

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：82610

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K10753

研究課題名（和文）動画解析によるICUでのチューブ自己抜去予測モデルの開発

研究課題名（英文）Development of a Predictive Model for Self-Extubation in the ICU Using Image Analysis

研究代表者

梅田 亜矢（Umeda, Aya）

国立研究開発法人国立国際医療研究センター・国立看護大学校・講師

研究者番号：00734013

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：姿勢推定モデルを用いることで、画像の明るさやカメラとの相対的な距離など条件の良かった症例のみではあるが、自己抜去の動画から3次元座標が得られた。そして、そこから特定部位の距離の変化を時系列データとした。つまり、自己抜去と未遂動作との弁別可能性が示唆された。このように、後ろ向きに自己抜去の検出はできたが、同じような条件の動画が十分に得られなかったため、予兆動作の検討にまでは至らなかった。ひきつづき、様々な条件下での自己抜去動作の解明を進めることで、汎用的な抜去動作の予測手法の確立を目指したい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究のデータとなる、ICUで臥床している患者が自己抜去する動画を取得することが、今回非常に困難であったが、適切なプロセスを踏み、貴重なデータが得られたことは今後に向けて大きな収穫となった。本研究は、通常業務として使われている監視カメラの、リアルタイムで活用された後は消去されている動画を用い、新たな見地を得ようとした取り組みであった。少子高齢社会により今後さらに看護の人手不足が予測されている。研究のさらなる積み重ねにより、ICU患者の身体抑制ゼロを目指し、患者のQOLの向上、看護師の補助、負担軽減につながると思う。

研究成果の概要（英文）：Using a posture estimation model, we were able to obtain three-dimensional coordinates from images of self-extubation, albeit only in cases where conditions such as image brightness and relative distance from the camera were favorable. From there, we derived changes in distances of specific body parts as time-series data. In other words, potential for distinguishing between self-extrusion and attempted actions was suggested. Thus, while detection of self-extrusion in a backward direction was achieved, insufficient availability of similar-condition videos precluded consideration of precursor actions. Continuing to elucidate self-extrusion under various conditions, we aim to establish a generalized prediction method for extrusion actions.

研究分野：看護学

キーワード：予定外抜去 ICU 身体抑制 動作解析 AI 自己抜去

1. 研究開始当初の背景

ICU に入院した患者は、治療や処置に関連したインシデントを経験するリスクが高い (Welters et al. 2011) が、心肺予備能が限られているため、インシデントによる悪影響を受けやすい (Kiekkaset al., 2011)。ICU 患者は、気管チューブやドレーン類など生命に直結するチューブ類を挿入されていることが多く、患者の苦痛の軽減をはかることと安全確保のために、鎮静・鎮痛剤の使用や、身体抑制を行っている。近年、過鎮静のデメリットが謳われてきているため、浅い鎮静、つまり少量の鎮静剤で管理する症例が増加しているが、それに伴い身体抑制が減少したと報告する論文は見当たらない。

身体抑制は、予定外抜去など短期的アウトカムに効果的である (Perren, 2015) と報告される一方で、中長期的にみると、抑うつ、PTSD、ICU 入室期間の延長などネガティブな結果をもたらす (Jones, 2001; Kandeel, 2013; Luk, 2014)。

また、身体抑制は、倫理的に問題があることはよく知られてはいる。しかし、チューブの予定外抜去は生命に関わる危険をもたらしたり、再挿入により新たな侵襲を加えたりすることとなるため、臨床としてはなかなか廃止できない現状にある。

多くの場合、患者は常に興奮やチューブを予定外抜去する状態にあるわけではないが、現状では予測ができないため、予定外抜去を起ささないよう、長時間、身体抑制を行なっている状況にある。

予定外抜去のリスクファクターは明らかになっているが、患者がどのようにチューブを予定外抜去するのか、予定外抜去の前には予兆動作があるのかといったことは明らかにされていない。そこで、患者の動作を分析することで、ICU でのチューブ抜去の特徴的な動作がみられるか、また、それを検知につなげることはできないかと考え、本研究を着想するに至った。

