

視覚障がい者向け信号機付き横断歩道の横断支援システムの開発

小川暖斗¹ 松本宝¹ 森信一郎¹

概要（背景や方法、結論を記述）：

現在、視覚障害者が信号機付き横断歩道を自律的に横断するには至っていない。ここでの自律的とは、他人の助けを借りず横断することである。既存のシステムでは、音で信号の色を伝える、スマートフォンを使用して信号の色の識別をするなど色の識別をサポートする取り組みが多く、横断時の安全な方向を伝える例はない。そこで自律的に横断するには、安全な方向を知った上で、横断する信号機の色を認識する必要があると考えた。人間の腕の骨格構造に基づき安全な方向を算出し、白線の縦幅が規定で決まっていることに注目し、信号の位置を推定するアルゴリズムの開発を行っている。その中で安全な方向の算出と地面に傾斜がないところでの信号の位置推定を試みる。

キーワード：視覚障害者、音響式信号機、画像処理、物体検出

Development of a pedestrian crossing support system with a traffic light for the visually impaired

HARUTO OGAWA¹ TAKARA MATSUMOTO¹ SHINICHIRO MORI¹

abstract :

Currently, visually impaired people have not been able to autonomously cross pedestrian crossings with traffic lights. Autonomy here means crossing without the help of others. In existing systems, there are many efforts to support color identification, such as transmitting the color of a signal by sound or identifying the color of a signal using a smartphone, and there is no example of transmitting a safe direction when crossing. Therefore, in order to cross autonomously, I thought that it was necessary to recognize the color of the crossing traffic light after knowing the safe direction. We are developing an algorithm that estimates the position of the signal by calculating the safe direction based on the skeletal structure of the human arm and paying attention to the fact that the vertical width of the white line is determined by regulation. Among them, we try to calculate the safe direction and estimate the position of the signal where there is no inclination on the ground.

keyword : Visually impaired, acoustic traffic lights, image processing, object detection

1. はじめに

現在、視覚障害者が信号機付き横断歩道を横断することは危険が伴う。視覚障害者は信号機の色を自分で判別するのは困難であり、その対策として歩行者支援のための整備が行われているが、全ての横断歩道が整備されているとはいえない。整備が整っている場所は駅の周辺や交通量の多いところが現状である。横断歩道には信号の色を識別するための音響式信号機と視覚障害者が安全に横断するためのエスコートゾーンの設置といった安全対策が広がっているが、それだけでは対策が不十分であり事故はなくなるといえる。その要因として、視覚障害者が横断歩道を渡る際に必要とする情報が足りないことが挙げられる。なぜなら、音響式信号機は色を音で伝えるが、その音が必ずしも自分が渡りたい信号機の音であるとは言えず、聞き間違いにより赤信号の状態で横断した場合事故に繋がりがかねない。また、エスコートゾーンは横断歩道の中央に設置されているため、渡りたい横断歩道にエスコートゾーンが設置されているかは、横断前にエスコートゾーン設置の有無を判別する方法はない。

このように視覚障害者が安全に横断歩道を渡るための試

みとして、エスコートゾーンや音響式信号機がある。しかしエスコートゾーンが存在する横断歩道は少なく、横断歩道を渡るには視覚障害者自身の方向感覚が頼りである。また音響式信号機に関しても、音源の位置が高すぎて聞き取れないことや、近隣住民への騒音問題などで設置をすることができない場所もある。このように、依然横断歩道の横断は視覚障害者の感覚が頼りであり自律的に横断歩道を横断できるサービスは不十分である。

この問題に対して、横断歩道を渡る際に IC タグを用いて安全な方向を伝え、横断歩道内を横断させる手法や、信号機の色を、スマートフォンを用いて判別する試みがある。しかし IC タグを用いた、安全な方向を伝える手法は他のタグに反応してしまい、誤った方向を伝える問題や、インフラを整備し直す必要がありコストがかかってしまうという課題が挙げられる。またスマートフォンで信号機の色を識別する技術に関しても、自分の渡るべき信号機でない信号機の色を識別してしまう問題や、そもそも信号機の位置がわからず、スマートフォンのカメラを撮影したい信号機の方向に向けられない問題がある。

そこで本論文では、安全に横断歩道を渡るためには横断

¹ 千葉工業大学
Chiba Institute of Technology

歩道の安全な方向と、自分の周りに見える横断歩道の信号機の中から、自分の渡る横断歩道の信号機の色を知る必要があると考えた。実際の手法として、腕にスマートフォンをつけた状態で腕を立てて振りながら撮影を行う。その際に撮影した画像内の情報と、横断歩道の信号機や白線などの設置規定を基に3次元情報に変換する。その3次元情報に変換し得られた情報から、安全な方向の抽出と信号機の検出を試みる。

