

視覚障害者行動支援のための全周囲映像センシング・認識手法の研究

[研究代表者] 森本正志 (情報科学部情報科学科)
[共同研究者] 浅井光太郎 (三菱電機 (株))

研究成果の概要

日本における視覚障害者は、H18年度調査で約31万人にのぼる。その視覚障害者における生活の質 (QoL) 向上の一つとして、安心・安全に路上を歩行し公共交通機関を利用するための行動支援が必要であると考えられる。このためには、例えば視覚障害者用誘導ブロック上の障害物検知や駅における転落事故を防ぐための危険性判断など、視覚障害者 (以下、対象者) の周囲状況を判断する技術やそのためのセンシング技術が必要である。本研究では非接触で利活用性の高い映像情報を用い、映像センシングおよび映像認識を用いた状況判断技術に関する開発・評価を行った。

多くの公共施設で設置されている監視カメラを活用した安全確認・危険検知技術は、対象者の行動全般において利用できるわけではない。ウェアラブルカメラ等のデバイスを装着する試みでは、留意すべき障害物や危険箇所が存在する方向に対象者が自律的にカメラを向けることが困難であるという課題がある。これに対し、本研究では広範囲撮影が可能な全天球カメラを活用し、対象者の全周囲を映像センシングする手法および障害物・危険箇所の検出を行う映像認識手法を開発し、その評価を実施した。

具体的には、水平方向360度・垂直方向214度の範囲を撮影可能な半球カメラを2台用いて装着位置3パターンを検討した。その結果、対象者の行動を阻害せず検出精度への影響が少ない体前面・背面を適切な装着位置と定め、これにより全周囲映像センシングを可能とした。次に、対象者が注意すべき対象である誘導ブロック・誘導ブロック上の静止物体及び人・階段に対し、直線検出・ラベリング・HOG特徴等を用いた各検出手法を開発した。駅構内を想定した擬似環境に対し半球カメラで撮影した環境映像を用いた評価実験を行い、その有効性を確認した。

研究分野：画像・映像処理、コンピュータビジョン

キーワード：視覚障害者、行動支援、全天球カメラ、映像認識、情報提供

1. 研究開始当初の背景

厚生労働省による平成18年調査によると、日本における視覚障害者は約31万人にのぼる。平成25年12月の「障害者の権利に関する条約」国会批准を受け、障害者における生活の質 (QoL) 向上に向けた各種取り組みの重要性が増している。QoL向上の一つとして視覚障害者の行動範囲を健常者と同様に広げるためには、安心・安全に路上を歩行し公共交通機関を利用できる必要がある。しかし、例えば視覚障害者誘導用ブロック (いわゆる点字ブロック) に障害物が置かれている (図1参照) といった路上で頻繁に起こりえる困難さから、駅におけるホームからの転落事故などといった重大な危険

性まで、解決すべき課題は多岐にわたる。本研究はこのような課題を解決し、視覚障害者の安心・安全な行動を支援するシステム研究に位置づけられる。



図1 点字ブロック上の障害物例

2. 研究の目的

視覚障害者の行動を支援するための研究としては、動

作そのものをサポートする技術から状況を判断する技術やそのためのセンシング技術など、さまざまな提案が行われている。本研究では、視覚障害者が本質的に利用困難であり、しかし非接触で多くの情報を取得可能であることから利活用性の高い映像情報を用い、映像センシングおよび映像認識を用いた状況判断技術に関する検討を行う。

映像情報取得のための映像センシングに関しては、近年の転落事故などを受け、多くの公共施設で監視カメラなどによる安全確認が行われるようになってきている。しかしそれらは限定された場所であることから、視覚障害者（以下、対象者）の行動全般において利用できるわけではない。また施設としての安全確認・事故防止が主眼であり、対象者本人への行動支援を提供しているわけではない。他方で、対象者にウェアラブルカメラを装着する方法が考えられる。この場合は、対象者の行動全般において利用できると考えられる。しかし、対象者が留意すべき障害物や危険箇所が存在する方向に、自立的にカメラを向けることは困難である。

