

背景差分と色の差異を利用した人物の追跡

太田 健吾

立命館大学 情報理工学部
Itatyo@ubi.cs.ritsumei.ac.jp

西尾 信彦

立命館大学 情報理工学部
nishio@cs.ritsumei.ac.jp

概要

今日、ユビキタス環境を構築する上で、歩行者の位置を取得することは重要になりつつある。人物を認識する試みも行われており、ハードウェアを用いる方法としては、熱赤外カメラやレーザスキャナなどを用いる方法などがある。ソフトウェアを利用する方法としては、エッジ検出や背景差分などが用いられ、複数の手法を併用することが一般的である。これらは正確に人物を検出しようとする試みであるが、計算量が膨大になったり、様々なデバイスが必要で導入コストが高くなる。そこで、我々は比較的少ない計算量と廉価なデバイスで、人物を認識する手法を提案する。本手法では、背景差分を用いて人物を検出し、人物の上下の服装の色相の違いで人物を識別する。デバイスは、パソコンと CCD カメラのみを用いた。プロトタイプを実装し、処理の負荷を計測した結果、本手法の有効性が示唆された。

キーワード：画像認識, 背景差分, 人物追跡, 色認識

Human Trace by using difference with colors and background

Kengo Ohta Nobuhiko Nishio

Department of Computer Science, Ritsumeikan University

ABSTRACT

Recently, capturing user's position is becoming very important in ubiquitous computing. Various attempts to recognize the person are experimented on. For instance, in these attempts, thermal infrared camera and laser scanner are used as the method of using the hardware. There are edge detection or for background difference in a method using software. And, it is necessary to do a complex calculation in these methods. A purpose of these approaches is to detect a person more precisely. However, there is a problem that is computational complexity is enormousness and various devices are needed and so very expensive in these methods. In addition, although these methods can recognize a position and an image of a user, however, for example, these cannot identify and shows every user under ubiquitous environment. Therefore this research tries to identify the users by using the color of users' lower and upper clothes with very simple devices. And in this research, to identify the person by comparatively small computational complexity only using the personal computer and the CCD camera is a feature.

Keyword: Image Recognition, Background Difference, Human Tracing, Color Recognition

1 はじめに

今日、ユビキタス環境を構築する上で、歩行者の位置を取得することは、非常に重要になりつつある。色々な人物を認識する試みがなされているが、例えば、ハードウェアを用いる方法としては、熱赤外カメラ [2] やレーザスキャナ [3] などの様々なデバイスを用いる方法などがありソフトウェアを利用する方法としてはエッジ検出や背景差分などと複雑な計算式を併用して用いる方法などがある。これらは、より正確に人物の像を検出しようとする試みである。

それぞれの手法の詳細については、関連研究の項目で述べることにし、ここでは、特徴について触れる。

● ハードウェアを用いる方法

この方法は、様々なハードウェアを複合的に用いる方法である。導入コストがかさむといった問題があり、また収集したデータの解析のためにも多くの計算が必要である。

● ソフトウェアを用いる方法

高価なデバイスを用いる代わりに、主に数学的な公式や方程式を用いて、膨大な計算を実行し、歩行者の位置や形状を割り出す手法である。計算に時間がかかるため、高速なマシンを利用しなければならない。

これらは、計算量が膨大になったり、様々なデバイスが必要で導入コストが高くなる傾向にある。またさらに、これらの方法は人間の形を抽出することに主眼をおかれているので、人物の形は認識できても、例えば、ユビキタス環境下において、歩行者を識別し、その人にあった情報を提示するといった利用は難しい。

そこで、背景差分によって人物を検出し、その人物の上下の服装の色相を抽出し、その平均値を利用して、パソコンと CCD カメラだけを用いて、比較的少ない計算量で人物を“認識”ではなく“識別”することを試みた。なぜ、上下の色相を用いるかと言うと人の服装は上下の色で特徴があり、上下の色の組み合わせで、識別に用いることが出来ると考えられるためである。また、色相を用いる理由は、色相には明るさの情報がないため、周りの明るさが変化したり、陰が映り込んでも、色相値は変化を受けにくい為である。

