科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成 ２６ 年　 ６ 月 ２３ 日現在

機関番号：２１６０２
研究種目：基盤研究(C)
研究期間：2011～2013
課題番号：２３５００２８２

研究課題名（和文）負の相関と複雑さの推定によるアンサンブル学習

研究課題名（英文）Ensemble Learning with Negative Correlation and Complexity Estimation

研究代表者
劉　勇（LIU, YONG）

会津大学・コンピュータ理工学部・准教授

研究者番号：６０３２５９６７

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　3,400,000円、（間接経費）　1,020,000円

研究成果の概要（和文）：バランスのとれたアンサンブル学習法は負の相関学習から構築された。バランスのとれたアンサンブル学習法は、弱い学習モデルを作成することができる。本研究で用いた学習誤差関数は、ターゲット値をシフトすることによって変更することができます。そのようなシフトの学習機能は、訓練のニューラルネットワークアンサンブルの複雑さを制御するのに役立ちます。また、分類の精度を向上させることができます。
負の相関学習は、多くの場合、強力な学習モデルを生成します。これは、1つの学習プロセスの学習には負の相関を学習移行バランスアンサンブルに興味深いものになる。学習モデルの複雑さは、遷移期間中に制御することができる。

研究成果の概要（英文）：Balanced ensemble learning method has been implemented from negative correlation learning. Balanced ensemble learning is able to create weak learning models by changing the learning error functions with the shifted target values. Such learning functions cannot only help in controlling the complexity of the neural network ensembles, but also improve the accuracy of classifications of the learning models.
In comparison, negative correlation learning is able to generate strong learning models. An novel transition learning method between balanced ensemble learning and negative correlation learning has been proposed. The complexity of the learning models could be controlled during the transition period in the learning process.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：ニューラルネットワーク

１．研究開始当初の背景

(1) バランスのとれたアンサンブル学習のアプローチを提案した。アンサンブル学習システムは負の相関ニューラルネットワークのセットが含まれています。真の分類と比較して、ニューラルネットワークの負の相関がランダムな推測よりもわずかに優れています。しかし、これらの負の相関ニューラルネットワークの学習システムの統合は、真の分類に非常に近いことができます。

(2) バランスのとれたアンサンブル学習では、ターゲットのシフト意識が学習過程で導入されています。実用的なアプリケーションでは、固定ターゲットは頻繁に使用されます。そのような固定目標から学ぶ、しばしばオーバーフィッティングにつながる。

２．研究の目的

(1) 本研究では、学習目標は、シフトができ、定義されている範囲で変更します。ターゲット転送の使用は、学習の方向を転送することができます。データポイントが学習された、もはや学習を続けませんが、他のデータポイントを学ぶためにフォーカスを移した。この方法では、決定境界に近い、または遠くすべての訓練サンプルからされていません。ニューラルネットワークの統合の決定境界はそこにほとんど差となり、良好な性能を持つことが期待されています。

(2) 本研究では、学習ニューラルネットワークのアンサンブルの方法は、他の機械学習の方法とは異なっています。本研究で用いた学習誤差関数は、ターゲット値をシフトすることによって変更することができます。そのようなシフトの学習機能は、訓練のニューラルネットワークアンサンブルの複雑さを制御するのに役立ちます。また、分類の精度を向上させることができます。

３．研究の方法

(1) 制約の意識は、バランスのとれたアンサンブル学習に開発されています。制約のない状態で、バランスのとれたアンサンブル学習によるアンサンブルシステムは、未知のデータ点上で任意の値をとることがあります。それは、多くの場合、訓練データ点の数が限られている場合に発生します。バランスのとれたアンサンブル学習では、それは他の未知のデータに制約を追加することが不可欠です。それ以外の場合は、オーバーフィッティングかもしれない。

