

広域多地点画像監視技術の実用化へ向けての取り組み

(株)日立製作所 日立研究所

○高橋一哉, 北村忠明, 小沼知恵子, 三好雅則

1990年代になるとカメラ画像を画像処理装置で処理する、道路やプラントの自動監視システムが実用化された。特にトンネルは閉塞した細長い空間であり、多数のカメラによる監視が必須となる。数多くのカメラがそれぞれ異なるシーンを処理する時に問題となるのは、誤作動を抑えるためにカメラ毎に調整が必要になることである。この問題は未だに懸案であるが、調整を簡単にするためのアルゴリズム開発やネットワークで遠隔から調整する仕組みの開発など様々な取り組みがなされている。また、セキュリティに対する社会的要請に応じて、ビル内や店舗内において多数カメラによる人物検出や人物追跡へのニーズも高まっている。ここではトンネル監視、洋上監視、屋内人物追跡を例としてこれらの取り組みを紹介する。

An Approach toward Practical Use of Wide Area Many Spots Image Monitoring Technology

Hitachi, Ltd. Hitachi Research Laboratory

○Kazuya Takahashi, Tadaaki Kitamura, Chieko Onuma, Masanori Miyoshi

An automatic monitor system of a road and the plant which processes a camera image by an image processing device was put to practical use in 1990's. A tunnel in particular is blockaded slim space, and monitor with a lot of cameras becomes required. It is for adjustment to be necessary every camera to control malfunction that become a problem when many cameras treat different scene each. This problem is still a pending problem, however development of algorithm to simplify adjustment and structure of remote adjustment through a network and other approaches have been done. In addition, depending on a social request for security, needs to person tracking with a lot of cameras in a building and a store. We introduce these approaches as an example by tunnel monitoring, marine monitoring and an indoor person tracking in this paper.

1. はじめに

近年の撮像機器、映像配信機器の発達と、防犯強化への社会的要請があいまって画像監視技術の普及には目覚ましいものがある。図1は広域画像監視システムの変遷を示している。1970年代から、これまでの巡回警備に加えてクローズドサーキットテレビ(CCTV)カメラによる画像監視が本格化した[1]。80年代になるとビデオレコーダによる監視画像の録画も本格化してきた。この後およそ20年間はアナログ画像信号による画像伝送と蓄積がこの分野では主流となる。この間、画像処理装置による監視の自動化に対する要求は増していった[2][3][4]。90年代の初めから画像処理ハードウェアの開発[5]とソフトウェアアプリケーション[6][7][8][9]の開発が活発化してきた。画像処理技術を用いた自動または半自動監視システムは屋内外のプラントなどの重要施設や道路設備に導入された[10]。高速道路では特にトンネル内の渋滞監視と事故車両や落下物の検出を目的として導入された[11]。

道路以外では、シーンに変化の少ない場所で背景差分処理を基本とした侵入者監視システムが実用化されてきた。しかし90年代も後半になると監視アルゴリズム

年代	70~80~	90~	2000~10
画像の配信/蓄積	TV映像監視	アナログ映像録画	デジタル映像録画 JPEG/MPEG
広域監視に必要な技術		誤作動の抑制 データ統書	デジタルIP化
適用先アプリケーション	(人物を正確にトラッキング)	動線解析	店舗監視 屋外監視(洋上含む) 道路監視(トンネル他)
	(誤検出を抑制して侵入物検出)		
	(車両や障害物の検出、追跡)		

図1 広域画像監視システムの変遷

の進展に伴い、樹木の茂るシーンまたは洋上シーンなどの背景に変化の多い場面でも画像処理装置による画像監視が実現し始めた[12][13]。以上のシステムは公共性の高い設備の監視であり、画像伝送や画像処理結果の伝送については専用に敷設したインフラを使用できる環境である。一方、2000年前後には倉庫や一般店舗など民間施設の画像監視に画像処理機能が導入され、現在は更に多くの事例がある[14][15]。ここでは画像伝送のインフラを大規模に整備できないので

監視カメラと画像処理装置を一体化させて数千箇所に見る領域を監視する構成となる。そしてこれら画像処理装置の処理結果を、公衆回線を通じてセンタの監視端末に送ることになる。

