

ベッド-車椅子移乗介助動作映像のシーン分割

Video Cueing and Synchronization of Bed-Wheelchair Transferring Assistance

泉 正夫^{*1}, 山田 祐輔^{*1}, 真嶋 由貴恵^{*1}
Masao IZUMI^{*1}, Yusuke YAMADA^{*1}, Yukie MAJIMA^{*1}

^{*1}大阪府立大学大学院工学研究科

^{*1}Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University

Email: izumi@cs.osakafu-u.ac.jp

あらまし：本稿では、ベッドから車椅子への移乗介助動作を自己学習可能なシステムの構築をめざし、利用者の動作映像をそれと同期した熟達者の動作映像と同時に提示するためのシーン分割手法を提案する。

キーワード：移乗介助動作，シーン分割，ベッド-車椅子，動作解析

1. はじめに

看護業務は、患者の移送など重量物取扱い業務に分類され、腰痛発症のリスクを伴うものが多い。実際の看護職の腰痛経験率は、調査対象により実際異なるが、7割前後⁽¹⁾と多く、大勢の看護師が腰痛に悩む現状がある。腰痛の主要な原因のひとつは看護動作時の姿勢にあるとみられており⁽²⁾，中でもベッド-車椅子間の移動介助動作時に腰への負荷がかかりやすい⁽³⁾。このような状況に対して、我々は看護動作を解析し、腰痛の原因となる動作の回避を促す自己学習支援システムの構築を検討⁽⁴⁾している。このシステムでは、ベッド-車椅子間の移乗介助動作をあらかじめ熟達者に行ってもらい、介助動作を撮影しておく。さらに動作時の関節角度を特徴量として抽出し、最終的には本システムのユーザ、すなわちベッド-車椅子移乗介助動作を学習しようとする初心者の動作を、その時系列変化を比較することにより、ユーザに自分の動作と熟達者の動作との差異を具体的に提示し、自分の動作の修正を容易にするようなシステムの構築を目指している。その際熟達者とユーザの介助動作を撮影した映像を同期して同時表示することにより、より熟達者との違いを明確に知ることができると考えられる。本稿では、このシステムにおいて、あらかじめ撮影された熟達者の介助動作と、初心者の動作を撮影した映像とを同期して同時表示するためのシーン分割手法について検討する。

2. ベッド-車椅子移乗介助動作

ベッドから車椅子への移乗介助動作は大きく4ステップに分割することができる。(1)ベッド上の臥床者(被介助者)をベッドの中央から端に寄せる、(2)介助者の上半身を起こし、端座位にする、(3)車椅子へ移乗する、(4)車椅子上で姿勢を整える、の4ステップである。それぞれのステップは互いに異なる動作の流れになるため、ステップごとに頭出しを行い、ステップごとに同時に動作を開始するように熟達者とユーザの映像を同時表示すると、熟達者と初心者で動作時間が大きく異なる場合でも、ある程度同期がとれた同時表示が可能となる。すなわち、ステッ

プごとに分割しているので、動作中に徐々に2者の動作段階がずれていくことを最小限に抑えることができ、その結果、両者の差異が映像上で明確に理解することが可能となる。

本システム⁽⁴⁾で得られる関節角度の時系列変化、特に熟達者の変化を詳細に分析すれば、これらの4ステップへの時間的な分割は技術的には可能であると思われるが、一方で特に初心者は関節角度の変化が熟達者に比較して大きくずれることがあり、またそのずれ具合も初心者によってかなり異なることが予想される。そこで本稿では抽出された関節角度ではなく、Kinect⁽⁵⁾から得られる人物領域(介助者と被介助者が接触している場合は、2者を合体させた領域となる)内の深度情報に対する、その局所の特徴のヒストグラムに基づいた手法により、第2ステップ、第3ステップ、および第4ステップの頭出しを行うことで映像の同期をとる手法を選択した。これは、上述のとおり、各ステップで動作手順が相互に異なり、またステップごとに熟達者とユーザの映像の同時表示を行うことで、ステップごとの熟達者との動作の差異が明確になるという利点がある。

3. 局所の特徴量によるシーン分割

4ステップの区切り(第2、第3および第4ステップの開始時)では、一連の動作が切り替わるため、熟達者と初心者の差異が他の箇所と比べると小さくなる傾向にある。そこで、あらかじめ区切られている熟達者の映像における区切り箇所の画像と、ユーザの一連の画像とで類似度が比較できる特徴量を、(1)人物領域の大きさ、(2)深度画像の局所特徴量の分布、に設定した⁽⁶⁾。

(1)は(介助者と被介助者の両方を含む)人物領域の形態がステップごとに異なる傾向を利用した特徴であり、ここでは領域の外接長方形の縦横の長さをを用いた。(2)は、介助者と被介助者の相対的な位置関係が、ステップごとにある程度異なり、区切りの特徴として有効であると考えられるため用いた。深度画像における局所の特徴量を図1に示す。ここで、黒い画素は着目している画素であり、青は着目画素

より奥にあることを示し、逆に赤は着目画素より手前にあることを示す。着目画素に隣接する 8 個の画素のうち、最も着目画素と深度が異なる画素について、それが奥なのか手前なのかによって、A から P のいずれかのラベルが人物領域内のすべての画素にラベル付けされる。

