

## 立ち止まる人も抽出可能な背景差分法

齋藤 浩平<sup>†</sup> 花泉 弘<sup>‡</sup>

法政大学大学院 情報科学研究科

## 1. まえがき

近年、公共の場における防犯カメラの設置数が増加している。それに伴い、周囲とは異なる不審な行動をしている人を検出する研究が行われており、我々も時空間モデルを用いた大多数の人とは異なる動きをする人を検出する手法 DDBM を提案してきた[1]。この手法では、固定したカメラで撮影した映像を二値化して時間軸方向に重ねた3次元空間を構成すると、各人の移動はそれぞれ分離したパイプ状の領域で表されることを利用し、周囲と異なる動きをする人を検出していた。検出精度は作成されるモデルに依存するため、正確に二値化することが重要であった。

DDBM では、二値化に背景差分法を使用し、また人の影による誤抽出を減らすために BQU を用いて背景を高速に更新していた[2]。しかし、この手法では立ち止まる人や低速で歩く人の抽出精度が十分でなかったため、作成した三次元モデルが複数に分かれてしまいそのような人の検出が難しかった。こうした点を改良するため、ここでは、立ち止まる人や低速で進む人の抽出精度を向上させた背景更新手法を提案する。

## 2. 原理

この提案手法では、変化する速度が異なる二つの背景画像を使用し、変化速度が速い背景によって各画素が背景画素から人に変化したことを判断し、変化速度の遅い背景によって人を示していた画素が背景に変化したことを判断する。この研究では、変化する速度が速い手法として BQU、遅い手法として最頻値を用いて背景を更新する手法 (MODE) を使用する。

## 2.1. 最頻値を用いた背景更新法

固定されたカメラで撮影した映像では床や壁といった背景は最大の頻度で観測されると考えるのが自然である。その際に、最頻値を求めるためには、RGB カラーベクトルの画素ごとの色ヒストグラムを生成、保持、更新する必要がある。RGB カラーベクトルは

$$C = R \times 256^2 + G \times 256 + B \quad (1)$$

に従ってスカラーCに変換する。ここで、RGB のそ

A Background Subtraction Method for Extracting a Standing Person.

<sup>†</sup> Kohei Saito, Graduate School of Computer and Information Sciences, Hosei University.

<sup>‡</sup> Hiroshi Hanaizumi, Graduate School of Computer and Information Sciences, Hosei University.

れぞれの値は8ビットの画素値を示している。Cに対するヒストグラムから各画素の最頻値を背景画素にし、更新を行う。

## 2.2. 高速な背景更新法

DDBM で用いていた BQU はフレーム間差分をもとに背景の更新をしていた。2フレーム間で同じRGB値をとる画素は床や壁といった背景であるとしている。つまり、t-1フレーム目の画像とtフレーム目の画像の座標(x,y)における画素値を  $A^{t-1}(x,y)$ ,  $A^t(x,y)$ としたとき、その二つのRGB色特徴量空間におけるマンハッタン距離  $M_h$ が

$$M_h(A^t(x,y), A^{t-1}(x,y)) < 3 \quad (2)$$

を満たす時、 $A^t(x,y)$ の画素値を背景画像の画素値として更新する。 $M_h$ が3以上の場合は背景画像にはすでに保存されている画素値をそのまま使用する。背景差分法による移動体抽出では更新した背景画素  $B_g(x,y)$ と  $A^t(x,y)$ との間でRGB色特徴空間上のユークリッド距離  $E_d$ を評価し、

$$F_g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } E_d(A^t(x,y), B_g(x,y)) > T \\ 0 & \text{if } E_d(A^t(x,y), B_g(x,y)) \leq T \end{cases} \quad (3)$$

のように抽出画像  $F_g$ を生成した。ここでTは閾値であり、移動体を1、その他を0としている。

## 2.3. 手法の改善

移動体の抽出精度を向上させるためにMODEとBQUを組み合わせて、背景に移動体を含めない更新法を提案する。この手法では入力された画素値が背景から移動者への変化の検出と、歩行者から背景への変化の検出の二つを行う。初めに1フレーム目からNフレーム目までの画像からMODEによる初期の背景画像を作成する。この背景画像をもとに背景から移動者への変化の検出のためにBQUによって更新する背景  $B_{g1}$ 、移動者から背景への変化の検出のためのMODEによって更新する背景  $B_{g2}$ を作成する。入力された画像の座標(x,y)の画素値を  $A^t(x,y)$ としたとき、 $A^{t-1}(x,y)$ から  $A^{t+N+1}(x,y)$ までの画像からMODEにより  $B_{g2}$ を更新する。また、 $A^t$ と  $A^{t+1}$ との二つの画像からBQUによって  $B_{g1}$ を更新する。これら二つの背景を使用し移動体を1、それ以外を0として抽出画像  $F_g$ を以下のように求めた。

$$F_g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } E_d(A^t(x,y), B_{g1}(x,y)) > T \\ 0 & \text{if } E_d(A^t(x,y), B_{g2}(x,y)) \leq T \end{cases} \quad (4)$$