2. 多数カメラによる広域監視

一般的に監視対象全体をカバーするには多数のカメラが必要になることが多い。特にトンネル内は縦長の閉塞空間であり全領域をカバーするには数十台のCCTVと画像処理装置が必要で、各画像処理装置の結果をリアルタイムで統合する必要がある。また、数十台の画像処理装置の初期調整と保守を効率的に行う必要もある。倉庫や般店舗ではさらに数千箇所の監視処理結果が一局に集中する。

ところで画像処理装置を含めて一般的なセンサーにはフォールスポジティブとフォールスネガティブの問題がある。フォールスポジティブは検出すべき要因が発生していないのに何らかのノイズの影響で検出動作が発生することであり、フォールスネガティブは検出すべき要因を見逃すことである。安全または防犯上は、見逃しは許されない。そこでフォールスポジティブ側に設定してノイズの影響か否かは監視員が判断するのが一般的である。しかし上記のように数千箇所から数千箇所の監視処理結果が一局に集中するので、各画像処理装置のフォールスポジティブ発生率はきわめて低いことが要求される。つまり多カメラによる広域監視を実現するには個々の画像処理装置の信頼性向上と処理結果のリアルタイム配信が欠かせない。しかもこれらを設置調整も含めて効率的に行えなければならない。これを踏まえて本稿ではトンネル異常事象検知システムを紹介する。次に洋上の船舶検出システムを取り上げて誤作動させない仕組みを紹介する。最後に開発中の、屋内多カメラ間の人物追跡技術を紹介する。

3. トンネル異常事象検知システム

3.1 システム概要

図2はトンネル異常検知システムの概要を示す図である。数キロメートルにも亘る長大トンネルには監視用CCTVカメラ設備が設置されている。施設制御室では、カメラ12~20台分の映像を時分割にして、1分以内に全カメラシーンを1つのモニタに表示する。システムの導入前はこのモニタ数台を監視員が目視で異常事象を発見して対応していた。このシステムは既設のCCTVカメラの画像を処理するものである。CCTVカメラのアナログ信号を監視用モニタに配信すると同時に画像処理装置群に伝送する。画像処理装置群には設

置されたCCTVカメラと同数の画像処理装置が用意されていて、CCTVカメラと画像処理装置は1対1に対応している。各画像処理装置は各監視シーンを独立に処理して渋滞を初めとする交通事象を検出して事象判定部に通報する。事象判定部では各画像処理装置の出力を判定して渋滞の発生や落下物などの異常事象の発生を判定する。当時はハードディスクレコーダのような大容量を蓄積してランダムアクセスするデバイスが無かったため、異常事象の発生の確認と記録は画像処理装置の画像メモリを利用して、発生時の画像のみを保存表示していた。

異常事象判定の基本は通行車両の追跡処理である。車両を追跡して軌跡を分析することで、停止車両、低速車両、渋滞の発生、障害物を回避する車両を検出することができる。したがって、混雑して車両同士に遮蔽が発生する状況、ヘッドライトが路面やトンネル壁面で反射する状況でいかに正確に車両を追跡するかがシステムの性能を決める。

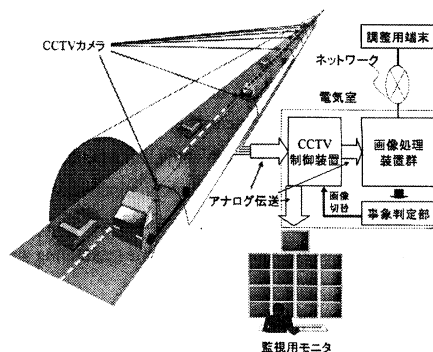


図2 トンネル異常事象検知システム

3.2 移動ベクトル群を用いた交通流計測精度の向上

我々は当初から図3に示す方法で車両の検出を行っていた。これは図3-(a)に示すように路面上に検知領域を設けて車両後部を検出した上で正規化相関パターンマッチングによって車両を画面遠方まで追跡するものである。検知領域内では横長スリット上の路面濃淡パターンをテンプレートとして保持し最新画像に対して常に正規化相関照合処理をする。この路面上を車両が通過すると一時的に相関値が低下して通過後に再び上がる。この様子を図3-(b)に示す。(b)に示す相関値の立ち上がりは車両通過直後であり、このタイミングで検知領域のやや上側の矩形領域について最新画像から切り取ってテンプレートとすると、これが車両後方のパターンとなっていて追跡処理に使用することができる。

しかしながら渋滞時に車両同士が重なると、相関値は連続的に低下し個々の車両通過時にもグラフの立ち上がりがなく車両を検出することができない。そこで移動ベクトル群による、通過車両間の分離手法を開発した [16]。

