

## 障害物検出方式の検討

3M-6

川村 秀男 宮原 景泰 依田 文夫

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

### 1. はじめに

交通事故の防止を目的として、TVカメラで路上の障害物を検出し、後続車両のドライバーに警告するシステムの要求が高まっている。このシステムを完全自動化するためには、障害物の発見と同時に、消失事象（障害物撤去）の自動検出も重要な課題となる。障害物の発見については背景差分やフレーム間差分により移動物体を検出し、検出物体が一定時間以上停止したタイミングをとらえる手法等が提案されている[1]。しかしながら障害物の消失も動き情報で行うとすると、障害物が他の物体に遮蔽されたり、日照条件の変動等の要因により障害物の消失を判定できない場合がある。この課題を解決するため、障害物領域の画像情報を用いた消失判定法について検討した。

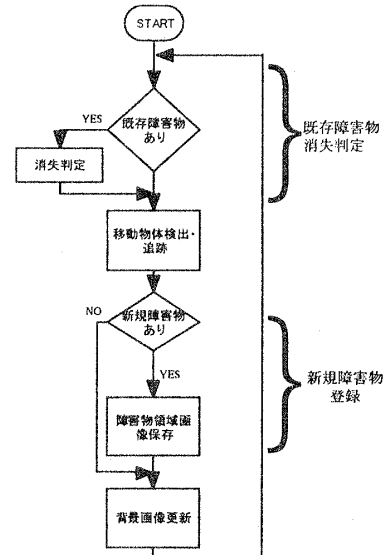


図1 全体処理フロー



図2 障害物画像

### 2. 全体処理

消失判定機能を付加した障害物検出の全体フローを図1に示す。まず、前フレームまでに障害物がある場合は障害物の消失判定を行う。次に移動物体の検出・追跡を背景差分法により行う。さらに前記の移動物体追跡情報から、停止した物体を新規障害物と判定し、入力画像および背景画像について障害物存在領域の部分画像をそれぞれ保存する。この部分画像を、次フレーム以降の消失判定で使用する。

### 3. 障害物消失判定

ここでは、図1に示す消失判定処理について検討した内容を説明する。消失判定では、障害物検出時の入力画像  $I_{obs}$ （障害物の写っている画像）、背景画像  $I_{back}$ （障害物が写っていない画像）、入力画像  $I_{in}$  を用い判定を行う。判定基準としては以下に示す画像相関およびエッジ点ヒストによる方法について検討した。例として図2に検出前の背景と検出時の障害物画像を示す。

A Study on Obstacle Detection.  
Hideo Kawamura, Kageyasu Miyahara, Fumio Yoda  
Mitsubishi Electric Corporation  
Information Technology R&D Center  
5-1-1, Ofuna, Kamakura, Kanagawa, 247, Japan

#### 3. 1 画像相関による判定

障害物が存在する時は、入力画像  $I_{in}$  は障害物画像  $I_{obs}$  と類似し、存在しない場合は背景画像  $I_{back}$  に類似する。このことから下記式により障害物が存在する確からしさを表す評価値  $V_c$  を求める。評価値が所定の値より小さい場合に消失したとみなす。

$$V_c = \{1 - m(I_{in}, I_{back})\} \cdot \{m(I_{in}, I_{obs})\} \quad (式1)$$

ただし、 $I_{in}$  は入力画像の障害物存在領域画像、 $I_{back}$  は障害物がない背景画像の障害物存在領域画像、 $I_{obs}$  は障害物検出時の障害物存在領域画像、 $m(u,v)$  は画像  $u,v$  間の相互相関である。

#### 3. 2 エッジ点ヒストによる判定

背景画像  $I_{back}$  と障害物画像  $I_{obs}$  のエッジ分布は異なることから、障害物存在領域の入力画像  $I_{in}$  についてソーベルフィルタでエッジ検出を行い、エッジ強度の平均で2値化しエッジ点を検出する。次にエッジ点の勾配方向を8方向に量子化し、各方向毎に鉛直方向にエッジ点数を累積したヒストを求める。同様に障害物検出時の背

景画像  $I_{back}$  についてもヒストを求める。最後に次式の評価値  $V_{edge}$  を求め 2. 1 と同様に判定する。

$$V_{edge} = \sum_{d=1}^8 \sum_{i=1}^w |h_{in}(i,d) - h_{back}(i,d)| \quad (式 2)$$

ただし、 $h_{in}(i,d)$  は入力画像の障害物存在領域画像  $I_{in}$  の  $d$  方向のエッジ点ヒスト、 $h_{back}(i,d)$  は障害物がない背景画像の障害物存在領域画像  $I_{back}$  の  $d$  方向のエッジ点ヒスト、 $w$  は領域幅、 $d$  は勾配方向である。

