

平成21年 4月 1日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19500151  
 研究課題名（和文）  
 セキュリティ・防災環境認識のための動体検知処理の構築  
 研究課題名（英文）  
 Construction of detection method of moving object for the security and the environment  
 recognition of prevention of disasters  
 研究代表者  
 高橋 悟（TAKAHASHI SATORU）  
 香川大学・工学部・准教授  
 研究者番号：50297579

## 研究成果の概要：

画像の輝度変化に影響されず、個々の画像要素の属性（移動物体、背景、環境変化等）を判断し、複数の移動物体の識別・追跡が可能な動体検知システムを開発することを目的とする。

過去、独自に開発してきた単体の静止物体に対する識別フィルタである放射リーチフィルタや単体に移動する物体の識別手法を応用し、動画像中に複数存在する移動物体を個々に同時識別し、かつ追跡する新たな処理技術の構築を行う。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：画像理解・制御工学

科研費の分科・細目：分科：情報学 細目：知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：画像情報処理, 画像追従処理

## 1. 研究開始当初の背景

未知の環境下における不審侵入物の監視、防災活動のための環境認識、更には高度道路交通システムにおける車両計測や車両識別等の研究分野において、既存の固定カメラにより得られる時系列画像からある特定の移動物体を識別し、かつ追跡を可能とする手法を構築することは重要な課題である。時系列画像中の移動物体を追跡する際、画像間の輝度変化、特に時間経過に伴う太陽光等の外部光による画像中の輝度への影響、

更には移動物体自身が運動することで生じる物体の領域変化に伴う位置推定の難しさという様々な問題が生じる。これらの問題を解決するため、従来から背景更新手法の研究が盛んに執り行われているが、更新した背景画像がぼやけてしまうことがあり、また画像の輝度変化に弱く必ずしも正確な背景画像が作成されるとは限らない。そのため、背景更新手法は背景更新後の移動物体検出や追跡処理における精度を著しく低下させ、動画像に対する移動物体識別・追

跡には不適合な処理手法である。これらのことを改善するために、新たな手法を考える必要性がある。そこで、輝度変化に強くロバストなフィルタである放射リーチフィルタを応用し、かつ単体物体における識別手法を発展させることにより、動画像中の複数の移動物体を個々に識別し、かつ追跡する手法の確立を行う。

## 2. 研究の目的

固定カメラより得られる画像情報を基に、画像の輝度変化に影響されず、時系列画像要素の属性を判断し、複数の移動物体の識別・追跡を同時に可能とする動体検知システムを開発することが目的である。このとき、単体の静止物体に対する識別フィルタである放射リーチフィルタ技術や単体に移動する物体の識別手法を適用し、動画像中に複数存在する移動物体を個々に同時識別し、かつ追跡する新たな処理技術の構築する。まず、放射リーチフィルタは静止画像中に存在する物体を背景から分離し抽出する際、各画素の放射リーチ情報に基づき、画像の輝度変化にとらわれず、物体のみを抽出することが可能である。この放射リーチフィルタ手法を静止画像だけではなく、動画像に応用し、画像処理の高速化を考慮しながら複数の移動物体の同時識別・追跡処理手法を研究開発する。この処理技術の確立により、周囲の環境に影響を受けることなく、様々な移動物体の高度な検知が可能となる。特に、安全監視システム、防災活動支援システム、高度道路交通システム等の分野における適用が期待される。

## 3. 研究の方法

### (1) 移動物体の識別処理

時系列画像中の移動物体を識別するために、放射リーチ情報から画像間における移動物体の移動量を求め、その移動量をブロック領域毎に比較することで複数の移動物体の識別および遮蔽処理を行う。

移動量は時系列画像間の各画素に対する放射リーチ情報の残差絶対和を比較し、ベクトル値として算出する。通常の時系列差分による画像間のベクトル値を用いる手法より、精度よく各画素に対する移動量を導くことが可能である。さらに、ある画素領域のブロック毎にその得られた移動ベクトル値を比較することで、各ベクトル値の大きさや向き