2. 研究の目的

動画解析によるチューブ予定外抜去予測モデルを開発するために、本研究では、患者はどのような状況でチューブを予定外抜去するのか、予定外抜去前には予兆動作があるのかを明らかにすることを目的とした。チューブとは気管内挿管、胃管、ドレーン類、A ライン、末梢ライン、膀胱留置カテーテルとした。

研究1

ICU の監視カメラの映像から自己抜去に至る姿勢の検知を試みる

研究2

監視カメラの動画から得ることが難しい、実際の 3 次元座標の動作データが得られる慣性式モーションキャプチャによって、3 次元のデータを得ることで、より詳細な動画解析を行うことを計画した。しかし、データ取得に難渋したため、再検討した結果、まずは、臥位における慣性式モーションキャプチャの座標取得に対するエラー率を元に、測定可能な部位を明らかにすることに取り組んだ。

3. 研究の方法

研究1

1) 対象

ICU で安全管理のために、業務で使用されている監視カメラで、何らかのチューブを自己抜去、あるいは自己抜去しそうになった場面が撮影されている動画
自己抜去した患者は成人であり、研究参加に同意を得られた動画

2) 分析方法

実際の抜去時刻を中心に最大で5分間を切り出し、1フレームごとのjpeg画像を抽出した。画像は、幅640×縦480ピクセル、毎秒5フレームの動画から得られ、1動画あたり125枚から1500枚となった。患者の姿勢推定には、身体33か所の3次元座標を検出できる(表1) MediaPipeを用い、上半身の身体部位の動作変化を表す3次元座標データを得た。さらに、身体部位間の距離を求めて、動画毎に全フレーム分まとめた時系列データとした。また、時系列データは、動画上に配置することで目視にて姿勢を確認した。

次に、実際の姿勢とMediaPipeの推定した座標位置に大幅なずれがあると考えられるものを除いた3例について、抜去に至る

姿勢変化が検知できるかを特異ス

表1 MediaPipeで検出可能な33部位と身体位置の対応

ペクトル変換法によって確

認した。計算環境は、産業

技術総合研究所のAI橋

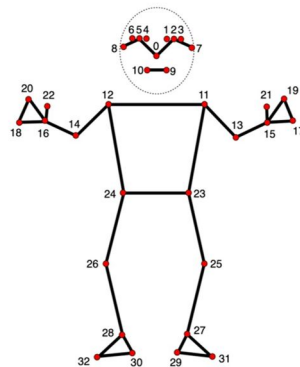
渡しクラウドABCにて

Python(Version 3.11)を用

いて、MediaPipeによる姿

勢推定及びSSTの計算を

行った。



0 - nose	17 - left pinky
1 - left eye (inner)	18 - right pinky
2 - left eye	19 - left index
3 - left eye (outer)	20 - right index
4 - right eye (inner)	21 - left thumb
5 - right eye	22 - right thumb
6 - right eye (outer)	23 - left hip
7 - left ear	24 - right hip
8 - right ear	25 - left knee
9 - mouth (left)	26 - right knee
10 - mouth (right)	27 - left ankle
11 - left shoulder	28 - right ankle
12 - right shoulder	29 - left heel
13 - left elbow	30 - right heel
14 - right elbow	31 - left foot index
15 - left wrist	32 - right foot index
16 - right wrist	

研究2

1) 対象

過去にICU患者が予定外抜去したところを発見したことがある、または予定外抜去をしそうになっているところを見たことのある看護師

ICUでの経験が3年目以上ある看護師

2) データ収集方法

慣性式モーションキャプチャ(Perception Neuron 3)を装着し、ベッド上で胃管を自己抜去する場面を計20例演じてもらい、メーカーのサポートを得た上で測定した(図1)。センサー28個で59部位の測定情報が得られる。今回は1秒間に30フレームの情報が取れるように設定した。

3) 分析方法

各動画フレームについて各センサーから送信される、計測の成功(1)や失敗(0)を示す値を用いてエラー率を算出した。よって、センサーのエラー率は1に近い程、検出されなかったことを示す。次いで、エラー率が低い部位は、母平均を1と仮定した1標本t検定を行った。