本稿の構成は全 7 章で構成される。2 章ではこの研究の背景となった本研究室において取り組んできた街

中情報配信の研究に関する概要と評価および課題をまとめる。3 章ではシステムの概要を述べ、4 章では、プロトタイプ実装について述べる。5 章ではプロトタイプ実装に関する評価を述べ、6 章では本研究に関連する研究について述べる。7 章でまとめる。

2 本研究の背景

本章ではこの研究の背景として本研究室で行っている実験について述べる。

● Wonder Wall

Wonder Wall[1] は、Push 型の街中情報配信システムであり、本研究室と株式会社リクルートとの共同研究で行われているプロジェクトである。

このシステムでは CCD カメラによって、街中を歩く人を認識すると、図 1 の様にプロジェクタから壁に向けてリング型の情報の輪を生成し、歩行者の移動に合わせて情報コンテンツの輪を回転させ、常に歩行者が見ることの出来る位置に移動させる。(図 2) 歩行者が興味を持ったコンテンツの前で立ち止まると、その動作をトリガとして、輪の一番手前にあるコンテンツが拡大し、クローズアップされて詳細情報を見ることが出来る。

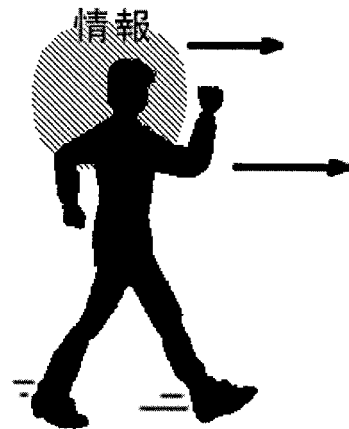


図 1 WonderWall の仕組み

このシステムを使って実際に、図 3 に示すように、2006 年 9 月、京都市内において、三条あかり景色 [5] というイベントにおいて実証実験を行った。

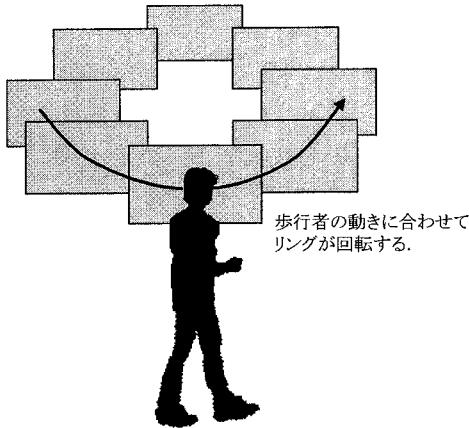


図2 歩行者の動きに合わせた WonderWall の動き

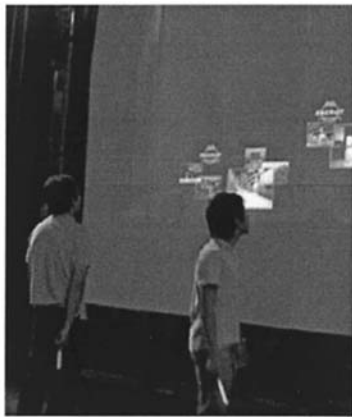


図3 三条あかり景色の様子

● 問題意識

歩行者は背景差分を用いた手法で検出している。この場合、問題となるのは、以下の図4の様に、歩行者同士の位置が重なってしまった場合、再度分離した時に、すれ違ったのか、追い越したのか、出会ってから分かれたのかなどが判別できないため、それぞれの歩行者をシステムが識別し続けることができない点であった。そのため、複数の歩行者を識別して、それぞれに向けた個別のサービスが提供できない。

特に歩行者が交わるとその後の識別が困難であるという問題点がある。また、他の画像認識の研究と同様に膨大な計算をしているので、高速な演算処理が行える計算機を必要であるという問題点も

