様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　６ 年　９ 月　２ 日現在

機関番号：１２５０１
研究種目：挑戦的研究（萌芽）
研究期間：2019～2021
課題番号：１９Ｋ２２９４９

研究課題名（和文）無意識プロセスを用いた新たなコミュニケーションチャネルの確立

研究課題名（英文）To establish new communication channels with unconscious processes

研究代表者
兪　文偉（Yu, Wenwei）

千葉大学・フロンティア医工学センター・教授

研究者番号：２０３１２３９０

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　5,000,000円

研究成果の概要（和文）：本申請は、尿意に伴う無意識反応を研究のインスタンスとして、無意識プロセスのモデル化に挑戦していく。
具体的には、介護施設でも使用できる排尿関連プロセスを捉えることの可能な無拘束センサモジュールの検討、それぞれのセンサ情報と異なる尿意レベルとのの関係性の解析、センサ情報から尿意レベルを推定する識別器の確立、さらに、評価情報に基づき、識別器を更新するClosed-loop制御系の構築を行い、計測実験によって、尿意予測システムの有効性を検証した。よって、尿意レベルの変化と自律神経系活動の変化のモデルの確立が可能であることを示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
本申請は、意識プロセスに障害があるヒトの自律尊重のため、新しいコミュニケーションチャンネルの確立を目指すものである。研究インスタンスとして、排尿に関する無意識プロセスを関連生体信号と尿意レベルのモデルとして把握し、関連生体信号から尿意レベルの推定が可能となり、さらに尿意レベルの変化における関連生体信号の変化を捉えることができる。本アプローチは、排尿以外の他日常生活動作への展開、意識障害への適用も期待できる。
これらの点において、本申請は、インタフェースデザイン、意思決定に関する学問を飛躍させる核となりうる研究であり、挑戦的研究として大きな意義を持つ。

研究成果の概要（英文）：In this research project, we take on the challenge of modeling the unconscious process related to urination as an instance of research. Specifically, our work contains the following 4 research items. 1) we investigated and determined an unrestrained sensor module that can be used in the nursing care practice to capture urination-related processes; 2) we analyzed the relationship between the sensor information and different urinary desire levels; 3) we further established a classifier to estimate the urinary desire levels from the sensor information; 4) we also constructed a closed-loop control system to update the classifier based on the evaluation information, and verified the effectiveness of the urinary desire prediction system by experiments. The established system can be used as a model for changes in urinary motivation level and changes in autonomic nervous system activity, and can be expected as a new communication channel for dementia persons.

研究分野：生体医工学

キーワード：介護支援　無意識プロセス　尿意レベル推定

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

意識知覚、意識処理に障害がある認知症などの患者を介護する場合、生命倫理の大原則である自律尊重のもと、被介護者の意志、意思に合わせ、過不足のない介護を行う必要があるが、意識処理の障害で、コミュニケーションが困難なため、日常生活動作における認知症のヒトの意思・意図の把握が難しくなる。人手不足の介護現場において、排泄の意思検出と確認のニーズは特に高い。この難問に、これまで運動支援の研究で提案してきた Closed Loop で学習的にインタフェースを構築する方法と、無意識プロセスへの働きかけのアイディアを組み合わせ、新しいコミュニケーションチャンネルの確立で解決を図り、本申請を提案することとした。

２．研究の目的

本申請は、超高齢化社会の大きな問題に直結する認知症のヒトとのコミュニケーションを研究の対象に据え、認知症のヒトの排尿関連無意識プロセスを研究のインスタンスとして、研究方法の節で述べる様々技術課題を解決し、その無意識プロセスの探査、モデル化に挑戦していく。将来的には、その挑戦で得られる知見を排尿以外の日常生活動作、さらに、ほかの意識プロセス障害にも適用する。

３．研究の方法

本申請は、尿意に伴う無意識反応を研究のインスタンスとして、無意識プロセスのモデル化に挑戦するものであり、以下の４項目について、研究を進めてきた。

1）介護施設でも使用できる排尿関連プロセスを捉えることの可能な無拘束センサモジュールの検討
2）それぞれのセンサ情報と異なる尿意レベルとのの関係性の解析

3）センサ情報から尿意レベルを推定する識別器の確立
4）評価情報に基づき、識別器を更新する Closed-loop 制御系の構築、及び、計測実験による尿意予測システムの有効性の検証

