

# 長時間定点観測によって獲得される位置と大きさの相関関係を用いた人物追跡 People Tracking Based on Relation between their Positions and Sizes Obtained by Long-Term Observation

京都大学大学院情報学研究科 服部 博憲, 川西 康友  
京都大学学術情報メディアセンター 満上 育久, 角所 考, 美濃 導彦

Hironori Hattori, Yasutomo Kawanishi

Graduate School of Informatics, Kyoto Univ.

Ikuhisa Mitsugami, Koh Kakusho and Michihiko Minoh

Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto Univ.

**Abstract** We present an approach for accurate people tracking to obtain people trajectories on a surveillance camera. The size of a person generally changes according to the position in the image. Therefore, most traditional tracking techniques use the parameters about its size as well as those about its position. However, the increase of the number of the parameters causes the decrease of accuracy. We find that there is a relationship between the positions of people in the image and their sizes in a video captured by the camera. In our approach, we obtain the relationship by long-term surveillance, which is used for a constraint of people tracking. We experimentally show the effectiveness of our approach by comparing the results.

## 1 はじめに

今日、街中の至る所に監視カメラ等のセンサが設置されている。一般的に、これらのセンサはそれを設置した企業・施設等が限られた用途のためだけに使用しているが、我々はこれらのセンサを Web に接続し、誰もがどこからでもそのセンサ情報を利用出来るような環境（センシングウェブ [1]）を構築することによって、センサ情報を有効活用できると考える。例えば、これらのセンサ情報は防犯や犯罪捜査といったセキュリティの分野で利用できるのはもちろんのこと、人物の動線解析や混雑状況の把握と言ったマーケティングの分野でも利用できる。これらの利用方法を考えたとき、どのような人物がどう動いたかという情報を自動的に抽出することは有用であり、そのためには頑健な人物追跡を行う必要がある。

一般的に追跡を行うためには、追跡対象の大きさや色といった特徴量を必要とする。しかしながら、固定監視カメラから得られる映像を用いて人物追跡を行うとき、監視カメラは様々な状況下に設置されており、そこから獲得される映像中の人物は様々な大きさや色をとりうるため、これらの特徴量を事前に仮定することはできない。このような映像から人物領域を抽出するためには、監視カメラにより撮影された映像をもとに背景画像を生成し、背景差分法を行うことが有効であるとされる。ただし、背景差分法は、照明変化や影の影響により必ずしも頑健に作用するとは限らない。よって、人物追跡では何らかの時系列フィルタリング処理が必要となる。

本稿では、非ガウス型の時系列フィルタリング手法である Particle Filter[2] を用いて人物追跡を行う。また、追跡に用いる状態変数は、追跡対象の位置  $(x, y)$  と速度  $(u, v)$  とする。ここで、屋内施設に設置された一般的な監視カメラから得られる映像は、図 1 に示されるように、通路方向に広範囲を撮影した映像であることが多く、追跡対象の大きさは映像中の位置に応じて大きく変化し得る。よってこの場合、追跡対象の大きさは未知となるので、状態変数に追跡対象の大きさ  $(w, h)$  を加えて考える必要がある。しかしながら、これでは状態変数の次元数が増加し、追跡対象とは大きさが異なる領域に対しても高い尤度を示すことがあり、追跡の精度が落ちる。



図 1: 監視カメラによる観測画像

そこで本稿では、固定監視カメラが固定されたシーンを常に撮影しており、撮影されるシーン中に映る人物の大きさは、映像中の位置に対して相関関係をもって

いることに注目する．この相関関係を獲得することで，Particle Filter の状態変数の次元数を削減することができる．すなわち，追跡対象の位置  $(x, y)$  のみを状態変数としてもち，大きさ  $(w, h)$  を状態変数としてもたずに追跡を行うことが可能となる．そこで，固定監視カメラによる長時間観測の中で抽出された人物の位置とその大きさをもとに，画像中のどの位置に人物がどれくらいの大きさに映りうるかという相関関係を獲得し，この相関関係を用いて人物追跡の精度向上を図る．

