

## 複数台ビデオカメラを用いた歩行者動線の接手法

|           |        |     |    |
|-----------|--------|-----|----|
| 東京理科大学大学院 | 学生会員   | ○土岐 | 高弘 |
| 東京理科大学    | 正会員    | 山下  | 良久 |
| 東京理科大学    | フェロー会員 | 内山  | 久雄 |
| 豊田通商株式会社  | 非会員    | 関口  | 岳史 |

### 1. はじめに

歩行空間整備にあたり、近年では歩行者動線を取得し歩行行動の特徴や傾向、歩行空間の問題点を明らかにしていく研究が、汎用ビデオカメラの普及と共に着目されている。特に長区間の歩行者動線が求められており、例えば局所的に歩行者動線を取得しても、取得範囲外に人間の混雑や障害物が存在した場合、これらが原因で歩行行動が変化していたら局所的な動線では原因がわからない。歩行空間の問題点や改善点を探るためにも長区間の歩行者動線を取得しなければならない。そのため一台のビデオカメラだけではなく、複数台のビデオカメラを用いて長区間の歩行者動線を取得していく必要がある。

しかし複数台のビデオカメラを用いて長区間の歩行者動線を取得する事は難しく、理由として①各ビデオカメラは時空間のずれが生じているため同一人物の認識が困難、②ビデオカメラより得られた歩行者動線は観測誤差が生じるため、各ビデオカメラによって得られた同一人物の動線でも一致しない、事が挙げられる。

従って本研究では、複数台のビデオカメラを用いて同一人物の歩行者動線の接合を行う。接合を行うにあたって、①各ビデオカメラによる時隔の調整、②各ビデオカメラによる地上座標系の統一、により同一人物を特定し、画像の誤差分散値を用いた加重平均による同一人物の歩行者動線接合を行う。

### 2. 各ビデオカメラの時隔の調整

各ビデオカメラから得られた歩行動線を同一の人物として接続するには、各ビデオカメラの時刻が完全に一致している事が望ましい。ビデオカメラにはデジタル式の時計が内蔵されているが、それぞれ時刻は異なっている。よって各ビデオカメラ間の時隔の調整を行わなければならない。時間の同期を一致させるためには

専用のケーブルを各ビデオカメラに接続し、リモートコントロールで時刻を調整できる<sup>1)</sup>。しかし専用のケーブルが無い場合を考えれば、他の方法で時隔の調整を行わなければならない。そのため本研究では、光の明滅間隔や、落下物の接地時間を基準に各ビデオの時間のズレを知り、取得した歩行者座標の時間帯をずらし時隔の調整を行なっている。尚、各ビデオカメラの明滅間隔の時間差や接地時間を正確に知るため、取得画像を 1/30 秒分割した。そして各ビデオカメラの時間のズレを確認し調整精度を高める工夫をしている。

### 3. 各ビデオカメラ間の座標系の統一

ビデオカメラを設置した際、撮影対象地に地上座標系を設定する。しかし、複数のビデオカメラが持つ地上座標系間の対応関係は不明であるため、歩行者動線の接合は不可能になる。よって本研究では、①対地標定により各ビデオカメラの座標系を地上座標系に合わせ、②一組の地上座標系間の回転量、平行移動量を求め、各ビデオカメラ間の座標系を一致させた。この作業を行うことにより、複数台のビデオカメラの座標系を統一させ、歩行者動線の接合が可能となる。

### 4. ビデオカメラの持つ誤差分散値

ビデオカメラの設置条件で、画像上での読み取りの際に生じる観測誤差の大きさが変わってくる。そしてビデオカメラ毎に相対的に高精度な観測領域と低精度な観測領域が存在する。また図 1 で示す様に一般的に画像の中心付近では誤差が小さく、画像の端になればなる程誤差が大きくなる傾向がある。これは三次元空間でビデオ撮影を行った場合、近くのは大きく、遠くの物は小さく写る。そのため 1 ピクセルの空間分解能が異なり、奥行き方向に写っている情報量は近く

キーワード：歩行空間、歩行者動線、複数台ビデオカメラ

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL 04-7124-1501(内線 4058) FAX 04-7123-9766

のものに比べて少なく，座標取得精度が悪くなる．誤差分散値の計算方法は式(1)に示す<sup>1)</sup>．

図1は画像中心を原点としており，誤差分散値は $x$ ， $y$ 軸での値を示している． $x$ 方向は，実測値で2[m]地点の誤差分散値は約0.001[m<sup>2</sup>]となる． $y$ 方向においては，実測座標で34[m]地点の誤差分散値は0.7[m<sup>2</sup>]と非常に大きな値を示している．

## 5. 歩行者動線の接続手法

本研究では，①各ビデオカメラの撮影区間に重複がある場合，②各ビデオカメラの撮影区間に欠損がある場合の二種類の接続方法に分けている．①は各ビデオカメラの歩行動線接続箇所の誤差分散値を求め，これらの値により加重平均で接合を行っている．②は，カルマンスムージングを用いて接合を行っている．この時の誤差分散値は $1.0 \times 10^{-40}$  [m<sup>2</sup>]としている．