そこで本研究では、対象者の全周囲映像センシング手法および状況判断・アラート発信手法に関する取り組みを行う。近年普及しはじめた全方位撮影可能な全天球カメラを活用し、対象者の全周囲をセンシングする手法および障害物等の検知による状況判断・アラート発信を行うための映像認識手法を検討する。

3. 研究の方法

(1) カメラ装着手法の検討

はじめに、機器を装着する対象者の周囲映像情報を取得する手法を検討する。全天球カメラは、一般的に水平360度の全方位映像を取得することが可能である。しかし、装着位置によっては対象者自身が映り込むため、そのままでは全周囲映像を取得することができないと考えられる。本研究では、複数の半球カメラを用いた具体的な装着手段に関する検討および評価実験を行う。この際、対象者が大きな違和感を持たない装着手段をとること、また対象者の行動そのものを妨げない装着手段であることが必要とされる。

(2) 障害物等検出手法の開発

次に、上記で得られる全周囲映像を用いた対象者状況

判断手法を開発する。具体的には、まず対象者進行方向における障害物・危険箇所等を検出するための映像認識手法を開発する必要がある。また、対象者に接近する物体（例えば人や自転車等）を検出する手法も必要になると考えられる。問題点や改善ニーズが発生すると思う状況・場面を視覚障害者にヒアリングした調査結果に基づき、本研究では検出対象を誘導ブロック、誘導ブロック上でユーザの歩行を妨げる静止物体及び人、階段と設定し、それぞれの検出手法開発・実験・有効性評価を行う。

4. 研究成果

(1) カメラ装着手法の検討

カメラ装着位置に関し、3通りの装着位置を検討し、その評価を行った（図2参照）。

- ・左右の耳の横に1台ずつ装着（パターン1）
- ・体の前面に2台装着（パターン2）
- ・体の前面・背面に1台ずつ装着（パターン3）

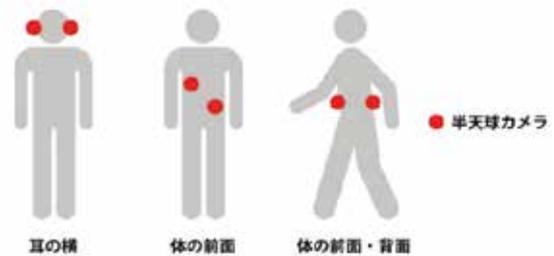


図2 カメラ装着位置

① パターン1

本研究で用いた半球カメラ（Kodak PIXPRO SP360）は水平方向360度・垂直方向214度撮影可能である。そこで身体の左右に1台ずつ用いることで、対象者自身が映り込むことなく全周囲映像を撮影できると考えられる。この装着位置は、左右方向に存在する危険物の検出に強いと考えられる。撮影映像に対し、障害物等検出が可能かどうかを評価した。その結果、対象者進行方向の画像に大きな歪みが発生し、検出精度が悪くなることが分かった。また、この装着例では耳を塞いでしまうため、視覚障害者にとって大きな情報源である環境からの音が聞き取りにくくなってしまいう問題がある。

② パターン2

パターン2は、2台のカメラを異なる高さで身体の前面に装着し、高さによる検出精度の違いを活用できるかどうか検討した。評価の結果、進行方向の歪みは少なく、

検出精度も高かった。しかし、2台のカメラで撮影される映像には想定したほど差がないことが判明した。また撮影範囲が前方に限られるため、左右後方における危険物などの検出には問題がある。

③ パターン3

パターン3では体の前面・背面に1台ずつカメラを装着する。この装着位置は、装着者の前後方向に存在する障害物等の検出に強いと考えられる。評価の結果、パターン2と同じく進行方向および背後方向の歪みは少なく、検出精度も高かった(図3参照)。一方、左右方向に関しては歪みがあり、体で隠蔽される部分もあることから、その対処法を検討する必要があると考えられる。