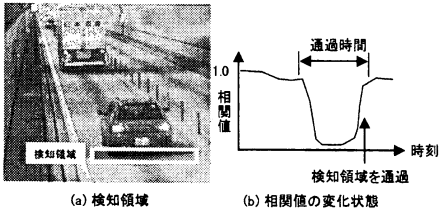


図3 パターンマッチングによる車両検出

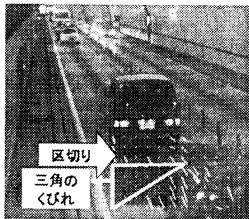


図4 移動ベクトル群による通過車両同士の分離

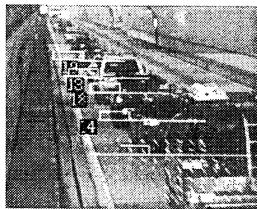


図5 渋滞時の車両検出と追跡
(黒地の白の数字は画像計測による
車両速度 km/h)

移動ベクトル群とはオプティカルフローの集団である。オプティカルフローベクトルの中には誤差を含むものも多く存在するが、道路方向のベクトルのみを採用することによって効果的にノイズを除去することができる。この道路方向のベクトル集団を移動ベクトル群という。図4には移動ベクトル群の例を示す。図4において線分で示すものが有効なベクトルであり、点で示すのが有効なベクトルを有しない領域である。車両同士が接近しても図に示すようにベクトルの存在しない三角のくびれ領域が現れる。ここで強制的に車両の区切りをいれることで前方車両の後部パターンを追跡開始することができる。この方法によると図5に示す渋滞交通でも適切に一台ずつ追跡することができる。混雑時の実験で、移動ベクトルによる車両分離処理を加えることで通過台数の計測精度は 82.0% から 96.5% に向上した。

トンネルのカメラ毎の事故情報と渋滞情報はセンタに集められてトンネル全体の交通状況として統合される。また、センタに設置の画像処理装置群にはネットワークを介して調整用端末が接続できて、初期調整及び保守はこの仕組みを使って効率的に行われる。

4. 洋上の船舶検出システム

4.1 物体検出の原理

図6-(a)に洋上画像の一例を示す。洋上監視で問題となるのは波の揺らぎに伴う輝度の変動である。この変動環境で誤作動を起こさずに侵入物体を検出することが課題となる。例えば図6-(a)の画面中央に輝度を観測する場所を設けて輝度変化の様子をヒストグラムで表すと、波の穏やかな日は(b)のように変化が少なくなり、波の荒れる日は(c)のように変化が大きくなる。背景としての基準画像と前景としての侵入物体を輝度差で検出する場合、いわゆる背景差分法を適用する場合はこれらの頻度分布を参考にして、規準画像を決定する。頻度分布がガウス分布とみなせるならば、監視画像として取得した画像を画素毎に加算平均するとこれが最も出現確率の高い背景画像となる。時々刻々と監視画像の輝度が変化の中で常に最適な背景画像を得るために下記の式が用いられる[6][17]。

$$B_t = \alpha I_t + (1 - \alpha) B_{t-1} \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad \dots (1)$$

ただし、 I_t はある時刻の入力画像(フレーム t)で、 B_t は同時刻の背景画像で、 B_{t-1} は1フレーム前の背景画像である。つまり現在の背景画像は過去の背景画像と現在の入力画像の加重平均となっている。背景画像の変化の速さと検出対象の変化や移動の速さに応じて最適パラメータ α を設定する必要がある。侵入物体と背景を分離するために輝度しきい値を設ける必要があるが、分布の最頻値から、ある幅をもって決める。輝度がしきい値の範囲内の場合は背景画像の輝度変動の範囲と判断し、範囲外の場合は侵入物体によって本来の背景画像が遮蔽されているとみなす。洋上画像は波の状況に応じて分布の広がりが大きく変化するので、分布に応じてしきい値を自動調整する必要がある。洋上背景の輝度変化の広がりを知るには図6の輝度ヒストグラムは有効である。ただし、計測したヒストグラムに侵入物体が含まれていないことが保証されている必要がある。これを保証するには、異なる数箇所輝度ヒストグラムを計測して比較することが有効である。一般的な背景は異なる数箇所では相関は無いので比較しても意味のある情報は得られない。しかし洋上においては波とこれに起因する輝度のゆらぎには各場所で相関がある。図7-(a)