2. 関連研究

-ic タグを用いた研究

人の歩行動作認識技術を応用した自律的位置検出手法を、視覚障害者向けの経路誘導に応用する研究[1]があり、歩行距離、移動軌跡の推定から歩行者 ITS[2]への応用が検討されている。歩行距離の推定は、人の歩行状態の動作の歩調スペクトル周波数とスペクトル強度に注目し、歩行状態の違いによる歩行速度の推定が行われている。移動軌跡の推定は、磁気方位センサーによる軌跡の推定が行われている。しかし、移動軌跡の推定で磁気方位センサーが使用されているため、磁場の乱れが多い場所では使用できないという条件がある。例えば、鉄筋といった局地的に磁場が乱れる場所や急激な進路変更を行った場合には使用できない。このことから、磁場の乱れを考慮した技術や急激な進路変更にも対応した推定技術の開発が求められる。また、歩行者 ITS への応用に伴いインフラの整備を見直す必要性もある。なぜなら、提案されている手法では点字ブロック上に IC タグを設置し、歩行を誘導するため、IC タグの設置に伴うインフラの整備を行う必要があり、コストがかかる。

-信号機の色識別また位置推定

画像処理を用いて、動画から信号機を認識する研究[3]がある。信号機が赤色あるいは青色の状態を判別するのは難しくないが、信号機以外のものが画像内に写っている場合は高い検出率は出せず、3段階にわけた検出手法が提案されている。ここでは、Haar-like 特徴を用いた検出器、テンプレートマッチング検出、画像の位置合わせが行われている。しかし、視覚障害者が信号機にカメラを向けることが前提となっているため、そのサポートがない。このことから、視覚障害者が自律的に使うには困難といえる。

-音で伝える方法提案手法

音響式信号機[4]とは、信号機が青になったことを視覚障害者に音で知らせる為の装置がついている信号機のことを

指し、メロディ式、擬音式の2種類に分類される。警視庁によると、音響式信号機は約98%が擬音式となっているが、視覚障害者の中には、「メロディ式の方が青信号に変わってから時間が分かりやすい」といった声があがっている。また音響式信号機のスピーカーの高さをおよそ3.3メートルと定められているが、視覚障害者の中には、音源の位置が高すぎて方向が分かりにくいという声がある。スピーカーの理想的な高さは耳と同じ高さだが、これは人とスピーカーが接触する可能性があるために物理的に難しく、人と接触しない高さへの設置が望まれる。また、近隣住民から騒音の苦情もあり、音響式信号機には問題がある。

3. 提案手法

本研究で行う範囲を図1に示す。画像上の信号機の位置の絞り込みと、撮影時の白線の傾きの計測を行う。安全な方向については、白線と端末が垂直になる方向を求めるところまで行う。信号機の位置推定についても、信号機の位置を絞るところまで行いその後の信号機の色については、信号機の色から検出を行う関連研究が多くあるためそれらを応用する。