４．研究成果

具体的には、以下の４項目については、研究の成果が得られ、尿意レベルの変化と自律神経系活動の変化のモデルの確立が可能であることを示唆した。

1）介護施設でも使用できる排尿関連プロセスを捉えることの可能な無拘束センサモジュールの検討
排尿前後の自律神経系活動やバイタルサインである、脈拍、呼吸、血圧との関係が知られている[1]。介護現場での使用を考慮し、活動状況（臥床中、座位中、状態遷移（例えば移動中））に応じて、自律神経系活動の指標である LF, HF, nHF、及びバイタルサインをを計測できる非装着型センサを選定した。また、それらのセンサの真値として、参照の装着センサも決めた。
高感度圧力シートセンサ（座位および臥床）、ミリ波センサ（座位）、と参照系として、脈拍センサ、血圧測定を選定した。また、高感度圧力シートセンサ（図 1）、ミリ波センサ(図 2)の測定値は、脈波センサの測定値と照合できることを確認した。また、高感度圧力シートセンサの計測データに血圧の情報も含まれていることを解析によって、明確にした。

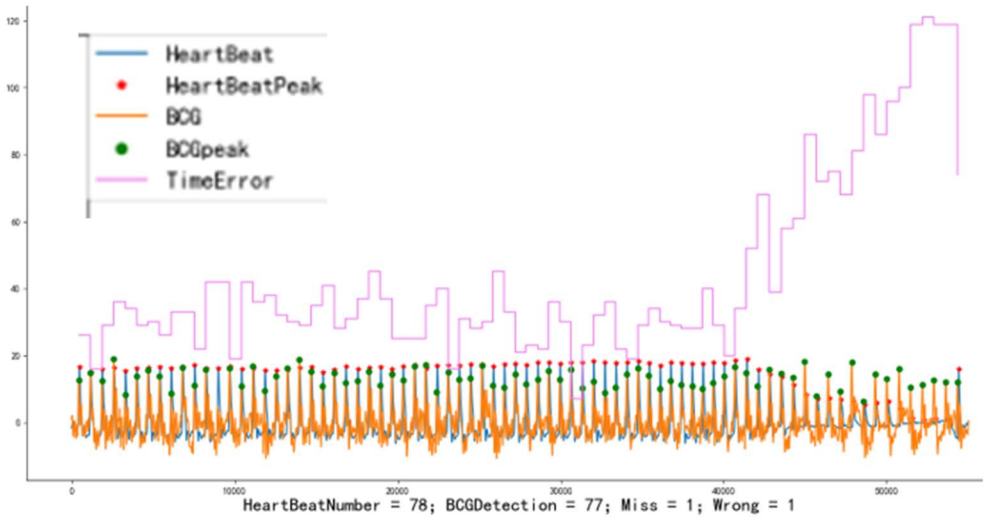

図 1 高感度圧力シートセンサと脈拍センサとの照合

脈拍センサから検出さら拍数 78 と高感度圧力センサから検出された拍数 77

	Reference value (How to get)	Millimeter wave	
		Proposal method	Conventional method
Heart rate estimate[Hz]	**1.2285** (Pulse wave)	**1.2290**	Unmeasurable
Respiratory rate estimate[Hz]	**0.2500** (Breathing cycle)	**0.2571**	0.2167

図 2 ミリ波センサと脈拍センサ計測値の関係

本研究提案手法と従来法によるミリ波情報処理の比較

2) それぞれのセンサ情報と異なる尿意レベルとのの関係性の解析

実施内容：異なる尿意レベルと複数自律神経系活動指標 LF，HF，nHF，心拍、血圧間の関連性を調べるために、計測実験を行い、解析を行った。なお、主観的尿意レベルは、以下のように定義される[2]。

