

車椅子上褥瘡予防監視システムにおける除圧動作判別機能の開発

Development of Pressure-Relieving-Movement Estimation Function on the Monitoring System for Wheelchair Users to Prevent Pressure Ulcer

○ 半田隆志 (埼玉県産技セ) 白銀暁 (国立リハセン研究所)

Takashi HANDA, Saitama Industrial Technology Center

Satoshi SHIROGANE, Research Institute of National Rehabilitation Center for Person with Disabilities

Abstract: Wheelchair users who are dependent upon a wheelchair for their indoor and outdoor mobility have a long-term risk of developing a pressure ulcer [Stockton 2002]. Stockton reported that even though the Department of Health currently advises wheelchair users to perform a pressure-relieving movement every 15 minutes to lessen the risk of pressure ulcer, most of them did not do them. In response to this, we have developed monitoring system to prevent pressure ulcer. If no pressure-relieving movements are detected after 15 minutes, the communication robot will tell a wheelchair user to perform the movement with a gentle tone of voice. In this paper, we conducted experiments to clarify the relationship between “3-dimensional positions of body landmarks” and “the distribution of pressure”, and developed a pressure-relieving movement estimation function for the monitoring system. As a result, new algorithm to distinguish between the pressure-relieving movements and the others were developed.

Key Words: Pressure ulcer, Pressure-relieving-movement, Estimation function, Monitoring system, Kinect sensor

1. はじめに

高齢者、障害者のうち、「一日のほとんどを車椅子上で過ごす」という人にとって、「褥瘡⁽¹⁾」の問題に注意を払うことは重要である。この褥瘡のケアで最も大切なのは、予防ケアであり⁽²⁾、その発生原因である外力を除去することが最も重要となる⁽³⁾。

座位において、褥瘡予防のために外力を除去する方法の1つは、座位姿勢変換をおこなうことである。これは、車椅子上でのプッシュアップ、身体を前傾・側屈・反らす⁽²⁾などの動作を指す。日本褥瘡学会による「褥瘡予防・管理ガイドライン(第3版)」では、これの15分ごとの実施を「推奨度C1(根拠は限られているが、行ってもよい)」としている。なお、小さな動作による荷重変換や、短時間(10~15秒程度)の実施では、血液の再灌流を十分に達成することができないという報告もあることから、褥瘡予防のためには、大きな除圧動作を、ある一定時間継続して実施することが重要であると考えられる。

この除圧動作について、医療施設や福祉施設では、入所者に対して、定期的な実施を勧めているところも多い。しかし、Stocktonら⁽⁴⁾によると、ある医療施設において、15分ごとに欠かさず除圧動作を実施した人はわずかしかなかった。これは、褥瘡予防上、問題であると考えられる。そのため、我々は、これまでに、車椅子使用者の褥瘡予防を目的として、除圧動作実施の有無を常時監視し、必要に応じて、その実施を促す「車椅子上褥瘡予防監視システム(以下「本システム」とよぶ.)」を開発してきた^{(5),(6)}。本稿では、本システムにおける「除圧動作判別機能(車椅子使用者の動作が、除圧動作であるか否かを推定する機能)」について、その精度向上を目的として、健常者を対象とした実験をおこない、判別式を改良したので、報告する。

2. 方法

2-1 車椅子上褥瘡予防監視システムの概要

本システムは、主に「自宅もしくはグループホームに居住している、一人を除圧動作を実施できる車椅子使用者」

を監視の対象と想定している。そのため、同時に監視する対象者数は、1~数名程度である。そして、現段階では、監視する室数は1室とした。

監視には、対象者への健康被害の回避およびコストの観点から、非接触の距離センサ内蔵RGBカメラである「キネクト(マイクロソフト社製)」を用いることとした。そして、対象者の除圧動作の有無を動的に常時監視し、除圧動作が15分以上確認されなかった場合は、コミュニケーションロボットが、対象者に警告を発することとした。なお、現段階では、キネクトは、1台のみの使用としているが、今後は、複数台設置による広範囲の監視を可能にする予定である。また、警告は、現段階では、キネクトに接続したPC画面上に表示させているが、今後のコミュニケーションロボットとの接続を前提に、通信機能を実装済みである。本システムの完成イメージを、Fig.1に示す。また、これまでに開発した、PC上のインタフェース画面をFig.2に示す。

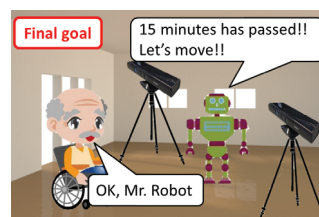


Fig.1 Overview of the monitoring system

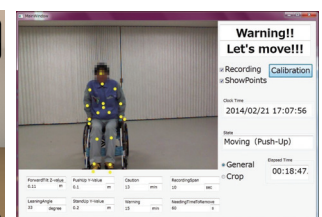


Fig.2 The interface screen

2-2 除圧動作判別機能について

本システムでは、文献2等を参考に、以下の4種類の動作を「除圧動作」とした。

- ・右側屈
- ・左側屈
- ・プッシュアップ
- ・前傾姿勢

そして、「これらの動作のうちの、いずれか1つが新しく確認され、かつ60秒間継続した場合」を、「除圧動作が実

施された」と推定することとした。なお、本システムは、「車椅子からの急な立ち上がりによる転倒リスク」の検出にも応用できる可能性があることから、「立ち上がり」も、判別させることとした。

