

屋内環境の 3 次元データベースと単眼撮影画像による 視覚障害者用歩行者経路案内支援システムに関する検討

佐伯 昌洋 加藤 誠巳
(上智大学 理工学部)

1. まえがき

近年、携帯電話を用いた歩行者ナビゲーションシステムが利用できるようになり、普及しつつある。現在使用できるのは屋外環境だけで屋内環境に対応したものは殆んど見受けられない。しかし、視覚障害者の場合、点字ブロックが少ない屋内環境で使用でき、かつ使い易いナビゲーションシステムが必要とされる。ここでは視覚に障害のあるユーザが撮影取得した画像を使用した歩行者経路案内支援システムについて検討を行った。

本稿では屋内環境で使用する経路の 3 次元データベースを用いた経路案内支援システムについて述べている。これにより障害物の検知などを行い視覚障害者が壁などの障害物を回避すべく誘導することを目的としている。

2. システムの概要

システムの構成を図 1 に示す。

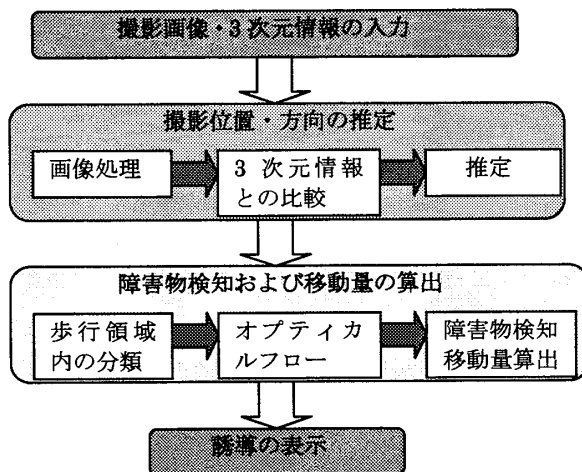


図 1 システムの構成

システムの基本となる情報は歩行者が撮った画像と、その撮影場所の 3 次元情報となる。まず

初めに撮影した画像にエッジ抽出と Hough 変換を施し、建物の特徴となる柱や、壁と床の境目などを検出する。この画像処理で得られた情報と経路の 3 次元情報から求められる特徴を比較することにより歩行者の撮影時の進行方向と位置を推定し、その後歩行領域における色情報と物体の移動を計測するオプティカルフローをもとに障害物の検知と移動距離の算出を行う。

3. システムの詳細

3.1 経路の 3 次元情報

ここでは経路の 3 次元情報として上智大学内の建物の通路の平面図を使用した。平面図から得られた 2 次元情報とレーザ距離計を用いて得られた高さ情報を組み合わせて、3 次元情報を取得した。

3.2 画像処理

撮影画像に画像処理を行いやすいようにグレースケールに変換し、影などに隠れた特徴点を見つけるためにヒストグラムの平坦化を行う。その後、通路の外観的特徴を Sobel オペレータを用いて検出した。

進行方向を求めるのに最も重要となる特徴は床と壁、もしくは天井と壁の境界の直線である。特徴となる直線群はカメラの位置、撮影方向によって定められる。すなわち、直線群を判定することでカメラの位置、撮影方向が求められる。これらの直線群の傾きを求めるために Hough 変換を用いた。

3.3 直線群と 3 次元情報との比較

Hough 変換より求められた直線群からカメラの位置と撮影方向を求めるために 3 次元情報から得られる直線群との比較を行う。

まず初めに 3 次元情報から 4 本の境界の直線を構成する 8 つの頂点を取り出す。それらの頂点からある任意の視点・視線での通路の輪郭を形成する直線を作成する。そして、作成した直線と Hough 変換より求めた直線群の傾きを比較する。Hough 変換では直線を求める際に投票形式による方法を用いる。そこでもっとも投票数が多い直線とそ

A Pedestrian Navigation System for a Visually Impaired Person Using Three Dimensional Indoor Environmental Information Database along with Monocular Images

Masahiro SAEKI, Masami KATO

Sophia University

れに対応する3次元情報から作成した直線との比較を行い、直線の傾きの誤差を求める。この誤差が設定した閾値以下の場合に、撮影時の位置と方向の候補となる。この直線群の比較を繰り返す。

