

## 3 次元モデルと拘束条件を用いた人体の位置・姿勢推測

早瀬 光浩<sup>†</sup> 嶋田 晋<sup>‡</sup>中京大学 大学院情報科学研究科<sup>†</sup> 中京大学 情報理工学部<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

近年、高齢者の人口増加に伴い、福祉ロボットに注目が集まってきている。それらのロボットにおいては、例えば、介護・介助を行うロボットを想定すると人体を持ち上げる等の動作のために人体の位置・姿勢の認識が必要である。

筆者らの研究室では、2次元の長方形・三角形・楕円等の基本形状に拡大、縮小、回転等の変化を運動として離散的に与えた「時空間モデル」を提唱している[1]。これは、人間は基本形状図形を頭の中で自由に変化させることが可能であるという考え方を計算機にも適用したものである。この時空間モデルを発展させ、3次元のモデルに拡大・縮小の自由度、回転運動を与え、その2次元投影像から得られる投影像を用い、3次元モデルの探索を行うことで、2次元のサーモグラフィ画像から人間の胴体部分の3次元の位置・姿勢推測を行った[2]。しかし、この方法では同じ投影像に複数の3次元モデルが対応するという欠点がある。

本稿では、この欠点を解決するために、「胴体部分は球体ではない、主軸が他の軸より長い」等の拘束条件を用い、3次元のモデルに拡大・縮小・回転の自由度を与え、その2次元投影像から得られるモデルを利用し、2次元の赤外線画像から人間の胴体部分の3次元の位置・姿勢を推測する。

## 2. 手法

## 2.1 トップダウン処理とボトムアップ処理

本稿では、2次元投影像と処理画像とのマッチングで認識を行い、選択されたモデルのパラメータにより位置と姿勢を推測する。

処理は、トップダウン処理とボトムアップ処理の二つの処理を行う (Fig.1)。トップダウン処理は、モデルの構成、選択を行う。ここでは、

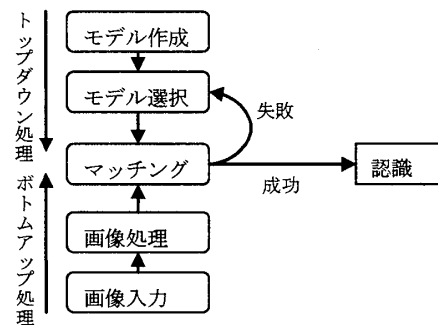


Fig.1 top-down and bottom-up process

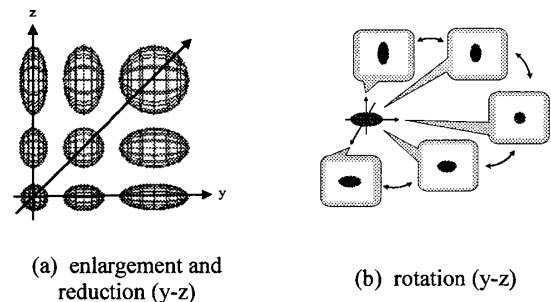


Fig.2 basic concept of time-space model

3次元の楕円体を基本的な形状とし、モデルを構成する。ボトムアップ処理は、入力画像に画像処理を施す。入力画像に対しては、しきい値処理、収縮・拡散、ラベリングにより対象の抽出を行う。

## 2.2 モデルの構成

最初にボクセルの単位を1として、 $10 \times 10 \times 10$ の立方体に内接する球体3次元モデルをOpenGLにより定義する。その大きさを始点として、モデル座標系において、x軸、y軸、z軸ごとに5単位ずつ拡大して30までスケールを離散的に変化させる。このモデルを「比率モデル」と呼ぶ。

この概念図を Fig.2 (a)に示す。これらのモデルが、独立に存在するのではなく、リスト構造によりつなぎ、リストをたどることによって双方向的な運動を作用させることができる。そして、各比率モデルに2軸の回転運動を施し、各

Estimation of Position and Posture of a Human Body by 3-D Model and Constraint

<sup>†</sup> Mitsuhiro Hayase · Chukyo Univ.

<sup>‡</sup> Susumu Shimada · Chukyo Univ.

回転モデルの 2 次元投影像を得る (Fig.2 (b)). この投影像を「見え方モデル」と呼ぶ. これを一つのモデルとするネットワーク構造で結ばれたモデルを構成する.