尿意レベル１：まったく尿意なし(トイレ直後など)
尿意レベル２：少し尿意を感じるが気にならない
尿意レベル３：尿意を感じるが多少我慢できる
尿意レベル４：尿意を感じ，他のことに集中できない
尿意レベル５：尿意を強く感じ，今すぐトイレに行かなければならない

その結果、自律神経系活動指標、血圧と尿意レベル間の統計解析結果の一部を図 3 と図 4 に示す。

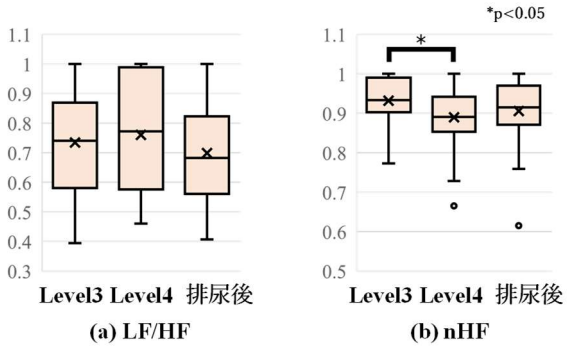

図 3 自律神経系活動指標と尿意レベル間の統計解析結果

LF/HF：交感神経活動指標、nHF:副交感神経活動指標

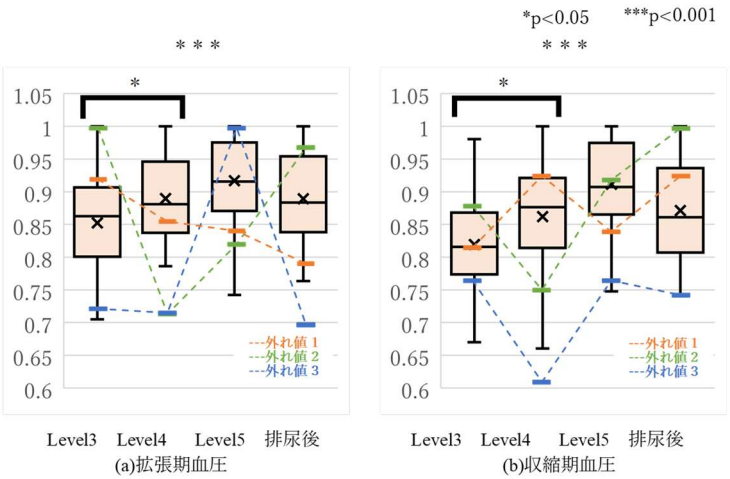

図 4　血圧値と尿意レベル間の統計解析結果

3）センサ情報から尿意レベルを推定する識別器の確立
4）評価情報に基づき、識別器を更新する Closed-loop 制御系の構築、及び、計測実験による尿意予測システムの有効性の検証
　この二項成果は、特許申請を検討しているため、再提出時、報告することとする。

＜引用文献＞

[1] 江村紀子. トイレとベッド上での排尿時の自律神経活動を比較. 日本看護技術学会誌. 2009; 8(1): 58-65.
[2] 通常排尿時と尿意抑制後排尿時の血圧及び心拍数の変化　松本睦子、俵由美子
広島国際大学看護学ジャーナル Vol 8, No.1, pp 27-38, 2010
[3] Alexander L Green, et al. Switching off micturition using deep brain stimulation at midbrain sites. Ann Neurol. 2012; 72: 144-147

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計4件（うち査読付論文　3件／うち国際共著　2件／うちオープンアクセス　1件）

１．著者名 Tsujimura Mayuko、Ide Hiroo、Yu Wenwei、Kodate Naonori、Ishimaru Mina、Shimamura Atsuko、Suwa Sayuri	４．巻 14
２．論文標題 The essential needs for home-care robots in Japan	５．発行年 2020年
３．雑誌名 Journal of Enabling Technologies	６．最初と最後の頁 201～220
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1108/JET-03-2020-0008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

