

論文内容の要旨

博士論文題目

Behavioral Analysis using Non-Stationary Time Series Modeling Method
with Bayesian Nonparametrics

(ノンパラメトリックベイズ非定常時系列モデリング法による行動解析)

氏名 濱田 龍之介

Time series data are broadly collected and analyzed in diverse fields of science and engineering. To cope with such data, the non-stationary multidimensional time series modeling method plays a dominant role and is widely applied to the data for predicting future values and unveiling interesting structure of them. The remarkable progress of Bayesian nonparametric methodology has expanded the scope of the non-stationary time series modeling methods, not only enabling us to automatically determine the number of parameters in the model according to the complexity of the dataset, but also tolerating a certain class of heterogeneity among a set of time series data. However, there is relatively little literature on utilizing the non-stationary time series modeling method with Bayesian nonparametrics for applications of time series data analysis, despite the recent extensive use of methods that are not based on any temporal or structural assumption of the time series data such as deep neural networks. In this thesis, we present two application studies of the non-stationary time series modeling method with Bayesian nonparametrics. First, we apply the Bayesian nonparametric hidden Markov model to a birdsong dataset, and reveal that distinct syntactic rules are adopted by different groups of birds that have different tutors. Second, we analyze a set of multiple time series data of driver behaviors, and show that driver behaviors in future can be predicted by using the Bayesian nonparametric Markov-switching vector autoregressive processes without any model selection procedure. These results support the effectiveness of the non-stationary time series modeling method with Bayesian nonparametrics for behavior analysis.

氏名	濱田 龍之介
----	--------

(論文審査結果の要旨)

時系列データ解析は多くの応用先がある技術であり、各種の手法が提案されている。時系列は多くの場合そのダイナミクスが時間変化するので、時間変化に対応できる技術が必要であるが、時系列が何種類のダイナミクスに基づくかを知ることは一般的にはわからない。ノンパラメトリックベイズ法はこのようなクラス数のわからない問題に対処するために近年のデータ解析で広く用いられている手法であり、各クラスにダイナミクスを導入することで、時系列データを扱うこともできる。本研究は時系列データを扱えるノンパラメトリックベイズ法を2種類の問題に応用し、その有効性を示したものである。

本研究ではまず、ノンパラメトリックベイズ法を十姉妹の歌の解析に用いた。十姉妹はチュータの歌い方を真似ることで歌を覚えると言われているが、本研究で教師なし学習によりその成分を解析し、さらにクラスタリング手法を適用してその類似度を調べることにより、チュータの音素を真似ていることを定量的に示すことに成功した。

次に、ノンパラメトリックベイズ法を運転行動データの解析に用いた。従来の運転行動データ解析では、ノンパラメトリックベイズ法と教師なしシンボル化手法を組み合わせることで、運転行動をシンボル化した上で時系列予測を行っていたが、それでは運転者の次の行動を予測することはできない。そこで本研究では各クラスにARモデルを用いることで、運転行動そのものの予測に成功した。

以上をまとめると、本論文はノンパラメトリックベイズ法を二つの応用例に用い、従来は得られなかった知見を得られることを示した研究であり、ビッグデータ時代のデータ解析に資すると考えられる。よって、博士(工学)の学位に値するものと認められる。