

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	A Gaussian Process-based Incremental Neural Network
著者(和文)	WANG Xiaoyu
Author(English)	Xiaoyu Wang
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11417号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:井村 順一,藤田 政之,三平 満司,山北 昌毅,早川 朋久
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11417号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	WANG Xiaoyu	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	井村順一	教授	早川朋久	准教授
	審査員	藤田政之	教授		
		三平満司	教授		
	山北昌毅	准教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「A Gaussian Process-based Incremental Neural Network (ガウス過程に基づく増殖型ニューラルネットワーク)」と題し、英文全5章から構成されている。

第1章「Introduction (序論)」では、まず、データクラスタリング手法や自己組織化マップにおける問題を克服するために自己増殖型ニューラルネットワークが提案され、その代表的な手法としてユークリッドノルムを用いる手法やマハラノビス距離に基づく手法が開発されてきたことを述べている。しかしながら、これらの手法では、生成するネットワークにおいて余分なエッジが生成されるなどの問題があることを指摘している。そこで、本論文では、ユークリッドノルムやマハラノビス距離に基づく従来の自己増殖型ニューラルネットワークの拡張として、ガウス過程に基づく増殖型ニューラルネットワークの枠組みと、オンライン密度推定、オンラインクラスタリング、オンライン回帰の3つのオンライン機械学習に対するアルゴリズムを提案し、それらの特性や利点について明らかにすることを述べている。最後に、本論文の構成について説明している。

第2章「A Gaussian Process-based Incremental Neural Network for Online Density Estimation (オンライン密度推定のためのガウス過程に基づく増殖型ニューラルネットワーク)」では、密度関数の推定に対して、ガウス過程に基づく増殖型ニューラルネットワークの一般的な枠組みを提案している。ここでは、ガウス過程を用いて、ネットワークのノードの近傍の分布により決まる注目ノードとその閾値領域を求める手法を提案している。その後、自己増殖型ニューラルネットワークによる密度関数推定における漸近的平均二乗誤差を解析することで、真の密度関数に収束することを証明している。また、機械学習でよく用いられる MAGIC Gamma Telescope Data などのデータにノイズを加えた場合の数値実験において、従来手法であるユークリッドノルムやマハラノビス距離に基づく手法と比較して、本手法の有効性を確認している。

第3章「A Gaussian Process-based Incremental Neural Network for Online Clustering (オンラインクラスタリングのためのガウス過程に基づく増殖型ニューラルネットワーク)」では、第2章の拡張として、オンラインクラスタリングのためのガウス過程に基づく増殖型ニューラルネットワークを提案している。ここでは、得られるネットワーク構造のエッジの長さや密度関数の負の相関関係を証明し、最小全域木を構成することでクラスターを見つける手法を提案している。また、クラスターを判断する閾値領域の特性について解析し、本手法における閾値領域を計算する際の利点を示している。最後に、数値実験により、本手法が従来の増殖型ニューラルネットワークより、高い精度のクラスタリングが行えることを示している。

第4章「A Gaussian Process-based Incremental Neural Network for Online Regression (オンライン回帰のためのガウス過程に基づく増殖型ニューラルネットワーク)」では、オンライン回帰問題に着目し、そのためのガウス過程に基づく増殖型ニューラルネットワークを提案している。ここでは、一個抜き交差検証誤差に基づき、注目ノードを決めるための閾値領域を決めるパラメータを決定し、注目するノードでの値による関数の事後確率の近似値を算出する方法を提案している。また、数値例により、本手法の有効性を従来手法と比較して確認している。

第5章「Conclusion (結論)」では、本研究成果をまとめ、残された今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、従来の自己増殖型ニューラルネットワークに対して、データ間の関係性にガウス過程を導入した新しい増殖型ニューラルネットワークの枠組みとアルゴリズムを提案したものであり、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があると認められる。