１．著者名 諏訪さゆり、兪 文偉、	４．巻 34
２．論文標題 日本における認知症ケアの現状と課題	５．発行年 2020年
３．雑誌名 日中医学	６．最初と最後の頁 20-27
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Suwa Sayuri、Tsujimura Mayuko、Ide Hiroo、Kodate Naonori、Ishimaru Mina、Shimamura Atsuko、Yu Wenwei	４．巻 3
２．論文標題 Home-care Professionals’ Ethical Perceptions of the Development and Use of Home-care Robots for Older Adults in Japan	５．発行年 2020年
３．雑誌名 International Journal of Human Computer Interaction	６．最初と最後の頁 1～9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/10447318.2020.1736809	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

１．著者名 Zhou Zhongchao、Kokubu Shota、Wang Yuanyuan、Lu Yuxi、Tortos Pablo Enrique、Yu Wenwei	４．巻 7
２．論文標題 Optimization of Spring Constant of a Pneumatic Artificial Muscle-Spring Driven Antagonistic Structure	５．発行年 2022年
３．雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	６．最初と最後の頁 5982～5989
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/LRA.2022.3162021	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

〔学会発表〕　計10件（うち招待講演　5件／うち国際学会　7件）

1．発表者名 Wenwei Yu
2．発表標題 Sensing Technology for Dementia Care Support
3．学会等名 Virtual International Week at SeAMK（招待講演）（国際学会）
4．発表年 2021年

1．発表者名 Wenwei
2．発表標題 EM Technology for Healthcare & Rehabilitation Applications
3．学会等名 General Assembly and Scientific Symposium (GASS) of the International Union of Radio Science 2020（招待講演）（国際学会）
4．発表年 2020年

1．発表者名 Harumi Inoue, Wenwei Yu
2．発表標題 Estimation of urinary intention of people with dementia using their unconscious (hand) gestures
3．学会等名 the 9th International Symposium on InfoComm & Mechatronics Technology in Bio-Medical & Healthcare Applications (IS 3T-in-3A 2019)（国際学会）
4．発表年 2019年

1．発表者名 Shumpei Nakamura, Zhongchao Zhou, Wenwei Yu
2．発表標題 A study on measurement conditions for accurate heart rate detection with millimeter wave sensors in home environment
3．学会等名 the 9th International Symposium on InfoComm & Mechatronics Technology in Bio-Medical & Healthcare Applications (IS 3T-in-3A 2019)（国際学会）
4．発表年 2019年

１．発表者名 Wenwei Yu
２．発表標題 Sensing Technology for Dementia Care Support
３．学会等名 JSPS London-sponsored Research Seminar, Workshop and Site Visits “Technology-supported Community Care in England, Ireland and Japan”（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Wen Dong, Harumi Inoue, Yuanyuan Wang, Shao Ying Huang, Wenwei Yu
２．発表標題 Preliminary Study on Estimations of Urination Desire Levels from Vital Signs
３．学会等名 the 44th International Engineering in Medicine and Biology Conference（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 兪 文偉
２．発表標題 介護支援に応用可能な非拘束センサーとセンシング技術の開発
３．学会等名 ～令和３年度ビジネス交流会，「コロナ禍における認知症介護の支援機器はどうあるべきか」（招待講演）
４．発表年 2022年

１．発表者名 Sayuri Suwa, Mayuko Tsujimura, Naonori Kodate, Sarah Donnelly, Helli Kitinoja, Hiroo Ide, Erika Takahashi, Mina Ishimaru, Atsuko Shimamura, Wenwei Yu
２．発表標題 Exploring Perceptions toward Home-Care Robots for Older People in Finland, Ireland, and Japan : A Comparative Questionnaire Study. Symposium New Technology for Older Adult
３．学会等名 The 15th International Congress of Asian Society Against Dementia（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Shumpei Nakamura, Zhou Zhongchao, Wenwei Yu
２．発表標題 A study on constraint-free vital sign measurement using a millimeter wave sensor in home environment
３．学会等名 16th International Conference on Intelligent Autonomous Systems
４．発表年 2021年

１．発表者名 Wenwei Yu
２．発表標題 Potential Point-of-Care Biomonitoring Enabled by EM Technology
３．学会等名 The International Union of Radio Science (URSI) General Assembly (GASS) 2021（招待講演）
４．発表年 2021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

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