

結合レスラー系を用いた連想記憶モデルのカーネル法による解析

野村 真樹、青柳 富誌生
京都大学情報学研究科、科学技術振興機構

神経科学の分野において近年 Brain Machine Interface (BMI) の研究が注目されている。BMI 研究は神経活動パターンを用いたロボット等のコントロールを目的としており、神経活動パターンとコントロールを関連づける事(学習)が必要である。学習過程では、様々なコントロールに対応する神経活動パターンを弁別する必要があるため、複数のチャンネルから計測された多次元時系列神経活動データ間の類似度を効率よく計算するアルゴリズムが必要である。一般に神経活動データは揺らぎを含んでおり、その様なデータに対してもロバストに処理可能な事がアルゴリズムには求められる。我々はそのようなアルゴリズムの候補として多次元時系列データ間の類似度を計算するカーネル関数を作成し[1]、結合レスラー系を用いた連想記憶モデルから得たデータでこのカーネル関数をテストした。

本研究で用いた連想記憶モデルは位相パターンを想起可能であるが、カオス素子と時間依存する自然周波数を用いている為その周期は揺らいでいる。下図 (a) では $[0, 2\pi]$ で一様ランダムに生成した位相パターンを3つ埋め込んだ連想記憶モデルの想起状態の様子である。各々のパターンに近い初期位相をそれぞれ50個生成しそれを初期状態として系を時間発展させるとその全てで元のパターンを復元できた。これら1500個のデータをカーネル関数で処理する事により、下図 (b) に表示したカーネル行列を得た。これよりトライアル#1-50、51-100、101-150はそれぞれ類似したデータのクラスタを形成しており、我々のカーネル関数が時系列データをロバストに分離できる事を示している。本研究では、連想記憶モデルで従来より用いられているオーバーラップを用いた解析と、カーネル関数を用いた解析とを比較する。カーネル関数を用いた解析では、位相を計算する必要が無い、埋め込んだ位相パターンを知っている必要が無い、解析するデータは定常状態である必要が無い事等がメリットである。

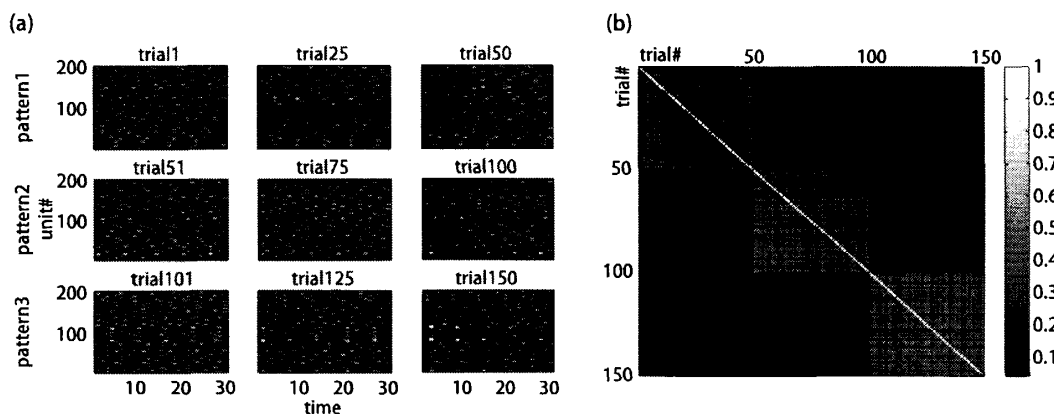


Fig. 1. (a) 連想記憶モデルにおける想起状態。 $x = 0$ かつ $y < 0$ の平面を x が正の方向に横切るイベントを神経系で言うスパイクとみなしスパイク時刻をラスタ表示した。レスラー素子数200を用いたモデルである。1500個のデータの一部を表示している。(b)(a)のデータを用いて得たカーネル行列。

REFERENCES

- [1] L. Shpigelman, Y. Singer, R. Paz, and E. Vaadia, "Spikernels: Predicting arm movements by embedding population spike rate patterns in inner-product spaces," *Neural Comput.*, vol. 17, pp. 671–690, 2005.