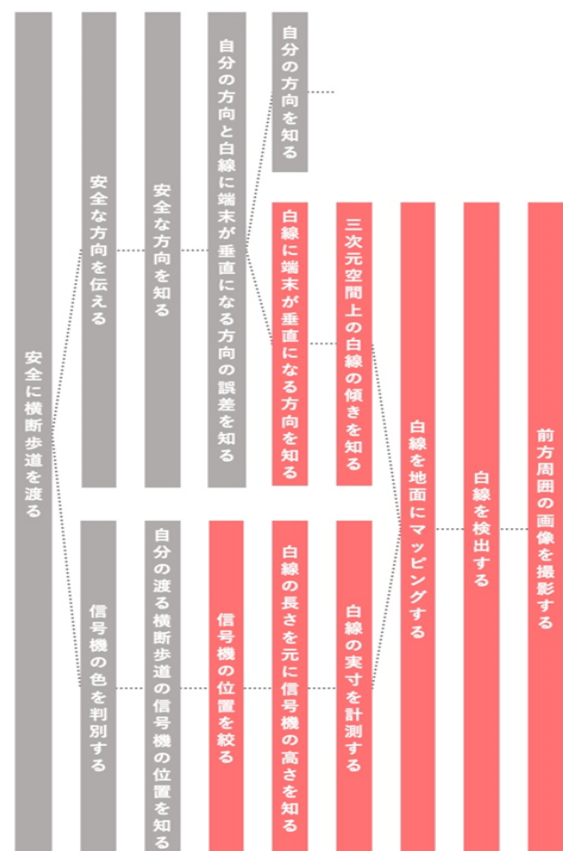


図1 本研究での範囲

視覚障害者が自立的かつ安全に横断歩道を横断するには、2つのアプローチが必要であると考えた。1つ目が横断歩道に対して直角な方向の算出、2つ目が画像の中で正しい信号機を選択して色を判別することである。そこで本研究では横断歩道に対して直角な方向の算出と信号機の位置認識のアルゴリズムの開発を行う。今回、画像取得についてはスマートフォンを用いているが、計測の際のアルゴリズムに関してはパソコン上のプログラムで計測を行う。また視覚障害者の自己認識に頼らないためにも、前方周囲の画像取得による方向認識や信号、白線の設置規定サイズに基づいた計測方法を採用している。

3.1 信号機の位置検出

横断歩道の環境から私たちは横断歩道の終わりの根本に信号機が設置されていることに気づいた。そこで白線と信号機の位置関係を利用することにより、信号機の高さを求めることができるのではないかと考えた。この方法から、信号機が画像上に二つ写ってしまう状況において、白線の根元から高さを求めることで目標の信号機を検出することが可能になる。

まず、必要な環境情報として信号機と白線の設置規定を図2、3に示す。白線のサイズは縦幅が45cm、横の幅は300cm以上と決まっている。信号機の大きさについては信号装置までの高さが最低240cm最大320cmと決まっている。また信号装置自体は縦70cm×横45cmがおおよその大きさである。

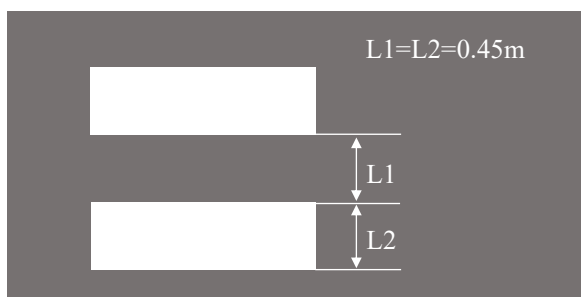


図2 白線のサイズ

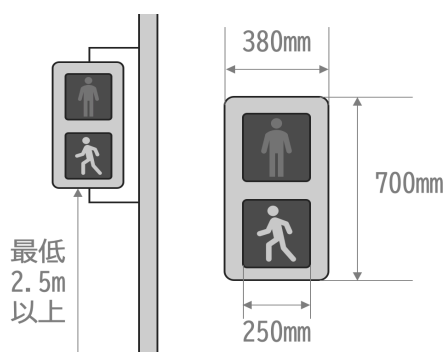


図3 信号機のサイズ

3.2 信号機の高さを求める計算手法

利用者から見た白線の傾きや白線の実際の長さは画像情報のみでは求めることができない。そこで画像上の白線部分を画像で取り出し、地平面にマッピングし直す方法を考えた。必要な情報として白線の角4点の座標情報、端末の画像素子サイズ、画像素子の傾き、レンズと画像素子との焦点距離、白線の縦幅の情報、レンズの高さが必要となる。座標情報、画像素子の傾き、レンズの高さ以外の情報は既に決まっているため、その情報をもととする。白線の角4点の座標情報は、画像検知技術で取り出した白線部のみの画像に対して確率的ハフ変換を用いて求める。ハフ変換によって求められた線を縦線と水平に近い横線で分ける。そしてこの分けたもの同士の始点と終点の座標から求めた地点にある点同士を結び、白線の角4点の座標を求める。画像素子の傾きに関しては画像の情報を基に求める。方法として、y軸が傾いている場合、地平面にマッピングすると4点の角度が90度以外の値をしめす。そこで各点90度になるようにy軸の値を加算または減算し求める。x軸が傾いている場合、左右の縦幅線の長さが異なる値をとる。そこで左右の線が同じ長さになるようにx軸の値を加算または減算し求める。

端末の高さに関しても同様に画像の情報を基に求める。端末の高さが変化すると地平面にマッピングし直した白線のサイズも変化する。この時白線の長さが45cmとなるような端末の高さを加算または減算し求める。以上の情報を基に地平面にマッピングを行なう。

