

平成 21 年 4 月 21 日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2006～2009

課題番号：18079003

研究課題名（和文） ニューロンのスパイクの揺らぎによる神経回路網の推定

研究課題名（英文） Estimation of neural networks by fluctuations of neuron spikes.

研究代表者

岡田 真人 (OKADA MASATO)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：90233345

研究分野：計算論的神経科学，統計力学

科研費の分科・細目：情報学，感性工学・ソフトコンピューティング

キーワード：多体問題，計力学，神経科学，BMI，データマイニング

1. 研究計画の概要

本研究計画は、脳の神経細胞であるニューロンのスパイクと呼ばれる活動電位の統計解析手法の開発と、神経系のモデル化まで踏み込んだシステム論的視点からのデータ解析の理論体系の構築を目指す。

2. 研究の進捗状況

個々の神経細胞の発火率を成分とする集団ベクトルに関して、集団ベクトル空間から、入力画像が情報表現されている低次元空間を自動抽出する手法を開発した。ここでは、画像全体を表現する空間は低次元であり、クラスター構造をなす仮定し、残りの補空間はガウス分布で記述されるノイズ成分と仮定した。この手法を Sugase ら (Sugase *et al.*, Nature 1999) の側頭葉の顔選択性細胞に適用すると、カテゴリーに応じたクラスターを抽出できた。

この手法では混合分布の要素としてガウス分布のみを考えた。しかしながら、神経スパイクは 0 と 1 の離散値からなる点過程で記述されるとされている。その観点からは、神経スパイクの確率モデルとしてガウス分布を用いるのは近似である。そこで我々は、混合指数型分布を取り扱うことで、点過程の一種であるポアソン過程や二項分布、整数型や自然数型のデータを持つ確率モデルの混合分布なより一般的な確率分布に、上記の方法を拡張した。この手法を手書き文字認識に適用し、従来のガウス分布を用いた手法より高い認識率を得た。

集団ベクトルの成分であるスパイクの発射確率は通常同一実験条件の加算平均で求めていた。しかしながら、動物の実際の認知

過程では、当然のことながら加算平均からスパイクの発射確率を求めているわけではない。動物はスパイクの発射確率をオンラインで計算しているのである。また最近の Brain Machine Interface 技術の進展から、スパイクの発射確率 (t) をオンラインで計算する手法が渴望されていた。我々は、本領域のメインテーマである情報統計力学的手法の一つである転送行列法をこの問題に適用し、これまで近似的に求められていた解を厳密に求める手法を提案した。

3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

当初計画した内容が予定通り進捗するとともに、上記 2. で述べたように神経科学の分野での多ニューロン活動の解析の目的で開発した提案手法が、その枠組みを超えて手書き文字認識に適用され成功を収めている。これらは、本研究課題の内容が当初想定した以上の波及効果を持っていること示している。

4. 今後の研究の推進方策

当初計画した内容を進めるとともに、本計画で提案した手法を、遺伝子と表現系の関係などの他の生命科学の対象にも適用する。さらに発火率推定の手法を画像処理に適用する予定である。

5. 代表的な研究成果

(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 3 件)

Keiji Miura, Yasuhiro Tsubo, Masato Okada and Tomoki Fukai

Balanced excitatory and inhibitory inputs to cortical neurons decouple firing irregularity from rate modulations.
Journal of Neuroscience, **27**,
13802-13812, 2007. 査読有

Kentaro Katahira, Jun Nishikawa,
Kazuo Okanoya and Masato Okada
Extracting State Transition Dynamics
from Multiple Spike Trains
Using Hidden Markov Models with
Correlated Poisson Distribution, Neural
Computation(in press), 査読有

Kazuho Watanabe, Hiroyuki Tanaka,
Keiji Miura, Masato Okada
Transfer Matrix Method for
Instantaneous Spike Rate Estimation
IEICE Transactions on Information
and Systems
Vol.E92-D, No.7 2009 査読有

[学会発表](計 2 件)

Masafumi Oizumi, Toshiyuki Ishii,
Kazuya Ishibashi, Hosoya Toshihiko,
Masato Okada
A general framework for investigating
how far the decoding process in the brain
can be simplified The Neural
Information Processing Systems
10 December, 2008, Vancouver, Canada

Kazuho Watanabe
Simultaneous Clustering and
Dimensionality Reduction Using
Variational Bayesian Mixture Model
International Federation of
Classification Societies 2009
Conference
10 March, 2009, Dresden University
of Technology