

補助事業番号 2019M-126

補助事業名 2019年度 日常脳機能測定プラットフォーム実現への要素技術開発 補助事業

補助事業者名 大阪大学 講師 兼本大輔

1 研究の概要

研究代表者は、「日常生活において脳波を手軽に測定できるプラットフォーム」の実現を目指して研究を行っている。本プラットフォームでは、一般的な測定システムとは異なり、信号の取得に圧縮センシングを用いるため、新たな要素技術の開発が必要になる。そこで本事業では、日常脳機能測定プラットフォームの実現に必要な要素技術の開発を行った。

2 研究の目的と背景

日常脳機能測定プラットフォームが完成すると、例えば脳由来疾患の予測や、日常生活における脳の状態把握が手軽に行える等、社会的に大きな意味を持つ新たなアプリケーションの創造に繋がると期待できる。本プラットフォームにおいて、脳波を取得するSensing Unitは小型・軽量かつ長時間動作が求められる。そこで、研究代表者はSensing Unitに搭載する回路の低消費電力化が重要であると考え、回路で扱う情報量を削減出来る圧縮センシングの活用を検討している。ただし、圧縮センシングを利用する場合、克服しなければならない課題が存在する。本事業では、課題解決を目的とした新しい要素技術の開発に関する研究を実施した。以下、本報告書では、今年度の既発表技術に関して解説を行う。

3 研究内容

図1に圧縮センシングを活用した脳波測定の概略図を示す。Sensing Unitでは脳波を取得し、圧縮・無線送信までを実施する。Data Processing Unitでは復元アルゴリズムを活用し、圧縮脳波信号の復元を実施する。脳波測定時には瞬目アーチファクト等、様々なアーチファクトが混入することが知られている。アーチファクトの混入は脳波信号を歪ませる。これはスパース性の低下につながり、最終的には復元精度が悪化する。よって、「アーチファクトの影響をどのように抑制するか」は、圧縮センシングを活用した脳波測定における、克服すべき課題の一つであるといえる。

そこで研究代表者は、圧縮した脳波信号を独立成分に分離し、復元前に適切な処理を行うことで、復元精度を改善する方法を提案してきた。本事業では更なる高精度復元を目指し、アーチファクトの特徴をとらえることで、独立成分内のアーチファクト部分を効率よく除去する新しい技術を提案した(図2)。

本研究の結果、復元精度の大幅な改善が確認できた。例えば、100フレームの脳波信号(国際10-20法で取得)に疑似アーチファクトを付加した後、提案技術を用いて処理を行った場合、アー

チファクト除去を行わない場合に比べ約77%, 復元誤差指標であるNMSE平均値の改善が実現できた(4倍圧縮, 復元アルゴリズムOMPの結果, *BioCAS2019*にて発表). 図3はその復元波形例を示している. 今後も更なる復元精度の改善が可能な技術の開発を進めていきたい.



図1: 圧縮センシングを活用した脳波測定

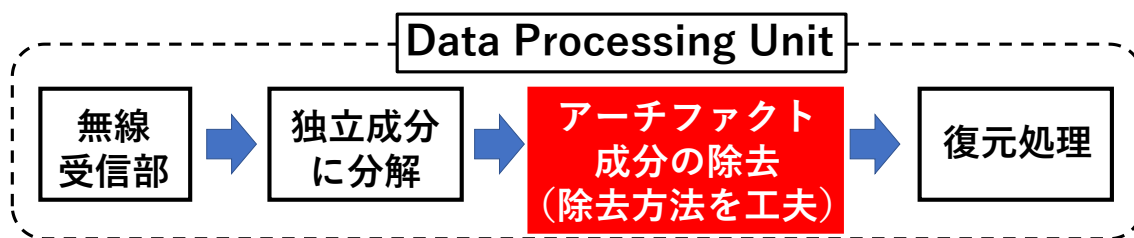


図2: Data Processing Unit での信号の流れ

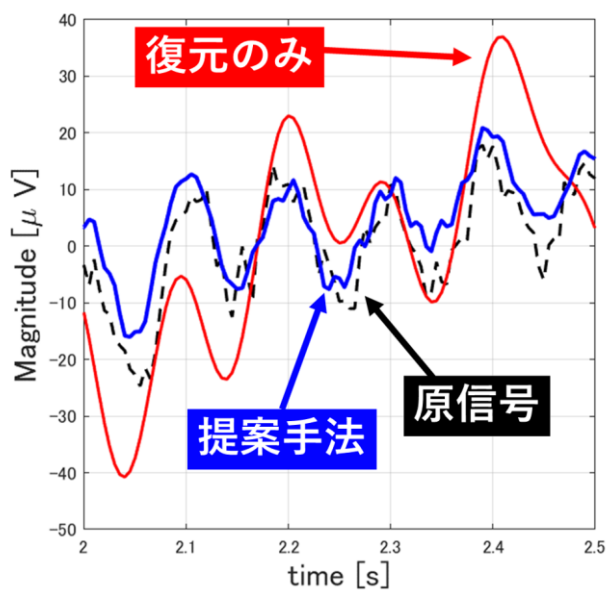


図3: 復元波形例(4倍圧縮, OMP復元)