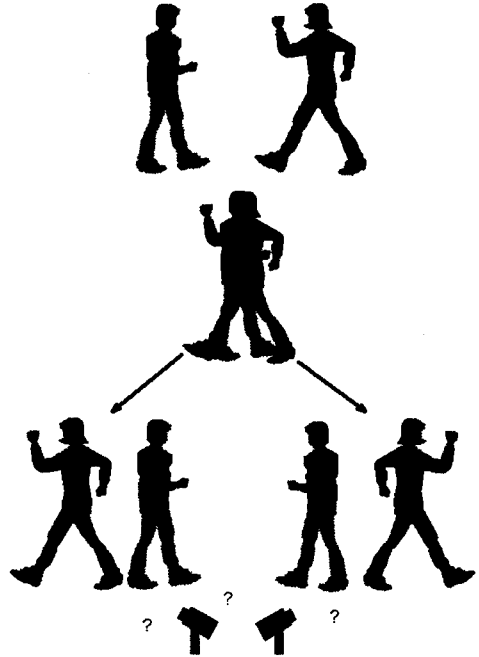


図4 歩行者同士の動き

ある。

3 システムの構成と設計

本章ではシステムの構成、システム設計、システムフローについて述べる。

3.1 システム設計

2章で述べた問題点を解決する手法を用いたシステムの設計を以下に述べる。問題となるのは、複数人が交わったり、追い抜いたり、すれ違ったりする場合に、システムが歩行者を識別できなくなることである。複数人を識別できない理由は、歩行者の特徴点をとらえ、さらにその情報を保存し、利用できていなかったためである。そこで、本研究では、歩行者の服装の色に着目して、その情報を保存し、利用して歩行者を識別することにした。色には様々な表現系が存在するがその中でも色相値の情報を保存し利用することとした。色相を用いる理由は、色相には明るさの情報がないため、周りの明るさが変化したり、陰が映り込んでも、色相値は変化を受けにくい為である。

システムは以下の6つの部分に分類される。

1. 画像の背景差分部
2. 人物検出部
3. RGB 情報取得部
4. RGB →色相値 変換部
5. 色相値平均化部
6. 歩行者判定分

各部分のつながりとシステムフローについては次節で詳細を述べる。

3.2 システムフロー

図 5 は、CCD カメラなどを用いて取得する入力画像列に対して、人物を識別するために行う処理の流れである。

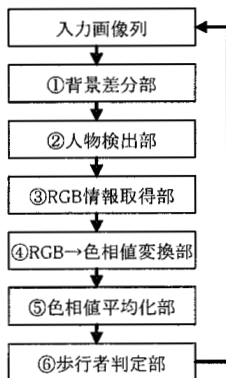


図 5 システムフロー

各項目について以下に詳細を述べる。

- ① 背景差分部
 1. 入力画像を背景として保存する。
 2. 現在の入力画像と背景の差分を抽出する。また、入力画像列に含まれるノイズを軽減するための補正処理を併せて行う。
- ② 人物検出部
 1. 抽出した背景と入力画像の差分の輪郭を抽出する
 2. 輪郭からある一定以上の大きさの物体を人物として検出する。
 3. 人物を囲む矩形領域を取得する
- ③ RGB 情報取得部
 1. 上半身の服装の色をサンプリングするため、人物を囲む矩形領域の上部かつ、保存してある背景以外の複数箇所からランダムに RGB 情報を取得し、サンプルとして保存する。
 2. 同様に、下半身の服装の色をサンプリングす

るため、人物を囲む矩形領域の下部かつ、保存してある背景以外の複数箇所からランダムに RGB 情報を取得し、サンプルとして保存する。

- ④ RGB →色相値変換部
 1. RGB 値で表現されているサンプルをすべて色相値に変換する。
- ⑤ 色相値平均化部
 - 色相値に変換した矩形領域上下のサンプルそれぞれの平均値を求め、検出した人物を識別する色相値の組として記憶する。
- ⑥ 歩行者判定部
 - ①～⑤の処理で得られた上下の色相値の組と、前回保存した色相値の組を比較する。一致した場合は、前回と同一人物と識別する。一致しない場合は、新たな人物を識別する情報としてその上下の色相値の組を新たに登録する。

以下、入力画像列に対し、繰り返し処理を行う。

4 プロトタイプ実装

本章では本システムの現在の実装に関して述べる。

4.1 動作環境

プロトタイプの動作環境は、カメラは USB 接続の Logicool の Web カメラ QcamFusion [6] を用いて、ThinkPad X60s によって画像処理および画像認識を行っている。マシンの性能は Intel CoreDuo 1.66GHz で、RAM は 1.5GB である。実装には、Intel Open Source Computer Vision Library[7](以下、OpenCV と略) と Intel Image Processing Library[8](以下、IPL と略) を利用して、C++ 言語によって実装した。

