

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 18 日現在

機関番号：13102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25540121

研究課題名(和文)光電融合型ブレインアフェクティブインターフェースの開発

研究課題名(英文)On the development of a novel electro-optical integrated brain affective interface

研究代表者

中川 匡弘(Nakagawa, Masahiro)

長岡技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：60155687

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、近赤外分光による感性的光計測技術を確立し、さらに、その具体的な基盤技術として、光ブレインアフェクティブインターフェースを開発することにより、ヒトとアンビエントのインタラクティブな協調制御を目指したインテリジェントスマートセンシングに向けた基盤技術の開拓を進めると共に、カオス・フラクタルの観点から脳機能ダイナミズムの解明を進め、光スマートセンシングを実現する光ブレインアフェクティブインターフェース技術に基づいた光電融合型ブレインマシンインターフェースを構築した。

研究成果の概要(英文)：In this study we have constructed a novel sensibility measurement scheme based on the near-infrared spectroscopy. In addition developing an optical brain affective interface as a concrete fundamental technology, we have derived an intelligent smart sensor on the basis of the cooperative control strategy. As a result an electro-optic integrated brain machine interface was realized as a pilot model of the optical brain affective interface which will be extensively utilized the welfare discipline as well as human ambient technology.

研究分野：感性情報工学

キーワード：カオス フラクタル 脳 NIRS 脳波 制御 スマートセンシング インタフェース

1. 研究開始当初の背景

ヒトの“こころ”や“感性”の工学的計測技術の確立は、安全・安心・快適な持続的社會を築くための重要な研究課題の一つである。とりわけ、最近、近赤外分光法(NIRS: Near Infra-Red Spectroscopy)が光脳機能イメージングという新しいパラダイムの扉を開いて以来、次世代スマートセンシング技術の開発が渴望されている。一方、近年健在化しているエネルギー問題を克服するために、スマートグリッドを含むエコ技術の開発が進められているが、居住者であるヒトの心地よさや快適性を指標とするヒトと空間のインタラクティブな協調制御システムは、未だ開発途上である。このような状況の中で、申請者のグループは、脳の各部位で計測された大脳皮質毛細血管中の酸化・還元ヘモグロビン濃度の時空間ダイナミズムを利用した近赤外光感性情報解析手法を提案し、さらに、喜怒哀楽等の基本的な感性(感情)情報に加えて、Yes/No等の意思情報も同様の解析手法により抽出可能であることを見出してきた。

2. 研究の目的

本課題では、このような感性・意思情報の協調型計測技術に根差したアフェクティブインターフェースの開発とそれをロボットの制御へ適用したアフェクティブロボット制御技術を開発することを主たる目的とした。また、本研究で提案する近赤外・脳波同時計測で得られる生体信号をカオス・フラクタル解析し、感性・意思情報をリアルタイムで計測するアフェクティブインターフェース技術は、これまで国内外を通じて報告されておらず、本申請課題は生体・生理・情報の異分野融合研究としても独創的であり、また、その遂行・達成意義は甚大であり、災害・介護ロボット等への波及効果も期待される。

3. 研究の方法

本研究では、ヒト脳ダイナミズムの計測技術確立のため、事象関連電位(ERP)とそのフラクタル性に関する解析を行い、タスクを課した時間区間内において、関連する各部位のフラクタル次元の変動に基づいたフラクタル感性情報計測手法を提案してきた。(中川匡弘著:“カオス・フラクタル感性情報工学”第6章他)その一連の研究成果を踏まえ本研究では、脳波計測と近赤外分光法(NIRS ETG-100: 現有設備(株)日立製作所)による同時計測とそれらのフラクタル解析を基盤としたセンシングシステムを構築し、光計測に基づいた感性情報抽出に関する新機軸を開拓すると共に、光電融合型アフェクティブインターフェースを開発する。

