

# 歩行者上の単眼視カメラによる周囲環境の認識

二宮 睦樹 松島 俊明

東邦大学 理学部 情報科学科

## 1. はじめに

視覚障害者にとって、歩行経路上にある障害物は非常に危険であり、それらを早めに検出できることは重要である。そこで筆者らは歩行状態からの単眼視により歩行経路上にある障害物の検出を試みることにした。障害物には様々なものがあるが、本研究では階段を取り上げることにした。階段は気づかずに進入すると転倒して大怪我をする危険があるためである。視覚障害者のための階段検出の研究例は既にあるが[1][2]、比較的良い撮像条件で撮影された画像を対象としている。本研究では歩行者に装着したカメラで撮像した画像からの階段検出を試みた。

## 2. 階段検出処理の概要

最終的には歩行者に設置したカメラから得られた画像をリアルタイムで処理して階段の有無を提示するのが目標であるが、実験段階として、まず、歩行者に設置したカメラで歩行中の動画を撮影し、オフラインでの認識実験を行った。

カメラの設置位置は歩行者の目線の高さ、撮影角度は水平に対して約 30 度下向きとし、足元の画像を撮り易くした。撮影に使用したカメラは 1440 × 1080pixel(アスペクト比 4:3)であるが、同様の理由で縦方向に長く取れるように縦撮りで撮影することにした。図1に示した流れで階段検出を行うこととした。

## 3. ぶれ判定

エッジ抽出した画像からぶれ判定を行う。ぶれている画像の場合はエッジをほとんど抽出することができないので(図2)、画像中に含まれるエッジ画素数の割合でぶれ判定を行う。具体的には、静止状態での平均エッジ画素数を  $m$  としたとき、画像中のエッジ画素数  $s$  が

$$s < r \cdot m \quad (0 < r < 1) \quad (1)$$

のとき、ぶれている画像と判定する。図2、図3は  $r=0.33$  としたときに、ぶれている画像、ぶれていない画像と判定した例である。

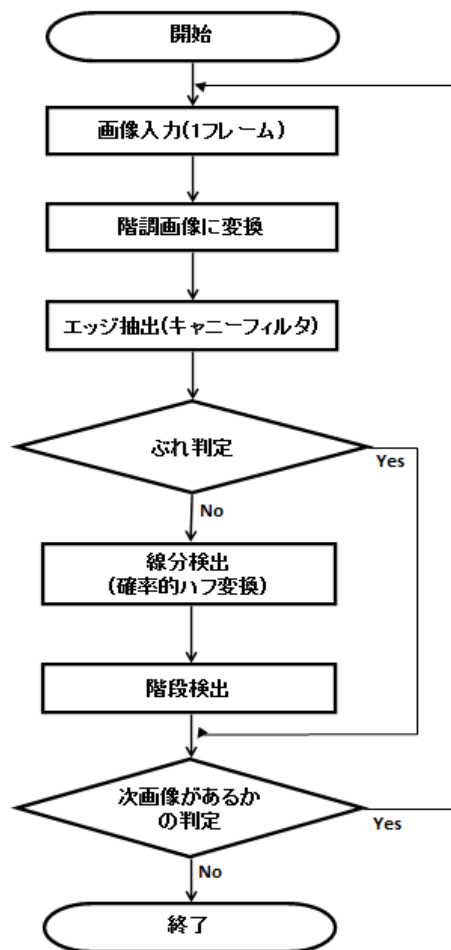


図1: フローチャート

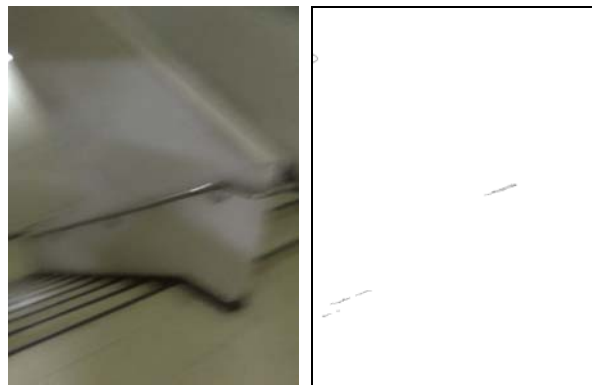


図2: ぶれている画像(左:元画像, 右:エッジ画像)

An experimental research of environment recognition during walking by a monocular camera  
Mutsuki Ninomiya, Toshiaki Matsushima  
Dept. of Information Sciences, TOHO Univ.



図 3: ぶれてない画像(左:元画像, 右:エッジ画像)

#### 4. 階段の検知

##### 4.1 階段候補の判定

階段の特徴は、階段のステップ部分の線分が概ね水平かつ規則的に現れることである。そこで検出された線分の傾き  $\theta$  の範囲が、

$$-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \quad (2)$$

であるものを、階段を構成する線分の候補とする。現フレームの階段候補の線分情報と、次フレーム以降の線分情報を用いて、上方階段・下方階段の判定を行う。

##### 4.2 上方階段の判定

上方階段のステップの線分は同じ傾き・同じ切片の短い線が集まりステップのエッジを構成することが多い(図 4)。



図 4: 上方階段のステップエッジ(左:元画像, 右:線分画像)

そこで傾きと切片が同じ線分が複数検出された場合、上方階段のステップのエッジ候補とする。また検出された上方階段のステップのエッジ候補である線分  $a$  の傾きが  $\theta_1$ 、切片が  $\rho_1$  であるとき、 $\theta_1$  の値とほぼ同じ傾き  $\theta_2$  を持つ線分  $b$  の切片が  $\rho_2$  であったとすると、

$$|\rho_1 - \rho_2| \geq q \quad (q: \text{定数}) \quad (2)$$

となる線分  $b$  は線分  $a$  とは別のステップとみなす。

その後 3 フレーム以内に、同様の判定が行われた

場合、それら複数の線分を上方階段のステップと判定する。

##### 4.3 下方階段の判定

下方階段は上方階段に比べ、同じステップのエッジが複数検出され難い。一方、ステップのエッジが密集して検出されることが多いので、この特徴から下方階段の判定を行う(図 5)。



図 5: 下方階段のステップエッジ(左:元画像, 右:線分画像)

具体的に述べると 1 フレーム中に検出された全ての線分を描画し、その画像を  $n \times m$  等分する。その後  $n \times m$  個のセル内に  $x$  軸方向に対して概ね水平な線分が含まれる割合を計測し、線分の密集度が高いセルの領域を下方階段候補とする。その後 3 フレーム以内に、同様の判定が行われたセルがそのセルに隣接するセルとして検出された場合、それらのセル内に下方階段のステップが含まれると判定する。

#### 5. まとめ

動画では静止画と比べ、歩行に伴う画像のブレが存在し多くの情報を得る事が難しい。しかし実用性を考慮すると、歩行中の動画から周囲環境を認識する意味合いはとても大きい。

今回、動画から抽出した画像のエッジ特徴によってぶれの有無を判定し、ぶれの少ない画像から周囲環境を認識する方法を試みた。本研究では上方階段・下方階段の検知のみだが、健常者と比べ視聴覚障害者が容易に認識出来ない危険は他にも多く存在する。今後は階段以外の障害物の検出も試していく予定である。

#### 参考文献

- [1] 山中健三, 呉海元, 塩山忠義: 画像による階段の検知と距離推定, 信学技報 PRMU2001-210, pp.31-38 (2002)
- [2] 小笠原加久治, 福田敏行, 中拓久哉: Hough 変換を用いた下り階段の実時間認識, 日本機械学会論文集(C 編), 70 巻 695 号, pp.83-88 (2004)