

公共空間における多人数追跡と属性解析

Multi-people tracking and attribute analysis in public space

松濤 智明[†] 山崎 俊彦[†] 相澤 清晴^{††}
Tomoaki Matsunami Toshihiko Yamasaki Kiyoharu Aizawa

1. はじめに

ビジュアルサーベイランスシステムにおいて、人物の追跡を行うことは非常に重要なテーマの一つである。人物の動きをリアルタイムで求める研究は、非常に多く行われている[1][2][3]。しかし、サーベイランス映像からは、人物の位置や動きだけでなく、性別や年齢や持ち物といったその人物の持つ属性も同時に得ることが可能である。そして、追跡結果にその人物の属性情報を加えることで、より幅広いサーベイランスシステムを得られると考えられる。

例えば、年齢が分かれば一人うろついている子供、即ち迷子の検出が可能となるし、通話禁止の場所で携帯電話をかけている人を自動的に検出して注意を促すことも可能である。また、近年キャリーバックなどの大きな荷物との接触事故による怪我が多発しており[4]、注意喚起の必要性が訴えられているが、自動的に大きな荷物を持っている人物を検出し、危険性が高いことを知らせることができれば事故の防止に役立たせることができる。

本研究では、公共空間である空港で撮影された動画シーケンスから背景差分法とプロットトラッキングによる複数の人物の追跡を行った。更に、属性解析の中でも荷物の有無に注目し、検出された人物が大きな荷物の持っているかどうかを2種類の方法で判定を行った。

2. 人物の追跡

本研究では、動いている人物の追跡には、背景差分法とプロットトラッキング法を用いた。まず、直近 60 フレームの輝度平均を計算することで背景画像を得て、現在のフレームとの差分を取ることで動いている人物がいる領域をプロットとして検出する。次に、前後のフレームに対し、大きさと中心点の距離が近いプロットを対応付けることで、同一フレーム内に複数の人物がいる場合でも、それぞれの人物がどのように動いているのかを検出することが可能となる。具体的な操作を図1に示す。まず、第1フレームで「A」「D」「E」の3つのプロットが検出されている。ここで「B」は長時間立ち止まっているために、プロットとして検出されていない。第2フレームでは、「A」「D」「E」がそれぞれ動く、下方向から新たな人物が表示エリアに入ろうとしていることが見える。第3フレームでは、「A」「D」「E」は同様に検出されるが、新たに4つ目のプロットが検出されている。そのためこの新たなプロットには「C」というIDが与えられる。第4フレームでは「D」が表示エリアから外に出てしまい、プロットが検出されな

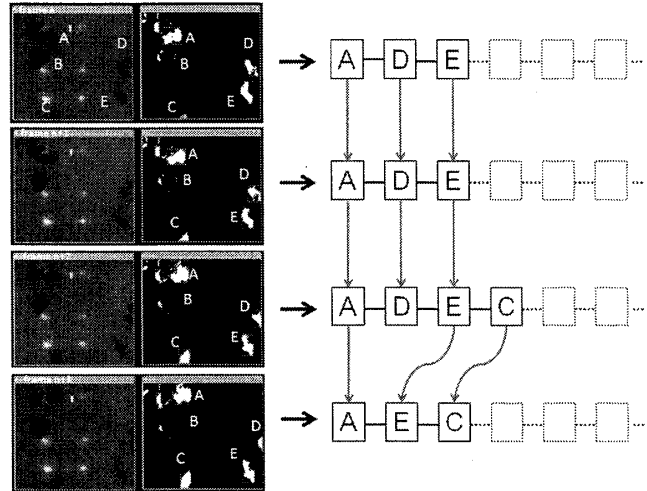


図1 プロットトラッキングの例

なくなった。そのため「A」「C」「E」の3つのプロット、つまり画面内には3人存在していると認識している

3. 人物の属性解析

3.1 人物の持つ属性

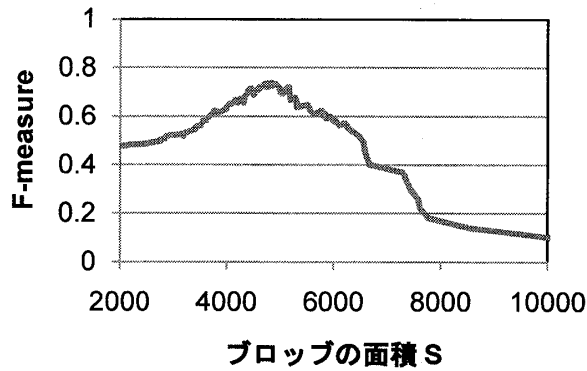
本論文において、人物が持つ属性とは、性別や年齢などの身体的な特徴に加え、誰と一緒にいるかや何を持っているかといった、その人物が置かれている状況を表すものとする。人物の位置や動きだけでなく、属性情報も加味すればより幅広いサーベイランスを行うことができると考えられる。様々な属性の中でも、本研究では人物が大きな荷物を持っているかどうか注目した。近年、空港などではキャリーバックを使用する人の増加に従って、他人の荷物にぶつかって転んでしまい怪我をするといったような事故が多数起きている[4]。そこで、自動的に事故のおそれがあるような荷物を持っている人を自動的に検出して注意を喚起することができれば、事故の防止にも活用できる。