4 本研究が実社会にどう活かされるか

本事業では、Sensing Unitの低消費電力化を実現するために必要な要素技術の開発を行った。本技術は日常脳機能測定プラットフォームはもちろん、実社会で注目されているIoT製品等を想定した新たな測定システムへの応用にも期待できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

研究代表者は集積回路の低消費電力化に関する研究を長年実施してきた。現在は集積回路のみならず、信号処理方法までも考慮しながら、システム全体の低消費電力化を実現する方法に関する研究を行っている。特に最近では、圧縮センシングのシステム応用に注目し研究を行っている。本事業で行った研究は、圧縮センシングを活用した測定システムを実現するための要素技術開発に位置する。また得られた研究成果により、圧縮センシングを活用した測定システムの可能性を広げることが出来たといえる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

研究成果の一部を以下で発表した。

【知財】

① 発明者：兼本大輔，勝俣駿

発明名称：信号計測システム、計測信号処理装置及びプログラム

出願番号：特願2020-13805

出願日：令和2年1月30日

【発表論文・学会発表など】

- ① 望月智弥，兼本大輔，勝俣駿，大木真，“独立成分分析を活用した圧縮センシングフレームワークのためのA/D変換に必要な分解能の検討,” LSIとシステムのワークショップ2019 No.29, 2019年5月
- ② 勝俣駿，兼本大輔，永井孝太郎，大木真，“圧縮センシングと独立成分分析を用いた低消費電力脳波計測システム,” LSIとシステムのワークショップ2019 No.30, 2019年5月
- ③ Shun Katsumata, Daisuke Kanemoto, and Makoto Ohki, “Applying Outlier Detection and Independent Component Analysis for Compressed Sensing EEG Measurement Framework,” *2019 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS)*, pp.1-4, Oct., 2019
- ④ 兼本大輔，“圧縮センシングを活用した無線脳波計測デバイス,” *ACT japanフォーラム*, 2019年12月

- ⑤ 勝俣駿, 兼本大輔, 大木真, “独立成分分析と外れ値検知を用いた圧縮センシングによる脳波の復元,” 電気学会 電子回路研究会, ECT-020-001, 2020年1月
- ⑥ Chen Brendon, 兼本大輔, 毎田 修, 廣瀬哲也, “Study of Digital Circuit Design of Independent Component Analysis for Compressed Sensing Electroencephalogram Signal Processing,” 電気学会 電子回路研究会, ECT-020-002, 2020年1月
- ⑦ D.Kanemoto, S.Katsumata, O.Maida, and T.Hirose, “Study of Compressed Sensing EEG Measurement Framework with Eye-blink Artifact Removal Technique,” *The 6th CiNet Conference*, Feb., 2020.
- ⑧ 勝俣駿, 兼本大輔, 大木真, “圧縮センシングを用いた脳波復元フレームワークにおけるICA処理位置の違いによる瞬目アーチファクト除去への効果,” 電子情報通信学会 総合大会, A-8-7, 2020年3月

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

なし

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

本事業に一部関連して作成したもの

① 研究紹介pdf

http://ssc.eei.eng.osaka-u.ac.jp/~dkanemoto/PR_materials/EEG_compressed_sensing.pdf

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 国立大学法人 大阪大学 (オオサカダイガク)

住 所: 〒565-0871

大阪府吹田市山田丘2-1 E5-310

担 当 者: 講師・兼本 大輔 (カネモトダイスケ)

担 当 部 署: 工学研究科・電気電子情報工学専攻

(コウガクケンキュウカ・デンキデンシジョウホウコウガクセンコウ)

E - m a i l: dkanemoto@eei.eng.osaka-u.ac.jp

U R L: <http://ssc.eei.eng.osaka-u.ac.jp/>

<http://ssc.eei.eng.osaka-u.ac.jp/~dkanemoto/Sponsors.htm>