実際のマッピング方法は、図4のように、端末のレンズの真下の点を原点とする空間で、点R(レンズ)から画像素子上の白線に向けて線を伸ばし、そのまま伸ばした線が地平面とぶつかる点を求めることで3次元に拡張する。仮に図4の点P1の座標から地平面の座標P1'を求めるには、まず画像情報の縦横のデータがpxであるため、画像素子の長さを基にmm単位に値を変換する。また地面へ投影するためにレンズの高さの座標を与えるこれを仮にhとする。レンズの高さの位置を点Rとし、座標で表すと(0,h,0)となる。次に画像素子がx軸方向に傾いている場合、傾きをθ、座標(x0,y0)とすると、回転行列の式①をかけ回転後の座標(x1,y1)が求められる。

$$\begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} \dots \textcircled{1}$$

3次元に拡張後、各点のx軸上の値は変わらないが、y軸上の値は高さや傾きにより値を求める必要がある。またもう

一つの軸 z 軸の座標も求める必要がある。まず z 軸の座標は、y 軸方向の傾きを θ として、画像素子から伸びる線と y 軸の交点を S とすると、点 P1 と点 S までの長さは点 Q から点 P1 までの長さが $y1$ であることから

$$\frac{l}{\tan \theta} - y1 \quad \dots \textcircled{2}$$

である。よって z 軸の座標は

$$\left(\frac{l}{\tan \theta} - y1\right) * \sin \theta \quad \dots \textcircled{3}$$

で求まる。次に y 軸の座標は、点 R から点 S までの長さが

$$\frac{l}{\sin \theta} \quad \dots \textcircled{4}$$

であることから S の高さは

$$h - \frac{l}{\sin \theta} \quad \dots \textcircled{5}$$

である。よって y 軸の座標は

$$\left(h - \frac{l}{\sin \theta}\right) + \left(\frac{l}{\tan \theta} - y1\right) * \cos \theta \quad \dots \textcircled{6}$$

で求まる。よって点 P1 の座標がもともった。この座標を仮に (x,y,z) とする。次に点 R から点 P1 までの方向ベクトル t を次式で求める。

$$t = (-1 * h) / (y + h) \quad \dots \textcircled{7}$$

そしてもともった方向ベクトルを基に y 座標が 0 の時を考える。この 0 の点は P1' であるので、座標は $(x*t, 0, z*t)$ となり、よって地平面上の白線の角 1 点 P1' の座標が求まった。この計算を 4 つの点全てに行い地平面にマッピングを行う。

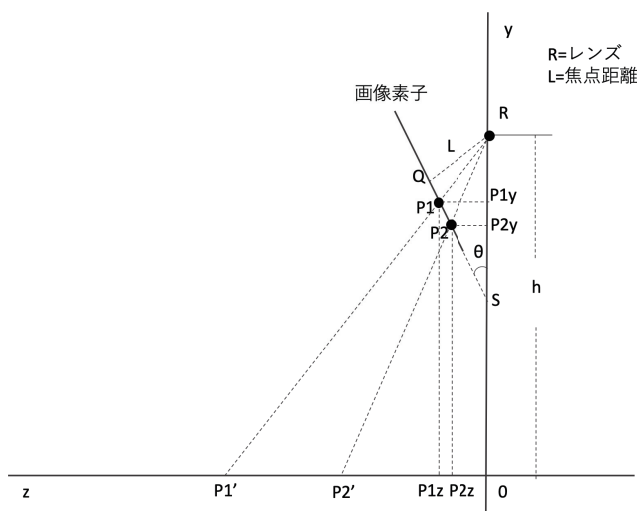


図4 画像素子と地面投影の画像

実際に信号機の位置を求める方法であるが、先ほどの地平面にマッピングし直した白線情報により、白線の横幅の実測値を求めることができる。その実測値と信号機が通常

白線の端から上に伸びた位置にあること、信号機の高さが規定である程度範囲が決まっていることを活かし位置の検出を行おうと考えた。

一番奥の白線を基にその白線の奥の横線から信号機の位置を求める。計算方法としては、ハフ変換で一番奥の白線一本の px での長さ、白線の横幅の実寸と信号機の高さの比を基に px 単位の信号機の高さを求める、白線からその高さの px 範囲を抽出し、位置を絞る。実際に行くと図5のような結果が得られると想定する。もしこの高さに信号機がなければ上に $10px$ あげることで計測を行い、信号機が識別されるまで物体検出し続ける。