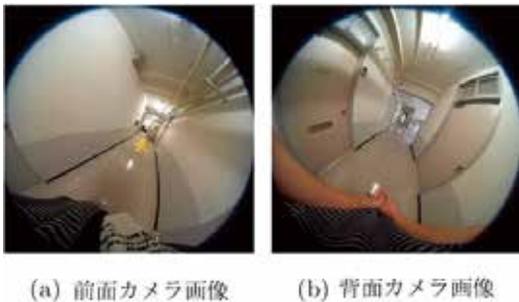


図3 前面・背面装着時の撮影画像例

④ 以上の評価を踏まえ、本研究ではパターン3が撮影可能範囲やシミュレーションの行いやすさの面で最も有効だと考えた。以降ではこの装着位置を採用し、前面に装着されたカメラにおける検出方法の開発を行った。

(2) 障害物等検出手法の開発

① 誘導ブロックは、以下の手順で検出を行う。はじめに、カメラ映像の各フレーム画像(図4(a))を光の影響を受けにくいLab色空間に変換する。次に、そのaチャンネル画像(図4(b))からしきい値処理を用いて図4(c)のように誘導ブロック部分を取り出し、各要素のエッジ検出を行う(図4(d))。エッジ画像に対してハフ変換を施し、図4(e)のように直線成分が検出されれば図4(c)の領域を誘導ブロックとみなしてラベリング処理を行う(図4(f))。

駅構内を想定した擬似環境を用意し、半球カメラで撮影した環境映像10本に対して本手法の検出正答率を調べた(全フレーム画像に対し算出)。誘導ブロックに対する平均正答率は48.8%であった。まっすぐ伸びている誘導ブロックでは、平均59.6%と比較的正答率が高かった。一方折れ曲がった誘導ブロックでは、半球カメ

ラ特有である画像の歪みを許容できず、平均12.0%と低かった。例えば数フレーム画像連続で検出が成功したらその場に誘導ブロックがあるといった、映像の時系列を活用した判定改良が導入可能であると考えられる。

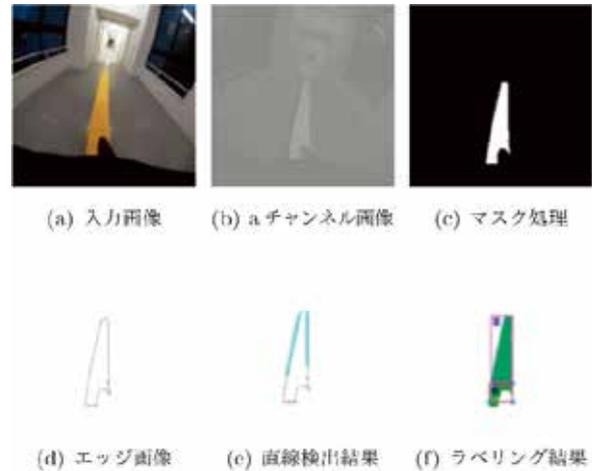


図4 誘導ブロック検出手順

② 誘導ブロックが検出された後、その上の静止物体や人、および階段検出を行う。静止物体は物体により分断される誘導ブロックの面積比、人はHOG特徴による人物検出位置と誘導ブロック位置との関係を用いる。階段検出は、半球カメラで得られる画像から視線方向および足元方向の2視点画像を切り出し、ハフ変換により検出される水平直線成分の有無により判定を行う。

こちらも①と同様に、各手法の検出正答率を調べた。静止物体検出の平均正答率は28.0%であり、物体サイズの影響により提案手法では対応できない場合が多いという結果となった。人検出はほぼ正しい検出結果となったが、歩いている人の検出タイミングに依存するという課題があった。階段検出の平均正答率は24.3%であり、照明条件や撮影角度の影響が大きい結果となった。

③ 今後の課題としては、各手法改良による検出精度の向上、進行方向以外の障害物等検出手法や、現在未着手であるアラート発信手法の検討・作成およびアプリケーション化を挙げることができる。

5. 本研究に関する発表

(1) 鈴木杏奈、山内隆正、森本正志、“半球カメラを用いた視覚障害者歩行支援に関する検討”、平成29年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会、P-7、2018年