

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	快適な睡眠環境に関するバイオメカニクス的研究
Title(English)	
著者(和文)	倉元昭季
Author(English)	Akisue Kuramoto
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10630号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:伊能 教夫,蜂屋 弘之,山浦 弘,中島 求,塚越 秀行
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10630号, Conferred date:2017/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	機械制御システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学) Academic Degree Requested Doctor of Engineering
学生氏名： Student's Name	倉元 昭季		指導教員 (主)： 伊能 教夫 教授 Academic Advisor(main)
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「快適な睡眠環境のためのバイオメカニクス的研究」と題し、全6章より構成されている。

第1章「緒論」では、質の良い睡眠が健康な日常生活を送る上で重要であること、また、工学的な見地からの睡眠の誘導や質の改善を試みる議論が充分ではないことを本研究の背景として述べている。まず睡眠の誘導について、一般的に用いられる薬物療法の問題点を指摘している。また、睡眠環境の心地良さの評価について、主観に依存した定性的な議論に留まっていることを指摘している。本研究では寝具と人体の間に生じる力学的な相互作用に着目し、バイオメカニクスの観点から睡眠環境の「眠りやすさ」や「心地良さ」を評価することで、質の高い睡眠を実現可能な機械的環境を開発することを目的とすると述べている。

第2章「振動が持つ誘眠効果の検証」では、実際に振動条件下での睡眠実験を実施し、振動が持つ誘眠効果について脳波測定を用いて定量的に議論している。まず椅子型加振装置を用いた座位における睡眠実験より、気付かない程度の穏やかな振動が誘眠効果を持つことを示すとともに、特定の周波数で誘眠効果が高まる傾向を示している。次に誘眠効果の高い振動条件（振幅、周波数、振動方向）を議論する目的で、新たにベッド型加振装置を開発している。この装置を用いた仰臥位における睡眠実験より、特定の振幅で誘眠効果が高まる傾向を示すとともに、誘眠効果の高い振動については身体に対する振動の異方性がないことを示している。

第3章「休息姿勢の心地良さの生体力学的評価法」では、休息姿勢の快適さを生体力学的な観点から客観的に評価する手法を提案している。休息姿勢の維持において身体は能動的な筋力の発揮を殆ど必要としないと考えられるため、一般に用いられる身体負荷評価手法は適切ではないことを指摘している。本研究では身体負荷が皆無となる姿勢として宇宙での脱力姿勢であるNeutral body posture（中立姿勢、NBP）に着目し、これを基準として休息姿勢の維持に必要なエネルギーを身体負荷として評価する手法を提案している。まず個人毎のNBPの推定手法として、報告されているNBPの姿勢角の範囲内で、その個人の自然体立位姿勢時の筋長との差異が小さいNBPを探索する手法を提案している。また身体負荷量の推定には、人体の姿勢に関わる構成要素である筋や関節を弾性ばねで近似し、これらが受ける総ひずみエネルギーを用いている。そして快適な枕と不快な枕について枕使用時に頭頸部が受ける負荷を提案手法で推定し、枕の心地良さを提案評価手法で定量的に表現できる可能性を示している。

第4章「個人毎に快適な寝具形状の生体力学的評価に基づく設計手法」では、個人毎に快適な寝具形状の設計手法を提案し、快適な枕の生体力学的要件について議論している。まず個人差の指標として自然体立位における後頭部形状に着目し、快適に感じる枕形状を後頭部形状の測定のみから設計する手法を提案している。次にこの設計手法で得られる枕は頭頸部の筋や関節が受ける負荷を小さくしていることを、第3章で提案した身体負荷評価手法を用いた解析より明らかにしている。この結果は、提案手法を用いた身体負荷の解析から、個人毎の体型に応じて人体姿勢の快適さを議論可能であることを示している。この方法論は、睡眠姿勢だけでなく作業時や休息時の姿勢にも適用可能であるため、これまで主観的評価に依存していた休息姿勢時に用いる器具の快適さを、個人毎の体型や姿勢に基づいて生体力学的な観点から定量的に評価できる可能性を示している。

第5章「快適な睡眠環境のためのインテリジェント寝具」では、睡眠を誘導しかつ身体負荷が小さい睡眠姿勢を提供するための器具として、流体駆動式能動変形型寝具であるインテリジェント寝具を提案している。まずこのシステムの基本的な構成要素である柔軟な袋状アクチュエータとそのフィードバック制御システム、およびボディシミュレータの具体的な実現方法について述べている。次に提案寝具システムの一部として枕型システムを構築し、動作実験を行っている。この枕型システムを用いた頭頸部支持状態の官能評価の結果、接触圧中心位置が快適さを決めるパラメータの一つであるという知見を得ている。また、この快適さを指針としたフィードバック制御により常に快適な姿勢に保つ機能の実現の可能性を示している。

第6章「結論及び今後の展開」では、本論文を総括し今後の課題を述べている。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	機械制御システム	専攻
Department of		
学生氏名：	倉元 昭季	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野)：	博士 (工学)
Academic Degree Requested	Doctor of Engineering
指導教員 (主)：	伊能 教夫 教授
Academic Advisor(main)	
指導教員 (副)：	
Academic Advisor(sub)	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This study aims to examine comfort sleep environment from biomechanical perspective. We focused on dynamic interactions between human body and bedding to evaluate sleepiness or comfort of a sleep environment. At first, we investigated sleep-inducing vibration. To produce vibration condition like as in a running train or car which people become sleepy, we developed the mechanical bed. With the device, we performed sleep experiments in the supine position. Sleepiness was evaluated with EEG analysis. Results suggested that specific amplitude and frequency of vibration effectively induce sleep, whereas anisotropy of vibration to the body does not.

Next, we proposed the evaluation method for a comfort of resting posture objectively from biomechanical perspective. The method uses the neutral body posture (NBP) as a reference because it is considered that physical load is minimized in the posture. Physical load was represented by elastic strain energy of muscle and joint by assuming them as simple elastic elements. To calculate the strain energies in a sleep posture, differences in muscle length and joint reaction force from the NBP and a sleep posture were simulated by musculoskeletal model of human body. By using the proposed method, the load of head and neck when comfortable pillow and uncomfortable pillow was estimated. Results showed that the proposal method can represent comfort of pillow quantitatively.

We also proposed a design method of a comfort pillow for individuals. This design method uses the shape of the back head and neck in natural standing posture as an indicator of individual body shape. We clarified that the designed pillow reduces the physical load on the head and neck muscles and joints compared to other pillows by analysis using the evaluation method of physical load we proposed.

Finally, we developed the intelligent bedding system for producing a comfort body support autonomously. The system mainly composed of a body simulator and flexible pneumatic actuators like hydraulic skeleton. Results of sensory test showed the possibility of realizing a function that always maintains a comfortable posture by feedback control of the system according to body support condition.

The series of proposed methods will be helpful to develop instruments used in a resting posture.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).