はじめに

全盲の視覚障がい者は車道を横断する際、信号機の色を判断を、主に自動車の走行音やエンジンのアイドリング音等の聴覚情報を手掛かりとして行っている。したがって周囲の騒音が大きい場合や渋滞によって車が動かない場合、通行する車がない場合など、信号機の状態を判断するのが困難な場合も多い。また車道内には、点字ブロックや歩道と車道の段差、ガードレールなどの手がかりが無いため、進む方向を間違っても気づきにくい。

この対策として、各種の歩行支援装置が開発されている。音響式信号機（カコー・ピヨピヨ等の音で信号の状態を知らせる）や歩行者等支援情報通信システム PICS（携帯型装置に無線で信号機の情報を送るタイプと、対応する白杖を検出してスピーカーから音声案内を流すタイプがある）が現在整備されつつある。また、横断歩道中央部に点字ブロック状の凸部を並べたエスコートゾーンの設置も始まっている。しかし、これらのインフラ整備型の支援装置は設置に大きな費用がかかるため、普及に長い時間がかかるという問題がある。それに対し、個人が携帯できるサイズの歩行支援装置（例えば信号機の色を音声で案内してくれる）が開発され普及すれば大規模なインフラ整備をしなくても、視覚障がい者の道路横断時の危険と困難は軽減される。

携帯可能な歩行支援装置としてカメラ画像から信号機を検出し、信号機の情報提示する装置はこれまでも研究 [2] が行われているが、信号機と似た色の背景との区別が難しいため誤検出が発生していた。我々は LED を光源とする信号機が点滅して発光している点に注目し、信号機の検出に点滅という条件を加えることで、点滅しない信号機以外の物体を除外し検出精度を向上させることができるのではないかと考え試作を行った。

なお、本研究は LED 信号機を対象としたもので、従来型の白熱電球信号機には対応していない。LED

信号機の普及率は 2006 年 3 月の時点で車両用 12.8 %、歩行者用 5.3 % と低い [1] が、地球温暖化対策のために世界的に白熱電球が撤廃される傾向にあり、今後急速に LED 信号機の普及が進むと思われる。

2 システム構成

試作機の使用例を図 1 に示す。高速度カメラ（Imperx IPX-VGA210）、パソコン（lenovo ThinkPad T500）、ヘッドフォンの 3 つで構成される。使用時はカメラを右手または左手に持ち、パソコンを背中に背負うリュックに入れ、ヘッドフォンは耳に装着せず、首にかけて使用する（視覚障がい者にとって重要な周囲からの聴覚情報を妨げないため）。



図 1. システム使用例

Copyright is held by the author(s).

* Yasushi Matoba, Toshiki Sato, Hideki Koike, 電気通信大学大学院情報システム学研究科

3 信号機の検出手法

信号機のLEDは、家庭用の100V電源と同じ商業電源を全波整流した脈動電流で発光させているため、LEDは商業電流の2倍の周波数で図2のように点滅を繰り返している(東日本100Hz,西日本120Hz)。本研究では信号機の赤,黄,青の色情報に加えて,この点滅を検出条件として利用することにより,点滅しない他の物体と信号機を区別する。

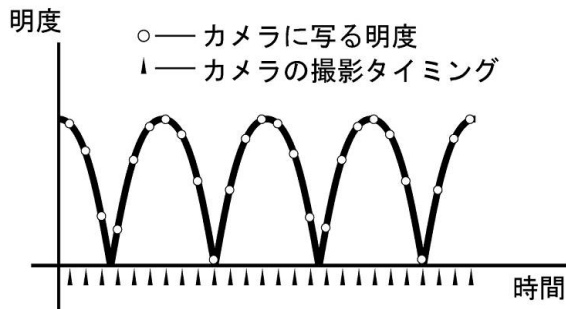


図 2. LED 信号機の明度変化

筆者らは2010年,高速で回転するコマの回転速度を,コマから発せられる偏光の点滅を利用することによって計測する手法を開発した[3]。本研究ではLED信号機の点滅周期の計測にこの手法を使用した。以下,歩行者用LED信号機を検出する方法について具体的に述べる。フレームレート750fpsの高速カメラでLED信号機を撮影し,画像中から赤色(HLS表色系 $H = 225 \sim 10$)または青色(HLS表色系 $H = 50 \sim 80$)の領域を抽出し,中心部分の明度を計測する。連続する3つのフレームの明度をA,B,Cとして比較した時に値が $A > B < C$ となればAとCの間でLEDが消灯したと判定し, $A < B > C$ となった場合,AとCの間に明度の最大値があったと判定する。この作業を連続して行い,1秒間に東日本では100回,西日本では120回点滅を繰り返していた場合,その領域は信号機のLEDであると判定する。

