

広域サーベイランス映像の時空間解析手法の検討

A Study on Spatiotemporal Analysis for Wide-area Surveillance Video

西岡 潔郁† Yoshifumi Nishioka 味八木 崇† Takashi Miyaki
山崎 俊彦† Toshihiko Yamasaki 相澤 清晴† Kiyoharu Aizawa

1. はじめに

複数の監視カメラを用いるマルチカメラサーベイランスシステムは、広域を監視できる点で有効な防犯システムとして期待される。しかし、このようなシステムは撮り溜められる映像量が膨大であるため、映像内容の解析支援・自動化が求められている。我々は、キャンパス前の歩道を監視できるマルチカメラサーベイランスシステムを構築した[2]。本稿では、本システムで得られた映像群を用いて、膨大な映像を統合的に解析する手法について提案する。

2. サーベイランスシステムにおける映像解析の要求

近年、人々の防犯や安全の要求はますます高まっており、サーベイランスシステム(監視システム)の重要性が拡大している。金融機関・駅・コンビニエンスストア等ではセキュリティ用途のカメラが標準的に設置されるようになっており、繁華街・商店街の街路などこれまでプライバシー保護の観点から設置が見送られてきた場所にも監視システムの導入が進んでいる。また、幼稚園・保育園でもライブカメラを導入し、保護者が離れた場所でインターネットを通して気軽に遊具で遊ぶ園児の様子を観察できるなど、サーベイランスシステムの利用は人々により身近なものになってきている。

このように、屋外の広域を対象としたビデオサーベイランスシステムが普及しつつあるが、撮り溜められる映像データは膨大である。その要因としては、

- (1) 広域をカバーするため多数のカメラで撮影する
 - (2) サーベイランス目的のため長時間撮影する
- の2点が挙げられる。そのため、コンピュータによる映像データの解析支援・自動化が求められている[1]。

3. 統合的な映像解析手法の提案

我々は、上記のような要求に対し、膨大な量のサーベイランス映像を統合的に解析する手法を提案する。

どのような映像にも撮影時刻が存在するため、ある1つのカメラで撮影された映像間に関連を持たせることは容易である。一方、サーベイランスシステムでは複数のカメラが用いられる。各カメラは監視しているエリアが定まっているため、実世界の地理的な繋がりを利用すれば各カメラの映像間にも関連を持たせることができる。

そこで、映像の時空間的な繋がりを利用すれば、膨大な量のサーベイランス映像を統合的に解析することができると考えられる(図1)。監視エリア全体を一括して管理することにより、単一カメラの、撮影範囲が限られた映像だけでは判断できない不審な動きの検出が期待できる。

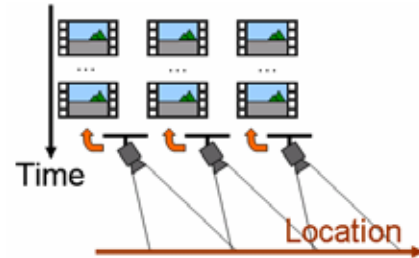


図1：映像の時空間的な繋がり

4. 実験

本稿では、提案手法の有用性を検討するために、分散カメラシステムを用いて行った実験について報告する。

4.1. システム構成

我々は、NPO 法人“ 柏の葉キャンパスシティ IT コンソーシアム (KACITEC) ” と共同で、通信基盤として公衆無線 LAN を利用した屋外分散カメラシステムを構築している[2]。本システムは、PC1 台に監視カメラが3台接続されたカメラノード12台からなる。

図2は本実験を行ったシステムの構成である。実験においては各カメラノードで2台のカメラを用い、5台のカメラノードとサーベイランス映像の解析結果を集約する中央サーバで構成される。カメラはそれぞれ視野の一部をオーバーラップするように設置しており、キャンパス前の歩道約180mを撮影することができる。カメラノードは映像の取得と移動体の検出を行い、無線LANを利用して中央サーバへ検出結果を送信する。

また、あらかじめ10台の監視カメラの撮影領域を調べておき、Zhangの手法[3]を用いてカメラキャリブレーションを行った。本実験では、事前に得たキャリブレーションパラメータを用いて、カメラ映像上で検出した移動体の位置を画像座標系から世界座標系へ変換し、監視エリア全体での位置を求める。