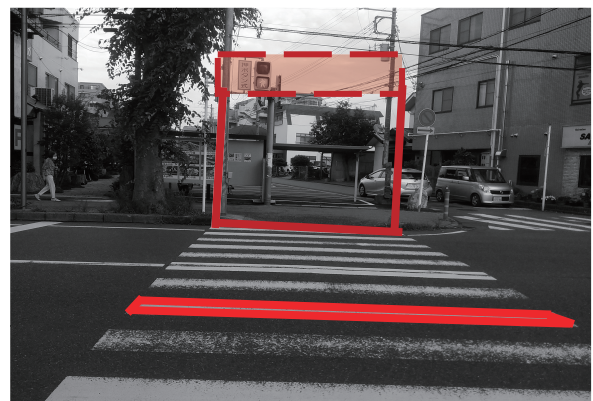


図5 信号検出の画像

3.3 本研究で扱う技術

本研究では信号機の位置検出と白線の角度を判別する際に物体検出技術とハフ変換を使用する。

3.3.1 物体検出技術 Keras-yolov3

物体検出には Keras-yolov3[5]を用いる。Keras-yolov3 は従来の物体検出より精度と速度が格段に向上しているため、採用している。独自の学習データを作成するために画像を収集し、アノテーションを行う。学習では教師データを 2 割としバッチサイズ 32、エポック数 100 で行う。

-白線学習データ

画像数は 500 枚で白線が平行になっている画像を学習させている。学習の際に白線が薄くなっているものは含まれていないため、白線がはっきりと撮影されていないと検出されない問題がある。

-信号機学習データ

画像数は 500 枚で信号機には LED 式と電球式があり青と赤と分かれているため、4 つに分類し学習させている。この方法により、信号機の色で青と赤で分類するより、精度を向上させることができた。

3.3.2 ハフ変換

ハフ変換とは画像の中から直線や円などの図形を検出する手法の一つである。画像から直線や円を検出するには、それらの形状情報を画像から抽出する必要があるが、ハフ変換では画像空間から ρ - θ パラメータ空間への変換を行うことで、図形要素を抽出する。

今回、画像の白線が水平に近いかどうかを判断するために使用した。まず白線の認識率をたかめるために、白線の色をグレーに色を変換しバイラテラルフィルタを用いて画像のノイズ除去を行っている。そして画像をバイナリデータに変換し確率的ハフ変換を用いて角度が-15~15度の範囲と175~-175度の範囲の線を引きように設定し、線と認識させる閾値も px 数が幅の1/2の以上とすることで誤検知を防ぐようにしている。



図6 ハフ変換



図7 検出時の画像

実際にハフ変換を行うことで図7のような画像を得られる。そしてこのように求められた線の角度の平均値を求める。この作業を写真1枚ずつに行い角度が水平に近い画像をその後の計測で扱うように抽出する。

3.4 安全な方向の推定

安全な方向の推定であるが、地平面にマッピングし直すこ

とで、利用者から見た白線の正しい傾きを求めることができる。このようにマッピングし直すと自身の点と白線の点が出るこの図8にある赤いラインの傾きを求めて、自分の向いている方向との差をみる。



図8 安全な方向の推定画像

3.5 腕の振りから白線検出

現状、既存技術の信号機の位置認識については視覚障害者の自己認識が頼りである。そこで私たちは腕を振ることと同時に前方の画像を取得し、前方の環境情報を画像で取得することで視覚障害者の自己認識に頼らないアプローチ方法を考えた。実際のプレ実験と認識した際の画像を図9に記す。



図9 腕の振りと認識した際の画像

検出検証するにあたって津田沼駅周辺の横断歩道3箇所
で撮影を行った。方法は腕を立てた状態で横に振り、画像
と端末の傾きを取得する。その画像情報の中から kera-
s-yolov3 を用いて白線の映る画像を検出し、検出した画像に
ハフ変換を用いて白線が水平に近い画像1枚を取得する。
その画像の中で安全な方向の計測と信号機の位置推定を行
う。

4. 実証実験

4.1 実験の目的

信号機の位置推定と端末から見た信号機の方向の計測を行うにあたり、撮影環境による計測への影響を調べるため実験を行った。実験の目的は、撮影した画像上の白線を基に画像上の信号機の位置範囲を絞るために、撮影環境による長さの誤差を調査することである。同時に端末の傾きから白線の傾きを求め角度の誤差を調査する。

