

公共の場における人の移動計測法

齋藤 浩平[†] 花泉 弘[‡]

法政大学情報科学部

1. まえがき

世界的にセキュリティ強化の意識が高まっている中、周囲と異なる不審な行動をしている人物を検出する研究が行われている[1][2]。そこでは映像からまず個々の人物を移動体として抽出し、それぞれを追跡することで行動パターンを分析し異なる動きをしている人の検出を行っていた。移動体の追跡を用いる手法では、移動体を個々に抽出できることを前提としているため、駅の改札付近など人の行き来が多い場では検出がうまくいかない問題があった。本研究では個々人の追跡を行わず、時空間モデル[3]を用いることで大多数の人の進行方向を計測する手法 MPPM (Measuring Method for People Movements)を提案する。

MPPM は大多数の人々が移動する方向を認識し、その方向と異なる方向に移動する人を「異なる行動をする人」として抽出する。個々人の認識を行わず流れとして人々の移動をとらえるため、多くの人の集まる場所でも機能する。

2. 原理

移動体抽出を行った結果を時空間に投影する。移動体抽出には HBUM (High-speed Background Updating Method)[4]を使用する。図1に時空間モデルの例を示す。

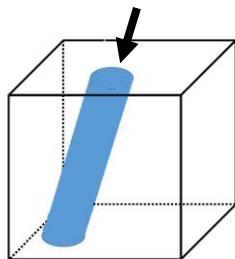


図1 時空間モデル例

図1は1人の人物の動きを時空間上に表したものである。この時空間全体を回転させながら投影画像を求めると、投影方向と人物の移動方向

が一致するときに最も高いコントラストの穴が観測される。逆に言えば、時空間全体を回転させながら投影画像を求め、最もコントラストの高い画像が得られた角度から人物の方向が求められる。この例では上側の矢印の方向から見るとコントラストの高い穴として認識することができる。モデルの回転には三次元の回転を行う。回転行列はx軸回り、y軸回り、z軸回りの回転角度を α , β , γ , それぞれの回転行列を R_x , R_y , R_z として、

$$\begin{aligned} R_x &= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix} \\ R_y &= \begin{pmatrix} \cos\beta & 0 & \sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\beta & 0 & \cos\beta \end{pmatrix} \\ R_z &= \begin{pmatrix} \cos\gamma & -\sin\gamma & 0 \\ \sin\gamma & \cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (1)$$

で計算を行う。ここで得られた座標値のボクセル値を取得してモデルの作成をするが、元の空間にあるボクセル値は離散的に格納されているため、回転後の座標にボクセル値がない場合がある。そこで Nearest Neighbor 法を使用してボクセル値の補間を行う。この手法は与えられた座標値に一番近いボクセル値を使用する手法である。ボクセル値の決定は元の空間のボクセル値を f , 回転後の空間のボクセル値を g として(2)式を用いて求める。

$$\begin{aligned} u &= \text{INT}(X+0.5) \\ v &= \text{INT}(Y+0.5) \\ w &= \text{INT}(Z+0.5) \\ g(x,y,z) &= f(u,v,w) \end{aligned} \quad (2)$$

(2)式内にある u , v , w は与えられた座標値を四捨五入して整数値にしたものである。

回転を行ったデータから投影画像を作成する。投影画像は画素ごとに線積分値を求めた結果である。投影画像を F , 回転後のデータを g とした時、

$$F(X, Y) = \int_{-\infty}^{\infty} g(x, y, z) dz \quad (3)$$

で表せる。ここで計算された積分値は進行方向と同じ角度で求めたとき、最大値と最小値の差が最大になる。この差が最大となる角

[†]Kohei Saito HOSEI University[‡]Hiroshi Hanaizumi HOSEI University

A Measuring Method for People Movements in A Public Space

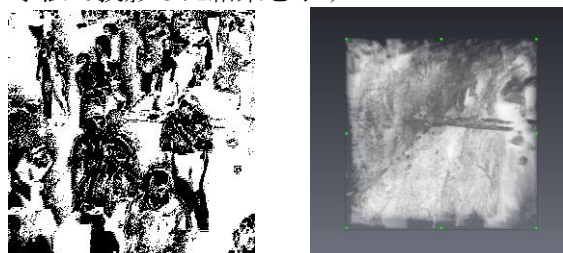
度を求めることで大多数の人々が移動する方向を計測できる。

3. 実験

得られた投影データから大多数の人の進行方向が計測できるか回転角を変えて投影した結果を比較した。使用するデータは解像度 256*256 の映像データを移動体とそれ以外に 2 値化し 256 フレーム分重ねたものを使用した。