### 2.3 マッチングアルゴリズム

最適モデルの探索を行うために対象となる画像の前処理を行う. 探索の目標は, 見え方モデルと処理画像とのマッチ率が 85%以上かつマッチング面積が最大とする. 開始は, 最小のモデルから開始し, 最適な方向に時空間モデルを次々に進んでいく. これを繰り返しながら探索を行い, 最適モデルを決定する. マッチング面積が変化しなくなった時点で探索を終了する.

ここでいう最小のモデルとは, モデルの面積が, 処理画像の面積の 50%のものを指す.

マッチした見え方モデルから 3 次元モデルを生成し, 表示を行う.

### 2.4 拘束条件の表現と利用

見え方モデルにより生成された 3 次元モデルには, 主軸方向が間違っているモデルやタイヤのようなモデルが生成される場合がある. これは, 同じ投影像には複数の 3 次元モデルが対応するという欠点があるためである (Fig.3).

しかし, 人間の胴体などは拘束条件が存在し, これを利用することにより上述の欠点を補うことができる. 例えば, 胴体部分ならば「胴体は球体ではない」や「主軸方向が他の軸より長い」などを利用することができる. これは, 「認識というのは知識問題であり, 推論方法を研究することが必要である[3]」という立場から拘束条件を活用できると考えたためである.

胴体部分の拘束条件の表現として, 例えば, 「主軸方向が他の軸より長い」を式で表現すると, 次のようになる.

$$x < y \wedge z < y$$

ここで,  $x, y, z$  は 3 次元モデルの各軸における比率とし,  $y$  軸方向を主軸とする.

このような拘束条件をモデルの探索に利用することで 3 次元モデルを一意に決めることがで

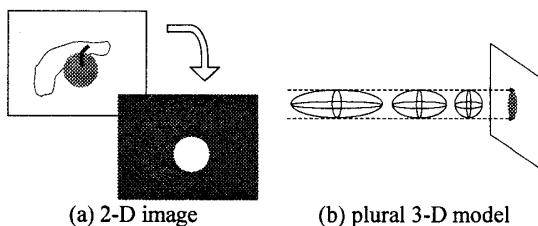


Fig.3 problem of a projection

た. この拘束条件は, マッチングアルゴリズムに利用する. ネットワークの探索を行うのは同様であるが, 例えば, 胴体部分の拘束条件の場合, 先ほどの式を満たさないモデルでは, マッチングを行わない. 3 次元モデルを一意に決める以外に, 同時に探索範囲を狭めることにも有効に機能した.

### 3. 実験及び結果

本システムでは, 画像入力は人体の横からと仮定した. また, 着衣の影響を避けるため, 入力画像を赤外線画像とした.

入力画像 (Fig.4(a)) に対し, 2.1 で述べた処理を行った画像に対して, 実験を行った.

まず, 拘束条件を利用せずにマッチングを行った結果を Fig.4(b)に示す. この場合, 主軸方向があつておらず, タイヤのような 3 次元モデルがマッチしている.

次に, 拘束条件を利用した結果を Fig.4(c)に示す. 主軸方向も一致しており有効に機能した.

### 4. おわりに

本稿では, 2 次元投影像を利用したマッチングに拘束条件が有効であると確認することができた.

### 参考文献

- [1] 嶋田晋: “時空間モデルを用いた図形的推論の枠組み”, 情報処理学会研究報告, 95-AI-100, pp.45-50, 1995
- [2] 早瀬光浩, 嶋田晋: “体型に応じた楕円体 3 次元モデルを用いたサーモグラフィ画像からの人体の姿勢推測”, 第 6 回情報科学技術フォーラム講演論文集 CD-ROM, 2007
- [3] 金出武雄: “第 16 回全国大会招待講演 コンピュータビジョンと AI: その関係と無関係”, 人工知能学会誌, Vol. 18, No. 3, pp.328-335, 2003

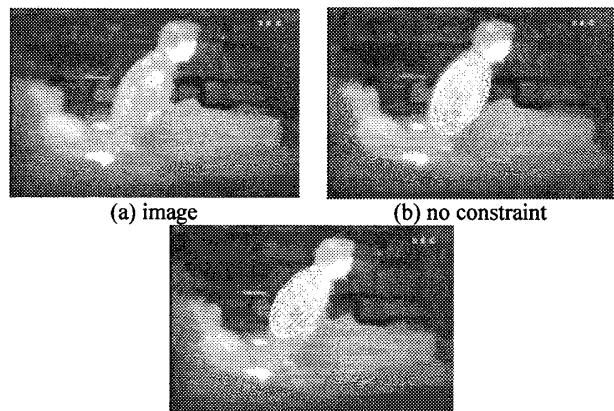


Fig.4 result of matching