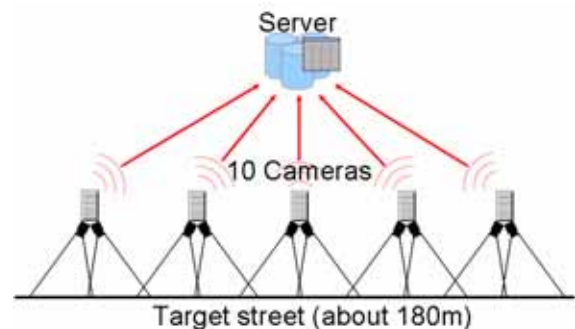


図2：システム構成

† 東京大学大学院新領域創成科学研究科

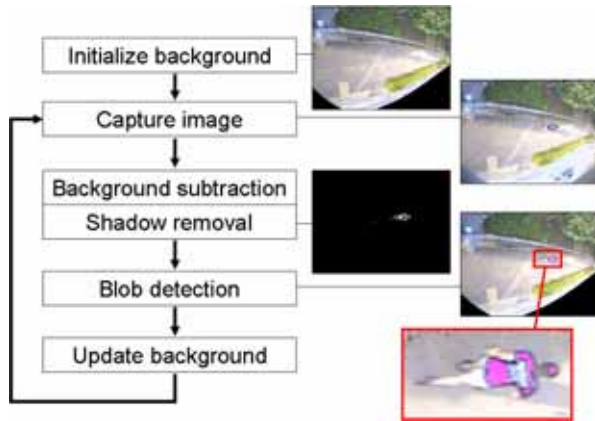


図3：移動体検出の流れ

4.2. 検出手順

本実験では、歩道を往来する歩行者や自転車を検出対象とする。各カメラで取得した映像の中から移動体を検出するため、背景差分と影除去を用いた。処理の流れを図3に示す。

はじめに、移動物体のない状態でそれぞれの画素について一定フレーム数、時間方向に平均をとり、差分処理に用いる背景とする。次に、カメラ映像を取得し、背景差分と影除去を行う[3][4]。背景差分は移動体の候補領域を抽出する。画素の変化に対して感度良く検出するため、差分画像において RGB 画素のいずれかが閾値を超えれば移動体の候補領域とした。影除去は背景差分により抽出された候補領域に対してのみ行う。背景画像と現フレーム画像の色相および彩度を比較することで、各画素が影かどうかを判定し、影でない画素を移動体領域として検出する。

次に、移動体領域のうち画像上で一繋りの領域(blob)を抽出し、その領域の大きさと重心位置を計算する。図3において、紫色に示した領域が抽出された移動体の領域である。ここで、領域の大きさが一定サイズ以上なければ、その blob は無効なものとする。また、一定サイズ以上の Blob については求めた画像上の重心位置から移動体の実世界座標を求める。最後に、移動体領域と判定されなかった画素について、背景画像を更新する。

4.3. 時空間解析実験

上記で述べた検出手順を用いて、約 180 mの通りを 10台のカメラで 1 時間撮影したビデオシーケンスに対して移動体を抽出した。図4はある時刻に検出した移動体の軌跡を世界座標系に投影したものである。XY 座標上において、青色で示すものは実世界の通りに、黄色で示すものは通り以外の場所に該当する。この結果から、直線状に移動する歩行者の軌跡を正確に検出できていることがわかる。

また、図5は、図4に示した移動体の軌跡をXT座標上に投影したものである。時間方向に展開することにより、歩行者は通りをほぼ一定の速度で移動していたことが確認できる。同図において軌跡の一部が途切れているのは、カメラノード間の時刻同期が不完全であったからと考えられる。

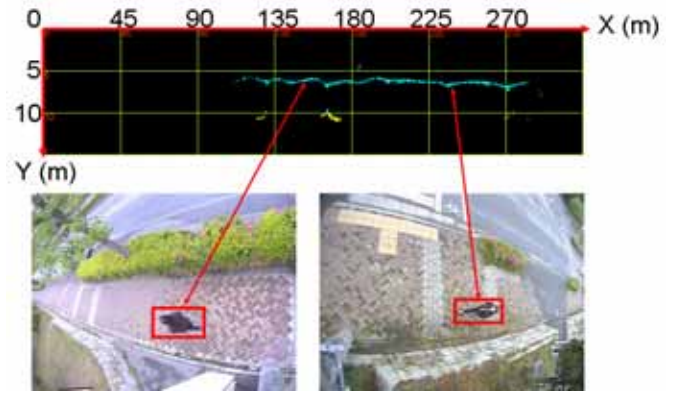


図4：実世界 XY 座標における軌跡の抽出結果

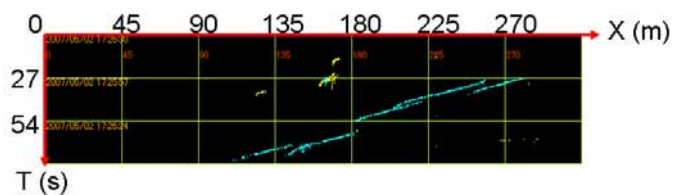


図5：実世界 XT 座標における軌跡の抽出結果

5. まとめ

本稿では、複数のサーベイランス映像を時空間的に統合して解析する手法について検討した。実験では、簡易な移動体検出手法を実装し、約 180 mにわたる移動体の軌跡抽

出を行った。時空間的に解析することで、移動体の行動解析の実現可能性を示した。今後、

- ・ より高精度な検出手法
 - ・ 移動体の軌跡情報を用いた行動解析・行動検索
 - ・ オンライン処理に向けた高速化
 - ・ カメラノード間の時刻同期
- について改善・検討を重ねていく予定である。

参考文献

- [1] Omar Javed and Mubarak Shah, "KNIGHTM: A Multi-Camera Surveillance System", ONDCP International Technology Symposium, 2003.
- [2] 岩松, 味八木, 山崎, 相澤, "屋外分散型マルチカメラシステムによる人物追跡" 電子情報通信学会 画像工学研究会, IE2005-256, pp.17-22, Feb.20-21, 2006.
- [3] Z. Zhang, "A flexible new technique for camera calibration", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, no. 11, pp. 1330-1334, 2000.
- [4] Collins, Lipton, Kanade, Fujiyoshi, Duggins, Tsing, Tolliver, Enomoto, and Hasegawa. "A System for Video Surveillance and Monitoring. VSAM Final Report". Technical report CMURI-TR-00-12, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, May, 2000.
- [5] R. Cucchiara, C. Grana, M. Piccardi, and A. Prati. "Detecting moving objects, ghosts and shadows in video streams". IEEE Trans. on PAMI, 25(10):1337-1342, Oct. 2003.