

ビデオカメラをセンサーとする戸外移動体の 画像領域の抽出法の検討

MATSUDA, Shuzo / MORISHITA, Iwao / HANAOKA, Shinji / 松
田, 修三 / 森下, 巖 / 花岡, 新治 / KURIHARA, Yusaku / 栗
原, 勇作

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学工学部研究集報 / 法政大学工学部研究集報

(巻 / Volume)

34

(開始ページ / Start Page)

13

(終了ページ / End Page)

18

(発行年 / Year)

1998-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00003795>

ビデオカメラをセンサーとする戸外移動体の画像領域の抽出法の検討

森下 巖, 松田修三, 花岡新治, 栗原勇作

Design of an Image Processing Algorithm for Automatic Extraction of Moving-Object Regions on Images Captured Sequentially with Video Cameras

Iwao Morishita, Syuzou Matuda, Shinji Hanaoka and Yusaku Kurihara

Abstract

This paper describes an algorithm for detecting moving objects on each of images captured sequentially with video cameras and also for extracting their regions on each of the images given. The basic principles employed are to calculate the difference between the background image stored and an input image, and to compare the difference with a threshold determined from the noise level in the image sequences. This method gives regions corresponding to each of moving objects but often they have several small holes. We employed a kind of majority decision logic to eliminate these defects. Some experimental results are shown where moving cars and walkers on outside roads are tried to detect.

§1 はじめに

ビデオカメラをセンサーとして道路を走行中の車両を検出し、画像中からその車両のある領域を抽出する問題については、すでにいくつかの研究が報告されている1)-2)。検出の基本原理は、ビデオカメラから得られる一連の画像系列において、移動体の存在しない背景画像と現在の画像から差分画像を作成し、その差分画像中において差分値の大きい画素の集合を移動体の存在領域とするものである。もちろん、一般に戸外の背景画像は時々刻々変化していくため、1枚の静止画像を背景画像として使用することはできない。時々刻々、適応的に背景画像を構成していく必要がある。これは、その時刻までに求められている背景画像と、現在の画像から移動体の領域を除去したものとを重ね合わせることによって構成する。

この手法の問題点は、移動体の存在領域として求めた部分画像中にしばしば欠落が発生することである。これは、移動体領域の画素には背景画像の画素とかなり近い値のものが存在するからである。とくに暗い領域においては、カラー画像の場合でも画素値の差は小さい値になる傾向がある。一方においては、ビデオカメラの出力にはあるレベルの雑音が付加しているため、隣接した時刻の画像の背景領域においても差分は完全な0とはならず、ある大きさの差分値が残る。したがって、差分値があるしきい値以下であれば移動体が存在しないと判定する場合、ある程度の誤判定は避けられない。

この欠落の問題を解決するため、仲西ほか³⁾はビデオカメラの撮像面を走行車両の移動方向と平行に設置し、隣接した時刻の複数枚の画像から同一の車両が水平方向に一定距離平行移動して存在しているのを抽出する手法を提案した。抽出した車両領域を水平方向の移動分だけ位置をずらせて重ね合わせることにより車両領域内の欠落を除去することができ、車両領域の部分画像から車種を判定するのが容易になる。ただし、カメラの設置法に大きな制約があるだけでなく、人間のよう形が変形しつつ移動するものの検出には利用できない。

そこで、本論文においては、検出しようとする対象があるサイズ以上の大きさのもんであると仮定し、発生した欠落を「多数決論理」や「拡大縮小法」などの処理手法によって補正することを試み、一般的なカメラ位置からの走行車両の抽出や、自然な形で歩行する人物の抽出に適用する。

§ 2 対象に関する条件

この抽出システムにおいては、対象は下記の条件を満たすものと仮定する。

- (1) 対象の形状は変形してもよいが、そのサイズは画像上においてある画素数以上の面積を占め、境界線はある短い長さの線分がつながったものと近似できる。
- (2) 全画像面積 A と比べて対象の存在領域の合計面積 S は小さい。すなわち、対象は複数個が存在してもよいが、 $A \gg S$ が成立する。

第1の条件を利用して欠落や孤立点除去の処理を行う。また、第2の条件を利用して、全画面の画素値の分布より画像の雑音レベルを推定し、有意と見なせる差分値の大きさを決定する。また、背景画像の大部分が時々刻々更新されていくことが望ましいが、これは第2の条件が成立することによって保証される。