4. 研究成果

脳波・ヘモダイナミズム計測時の被験者のストレス軽減を目的に、計測装置の小型化・スマート化・無線化を実現した。本プロトタイプ型スマートセンサーの開発を進め、脳波計測には計測箇所が最大8chに制限された小型の脳波計測装置を新たに導入した。さらに、また、小型近赤外分光計測装置(を活用した。計測箇所は額部のみとし、脳波・ヘモダイナミズムともに最大で4chの計測、計測装置からデータ処理を行うコンピュータへのデータ転送はBluetoothによる無線データ送受信、がそれぞれ可能である。脳波の計測箇所にはドライ型のアクティブ電極を用いることにより、ノンペーストを実現した。以上より、可搬性・汎用性のある光電融合型スマートセンシング技術を搭載した光電融合型アフェクティブスマートセンサーの開発に成功した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計25件)

- 1)大橋正 神保直樹, 篠崎亮, 中川匡弘:心拍変動と心電図のカオス解析に基づいた感性状態分類, 電子情報通信学会論文誌 基礎・境界ソサイエティ, Vol.J97-A, No.7(2014)pp.538-552.
- 2)中川匡弘: 脳波のフラクタル解析による咀嚼効果の評価 ”官能評価用ノウハウ・感覚の定量化・数値化手法”pp.304-309 技術情報協会(2014)
- 3)中川匡弘 脳波のフラクタル解析に基づいた感性製品開発 消費者インサイト(感情)を見つけ出し活用する方法～調査手法, 具体的手順とポイント～ pp.187-190 技術情報協会(2014)
- 4)川副智行, 中川匡弘: 脳波解析を用いたスキンケア化粧品使用時の感性変化; コスメティックステージvol8, No.1(2013)pp.40-44
- 5)中川匡弘: 世の中のニーズを肌で感じる, 産学官連携ジャーナル Vol.9, No.8 pp.31-32(2013)
- 6)大橋正, 中川匡弘, “線形回帰に基づいたエネルギー保存系におけるラグランジュ関数推定法,” 電子情報通信学会論文誌, A, VolJ96-A, No.2, pp.75-89(2013)

- 7)中川匡弘 脳波のフラクタル解析を利用した感性志向型製品開発 ,Fragrance Journal,No.7 pp58-65(2013)
- 8)土生智恵美, 山元ひろみ, 宮澤清, 佐瀬匠, 中川匡弘; パンティライナーに求められる香り (～感性フラクタル解析手法を使って～) Aroma Research No.49 (Vol.13) pp.21-25 (2012)
- 9)佐瀬匠, 中川匡弘; 嗅覚と感性 Aroma Research No.49(Vol.13,No.1)pp.16-20(2012)
- 10)丸山貴司, 笹本裕美, 荒川尚美, 川副智行, 中川匡弘, “脳波のフラクタル性を用いた感性推定精度の向上に関する研究,”電子情報通信学会, Vol.95-A, No.4, pp.343-356(2012).
- 11)丸山貴司, 中川匡弘: “ヒト脳波のイメージタスクに対する周波数成分の変化”, “電子情報通信学会, Vol.95-D, No.6, pp.1410-1420, 2012.
- 12)橋本公男、中川匡弘: 脳波解析技術を応用した清涼感の定量的感性測定, 日皮協ジャーナル第 67 号 February,pp.101-107(2012)
- 13)丸山貴司, 中川匡弘: 脳波の高周波帯に着目した感性スペクトル解析手法 電子情報通信学会 レター J95-A,No.9 ,pp.716-719(2012)
- 14) 中川匡弘: 脳波のフラクタル解析に基づいた嗅覚感性の計測、AROMA RESEARCH No.52(Vo.13,N0.4) pp.32-39(2012)
- 15)丸山貴司、橋本公男、上田俊吾、中川匡弘: 脳波のフラクタル次元を用いた感性解析～爽快系シャンプー使用時の検討～、日本知能情報ファジイ学会 Vol.24,N0.6,pp.1137-1153(2012)

[学会発表] (計 25 件)

- [1] 池田将士, 近藤竹雄, 中川匡弘, 脳波とヘモダイナミズムの相関性に着目した解析手法の提案, IEICE-MBE2013-58, pp. 125-130, 2013. (新潟大学 駅南キャンパス ときめいと)

