

1. はじめに

従来の回帰分析を用いた姿勢推定 [1] では、画像から得られる HOG 特徴量と人体モデルパラメータの対応付けから、姿勢推定を実現している。しかし、画像から得られる 2 次元情報のみでは、正確な姿勢推定が困難な場合がある。そこで、本研究では TOF カメラから得られた距離情報を用いた高精度な姿勢推定手法を提案する。

2. 距離情報を用いた回帰分析による人体姿勢推定

提案手法では、人体モデルから得られる関節パラメータと 2 つの領域間の差分による特徴量の対応を回帰分析を用いて求める。推定時は、距離画像より抽出した特徴量を入力として、関節パラメータを推定する。図 1 に提案手法の流れを示す。

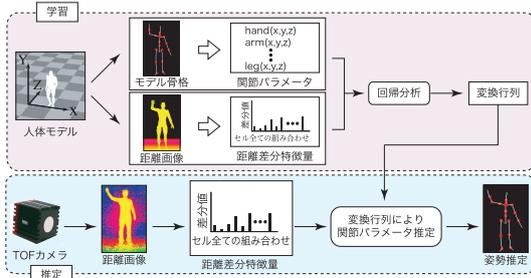


図 1：提案手法の流れ

2.1. 三次元人体モデルを用いた学習用データの生成

三次元人体モデルにより、回帰分析に用いる学習用データを生成する。人体モデルは、19 の各関節に (x, y, z) の 3 パラメータを持つため、計 57 パラメータにより姿勢を表現する。生成した各姿勢から、関節パラメータと CG により作成した疑似距離画像を学習用データとする。図 2 に、生成した学習用データを示す。

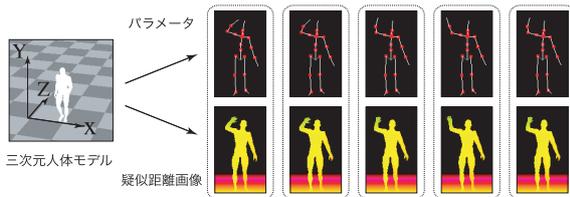


図 2：生成した学習用データ

2.2. 距離差分特徴量

本研究では、距離画像から算出する特徴量として、距離差分特徴量を提案する。距離差分特徴量は、図 3 に示すように、入力距離画像をセル分割し 2 つのセルを選択する。選択されたセルから、セル内の平均距離の差分値を算出する。これをセル全ての組み合わせに対して算出した値を距離差分特徴量とする。特徴次元数は、32 セルとした場合、 $32C_2$ となり 496 次元の特徴量が算出される。従来の輝度勾配に基づく特徴量では、身体パーツの前後関係を捉えることが困難である。しかし、距離差分特徴量は、距離情報を用いてセル領域の前後関係を捉えることで、正確な姿勢を推定することが可能であると考えられる。

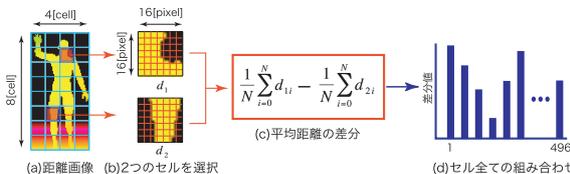


図 3：距離差分特徴量

2.3. 回帰分析による学習用データの対応付け

回帰分析を用いて特徴量と関節パラメータを対応付ける。496 次元からなる特徴量を $x' = (x_1, x_2, \dots, x_{496})$ 、57 次元からなる関節パラメータを $y' = (y_1, y_2, \dots, y_{57})$ とすると、学習サンプル数が n 枚の場合、特徴量を $496 \times n$ 行列の $X = (x'_1, x'_2, \dots, x'_n)^T$ 、関節パラメータを $57 \times n$ 行列

の $Y = (y'_1, y'_2, \dots, y'_n)^T$ と表す。本手法では、回帰分析により特徴ベクトル X と関節パラメータ Y の関係を分析し 496×57 行列の変換行列 A' を算出する。算出した変換行列 A' を用いることで、TOF カメラの距離画像から求めた特徴量 X' を入力して、関節パラメータ Y' を推定することができる。関節パラメータ Y' の推定式を式 (1) に示す。 ε は残差ベクトルであり、学習サンプルを入力した際の真値との平均誤差である。

$$Y' = A'X' + \varepsilon \quad (1)$$

3. 評価実験

評価実験により提案手法の有効性を示す。

3.1. 実験概要

評価には、手を振る動作と歩行動作を対象とし、各動作に学習用サンプル 100 枚、評価用サンプル 60 枚を用いる。実験に用いる特徴量は、距離画像から求めた HOG 特徴量 (D-HOG)、シルエット画像から求めた HOG 特徴量 (HOG)、距離差分特徴量 (DDF) の 3 つを比較する。精度の評価方法は、入力データと推定結果との尤度を Recall (再現率) により表現する。入力画像と推定画像の人領域が一致したピクセル数を推定画像の人領域の総ピクセル数で割ることで Recall を算出する。

3.2. 実験結果

図 4 に、手を振る動作における各特徴量に対する Recall を示す。図 4 より、距離差分特徴量は Recall が最も高いことがわかる。歩行動作における Recall の平均は、DDF が 0.70、D-HOG が 0.60、HOG が 0.53 となり、手を振る動作と同様の傾向を確認できた。

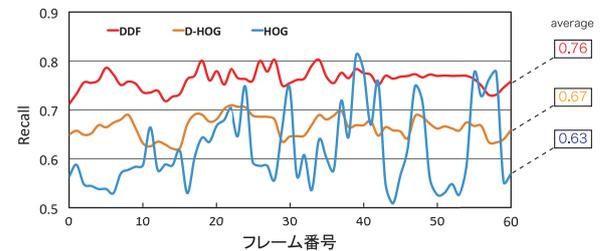


図 4：特徴量毎の精度比較

姿勢推定例を図 5 に示す。図 5 より、HOG では、左右の腕と脚を識別することは困難であり、左右反対に誤って推定されている。また、D-HOG では、距離画像による内部エッジにより左右の腕と脚は識別できているが、奥行き情報がいないため、肩が不自然に開いた姿勢となった。距離差分特徴量では、距離情報を効果的に捉えるため、左右の腕と脚を正確に推定できていることがわかる。

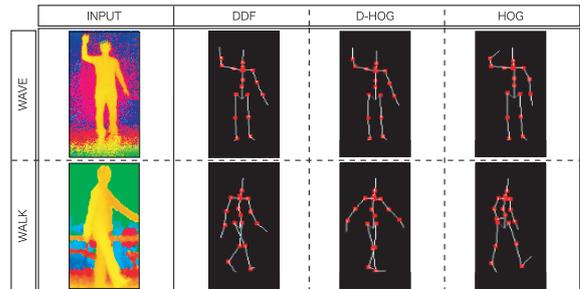


図 5：姿勢推定例

4. おわりに

本研究では、距離差分特徴量を用いて、セル領域の前後関係を捉える高精度な姿勢推定手法を提案した。また、三次元人体モデルを用いることで多様な姿勢を推定できることを可能にした。今後は、未学習の姿勢に対する推定を検討する。

参考文献

[1] 大西克則, 博格利, 滝口哲也, 有木康雄, “HOG 特徴に基づく単眼画像からの人体 3 次元姿勢推定”, MIRU, pp.960-965, (2008).