

AIによる自動体圧分散およびポジショニング機能を搭載した 体圧分散マットレスの開発

研究代表者： 四谷 淳子（医学系部門・教授）
共同研究者： 長谷川 智子（医学系部門・教授），長谷川 達人（工学系部門・講師），
小森 理（工学系部門・講師）

概要	AIによる自動体圧分散およびポジショニング機能を搭載した体圧分散マットレスの開発
	本研究は、AIによる自動体圧分散およびポジショニング機能を搭載した体圧分散マットレスの開発実現に向けた第1段階として、体圧分布データから患者の臥位を認識するシステムの検討を行った。時系列体圧分布データから機械学習を用いて、「仰臥位」、「側臥位」、「ギャッチアップ60度」のうち患者がどの臥位であるかの識別を行った。被験者9名のデータから識別モデルを構築し残り1名で精度評価を行う過程を10名分入れ替えて繰り返す方法で評価した。結果、側臥位の予測は完璧であったが、ギャッチアップ60度を一部仰臥位と予測していた。全体の推定精度では96.3%となり、3種類の臥位を識別する問題において実用的な精度の手法を実現したことは本研究の成果である。
関連キーワード	褥瘡、体圧分散マットレス、AI、機械学習

研究の背景および目的

わが国における高齢化率は27.3%となり、75歳以上の高齢者の増加は2040年にはピークを迎えるといわれている（内閣府:高齢者白書,2017）。同時に要介護者とその介護者の高齢化が深刻な問題となっている。このような現状から、医療も病院から在宅へと変化し、介護負担への軽減と安心かつ快適な療養環境の提供が望まれている。

褥瘡予防も要介護者や介護者にとっては、重要なケアの一つである。褥瘡の原因は外力であり、その予防・治療においては、身体に加わる外力をコントロールすることが重要となる。具体的な方法として、体圧分散マットレスの使用と体位変換・ポジショニングがガイドラインで示されている（日本褥瘡学会,2015）。体圧分散マットレスは、マットレスに臥床すると身体を沈みこませ（Immersion）、身体の凹凸に順応させ包み込ませることで接触圧を低くする機能（Envelopment）と、また、空気の袋（エアセル）が膨張収縮を繰り返す圧のかかる部位を変化させ接触圧を低くする機能をもっている（Change in areas of contact over time）。体圧分散マットレスの選択方法は、要介護者の寝たきり状況や身体的特徴などから褥瘡発生リスク状態を判断し選択する。中でも、褥瘡発生リスクが高い人が使用するエアマットレスは、体重や四肢の関節拘縮の程度、ベッドのギャッジアップ状況に応じてマットレスの内圧を調整する仕組みになっている。体圧分散マットレス使用時

は、身体の接触面にかかる最大接触圧値が50mmHg以下であることを目標に、体圧管理を行なう。しかし、体圧管理がされても、身体的特徴による姿勢（身体アライメント）が安定せず、身体感覚に影響し、快適な寝床環境が提供できないことがある。昨今では、エアマットレス自体に体圧分布センサーを搭載し圧管理を行ない、自動圧調整と体位変換を行うマットレスが使用されるようになってきている。これは、体圧分布図を見ながらポジショニングを行なう必要がある。他にも、骨盤を中心に対角線上の小さな体位変換を自動化したスモールチェンジ機能搭載マットレスもあるが、四肢の関節拘縮がある場合、その機能が活かせる部位にうまく臥床できないため、身体アライメントが崩れやすい。様々なマットレスが開発されているものの、すべての対象者をカバーするには不十分である。要介護者にとってベッドいわゆるマットレスは生活の場であり、快適な寝床環境を提供できることが重要である。

そこで本研究では、AIを搭載することで、要介護者がマットレスに臥床しただけで、自動的に体圧管理や体位変換を行うことにプラスし、身体的特徴に応じた適切なポジショニングを行なうエアマットレスを開発することを目的とした。身体的特徴に応じたポジショニングを行なうことで、身体アライメントを安定させ、褥瘡予防だけでなく、誤嚥性肺炎など老年症候群予防にも繋がる。