§ 3 抽出システムの構成

抽出システムの構成を Fig. 1 に示す。まず、“差分処理部”では、ビデオカメラから得られる入力画像 I_n (n は時刻を示す) と背景メモリから得られる背景画像 B_n との差分を計算し、差分画像 X_n を出力する。つぎの“しきい値処理部”では、差分画像の画素値の平均と分散よりしきい値を定めて2値化を実行する。この出力2値画像が Z_n である。“整形処理部”では移動体領域中の欠落を除去する処理を実行する

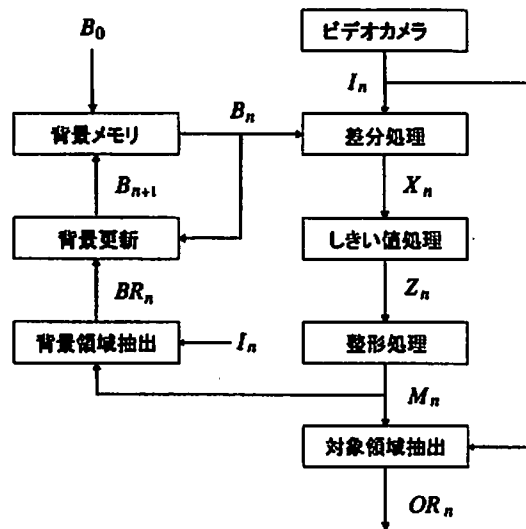


Fig. 1 抽出システムの構成図。 I_n : 入力画像, B_n : 背景画像, X_n : 差分画像, Z_n : 2 値化画像, M_n : マスク画像, OR_n : 対象領域画像, BR_n : 背景領域画像, B_{n+1} : 更新された背景画像。

が、その手法は後述する。整形処理が完了すると、移動体の存在領域を示すマスク画像 M_n を作成して出力する。このマスク画像ともとの入力画像 I_n より、“対象領域抽出部”では対象領域画像 OR_n を構成して出力し、また、“背景領域抽出部”では背景領域画像 BR_n を構成して出力する。これは、新しい背景画像 B_{n+1} を構成するのに使用する。

なお、処理の開始に先だって、背景メモリに背景画像の初期値 B_0 を格納しておかなければならない。処理の開始時刻に移動体が存在していない場合には、その時刻の入力を初期値とすればよい。移動体が存在する場合には、複数枚の入力画像から背景領域画像を作成し、これらを重ね合わせて初期画像を作成する。

§ 4 しきい値の決定と欠落・孤立点除去の手法

差分画像の画素値は、R, G, B 各成分の差の絶対値の平均値で与える。また、これを 2 値化するためのしきい値 θ は、差分値の平均値 μ と分散 σ^2 より

$$\theta = \mu + \lambda \sigma, \quad \lambda = 1.5 \sim 2.5$$

で与える。パラメーター λ の値もあたえられた画像から自動的に決定するのが望ましいが、ここでは処理結果を見ながら微調整することにする。

2 値化画像の整形手法としては、拡張縮小法も利用できるが、ここではもっとも簡単な多数決論理法を使用する。対象点の近傍にある領域をとり、その領域内で 1 をとるものが多数であるか、0 をとるものが多数であるかによって、対象点の値を決定する。以下に述べる処理例では、 $640 \cdot 480$

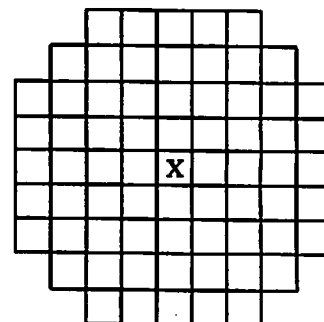


Fig. 2 多数決論理に使用する 6 9 画素の領域。3 5 画素以上が 1 であれば $X = 1$ とする。

§ 5 処 理 例

写真1は、駐車場内を移動する車を抽出したものであり ($\lambda = 2.0$)、写真2は、キャンパス内を歩行する人物を抽出したものである ($\lambda = 1.5$)。2値化では移動体の領域に欠落が発生し、また、背景を誤って移動体と判定する領域も現れるが、簡単な多数決論理を1回実行するだけで大半が除去されている。写真1では、車領域の重心を求めて結合することにより、移動軌跡も計算した。なお、Fig. 3に写真1の場合の差分画像と入力画像の画素値の分布を示すが、前者が0近傍に集中することが確認できる。

