

NoSQL を利用した複数視点による 移動物体位置管理システムの提案

A Proposal of Moving Object Location Management System from Multiple Viewpoints Using NoSQL

西野 剛史 † 楠瀬 適 ‡ 島田 秀輝 † 佐藤 健哉 ‡
Tsuyoshi Nishino Kanata Kususe Hideki Shimada Kenya Sato

1 背景

近年、顔検出機能付きカメラの普及や、防犯カメラによる顔認識・人物追跡、交通カメラによる車両・交通監視といった監視セキュリティの導入によって、物体追跡がより身近なものとなった。

また、多くの映像が防犯カメラ等よりビッグデータとして蓄えられており、これらの映像から一意の人物の特定を人的手段によって行うことは、もはや不可能で、物体追跡によるコンピュータでの解析・認識に頼らざる負えない。また、複数視点による人間の行動の取得は、監視やセキュリティのアプリケーションにおいて必要不可欠でもある [1]。

しかし、現実空間における複雑な環境において、これらの認識・追跡は精度を落としてしまう。物体追跡の課題として、追跡対象の形状変化や、見え方の変化によるものがある。見え方の変化として、追跡対象が、ある物体の背後に隠れ、カメラから見えなくなり、追跡が困難となってしまうオクルージョンや回転運動や照明変化、背景変化などが挙げられる [2]。

そこで、本稿では、これらの問題の中でも、オクルージョン問題を解決するための複数カメラによる物体追跡システムの提案を行う。

2 関連研究

ネットワークに接続されたマルチカメラでのマーカーレスオブジェクト、イベントの取得・分析をレンダリングするシステムが開発されている。医療分野では、パーキンソン病患者への運動障害の初期診断を支援したり、3D スキャンすることなく、3D 人体モデルの作成を可能にする。また、エンターテインメント分野では、遠隔視聴者のために、コンサートやスポーツイベントを 3 次元構築し、ユーザーの没入型自由視点を可能にするという研究もなされている [1]。

オクルージョン解決の 1 つの手法として、継続的に現れる背景領域の不変特徴量と追跡対象の位置関係から追跡対象の領域を推定する手法が提案されている。この手法は、背景領域が動くとき追跡対象の領域を推定することが困難となる。このように、背景領域を活用する手法は提案されている一方、あくまで位置関係に基づく補完的な役割に留まっている [2]。

また、複数のカメラで得た歩行者や車両などの情報を、

確率を用いて地図上にマッピングする技術を NoSQL 上で実装するという研究もなされている。

3 提案システム

3.1 プロトタイプシステム

プロトタイプシステムの概要は、複数カメラを追跡対象物体を取り囲むように校正し、オクルージョン領域をカメラ同士で補完し合おうというものである。効率的な、3 次元座標追跡とオクルージョン領域の相互補完のためにも、カメラは一直線上や対極には並べず、追跡領域を中心に 90 度の角度の位置に、また、追跡領域から等距離に配置する。

3.2 3 次元座標追跡

一般的な物体追跡は、1 台のカメラで行われるため、カメラ映像における上下左右の 2 次元での追跡となる。しかし、実世界の 3 次元空間においては、上下左右に加え、奥行があり、これを含めた追跡は困難である。既存の研究や製品において、ステレオカメラや赤外線センサーによる奥行の計測がなされてきたが、専用の機器が必要となる。

そこで、プロトタイプシステムで述べたような複数カメラの校正であると、奥行を認識することが可能である。よって、先ほど述べた 2 次元 (スクリーン) 座標ではない、ワールド座標での追跡が可能となる。

3.3 NoSQL による座標変換

3.3.1 概要

複数カメラの映像を同時解析しなければならず、カメラ台数が増えるほど処理負荷が大きくなってしまふ。処理軽減を図るためにも、大規模なデータの解析や、増え続けるデータのリアルタイムでの解析に特化した NoSQL の活用を提案する。

3.3.2 スクリーン座標からワールド座標への変換

各カメラから取得する映像をもとに、撮影範囲領域のスクリーン座標系のグリッドマップを作成する。これらのグリッドマップと、各カメラの配置座標であるビュー座標をもとに、各カメラの視野の交錯領域内を移動する対象物体のワールド座標を NoSQL によって算出し、移動物体の情報を管理する。

また、取得されたワールド座標をもとに、オクルージョン状態のカメラ映像内の対象物体の存在確率を計算・推定し移動物体を追跡する。

3.4 プロトタイプシステムの構成と実装

システムは、処理サーバ (ノート PC)、Web カメラ 2 台 (カメラ A、カメラ B)、対象物 (赤いボール)、障害物、白い背景 (ホワイトボード 2 枚) から構成される。