は洋上の画像であるが、地点Aと地点Bの輝度の標準偏差を図7(b)の散布図で示した。標準偏差は観測地点における各20フレーム(約1.5秒間)の輝度(0~255)の変化から求めた。同時刻の地点Aと地点Bの対応する場所にプロットするものとして340点プロットした。この場合は相関係数が0.71で正の相関があるといえる。つまり、洋上に複数の観測点を設けてこれらの結果から現時点の輝度の変化の幅を推定して、これに基づいて背景差分のしきい値を決定することができる。これらの観測点のいくつかが侵入物体によって遮蔽されていても、他の観測点同士の変化から背景である波の変化を推定することができる。

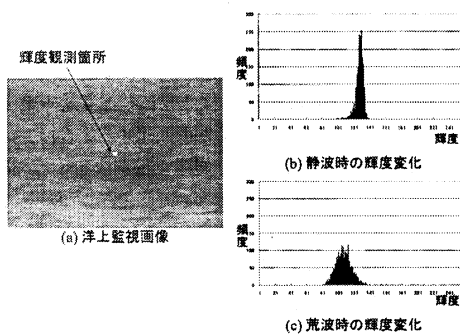


図6 洋上監視画像と輝度変化

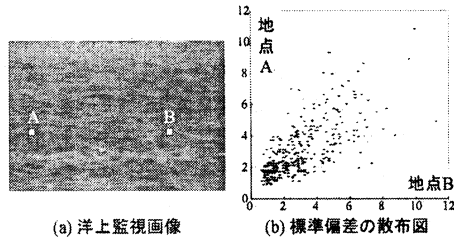


図7 2点間の相関関係

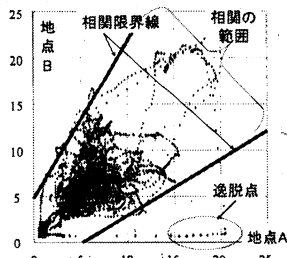


図8 逸脱点を有する散布図

図8は地点Aから地点Bへ向けて船舶が通過したシーンを含む散布図である。図中の逸脱点は地点Aと地点Bの相関関係がくずれた瞬間の計測値である。これ

は地点Aに船舶が達して、地点Bにはまだ達していない状態である。波のゆらぎによって輝度が変動する場合は散布図上の右肩上がり45度を中心として両側に均等に広がる。ところが一部に侵入物体が波面を遮蔽することによる輝度変化は均等性を欠いて逸脱する。したがって複数ある観測点の内、均等性を維持しているデータのみを参照してしきい値を決める。このしきい値以下の変化は背景更新として取り込み、これを越える変化は取り込まないこととして背景画像を更新する。

4.2 ゆらぎ入り背景画像

物体の検出感度を維持しつつ、ゆらぎによる誤検出を抑えるには以下のゆらぎ入り背景画像が有効である[18][19][20][21]。フレームtの入力画像を $I_t(x,y)$ 、背景画像を $B_t(x,y)$ 、背景差分画像を $S_t(x,y)$ とすると、

$$S_t(x,y) = B_t(x,y) - I_t(x,y) \quad \dots (2)$$

となる。ただし、 (x,y) は画面上の座標である。 $S_t(x,y)$ を用いてフレームt+1の背景画像 $B_{t+1}(x,y)$ を次のように決める。

$$B_{t+1}(x,y) = \begin{cases} I_{t+1}(x,y) & S_t(x,y) \leq \epsilon \text{ の場合} \\ B_t(x,y) & \text{その他} \end{cases} \quad \dots (3)$$

ここで、 ϵ は背景を更新するかしないかのしきい値で前章の説明のように逸脱していない観測点の輝度変化の大きさに比例して決まる変数である。つまり波による輝度変化と判断される輝度変化は背景画像に取り込み、これ以外の変化は背景に取り込まない背景画像作成方法になっている。図9(a)はフレームt+1の入力画像で(b)は背景画像である。画面左下に船舶が侵入しているが、これが引き起こす輝度変化がしきい値より大きいので、(b)の背景には取り込まれていない。一方、波による輝度変化はしきい値よりも小さいために背景に取り込まれているのが分かる。このようなゆらぎ入り背景を使って背景差分処理をするのでゆらぎに起因する誤検出を起し難い。図9(c)は背景差分画像を二値化したものである。影も含めて船舶を検出している。