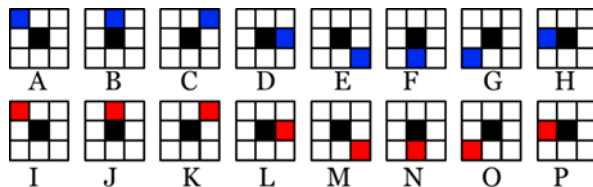


図 1 深度情報による局所的特徴量

すべての画素がラベル付けされたら、各ラベルの正規化ヒストグラムを作成し、16 次元の特徴ベクトルとして構成することができるのだが、このままだと人物領域全体の傾向を示すことになり、介助者と被介助者の姿勢や相対的關係が少々異なってもあまり特徴ベクトルに差が出ないことが実験的に分かった。そこで、人物領域を 4 つの矩形領域に分割し、それぞれの領域における上記 16 パターンのヒストグラムを求めること、すなわち合計で 64 次元の特徴ベクトルを構成することで、人物 2 者の姿勢、相対的關係をある程度明確に特徴づけることが可能な特徴量であることが実験的に得られた。

あらかじめ熟達者の第 2, 第 3, および第 4 ステップの開始時点を手動で求めておき、その時点のデータから深度情報による局所的特徴量を計算しておく。特に 64 次元のヒストグラムベクトルは介助者および被介助者の姿勢および位置関係を表していると考えられるので、熟達者のデータとユーザのデータとの類似度を表す評価関数として、ヒストグラムインターセクションを用いた。2 つのベクトル（ヒストグラム）が類似するほどヒストグラムインターセクションは大きな値を示すので、あらかじめ抽出した熟達者の 3 か所の区切り点での特徴ベクトルと、入力されたユーザの全フレームにおける特徴ベクトルとを比較して、最大値を取るフレームをユーザ側の区切り点とする。

4. 実験および考察

実験対象画像として、実際の看護師が行った介助動作の熟達者サンプルが 2 セット、初心者サンプルとして学生が行った介助動作を 4 セット用意した。初心者サンプルを撮影した時の被験者には 1 度だけ手本となるサンプルの動作を見てもらい、その後実際に看護動作を行ってもらった。今回の実験は実際の介助動作を伴う為、本学工学研究科研究倫理委員会において実験の安全性・妥当性を審議していただき承認を得た上で実験を行っている。

熟達者サンプル 2 セットのうち、人の目で見てステップの区切りがより明確であると判断した方のサンプルを手動で区切り点を求め、3 つの区切り点に

おける特徴ベクトルをあらかじめ求めておく。4 セットの初心者サンプルに対して、すべてのフレームにおける特徴ベクトルを求め、熟達者の特徴ベクトルと類似性を比較した。その結果、4 サンプルのうち 3 サンプルは、3 つの区切り点がすべて正解となった。残る 1 サンプルは、第 2 ステップおよび第 4 ステップの開始点が正解の開始点から 3 秒程度ずれてしまった。ただし、正解のフレームは手動で抽出し、そのフレームから前後 5 フレームは正解に含むとした。

正解を得られなかった 1 サンプルは、ユーザが実験前に受ける 1 回の（熟達者の動作を見る）レクチャーをあまりよく見ていなかったようで、かなり熟達者と異なった動作を行っていたためにずれが生じてしまった。ただ、実際に初心者を対象とした学習支援システムを実現するためには、このような「熟達者の動作からかなり大きく外れた動作」に対しても、それなりにうまく抽出できる手法が必要とされる。今回のケースに限らず、大きくずれた動作の場合、介助者・被介助者両者の姿勢や相対的關係だけでは困難な場合も考えられるが、逆に言えば、ある程度手順を理解しているユーザに対しては十分な性能を持つ手法であると考えられる。

5. まとめ

本稿では、安価なデバイスである Kinect を用いて熟達者とユーザの同期した映像の同時表示を実現するためのシーン分割手法を提案した。実験では実際のベッド-車椅子間の移乗介助動作に適用し、同時表示可能な区切り点の抽出を行った。以上の結果を用いれば、熟達者との同期した映像の提示が可能であることを示した。

謝辞:本研究の一部は JSPS 科研費 25330412 の助成を受けた。

参考文献

- (1) 房野絹可他. "当院における腰痛実態調査". 日本腰痛会誌. Vol.13, No.1, pp.113-120. (2007-11).
- (2) 前川 泰子, 汐崎 陽, 真嶋 由貴恵 "看護業務における表面筋電図からの腰部のひねり動作と筋負荷の關係", 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J93-D, No.11, pp.2538-2547 (2010-11).
- (3) 小久保安朗他. "看護職員の腰痛アンケートからみた腰痛の予防と対策". 日本腰痛会誌. Vol.6, No.1, pp.52-55 (2000-10).
- (4) M.Izumi, M.Matsumura, Y.Uno, Y.Majima, "Motion Analysis for Learning Support System of Bed-Wheelchair Transferring Assistance", Rangsit Journal of Information Technology (Thailand), Vol1, No.2, pp.16-21 (2013-12).
- (5) Kinect-Xbox.com" (2014/09/24 アクセス可)
<<http://www.xbox.com/ja-jp/Kinect>>
- (6) Y.Yamada, M.Izumi, Y.Majima, "Video Cueing and Synchronization for Learning Support System of Bed-Wheelchair Transferring Assistance", 3rd Asian Conference on Information Systems, Viet Nam, (2014-12).