実際に人物の識別処理を行っている様子は図 6 の通りである。左下がオリジナル画像を表示したウィンドウであり、背景差分後の処理の様子が右上のウィンドウである。右下のウィンドウに表示されている長方形は人物としてシステムが認識している領域を表す。この長方形を上部と下部に分割し、指定したサンプル数になるまで、ランダムに画素を取得する。ただし、あらかじめ保存してある背景画像と RGB 値が一致する画素については、矩形領域には含まれているが人物ではないと判断し、サンプルとして取得しない。

右上はサンプルとして取得した画素の RGB 値と位

置を、拡大してプロットしている。ここではサンプル数は300に設定してあるが、矩形領域の中に含まれる背景部分の画素はサンプルとして取得していないことが確認できる。



図6 実験の様子

5 評価

本章では、4章で述べたプロトタイプ実装の評価を述べる。

プロトタイプを用いて、色相を用いて人物を識別する処理を行った場合の1秒あたりのフレーム数を調査した。プロトタイプでは、人物を識別するために矩形領域の中の画素をサンプルとして取得している。サンプルの数が少なすぎれば、人物の特徴を色相を用いて十分に識別することができず、取得したサンプルの位置によっては、人物を誤認することも考えられる。したがって、人物識別の精度を保つために一定数以上のサンプルを取得する必要があると推測できるが、あまりにも多くのサンプルを取得することで、処理の負荷が増大してしまえば、比較的少ない計算量で人物を識別するという本提案手法の前提を満たさない。

したがって、プロトタイプが人物を識別する処理を行った場合に、Webカメラから入力された映像の1秒あたりのフレーム数と、人物識別処理の各段階までを行った場合の1秒あたりのフレーム数を比較し、処理の負荷を計測、検証した。

なお、計測する処理の段階は、Webカメラの映像を入力画像列としてプロトタイプ上で取得する処理（画像読込段階）まで、入力画像列と背景画像との差分を抽出する処理（背景差分段階）まで、抽出した差分の

輪郭から矩形領域を検出する処理（人物検出段階）まで、矩形領域からサンプルを取得し色相の平均値を求める処理（人物検出段階）までの4段階とし、また、人物検出段階については、取得するサンプル数を変化させて計測した。

結果を表1と図7に示す。

表1 処理に対する1秒あたりのフレーム数の変化

処理の内容	サンプリングの数	1秒あたりのフレーム数
画像読込	-	19.87
背景差分	-	15.29
人物検出	-	11.88
RGB取得 +色相変換 +色相平均化	10	11.52
	100	11.09
	300	11.31
	1000	9.66
	5000	7.7
	10000	6.89
	20000	4.67
	40000	3.69

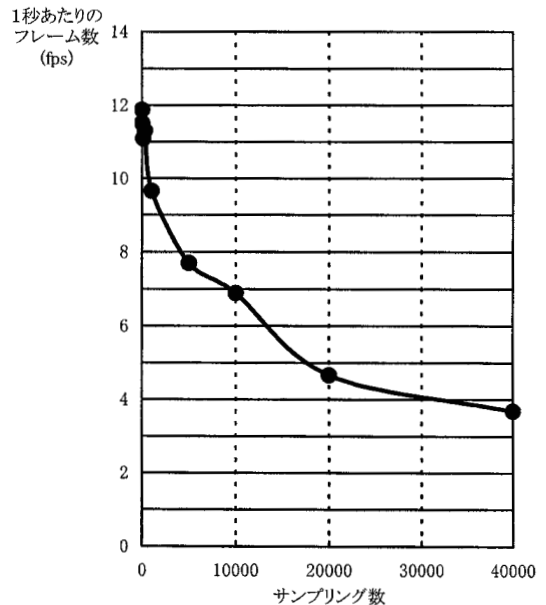


図7 サンプル数と1秒あたりのフレーム数の関係

その結果、人物検出段階まで処理を行った場合でも、サンプル数300個前後まではフレーム数は大きく減少することなく色相の平均値を取得できていることがわかる。プロトタイプでは、サンプル数を300個程度