図 2(a)は移動体を 0, それ以外を 1 として分割した映像データの 10 フレーム目を表し, 図 1(b)はその映像データを用いた場合の時空間モデルを正面から観測した結果を表す。図 1(b)の作成には 3 次元可視化ソフト「avizo」を用いた。このとき, 0 となる領域は透過して表示している。表 1, 2, 3 に x 軸回り, y 軸回り, z 軸回りで回転し, 投影を行った場合の最大値と最小値の差を示す。

表 1, 2, 3 の結果より x 軸回りに 40°, y 軸回りに 45°, z 軸回りに 0°回転し, 投影した場合に積分値の最大値と最小値の差が最大となった。図 3(a)にこの角度に回転したモデルを, 図 3(b)に本手法で投影した結果を示す。



(a) 映像データ (b) 時空間モデル

図 2 使用したモデル

表 1 z 軸回りに 0° 回転での差分結果

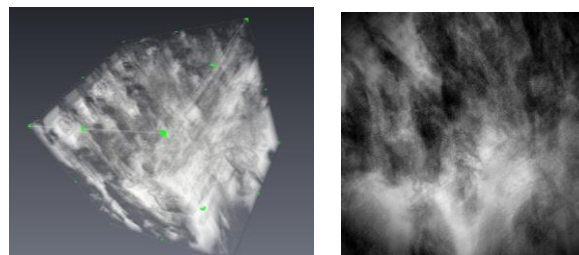
| y 軸 \ x 軸 | 40° | 45° | 50° |
|-----------|----------------|---------|---------|
| 40° | 238.827 | 245.678 | 245.639 |
| 45° | 250.941 | 242.784 | 243.749 |
| 50° | 250.870 | 241.796 | 237.886 |

表 2 z 軸回りに 5° 回転での差分結果

| y 軸 \ x 軸 | 40° | 45° | 50° |
|-----------|---------|---------|---------|
| 40° | 240.800 | 242.745 | 235.804 |
| 45° | 242.894 | 247.839 | 243.796 |
| 50° | 242.863 | 242.647 | 240.812 |

表 3 z 軸回りに 10° 回転での差分結果

| y 軸 \ x 軸 | 40° | 45° | 50° |
|-----------|---------|---------|---------|
| 40° | 238.761 | 241.682 | 231.753 |
| 45° | 244.722 | 239.800 | 237.812 |
| 50° | 247.796 | 243.764 | 239.804 |



(a) 回転したモデル (b) 投影結果

図 3 x 軸 40° y 軸 45° z 軸 0° に回転した結果

図 3(a)では移動する人が穴として見えており, 向こう側まで見えていることが分かる。また図 3(b)の結果では人の重なる方向から投影したため線積分値が 0 をとっている領域があることが分かる。これは進行方向を正しくとらえた結果であると言える。これらより時空間モデルの線積分値の最大値と最小値の差分値を用いることで大多数の人々の進む方向が計測できることが分かった。

4. まとめ

本論では, 映像データを時空間モデルに展開し, その投影データを使用することで大多数の人の進む方向を計測する手法について提案した。回転角度ごとに投影した際の線積分値の最大値と最小値の差の比較から大多数の人々が進む方向を計測できることが分かった。本手法では線積分を用いることで投影データを求めていたが, 投影切断定理を用いればスペクトルデータから簡単に投影データを得ることができるため処理時間を短縮することが期待できる。大多数の人々が進む方向の計測を自動化し, その穴を埋めることで異なる行動をしている人の検出, 処理時間の短縮が今後の課題である。

文献

- [1] CHI Haihong, LIU Lei, SONG Hanlin, "Particle Filter Based Moving Object Tracking in Dyanamic Scene," CCC, p28-30, July, 2015.
- [2] 鶴飼正人, 長峯望, "異常行動検知のための画像処理手法の開発," RTRI REPORT, vol.21, p17-22, November, 2007.
- [3] Kazuhiro Otsuka, Tsutomu Horikoshi, Satoshi Suzuki, "Image Velocity Estimation from Trajectory Surface in Spatiotemporal Space," IEEE Computer Society Conference, p17-19, June, 1997.
- [4] 斎藤浩平, 花泉弘, "背景差分法における背景更新手法," 第 59 回自動制御連合講演会, p1295-1298, November, 2016