

布圧力センサを用いた車椅子用褥瘡予防支援システムの研究開発（162306006）

Research and Development of Pressure Ulcer Prevention Support System for Wheelchair using Pressure Sensing E-textile

研究代表者

間瀬 健二 名古屋大学
Kenji Mase Nagoya University

研究分担者

榎堀 優 名古屋大学
Yu Enokibori Nagoya University
水野 寛隆 株式会社榎屋
Hirotaka Mizuno Tsuchiya Co., Ltd.
鈴木 陽久 株式会社榎屋
Akihisa Suzuki Tsuchiya Co., Ltd.
江島 充晃 株式会社榎屋
Mitsuaki Ejima Tsuchiya Co., Ltd.

研究期間 平成 28 年度～平成 30 年度

概要

本研究は、看護現場のニーズが強い車いす利用時の褥瘡予防を主な対象とし、医師・看護師・介護者に適切なフィードバックを提供して褥瘡予防を支援するシステムを構築することを目的とした。実運用を通して収集した体圧分布データの分析から、圧力センサを用いた場合に利用できる介護尺度などの整備を進めた。結果、オープンデータ化に向けた 6 種合計 2700 時間・人以上のデータ、長期介護データ分析による褥瘡発生リスクや身体活動力変動などの検知、介護現場向け総合システムの構築などの成果を得た。

1. まえがき

本研究は、看護現場のニーズが強い車いす利用時の褥瘡予防を主な対象とし、医師・看護師・介護者に適切なフィードバックを提供して褥瘡予防を支援するシステムを構築することを目的とした。実運用を通して収集した体圧分布データの分析から、圧力センサを用いた場合に利用できる介護尺度などの整備を進めた。最終的な研究開発項目は、第 2 節の小見出しとなっている 4 項目である。それぞれについては当該節にて詳しく述べる。

2. 研究開発内容及び成果

2.1 車椅子利用時の体圧分析に有用となる実測値データセット

本研究では、システムの成熟と合わせ、段階的に取得データ量を増やしつつデータセットの拡充を図った。また、当初計画では、毎年、各数時間ずつのデータを 20 名程度から収集する予定であったが、アドバイザー委員である名古屋市立大学の原沢教授の助言により、少数の被験者を継続的に計測する方向で収集した。各実験の延べ人数こそ少なくなっているが、各実験で収集したデータの合計時間は増加し、述べ 2700 時間・人以上となった。加えて、方針変更後のデータは、同一被験者において 1 週間程度にわたり連続データを収集したものであり、活動量や体調の日中変動や週内変動サイクルも分析できる当初計画より柔軟性のあるデータセットとなり、総合的にも質が充実した。特に日常介護を妨げることなく収集されたデータは、実介護現場で発生するイベントなどの分析に用いることができる。また、同一被験者の約 1 週間にわたる連続データであるため活動量や体調の日中変動や週内変動サイクルも分析できる。この他、リスク段階の異なる施設毎のデータが揃っており、リスク段階の比較分析や施設間の介護方針

差異なども分析可能なデータセットとなっている。

なお、研究期間終了時点ではクローズドデータであるが、可読性の整備などを進めつつフォローアップ事業として、令和元年度にはオープンデータ化する予定である。

2.2 車椅子利用時に圧力センサを用いて検出可能な褥瘡リスク因子尺度

本研究では、二つのリスク因子尺度を構築した。一つは危険姿勢の一つである仙骨座りによるリスク上昇に着目したものであり、3 次元計測によって計測した仙骨座り度合いとの間に 0.8 以上の高い相関を得た。もう一つの因子尺度としては、長期にわたる実介護現場データの収集結果の中に過去の褥瘡発生部位と日常生活中に長時間の圧力集中が発生している部位が合致しているデータが多数見られたことから、1 週間程度の日常生活中の座位時圧力データから褥瘡発生リスクのある部位が判別できる可能性が示唆された（例：図 1 右下）。ただし、単純に連続して圧力が収集しているわけではなく、また、日によっては集中している時間が短い場合も見られた点は、長期の実証実験を実施したことで得られた貴重な観察事実である。すなわち、本研究で提案しているような常時見守り型の計測システムによる長期データ収集が重要であると言える。

2.3 適切な現場へのフィードバックを備える車椅子型介護補助システム

本研究で試作したスマート車椅子ならびに遠隔モニタリングシステムの概要を図 1 に示す。構築したシステムは、全体として配線敷設を廃した導入が容易なシステムとなっており、複数台の車椅子やベッド上の体圧データ解析から、リアルタイムな危険状態通知を実現した。実介護現場で受け入れ可能なレベルまで、簡素化・小型化・長期駆動化（24 時間以上）が実現されている。また、シート型布圧力センサなどを接続するなどの拡張も可能となっている。

