

ネットワークカメラ群を用いた不審な軌跡を抽出する防犯システム

滝川和音 佐藤永欣 村田嘉利 高山毅

岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1. はじめに

近年、防犯意識の高まりから一般家庭でも防犯カメラが設置されるようになった。しかし、防犯カメラを有効に活用するには、膨大な録画画像を記録し検索する必要がある。現在の防犯カメラは録画データ量を減らすため、毎秒の録画コマ数を減らしている。また、録画時刻からの検索のみのサポートが一般的であり、動体を検知した画像を集約し、管理者に表示する程度にとどまっている[1]。これらのカメラでは、不審者検出は人手による監視に頼っており、商業施設での導入は可能であるが、一般家庭への導入は難しい。また、防犯カメラの設置者が異なる場合、個々の設置者との交渉・連絡が必要であり、犯罪捜査のために録画画像を入手するのに手間がかかる。これらの問題点に対し我々は、防犯カメラを P2P ネットワークにより接続し、互いに連携させることを試みた[2]。本稿では、これを発展させ、動画像からの特徴抽出とこれを利用した不審者検知機能、周辺カメラの自動発見機能を追加、設置するのみで近隣のカメラ情報等の設定が不要な P2P 防犯カメラネットワークを提案する。

2. P2P 防犯カメラネットワーク

2.1. 個々のカメラの概要

本 P2P 防犯カメラネットワークは、設置し電源を投入するだけで、近隣のカメラを探索、P2P ネットワークに参加し、近隣のカメラと連携する。これは、昨今の近所付き合いがないようなコミュニティ事情から、隣人同士による設定情報の共有が難しいと考えられるためである。図 1 に本 P2P 防犯カメラネットワークシステムの構成を示す。本 P2P 防犯カメラネットワークシステムを構成する個々のカメラは、ビデオカメラ、画像解析・通信エンジン、録画画像ストレージから構成される。また、個々のカメラは無線 LAN により、近隣のカメラとアドホックネットワークを構成、

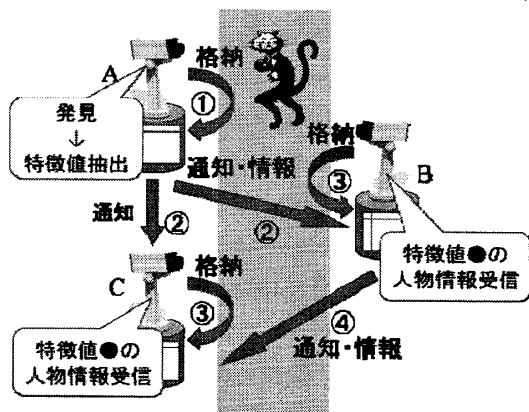


図 1 P2P 防犯カメラネットワークの構成

A security system that extracts suspicious trajectory by using networked cameras.

K.Takikawa, N.Sato, Y.Murata, T.Takayama

Faculty of software and Information Science, Iwate Prefectural University

全体として P2P システムを構成する。本 P2P 防犯カメラは一般家庭に設置するため、監視のための人手がない。このため周囲に不審な人物がいる場合、自動的に注意を喚起する。また、注意喚起をしたことを録画画像と共に記録すれば、犯罪などが発生した後で不審人物の抽出が容易になる。

一般に、犯罪捜査と防犯カメラの関連においては、顔、服装などの画像が犯人特定の決め手となることが多い。そこで、本 P2P 防犯カメラネットワークシステムは、周囲のカメラと連携して、不審な人物の移動を通知し、不審な人物の画像を記録する機会を増やす。これにより、システム全体での撮影可能領域は広くなり、多くの角度からの不審者の画像を収集することができる。また、撮影された不審者の画像を本 P2P 防犯カメラネットワークに参加している他のカメラからも入手可能とすることで、設置者が異なるカメラであっても、犯罪発生後の検証・捜査が容易になる。

