



ウォーターベッドマッサージに関する感性工学研究

石, 叡人

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

2016-09-25

(Date of Publication)

2017-09-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第6750号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006750>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



論文内容の要旨

氏 名 石 叡人専 攻 計算科学専攻

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

ウォーターベットマッサージに関する感性工学研究

指導教員 羅 志偉

(注) 2, 000 字～4, 000 字でまとめること。

本論文においては主にウォーターマッサージベッドを用いて研究がすすめられている。ウォーターマッサージベッドとは、水の噴流によって全身をマッサージするベッド型のマッサージする装置の一種である。水を満たしたバスタブのようなものの上にラバーマットを敷くことで、身体を濡らさずに水に浮遊する感覚が得られるという特徴を持っている。また、ラバーマットの下にあるポンプから水を噴き上げることで、全身体をマッサージする装置である。水を利用しているため、水圧刺激と浮遊感を提供することでストレス解消や血液循環の向上及びリハビリ筋肉疲労物質の除去といった数多くの効果が期待されている。しかし、ウォーターマッサージによる治療後、非常に少数ではあるが、めまいなどの乗り物酔いに近い症状が患者に表れることも報告されている。乗り物酔いに関する研究は古くよりなされており、特に自動車や船舶における研究開発の一環として、乗用者の乗り心地や乗り物酔いの発症確率に関する研究は数多くなされてきた。これらの乗り物の特徴として、被験者は主に自動車や船舶名などの剛体に囲まれた乗り物を使用しており、このような物体が被験者に与える影響について研究されてきた。これに対して、ウォーターマッサージベッドのような柔軟面上における水圧振動による乗り物酔いの誘発要因についてはほとんど研究がされておらず、明らかになっていない。本論文は、生理学的な指標として自律神経活動の変化に着目し、ウェアラブル心拍センサーとレーザーレンジファインダーと併用することで、感性工学の立場から、ウォーターベットマッサージの振動と被験者の主観評価および自律神経活動変化との関わりを明らかにし、乗り物酔い誘発の改善を目的とする。本論文は 6 章で構成され、主に以下の 3 つの研究結果についてまとめたものである。ウォーターベットマッサージに対する生理学的評価では、人の主観評価と生理学指標の関係についての評価を行った。次のウォーターベットマッサージに対する工学的評価では、工学的な観点から振動が生理学指標に与える影響についての評価を行った。最後にウェブカメラを用いたリアルタイム非接触型計測方法の提案を行い、有効性の検証を行った。

ウォーターベットマッサージに対する生理学的評価の研究において、人が気持ちいいと感じるときの主観評価と安静時からのリラックス度の増加量に比例関係にあり、気持ちいいと感じるほど安静時からのリラックス度は増加することがわかった。また、マッサージ開始後 0～30 秒間のリラックス度の増加量がマッサージ後のアンケートに対する主観評価に影響を与えていることから、初期の感覚が人の感情に影響を与えることがわかった。

ウォーターベットマッサージに対する工学的評価の研究では、仰向けの姿勢に適応させた MSDV を用いることで頭部付近に対して「こねる」・「さする」・「もむ」の振動パターンが比較的不快な感情を引き起こしやすく、リラックス度の増加量も低くなることを確認した。したがって、仰向けの姿勢に適応させた MSDV 指標において dB が高い振動が頭部に加わると、被験者は不快な感情を感じると同時にリラックス度が低くなることから、仰向

(氏名： 石 叡人 NO.2)

けの姿勢に適応させた MSDV 指標の有効性が確認できた。また、60 代以降の被験者ではリラクセス度の増加と主観評価は一致しなくなることが想定される結果となった。

ウェブカメラを用いたリアルタイム非接触型心拍計測の研究では、物体のトラッキング方法である CAMSHIFT 法を用いることで、従来研究と比べて約 3 倍計算速度を向上させることができた。CAMSHIFT によるトラッキングと移動フィルターによるノイズ除去及び回帰分析を組み合わせた手法を用いることで、常に頭部が大きく動いている状態において、従来手法とより約 29%誤差を低下させることが可能となった。また、ウォーターマッサージベッドを用いた応用実験から、動きが小さく単調な動きをする場合、移動フィルターと回帰分析を組み合わせた手法より独立成分分析と回帰分析を組み合わせた手法の方が有効であることが分かった。

ウォーターベットマッサージに対する生理学的・工学的評価に関する研究結果から、ウォーターベットマッサージに対する初期の感覚が人の感情に影響を与えているため、最も評価が良かった「のぼす」のマッサージパターンをマッサージプログラム(P1)の最初に行うことで被験者の主観評価を上げることができると考えられる。また、唯一リラクセス度が増加傾向にあった「上半身 のぼす」のマッサージパターンを多く行うことで振動による乗り物酔いを発生させにくくなると考えられたため、これらの方法を用いてマッサージプログラム(P1)の改善を図りたいと考えている。

また、ウェブカメラを用いたリアルタイム非接触型心拍計測の研究結果から人が動いている状態においても心拍を計測でき、かつウォーターマッサージベッドを用いた応用実験からも提案手法の有効性が確認できた。将来的には、動きがランダムで大きい場合と動きが小さく単調な動きをする場合において計測手法を適切に切り替えることができれば、更なる計測手法の発展につながると考えている。