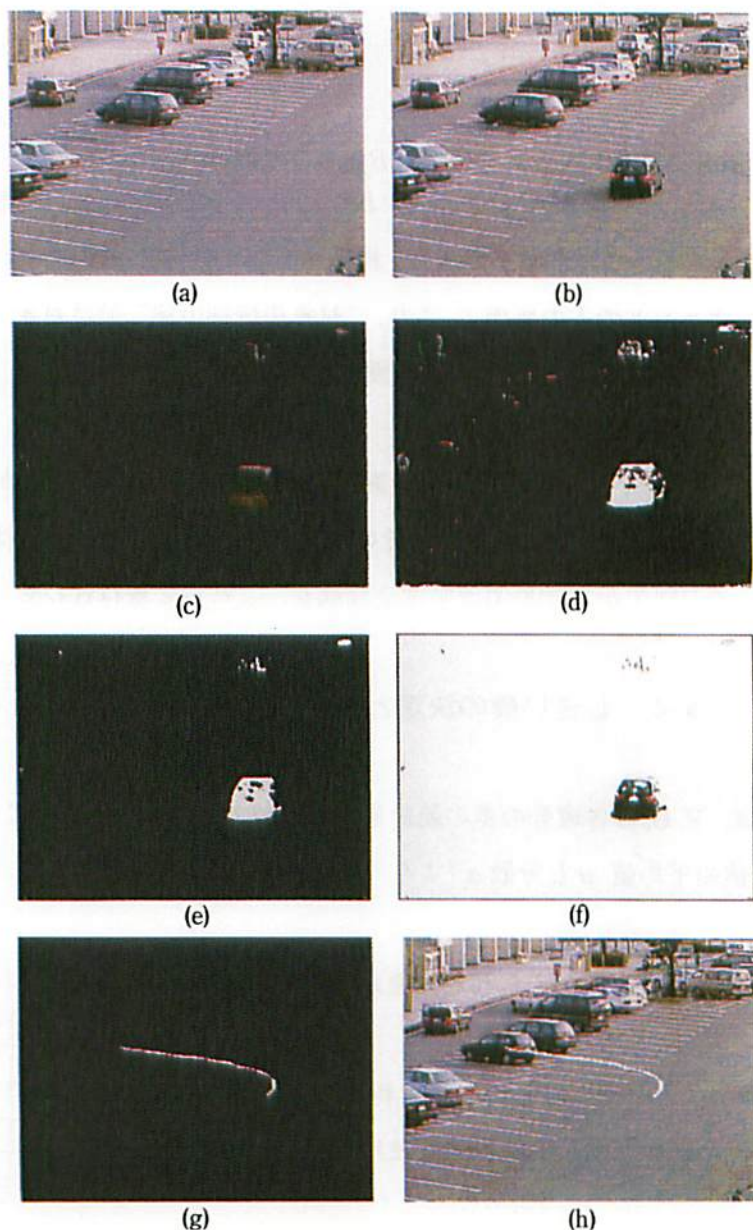


写真1 駐車場内を移動する車の抽出。(a) 背景画像 B_n , (b) 入力画像 I_n , (c) 差分画像 X_n , (d) 2値化画像 Z_n , (e) 整形を施したマスク画像 M_n , (f) 対象領域画像 OR_n , (g) 車領域の重心位置の計算と結合, (h) 車の移動軌跡の入力画面上への表示。