しかしながらこの方法は、静止やこれに準ずる物体は海面のゆらぎ以下の輝度変動しか起こさず、したがって背景画像に物体が入り込んでしまう(図10(b))。物体が背景画像に入ると背景差分法で検出できない。一方、海面のゆらぎよりも変化の少ない物体については、画像の加算平均によって波のゆらぎを消して物体のみを残すことができる(図10(c))。加算平均化後は空間微分処理によって物体を検出できる(図10(d))。結局、移動の大きい物体についてはゆらぎ入り背景による背景差分法で検出し、移動の少ない物体は画像の加算平均後に空間微分処理して検出する。検出システムはこ

れら二つの方法の併用で成立している。

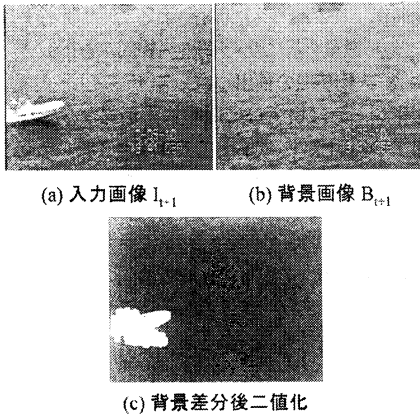


図9 入力画像とゆらぎ入り背景

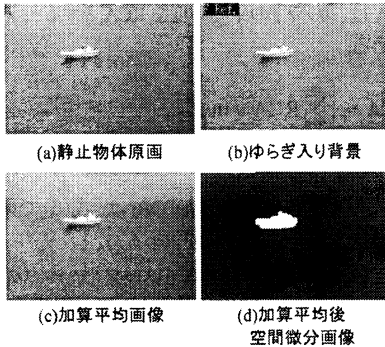


図10 静止物体に対するゆらぎ入り背景と加算平均処理及び空間微分画像

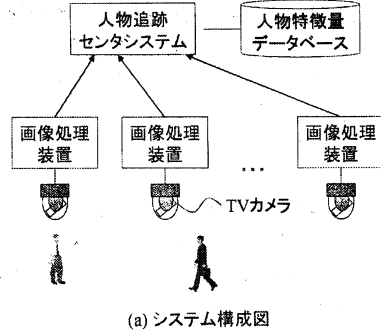
5. 複数カメラ間の人物追跡

5.1 概要

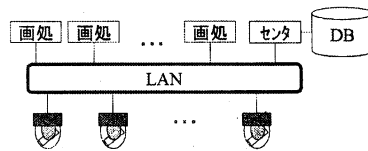
近年の防犯意識の高まりによって、カメラ画像から正確な人物追跡や人物行動の判定機能が求められるようになってきた。人の流れを広範囲に亘って把握できると防犯のための監視だけでなく、商用施設ではマーケティングへの応用が広がる。また駅など公共施設での人の動きが正確に把握できると施設の整備計画に加えて係員の適正配置を動的に決定することができる。

機器構成は図11に示す。図11-(a)はシステム構成で各 TV カメラの画像を対応する画像処理装置で処理し、人物出現の時刻と場所と人物特徴を計測結果として人物追跡センタシステムに送る。人物追跡センタシステムではこれらのデータを人物特徴量データベースに保存すると共に、人物特徴を基にカメラ間の人物追跡を行う。実際には TV カメラはネットワークカメラで画像

処理装置と人物追跡センタシステムはパソコンで実現しているために図11-(b)に示すようにこれらの機器がローカルエリアネットワーク(LAN)で接続している。



(a) システム構成図



(b) 機器の接続

図11 機器の構成



(a) 入力画像例



(b) 影除去前



(c) 影除去後

図12 人物の抽出例

5.2 移動人物の抽出

空間に分散して配置されたカメラ映像は、設置環境が各々異なり、人物の大きさや照明状態など様々である。従って、明るさ変動に追従する背景画像を作成する必要がある。次に、輪郭のエッジ強度を基に人物の領域を抽出する。その後、人物領域から影の部分を除いて人物を分離し、人物シルエットから輝度に基づく人物特徴量を算出する。図12に人物の抽出例を示す。図12-(a)が入力画像例である。人物の特徴を正確に抽出するために人物のシルエットも正確に切出す必要がある。背景更新処理によって射光の影響はかなり軽減できるが、人物の侵入によって生じる影の影響は受けて