- [2] 渡會慶次, 近藤竹雄, 中川匡弘, “フラクタル次元解析による視覚刺激の判別”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, No. 222, pp. 89-94, 2013(新潟大学 駅南キャンパス ときめいと)
- [3] 清水正大, 中川匡弘, 生体情報計測に基づいた 3DTV 視聴時の感性計測, 信学技報(IEICE Technical Report), Vol. 113, No. 222, pp. 13, pp. 16, 2013 年, (新潟大学 駅南キャンパス ときめいと)
- [4] 武田美咲, 中川匡弘, “クラシック音楽を聴いた時の脳活動とそのクロスモダリティに関する研究”, 電子情報通信学会研究報告, vol. 113, no. 222, pp. 101-105, 2013, (新潟大学 駅南キャンパス ときめいと)
- [5] 齋藤諒太, 中川匡弘, 「脳波のフラクタル性を利用した BCI へのドライ電極導入評価」, 信学技報, 113 巻, 222 号, 83p-88p, 2013 年(新潟大学 駅南キャンパス ときめいと)
- [6] 六ヶ所洋平, 中川匡弘, “脳波の複数の帯域に注目した感性フラクタル解析手法(Emotion Fractal Analysis Method : EFAM)の提案,” 信学技法 MBE2013-53 NC2013-39, pp. 95-100, 2013(新潟大学 駅南キャンパス ときめいと)
- [7] 渡會慶次, 中川匡弘, “BCI への応用を目的とした視覚刺激に対する脳波の周波数応答とフラクタル解析の試み”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, No. 501, pp. 107-112, 2014, (東京大学本郷 キャンパス)
- [8] 清水正大, 六ヶ所洋平, 中川匡弘, ヘモダイナミズム及び脳波計測による感性解析の簡易化に向けた検討, 信学技報(IEICE Technical Report), Vol. 113, No. 501, pp. 83, pp. 87, 2014 年, (東京大学本郷 キャンパス)
- [9] 武田美咲, 中川匡弘, “NIRS を用いた共感度の定量化に関する研究”, 電子情報通信学会研究報告, vol. 113, no. 501, pp. 41-46, 2014, (東京大学本郷 キャンパス)
- [10] 齋藤諒太, 中川匡弘, 「脳波・脳血流同時計測インターフェースのハードウェア開発」, 信学技報, 113 巻, 501 号, 123p-128p, 2014 年(東京大学本郷 キャンパス)
- [11] 池田将士, 中川匡弘, 計算タスクに