† 同志社大学 理工学部 情報システムデザイン学科

‡ 同志社大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

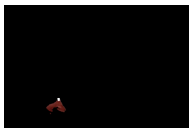
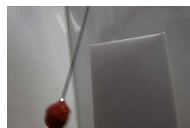
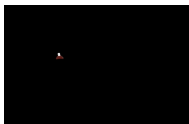
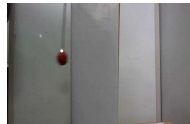
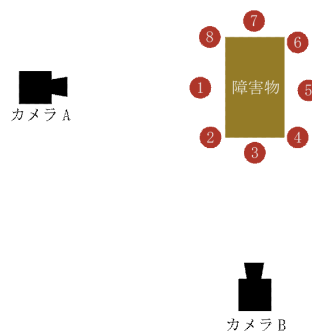
図1 カメラ A のマスク
フィルタ映像図2 カメラ A のソース
映像図3 カメラ B のマスク
フィルタ映像図4 カメラ B のソース
映像

図5 プロトタイプシステムの構成

表1 認識結果

位置	カメラ B のみ (1 台) (%)	カメラ A と B (2 台) (%)
1	100	100
2	100	100
3	100	100
4	100	100
5	100	100
6	25	100
7	0	100
8	100	100
回転	84	99

Web カメラ 2 台を処理サーバに USB ケーブルで有線接続し、2 台のカメラによる物体追跡を行う。背景領域を対象物と誤認識しないように、白い背景を、それぞれのカメラの背景に設置する。(本稿はオクルージョン解決のためのシステム提案である。)

対象物を障害物付近に図 5 のように 8 箇所配置し、それぞれの認識率を評価する。本稿での認識率の定義だが、本システムのプログラムでは、入力映像を RGB から HSV に変換し、色相を赤色に限定し、赤色であると認識された座標に対象物が存在しているとして対象を認識し、図 1 や図 3 のようにマスクフィルタ映像ウィンドウを作成する。対象物(赤色)であると認識した領域の上部に、図 1、図 2、図 3、図 4 のように、白い点を表示させ、ソース映像と見比べ、誤認識がないかを確認しながら認識を行う。また、以下の通りに 2 つの実験を行う。

(1) それぞれの位置での認識

対象物を図 5 の赤丸のそれぞれの領域内で手動で動かす、2 台のカメラで 10 秒間の追跡を行い、1 台と 2 台の場合の認識率を出力する。

(2) 回転運動による認識

対象物を図 5 の 8 つの赤丸を通る軌道上を手動で回転させ、2 台のカメラで 1 分間の追跡を行い、1 台と 2 台の場合の認識率を出力する。

認識ができていれば、認識した画素座標を出力させ、認識できなければ、認識不可と出力させ、全体の出力数における認識成功数の割合を認識率とする。

4 評価結果

複数視点による物体追跡によって、どのように認識率に差が生じるかという評価をプロトタイプシステムから得る。得られた結果を表 1 に示す。

位置 6 の場合、対象物の運動が手動であったので、その際の誤認識が生じたのではないかと考えられる。また、最も着眼すべきは位置 7 である。位置 7 はカメラ B からはオクルージョンが発生しており、1 台では 0% という結果が生じているが、2 台での結果は 100% という結果が得られている。また、回転運動でも 2 台の方が認識率が高いという結果が得られた。

5 考察

問題点として挙げたオクルージョンに関して、複数視点を用いることで解決できたが、プロトタイプシステムでの今回の実装は対象物がボールという、どの視点からでも同一に認識できるというものであった。顔追跡や人物追跡など、実世界に应用可能なように、より複雑な動作や視覚処理のアルゴリズムがさらに必要となる。

また、関連研究で述べた背景領域を活用した対象物体の位置の推定と比べ、提案システムでは、複数視点でのオクルージョン補完をしているので、オクルージョン状態であったカメラに対して、もう 1 台のカメラから、より精度の高い推定データを提供でき、相互カメラによる認識率向上も見込まれる。

6 まとめと今後の課題

本稿では、複数視点による物体追跡システムの提案を行い、単数視点よりも複数視点の方が認識率が高いという評価が得られた。

今後は、さらにカメラの台数を増やして、認識精度・負荷テストを行い、NoSQL を実装したシステムを開発・評価を行いたい。また、スクリーン座標とワールド座標の変換アルゴリズムの開発も行い、対象物体の三次元座標追跡を行う予定である。

参考文献

- [1] Ching-Hui Chen, Julien Favre, Gregorij Kurillo, Thomas P. Andriacchi, Ruzena Bajcsy, Rama Chellappa: "Camera Networks for Healthcare, Teleimmersion, and Surveillance", Computer, Vol.47, No.5, pp.26-36, 2014.
- [2] 山下隆義, 藤吉弘巨: 追跡対象と周辺領域の関係性を利用した協調的な物体追跡, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2011), pp.56-63, 2011.