以上の操作を踏まえ実際の歩行空間で歩行動線の接

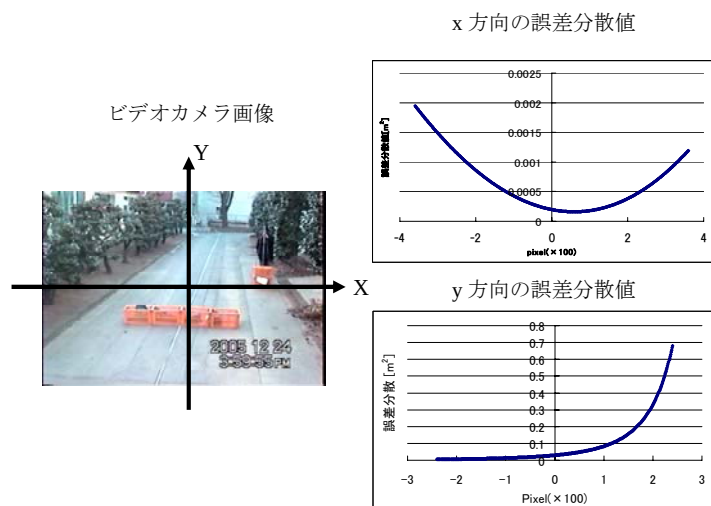


図1 画像の誤差分散値

$$\sigma_x^2 = \left(\frac{\partial X}{\partial x}\sigma_x\right)^2 + \left(\frac{\partial X}{\partial y}\sigma_y\right)^2 + \left(\frac{\partial X}{\partial Z}\sigma_z\right)^2$$

$$\sigma_y^2 = \left(\frac{\partial Y}{\partial x}\sigma_x\right)^2 + \left(\frac{\partial Y}{\partial y}\sigma_y\right)^2 + \left(\frac{\partial Y}{\partial Z}\sigma_z\right)^2$$

$X, Y, Z$  : 測定物の地上座標

$x, y$  : 測定物の画像座標

$X_0, Y_0, Z_0$  : カメラの地上座標

$c$  : 画面距離

$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  : 各要素の標準偏差

$H$  : 撮影距離

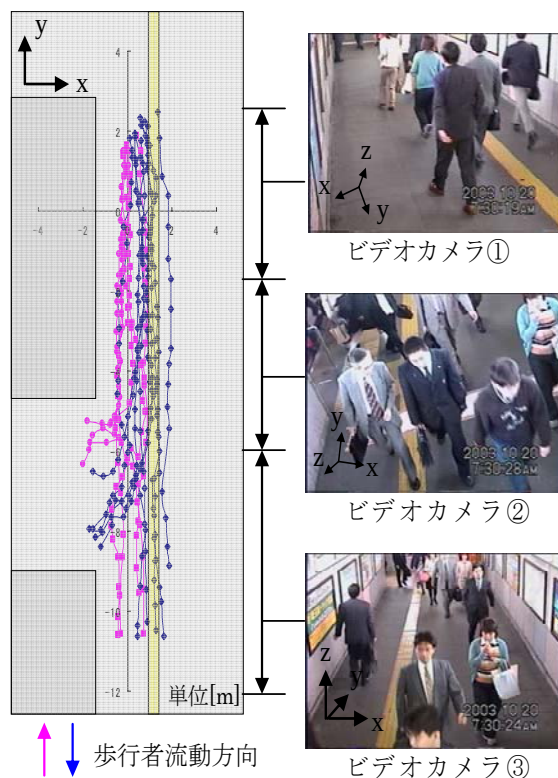


図2 歩行動線接合結果

続を行った．適用した歩行空間は2004年10月19日（日），20（月）に東武春日部駅構内にて実施した歩行者流動調査により取得したビデオカメラ画像を用いる．尚，今回用いたビデオ画像は，①各様なアングル，②低所による撮影，③通勤時間帯の混雑という厳しい撮影条件化で歩行動線の接合から取得を行っている．図2に歩行動線を取得した画像と動線の接合結果を示す．

## 6. おわりに

複数台ビデオカメラで歩行者動線を接合するにあたり課題であった同一人物の特定を行い，本研究の手法で厳しい条件下である春日部駅構内の歩行者動線を接続し，本研究の有効性を示した．今後の課題としてこの手法を基に歩行者動線取得から接合までの作業の自動化が挙げられる．

### 参考文献

- 1) 赤羽弘和：複数の高精度ビデオカメラによる車両軌跡の高精度連続観測システムの開発，第37回土木計画学シンポジウム論文集，Vol.37，pp89-96,2001.5
- 2) 鈴木雄高，日比野直彦，毛利雄一，兵藤哲朗：ビデオ画像を用いた歩行者挙動分析に関する一考察，第21回交通工学発表会・論文報告集，pp.153-156,2001