まず、個々のカメラが、撮影画像中の動体の軌跡を抽出する方法について述べる。

- (1) 個々のカメラは背景差分法により、撮影画像中の変化している領域を抽出する。このとき、背景差分法は直前 10 分間の画像を合成した画像を背景として用いることで、設定等を不要にし、屋外に設置しても照度の変化などに対応できる。
- (2) 撮影画像中の抽出された変化している領域の下端を検出する。変化している領域の下端は撮影された動体が地面に接する部分と考えられるためである。
- (3) 以下の式により、抽出した領域の下端までの距離を推定する。示すカメラが設置されている高さ H 、カメラ直下からカメラの撮影領域までの距離 A 、垂直画面角 θ_v 、カメラ直下から撮影領域までの角度 θ_0 は設置時に設定される。カメラとの関係を図 2 に示す。抽出した領域の下端までの距離は、 $A+X$ である。

$$X = l_s / \sin \theta'_1$$

$$\theta'_1 = 90 - \theta_1$$

$$\theta_1 = \theta'_A - \left(90 - \frac{1}{2} \theta_v\right)$$

$$\theta'_A = 90 - \theta_0$$

$$l_s = \sqrt{l'^2 + l^2}$$

$$l' = H / \sin(90 - \theta_0)$$

$$l = A / \cos(90 - \theta_0)$$

- (4) あらかじめ設定されているカメラが設置されている方向と、撮影画像内での左右の位置関係、推定した距離を用いて、抽出された動体の座標を決定する。なお、動体の座標は緯度・経度による絶対座標で表される。カメラが設置された緯度・経度は設置時に手動で設定するか、GPS を個々のカメラに搭載して取得することを想定している。
- (5) 以上により決定された座標を 1 秒間隔で記録し、動体の軌跡とする。このとき、動体の特徴として、HSV 表現による色情報も記録。HSV 表現は照度変化に

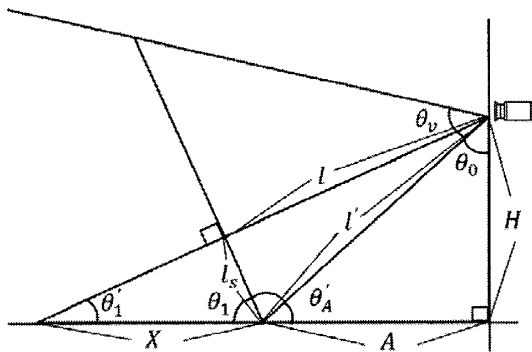


図 2 距離推定の計算

強いため、複数のカメラで撮影された同一の動体を、同一と認識するために用いられる。

一般に、ある人物の行動が不審かどうかは、警察官の勘のように、その人物の服装、行動、所持品などにより総合的に判断されると考えられる。しかし、コンピュータによる実現は難しいため、本研究では行動のうち軌跡に着目し、不審者検出を行う。不審な軌跡は多種多様で、かつ頻繁に見られないと考えられるため、本研究では一般的でない軌跡を描いた動体を不審人物と判断する。一般的な軌跡としては、単純に道路を通過するだけの人、新聞配達、郵便配達、家を訪問する人が考えられる。これらは繰り返されることが多く、しかも、家などに入出りできる場所は門や玄関に限られているため、移動軌跡のパターンは類似していると考えられる。一方で、不審人物がうろついている場合などは、同じ場所を何回も往復したり、一般的でない部分から家などに入り、動体として検知されなくなったりすると考えられる。さらに、これらの頻度はさほど高くない。この様子を図 3 に示す。よって、これらは一般的な移動経路の特徴からは外れると考えられ、移動軌跡の特徴量のはずれ値を検出することで不審人物かどうかの判定を行うことができると考えられる。

