

視点固定型首振りカメラを 用いた実時間人物追跡

京都大学大学院 情報学研究科 知能情報学専攻
松山 隆司 谷内 清剛

視点固定型首振りカメラを用いると、視線方向が変化しても視点の位置が変わらないため、撮影した画像間に運動視差が存在しない。このことを利用すると、全視野の背景モデルを生成することができる。そして、カメラの視線方向に応じて、背景モデルからその視線方向の背景画像を生成することができる。入力画像とこの背景画像との差分をとれば、全視野内で変動領域として対象を検出することができる。また、トップダウン的に人物頭部のモデルを与えることによって、特定の対象を検出・追跡することができる。本デモでは、

- A. ダイナミックビジョン（独立・並行に動作するモジュール間の非同期な情報交換を実現する枠組み）の考え方に基づく対象検出・追跡
- B. 背景差分とモデルマッチングを併用した人物頭部の検出・追跡を実現したシステムによる実演を行う。

Real-Time Human Tracking with a Fixed-Viewpoint Pan-Tilt-Zoom Camera

Takashi Matsuyama Kiyotake Yachi
Department of Intelligence Science and Technology
Graduate School of Informatics, Kyoto University

The images acquired by a Fixed-Viewpoint Pan-Tilt-Zoom Camera do not include any geometric and photometric variations depending on 3D scene geometry because the viewpoint does not change its position during camera rotations. We can, therefore, form a seamless wide panoramic background model. This model allows us to generate the background image for the input image with an arbitrary viewing direction. We thus have only to compute the difference between the input image and the background image to detect an object as anomalous regions. Incorporating the model-based detection into the background subtraction, on the other hand, enables us to robustly track a specified object such as the human head. In this demonstration, we show two real time object tracking systems:

- A. an object tracking system based on the concept of dynamic vision (the mechanisms that realizes asynchronous interaction between two modules working in parallel), and
- B. a human head tracking system employing the background subtraction and the model-based detection.

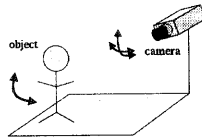
研究の目的

実時間対象追跡

運動している物体を、首振りカメラで自動的にとらえ続ける

応用

- 自動監視システム
- 知的テレビスタジオ
- 遠隔講義システム

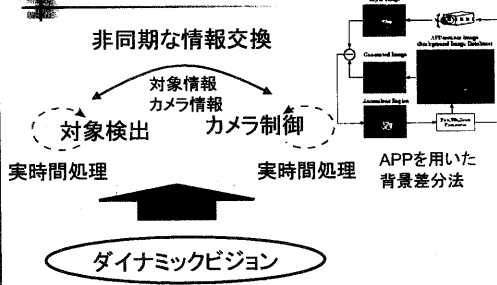


本稿の構成

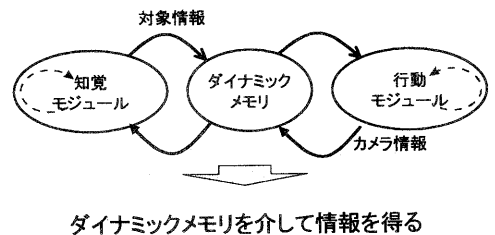
A. ダイナミックビジョンの考え方に
基づく対象検出・追跡

B. 背景差分とモデルマッチングを
併用した対象検出・追跡

A. ダイナミックビジョンの考え方 に基づく対象検出・追跡

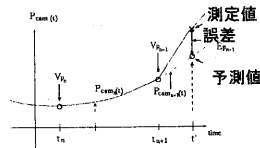
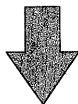


ダイナミックビジョン



ダイナミックメモリにおける 情報の取り扱い

各モジュールによって、独自のタイミングで、離散的に書き込まれる情報



- 補間、予測によって時間に関する連続関数として情報を記述
- 測定値に基づく予測値の修正

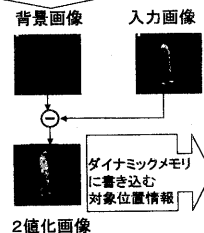
知覚モジュール

ダイナミックメモリより得られるカメラ情報

■対象の検出法 背景差分法

対象に関する事前知識を必要としない

対象の運動予測を利用



行動モジュール

予測に基づくカメラ制御

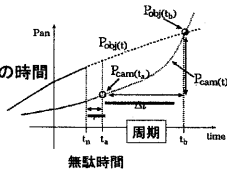
■カメラの運動

- 無駄時間
- 命令が受理されるまでの時間
- 行動モジュールの周期

■対象の運動



対象の運動に遅れずに追跡可能



B.背景差分とモデルマッチングを併用した対象検出・追跡

ボトムアップ的アプローチ

背景差分による対象検出

トップダウン的アプローチ

モデルベースの対象検出

↓ 特定対象の検出

目的 実時間での人物頭部の検出・追跡

人物頭部のモデル



楕円によって
画像中の人物頭部
の輪郭をモデル化



画像中の楕円は5つの
パラメタによって表現される

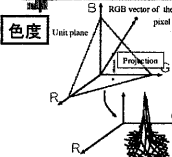
- (x, y): 中心の座標 } ②
l : 短軸の長さ }
① { theta : 傾き具合
r : 扁平率

