

課題名 (タイトル) :

MTRNN を用いた ECoG 信号の再構成

利用者氏名 : ○小松 三佐子

所属 : 適応知性研究チーム

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

神経科学の分野では近年の多点同時計測手法の発達により、脳内の情報処理の機構を解明する目的で、計測した信号間の関係性を推定する研究が注目を集めている。様々な手法が提案されているが、それらはいずれも計測した信号間の関係性のみ焦点を当てている (e. g., Hesse et al., 2003; Smith et al., 2006; Valdes-Sosa et al., 2011)。しかしながら、認知行動は全脳レベルあるいは外界も含めたネットワーク内での情報処理により実現されていると考えられる。すなわち、非観測動的因子の影響を考慮することは、脳の情報処理を理解するために重要である。

本研究では、多点同時計測した脳信号をニューラルネットワークに学習させることで、非観測動的因子をも含めた、認知行動の背景にあるネットワーク構造を抽出することを目的とする。

2. 具体的な利用内容、計算方法

我々は前年度まで、非観測動的因子の影響を考慮したネットワーク構造を、計測した信号から推定するネットワークモデルである部分観測ネットワーク (Partially Observable Network, PON) を提案し、RICC 上で機械学習を行い、人口データおよびサル的大脑から記録した皮質脳波の信号間の結合強度の推定を行ってきた。また、得られた結果を論文として執筆中であった。

今年度は、論文執筆の過程で必要となった補足実験として、推定したネットワークパラメータを用いて新しいデータを生成できるかどうか検証するクロスバリデーションを行った。

3. 結果

前年度までの解析により、PON を用いて推定されたネットワーク構造は、推定の初期状態やデー

タセットに対し頑健であり、神経科学的知見とも矛盾の無いものであることがわかった。

今年度は、補足実験としてクロスバリデーションを行った。特定のデータセットを用いて推定したネットワークパラメータを用いて、学習していないデータセットの時系列を生成し汎化誤差を計算した結果、一例 (Wilcoxon rank-sum test; $p = 0.0019$) を除いて学習誤差と汎化誤差には有意な差がみられなかった ($p > 0.01$)。このことから PON は皮質脳波の一般的な性質を学習している可能性が高いことが確認された。また、学習誤差および汎化誤差の値は非観測ユニット数の増加に伴い減少していることから ($p < 1.0e-13$)、いずれの非観測ユニット数を用いて推定した結果についても過学習は起こっていないと考えられる。

4. まとめ

今年度新たに行った補足実験により、PON は皮質脳波の一般的な性質を学習しており、また、推定された結果は過学習によるものではない可能性が高いことが確認された。

5. 今後の計画・展望

今後、神経科学的側面および理論的側面から PON を用いたネットワーク構造の推定の有効性の検証が必要となる。

まず、神経科学的側面においては、今回使用した皮質脳波は二個体で電極数・留置部位が異なるため個体間での比較が困難であった。したがって来年度以降は、同じ脳部位から記録した皮質脳波を用いてネットワークの構造の推定を行い、個体間で共通してみられる特徴を明らかにしたい。

次に理論的側面について、人口データを用いて従来手法 (例えばグレンジャー因果律など) と本手法との比較を行う。

平成 25 年度 RICC 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

Komatsu M, Namikawa J, Chao ZC, Nagasaka Y, Fujii N, Nakamura K, Tani J (2014) An artificial network model for estimating the network structure underlying partially observed neuronal signals., Neuroscience Research (in press).

【国際会議、学会などでの口頭発表】

Komatsu M, Namikawa J, Chao ZC, Nagasaka Y, Fujii N, Nakamura K, Tani J (2013). “Estimating a network structure that underlies partially observed neuronal signals.” Neuroscience 2013, San Diego Convention Center, California, USA, 9-13 Nov. 2013.