

加速度センサを用いた褥瘡予防システムの研究

小原 大智[†] 大池 竜慈[†] 三浦 大樹[†] 村山 英晶[‡]

東京大学工学部システム創成学科[†] 東京大学大学院新領域創成科学研究科[‡]

1. はじめに

褥瘡とは”局所における循環障害によって生じる皮膚および皮下組織の壊死”であり、”仰臥位では後頭部, 仙骨部, 踵部”に発生しやすく、体位交換が予防手法の一つとされている[1]。2016年10月の調査では療養型病床を持たない一般病院では2.46%の褥瘡有病率であるとされた[2]。

褥瘡検知の先行研究として、大きく分けて非接触センサ、接触センサを使ったものがある。前者では吉武らによる Kinect センサを使ったもの[3]、後者では小野瀬らによる圧力センサを使ったもの[4]がある。これらはセンサの数が複数必要であるほか、センサからの情報に比較的複雑な処理が必要である。一方、睡眠の状態をモニタリングするために加速度センサを用いたものとしては、清水らが横臥時間を計測した研究[5]や和田が睡眠の段階を計測した研究[6]がある。加速度センサは安価で入手しやすいセンサであり、加速度センサを使った褥瘡検知技術開発には意義がある。しかしながらこれらの研究はリアルタイム性がないという点で褥瘡防止システムとしては不十分である。

褥瘡は腰や背中の部分で症状が発生しやすいため、その部分の動きを計測することが重要である。その部分に加速度センサを取り付けることで加速度の時間変化から単純なアルゴリズムで体の動きを検知することができる。腰の動きを判定しやすいという観点や装着者への負担が小さいという観点から本研究では加速度センサを腹巻に挿入した。また、褥瘡予防システムとするにはリアルタイム性が必要であるため、LINE 等による通知機能も提案した。

提案システムの使用方法としては、入院患者や被介護者にセンサを組み込んだ腹巻を使用してもらうことで、対象者が長時間動かなかった際に看護師や介護者に通知が届き、体位交換を促すことが想定される。このことで医療業務、

介護業務の負担を削減することが期待出来る。

2. 提案システム

2.1 アルゴリズム

アルゴリズムは LabVIEW と Python を用いて実装した。図 1 のように加速度センサを用いることで、患者の身体の動きによって生じる XY 方向の加速度の変化を 2 秒毎に計測する。一定時間以上その変化量が設定した閾値を越えなかった場合に体位変化が行われなかったとみなして通知が LINE に送られる。

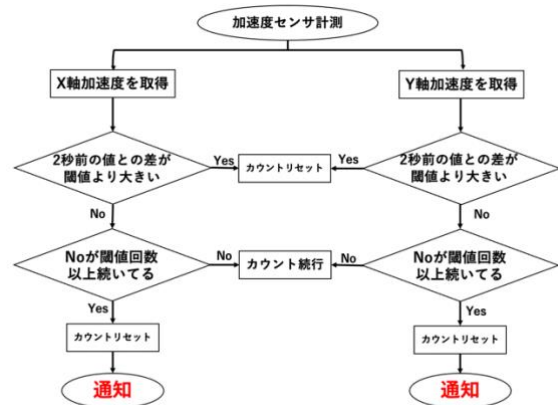


図 1 提案アルゴリズムの流れ

2.2 通知

本実験においては、通知先として一般的に普及度が高い[7]LINE を選択した。LabVIEW から Python ファイルを呼び出し LINE Notify で LINE に通知を送る。腹巻着用者に身体的な動きが一定時間見られない際に、看護師や介護者へ即座に通知することによって、褥瘡の危険性をリアルタイムに伝達することができる。

3 実験

3.1 目的

褥瘡の危険がある状態を察知するには体位変化を検知する必要がある。よって本論文では、加速度の計測値による寝返り検知機能の性能を寝返りをした際に LINE に通知がくるように設定することで、評価した。

Study on Bedsore Prevention System Using Accelerometer
[†]Taichi Obara, Ryoji Oike, Daiki Miura, Systems Innovation, Faculty of Engineering, The University of Tokyo
[‡]Hideaki Murayama, The University of Tokyo Graduate School of Frontier Science

3.2 方法

実験では図2のように、横わる被験者に加速度センサを腹巻で固定し、加速度信号はADコンバータを通して取得した。加速度センサは図3(左)のようにカードケースで保護されたブレッドボードに装着され、ケースは図3(右)のように腹巻の中に固定された。表1の6パターンを図4の様に2名の男子大学生でそれぞれ10回ずつ計120回試し、検出したかを記録した。スタート時の体勢は仰向けとした。

