

平成 29 年 5 月 17 日現在

機関番号：51401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26540148

研究課題名（和文）「察するコンピュータ」を実現するフレームワークの構築

研究課題名（英文）Design of a framework that can realize "Sassuru computer"

研究代表者

平石 広典（Hiraishi, Hironori）

秋田工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：60343571

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、「察するコンピュータ」を実現するフレームワークを構築することであり、人間の無意識的な反応や入力の下に隠れた意図の推測が重要となる。そのため、簡易脳波センサによる脳波解析、心拍センサや発汗センサによる状態認識、座圧センサによる着席者の状態把握、動作検出センサや加速度センサによる動作認識、また、利用者の行動履歴データからの行動予測を実施した。その結果、緊張や集中、さらには疲労といった無意識的な状態の把握、そして、動作解析や行動分析による利用者の行動予測に成功した。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is designing a framework that can realize "Sassuru computer". "Sassuru" is a Japanese word, which mainly means predicting. However, it includes the meaning of sympathy, too. So, "Sassuru computer" is defined as a computer that can guess, perceive and sympathize with us. In order to realize such a computer, this research conducted the following; analysis of brain waves by using simple electroencephalograph; recognizing user condition by using heart beat and perspiration sensors; detecting actions by using acceleration sensors; and predicting behavior from life log data. As a result, this research made it clear that tension, concentration and fatigue, which are the type of non-intentional human conditions, could be detected, and human behavior and intention could be predicted by analyzing human action and behavior.

研究分野：情報工学

キーワード：人工知能 生体情報処理 行動予測 察するコンピュータ

1. 研究開始当初の背景

「察するコンピュータ」とは、明確な入力や意思による操作を必要とせず、言わなくても分かってくれる、時にはそっとしておいてくれるようなコンピュータである。その実現のためには、人間の無意識的な反応や入力の裏に隠れた意図を推測する必要がある。最も関連する学術的背景は、生体情報解析や動作解析である。一般的に、解析によって人間の機能を明らかにするといった生物学的な目的が強く含まれるが、本研究は、生物学的な立場ではなく、工学的な立場から、ノイズや曖昧さを含む情報の応用可能性の研究といった位置づけである。

申請者は、実際の自動車の運転データにおいて、運転操作から運転者の無意識的な緊張状態を表す精度の高いモデルの構築に成功した[引用文献①, ②]。運転といった過酷な状況において、「察するコンピュータ」は、最も必要な状況の1つであり、本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「察するコンピュータ」を実現するフレームワークを構築することである。「察する」とは、単に物事の変化に気がつくとか予測するという意味だけではなく、人の状態や気持ちを推し量り、同情するとか思いやるといった意味も含まれる。明確な入力や意思による操作を必要とする現在のコンピュータに対して、言わなくても分かってくれる、時にはそっとしておいてくれるというような要素は、現在のコンピュータにはない、次世代のコンピュータへの挑戦である。「察するコンピュータ」に対して、どのようなセンサや計測技術、情報処理や人工知能技術が必要かを明らかにすることが、本研究の目的である。

3. 研究の方法

図1は「察するコンピュータ」に必要な要素技術の構成である。人間の無意識的な反応を観測するためのセンサに必要な組み込み技術、センサからの値をデータ化する測定技術、そして、それらを無意識的な入力情報として処理する情報処理技術、さらに、入力情報から人間の状態や意図を推測し関連付けるための人工知能技術によって構成される。本研究では、それぞれの具体的な要素技術を明らかにしていくことで、「察するコンピュータ」のフレームワークを構築する。

そのために、本研究では、心拍、発汗、脳波、動作等を測定するためのセンサ装置を準備し、具体的なデータ収集と解析を行い、どのようなセンサデータに対して、どのような特徴が解析可能であるかといった関係性を明らかにする。そして、得られたセンサデータとそれぞれのタスクから得られる特徴との関係性を評価し、どの程度の正当性があり、また、現実の様々なデータに対して、どの程

度解釈することができるのかを検証する。そして、それらの検証をもとに修正を加え、さらなる被験者での実験や、他のセンサ等を利用した多角的な実験を行うことで、その応用可能性の評価を行う。

