

行動イベントの計測とその統計的モデリングに関する研究

研究代表者 鎌倉 稔成 研究員

研究目的

行動イベントとは？

我々は「行動イベント」を人間が関わる事柄から出力される情報と定義する。本研究は特に運動動作に関わる「行動」に着目し、その計測と統計的モデリングを行うことを目的とする。現在は特に「歩行」「位置」「運動」の3項目について、行動の計測と統計的モデリングを行っている。

歩行動作

人間の動作の中でも最も重要な位置を占める
→正対して撮影された歩行映像の解析法の確立
→理学療法や認証技術等の分野での利用を期待

位置推定

被験者の位置情報は「行動」を知る上で重要
→室内での被験者の位置情報の推定
→リコメンドシステム等の分野での利用を期待

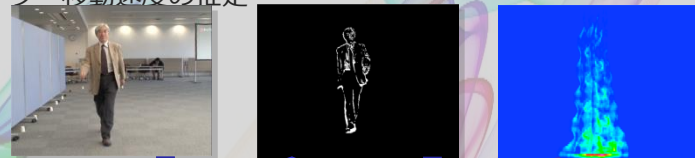
運動認識

運動履歴は「行動」の解析の中でも重要な情報
→加速度・角速度センサを用いた行動認識
→ライフロギング等の分野での利用を期待

映像データを用いた歩行動作解析

映像データを用いた歩行動作の計測とそのモデリングは、簡易に利用できるように理学療法や認証技術などの分野で非常に重要な役割を果たす。

正対して撮影した映像は映像中で対象が拡大し、解析が困難
→統計的モデリングによる拡大成分の推定と動作パラメータ・移動速度の推定



フレーム間差分による画像変換

フレアチャートの作成

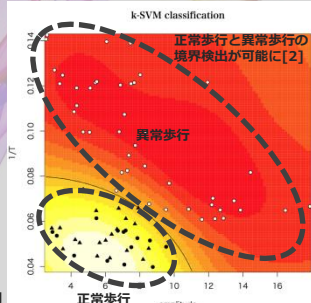
提案モデルによるパラメータ推定

$$S(\gamma, P_1, P_2, Q_1, Q_2, g_1, g_2, f, s, x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{W(P_1, P_2, Q_1, Q_2, g_1, g_2, f, s, x_1, \dots, x_n)}{W(P_1, P_2, Q_1, Q_2, g_1, g_2, f, s, x_1, \dots, x_n) + \delta} \right\}^2$$

$$W(P_1, P_2, Q_1, Q_2, g_1, g_2, f, s, x_1, \dots, x_n) = P_1 \tau(f_i + Q_1, g_1) + P_2 \tau(f_i + Q_2, g_2)$$

$$\tau(\theta, g) = \begin{cases} \sin(\theta) + g & (\sin(\theta) + g > 0) \\ 0 & (\text{Otherwise}) \end{cases}$$

□ : 拡大成分に関するパラメータ
■ : 歩行動作に関する運動パラメータ
□ : 速度変動に関するパラメータ



従来手法に対し高い認識率を実現 (被験者数: 50)

	認識率 (%)
Proposed	96.3
Soriano et al. (2004)	74.55
Barnich and Droogenbroeck (2009)	87.27

観測データへのフィッティング & パラメータ抽出

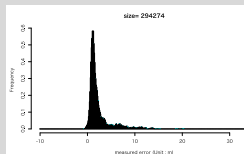
歩容解析への応用

歩容認証への応用

室内での高精度位置推定手法の構築

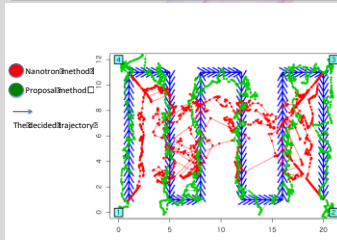
室内ではGPSによる位置推定を使用できないため、室内での位置推定技術の開発は非常に重要な役割を果たすが、従来手法での位置推定精度は非常に低い

ToA(Time-of-Arrival)方式の距離測定装置を用いたデータの統計的性質に基づく高精度室内位置推定手法の提案



誤差分布構造

誤差分布が従来考えられてきた構造に加え、環境によるバイアスが存在すると仮定
→バイアスを考慮した逐次的位置推定アルゴリズムの構築[3]



提案アルゴリズムを実際の位置データへ適用
赤線: 従来手法
緑線: 提案手法
青線: 正解座標

提案手法の評価

従来手法に比べ、提案手法は高い精度を実現
リコメンドシステムなどへの応用を期待

	平均誤差 (m)	標準偏差 (m)	最大誤差 (m)
Proposed	1.10	0.57	3.60
Previous	1.64	1.04	5.93

複雑動作の運動認識手法の構築

運動認識手法の確立は、行動解析においても重要となるが、従来手法では「立つ」「座る」「歩く」などの基礎的な動作の認識が主であった。

加速度・角速度センサを用いた、より複雑な運動認識を可能にする認識手法の確立

複雑な運動に対応した認識手法の確立[4]

認識対象: スポーツジム機器・エアロビクス動作 計55種類
統計的特徴量に基づく認識手法を提案。同時にリアルタイムで認識を可能にするソフトウェアを作成し、従来手法に対して自己認識率・他社認識率共に高い認識率を達成。
→ライフロギングシステムなどへの応用を期待できる
→本アルゴリズムを基礎としたさらなる行動の計測とモデリングへの発展を期待できる

	認識率 (%)
Proposed	90.36
SVM	76.34
HMM	13.2
Naïve-Bayes	34.59

運動動作のモデリングに基づく認識手法の提案[5]

認識対象: スポーツジム機器 計5種類
肩関節モデルに基づく、センサの動作半径に関するパラメータ推定モデルを提案、
→個々の体格特性に対応した認識モデルの構築を期待

まとめと今後の研究方針

人間の行動認識を行うための研究として、主として、歩行の計測・認証、および、行動者の位置認識のための基礎研究を行ってきた。イベントは行動の変化点として記録され、行動の変化の自動認識の問題でもある。正面歩行データの研究はこれまでなく、多くの研究はシルエットのパターン・マッチングのアルゴリズムの研究であることが主たるものであった。本研究のように、統計的ノイズを処理することによって、認識精度を高める研究はまだ始まったばかりである。方向を定め、シルエット分析をも取り入れた研究は今後の研究課題である。

【参考文献】

- [1]大草孝介・鎌倉稔成(2010), 動画像に基づく移動オブジェクトの大きさに関する統計的レジストレーション - 歩行動画像への応用, 計算機統計学(和文誌), 23, 2, pp.97-111.
- [2]大草孝介・鎌倉稔成 (submitted).
- [3]渡部大志・鎌倉稔成(2009). ToAデータに基づく屋内高精度位置推定アルゴリズムの研究. 日本計算機統計学会第23回シンポジウム論文集, pp.31-34.
- [4]大草孝介・鎌倉稔成(2010).. 移動体の大きさの変動を考慮した歩容解析のための動作パラメータ・移動速度変動の推定
- [5]澤井庸平・鎌倉稔成(2011). 加速度・角速度データを用いた肩関節角度推定法の提案及び行動認識への応用. 応用統計学会, pp..