

## Web カメラ画像を用いた公共交通機関の運行状況抽出

伊藤 光平<sup>†</sup> 斎藤 隆文<sup>‡</sup>東京農工大学 工学部情報工学科<sup>†</sup> 東京農工大学 大学院生物システム応用科学府<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

近年、問題となっている二酸化炭素削減のための対策の一つとして、電車やバスなどの公共交通機関の利用促進が挙げられる。そのために、今まで以上に利便性の向上が求められる。一例として、公共交通機関の運行状況に関する情報を得ることは多くの利用者が求めるニーズと考えられる。しかし、これらの情報は各交通機関の会社で管理されているが、我々に提供されている情報は一部分だけである。

そこで、本研究では図1のように Web カメラを用いて定点撮影を行った画像の画像情報から、公共交通機関の運行状況に関する情報の抽出を行い、利用者に提示することを目標とする。今回は、特に電車の運行状況に関する情報、具体的には、通過時刻やダイヤとのズレ、車両の種類(上り・下り)などの情報抽出を目指す。Web カメラの画像情報を用いて、情報を抽出することで直観的で、リアルタイムな情報取得が可能である。



図1 入力画像例

## 2. 提案手法

## 2.1. 背景モデルを用いた車両抽出

本研究では、画像からの電車の運行状況に関する情報の抽出を行う。画像から移動物体の情報を抽出する場合、はじめに画像中の対象領域

(前景)を特定する必要がある。これに対する基本的な手法として、背景差分法[1]やフレーム間差分法がある。しかし、これらの手法には照明の変化や木々の揺れのような時間的変動に対応できないという問題点[2]がある。この問題に対して統計的背景差分法と呼ばれる手法がある。この手法を用いて画像から電車の写っている領域の抽出を行う。

## 2.1.1 統計的背景差分法

単純な背景差分法では、あらかじめ背景のみの画像(背景画像)を用意し、入力画像との差分を取ることで前景抽出を行う。そのため、照明変化や時間的変動に弱いという問題点があった。そこで、統計的背景差分法では過去のフレームから統計的に背景モデルを作成・更新することでこれらの問題に対応させている。

現在、様々な背景のモデル化手法による統計的背景差分法が提案されているが、その一つにガウス分布による背景モデルを用いた統計的背景差分法[3-5]がある。これは画素毎に混合ガウス分布によって背景モデルを構築する手法である。複数のガウス分布によって背景モデルを構築するため、急な背景変動にも対応できる。また、移動物体が画像中で停止し、背景の一部となった場合にも対応可能である。

## 2.1.2 ガウス分布による背景推定

時刻 $t$ までに得られた画素値 $\{X_1, \dots, X_t\}$ は $K$ 個のガウス分布を用いてモデル化することができる。このとき、各ガウス分布は以下のパラメータによって表現される。

$\omega_{i,t}$  : 時刻 $t$ における $i$ 番目の分布が持つ重み

$\mu_{i,t}$  : 時刻 $t$ における $i$ 番目の分布の平均値

$\sigma^2_{i,t}$  : 時刻 $t$ における $i$ 番目の分布の分散値

これらを用いた背景モデルの推定方法[3-5]を以下に述べる。

Step 1. 新たに観測された画素値 $X_t$ に対して、 $K$ 個の分布の中からマッチする分布を探す。任意定数を $d$ と表すとき、次式(1)を満足する分布にマッチしたとみなす。

$$|X_t - \mu_{i,t}| < d * \sigma_{i,t} \quad (1)$$

“Information Extraction About Traffic Situation of Public Transportation with Web Camera Image.”

<sup>†</sup>Kohei ITO, Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology.

<sup>‡</sup>Takafumi SAITO, Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

Step 2.  $K$  個のガウス分布のパラメータを更新する。ただし、平均値  $\mu_{i,t}$  と分散値  $\sigma_{i,t}^2$  に関してはマッチした分布のみ更新を行う。

Step 3. Step 1 でマッチする分布が一つも見つからなかった場合、観測された画素値  $X_i$  を元に新たな分布を追加する。そのとき、既に  $K$  個の分布が存在している場合は、照合度  $\omega/\sigma^2$  が最も低い分布を削除し、新たに分布を追加する。

Step 4. 画素毎に照合度  $\omega/\sigma^2$  の値によって降順にソートする。

Step 5. 次式(2)を満足する  $B$  個の分布を新たな背景モデルとする。ただし、 $thr$  は任意の閾値を表す。

$$B = \arg \min_b \left( \sum_{k=1}^b \omega_k > thr \right) \quad (2)$$

一般的に、一連の画像中に背景は前景よりも頻繁に現れる。この前提から、出現率の高い分布は背景モデルに属している確率が高いと言い換えることができる。このことから、Step 4, 5 ではガウス分布を照合度によってソートし、照合度の高い複数の分布で背景モデルを更新している。本研究では、観測された画素値がマッチした分布が、背景モデルであった場合はその画素を背景とし、そうでなかった場合には前景としている。入力画像に対して、車両抽出を行った結果の例を図2に示す。



図2 前景抽出結果例

## 2.2. 車両追跡

画像中の車両抽出だけでは、車両の種類に関する情報を得るのは困難である。そこで、抽出した車両の動きを追跡することで、その動きの様子から他の情報の抽出を行う。物体追跡の一般的な手法としては、エッジなどの形状を特徴量とした手法が挙げられる。しかし、電車のように車体が長い場合、一度に全体の形状特徴量に関する情報を取得するのは困難である。この場合、前景抽出された領域の一部分だけが追跡

され、追跡可能な領域と、他の部分との統合処理が必要となる。そこで、形状以外の特徴量として色ヒストグラムを用いた追跡手法を用いる。この手法は、形状や見え方の変化に頑強な物体追跡手法である。また、電車のように単調なテクスチャを持つ物体では、全体の色ヒストグラムとある領域だけの色ヒストグラムが非常に似通ったものとなる。このため、一部分の色ヒストグラムを取得することで全体を追跡することが可能となる。

## 3. おわりに

本研究では、ガウス分布を用いた背景推定による背景差分法と、色ヒストグラムによる物体追跡を用いて、公共交通機関の運行状況に関する情報の抽出を行った。現状として、ガウス分布を用いた背景差分法によって、照明変化などに強い前景抽出を行った。また、形状や見え方の変化に対して頑強な色ヒストグラムによる物体追跡手法を用いることで、電車のような長い車両に対しても比較的安定した追跡を実現した。

今後の課題としては、具体的な情報抽出部分の実装と各抽出処理制度の向上が挙げられる。車両抽出・追跡処理を行った結果から実際に運行状況に関する情報の抽出を行っていく。

## 参考文献

- [1]. 波部 斉, 和田 俊和, 松山 隆司: 照明変化に対して頑強な背景差分法, 情処学研報, CVIM115-3, 2000.
- [2]. 「環境変化によらない侵入者検出」, <http://www.suri.it.okayama-u.ac.jp/research/2003/baba/>, (Access:2012/01/11).
- [3]. Z. Zivkovic, "Improved adaptive Gaussian mixture model for background subtraction", *International Conference on Pattern Recognition*, Aug 2004.
- [4]. C. Stauffer and W.E.L. Grimson, "Adaptive background mixture models for real time tracking", *Computer Vision and Pattern Recognition* 1999, Colorado Springs, June 1999.
- [5]. K. Quast and A. Kaup, "Real-time moving object detection in video sequences using spatio-temporal adaptive Gaussian mixture models", in *Proceedings of the International Conference on Computer Vision Theory and Applications*, Angers, France, 2010.