また、最終的にはこの心拍計測法から正確に自律神経活動を計測可能にすることを今後の発展課題と考えている。正確に自律神経活動を計測することが可能となれば、自律神経活動からリラクセス度を計算することができるため、ウォーターベットマッサージに対する更なる発展に繋がると考えられる。これらにより、医療機器としてのウォーターマッサージベッドの技術発展に寄与する可能性が見出された。

氏名	石 叡人		
論文 題目	ウォーターベッドマッサージに関する感性工学研究		
審査 委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教授	羅 志偉
	副 査	教授	的場 修
	副 査	教授	上原 邦昭
	副 査	准教授	全 昌勳

要 旨

ウォーターマッサージベッドは、整形外科やリハビリテーションなどの臨床現場で医療機器として導入されており、水圧刺激と浮遊感を提供することで、ストレス解消、血液循環の向上、リハビリテーション、筋肉疲労物質の除去、心と体のリラクゼーション、そして末梢血行の促進など数多くの効果が期待されている。一方、ウォーターマッサージによる治療後に乗り物酔いに近い症状があることも報告されている。従来、自動車や船の研究開発において、乗用者の乗り心地に関する研究は数多くなされており、主に機械的な振動と被験者の主観評価との関わりについて研究されてきた。これに対して、ウォーターマッサージベッドのような柔軟而上の水圧振動による酔いの誘発要因については明らかにされていない。

本論文は、生理学的な指標として自律神経活動の変化に着目し、ウェアラブル心電計を加速度センサー、レーザー変位計と併用することで、感性工学の立場から、ウォーターベットマッサージにおける機械振動、被験者の主観評価および自律神経活動変化との関わりを明らかにし、酔い誘発の改善を図ろうとしている。

本論文は 6 章で構成され、主に以下の 3 つの研究結果を挙げられている。

第 1 章は、本研究の背景、従来の研究と本論文の目的と概要について説明している。

第 2 章では、人間の感性に関わる感覚・知覚・情動・感情などの生理学的な基本知識及び測定方法について述べている。

第 3 章では、ウォーターマッサージによる治療前後における被験者の主観評価とウェアラブル心電計で計測・解析された自律神経活動変化との関係について実験と数値解析を行っている。具体的には、健康な成人男性 10 名に対して、ミナト医科学株式会社製のウォーターマッサージベッドを用いて、臨床で多く使われている P1 という水圧刺激処方で行った。P1 刺激処方では、被験者の身長と身体部位に応じて、「さする」、「もむ」、「こねる」と「のぼす」といった異なる水圧刺激パターンを提示することでマッサージを行うようになっている。自律神経活動解析の結果は、被験者の主観評価と相関があることを判明でき、また、座位安静時と比較してマッサージ開始後 0~30 秒間のリラクセス度の平均増加量が大きいほどマッサージ後のマッサージに対する主観評価が良くなることが分かった。この章の研究の結果は、査読付き国内論文誌「日本感性工学会論文誌」に掲載されている。

第 4 章においては、水圧刺激処方の改善を目指して、「さする」、「もむ」、「こねる」と「のぼす」といった各種水圧刺激パターンが異なる身体部位に、各種の強度と順序で提示された場合で引き起こされる被験者頭部の機械振動と本人の自律神経活動変化との関係を実験研究した。実験対象者は、健康な成人男性 11 名であり、結果として、マッサージ中の頭部に加わる加速度が集中するほど、また「こねる」パターンの場合、被験者のリラクセス度が低くなり、このような刺激パターンについて、強度を低くするか、または、マッサージ処方の最終段階における利用を避けたほうが良いことを判明できた。

この章の研究の結果は、査読付き国際会議「2013 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2013)」にて口頭発表され、査読付き国際雑誌「International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics」に掲載決定されている。

第 5 章では、リアルタイムで対象者の反応を把握して、それに応じて水圧刺激の強度、パターンと刺激部位を調節できるように、新たな生体信号測定技術として非接触型のウェブカメラを用いた心拍数測定法を開発した。今までの技術は、頭部が静止した状態で正面にあるカメラを凝視する必要があり、水圧刺激時に生じる頭部の振動がある場合、計測精度が著しく低下する。本研究で提案された心拍計測法は、頭部を動かしている状態においても、精度の高い心拍計測を可能となる。実験は、健康な成人男性 7 名を対象として体に心拍センサーを貼り付けた状態でカメラ計測実験を行った。体に貼り付ける心拍センサーから得られるデータを真値とし、従来の手法より約 29%精度が向上できた。この章の研究の結果については、査読付き国際会議 IEEE Int. Conf. on ROBOT2016 に投稿している。

氏名 石 毅人

最後に第6章は、本論文のまとめと今後の課題について述べている。

以上より、本論文はウォーターマッサージベッドを用いたマッサージにおける自律神経活動変化に着目して、マッサージについて感性工学的な研究を行い、臨床応用にも意義が大きい水圧刺激処方の改善に繋がる知見を得ることができた。また、新たな生体信号計測技術を提案することにより、医療機器としてのウォーターマッサージベッドの技術発展に寄与する可能性が見出され、数多くの有益な知見を得たものとして価値ある集積である。よって、提出された論文はシステム情報学研究科学位論文評価基準を満たしており、学位申請者の石 毅人は、博士(工学)の学位を得る資格はであると認める。