

多関節非剛体物体のモデル獲得

—ダイナミックリンクを用いた特徴点追跡と部位パラメータの推定—

2K-5 山田 敏弘 一木 篤史 米元 聡 鶴田 直之 菅沼 明 谷口 倫一郎
九州大学 システム情報科学研究科 知能システム学専攻

1 はじめに

我々は、実空間から対象物モデルを獲得し、仮想空間にマッピングする3次元アニメーションシステムを構築している。

画像から物体の3次元形状や動きを計測する問題は、一般には何らかの事前情報がなければ解けない問題である。これに対し、我々は、問題毎に事前情報を付与するユーザの介在を容認した上で、以下の視点から研究を行なっている。すなわち、

仮想空間内に提示するために必要な情報
＝事前情報＋獲得情報

という枠の中で、必要以上に情報獲得が難しくならずに、しかも手軽に事前情報を与えることができるようなシステムを作成する。

このシステムにおいて、対象物モデルのパラメータの獲得は、大きく分けて次のような2つの処理に分類することができる。

- 初期フレームにおけるモデルフィッティング
- 第2フレーム以降の動画像からの対象物のパラメータ推定

前者の処理[1]において、正確なモデルのパラメータを得ることによって、後者の処理で正確なパラメータを推定することができる。

本稿では、後者の処理を行うため、ダイナミックリンク[4]を用いた特徴点追跡を行い、その結果を用いて対象物モデルの部位パラメータの推定を行う。

2 特徴点追跡

特徴点追跡とは、連続したフレーム画像間で、可視表面上の同じ点を表す特徴点をそれぞれ求め、その対応関係を明かにする処理をいう。

従来の特徴点追跡手法は、大きくわけて以下の2つに大別することができる。

- 特徴量に基づく特徴点どうしの類似性を評価して対応を求める方法。
- 特徴量の時-空間変化量の関係から、移動方向・速度を求める方法。

いずれの方法も、画像中の局所的な特徴量に基づいているため、そのままでは全体的に一貫性のとれた対応付けが困難である。このため、全体的な一貫性を保つための工夫が多くなされている。この意味では、前者の手法は十分な結果を得ていない。これ

A Model Acquisition Method of Multipart Nonrigid Objects -Feature Tracking Using Dynamic Link and Parameter Estimation-

YAMADA Toshihiro,
ICHIKI Atsushi, TONEMOTO Satoshi, TSURUTA Naoyuki,
SUGANUMA Akira, TANIGUCHI Rin-ichiro
Graduate School of Information Sciences and Electrical Engineering, Kyushu University
6-1 Kasuga-Koen, Kasuga, Fukuoka 816, JAPAN

に対し、後者の手法は、動画像の「連続したフレーム間では対応点の位置ずれ方向および幅が急激には変化しない」という特性を制約として最小化すべき評価関数の中に埋め込むことに成功している手法といえる。

しかし、我々が対象とする3次元物体においては、特徴点追跡の際に Occlusion や特徴量の変化の問題がおこるため、変化の予測に基づき局所的に対応する必要があり、我々は予測に基づくトップダウン処理の利用を検討している[2][3]。このような目的では、特徴点を陽に用いる方が課題への対処が容易であると思われる。

ダイナミックリンクは、全体的な一貫性を保つマッチング方法でありながら特徴量に基づく特徴点どうしの類似性を評価する方法であるので、上記の目的に適している可能性がある。

本稿では、このような背景から、ダイナミックリンクの基本的な特徴点追跡能力を評価した。

3 ダイナミックリンクを用いた特徴点追跡

3.1 ダイナミックリンクについて

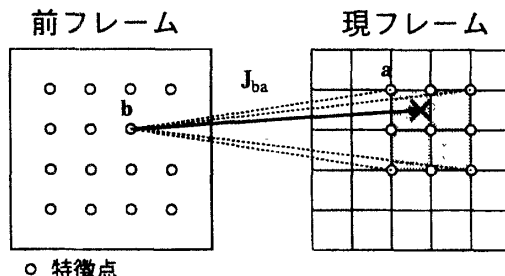


図1: ダイナミックリンク

画像を、 $N \times N$ 等分した標本点において、その周辺の局所領域から特徴量を計算する。この特徴量を持つ標本点を特徴点と呼ぶ。

前フレームの画像上のある特徴点 b は、現フレームの画像上の b の座標の近傍にあるいくつかの特徴点 a とダイナミックリンク J_{ba} によって結ばれている。このダイナミックリンク J_{ba} は、前フレームの特徴点 b が現フレームの特徴点 a とどのくらい対応するかによって重み付けされており、特徴点 b と a の対応する確率と考えることができる。実際の、特徴点 b の現フレームにおける対応点は、これらの重みの重心によって表される。

ダイナミックリンクの構成法は、KohonenのSOM[5]と類似した自己組織化原理に基づいている。これにより、類似した特徴どうしを結合しつつ、大域的には1対1で連続的な位置関係が保たれる。

3.2 特徴量

特徴量は、各特徴点にスケールの異なる5つのDoGフィルタ(Laplacian)を適用した時の出力値から成る5次元特徴量ベクトルを用いた。この特徴量ベクトル同士の内積をとることにより、前フレームと現フレームの特徴点間の類似度を計算することができる。