しまう。図12-(b)は影の影響で人物同士が重なっている。水平方向に長い領域を影候補として除去することで図12-(c)のように人物同士を分離することが出来る。

5.3 適切シルエットシーンの選定と人物の特徴量

追跡した人物から特徴量を算出する場合、人物領域が正確に抽出されているシーンを選定することが最も重要である。抽出領域に背景が含まれていると、人物の照合精度を極端に低下させる。そこで、単一カメラにおいて、

- 1) 撮影範囲の上下及び左右の端に接触していない。隠蔽構造の端に接触していない。
- 2) シルエットの縦横サイズが極端に変化しない。変化が範囲内。

を適切シルエットシーンとして選定する[22]。適切シルエットシーンから人物同定のための特徴量を算出する。特徴量には、濃淡情報や色情報などがある。ここでは、高速処理に適合させるため、濃淡情報を用い、人物領域の分割数を少なくする条件で行う。濃淡情報から算出する特徴量は、人物の姿勢、照明変化等に影響されにくい輝度比を用いる。更に、全身が同一服装の人物は輝度比から識別しにくいので、平均輝度も併用する。

人物領域の分割数は、上下の服装の違いと手荷物状態(カバン等を下げたり抱えたりする)から、3分割とする。また、同一服装の異なる人物を識別するため、人物の出現や消失の位置と時刻も特徴量にする。即ち、特徴量は

- 1) ブロック間の平均輝度比
- 2) ブロック全体の平均輝度
- 3) 出現位置・消失位置
- 4) 出現時刻・消失時刻

である。ここで、ブロック間の平均輝度比を算出するため、分割は、図13に示すように人物領域の外接矩形を縦横に分割する。矩形周辺部には背景領域が混在するので無効ブロックとして除外する。いま、ブロックb1の人物領域に限定した平均輝度値を A1、b2の

平均輝度値を A2、b3の平均輝度値を A3とし、ブロックb1とb2とb3全体の平均輝度をTA とする。また、出現位置をPN、消失位置をPL、出現時刻を TN、消失時刻を TL とすると、特徴量 F は、式(4)で与える。

$$F = \{TA, R1, R2, R3, PN, PL, TN, TL\} \dots (4)$$

但し、 $R1 = A1/TA$, $R2 = A2/TA$, $R3 = A3/TA$

各カメラシーンの人物ごとに抽出した特徴量 F はネットワークを通じて人物追跡センタシステムに集められて

人物特徴データベースに保存される。次に説明するようにこの特徴量を基にカメラ間の人物同定を行う。

5.4 人物特徴の抽出

撮影シーンは場所毎に照明状態が異なるため、撮影場所の照明条件を把握して考慮する必要がある。人物特徴量 F のうち、平均輝度や輝度比は、照明条件に大きく影響される。そこで、これらの補正をしなければならない。撮影場所が異なるカメラにおいて、ビル等の建屋内に限定すると廊下等の背景は同一模様であることが多い。そこで、カメラ間で視野範囲が近隣位置(所定範囲内)に同一模様がある領域(同じ大きさ)を予め設定して、その平均輝度を計測する。ここで、平均輝度を RCA と表す。撮影シーン毎に設定領域の平均輝度 RCA を算出し、これらを比較して輝度補正を行う。人物同定対象の対応するカメラ間における RCA の平均値 TRCA は、カメラ i の平均輝度を RCA_i とすると、式(5)で求める。

$$TRCA = \left\{ \sum_{i=1}^m RCA_i / m \right\} \dots (5)$$

m: カメラ数

ここで、カメラ i の輝度補正值 COR_i は、式(5)で算出した TRCA を用いて、式(6)で求める。

$$COR_i = RCA_i / TRCA \dots (6)$$

即ち、輝度補正は、各カメラに対して、適切シルエットシーンのブロック全体の平均輝度 TA 及びブロック間の輝度比 R1、R2、R3 の値を、対応するカメラ間の平均値 TRCA に合わせて補正する。ここで、カメラ i における輝度補正前の TA_i , $R1_i$, $R2_i$, $R3_i$ に対し、輝度補正後を CTA_i , $CR1_i$, $CR2_i$, $CR3_i$ とすると、式(7)～式(10)によって下記になる。

$$CTA_i = TA_i / COR_i \dots (7)$$

$$CR1_i = R1_i / COR_i \dots (8)$$

$$CR2_i = R2_i / COR_i \dots (9)$$

$$CR3_i = R3_i / COR_i \dots (10)$$

5.5 カメラ間の人物同定

複数カメラ間における人物の特徴量の比較は、上記の補正を行うことにより、撮影場所毎に照明条件が大きく異なっている場合でも、カメラ間の人物同定の精度向上ができる。カメラ間における人物の同定は、カメラ間の配置情報、出現位置と時刻、消失位置と時刻、及び、式(7)～式(10)による輝度補正後の値を用いて、以下の手順で相互比較する。

