

H-048

# 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 A Posture Estimate of a Human Body from Thermograph images by Ellipsoidal 3-D Model Appropriate to Various Figures

早瀬 光浩†  
Mitsuhiro Hayase

嶋田 晋‡  
Susumu Shimada

## 1. はじめに

近年、国内の高齢者数が増加傾向にあり、寝たきりの患者が増える可能性がある。寝たきりの患者は、持続的な皮膚の圧迫により床ずれと呼ばれる褥瘡が発生しやすい状態にある。このため、介助者が背抜きという方法により圧迫を除く必要があり、このとき介助者は支持する部位について、支持する部位が適正であるか判断する、介助者の支援となるようなシステムがあれば望ましい。さらにそのようなシステムの延長として、福祉・医療のロボットに国内の企業・大学等の研究機関の注目が集まってきた。

介助者支援システムの開発は、国立長寿医療センター研究所との共同研究として行っている。国立長寿医療センター研究所が、皮膚の圧迫を測定する圧力センサとずれ力センサの開発、筆者らの研究室がセンサと人体の位置の対応を推測する人体の姿勢推測を行っている。

人体の姿勢認識というシステムがあれば、介助を行うロボットにも有効である。例えば、患者の介護・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胴体の位置と姿勢の推測が必要である。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。

本稿では、3次元のモデルに拡大・縮小の自由度を与え、その2次元投影像から得られる時空間モデルを利用し、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・姿勢を推測する。

## 2. 対象

### 2.1 サーモグラフィ

本稿では、Fig.1のように患者がベッドで寝ている状況を対象とした。通常、人間は、何らかの衣服を着用しており、服の色や模様は様々なので認識が困難である。また、動作を取り込むモーションキャプチャの事例はあるが、静止した姿勢での認識の研究例はあるが[2]、多くはない。そこで、サーモグラフィが有効であると考えた。現在、サーモグラフィは、軽量化・小型化が進んでおりロボットに搭載するのには十分である。対象となる患者は、ベッドが少し起き上がった状態で寝ており、横方向からサーモグラフィにより撮影される。この環境で取り込まれた入力画像を Fig.2 に示す。



Fig.1 scene



Fig.2 thermograph image

## 2.2 2次元モデル

これまで、2次元の時空間モデルを利用した研究事例で、サーモグラフィで得た画像を対象として、人間の胴体部分の姿勢推測を行った[3]。このとき、人間の胴体部分を楕円で近似した。

## 2.3 3次元モデル

2次元の時空間モデルを発展させて、3次元モデルの時空間モデルを仮定し、回転運動を離散的に作用させたモデルの透視投影により得られた2次元投影像から得られる時空間モデルを利用し、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[4]。このとき、対象となる人体のモデルとして楕円体を構成する3軸の大きさの比率を一定とした。しかし、人間の体型には、太っている、痩せている等の個人差があり、一定のモデルでは認識ができない。そこで、3次元モデルに回転の自由度に加え拡大・縮小を与え、その見え方のモデルとして2次元投影像の有効性を確かめる。

## 3. 手法

### 3.1 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.3)。トップダウン処理は、時空間モデルの構成、選択を行う。ここでは、3次元の楕円体を基本的な形状とし、時空間モデルを構成する。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。

