

統計的歩行解析と走力向上のモデリング

研究代表者 鎌倉 稔成 研究員

研究背景

歩容解析

人間の歩行特性の解析を歩容解析と呼び、なかでも映像を用いた歩容解析は、扱いの容易さから「認証技術」「理学療法」などの分野で重要な役割を果たす。→解析可能な映像は撮影条件に依存

どういったデータの解析が難しい？

対象が正対して接近してくる場合、映像中で対象が拡大するために解析が困難(図1)。
→大草・鎌倉(2013)で拡大成分の推定モデルを提案
→スケール自体の補正には対応できず。

研究目的

先行研究で適用困難だった対象の形状のスケール補正を実現する。

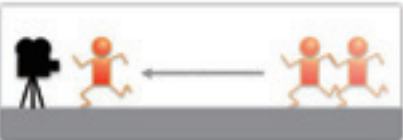
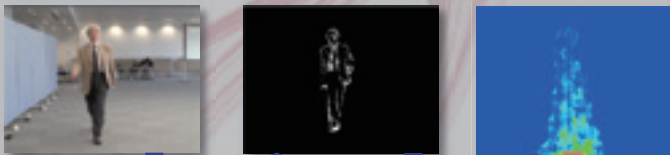


図1：対象が正対して接近してくる場合のイメージ図。カメラに近づくために映像上で対象の大きさが拡大する

提案モデル

映像データは背景を含むため、対象領域の抽出が必要



フレーム間差分による画像変換

フリアチャートの作成

対象の縦幅・横幅の時系列変動を抽出



↑スケール補正前の対象の外接矩形拡大成分が残っていることが分かる。

提案モデルによるスケール変動のパラメータ推定

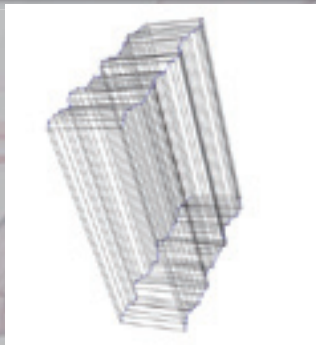
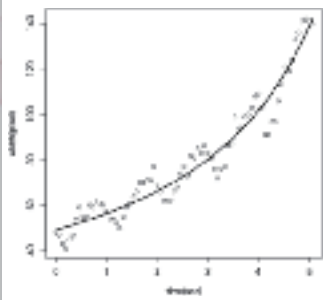
$$S(\gamma, M_x, M_y) = \sum_{i=1}^n \left\{ \left(x_i - \frac{M_x \gamma}{n-1} x_n \right)^2 + \left(y_i - \frac{M_y \gamma}{n-1} y_n \right)^2 \right\} \rightarrow \min.$$

$$\text{初期値} \quad \gamma : \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i(n-i) + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i(n-i) \right\}$$

$$M_x, M_y : 1$$

□ : 拡大成分に関するパラメータ

モデルに基づく幅の時系列変動の当てはめ結果



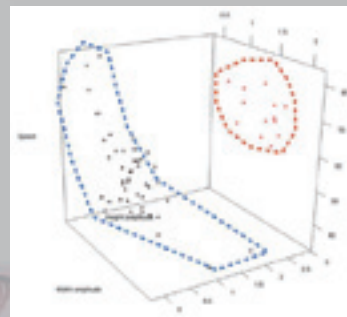
↑スケール補正後の対象の外接矩形。提案手法によりスケール補正ができています。

実験と結果Ⅰ：歩容解析

60人の高齢者の被験者を対象に提案手法の推定パラメータを用いて歩容解析を行った結果(右図)

青破線領域が通常歩行の被験者、赤破線領域が異常歩行の被験者を示している。

提案手法により通常歩行と異常歩行を提案手法が検出できていることが分かる。



↑被験者ごとの推定されたパラメータのパラメータ分布
横軸(手前)が腕のふり幅の推定値・横軸(奥)が足のふり幅の推定値・縦軸が移動速度の推定値

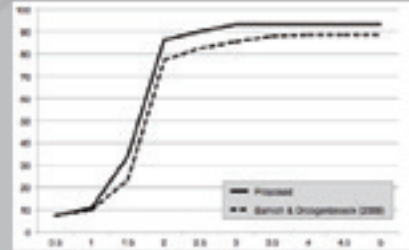
この結果は大草・鎌倉(2013)の研究結果と一致

→提案手法は従来手法のパフォーマンスを維持したまま外接矩形のスケール補正が可能に

実験と結果Ⅱ：歩容認証

提案手法のスケール補正法を、Barnich & Droogenbroeck (2009)のスケール補正法に導入し、提案手法のパフォーマンスの検討を行う。Barnich & Droogenbroeck (2009)のスケール補正は、単純に対象の縦横比を1:1にしたのみであり、スケールの補正はうまく考慮されていない(下図左:中央)。一方で提案手法は対象の移動を考慮したスケール補正が可能であり、この点でパフォーマンスの違いを検出可能である(下図左:右側)。

下図は、提案手法を導入した結果(実線)と導入していない場合(破線)の認識率の違いを示している。横軸が歩行周期(1歩行周期は2歩)、縦軸は認識率を示している。図より、提案手法はBarnich & Droogenbroeck (2009)をそのまま適用した場合より良いパフォーマンスを示していることが見て取れる。



一方で提案手法はパラメータ推定を含むために計算時間をわずかながら必要とする難点がある。

考察と今後の課題

提案モデルによって大草・鎌倉(2013)のモデルでは困難だった形状のスケール補正を可能にした。提案手法は歩容解析・認証で有効なパフォーマンスを持つが、パラメータ推定にわずかに時間を要するため、今後はその改善が必要である。

参考文献

[1] Okusa, K. & Kamakura, T. (2013). Fast Gait Parameter Estimation for Frontal View Gait Video Data Based on the Model Selection and Parameter Optimization Approach. International Journal of Applied Mathematics, 43, 4, pp.220-225.
[2] [2] O. Barnich and M. V. Droogenbroeck. Frontal-view gait recognition by intra-and inter-frame rectangle size distribution. Pattern Recognit. Lett., vol.30, pp.893-901, 2009.