- 1) 単一カメラ内で所定の時間内における出現位

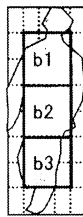


図13 特徴量算出の分割例

置及び消失位置を算出する。

- 2) カメラの配置情報から、次にどのカメラへ出現するかを予測し、接続が隣接しているカメラ間で、所定時間経過後に、一方のカメラ c_i の消失位置と他方のカメラ c_j の出現位置を比較する。
- 3) 2)で整合がとれた場合、他方カメラ c_j において、消失位置が算出できた人物に対し、式(7)～式(10)の値の全てが類似(しきい値範囲内)している人物を同一人物とする。

即ちカメラ間の出現位置と時刻、及び、消失位置と時刻の整合がとれ、適切シルエットシーンの輝度比がしきい値範囲内のグループを同一人物と同定する。

5.6 実験と評価

図14に示す配置の2カメラ間で同定処理の評価を行ったので報告する。カメラはMotion JPEGを出力するネットワークカメラである。実験での同定人物数は25名である。そのうち、カメラ2の2階からカメラ1の1階へ移動した人物が4名である。図15に、同定対象人物列を示す。図15に示す同定対象人物4名に対し、選定した適切シルエットシーンの検知結果例を図16に示す。図17にブロック1とブロック2の平均輝度比(R1:上半身とR2:腹部)の補正前と補正後および、ブロック1とブロック3の平均輝度比(R1とR3:脚部)の補正前と補正後の比較を示す。図17から、カメラ間で撮影環境が異なるシーンを姿勢変化しながら人物が移動する場合、輝度の補正を行う前は、同一人物でも対応するブロック間で図17-(a1)と(b1)に示すように、特徴量が異なり同定が困難である。そこで、輝度の補正を行うと、同一人物の特徴量は、対応するブロック間で、図17-(a2)と(b2)に示すように、ほぼ類似する。これより、カメラ間における人物同定が可能になる。従って、特徴量の一つとして補正した輝度比が有効であることが分る。

手法の有効性を評価するために、階床及び照明環境が異なり、接続が隣接した2台のネットワークカメラ間を移動する人物に対して実験を行った。その結果、特徴量の一つとして補正した輝度比、出現・消失位置が有効であることが分った。しかし、今回の実験は、隣接した2台のカメラ間における比較的短時間(15分間)の実験である。今後は、カメラ台数が多い場合の長時間における実験を行い、様々な環境に対応できるように、特徴量の追加等を考慮した同定を行うことを検討する必要がある。

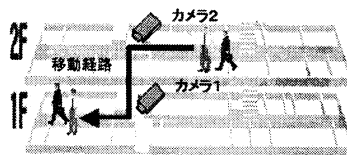


図14 ネットワークカメラの配置

	T氏	I氏	O氏	K氏
同定対象人物				
上服	白で袖に縦模様有り	水色無地	茶格子模様	深紅無地に中央が白縦縞
下服	深緑無地	グレー無地	茶無地	黒無地

図15 カメラ間の同定対象人物列

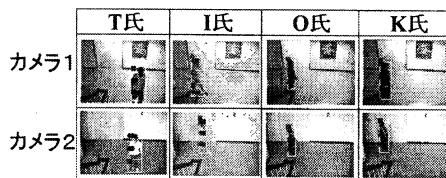


図16 同定用人物切り出し結果

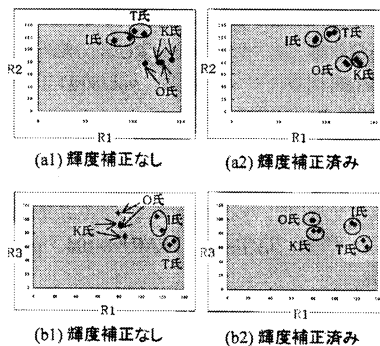


図17 カメラ間の同定対象人物列

6. おわりに

多数のカメラ画像を処理して広域に監視するシステムの実用化例としてトンネル監視システムを紹介した。トンネル内部の状況を正しく判定するには個別の画像処理装置が高精度で動作することが求められる。ここでは移動ベクトルを用いてこれを達成した。他の例として洋上の船舶検出システムを紹介した。ここでは背景画像に輝度のゆらぎを取り込んで誤作動を抑制する方法を用いた。最後に検出人物の服装の特徴を使ってカメラ間の人物照合を試みる研究を紹介した。これはまだ実用システムとしては稼動していないが、ビル内の動線解析技術としてニーズは大きくなるものと考えている。