2-3 除圧動作判別機能の開発のための実験

上記の5種類の動作を判別するため、これまでに、健常者1名を対象とした簡便な実験を実施し、判別式を作成して、本システムに組み込んでいる^{(5),(6)}。本稿では、この判別式を改良し、判別の精度を向上させるため、被験者数を増やして同様の実験をおこなった。実験は以下の手順で実施した。まず、キネクトのスケルトン認識機能を利用して、被験者の関節(20カ所⁽⁷⁾)の3次元座標値を、任意の時間間隔でCSVファイルに記録するソフトウェアを、新しく作成した。次に、実験室において、被験者(健常男性5名、健常女性2名。年齢 30.7 ± 7.3 歳。身長 170.1 ± 10.3 cm。体重 61 ± 18.5 kg。)を、座圧分布測定システム(XSENSOR Technology社製「LX200」)を敷いた車椅子に着座させて座圧を計測するとともに、被験者の正面に配置したキネクトにより、各関節の3次元座標値も計測した。そして、各被験者に、順次4種類の除圧動作を実施させ、除圧が確認されたときの、各関節の3次元座標値を記録した。また、立ち上がり動作についても、同様に実験を実施した。なお、除圧の判断は、座圧分布測定システムにおいて「該当部分の最大圧力が70mmHgを下回ったとき」とした。実験は、1人の被験者ごとに、2回もしくは3回繰り返した。なお、本実験は、国立障害者リハビリテーションセンター倫理審査委員会の承認を得て実施した。

3. 結果および考察

実験の結果、5種類の動作について、以下の特徴が明らかとなった。

- ・右側屈および左側屈
 - 関節「Spine」と関節「Shoulder Center」を結んだ線が、重力軸と比較して、最大43°傾斜していた
- ・プッシュアップ
 - 関節「Hip right」と関節「Hip left」が、ともに、通常時と比較して最大10cm上方に位置していた
- ・立ち上がり
 - 関節「Hip right」と関節「Hip left」が、ともに、通常時と比較して16cm以上、上方に位置していた
- ・前傾姿勢
 - 7名中5名は、どれだけ身体を前傾させても除圧が達成できなかったことから、今回の分析からは除いた
 - 以上より、前傾姿勢以外の4種類の動作については、これらを判別式として用いることができる可能性が示唆された。ただし、検者間において、大きな差異が認められた動作もあったことから(例えば、左右の側屈において、除圧達成時の「SpineとShoulder Centerを結んだ線の傾斜角度」は、検者間で、最大で30°以上の差異があった)、このままでは、未検出の誤判別(実際には除圧できているにも関わらず、本システムが見落とすという誤判別)が発生しやすくなるという課題も明らかとなった。この原因として、被験者自身の体型・動作の差異以外に、キネクトによるスケルトン認識機能の精度の不足も考えられる(プッシュアップ動作時に、精度不足と思われる事例が散見された)。本システムの目的は、「各関節の3次元座標値を正確に求めること」ではないものの、この課題の解決に向けて、今後はさらに分析を重ね、必要に応じて、キネクトの「seatedモード」の使用や、その他の画像分析手法の応用・実装も検

討したい。

前傾姿勢については、上記のとおり、7名中5名の被験者が、そもそも除圧動作を達成できなかった。達成できた2名は、体型が類似していた(身長がやや近く、BMIはもっとも近かった)ことから、これは、使用した車椅子の適合性の問題であることが推察された。ここから、やや本稿の主旨とは異なるが、「除圧動作を適切に実施するためには、適合した車椅子を使用する必要がある」という知見が得られる可能性があることがわかった。

本実験は、健常者を対象として実施したものであり、本システムが対象と想定している高齢者・障害者では、まったく異なる判別式が必要となる可能性がある。そのため、今後は、高齢者等を対象とした実験を実施したいと考えている。

なお、「各関節の位置関係を用いた、除圧動作の判別」についても、さらなる分析の余地がある。実験および分析を重ね、より信頼性のある判別式を求めたいと考えている。

4. おわりに

本稿では、これまでに開発してきた「車椅子上褥瘡予防監視システム」における「除圧動作判別機能(車椅子使用者の動作が、除圧動作であるか否かを推定する機能)」について、その精度向上を目的として、健常者を対象とした実験をおこなった。その結果、除圧動作ごとの特徴が明らかとなり、これらを判別式として用いることができる可能性が示唆された。あわせて、いくつかの課題も明らかとなった。今後は、実験および分析を重ね、より信頼性のあるシステムを開発していきたいと考えている。

謝辞

本研究開発の一部は、(独)日本学術振興会による「科学研究費助成事業基盤研究(A)」の支援(「知能化センサネットワークによる障害・高齢者の健康リスク管理技術の開発」, 研究代表者: 井上剛伸, 課題番号: 24240083)を受けて実施しました。深謝致します。

参考文献

- (1) 日本褥瘡学会編, 科学的根拠に基づく褥瘡局所治療ガイドライン, 照林社, 2005.
- (2) 日本褥瘡学会編, 褥瘡ガイドブック, 照林社, 2012.
- (3) 真田弘美, 最新の褥瘡管理, 第48回日本老年医学会学術集会記録, no. 44, pp. 425-428, 2007.
- (4) Stockton L and Parker D, Pressure relief behavior and the prevention of pressure ulcers in wheelchair users in the community, The Journal of Bone and Joint Surgery, vol. 86-B, no. 3, pp. 372-377, 2004.
- (5) 半田隆志, 廣瀬秀行, 車いす上褥瘡予防監視システムの開発, LIFE2013講演論文集, pp. GS3-5-4-1-GS3-5-4-2, 2013.
- (6) Handa T and Hirose H, Development of Pressure-Relieving Movements Management System for Pressure Ulcer Prevention, The 30th International Seating Symposium Syllabus, pp. 287, 2014.
- (7) MSDN Library, Microsoft co., ltd., <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131025.aspx>