① : モデルパラメタ

② : ロケーションパラメタ

色情報に基づく評価

色度



色の評価には色度を用いる(左図参照)

RG平面を量子化し、各セル内の画素数を求め、
カラーヒストグラムを構成する

楕円内のカラーヒストグラムと人物頭部のカラーヒスト
グラムのインタセクションの大きさによって楕円を評価する

$$\phi_c(x) = \sum_{i=1}^N \min\left(\frac{J(i)}{\sum_{i=1}^N J(i)}, \frac{M(i)}{\sum_{i=1}^N M(i)}\right)$$

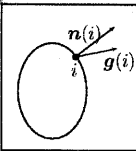
ϕ_c : 色情報に基づく頭部らしさの評価関数

$J(i)$: 楕円内のカラーヒストグラムのi番目のセルの画素数

$M(i)$: 人物頭部のカラーヒストグラムのi番目のセルの画素数

N : RG平面のセルの数

明度情報に基づく評価



楕円の円周上の各点における、法線方向の
明度勾配の大きさの平均値によって楕円の
頭部らしさを評価する

$$\phi_g(s) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |n(i) \cdot g(i)|$$

ϕ_g : 明度情報に基づく頭部らしさの評価関数

N : 楕円の円周上に存在する画素数

$n(i)$: 画素 i における単位法線ベクトル

$g(i)$: 画素 i における明度勾配

問題点

画像中の人物頭部の見え方の多様性



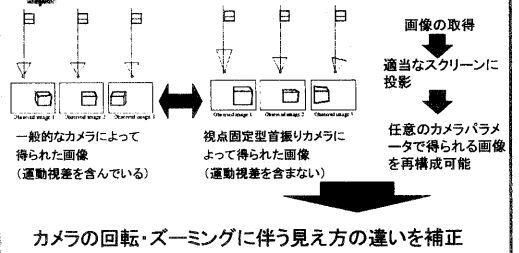
原因

カメラパラメタの変化 (カメラの回転・ズーム)
人物の移動

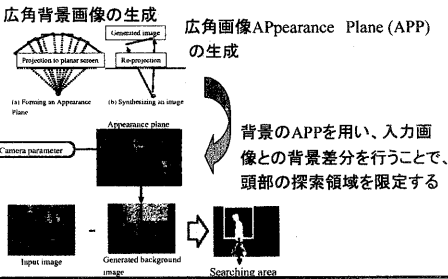
本手法のアプローチ

1. 視点固定型パン・チルト・ズームカメラの採用
2. カメラパラメタに応じた人物頭部の見え方モデル
3. 検出された頭部情報に基づく頭部の見え方の推定

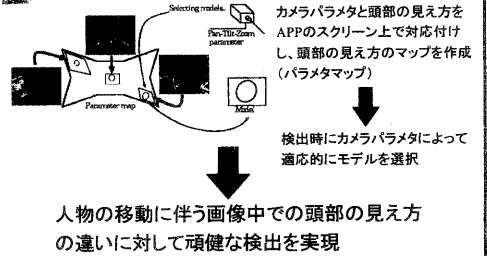
1) 視点固定型パン・チルト・ズームカメラの採用



背景差分を利用した探索領域の限定



2) カメラパラメタに応じた人物頭部の見え方モデル

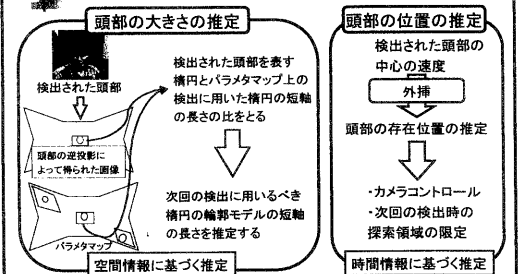


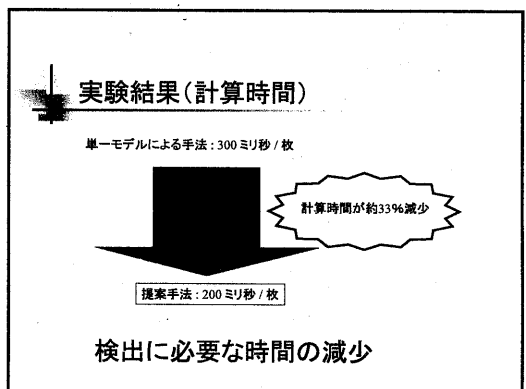
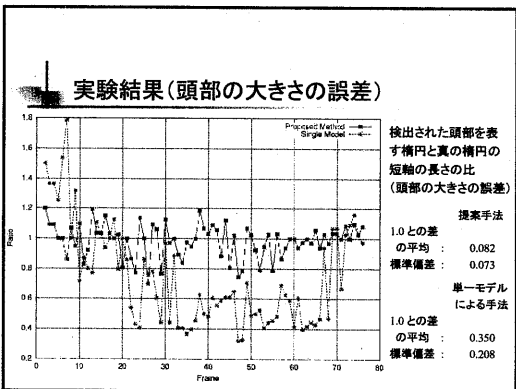
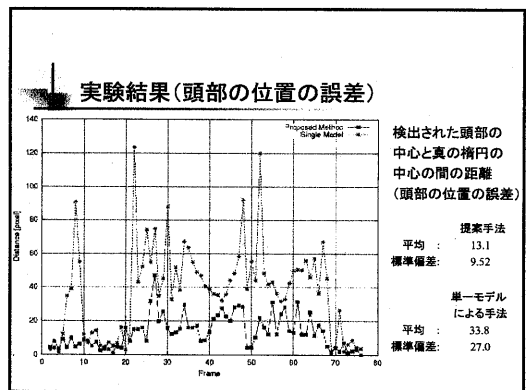
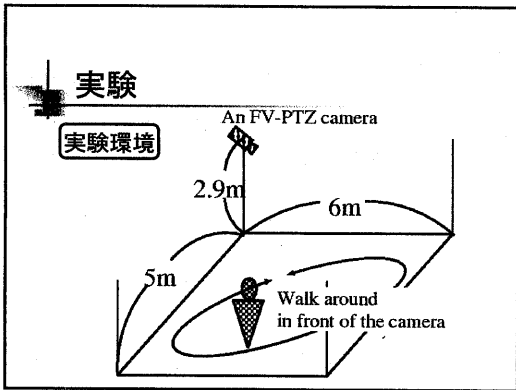
3) 検出された頭部情報に基づく頭部の見え方の推定

前回の検出により得られた頭部の見え方から現在の画像中の頭部の見え方を推定する

検出にかかる時間が減少