表1 実験結果 (①~③は背中につけたまま)

パターン	検出数 (回転についての結果は行きが左で戻りが右)
①手を動かす	0回
②足を動かす	0回
③体を床に擦る	0回
④45度回転	14回 15回
⑤90度回転	20回 19回
⑥180度回転	17回 16回



図2 装置のシステム図

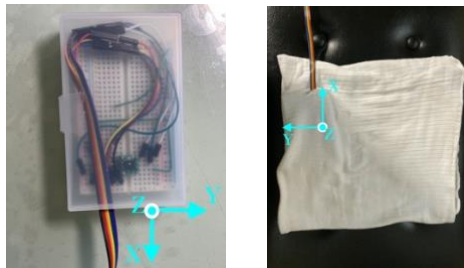


図3 (左)回路の配線 (右)装置の最終形態

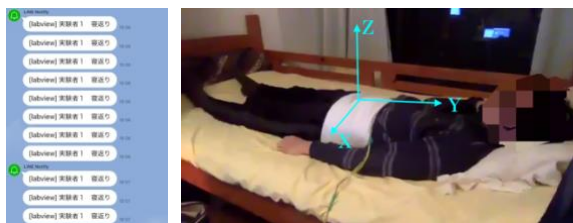


図4 左:LINE 通知画面、右:実験の様子

4. 結果と考察

表1に示すように①~③の3パターン(背中がついたまま)では、システムは寝返りと検出しなかった。

褥瘡を防ぐためのシステムを考案する上で、

背中との接地面は重要であると思われる。背中が床から離れないパターン①~③では体位変化を検知しないことが望ましく、実験では20回全て検出しなかった。一方パターン④~⑥では接地面が変化するので検知することが望ましいが、実験では④、⑥では数回検出失敗、⑤ではほぼ全て検出成功という結果を示した。180度回転は90度回転と比べて動きが大きいと考えられるが、検出率が90度回転よりも低くなっている。これは回転中ではなく、回転終了後と回転開始前の加速度を比較してしまうと180度回転してもZ軸の加速度は大きく変化するものの、X、Y軸の加速度の値はほぼ変わらない可能性があることが原因であると考えられる。また、パターン④において数回検出失敗していたがこれは閾値を調整することで、改善する可能性がある。

今後の展望としては、現場での実運用化を踏まえて現在有線でACコンバータとブレッドボードが繋がっているところを無線化、アルゴリズム実装のクラウド化することを想定している。また、被介護者の腹巻にセンサを入れるので、回路の更なる小型化や腹巻のクッション性強化が必要となるだろう。

5. 結論

本研究では加速度センサと腹巻を用いて、被介護者の体位変化を検知し、一定時間体位変化が行われない場合LINEに即座に通知を送るシステムを提案した。実験では検出機能の性能は良好であり、将来的に看護、介護現場での利用可能性を示唆する結果となった。

参考文献

[1]川端康浩:褥瘡, 日本老年医学会雑誌, Vol. 40, No. 3, pp. 240~241(2003).
 [2]紺家千津子, 志渡晃一, 安部正敏, 安倍吉郎 ほか:療養場所別自重関連褥瘡と医療関連機器圧迫創傷を併せた「褥瘡」の有病率, 有病者の特徴, 部位・重症度, 褥瘡会誌, Vol. 20, No. 4, pp. 423~445(2018).
 [3]吉武伸泰, 恒田 晃完, 灘口尚大 ほか:Kinect センサを用いた医療用監視システムにおける体勢検知機能の実装, 情報処理学会研究報告, B-5-3(2013)
 [4]小野瀬良佑, 榎堀優, 間瀬健二:褥瘡看護ケア支援に向けた体表圧を計測可能な衣類型圧力センサの研究, 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 10, pp. 1827~1836(2018).
 [5]清水章博, 大谷奈緒, 川谷亮治 ほか:加速度センサを利用した横臥時間計測システムの開発(看護とメカトロニクス), ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, 1P1-E01(2013).
 [6]和田史也:寝返り動作による睡眠段階計測システムの開発, ライフサポート, Vol. 24, No. 1, pp. 40(2012).
 [7]日経クロステック「【SNS】LINE利用72.6%・10代は9割超え」入手先<https://www.moba-ken.jp/project/others/sns_index.html>(参照2021-01-01)