謝辞

洋上の船舶検出システムの研究にあたり、サンプル画像をご提供いただいた(株)日立国際電気には感謝いたします。

参考文献

- [1] 吉田典彦, “本格的な普及期を迎えたホームセキュリティ,” 電子情報通信学会誌, pp.319-323, 5月, 2003.
- [2] 上田博唯 他, “IP-2000/5000 シリーズの監視システムの実用例について,” 第3回動画画像実利用化研究報告会, pp.6-11, 1999.
- [3] 橋本学, “監視カメラ画像処理技術の展開,” 第11回画像センシングシンポジウム(SSII05)講演論文集, pp.35-40, 2005.
- [4] R.T.Collins et al., “Introduction to the special section on video surveillance,” IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol.22, no.8, pp.745-746, Aug. 2000.
- [5] 村松彰二 他, “テンプレートマッチングにおけるハードウェア化と高速化手法の開発,” 信学論 vol.J83-D-II No.7, pp.1667-1675, 2000.
- [6] 高藤政雄 他, “空間微分および差分処理を用いた車両抽出法,” 信学論 vol.J80-D-II No.11, pp.2976-2985, 1997.
- [7] 高橋一哉 他, “画像処理による交通流監視方法の研究,” 信学技報 PRMU97-6, pp.41-48, 1997.
- [8] 高橋一哉 他, “画像処理による交差点交通流監視方法の研究,” 信学技報 PRMU98-104, pp.91-98, 1998.
- [9] 高橋一哉 他, “画像処理技術を用いたサッカーゲーム分析システム,” 第12回外観検査の自動化ワークショップ, pp.73-78, 2000.
- [10] 北村忠明, “ITSにおける画像処理技術の動向,” 電子情報通信学会誌, pp.773-776, 10月, 2003.
- [11] 黒瀬修一 他, “トンネル異常事象検知システム,” 日立プロセスコンピュータテクニカルジャーナル, pp.17-22, No.4, 1999.
- [12] 高橋一哉 他, “洋上監視システム,” 画像ラボ, vol.13 No.9, pp.23-26, 2002.
- [13] 山田浩正 他, “背景差分法における波の誤検出抑制法の検討,” 信学技報 PRMU98-9, 1998.
- [14] 関真規人 他, “リアルタイム人物暴れ検出システム,” 第10回画像センシングシンポジウム(SSII04)講演論文集, pp.273-278, 2004.
- [15] 古川聡, “画像処理技術による高齢者介護用振る舞い検知システム,” 電子情報通信学会誌, pp.282-283, 4月, 2002.
- [16] 堀田都 他, “移動ベクトル群を用いた交通流計測精度の向上,” 電気学会 道路交通研究会資料 RTA-00-20, pp.53-58, 2000.
- [17] 島田竜也 他, “屋内侵入者検知のための動的背景抽出法,” 信学論 vol.J88-D-II No.10, pp.2054-2068, 2005.
- [18] 高橋一哉 他, “波などのゆらぎのある背景下での侵入者監視システムの研究,” 第1回動画画像実利用化ワークショップ, pp.12-17, 2000.
- [19] 高橋一哉 他, “洋上監視システムの研究,” 外観検査の自動化ワークショップ(VIEW2001)講演論文集, pp.117-122, 2001.
- [20] K.Takahashi et al., “A Study on Sea Surveillance System with Flapping Reference Image,” Proc. IAPR Workshop on Machine Vision Applications (MVA2002), pp.439-442, 2002.
- [21] K.Takahashi et al., “Combined Detection Method in a Sea Surveillance System,” IEICE TRANS. INF&SYST. vol.E88-D, pp.230-238, Feb. 2005.
- [22] 小沼知恵子 他, “複数カメラ間の人物追跡,” 動的画像処理実利用化ワークショップ2005 講演論文集, pp.101-105, 2005.