### 3.2 時空間モデルの構成

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。

†中京大学大学院情報科学研究科

‡中京大学情報理工学部

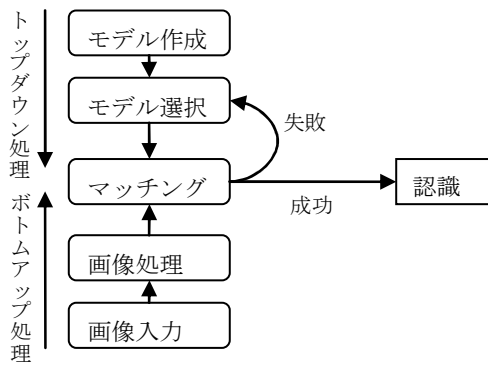


Fig.3 top-down and bottom-up process

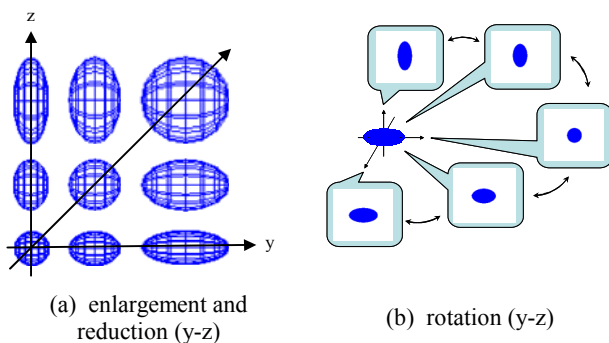


Fig.4 basic concept of time-space model

この概念図を Fig.4 (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、各回転モデルの2次元投影像を得る (Fig.4 (b))。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時空間モデルを構成する。

### 3.3 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、時空間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。

## 4. 3次元モデルによる認識

本稿では、入力画像が人体の横からと仮定した。実験は、サーモグラフィ画像 (Fig.5 (a)) に対して、しきい値176で処理を行い (Fig.5 (b))、収縮・拡散、ラベリングを行い、この処理画像に対して本稿の時空間モデルとマッチングアルゴリズムの実験を行った。

### 4.1 実験結果

2次元投影像によるマッチング結果は、Fig.5 (c)に示すように、85%以上人間の胴体部分にマッチしている。また、マッチングモデルのパラメータより、3次元モデルの結果を Fig.5 (d)に示した。結果より、人間の胴体にマッチしているといえる。

## 4.2 評価

実験結果より、楕円体3次元モデルに拡大・縮小、回転運動を与えたモデルから得られた2次元投影像によるマッチングで、人間の胴体部分を抽出し、3次元情報の推定が可能である。また、マッチング時に重心の利用、時空間モデルのネットワーク構造により、ロボットに応用可能な処理時間で実現できた。認識精度に少々欠ける点があるが、これは幾何拘束条件を使用することにより解決可能であると考えられる[5]。

## 5. まとめ

本稿では、楕円体3次元モデルの2次元投影像から得られる時空間モデルを用いて、2次元のサーモグラフィ画像からの人体の位置・姿勢推測を試みた。本稿で、拡大縮小の自由度を与えた時空間モデルは有効であると確認することができた。

## 謝辞

本研究は、国立長寿医療センター研究所との共同研究として行っている。研究の機会を与えていただいたことに感謝する。

## 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] 結城章昌，村上真，白井克彦：“人物の姿勢推定を目的とした距離画像と3次元モデルとのフィッティング”，D-12-70，電子情報通信学会2007年総合大会講演論文集，2007
- [3] 早瀬光浩，嶋田晋：“サーモグラフィ画像による時空間モデルを利用した人間の胴体部分の姿勢推測”，O-153，平成18年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集，2006
- [4] 早瀬光浩，嶋田晋：“3次元モデルの2次元投影像を用いた人体の姿勢推測”，D-12-71，電子情報通信学会2007年総合大会講演論文集，2007
- [5] David A. Forsyth, Jean Ponce, 大北剛，訳：“コンピュータビジョン”，pp.664-pp.665，共立出版，2007

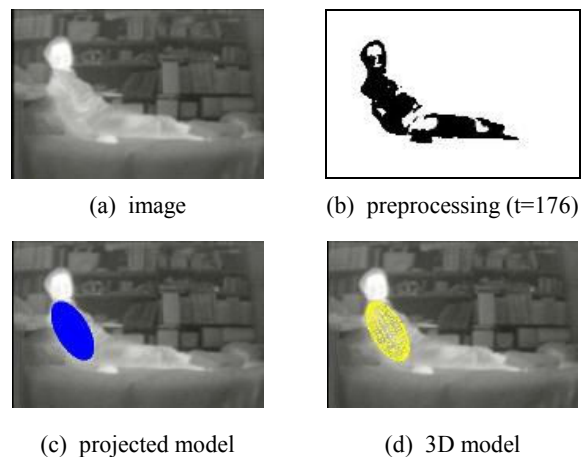


Fig.5 result of matching