の相違によりそのブロック領域内に移動体が含まれるかどうか識別することができ、複数の移動体を分離することができる。このとき、移動体に含まれないブロック領域のベクトルは零ベクトルである。従って、ブロック内で各画素に対する移動ベクトルのヒストグラムを作成し、ヒストグラムのピーク値が複数個存在するならば、その数が移動体の総数として考えられる。ただし、時系列画像間のノイズや放射リーチ情報のセンシティブな影響により、ヒストグラム上においてピーク値は多数出現してしまう。このため、各ブロックの移動ベクトル値にガウス関数により重み付けを行い、各ブロックに対する重み平均を算出する。その重み平均がある閾値以上のとき、その移動ベクトルがブロック領域内に存在する移動物体の移動ベクトルであると定義する。

### (2) アルゴリズム処理の高速化

各画素に対する放射リーチ情報を求める際、対象画素の周辺情報の活用しながらリーチ作成にかかる処理時間を減らし、処理速度の高速化を行う。このとき、リーチ情報の保存量が多くなるため、一括して全画素探索をするのではなく、領域限定を行いながらリーチ長を求める。

### (3) 移動物体の追跡処理

検知された識別領域に対して、画像間における対象移動物体領域の移動ベクトルを算出し、その移動ベクトルのヒストグラムを生成する。このヒストグラムにおける最頻値を逐次比較することで時系列画像間における物体領域が同一物体であるか判定処理し、各移動物体の同時追跡を行う。ただし、移動体が複数存在することがヒストグラムより理解される場合、すなわちピーク値が多く存在する場合は、各移動物体に対してブロック領域毎に膨張処理を施す。ブロック単位の膨張処理を施すことで、移動物体周辺部の検出もれの領域も検出することが可能となる。これにより、得られた膨張処理後の移動物体の領域に対し、移動ベクトル分の平行移動を行った処理画像を作成し、この修正画像と次の時系列画像を比較することで、各画像間における領域が同一の移動物体の領域か確認する。

この処理を時系列的に繰り返すことにより、移動物体を個別に同時追跡する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 移動物体の識別処理

放射リーチ情報から画像間における移動物体の移動量を求め、その移動量をブロック領域毎に比較することで複数の移動物体の識別の開発を実施した。特に、放射リーチ情報の残差絶対和を比較し、ベクトル値として算出する。そして、通常の時系列差分による画像間のベクトル値を用いる手法より、精度よく各画素に対する移動量を導くことを考慮した。さらに、ある画素領域のブロック毎にその得られた移動ベクトル値を比較することで、各ベクトル値の大きさや向きの相違によりそのブロック領域内に移動体が含まれるかどうか識別し、移動体を分離することを可能とした。

##### (2) アルゴリズム処理の高速化

各画素に対する放射リーチ情報を求める際、対象画素の周辺の情報を活用し、リーチ作成にかかる処理時間の低減を目指した。8方向のリーチ情報を4方向等に変更し、演算時間の低減化をはかった。また、全画素探索をするのではなく、画素領域限定を行うことも考慮した。