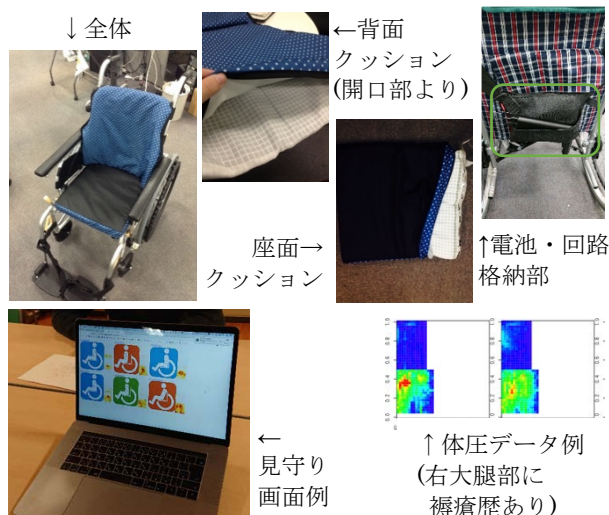


図 1: スマート車椅子ならびにシステムの概要

接続された機器の状態は図 1 左下に示すようにウェブサイトに一覧表示される。このとき、研究開発項目 2 で構築した仙骨座り尺度によって、危険度が色別に表示される。また、深層学習識別器によって、姿勢状態を推定して表示する機能も持つ。なお、本家研究開発は車椅子を対象としているため例示していないが、本システムはシート型布圧力センサの出力にも対応しており、スマート車椅子と同様に体圧分布および推定された寝姿姿勢が表示される。

2.4 姿勢変動やずり落ちに対する予防や身体活動力の変動を検知するシステム

姿勢変動やずり落ちに対する予防としては、研究開発項目 2 にて実装した前ずれ量指標を用いて、前ずれが危険域に達したときにメールで介護者の携帯機器に通知する遠隔モニタリング機能を実装している。

身体活動力の変動検知については、日間データの比較および週内などの長期データ内での活発活動日数計測が有効である可能性を示した。図 2 に例を示す。図 2 は 1 名の被験者の異なる日の活動量データである。図 2 上部は線グラフの細かな波形の振幅が小さく活動が不活発な日であり、同図下部は振幅が大きく活動が活発な日であることが分かる。日間の変動データ比較だけでも被験者の体調の良し悪しを、客観観測ベースで容易に推測可能である。また、収集したデータセット群を分析したところ、実介護施設でデータを収集した多くの被介護者において、図 2 に示したような活動が活発な日と不活発な日が明確に分かれており、また、それぞれの発生頻度やパターンが被介護者ごとに異なることが分かった。したがって、活発な日と不活発な日の発生頻度の変化、ならびに、定常パターンからの逸脱の検知によって、身体活動力などの変化を検知できる可能性が示唆されたと言える。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取組

本研究開発成果は、1~2 年程度を目処に実用化および展開を開始する予定である。開発したシステムは、複数の老人保健施設で連続稼働するなど、システムとしては実用段階にある。一方で、実用化前には、研究期間内に収集したデータによる判断基準の高度化が成されているべきであると考え、その実装期間が必要である。また、販売に向けた体制構築にも時間が必要であり、総合的に 1~2 年程度が必要であると見込まれる。また、上記と並行して、データセットの公開準備を進める。

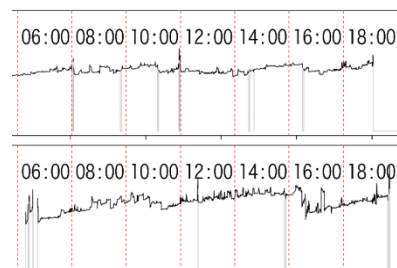


図 2: 同一被介護者の異なる日の活動量

データセットが公開されれば、コンペティション形式などによる関連アルゴリズムならびにリスク評価指標の開発・深化が活発化され、圧力センサを用いた看護システムの更なる発展が促されることが予想される。公開第一弾は 2019 年度に実施予定であり、以後、順次公開データの拡張やコンペティションの開催などを予定している。

4. むすび

本研究では、医師・看護師・介護者に適切なフィードバックを提供して褥瘡予防を支援するシステムの構築にあたり、未来に繋がる内容として、実介護現場との連携構築、データセットの整備、ならびに全体システムの構築に重点を置いて研究を進めた。結果、第 1 項目および第 3 項目で当初予定を大幅に超えた成果となった。また、因子尺度の構築ならびに途中から研究開発項目となったずり落ちや身体活動力変化の検出については、可能性を示唆できる項目を発見した。これらの新項目は、提案にある常時見守り型の計測システムによる長期データ収集が実用化の鍵であり、本研究によって開発した車椅子型介助補助システムの優位性を示す一つの指標となったと言える。今後は、地域 ICT 振興型としてのフォローアップ事業として、連携を構築した看護施設において、先行的な試験導入を実施し、中部地域先導による新規視点看護・看護労力削減を実現予定である。

【誌上发表リスト】

- [1] 間瀬健二、平山高嗣、森田純哉、榎堀優、"個人ライフログを用いた e-コーチング技術"、情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE)、Vol.2 No.5 pp.1-11 (2019-06-28)
- [2] Yu Enokibori and Kenji Mase. "Data Augmentation to Build High Performance DNN for In-bed Posture Classification", Journal of Information Processing, Vol. 26 pp.718-727. (2018-10-15).
- [3] 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 (2018-10-15)

【申請特許リスト】

- [1] 水野寛隆、鈴木陽久、江島充晃、間瀬健二、榎堀優、林千尋、亀野敏志、座位姿勢モニタリングシステム、日本、2016-12-28
- [2] 水野寛隆、鈴木陽久、柴田莉沙、間瀬健二、榎堀優、林千尋、亀野敏志、シート装置、日本、2016-12-28

【報道掲載リスト】

- [1] "NHK World great gear", NHK World, 2017-11-16
- [2] "布状センサで圧力計測 衣類と車椅子開発"、中部経済新聞、2017-01-12
- [3] "布状センサで床擦れ予防"、日刊工業新聞、2017-01-17