- おける正答率と脳波のフラクタル性の関係について, 平成 25 年度信越支部大会, 7D-1, 120, 2013(長岡技術科学大学)
- [12] 渡會慶次, 中川匡弘, “短時間視覚刺激における事象関連電位検出とフラクタル次元解析の検討”, 電子情報通信学会信越支部大会, 7C-1, Nov. 2013, (長岡技術科学大学)
- [13] 清水正大, 中川匡弘, 多数決型の感性近赤外光解析法(Emotion Near Infrared Analysis System : ENIAS)の検討, 電子情報通信学会信越支部大会 IEEE 信越支部セッション 平成 25 年 講演論文集, pp. 108, 2013 年, (長岡技術科学大学)
- [14] 武田美咲, 中川匡弘, “クラシック音楽を聴いた時の視覚と聴覚におけるクロスモダリティ”, 電子情報通信学会信越支部大会, 7C-2, Nov. 2013, (長岡技術科学大学).
- [15] 齋藤諒太, 中川匡弘, 「脳波のフラクタル性を利用した BCI へのドライ電極の適用」, 電子情報通信学会信越支部大会 IEEE 信越支部セッション講演論文集, 122p, 2013 年(長岡技術科学大学)
- [16] 六ヶ所洋平, 中川匡弘, “感性フラクタル解析手法(Emotion Fractal Analysis Method : EFAM)におけるフラクタル次元推定に関する考察,” 平成 25 年度 電子情報通信学会信越支部大会 IEEE 信越支部セッション 講演論文集, pp. 121, 2013(長岡技術科学大学)
- [17] ウォンキンイン, 中川匡弘, GPU によるカオス解析の高速化に関する研究, 平成 25 年度電気電子情報通信学会信越支部大会講演論文集, p. 1, 2013-10-05(長岡技術科学大学)
- [18] 高橋広樹, 中川匡弘: 脳波のアーティファクト除去に関する研究, 平成 25 年度 電子情報通信学会信越支部大会講演論文集, p110, 2013(長岡技術科学大学)
- [19] 多田周作, 中川匡弘: 脳ダイナミクスのフラクタル性を用いたブレインアフェクティブインターフェースに関する基礎研究, 平成 25 年度電気電子情報通信学会信越支部大会講演論文集, p. 109, 2013-10-05(長岡技術科学大学)
- [20] 佐久間平輝, 中川匡弘: 可聴帯域を超えた聴覚刺激に対する感性 計測, 第 16 回感性工学会大会(2014) (中央大学)
- [21] 佐久間平輝, 中川匡弘: ガム咀嚼による集中への効果について, 第 16 回感性工学会大会(2014) (中央大学)
- [22] 町田幸平, 中川匡弘: 脳波のフラクタル性に基づいたひらめき検出, 第 16 回感性工学会大会(2014) (中央大学)
- [23] 清水健市, 中川匡弘: 前腕の筋電のフラクタル次元と感性計測による疲労感に関する研究 第 16 回感性工学会大会(2014) (中央大学)
- [24] 佐久間 平輝, 中川 匡弘: 脳波解析に基づいた超可聴音源の感性計測, 第 10 回感性工学会春季大会 (京都女子大学)
- [25] 高橋 広樹, 多田 周作, ウォン キン イン, 中川匡弘, 岡田和也, 栗原信, 戸倉 藍: 脳波のフラクタル解析に基づいた飲料の感性評価法 (京都女子大学)
- [図書] (計 1 件)
-
- 中川匡弘他: 次世代ヒューマンインターフェース NTS pp.355-380(2013)
- [産業財産権]
- 出願状況 (計 2 件)
- 名称: 洞察力発揮状態判定装置及び洞察力発揮状態判定方法
 発明者: 中川匡弘他
 権利者: 長岡技術科学大学
 種類: 特許
 番号: 2014-102395号
 出願年月日: 2014年5月16日
 国内外の別: 国内
- 名称: 感性状態判定装置、感性状態判定方法及び感性状態判定用コンピュータプログラム
 発明者: 中川匡弘他
 権利者: 長岡技術科学大学
 種類: 特許
 番号: 2013-138216号
 出願年月日: 2013年7月1日
 国内外の別: 国内
- 取得状況 (計 4 件)
- 名称: Emotion State Determining Method
 発明者: 中川匡弘
 権利者: 長岡技術科学大学
 種類: 特許
 番号: US 8571646B2
 出願年月日: 2010年2月12日

取得年月日：2013年10月29日
国内外の別： 国外

名称：感性状態判定装置
発明者：中川匡弘
権利者：長岡技術科学大学
種類：特許
番号：5448199号
出願年月日：2010年2月12日
取得年月日：2014年1月10日
国内外の別： 国内
出願日 22年2月12日
登録日 26年1月10日
国内外の別： 国内

名称：環境負荷濃度変化測定装置
発明者：中川匡弘
権利者：長岡技術科学大学
種類：特許
番号：5403575号
出願年月日：2008年1月25日
取得年月日：2013年11月8日
国内外の別： 国内

名称：眠気判定装置
発明者：中川匡弘
権利者：長岡技術科学大学
種類：特許
番号：5411653号
出願年月日：2009年10月16日
取得年月日：2013年11月15日
国内外の別： 国内

[その他]

ホームページ等

<http://pelican.nagaokaut.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中川匡弘 (NAKAGAWA Masahiro)
長岡技術科学大学
工学部
教授

研究者番号：60155687

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：