さらに、介護負担の軽減、要介護者の安心かつ快適な療養環境が提供できると考える。

研究の内容および成果

本研究では、AI ベッドの実現に向けた第 1 段階として、体圧分布データから患者の臥位を認識するシステムの検討を行った。認識手法について説明する。今回観測される体圧分布データは図 1 のように体圧計測マット (SR ソフトビジョン; 住友理工株式会社) を縦 25×横 64 のメッシュ状に区切り、それぞれの地点において観測された圧力値の時系列データである。サンプリング周期は 0.2 秒である。この時系列体圧分布データから機械学習を用いて、「仰臥位」、「側臥位」、「ギャッチアップ 60 度」のうち患者がどの臥位であるかを識別する。機械学習とは、人間の学習と同様の機能をコンピュータで実現しようとする手法のことであり、人工知能関連技術の一つである。本研究では、入力を体圧値もしくは体圧値から抽出した特徴量、出力を 3 種類の臥位とする識別問題と定義して、これを機械学習によって識別する。特に今回評価を行う手法では、体圧値をそのまま 1600 次元の特徴量として扱い、多層パーセプトロンと呼ばれる機械学習アルゴリズムを用いて識別モデルの学習を行う。

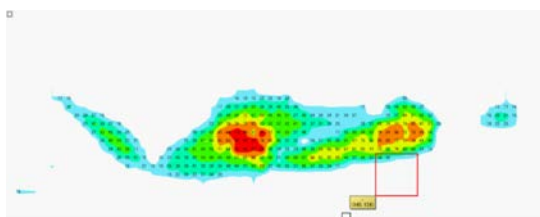


図 1. 体圧分布の例

提案手法の有効性を評価するための実験を行った。実験では健常者の大学生 10 名を対象に、体圧計測マットを設置したベッド上で 3 種類の臥位をとってもらい、その際の体圧分布データを各 5 分程度計測した。機械学習では、入力 1 つに対して

出力 1 つとなるような対応付けたデータセットを事前に準備して学習を行い、識別モデルを構築する。実運用時には、事前に計測したデータで作った識別モデルを用いて、実際の現場で利用していく。今回は手法の評価を行うために、被験者 9 名のデータから識別モデルを構築し残り 1 名で精度評価を行う過程を 10 名分入れ替えて繰り返す方法で、手法自体の評価を行った。

表 1. 実験結果の Confusion-Matrix

		正解		
		側臥位	仰臥位	GU
予測	側臥位	32.9%		
	仰臥位		33.4%	3.7%
	GU			30.0%

表 1 に実験結果の Confusion-Matrix を示す。正解に対して予測がどれになったかをマトリックスで示したものである。数値は全体数に対する比率を示している。表より、側臥位は完璧に予測ができていたが、ギャッチアップ 60 度を一部仰臥位と予測してしまっている。全体の推定精度では 96.3% となり、十分実用的であると考えられる。

本研究では、AI ベッドの実現に向けた第一段階として、体圧分布データから患者の臥位を認識するシステムの検討を行った。健常者を対象とした実験では推定精度 96.3% の推定精度が実現できており、3 種類の臥位を識別する問題において実用的な精度の手法を実現したことは本研究の成果である。今後は、より実際の患者に近い体圧データでの評価実験や、新たな課題定義と解決策の模索を行っていく等の発展の余地がある。

本助成による主な発表論文等、特記事項および競争的資金・研究助成への申請・獲得状況

「主な発表論文等」

本研究成果は、看護理工会学会学術集会及び学術誌又は、日本褥瘡学会学術集会及び学術誌への発表を予定している。尚、発表に際し、実験方法など再考しブラッシュアップしたもので発表する予定である。

「競争的資金・研究助成への申請・獲得状況」

平成 31 年度科学研究費助成事業 (科学研究費補助金) 基盤研究 C 又は挑戦的萌芽研究に申請予定である。他、AMED 関連等本研究テーマにおいて申請可能な助成金公募に申請していく予定である。