

移動体を追跡する遠隔監視カメラの試作

李 文全[†] 宮下 剛[†] 吉澤 康文[†]

東京農工大学情報コミュニケーション工学科[†]

1. はじめに

近年，演算処理装置の高速化，ハードウェアの低価格化と映像機器性能の向上により監視カメラシステムがセキュリティや安全確保，省力化の向上などを目的として多くの分野で導入されている．現状では，あらかじめ特定された複数の場所を一括表示し，その映像を目視するのが一般的である．しかし，映像を長時間に渡って目視するのは容易ではない．また監視する場所が固定されるので，不便な状況も考えられる．従って，画像処理による監視の自動化が望まれていると同時に地理的制約を克服することも期待されている．

今までは，固定式カメラを用いて移動体を検出，追跡する方法が多く研究されてきた．しかし，カメラ自身が上下左右に動くことで，固定カメラの映像に比べて数倍もの視覚情報が得られ，多くの利用が期待される．本研究では，このようなニーズに合わせ，可動式カメラを用いて自動追跡遠隔監視カメラシステムを開発した．

2. システムの構成

本システムはサーバ・クライアント方式で構成されている（図1）．カメラはクライアントに接続されており，ネットワーク経由でサーバと通信する．サーバが画像の表示，操作インタフェースなどの機能を提供し，移動体の認識，追跡などの処理はクライアント側で自律的に行う．またシステムの信頼性を向上するため，サーバとクライアントは相互に alive 信号により監視することとし，ダウン後の回復では自動的に再結合され自律動作となっている．

図1の点線と実線がそれぞれカメラの制御コマンド，画像データを表す．

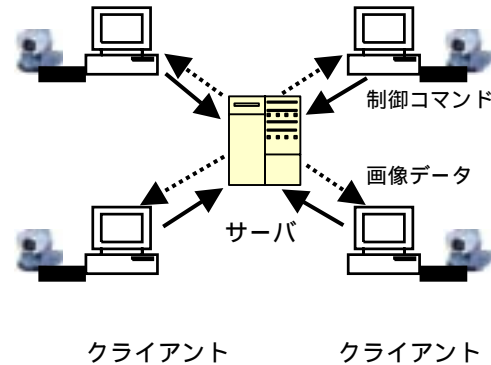


図1 システム構成図

3. 移動体の認識

3.1 背景差分法

動画中の移動物体を抽出する手法に背景差分法が多く使われている．あらかじめ移動体の存在しない背景画像を取得しておき，入力画像と背景画像との差分処理結果に応じた2値化を行うことによって移動体を検出する手法である．式で表すと次のようになる．

$$d_i(x,y,t) = f_i(x,y,t) - b_i(x,y,t)$$

$$g_i(x,y,t) = \begin{cases} 1 & |d_i(x,y,t)| > D \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

x, y は画素座標位置， t は時刻， $f_i(x,y,t)$ ， $b_i(x,y,t)$ ， $g_i(x,y,t)$ はそれぞれ入力画像，背景画像，背景差分画像である．実際にはこの方法だけでは環境の変化に弱く，検出精度が落ちる問題がある．そこで背景画像を適応的に生成する必要がある．本研究では背景差分法を改良して利用する．式で示すと以下のとおりである．

$$b(t) = a \cdot f(t) + (1-a) \cdot b(t-1)$$

背景画像 $b(t)$ を一つ前のフレームで生成された背景画像 $b(t-1)$ と現在のフレームの入力画像 $f(t)$ との加重平均によって生成する． a は背景積分パラメータと呼ばれる定数で， $0 < a < 1$ の値を取る．

3.2 ラベリングにより雑音の除去

背景差分法だけでは雑音が多く含まれているので，除去する必要がある．この時ラベリング方法が有効である．具体的には連結している黒い画素の数を数えて，ある設定した値以下であれば雑音として除去する．

A Remote Watching Camera For Tracking Moving Objects

WenQuan Li, Tsuyoshi MIYASHITA, Yasufumi YOSHIZAWA
Department of Computer, Information and Communication Sciences, University Tokyo of Agriculture and Technology