4 パラメータ推定

モデルの各部位は Deformable SuperQuadrics[6] により表される。

このモデルのパラメータ推定法としては、まずモデルの可視表面を離散化し、適当な点集合を求める。この点集合を前フレームの画像に投影し、追跡対象の特徴点(図1の点bに相当) (X_i, Y_i) とする。DSQモデルでは、この特徴点の座標値 X_i, Y_i は、微分可能なモデルパラメータの関数として表すことができる。次に、特徴点を追跡し、現フレームでの対応点(図1での重みの重心に相当)を (x_i, y_i) とする。パラメータの微分可能な関数として表すことができるので次の評価関数を最小にするモデルパラメータを最急降下法により求めることができる。

$$F = \sum_i ((X_i - x_i)^2 + (Y_i - y_i)^2)$$

5 実験

球面上にテクスチャを張った画像とそれを上向きに回転した画像の間で追跡を行い、その結果を用いてモデルのパラメータを推定した。追跡の様子を図2に、推定したパラメータを画像に重ねあわせたものを図3に示す。ワイヤーフレームで表したものが、モデルである。これから、うまく推定ができていることが分かる。実際の数値上でもほとんど誤差はなかった。

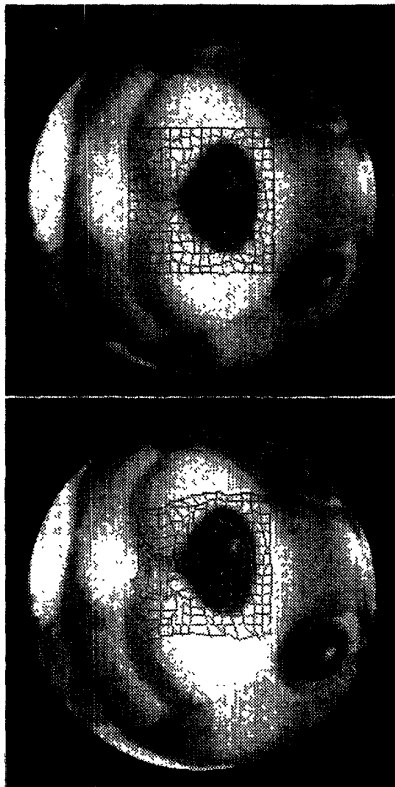


図2: (上) パラメータ推定のための特徴点, (下) 追跡結果

6 おわりに

本稿では、ダイナミックリンクを用いて特徴点の追跡を行ない、その結果を用いて対象物モデルのパラメータを推定する手法を提案した。今後は、前フレー

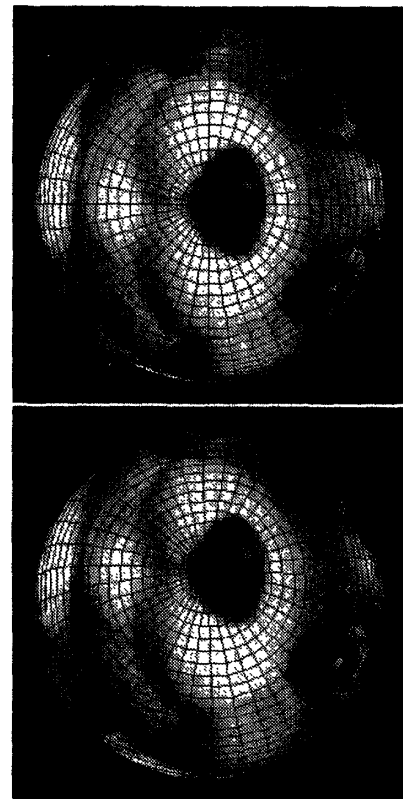


図3: (上) 前フレームにおいて画像とモデルを重ねあわせたもの, (下) 現フレームにおける推定結果

ムまでの動きから、次のフレームでどのような動きをするかなどの予測を利用したトップダウン的な推定を行なっていく予定である。

参考文献

- [1] 一木 篤史 他 “多関節非剛体物体のモデル獲得 - 画像からのパラメータ推定機能を持った形状モデル -” 情報処理学会第55回全国大会, 2K-07, 1997.
- [2] 米元聡 他: “多関節非剛体物体のモデル獲得 - 複数部位の時系列におけるパラメータ推定 -” 情報処理学会第55回全国大会, 2K-06, 1997.
- [3] 米元聡 他: “変形可能モデルを用いた3次元多関節物体の形状・姿勢パラメータの推定”, PRMU, 1997.7.
- [4] W.K.Konen, T.Maurer, and C.von der Malsburg. ” A Fast Dynamic Link Matching Algorithm for invariant pattern recognition.” *Neural Networks*, 7(6/7):1019-1030, 1994.
- [5] T.Kohonen. *Self-Organizing Maps*. Springer Series in Information, 1995
- [6] D.Metaxas, D.Terzopoulos: “Shape and Non-rigid Motion Estimation through Physics-Based Synthesis”, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.15, No.6, pp.580-591, 1993.