2.2 P2P ネットワークによる不審者追跡

本 P2P 防犯カメラネットワークの機能を示す。

(1) ネットワーク参加

研究の P2P 防犯カメラネットワークは、JXTA 上に構築され、各カメラは自発的にネットワークに参加する機能を有する。新たなカメラが設置され、電源が

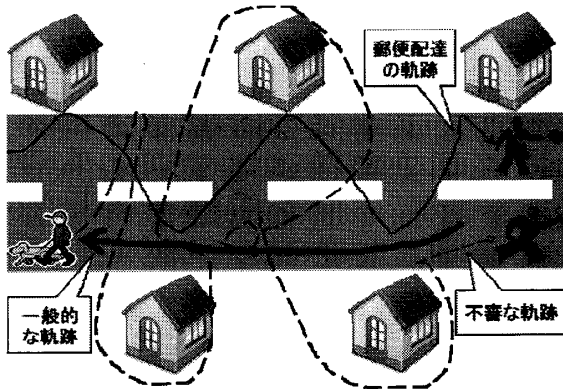


図 3 一般的な軌跡と不審な軌跡

入れられると JXTA 上のランデブーピアと呼ばれるピア情報を提供するピアからの情報を使用して近隣のカメラを探索する。このとき、自カメラの位置情報などを含むネットワーク参加メッセージを送信する。このとき、無線 LAN を使ってピアを発見しようとするので、物理的に近隣のピアしか発見できない。ネットワーク参加要請メッセージを受け取ったカメラは自分の位置情報を返答する。返答を受け取ったカメラは得た情報を使用し、近隣のカメラとの隣接関係を推定し、周囲のカメラを把握しておく。

(2) 撮影している人物の軌跡を複数のカメラで追跡

本研究では、複数のカメラ間で人物の特徴値を含むメッセージをやり取りすることで複数のカメラを連携し人物の移動軌跡を継続的に追跡する。撮影した映像から、軌跡、HSV 色情報、移動方向を算出、事前に把握した周囲のカメラの位置関係と人物の移動方向を照合、人物を撮影できる可能性が高いカメラに人物の軌跡、HSV 色情報、移動方向、発見したカメラ、撮影したカメラの情報を送信することで追跡を容易にする。受け取ったカメラはその特徴値から人物が同一であることを認識する。

(3) 軌跡が不審な軌跡に該当する場合に、他のカメラに不審者だと通知

不審者の情報が多ければ後の犯罪捜査に役に立つ、顔写真は人物の情報の中で最も重要とされるが顔写真を必ず入手できる方法はない、本研究では顔写真入手の可能性を高めるため不審者出現を事前に通知することで複数のカメラで継続的に撮影する。カメラの撮影領域内に人物が進入し、人物の映像から軌跡と移動方向を抽出、軌跡が不審な軌跡に該当すると判断された場合、近隣にある人物移動方向のカメラに発見時刻、特徴値、軌跡、不審者フラグ、発見したカメラ、撮影したカメラの情報を含む注意喚起を行い人物の出現を通知する。

3. まとめと今後の展望

従来の監視カメラに不足している部分を挙げ、その対策として複数のカメラが自発的にネットワークに参加して連携する P2P 防犯カメラネットワークの手法を提案した。本研究では、不審者検出は軌跡による判断のみだが、さらに他の要素を追加することで不審者識別の精度を上昇できる可能性がある。また、顔認識などによる個人識別機能を追加し、不審者以外でも事前に登録しておいた危険な特定人物(ストーカーなど)が撮影領域内に入ると通報してくれる機能などを追加することも考えられる。

参考文献

- [1]古谷雅理, 阿久津渡, 宮村(中村)浩子, 大島浩太, 萩原洋一, 斎藤隆文: IP 監視カメラ画像閲覧のための階層的画像集約手法の実装, DICOMO2007 論文集, pp.601-604, 2007.
- [2]浅沼直人, 佐藤永欣, 村田嘉利, 高山毅: 地域防犯のためのネットワークカメラ群による分散協調型監視システム, 第 70 回情報処理学会全国大会, 3T-3, 2008.