

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

PM名： 山川 義徳

プロジェクト名： 脳ビッグデータ

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 29 年度

研究開発課題名：

脳サーチエンジン

研究開発機関名：

株式会社国際電気通信基礎技術研究所

研究開発責任者

神谷 之康

# 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

平成 29 年度は、本研究開発における 2 つの主要課題である 脳活動ベースの 1) デザイン評価技術、2) イメージ解読技術のうち、主に 1) のデザイン評価技術の機能向上および技術開発に注力して研究を進める計画を立てていた。具体的には、前年度までに、計測した脳活動をもとにしたコンテンツのランキングや類似度マップによる脳活動ベースのコンテンツ評価の技術開発を進めていたが、当該年度においては、個々人の脳を模倣する人工脳モデルによって生成された予測脳活動を介したコンテンツ評価を行うことを目標として掲げていた。この目標に加え、次年度以降に本格化する 2) のイメージ解読技術の技術開発および性能向上にも利用可能である大規模個人脳データベースの充実化を目標としていた。

## 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

1) の脳活動ベースのデザイン評価技術に関して、前年度までに開発を進めていた、計測脳活動もちいたコンテンツのランキング解析や類似度マップ解析の手法を、人工脳モデルによって生成された予測脳活動に対して適用する技術の開発を進めることを課題としていた。そのために、人工脳モデルの構築に、近年、ヒトの視覚野の階層表現のモデルとして著しい精度の向上を見せている深層ニューラルネットワークモデル(deep neural networks, DNNs)を利用し、DNN に画像を入力した時の信号パターンから、同じ画像を見ている時のヒトの脳活動を予測する機械学習モデルを訓練することで、新規の画像に対しても、被験者の脳活動を人工的に生成することができるようになっている。この解析では、前年度までの解析で明らかにした、ヒトの脳から予測しやすい DNN の特徴を選択的に利用することで、ランダムに選択した特徴量よりも高い精度で人工脳モデルを構築することができるようになっている。

2) の脳活動ベースのイメージ解読技術に関しては、提示されたコンテンツの情報を脳活動から可視化するコンテンツ生成の技術の性能を更に向上させるため、異なるコンテンツに基づいたモデルのトレーニングが結果にどのような違いを生じさせるかを検討しており、より高い精度での応用可能性を模索している段階にある。

個人脳データベースのさらなる充実化に関しては、当該年度より、各被験者のデータのコンテンツ数の拡張に加え、一つ一つのコンテンツに対する脳活動の質の向上を目指し、同じコンテンツに対する複数回の脳活動計測を行う方針でデータ収集を進めている。

### 2-2 成果

1) デザイン評価技術の開発・性能向上に関して、DNN の膨大な数のユニットから、独立のデータを用いて評価した、脳からの予測成績が高い特徴ユニットを選択することで、従来よりも高い精度での脳活動予測および人工脳モデルの構築に成功した。この人工脳モデルを利用して、これまでに開発してきたデザイン評価技術であるランキング解析や類似度マップ解析をすることで、人工脳モデルを介したコンテンツ評価技術の実現可能性を検証することができた。さらに、計測した脳活動を用いてコンテンツに対する印象評価を予測するデコーダを訓練し、人工脳モデルを介して生成された脳活動に対して訓練

済みデコーダを適用することで、被験者が脳活動を計測していないコンテンツに対しても、脳活動ベースのコンテンツ評価を行うことに成功した。また、脳活動ベースのデザイン評価技術の実践的な運用のテストとして、「エルフォイド」というコミュニケーション端末のデザインに関する開発コンセプトが、デザインに適切に反映されているかどうか、脳活動解析による検証を行った。エルフォイドのデザインが、観察者に人間らしさを感じさせるものになっているかという仮説を、脳活動ベースの類似度マップ解析を用いて検証したところ、エルフォイドに対する脳活動パターンがヒトに対する脳活動パターンに近くなっていることを確認することができた。この試みを介し、われわれの開発技術の産業応用への可能性を検証することができた。

2) イメージ解読技術に関しては、より高い精度でのコンテンツの可視化を達成することを目標に、ImageNet や Flickr material database (FMD) など、複数の画像データベースから収集したコンテンツ画像を刺激として収集した脳計測データセットを用いることで、脳からのコンテンツ生成精度の違いを検証した。その結果、単一のデータベースからの脳計測データを利用するよりも、複数のデータベースから収集した脳計測データを組み合わせて利用する方が、脳からのコンテンツ生成の精度向上に有用であることがわかった。また、脳から深層ニューラルネットワークの特徴量の予測を介したコンテンツ可視化手法だけでなく、脳と深層ニューラルネットワークを直接連結させたコンテンツの可視化手法を応用することで、提示されたコンテンツの表面特性など、従来手法では表現しきれないコンテンツ情報を可視化することができることを確認した。今後、これらの手法の長所・短所をより詳細に調査していくことで、利用シーンに応じたデザイン評価の実現を目指していく。

大規模個人脳データベースの充実化に関しては、上述のように、各コンテンツに対する脳計測信号の質を向上させるため、同じコンテンツに対する複数回の脳活動計測を開始した。また、当該年度までは、主に静止画像などの視覚コンテンツのデータ収集を集中的に進めていたが、動画コンテンツや音声コンテンツなど、他感覚的なコンテンツに対する脳計測データの収集も進みつつある。

## 2-3 新たな課題など

1) の脳活動ベースのデザイン評価技術において、人工脳モデルからのデザイン評価を行う際に、現在のアプローチでは、視覚の物体認識用の深層ニューラルネットワーク (DNNs) の特徴から計測脳活動の予測モデルを作っている。しかし、より抽象度の高い印象に関連するデザイン評価や、音声や言語など、視覚以外のモダリティに関連するコンテンツの評価を行う際には、物体認識用に最適化された DNNs だけでなく、他の課題や入力に対応した DNNs を利用することが有用であると考えられる。そのため、今後、より多様な入出力に対応する DNNs を用いて人工脳モデルを構築することで、人工脳モデルからのデザイン評価の汎用性を高めていくことが課題となる。

2) のイメージ解読技術に関しては、異なるデータベースから収集したコンテンツに対して計測した脳活動を利用することで、脳活動からのコンテンツの可視化精度が大きく影響を受けることがわかってきた。したがって、どのようなコンテンツに対応する脳計測データをモデルのトレーニングに用いるべきか検討することは、今後、高い精度と汎用性を保ちつつ、より効率的に脳からのコンテンツ生成を達成するために、重要な課題であると考えられる。

### 3. アウトリーチ活動報告

2017年10月26日に、ATR オープンハウス 2017において、一般の来場者に向けて「深層ニューラルネットワークを利用した脳情報デコーディング」というタイトルでトピックトークを行った。多業種にわたる企業の開発担当者と、われわれの研究アプローチの今後の展望や応用可能性について議論を交わすことができた。