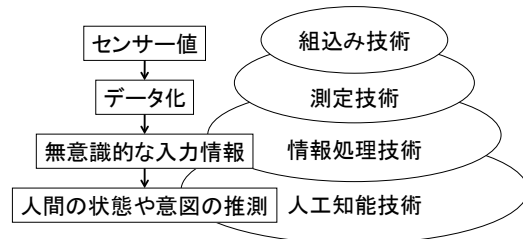


図1 「察するコンピュータ」の要素技術

4. 研究成果

本研究では、「察するコンピュータ」の実現のために、工学的な立場から、ノイズや曖昧さを含む情報の応用可能性を明らかにする。そのため、具体的なタスクを通じてデータを収集し、解析を行った。

本研究では、静的な履歴データ、比較的動きの少ない着席者の座圧データ、利用者のジェスチャーデータ、時系列的な動きを伴う歩行時のデータや曖昧さを含む脳波データ、そして、スポーツ時における動的なデータへと、静的なものから動的なものへと段階的にタスクを実行し、それぞれのタスクにおいて、非常に高い精度でセンサデータとの関係性を明らかにすることに成功した。

本研究で実行したタスクと、それらから得られた成果は6つである。以下に各々について説明する。

(1) 履歴データからの不在者予測を行った。教員の普段の行動履歴を収集し、それらのデータから教員の状況や居場所の解析を行った結果、90%以上の精度で場所や状況の予測が可能であった。

また、より汎用性を高めるため、大学の前期や後期というような、大きなスケジュール変更が行われた場合でも対応できるような拡張を行い、より実用的なシステムとして構築することに成功した。

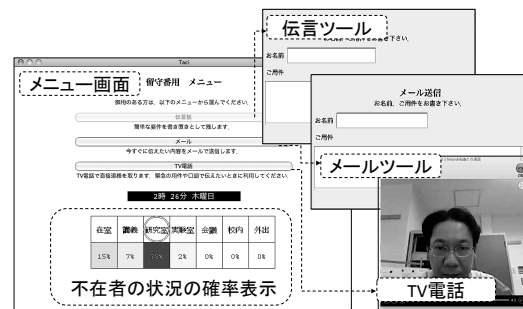


図2 不在者予測システム

図2は構築したシステムの概略図である。訪問者に対して、不在者の状況の確率表示と共に、伝言、メール、TV電話など、状況に応じた通信手段の提供が可能である。

(2) 座圧センサによる着席者の状態認識を行った。椅子に取り付けられた座圧センサによって、正座状態、リラックス状態、書き作業、キーボード作業などの着席者の状態の解析を行い、100%の精度で認識可能である結果が得られた。

さらに、授業中やレポート作成時、携帯ゲーム利用時において、どのように座圧の変化が生じるかといった時間的な変化を検証した。その結果、利用者の疲労状態の把握に成功した。また、複数の被験者による実験の結果、疲労の現れ方には個人差があるが、そうした個人差に関係なく、疲労の状態を把握可能であることを明らかにした。

(3) キネクトセンサを利用した行動認識を行った。キネクトセンサによって利用者の行動を記録し解析することで、ジェスチャーや歩行動作の認識が95%以上の精度で可能であった。また、さらなる応用として、歩行動作からそれぞれの利用者の個人識別が可能であるかどうかの実験を行った。その結果、5人の被験者において90%以上の精度で利用者個人を特定することに成功した。

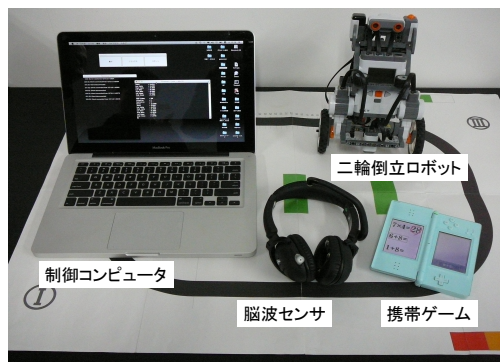
(4) 加速度センサによる歩行動作の認識を行った。携帯端末に搭載された加速度センサを利用して、歩行者の歩行動作の解析を行った結果、95%の精度で、停止、ゆっくり、早いといった歩行動作の区別が可能であった。