繰り返し行った比較が閾値より大きな場合は、位置と方向を定義し直して比較する。この比較を繰り返して行き、2つの直線群全てに対して誤差が閾値以下になった場合に、その時定義していた位置と方向を撮影時のユーザの状況と推定する。

3.4 障害物検知^[1]および移動量の算出^[2]

画像内の障害物検知や移動距離算出のために、画像内の特徴点の移動をベクトルで求めるオプティカルフローの検出を行う。床と壁との境目の2直線に挟まれた領域を歩行領域とし、今回オプティカルフローの検出範囲はこの領域内とする。

移動距離を算出するために5m間隔で目印となる20cm四方の正方形のラベルを床に配置する。歩行領域における画素の色情報を取得し、最も多い色の部分をその床の色とする。そして歩行領域内において床の色と違う色の部分は目印のラベル、または障害物の可能性がある領域となる。そして、床以外の色の部分がラベルの色と一致するか否かで目印のラベルと障害物領域の分類を行う。それぞれの領域に対して3次元情報を取得し、オプティカルフローを求める。その結果を用いて、目印のラベルからは移動距離を算出する。また、障害物領域に対しては事前に測定した床のベクトルと比較する。もし、床のベクトル値と大きく異なる値を示した場合には障害物として判定し、同程度の場合には障害物でなく床の色が変化していると判断する。

4. 実行例

実行画面を図2に示す。

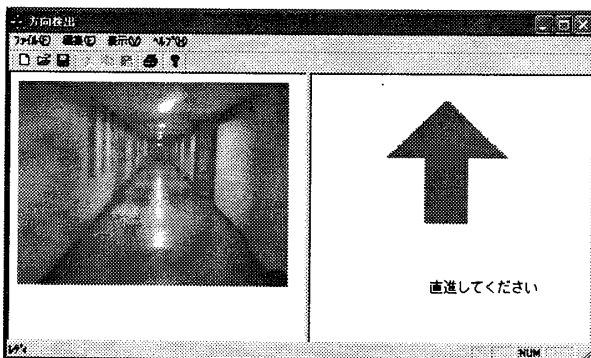


図2 実行時の画面例

図2では読み込んだ撮影画像を画面左の領域に表示し、画面右の領域には3次元情報との比較を行ったあと、障害物検知と移動量の算出を行い障害物に当たらずに進める方向を示している。今回は指示がわかりやすいように方向を矢印を用いて示した。

障害物とラベルの検出は画像が暗い状況で5m、明るい状況では約7mの距離まで検出することができ、回避が十分できる距離で検出することが可能である。

5. 検討

今回は上智大学の建物内の特定の通路に対して、視覚障害者の誘導が可能なが示された。今後他の場所でも検討する必要がある。

障害物検知、移動量算出は床が一様な場合には可能であったが、床の表面に模様がある場合(マス目状の模様等)には出来なかった。これは障害物や目印のラベルを検出する際に床は歩行領域内の60%以上を占める部分と定めているため、60%未満の場合には床を判別することが出来ないからである。また、移動量算出については目印となるラベルを検出することで行うことが出来た。しかし、全ての床に対してラベルを配置することは難しいので、ラベルを用いない方法を考える必要がある。

6. むすび

本稿では経路の3次元情報とユーザの撮影画像をもとに、ユーザの撮影位置や進行方向の推定を行い、障害物を考慮した視覚障害者の誘導について検討を行った。今後は5で述べた課題を解決し、より実用的な屋内環境における視覚障害者を対象としたナビゲーションの実現に向けて検討を行っていきたいと考えている。

最後に、有益なご討論を戴いた本学 e-LAB/マルチメディア・ラボの諸氏に謝意を表す。

参考文献

- [1] Lars Libuda, Karl-Friedrich Kraiss: "Identification of Natural Landmarks for Vision Based Navigation," Conference on Mechatronics & Robotics, Volume III, pp. 877-882, 2004.
- [2] J. Coughlan, R. Manduchi, "Functional Assessment of a Camera Phone-Based Wayfinding System Operated by Blind Users," IEEE-BAIS RAT-07 Symposium, Dayton, Ohio, 2007.