空間・時間情報に基づく頭部の見え方の推定





結論

- 本手法に基づいて構成されたシステムは、ほぼ実時間で人物頭部の見え方の変化に対して頑健な検出を実現した
- 実環境下における実験によって、本手法の安定性と効率性を実証した

今後の課題

- 複数対象の検出・追跡への拡張
- 人物頭部周辺の構造のモデル化
- 変動背景下の対象の検出・追跡

謝辞

京都大学松山研究室の杉本晃宏講師には、本稿をまとめるにあたり、議論を通じて多くの有意義なご助言をいただきましたことを深く感謝致します。本研究は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業「分散協調視覚による動的3次元状況理解」(JSPS-RFTF96P00501)の補助を受けて行った。

参考文献

- [1] T. Wada and T. Matsuyama. Appearance sphere: Background model for pan-tilt-zoom camera. *Proc. of 13th ICPR*, pp. A-718-A-722, 1996.
- [2] 村瀬健太郎, 日浦慎作, 松山隆司. 実時間対象検出・追跡のための知覚と行動の動的統合. 情報処理学会研究報告 99-CVIM-115, pp. 149-156, 1999.
- [3] 富山忠文, 松山隆司. ダイナミックメモリを用いた実時間対象追跡. 情報処理学会研究報告 CVIM-121, pp. 49-56, 2000.
- [4] Kiyotake Yachi, Toshikazu Wada, and Takashi Matsuyama. Human head tracking using adaptive appearance models with a fixed-viewpoint pan-tilt-zoom camera. *Proc. of the 4th international conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp. 150-155, 2000.
- [5] T. Matsuyama, S. Hiura, T. Wada, K. Murase, and A. Yoshioka. Dynamic memory: Architecture for real time integration of visual perception, camera action, and network communication. *Proc. of IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2000, to appear.
- [6] 谷内清剛, 和田俊和, 松山隆司. 視点固定型パン・チルト・ズームカメラを用いた適応的見え方モデルに基づく人物頭部の検出・追跡. MIRU2000 論文集 (掲載予定).