また、利用者の興味の判断のために携帯端末の操作に着目した解析を行った。これをドローンを利用した構内案内システムに応用し、案内情報の閲覧時の利用者の興味の判断に利用した。

(5) 脳波によるロボット制御を行った。簡易型脳波センサからの脳波を解析することで、利用者の集中度の解析が可能であり、集中度に応じたロボット制御が可能であることを示した。

図3は利用したハードウェアであり、それぞれは無線通信によって接続される。ロボットは、二輪倒立ロボットを利用し、ライトレースを実行する。利用者は脳波センサを装着して、携帯ゲームを行い、携帯ゲームに集中するほど、ロボットは速く移動する。

図3 実験に利用したハードウェア



また、脳波センサだけでなく、多角的な実験として、心拍センサと発汗センサを利用した利用者の状況把握の実験を実施した。その結果、脳波センサ同様に、緊張やリラックスした状態の把握が可能であることを明らかにした。

(6) スポーツ時における集中度の解析を行った。簡易型脳波センサを利用してバスケットボールにおけるフリースロー時の脳波を定性的に解析し、シュート成功時には、集中度の変化が一定化するという特徴を明らかにした。

これは、スポーツにおけるルーティーンとの関連が考えられたため、ダーツにおけるルーティーンに対しての解析を実施した。その結果、ルーティーンにおいてもフリースロー同様に、集中度の変化が一定化するという特徴を明らかにした。

さらに、集中度を被験者に提示した場合の評価を行なった。その結果、若干の効果が現れる結果となり、ルーティーンのトレーニングツールへの応用可能性を明らかにした。

<引用文献>

- ① S. Sega, H. Iwasaki, H. Hiraishi, F. Mizoguchi, "Qualitative Reasoning Approach to a Driver's Cognitive Mental Load", International Journal of Software Science and Computational Intelligence (IJSSCI), Vol. 3, No. 4, pp. 18-32, 2011. 10.
- ② S. Sega, H. Iwasaki, H. Hiraishi, F. Mizoguchi, "Applying qualitative reasoning to a driver's cognitive mental load", 10th IEEE International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing, (ICCI*CC 2011), 2011. 8.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計17件)

- ③ 庄司尚矢, 平石広典, 簡易脳波センサを利用したルーティーンにおける集中度の解析, 情報処理学会第79回全国大会論文集, 査読無, Vol. 4, 2017, 153-154
- ④ 茂林真羽, 平石広典, 座圧センサによる着席者の姿勢変化に関する研究, 情報処理学会第79回全国大会論文集, 査読無, Vol. 4, 2017, 163-164
- ⑤ Hironori Hiraishi, Design of a Communication System that Can Predict Situations of an Absentee Using Its Behavior Log", Trends in Applied Knowledge-Based Systems and Data Science, 査読有, LNAI 9799, 2016, 959-970
DOI: 10.1007/978-3-319-42007-3_81
- ⑥ Hironori Hiraishi, Qualitative analysis of pre-performance routines