#### 4. 実験

上記障害物消失判定法の検証を路面上の障害物 (図 2 の 3 種類のダンボール箱) で行った。左側は一般のダンボール箱で、右側は箱に文字があり、中央の箱は白色の箱 (ほとんどエッジが出ていない) である。ITVカメラで撮像した画像をVTRに録画し、PCへキャプチャーカード経由でサイズ  $640 \times 480$ 、グレースケール、フレームレート:  $10f/s$  で取り込んだ。実験では路上に投げ込まれた障害物 (3 個) を人が遮り、その後人が障害物を撤去する映像を用いた。

##### 4. 1 画像相関

式 1 における相互相関を正規化相関法 [2] により行った。本実験は各フレームの画像をそのまま用いた場合と一定時間  $T$  で積算した積算画像を用いた場合の 2 種類で実施した。図 3 に単独フレーム画像による評価値、図 4 に入力画像を積算画像とした評価値を示す。積算時間  $T$  は 2 秒 (20 フレーム) とした。

##### 4. 2 エッジ点ヒスト

物体境界が出るように検出領域を拡張し (上下左右 5 画素)、式 2 の評価値を算出した。図 5 にエッジ点ヒストによる評価値を示す。

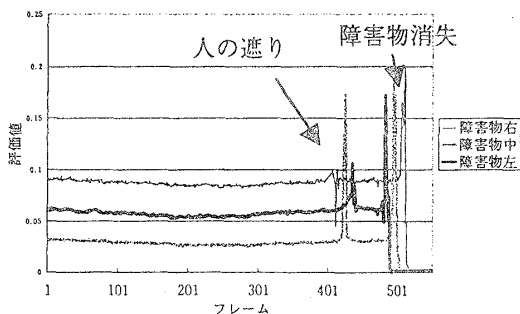


図 3 画像相関による評価値(単独フレーム)

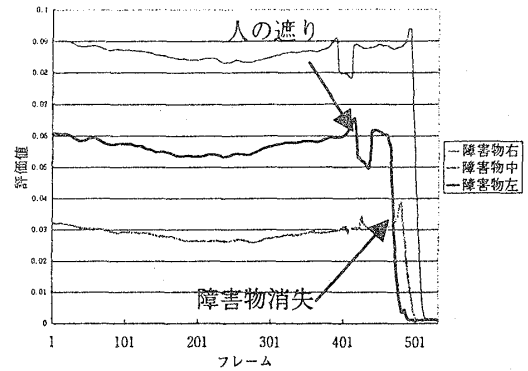


図 4 画像相関による評価値(積算画像)

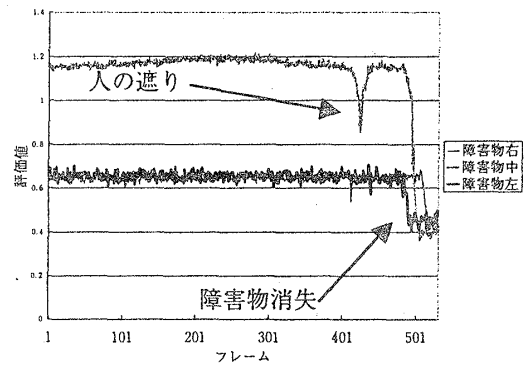


図 5 エッジ点ヒストによる評価値

##### 4. 3 考察

実験の結果、次の事が分かった。

- ・画像相関とエッジ点ヒストは、共に対象となる障害物のテクスチャに依存して評価値が変わってくるが、画像相関の方がやや判定しやすい傾向にある (エッジが少なめの画像でも背景との差が出ている)。
- ・画像相関は遮蔽の影響で評価値が大きく変動するが、積算画像を用いることで、短時間の遮蔽なら影響を軽減できる。ただし、消失判定タイミングは単独フレーム画像より遅れる。今回の実験では 4 フレームほど差が出た。また画像相関で遮蔽時には  $I_{back}$  と  $I_{in}$  との相関値が大きく低下し、評価値が一時的に増加している。

#### 5. おわりに

画像情報による障害物の消失判定法について、画像相関とエッジ点ヒストを適用した検討を行った。両者に大きな差はなかったものの、画像相関の方がやや有効と思われる。今回の実験では主に遮蔽のある映像を対象としたが、今後は照明変動の大きなシーン等に対しても評価を行う予定である。

##### 参考文献

- [1] 天本, 藤井 「画像処理技術による障害物検出と移動体追跡方法」, 信学論, A, Vol. J81-A NO. 4, pp. 527-535, 1998
- [2] 田村秀行監修 「コンピュータ画像処理入門」, 総研出版