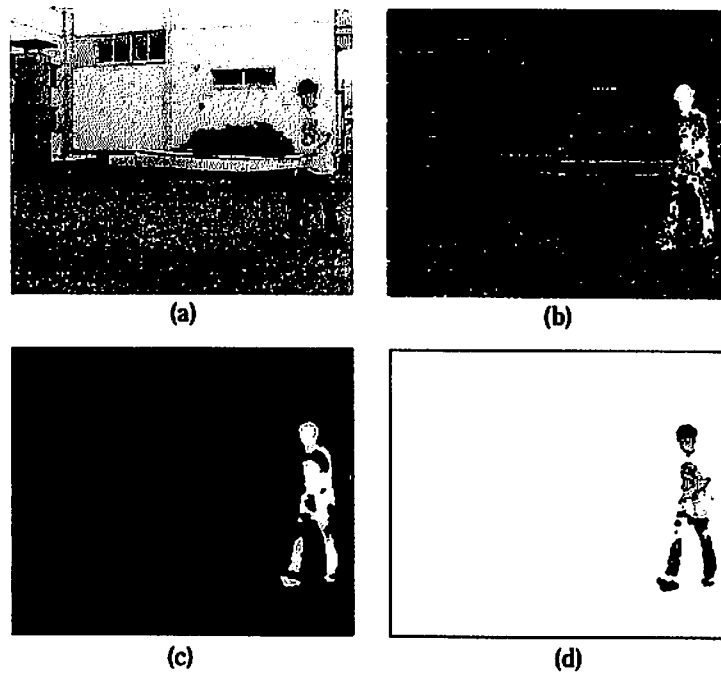


写真2 キャンパス内を歩行する人物の抽出.(a) 入力画像 I_n , (b) 2 値化画像 Z_n , (c) 整形を施したマスク画像 M_n , (d) 対象領域画像 OR_n .

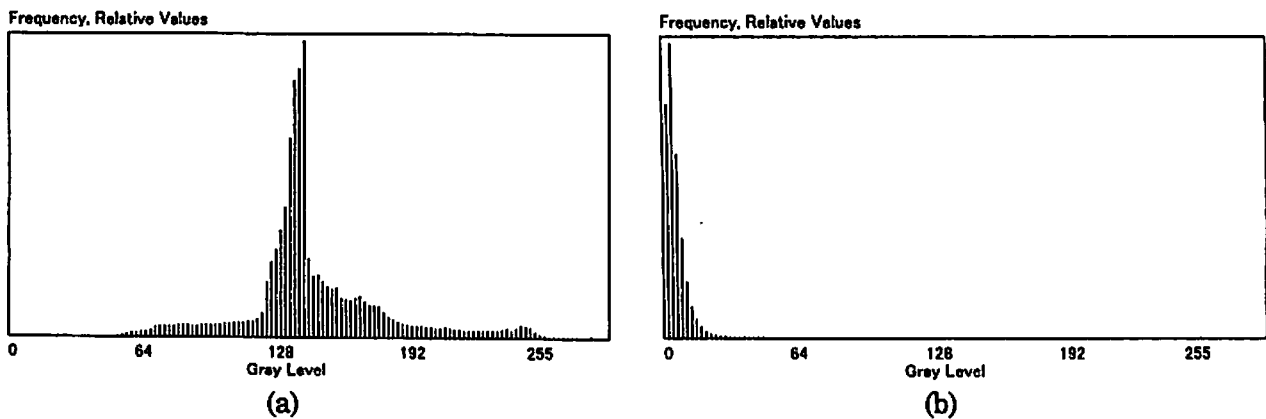


Fig. 3 入力画像と差分画像の画素値の分布.
(a) 入力画像の画素値 (R, G, Bの値の和), (b) 差分画像の画素値.

§ 6 む す び

適応的に構成する背景画像を利用して移動体の存在領域を自動的に抽出する画像処理システムを構成し、抽出処理の実験を行った。2 値化の結果には誤った判定領域が発生するが、単純な多数決論理を使用するだけで、誤った領域の大半を除去できることが知れた。ただし、誤った領域をより小さくするには、より精密な整形処理を導入する必要がある。

参 考 文 献

- 1) Seed, N. L. and Houghton, A. D. : "Background updating for real time image processing at TV rates", Proc. SPIE, Image Processing, analysis, measurement and quality, vol. 901, pp. 73-81 (1983).
- 2) Takatoo, M., Kitamura, T., Okuyama, Y. and Kobayashi, Y.: "Traffic flow measuring system using image processing", Proc. SPIE, Automated inspection and high-speed vision architectures 3, vol. 1197, pp. 172-180 (1989).
- 3) 仲西, 塩, 石井: " 時空間画像処理による走行車両像自動抽出法", 電子情報通信学会論文誌, vol. J77-D-II, no. 9, pp. 1716-1726 (1994).
- 4) 草薙, 早川, 松田, 森下: " 画像系列を用いる道路画像からの移動物体の抽出", 第35回計測自動制御学会学術講演会論文集, pp. 919-920 (1996).