##### (3) 移動物体の追跡処理

画像間における対象移動物体領域の移動ベクトルを算出し、その移動ベクトルのヒストグラムを生成した。このヒストグラムにおける最頻値を逐次比較することで時系列画像間における物体領域が同一物体であるか判定処理し、複数の移動物体の同時追跡を行った。このとき、時系列画像間の放射リーチ画像を作成し、それより得られる移動ベクトルのヒストグラム上のピークを時系列保存し、時系列画像上の移動物体の追跡を可能とした。ただし、移動体が複数個存在することがヒストグラムよりわかる場合、すなわちピーク値が多く存在する場合、各移動物体に対してブロック領域毎に膨張処理を施し、移動物体周辺部の検出もれの領域も検出した。これにより、得られた膨張処理後の移動物体の領域に対し、移動ベクトル分の平行移動を行った処理画像を作成し、この修正画像と次の時系列画像を比較することで、各画像間における領域が同一の移動物体の領域か確認する。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① 中原和哉、高氏秀則、金子俊一、田中孝之、清水将志、宮下行雄、大村功、方向符号照合による農作業機のためのロボスト速度計測、電子情報通信学会論文誌、vol. J91-D、no. 3、pp. 793-802、2008、査読有
- ② 奈良俊介、高橋悟、単一CCDカメラと超音波センサ情報に基づく移動ロボットの障害物回避制御、電気学会論文誌産業応用部門、vol. 128、no. 6、pp. 733-741、2008、査読有
- ③ 大村 功、三田村智行、中原和哉、高氏秀則、金子俊一、清水将志、宮下行雄、方向符号照合法のFPGA実現に基づく農作業機のための実時間速度計測センサ、電子情報通信学会論文誌、vol. J91-D-II、pp. 1325-1335、2008、査読有
- ④ 奈良俊介、高橋悟、単一CCDカメラとレーザ距離計に基づくクレーン作業半径計測装置の開発、電気学会論文誌産業応用部門、vol. 127、no. 6、pp. 594-602、2007、査読有

[学会発表] (計 11 件)

- ① Fan Zhang, A. Matsushita, S. Kaneko and T. Tanaka, A blowing-based method of detecting trunk and estimating root position for weeding mobile robots、SPIE International Symposium on Optomechatronic Technologies、November 19th、2008、U. S. A.
- ② K. Kagoike, S. Takahashi, H. Takauji and S. Kaneko, Tracking method to random walk model based on orientation code matching、SPIE International Symposium on Optomechatronic Technologies、November 17th、2008、U. S. A.
- ③ 八木重崇、長原大輔、高橋悟、測域センサによる移動ロボットの駆動領域決定手法、知能メカトロニクスワークショップ、2008年9月9日、香川県

- ④ 籠池一宏、高橋悟、高氏秀則、金子俊一、方向符号照合法に基づくランダムウォークモデルの追跡、知能メカトロニクスワークショップ、2008年9月8日、香川県
- ⑤ S. Yagi, D. Nagahara and S. Takahashi, Path planning of mobile robot by vision and range, International Conference on Instrumentation, Control and Information Technology, August 20th, 2008, Japan
- ⑥ S. Takahashi and S. Kaneko, Motion tracking of crane hook based on optical flow and orientation code matching, International Workshop on Advanced Motion Control, March 26th, 2008, Italy
- ⑦ S. Takahashi and S. Nara, Navigation control for mobile robot based on vision and ultrasonic sensors, SPIE International Symposium on Optomechatronic Technologies, October 8th-10th, 2007, Switzerland
- ⑧ I. Nakayama, H. Takauji, S. Kaneko and T. Tanaka, Distortion and Scale Estimation for Robust Tag Registration, SPIE International Symposium on Optomechatronic Technologies, October 8th-10th, 2007, Switzerland
- ⑨ Y. Domae, H. Okuda, H. Takauji, S. Kaneko and T. Tanaka, 3-Dimensional Measurement of Cable Configuration being based on Feature Tracking, SPIE International Symposium on Optomechatronic Technologies, October 8th-10th, 2007, Switzerland
- ⑩ S. Takahashi and S. Kaneko, Model reconstruction based on radial reach filter, International Conference on Instrumentation, Control and Information Technology, September 18th, 2007, Japan
- ⑪ 長原大輔、高橋悟、超音波センサと視覚センサのデータ協調による移動ロボットの軌道生成、電気学会産業応用部門大会、2007年8月20日-22日、大阪府

6. 研究組織  
(1) 研究代表者

高橋 悟 (TAKAHASHI SATORU)  
香川大学・工学部・准教授  
研究者番号：50297579

(2) 研究分担者

金子 俊一 (KANEKO Shun'ichi)  
北海道大学・工学部・教授  
研究者番号：50134789