に設定すれば、歩行する人物を検出・識別することが可能であるため、本手法を用いることで比較的負荷の小さな処理によって人物の識別を実現する可能性が示唆される。なお、4万個のサンプルを取得すると、フレーム数は1秒間に3フレーム強となり、人物の歩行、すれ違いといった挙動を映像として十分に捉えることができないため、移動中の人物を識別する上でも精度が保てず、問題が発生すると考えられる。

今後は、検証を行った環境下以外でも、識別の精度を保つことのできる適切なサンプル数を求めることが必要である。

6 関連研究

本章では既存研究を述べる。

6.1 マルチレーザスキャナを用いた歩行者の抽出

この研究は、複数のレーザスキャナを使って、歩行者の動きを抽出したり、また人数を計測する研究である。画像解析などで人物の形を検出して人物を抽出するのではなく、近赤外線であるレーザを用いて人物の投光した光の反射を利用して物体までの距離と位置を把握している。レーザ光線を用いることによって拡散が少なく、また、高い解像度があるため一度に多くの人物を抽出できるというメリットがある。

問題となるのは、たくさんのレーザをスキャナを用いるため非常に高価なシステムとなることである。論文では、8台のカメラを用いていた。また、独のSICK社製のLMS200[9]というレーザ測定システムを用いており、価格は調査したところ1台60万円であり、到底安価なものとは言えない。

6.2 Fast Level Set Method を用いた複数移動物体の実時間追跡

Level Set Method は位相変化が可能な動的輪郭モデルであり、境界を直接移動させるのではなく、補助関数を更新することによって、人物等の追跡が可能であるシステムである。この研究では、この従来のLevel Set Methodと比較して、この研究では、最近傍探索処理を単純化することによって高速化を図っているものがFast Level Set Method[4]である。これによって人物の形を正確かつ計算量が多いが実時間で捉えることが出来る。しかし、従来のLevel Set Methodに比べると、高速化を図っているものの、計算量が膨大になるということに代わりはなかなかり高速な機械でないと実時間追跡は不可能である。

7 まとめ

本稿では、歩行者の服装の色相情報を用いることによって人物識別を行った。そして、識別する手法について設計および実装と評価を行った。様々な歩行者追跡手法があるものの、詳細な形状を検出したりするわけでないのであれば、色相情報を利用することは有効な手法であると思われる。さらに、加えて、簡易なデバイスでかつ、従来方法よりも比較的少ない計算量という点も特筆すべき点である。しかし、同じ制服を着ている集団などの識別は非常に困難であると予想される。その場合、サンプル数を一時的に増やすなどして対応できるのかなどについては今後の課題として挙げられる。

今後は、本手法をさらに発展させ、計算量を増大させずに、様々な状況下において人物の識別率を向上させることを目指す。

参考文献

- [1] Nobuhiko Nishio, Koji Shuto, Kiyoto Tani, Takamichi Ishihara, Tomonori Morikawa, Wonder Wall:Realization of Interactive Wall in the Movie Minority Report, Demos of UBI-COMP'06(Sep.2006)
- [2] 中村 匡伸, 趙 奔菁, 柴崎 亮介:”熱赤外カメラを用いた歩行者追跡手法の提案”, 全国測量技量大会 2002”学生フォーラム”, Jun. 2002.
- [3] 中村 克行, 趙 奔菁, 柴崎 亮介, 坂本 圭司, 大鋸 朋生, 鈴川 尚毅:”マルチレーザスキャナを用いた歩行者の抽出”, 第10回 画像センシングシンポジウム 講演論文集 pp.409-414, パシフィック横浜 (神奈川県), Jun. 2004.
- [4] 岩下 友美, 倉爪 亮, 辻 徳生, 原 健二, 長谷川 勉”Fast Level Set Method を用いた複数移動物体の実時間追跡”, 第9回ロボティクスシンポジウム講演会予稿集, 5B1, 2004
- [5] 三条 あかり 景色, <http://www.dokyoto.jp/machi/akari/index.htm>
- [6] Logicool, <http://www.logicool.co.jp/>
- [7] Intel Open Source Computer Vision Library, <http://www.intel.com/technology/computing/opencv/>
- [8] Intel Image Processing Library, <http://www.intel.com/technology/computing/opencv/>
- [9] LMS200, http://sick.jp/products/Auto-Ident-products/pdf/ov_jpn/ov_lms_jp-001.pdf