4. 追跡アルゴリズム

カメラの動きは機械的な動作が多く、一回の動作に時間がかかるので、動物体の小さな動きにカメラが追跡するのは困難である。よって、カメラの動作をできる限り減少させる一方、移動体を漏れることなく監視することが本アルゴリズムにおける基本的な考え方である。

カメラのパン動作範囲左右 90 度の 180 度を 13 個の連続した領域に分割し(図 2)、移動体の追跡は各領域の切り替えることで実現する。図 2 の点線は領域間の重なった部分を表す。動作アルゴリズムは次のようになる。

- (1) 移動体が視野領域の中央にいる場合
移動体が次にどんな動作をしても短い時間に現領域から離れることがないと推測し、カメラは動かない。
- (2) 移動体が視野領域の右側にいる場合
デフォルトでは移動体次の動作が右へ行くと推測し、カメラは一つ右の領域にパンする。しかし、移動体の実際の動作は次の三つの状況があるので、個別に対応する必要がある。
 - ・ 推測方向と一致する場合：デフォルト動作でカメラが一つ右の領域にパンする。
 - ・ 推測方向と逆で移動体が左に行く場合：カメラが一つ右の領域にパンする。この時右領域に何にもないので、カメラが元の領域に戻る。つまり、一つ左側の領域にパンする。
 - ・ 移動体が動かない場合：カメラが一つ右の領域にパンするが、パンした先では左側に動物体が位置するので、カメラはまだ左側にパンする。この動作を繰り返す。
- (3) 移動体が視野領域の左側にいる場合
右側にいる場合と同様の方法で実現することができる。

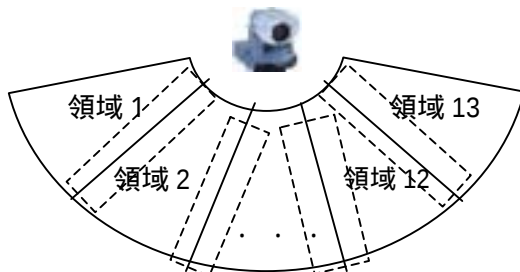


図 2: カメラの視野領域

5. 評価実験

システムを実装し、次の評価実験を行った。図 3 のようにカメラが室内の中央に置いて、移動体は矢印方向で移動するものとする。またカ

メラのパンの移動範囲を 13 個の領域に分割する(図 4)。追跡結果はカメラパンの動き順番で表すと図 5 のようになる。実際のパンの切り替え順番と比べ、追跡動作が正確に行ったことが分かった。さらに、撮影画像から追跡が正しく行われたことも確認できた。

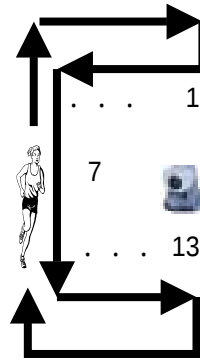


図 3: 移動経路

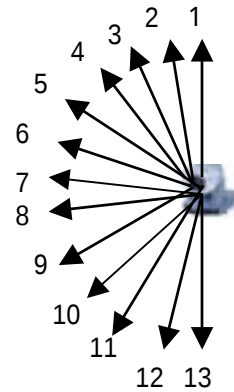


図 4: 視野領域

```
7 → 6 → 5 → 4 → 3 → 2 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6  
→ 7 → 8 → 9 → 10 → 11 → 12 → 13 → 12 → 11  
→ 10 → 9 → 8 → 7
```

図 5: 追跡軌跡結果

6. まとめ

複数カメラを遠距離から制御することを実現した。また可動式カメラによる単一移動体の自動追跡方法も提案した。今後は複数カメラ間の協調動作や多移動体の認識などの機構を組み込むことで広範囲、かつ実用的な監視カメラシステムを実現していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 中澤篤志, 加藤博一, 井口征士: 分散カメラエージェントによる広域人物位置検出システム, 第 43 回システム制御情報学会, 論文集 pp.487-488
- [2] 村山公保: 基礎からわかる TCP/IP ネットワーク実験プログラミング, オーム社, 2001
- [3] 早坂光晴, 富永英義: 動画画像からの背景画像生成を用いた移動物体抽出方法に関する一検討, オーディオビジュアル複合情報処理, アブストラクト No.029 - 001