4 アプリケーション

図3に示すカメラ画像中のAの領域に信号機の発光部分が入った場合,800Hzの音を「ポン」と一度鳴らし,Bの領域に信号機が入ったときは1000Hzの音を「ポポン」と2度鳴らす。信号機がCの領域に入り,色が青の場合は男性の声で「青です青です」と繰り返す,青の点滅の場合は「点滅です」と繰り返す。赤の場合は女性の声で「赤です」と繰り返す。信号機がBの領域から外に出た時は300Hzの音で「ブッ」と2回鳴らし,信号機がAの領域から出たときは200Hzの音を「ブッ」と一度鳴らす。

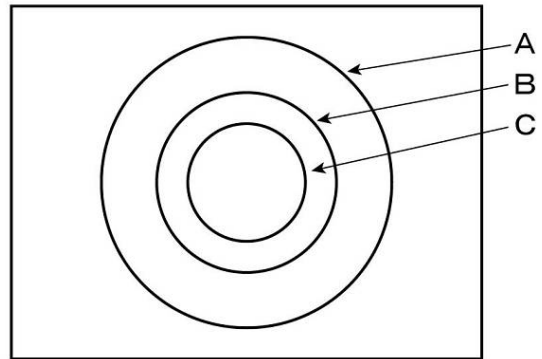


図 3. カメラ画像中の領域

利用者はカメラを左右に振りながら,ヘッドフォンからの音を手がかりとして信号機を探索し,カメラ画像の中央部分で信号機を捉え,音声情報を聞く。信号機の色が赤から青へ変わったら道路を渡り始める。この時,常にカメラ画像の中央に信号機を捉え続けるようにカメラの向きを調節しながら歩く。これにより歩行中もカメラの方角から自分の進むべき方角を知ることができる。また,カメラの仰角から信号機までの距離を推測することができる。

5 まとめと今後の課題

本研究の信号機検出のアルゴリズムは単純であるため,持運び可能なノートパソコンで処理することができ,外出時に携帯可能なシステムとすることができた。また,リアルタイムに情報を提示できるので,利用者は道路を横断中も立ち止まることなく信号機の状態と位置を把握し続けることができた。

信号機の色測定に加えて,LEDの点滅を利用した判定を行うことで,たとえ信号機と同じ色で光っていても点滅しない物体は信号機とは認識されないことのない検出手法を開発した。ただし,屋外には信号機以外にも信号機と同じ周波数で点滅する光源(ネオンサイン等の放電管や脈動電流で光るLED看板等)が存在する。これらが信号機と同じ色であった場合は誤認識が発生してしまう。したがって本システムは誤認識の発生頻度を減らすことはできたが完全に排除はできていない。

したがって歩行ルートに誤認識を発生させる物体が存在しないか事前に調査しておくか,道路を渡る前に信号が数回切り替わるのを待ち,確実に信号機であることを確認する必要がある。対策として歩行者信号機に表示される人間の形を形状認識し,判定条件に加えることが考えられる。また目的とする信号機とは別の信号機(対向車線の歩行者用信号機,車用の信号機,奥にある別の交差点の信号機等)が画像内に入った場合との区別も現状では困難である。

オートフォーカス等によって距離の測定を行い信号機を区別することにより誤認識率の低減を図りたい。

今回は画像の取得と処理に高速度カメラとパソコンを使用した。今後はスマートフォン単体で全ての処理を行えるようにしたい。スマートフォン内蔵の30fpsのカメラによって100Hzで点滅するLED信号機を撮影すると、点滅と撮影タイミングのズレからLEDの明るさが10Hz程度の周期で変化するのが観察される。この明るさ変化を信号機検出の条件とすることで、明るさの変化しない物体を除外する信号機検出が可能となる。

アピールチャート



参考文献

- [1] 警察庁ホームページ, 都道府県別交通信号機等整備数. <http://www.npa.go.jp/koutsuu/kisei/institut/kazu.pdf>.
- [2] 小山善文, 田島敏久, 高瀬一喜, 松崎悟. 視覚障害者のための携帯型歩行環境確認システムの開発. 電応研テクニカルレポート, Vol.12, No.1, pp. 10-18, 2002.
- [3] 的場やすし, 佐藤俊樹, 小池英樹. コマを拡張した新しい遊具の開発. WISS2010 論文集, pp. 149-150, 2010.

未来ビジョン

全盲の方と話をする機会があったので質問をしてみた。「信号機のある交差点を渡るときはどうするのですか?」「車の音で判断します。歩く方向の車が止まれば赤、動き出せば青」「では車がないときはどうするのですか?」「車が来るまで待ちます。」この言葉に驚いた。今は2011年、「IT社会」とか「ユビキタス」と

か言われてから10年以上が経っている。携帯電話にはビデオカメラもGPSもTVまでも内蔵されている時代に、道を一本渡るのに信号の色を知る手段が無く車が通るのを待つ、ということと、今まで自分がそのことを全く考えもしなかった事に驚いた。今まで何千回も道路を渡っているのに、ただちに安価で小型軽量な信号機情報提示装置を開発する必要がある。