立ち止まる移動者を抽出可能とするため、t+1フレーム目の  $B_{g2}$ の更新において、 $F_g$ が1の値をとる座標(x,y)と同じ座標の背景画素の更新を行わないとした。移動体抽出結果を次の背景更新に用いること

で背景に移動体の画素が保存されることがなくなるため、立ち止まる移動者の抽出を可能にした。

### 3. 実験

本実験では、提案手法における途中で立ち止まる人の抽出精度を評価する。評価は本手法で抽出した結果を時空間に投影したモデルを、最頻値を用いた手法(MODE)と前手法(BQU)とのそれぞれを用いて抽出した結果を時空間に投影したモデルと比較した。背景差分法による移動体抽出で用いる閾値は三つの手法全てで40とし、またMODEで使用する画像数は400とした。

図1(a)-(c)は固定したカメラで撮影した人の動きを簡単に示している。この動きを時空間に投影すると図1(d)のようなモデルが得られる。人は一定の速度で歩行すると時空間では一定の傾きを持つが立ち止まると時間軸に平行なモデルになる。

図2(a)は実験で使用したデータである。このデータでは、左端から右方向へ歩行し、途中で1分間立ち止まり、再び右端へ歩行している。図2(b)-(d)はそれぞれの手法で背景を更新し、背景差分法にて人を抽出した結果である。また、図3はそれぞれの抽出結果を時空間に投影した結果を示している。それぞれのモデルの矢印が指している領域は人が静止している区間を示している。

BQUの結果では歩行している区間ではノイズのように抽出された。また、服の抽出が不完全であることがわかる。図3(a)を見ると静止している区間が抽出できていないことがわかる。MODEの結果では人が歩行している区間では人の抽出がよくできているが、図2(c)の中央、図3(b)の矢印が指す領域から静止している区間では抽出できていないことがわかる。また、再び歩行を始めたシーンにおいて、今まで立ち止まっていた人が背景に含まれ、残像のように抽出されてしまった。IBQUの結果ではMODEやBQUよりもはっきりと人の形に抽出することが出来、また、静止している区間でも抽出に

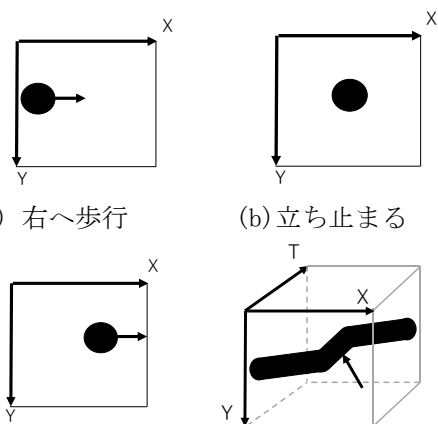


図1. 左端から右へ歩き、途中で立ち止まり、再度、右へ歩く様子を時空間に示した例。



(a) 実験データ; 左から順に 800, 1200, 2350 フレーム目の画像。



(b) (a)をBQUを用いて移動体抽出した結果

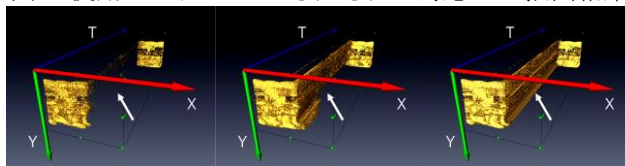


(c) MODEを用いた移動体抽出した結果



(d) IBQUを用いて移動体抽出した結果

図2. 使用したデータとそれぞれの対応した抽出結果



(a) BQU (b)MODE (c) IBQU

図3. それぞれの抽出結果を時空間に投影したモデル

成功していた。そのため、時空間に投影したモデルにおいて複数に分かれることのない正確なモデルを作成することができた。

### 4. まとめ

本論では、高い安定性と正確性を持つ新しい背景更新手法を提案した。この手法は背景の変化速度が異なる二つの更新手法を組み合わせることで、より高い安定性と正確性を持つことを可能にした。本手法を用いることで DDBM による不審な行動をとる人の検出精度を向上させることが今後の課題である。また、本手法は途中で静止する物体を抽出することができるため、この調書を生かした手荷物の置忘れ検出や設置された不審物体の検出なども今後の課題である。

### 文献

1. Kohei Saito, and Hiroshi Hanaizumi, "Detection of Different Behavior from The Majority in A Public Space," Proc. ICISIP 2017 p255-261, September
2. 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