

## 1. はじめに

近年, ITS(Intelligent Transport System:高度道路交通システム)において, ドライバーの危険回避や運転支援を目的とした移動体検出の重要性が高まっている. 本研究では, 幾何変換差分による後方車載カメラ映像からの移動体検出法を提案し, その有効性を示す.

## 2. 幾何変換差分による移動体検出

車載カメラの映像を用いる場合, 背景は常に変化する. 移動カメラにおける移動体検出には, 一般的な幾何変換である Affine 変換を用いたフレーム間差分が有効である. しかし, Affine 変換では画像領域を一律に拡大・縮小するため, フレーム間の対応がとれない. そのため, 動きのない領域に差分が大きく検出されたり, 移動体領域に検出欠損が発生する. 本研究では, 背景の変化に対応した幾何変換画像と現フレーム画像のフレーム間差分による移動体検出法を提案する.

## 3. 幾何変換画像の生成

車両後方に設置された車載カメラの映像は, 背景が一律に消失点方向に向き, さらに消失点から同距離に存在するフローの長さは一定となる. この特徴を利用した Warping 画像を自動生成し, 入力画像との差分を求めることでより正確な移動体領域を抽出する. 以下にその手順を示す(図1参照).

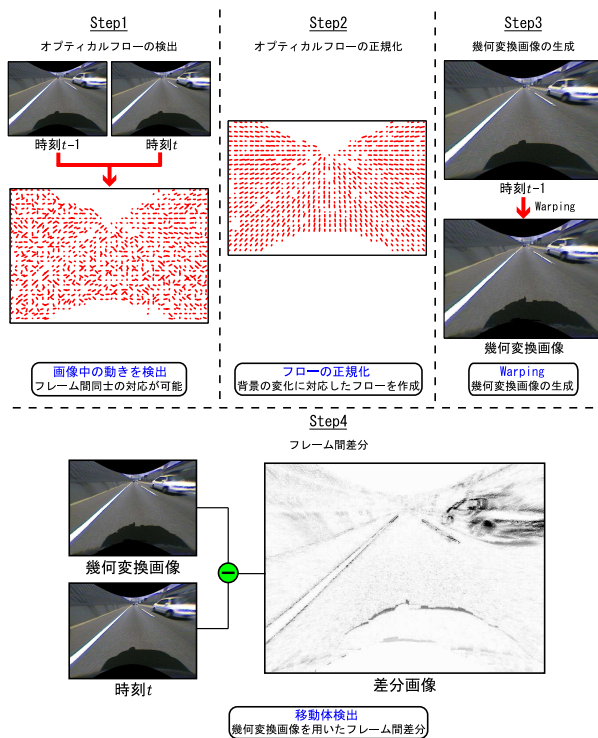


図1: 幾何変換画像の生成手順

**オプティカルフローの検出** BM(Block Matching)法により, 画像中の物体の動きを表すオプティカルフローを検出する.

**フローの正規化** オプティカルフロー検出の際, 白線や路面等に開口問題が発生するため, 正確なフローの検出が困難である. そこで, 正規化により背景の変化に対応したフローを作成する.

- 1 全てのフローの向きを消失点方向に変更
- 2 消失点から同距離のフローの長さのヒストグラムを求め, その中央値に置き換える

**幾何変換画像の生成** 正規化したフローを用いて Warping を行うことにより, 幾何変換画像  $I_t^{warped}$  を作成する.

**フレーム間差分** 背景変化を考慮した幾何変換画像  $I_t^{warped}$  と現フレーム画像  $I_t$  を式(1)よりフレーム間差分することで移動体検出を行う.

$$\Delta_t = |I_t - I_t^{warped}| \quad (1)$$

$$M_t(u, v) = \begin{cases} D, & \Delta_t(u, v) > Th \\ 0, & \Delta_t(u, v) \leq Th \end{cases} \quad (2)$$

ピクセルの状態を表す  $M$  は, 輝度変化を閾値処理することで, 式(2)より差分ピクセル ( $D$ ) と背景 ( $0$ ) に判定する.  $Th$  は, 差分ピクセルを判定する閾値である.

## 4. 評価実験

背景の変化を考慮した幾何変換差分の評価として, 移動体が存在する領域内の差分ピクセル数と背景領域の差分ピクセル数に注目した評価を行う. また, 応用例として本提案手法を移動体追跡法である Multiple-SMS に適用することで, 追跡精度の向上に有効であるかを検討する.

**評価方法** 領域内の差分ピクセル数の割合を求める. 手動抽出した正解矩形領域内の差分ピクセル率  $r_R$  と矩形領域外の差分ピクセル率  $r_A$  を式(3)より算出する(図2参照).

$$r_R = \frac{D_R}{W_R}, \quad r_A = \frac{D_A}{W_A - W_R} \quad (3)$$

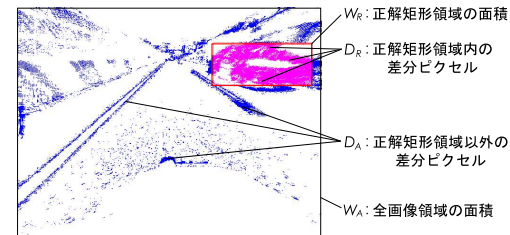


図2: 差分ピクセルと正解矩形領域

晴れや雨, 昼間や夜間, トンネル内を走行といった従来の手法では特に困難である環境下の映像15シーケンスについて実験を行う. 提案手法と Affine 変換による正解矩形領域と正解矩形領域外の差分ピクセル率により比較評価を行う.

**結果** 車載カメラで撮影した映像に対して, 平均差分ピクセル率を算出した結果を表1に示す.

表1: 閾値による差分ピクセルの割合 [%]

Threshold	正解矩形領域		正解矩形領域外	
	提案手法	Affine	提案手法	Affine
0	97.6	94.8	61.4	72.3
15	76.2	78.3	22.4	40.1
30	57.6	62.4	8.8	28.2
Average	77.1	78.5	30.1	46.9

表1より, 正解矩形領域内における差分ピクセル率は提案手法と Affine 変換ともに同程度である. 一方, 正解矩形領域外を比較すると, 提案手法の差分ピクセル率が約17%少なく, 背景の誤検出抑制に効果があることがわかった.

また, 応用例として移動体追跡法である Multiple-SMS に提案手法の差分結果を重みとして適用した結果, 通常の Multiple-SMS に比べて平均重なり率を約19%上昇させることができた. これにより, 本提案手法の背景変化を考慮した幾何変換差分が有効であるといえる.

## 5. おわりに

本研究では, 後方車載カメラからの映像に対して, 正規化したオプティカルフローを用いて幾何変換画像を生成し, 背景の誤検出を抑制する移動体検出法を提案した. 評価実験により, 提案手法を用いた Multiple-SMS の追跡精度向上の有効性を示した. 今後は, 移動体領域の自動抽出法と撮影環境変化に伴う消失点位置の自動検出について検討する.