

プログラム名：脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現

P M 名：山川 義 徳

プロジェクト名：携帯型 BMI

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 27 年度

研究開発課題名：

高密度脳情報計測

研究開発機関名：

国立研究開発法人理化学研究所

研究開発責任者：

北城 圭一

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

全研究期間では共通ノイズにより誘起される脳波非線形ダイナミクスのコンシステンシー特性を用いた個人認証、個性分類手法の実現を目指す。27年度は脳波計測解析基礎技術の確立を目指して脳波実験手法と解析手法の開発を目標とした。

まず個人認証の実現に関して必須の計測、解析パラメータを検討するために多くの被験者で脳波実験を行う。具体的には必要な脳波電極数、刺激時間、視覚刺激ノイズ特性、その他の実験計測パラメータを評価するために脳波計測実験を理化学研究所で行う。大分大学との共同研究開発により視覚共通ノイズ入力時の数秒間の単一試行脳波から個人内での共通成分を効率よく取り出せる解析手法を開発し、精度の高い個人認証に利用することを試みる。これらの解析手法を適用し、個人内分散と個人間分散、日間での再現性等の個人認証に必須の要因を検討することにより個人認証と個人特性の分類手法の実用化に向けて基礎技術の確立を行うことを27年度の目標とした。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

27年度はまず脳波計測解析基礎技術の確立を目指して脳波実験と解析手法の開発を行った。時間的に変化する視覚刺激ノイズを用いた脳波実験手法を確立した。この実験手法を用いて脳波データ計測を行い、脳波データの解析を試みた。脳波非線形ダイナミクスのコンシステンシー特性を用いた個人認証手法を多面的に検討し性能比較を行った。具体的には視覚ノイズの強度、電極数、刺激時間の影響を解析した。これにより視覚共通ノイズ入力時の数秒間の単一試行脳波から個人内での共通成分を効率よく取り出せる解析手法を開発し、精度の高い個人認証に利用することを試みた。得られた共通成分を統計的機械学習手法で分類することにより個人の判別を試み、高い個人認証成績を得た。さらに、共通成分の個人内分散と個人間分散を解析し、異なる日間での再現性要因を検討した。また、得られた個人内での共通成分の時間周波数特性の解析を進めた。概ね予定通りの進捗である。



実験風景イメージ図

2-2 成果

視覚刺激の特性のチューニングに成功し、脳波非線形ダイナミクスの一貫性特性を引き出す実験パラダイムを確立できた。具体的にはノイズに時間変化をするチェッカーボード刺激を用いて86名の脳波計測を終了した。このうち80名のデータで時間領域を利用した63chの脳波データ解析を行った。

2種類の実現値の視覚ノイズの脳波応答による個人内での視覚ノイズの判別が91%以上という高い成績で実現できた。さらに異なる2個人間で単一脳波試行がどちらの個人に属するかを統計的機械学習手法で判別したところ平均98%以上という高い成績が得られた。すなわちノイズ入力時の単一試行での脳波共通成分の抽出手法の開発に成功し、個人内の分散が個人間の分散に比べて小さく、一貫性特性を個人認証に利用できることが明らかになった。より限定した電極数での解析でも比較的高性能を得ることができた。

また安静時あるいは静止画像知覚時の脳活動データについても同様の解析を行ったが、ノイズ入力時の脳波は安静時の脳波や静止画像提示時の脳波に比べて高い個人認証性能を示すことが明らかになり、本プロジェクトで着目した一貫性特性の優位性が明らかになった。

また最適な視覚刺激のノイズ強度が確定できた。具体的には5段階のノイズ強度をテストし、ノイズ強度が強いほど高い性能が得られた。また少数例ではあるが数か月おいた異なる日間での同一個人の一貫性特性の再現性の確認もできた。さらには、得られた共通成分の周波数解析を行い、シータ波帯域でパワースペクトルのピークがあることがわかった。

以上の結果により個人認証と個人特性の分類手法の実用化に向けて基礎技術の確立ができたと考えている。

2-3 新たな課題など

非線形ダイナミクスを生かした解析や、共通成分への各電極の寄与度、空間的なパターンについての解析が課題となった。逆問題推定、信号処理、統計的機械学習手法の改善を多面的に検討している。

3. アウトリーチ活動報告

2回の山川PMプロジェクトのミーティングにおいて、プロジェクト概略を説明し、民間企業との意見交換を行った。