倫理的配慮

研究1、2とも所属機関の倫理審査委員会の承認を得て実施した。



図1 データ収集の様子

4. 研究の成果

研究1

1) 対象動画

対象動画は以下の通りである(表2)。

2) 抜去時点の検出

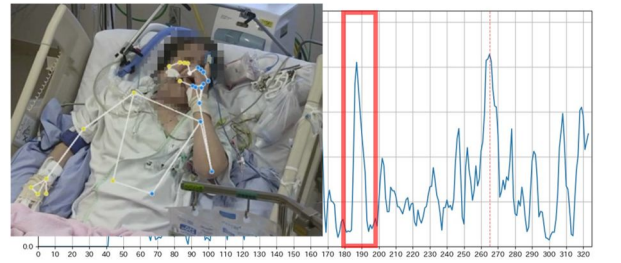
3動画にて抜去時点の検出が行えた。

表2 対象動画の概要

チューブの種類と挿入部位			
ビデオNo.	チューブの種類	挿入部位	フレーム
1	気管チューブ	口	325
2	動脈ライン	左手首	1500
3	胃管	鼻	1500
4	胃管	鼻	1500
5	胃管	鼻	1500
6	気管チューブ	口	680
7	胃管	鼻	1500
8	胃管	鼻	1500
9	胃管	鼻	125
10	胃管	鼻	1500
11	動脈ライン	左手首	1500
12	胃管	鼻	1500
13	胃管	鼻	1500

表3 座標取得の成功例

- 抜去の近傍で高い値がみられた ($\alpha(265) = .83$)



ビデオNo.	フレームNo	変化度	動作の詳細
1	188	.82	左手で口元のチューブを掴む動作を開始する
	265	.83	左手で口元のチューブを掴み引き抜く動作を開始する

研究2

59 か所の検出点のうち、全く検出できなかった部位は、脊椎、首、両手指であった。その他の部位のエラー率は、0.3%から23%と低値であった。脊椎を除き、エラー率が1%未満の11箇所は統計的に有意であった。



図2 検出できなかった箇所

5. 考察

研究1では、姿勢推定モデルから得られた動画の座標を時系列データとして、自己抜去の検出可能性を探った。13例の動画から有効な座標が得られたのは3例であった。ICUという極めて特殊な環境と、ベッド上で仰向けという条件下を考慮すれば、複数の身体部位間距離による座標データの有効性の一端を明らかにしたと考えられる結果であった。

研究2では、抜去動作につながる腕の動きの計測は良好であった。そのため、慣性式モーションキャプチャを使用した抜去動作の動作解析が行える可能性が示唆された。しかし、脊椎、首、指のセンサーとの疎通については今後の検討課題である。ベッドにより背面の情報がさえぎられるために起こる可能性も考えられた。

今回の研究により、特定の異常検知手法による自己抜去の検出はできたが、同じような条件の動画が十分に得られなかったため、予兆動作の検討にまでは至らなかった。しかし、姿勢推定モデルから得られる複数の身体部位間距離の時系列データを異常検知手法に用いることで自己抜去と未遂動作との弁別可能性が示唆された。ひきつづき、様々な条件下での自己抜去動作の解明を進めることで、汎用的な抜去動作の予測手法の確立を目指したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 梅田 亜矢
2. 発表標題 身体拘束最小化に向けた患者の予定外抜去の動作解析に関する研究
3. 学会等名 第19回クリティカルケア看護学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 梅田 亜矢, 水野 崇, 石崎 文雄, 岡本 竜哉
2. 発表標題 ICU患者の自己抜去動作の解明に向けた慣性式モーションキャプチャの実現可能性
3. 学会等名 第51回日本集中治療医学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 水野 崇, 石崎 文雄, 梅田 亜矢, 岡本 竜哉
2. 発表標題 姿勢推定モデルを用いた集中治療室における自己抜去動作の検知
3. 学会等名 2024年度 人工知能学会全国大会（第38回）
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	岡本 竜哉 (Okamoto Tatsuya) (30419634)	国立研究開発法人国立国際医療研究センター・センター病院・ICU・CCU・HCU管理室医長 (82610)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	水野 崇 (Mizuno So)	ライフデザインカウンセリング研究所	
研究協力者	石崎 文雄 (Ishiaki Fumio)	株式会社モーダルステージ・モイ株式会社	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関