## 2 相関関係の獲得

画像中での追跡対象の位置と大きさの相関関係を獲得するために，まず背景差分による人物領域抽出を行う．そして，背景差分画像 (図 2) に対して領域分割を行い，抽出された各領域を含む最小矩形を求め，この矩形の高さをその底辺位置における人物の大きさとして獲得する．この獲得過程では，人物の影領域を人物領域として検出したり (図 2, Region-C)，2 人の人物領域を 1 人の人物領域として検出する (図 2, Region-D) といった誤検出も生じる．しかしながら，これらの誤検出は常時生じているわけではないという点に注目し，長時間観測によって多数のサンプル値を獲得すれば，そのサンプル値から中央値をとることで誤検出の影響を軽減できると考える．さらに，人物がある平面上を移動するときその大きさは位置に対して連続的に変化するため，得られた相関関係に対して曲線のフィッティングを施し補正することで，サンプル値が得られていない領域に対しても相関関係を得る．ここで獲得された相関関係を用いることで，Particle Filter の状態変数の次元数を削減することが可能となる．

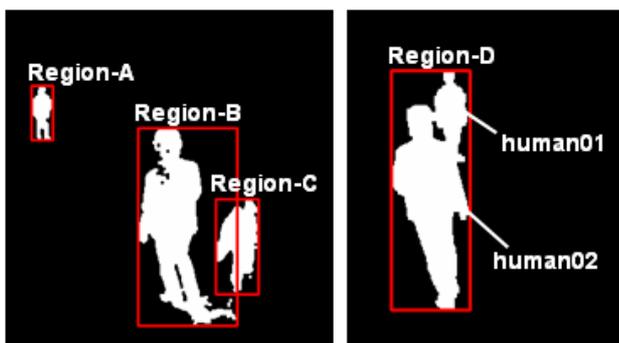


図 2: 背景差分画像に対する領域分割の例

## 3 実験及び評価

実験に用いた映像は，屋内の通路を撮影したものであり，映像のサイズは  $700 \times 480$  ピクセル，フレームレ-

トは 4 枚/秒である．

まず，上記の映像から相関関係の獲得用データとして 800 フレームを用いた．この間，通路方向にのべ 23 人の人物が往来している．この映像から，人物の位置とその大きさのサンプル値を獲得し，中央値をとった結果を図 3 に点群で示した．さらに，そこから得られる近似曲線を図 3 上に赤線で示した．

次に，テストデータとして 700 フレームを用いて人物追跡を行った．その結果， $(x, y, u, v, w, h)$  を状態変数にもつ Particle Filter による追跡に対して，上記の相関関係を用いて次元数を削減し， $(x, y, u, v)$  のみを状態変数にもつ Particle Filter による追跡では，追跡の失敗が 60% 減少した．以上により，獲得された相関関係を利用することによって，人物追跡の精度が改善することが示された．

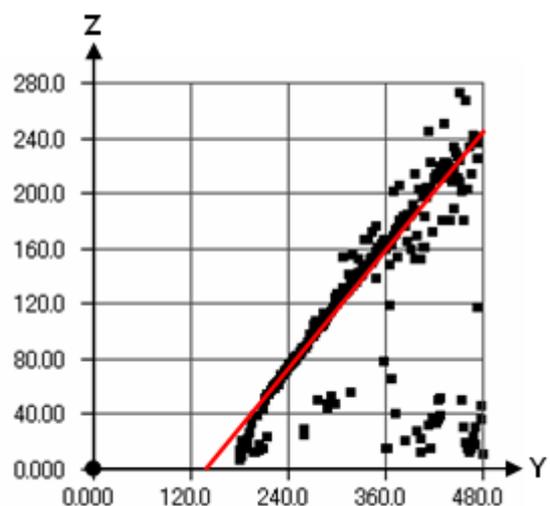


図 3: 画像中での人物位置と大きさの相関関係

## 4 まとめ

本稿では，Particle Filter における状態変数の次元数を削減し，追跡精度の改善を行った．そのために，監視カメラによる長時間観測で，映像中の人物の位置とその大きさの相関関係を獲得した．

### 参考文献

- [1] 美濃 導彦，“センシングウェブ 概念と課題”，人工知能学会誌，Vol.24, No.2 (2009 年 3 月)．
- [2] M.Isard and A.Blake, “Condensation-conditional density propagation for visual tracking”, IJCV, Vol.29, No.1, pp.5-28, 1998.