4.2 実験環境について

場所：千葉工業大学 2号館12階 森研究室

実験環境については図10に示す。研究室にて横断歩道の1/2スケールを再現し計測を行なった。これは実際に横断歩道で計測を行うと歩行者の邪魔になってしまうことや、警察の許可が必要であるため再現することを考えた。また、このため室内で実寸を再現するためには、横断歩道と同等のスペースを確保する必要があるが、1/2スケールにすることで室内での実験が可能となっている。したがって信号機の高さは設置規定の最低の高さである2400mmを1200mm、最高の高さである3200mmを1600mmとし、白線の縦幅も450mmを225mmとしている。使用端末についてはPixel4aを使用し、端末は表1のようなスペックとなっている。撮影は三脚を用いて端末を水平に固定した状態で行う。



図10 実験環境の画像

4.3 実験方法

スマートフォンのカメラで撮影を行う。その際に三脚をタイルと並行になるように設置し、スマートフォンを地面と垂直になるように設置する。撮影した画像から信号機の位置の範囲を求める(パソコン上)。まず、撮影した画像情報から白線の4つの座標を読み取る。読み取った座標から求めた長さを基に一番奥のタイルとの比率をとる。プログラムを動かすと信号機の高さの結果が出力される。

上記を車線2~4本の計3つの距離で行い、距離による信号機の高さの誤差を見る。次に車線2本の地点で端末の向いている方向を10,15度に方向け撮影を行い、方向による信号機の高さの誤差を見る。

4.4 実験の評価方法

白線の長さから求めた高さが目標とする信号機の高さと一致するか確認する。また、画像情報をもとに端末からみた白線の角度が正確に求められているか確認する。

4.5 実験結果

横断歩道の距離による信号機の高さの誤差は表2、図11のような結果となった。結果から距離が短いと誤差が大きくなることがわかる。

表1 使用端末のスペック (Pixel4a)

基本仕様			
OS	Android 10		
CPU	Snapdragon 730G	CPUコア数	オクタコア
内蔵メモリ	ROM128GB RAM6GB	インターフェース	USB Type-C
画面性能			
画面サイズ	5.81インチ	画面解像度	2340×1080
カメラ			
背面カメラ画素数	12.2メガピクセル	前面カメラ画素数	8メガピクセル
4K撮影対応	○	スローモーション撮影	
手ブレ補正		撮影用フラッシュ	
複数レンズ			
サイズ・重量			
幅×高さ×厚み	69.4×144×8.2 mm	重量	143 g

表2 距離による信号下部の誤差

距離 (mm)	信号機	信号の高さ(px)	本来の信号の高さ(px)	誤差 (px)
3150	上部	1285	1225	60
	下部	1565	1520	45
4500	上部	1452	1440	12
	下部	1654	1648	6
6700	上部	1673	1640	33
	下部	1803	1780	23

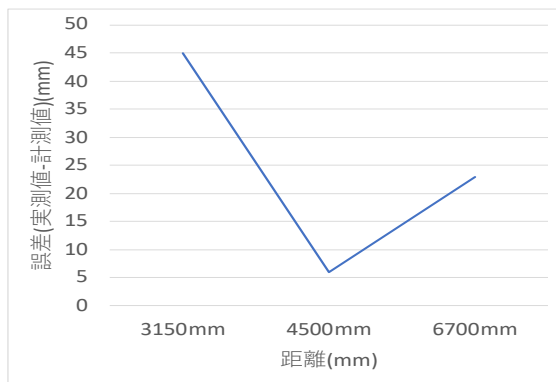


図 1 1 距離による信号下部の誤差

端末の角度の変化による信号機の高さの誤差は表 3、図 1 2 のような結果となった。結果から距離が離れると誤差が大きくなるのがわかる。また、端末を 15 度にした場合では距離が同じであっても誤差が大きくなるのがわかる。

表 3 角度の変化による信号下部の誤差

距離 (mm)	角度 (度)	信号機	信号の高さ(px)	本来の信号の高さ(px)	誤差 (px)
3150	10	上部	1211	1239	28
		下部	1514	1532	18
4500	10	上部	1458	1441	17
		下部	1665	1649	16
6700	10	上部	1648	1632	16
		下部	1787	1773	14
4500	15	上部	1556	1525	31
		下部	1764	1732	32

