

## 1. はじめに

大規模な自然災害が発生した際、被災者の救助や支援活動を行うには、通行可能な被災地区までの経路を広域に把握する必要がある。本研究では、被災時に出勤するヘリコプターで撮影した空撮画像を用いて、道路を走行する自動車の流れを可視化する。これにより、通行可能な道路の把握が可能となり、適切な救助活動や誘導が期待できる。

## 2. 空撮画像を用いた物体移動方向の可視化

空撮画像をモザイク処理し、モザイク画像上に移動体の動きの流れを重畳表示する。図1に提案手法の流れを示す。空撮画像列から、Scale Invariant Feature Transform (SIFT) [1] により特徴点を算出する。SIFT により検出した特徴点は、Mean-Shift 探索により追跡し、位置座標とスケールを求める [2]。長時間に亘る特徴点追跡の結果から、自動車等の移動体を検出する。検出した移動方向に対応する色をモザイク画像上に加算することで自動車の流れの可視化を行う。

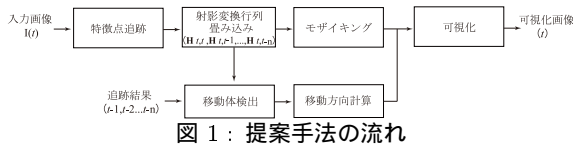


図1：提案手法の流れ

### 2.1. 特徴点追跡と平面射影行列

Mean-Shift 探索により得られる追跡点の軌跡から対応点を求める。求めた対応点から、RANSAC により連続する  $t$  フレームと  $t-1$  フレームにおける平面射影行列  $H_{t,t-1}$  を算出する。 $t$  フレームと基準となる 0 フレームに射影する平面射影行列  $H_{t,0}$  は次式により算出する。

$$H_{t,0} = \prod_{i=1}^t H_{i,i-1} \quad (1)$$

$t$  フレームにおける追跡点座標  $(u_t, v_t)$  を基準の 0 フレームへ射影変換したものを、モザイク画像座標  $x_t = H_{t,0}[u_t, v_t, 1]^T$  とする。このモザイク画像座標  $x_t$  を用いることにより、背景と移動体の移動量の差が大きくなるため、移動体検出が可能となる。

### 2.2. 移動体検出

平面射影変換の誤差により、モザイク画像上においても背景領域の追跡点の移動が発生する。このようなアウトライアを可視化に用いると、誤った移動体の可視化となる。そこで、車両上の点と背景上の点の判別を行う。道路を走行中の車両は等速運動であり、進行方向と移動量の変化は少なく、移動変化と移動方向のばらつきは、小さくなる傾向がある。この傾向を利用し、以下の基準により自動車上の追跡点を選択する。

$$\text{移動量: } l_t = |x_0 - x_T| \quad (2)$$

$$\text{移動量変化: } \Delta l_t = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \left( |x_{i-1} - x_i| - |x_i - x_{i+1}| \right) \quad (3)$$

$$\text{移動方向変化: } d_t = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \cos \theta_i \quad (4)$$

$$V_i = (x_i, x_{i-1}), \quad \cos \theta_i = \frac{V_i \cdot V_{i-1}}{|V_i| |V_{i-1}|}$$

$T$  は追跡フレーム数、 $th_{l_t}$ ,  $th_{\Delta l_t}$ ,  $th_{d_t}$  は閾値である。 $l_t > th_{l_t}$ ,  $\Delta l_t > th_{\Delta l_t}$ ,  $d_t > th_{d_t}$  の 3 つの特徴量の条件を満たさない追跡点はアウトライアとして除去する。図2に移動体検出例を示す。図2(a)は、特徴点追跡結果、図2(b)はアウトライア除去した結果である。

### 2.3. 移動方向の可視化

選択された追跡点の動きを表現するために、移動方向に対応した色相から色を決定する。移動方向  $d$  は 36 方向と



図2：追跡点のアウトライア除去例

し、座標  $x$  における方向  $d$  の明度  $f_d(x)$  を次式により求める。

$$f_d(x) = \sum_{j=1}^t \sum_{i=1}^n \delta(x - x_{j,i}, s_i) \quad (5)$$

$$\delta(x', s_i) = \frac{1}{2\pi s_i} \exp\left(-\frac{x'^2}{2s_i^2}\right)$$

$n$  は追跡点数である。 $x_{j,i}$  はフレーム  $j$  における  $i$  番目の追跡点の座標であり、Parzen Window Function  $\delta()$  には、ガウス分布を用いる。このときガウス分布の標準偏差には、SIFT のスケールパラメータ  $s_i$  を用いる。追跡点の密度が高い領域は移動方向に対応した色が強く表現されることになる。

## 3. 実験結果

ヘリコプターから名古屋地区を撮影した空撮画像 (図3) を用いて、提案手法により可視化を行う。図4に移動体の

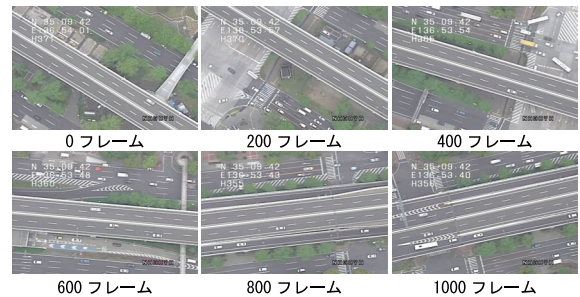


図3：空撮時系列画像

可視化結果を示す。高速道路上の対向する 2 車線において、進行方向が 180 度異なる 2 つの流れを把握する事ができる。また、交差点を右折する車の動きは、色が少しずつ変化しており、移動方向の変化を読み取る事ができる。さらに、モザイク画像上に可視化結果を重畳表示することで、広域に自動車の動きの流れを把握できる。

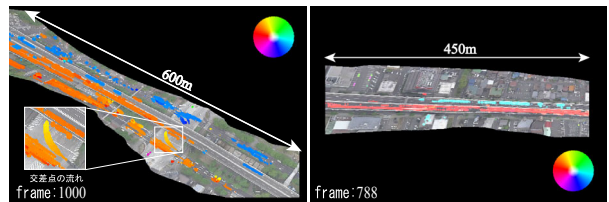


図4：可視化結果

## 4. おわりに

本稿では、車両等の動きの流れに注目した道路状況把握のための可視化画像生成手法を述べた。今後の課題として、車両等の異常な流れの自動検出と移動体検出の精度向上を目指す。

### 参考文献

- [1] David G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints", Int. Journal of Computer Vision, Vol.60, No.2, pp.91-110, 2004.
- [2] 都築勇司, 藤吉弘巨, 金出武雄, "SIFT 特徴量に基づく Mean-Shift 探索による特徴点追跡", 情報処理学会研究報告 CVIM 157, pp.101-108, 2007.