- in throwing using simple brain-wave sensor, 15th IEEE Int. Conf. on Cognitive Informatics and Cognitive Computing, 査読有, 2016, 182-187
- ⑦ 平石広典, 機械学習を利用した人間動作検出センサのための行動検出-Kinect センサのためのジェスチャー自動認識システムの設計-, 秋田工業高等専門学校, 地域共同テクノセンター報, 査読無, 第14号, 2016, 20-20
 - ⑧ 平石広典, 「察するコンピュータ」を実現するフレームワークの構築, 秋田工業高等専門学校, 地域共同テクノセンター報, 査読無, 第14号, 2016, 34-34
 - ⑨ 三浦翔平, 平石広典, ドローンを利用した構内案内システムの設計, 情報処理学会第78回全国大会論文集, 査読無, Vol.4, 2016, 1041-1042
 - ⑩ Hironori Hiraishi, Designing a robot controller by using a simple brain-wave sensor and a machine learning technique, Artificial Life and Robotic, 査読有, Vol.20, No.3, 2015, 217-221
 - ⑪ 平石広典, 「察するコンピュータ」を実現するフレームワークの構築, 秋田工業高等専門学校, 地域共同テクノセンター報, 査読無, 第13号, 2015, 17-17
 - ⑫ 平石広典, 不在者位置予測システムのためのユーザーインターフェースの設計と評価, 秋田工業高等専門学校, 地域共同テクノセンター報, 査読無, 第13号, 2015, 34-34
 - ⑬ 平石広典, 行動履歴に基づく居室者状況予測システムの設計, 秋田工業高等専門学校, 地域共同テクノセンター報, 査読無, 第13号, 2015, 35-35
 - ⑭ 平石広典, 加速度センサによる歩行動作の認識に基づく位置推定方式の設計, 秋田工業高等専門学校, 地域共同テクノセンター報, 査読無, 第13号, 2015, 36-36
 - ⑮ 宮城諒, 平石広典, 機械学習を利用した人間動作検出センサのための行動検出, 情報処理学会第77回全国大会論文集, 査読無, Vol.4, 2015, 313-314
 - ⑯ Hironori Hiraishi, Designing a robot controller by using a simple brain-wave sensor and a machine learning technique, Proceedings of The Twentieth International Symposium on Artificial Life and Robotic, 査読有, 2015, 40-43
DOI:10.1007/s10015-015-0224-y
 - ⑰ 平石広典, 電波強度と加速度センサによるハイブリッドな位置推定方式, 秋田工業高等専門学校, 地域共同テクノセンター報, 査読無, 第12号, 2014, pp.27-27
 - ⑱ 平石広典, 二輪倒立ロボットのための強化学習による動作制御と行動選択, 秋田

- 工業高等専門学校, 地域共同テクノセンター報, 査読無, 第12号, 2014, 28-28
- ⑲ 平石広典, 「察するコンピュータ」を実現するフレームワークの構築, 秋田工業高等専門学校, 地域共同テクノセンター報, 査読無, 第12号, 2014, 41-41

[学会発表] (計7件)

- ① 庄司尚矢, 平石広典, 簡易脳波センサを利用したルーティーンにおける集中度の解析, 情報処理学会第79回全国大会, 2017.3.16, 名古屋大学東山キャンパス (愛知県名古屋市)
- ② 茂林真羽, 平石広典, 座圧センサによる着席者の姿勢変化に関する研究, 情報処理学会第79回全国大会, 2017.3.16, 名古屋大学東山キャンパス (愛知県名古屋市)
- ③ Hironori Hiraishi, Qualitative analysis of pre-performance routines in throwing using simple brain-wave sensor, 15th IEEE Int. Conf. on Cognitive Informatics and Cognitive Computing, 2016.8.23, パロアルト (アメリカ合衆国)
- ④ Hironori Hiraishi, Design of a Communication System that Can Predict Situations of an Absentee Using Its Behavior Log, The 29th International Conference on Industrial Engineering & Other Applications of Applied Intelligent Systems, 2016.8.2, アイーナ (岩手県盛岡市)
- ⑤ 三浦翔平, 平石広典, ドローンを利用した構内案内システムの設計, 情報処理学会第78回全国大会, 2016.3.12, 慶応義塾大学矢上キャンパス (神奈川県横浜市)
- ⑥ 宮城諒, 平石広典, 機械学習を利用した人間動作検出センサのための行動検出, 情報処理学会第77回全国大会, 2015.3.18, 京都大学吉田キャンパス (京都府京都市)
- ⑦ Hironori Hiraishi, Designing a robot controller by using a simple brain-wave sensor and a machine learning technique, The Twentieth International Symposium on Artificial Life and Robotic, 2015.1.22, ビーコンプラザ (大分県別府市)

[その他]

ホームページ等

平石研究室, <http://hiralab.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平石 広典 (HIRAISHI Hironori)

秋田工業高等専門学校・電気情報工学科・准教授

研究者番号: 60343571