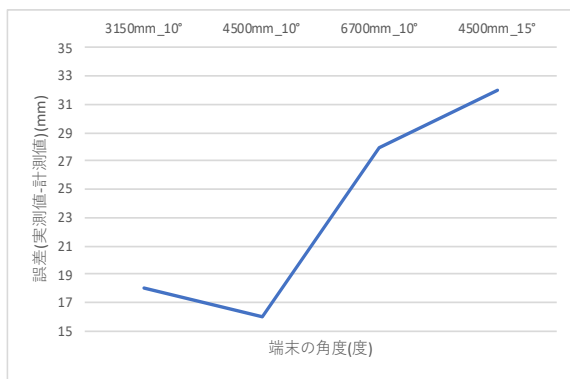


図 1 2 角度の変化による信号下部の誤差

端末からみた白線の角度は図 1 3、1 4、1 5、1 6 のような結果となった。結果より画像情報から端末を正確に出すことは難しいことがわかる。表 3 の 4500mm10 度の場合には補正することで結果が悪くなる。

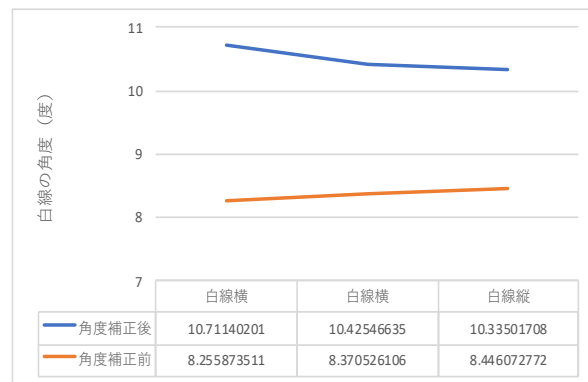


図 1 3 角度の誤差 3150mm10 度の傾きの場合

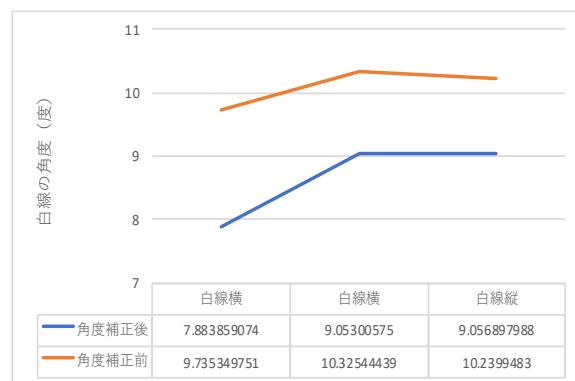


図 1 4 角度の誤差 4500mm10 度の傾きの場合

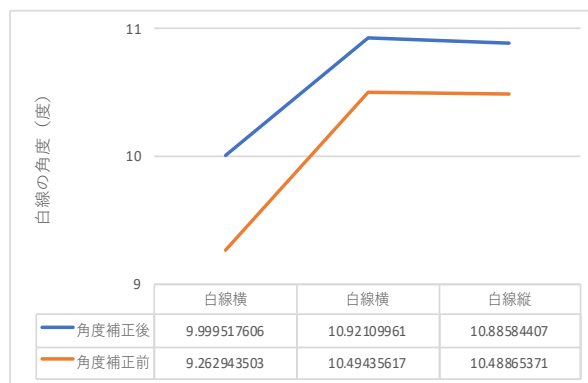


図 1 5 角度の誤差 6700mm10 度の傾きの場合

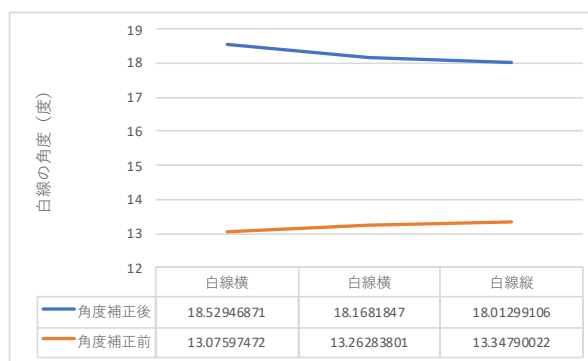


図 1 6 角度の誤差 4500mm15 度の傾きの場合

白線の横幅の長さによる信号機の高さの誤差は表 4、図 1 7 のような結果となった。白線の横幅を変えて高さを求

めたところ、誤差はほとんど変わらない結果となった。したがって、白線の横幅は高さの誤差に関係がないことがわかる。

表4 幅による信号下部の誤差 距離 4500mm

幅 (mm)	信号機	信号の高さ(px)	本来の信号の高さ(px)	誤差 (px)
1500	上部	1453	1440	13
	下部	1655	1648	7
1725	上部	1451	1440	11
	下部	1653	1648	5
2000	上部	1452	1440	12
	下部	1654	1648	6