3.2 荷物の有無の判定

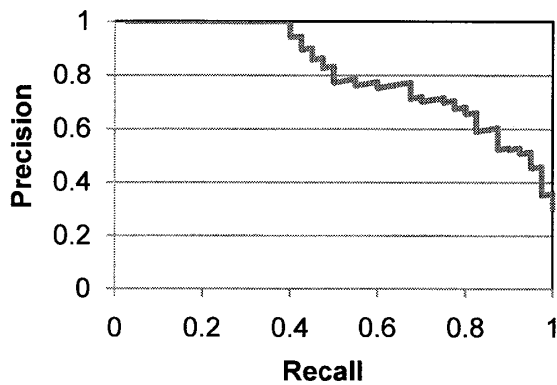
本研究で、荷物とはキャリーバックなどの周りの人物に危険が及ぶ恐れのある大きさを持つものを指すとする。荷物の有無の特定には2つの手法を用いた。

一方はプロットの面積を特徴量とする手法である。プロットトラッキングにおいて、人物は長方形の領域として表されるが、大きな荷物を持っている人物の場合その領域が大きくなる。これを利用してプロットの面積 S による閾値判定を行った。

[†] 東京大学大学院 情報理工学系研究科
Department of Information and Communication Engineering,
The University of Tokyo
^{††} 東京大学大学院 情報学環・学際情報学府
Interfaculty Initiative in Information Studies, Interdisciplinary
Information Studies, The University of Tokyo



(a) F-measure - ブロップの面積



(b) Precision - Recall

図2 ブロップの大きさによる荷物の有無判定結果

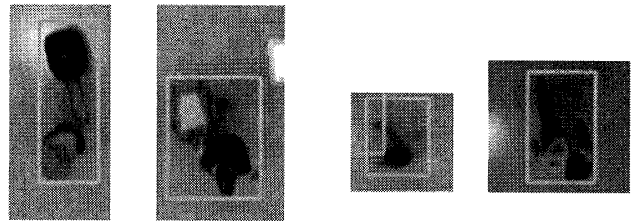
他方はブロップの大きさに加え、ブロップの縦横比、座標の動きの変化を特徴ベクトルとし SVM にかける手法である。まず、検出された 1 人の人物に対し連続 20 フレームの x 座標の変分, y 座標の変分, ブロップの面積, ブロップの縦横比をそれぞれ 20 次元のベクトルとして取り出した。それらを以下の 3 通りに結合した。

- (1) x 座標の変分, y 座標の変分を 20 次元ずつ
- (2) ブロップの面積, ブロップの縦横比を 20 次元ずつ
- (3) x 座標の変分, y 座標の変分, 面積, 縦横比を 10 次元ずつそれぞれを正規化したものを 40 次元の特徴ベクトルとして表し, libsvm [5] によって荷物の有無の判定を行った。

4. 実験

4.1 実験概要

実験には、羽田空港で高さ 12m の位置に設置した真上方向からの視点のカメラを用いて秒間 6.25 フレームで撮影された 10 分間の画像シーケンスを用いた。10 分間に通過した人物の総数は 304 人であり、そのうち検出対象となる大きな荷物を持った人物は 44 人であった。実験の方法については第 3 章で述べたとおりである。まず背景差分法により人物領域をブロップとして切り出し、第 2 項に述べた 2 種類の手法で荷物の有無の判定を行った。



(a) 荷物有 (b) 荷物無

図3 ブロップの検出結果

表 1 SVM による判定結果

テストデータ	(1)	(2)	(3)
精度 (%)	73.6	80.8	80.0

4.2 実験結果

背景差分法によるブロップ検出で、正しく人物領域を抽出できたのは 224 人であり、全体の 74%であった。上手く検出できなかった場合としては、2 人以上が並んで歩いた時や 2 人の人間が交差した場合があった。これらの場合では、2 人分の領域が分割されずに 1 つのブロップとして検出されてしまった。

ブロップの面積を特徴量とする手法での、荷物の有無の判定の精度を表すスコアは、precision と recall, 両者の調和平均である F-measure を用いた。閾値であるブロップの面積 S を変化させた場合の結果を図 2 に示す。F-measure は最大で約 70%と単純な閾値判定としては良い結果を得られたと言える。実際にブロップの検出結果を図 3 に示すが、荷物の分だけ面積が拡大していることが分かる。

また、SVM を用いて荷物の有無の判定を行う手法では、それぞれのテストデータのうち、1 つのベクトルをテストとしそれ以外のベクトルで訓練する交差検定を行い、精度を求めたところ表 1 のようになった。よって、座標よりもブロップの大きさや形の方が、荷物の有無を表す尺度に適していると考えられる。

5. まとめ

本研究では、公共空間における多人数追跡と、検出した人物の属性解析として大きな荷物を持っているかどうかの有無の判定を行った。荷物の有無の判定には、ブロップの大きさを用いる手法、SVM による手法を用い、最大で 80%以上の精度という結果を得た。

参考文献

- [1] A. Cavallaro, O. Steiger, and T. Ebrahimi, "Tracking Video Objects in Cluttered Background," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Techn., VOL. 15, NO. 4, pp. 575-584, 2005.
- [2] D. Comaniciu, V. Ramesh, and P. Meer, "Kernel-based object tracking," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 25(5):564-577, 2003.
- [3] D. Bimbo, G. Lisanti, and F. Pernici, "Scale Invariant 3D Multi-Person Tracking using a Base Set of Bundle Adjusted Visual Landmarks", Proc. of ICCV Int'l Workshop on Visual Surveillance, 2009.
- [4] http://www.kokusen.go.jp/kiken/pdf/294d1_kiken.pdf
- [5] libsvm <http://www.bi.a.u-tokyo.ac.jp/~tak/svm.html>