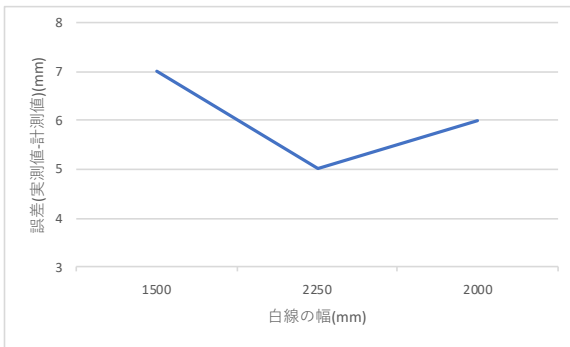


図1-7 幅による信号下部の誤差 距離 4500mm

5. 考察

今回提案した信号機の高さを求める手法である座標のマッピングは、実験の結果から誤差は出てしまうものの信号機の高さをある程度絞れていることがわかった。したがって目標とする信号機を見つけるのに 10px ずつずらしていけば信号機が検出できるといえる。ただし、実験の結果から誤差が出る要因がいくつか考えられた。誤差が出る要因として、白線の座標取得する際の誤差である。白線の角 4 点の座標を今回の実験では白線と見立てたテープを使用したため、物体検知が行えないことから手作業で座標を取得している。この際に座標が 1px ずれるだけで信号機の高さに 10px もの影響を及ぼすことがわかった。ここから考えられることとして、計算に画像素子を使用していることが考えられる。スマートフォンに搭載されている画像素子はとても小さく、実際の画像になるとそれをかなり引き伸ばしたサイズになってしまうので 1px のずれでも最終的に大きな誤差につながるといえる。また今回の実験結果で読み取れることから、距離が 4500mm の時の結果が他の距離と比べ精度が特に良いといえる。今後なぜこの距離だけ精度が良いのか検討し、他の距離でも精度が向上するような補正方法を考えていきたい。

端末の角度の実験では端末からみた横断歩道の傾きを求めた。結果から補正をすると良くなるものもあるが、補正

をしない方が良い結果のものもある。特に端末の角度を 15° に設定した時では 2~3° もの誤差が出てしまい、角度が大きくなると誤差が大きくなってしまふことがわかった。このことから端末から白線の傾きを正確に出すのは今後の課題といえる。原因はやはり画像素子が関係していると考えられる。端末の角度にも座標のマッピングを使用しているため少しのずれで角度がずれてしまうといえる。

6. まとめと今後の展望

視覚障害者が自立的に横断歩道を横断するにあたり、安全な方向と信号機の位置を捉える必要があると考え、今回は信号機の位置推定と、端末から見た横断歩道の方向の推定を行なった。そのために、信号機が白線の終わりの根本から立っていることに注目し、高さを求める手法を提案した。実験の結果、信号機の位置推定は最大誤差が約 50px 程度起きてしまうことがわかった。また端末から見た横断歩道の角度の推定については信号機の位置推定同様に誤差が出ることがわかった。

今後の展望として、信号機の位置推定については、画像素子の影響で生じた僅かなずれで大きな誤差が出てしまうことから、現状では汎用性が低い状態である。また、信号機が白線終わりの根本から立っていない信号機にはこの手法が使用できない問題があるため、使用する際の課題となっている。安全な方向については、端末の情報がある程度得ることはできたが、自分の向いている方向は得ることができていない。自分の向きがわかっていない状態では端末の向きがわかっていても持ち手の向きや、腕の角度など安全な方向がわかっているとは言えない。そこで、自己方向の計測方法について今後検討が必要であると考えている。

現在、360度カメラ RICOH THETA を使用し自分の向いている方向を伝える開発が進められている。これを使用することにより、撮影時に腕を振り前方の画像を取得する必要がなくなるため、自己位置を常に把握し続けることが可能になるのではないかと考えている。

参考文献

- [1] 鶴沼宗利、倉田謙一郎、外山敦也、堀江武
人の歩行動作認識技術を応用した自律的位置検出手法
- [2] 歩行者 ITS とは《建設省道路局》-国土交通省
https://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/Pedestrian/koubo-2/about_its.html
- [3] 馬場勇生、酒井優太、松島俊明 東邦大学理学部情報科学科
動画からの歩行者用信号の実時間認識
- [4] 音響式信号機 | 社会福祉法人 日本視覚障害者団体連合
<http://nichimou.org/impaired-vision/barrier-free/acoustic-signal/>
- [5] Joseph Redmon, Ali Farhadi University of Washington
YOLOv3: An Incremental Improvement