(2) 制約の実装では、ランダムに選択されたデータポイントを学習することです。トレーニングセットで学習は、ランダムなデータポイントの制約と協力しました。学習した後、ニューラルネットワークのアンサンブルは、より良い性能を持っているでしょう。

(3) 目標値は、元の0と1に移動した場合には、個々のニューラルネットワークは、バランスのとれたアンサンブル学習によって多くを学びます。したがって、個々のニューラルネットワークは、強力な学習モデルとなる。強力な学習モデルは、しばしば大規模な複雑さを持っています。このような大規模な複雑さは、訓練データに過学習につながる可能性があります。強すぎたり弱すぎ個人ニューラルネットワークは、未知のデータを予測するのが得意ではありません。バランスのとれたアンサンブル学習は、適切な目標値を設定し、アンサンブルモデルの複雑さを制御することができた。

４．研究成果

(1) データの複雑さは、バランスのとれたアンサンブル学習法では2つの点から分析されていた。最初は、平衡アンサンブル学習法における所与のデータポイントでの目標値を変

更することであった。第二は、バランスのとれたアンサンブル学習法における新しいトレーニングデータポイントを作成することであった。

(2) バランスのとれたアンサンブル学習における目標値は、完全にモデルの複雑さの問題を解決することはできない。いくつかの実際のアプリケーションでは、少数のトレーニングデータ点がある。少数の訓練データ点を考えると、バランスのとれたアンサンブル学習の2回には、2つの非常に異なったニューラルネットワークのアンサンブルを与えることができる。これは、より多くのトレーニングデータポイントが必要であることを示唆している。バランスのとれたアンサンブル学習方法は、よりランダムな訓練データポイントを選択するために使用することができる。これらのランダムデータポイントがアンサンブルモデルに制約を設定します。結果は、実際のアプリケーションの問題で分析されていた。

(3) バランスのとれたアンサンブル学習法は負の相関学習から構築された。バランスのとれたアンサンブル学習法は、弱い学習モデルを作成することができる。負の相関学習は、多くの場合、強力な学習モデルを生成します。過去において、これら二つの学習方法は、独立して適用される。これは、1つの学習プロセスの学習には負の相関を学習移行バランスアンサンブルに興味深いものになる。バランスのとれたアンサンブル学習方法は、第一段階で適用される。負の相関学習は、第二段階で使用されている。学習モデルは、最初の学習段階に弱いであるべきである。学習モデルは、第二段階で強くなります。学習モデルの複雑さは、遷移期間中に制御することができる。

５．主な発表論文等
（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　　件）

〔学会発表〕（計　12　件）

① Yong Liu, Create Weak Learners with Small Neural Networks by Balanced Ensemble Learning, Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing, 2011年9月、西安、中国
② Yong Liu, Target Shift Awareness in Balanced Ensemble Learning, Proceedings of the 3rd International Conference on Awareness Science and Technology, 2011年9月、大連、中国
③ Yong Liu, Balancing Ensemble Learning through Error Shift, Proceedings of the Fourth International Workshop on Advanced Computational Intelligence, 2011年10月、武漢、中国
④ Yong Liu, New Discoveries in Balanced Ensemble Learning, Proceedings of the 2012 IEEE World Congress on Computational Intelligence (IEEE WCCI 2012), 2012年06月、ブリスベン、オーストラリア
⑤ Yong Liu, Constraint Awareness in Balanced Ensemble Learning, Proceedings of the 4th International Conference on Awareness Science and Technology, 2012年08、ソウル、韓国
⑥ Yong Liu, Qiangfu Zhao, Neil Yen, Variation Aware Control for Reliability, Proceedings of the 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2012年10月、ソウル、韓国
⑦ Yong Liu, Balanced Ensemble Learning between Known and Unknown Data, Proceedings of the 6th International Symposium on Intelligence Computation and Applications, 2012年10月、武漢、中国
⑧ Y. Kaneda, Qiangfu Zhao, Yong Liu , Neil Yen, Induction of High Performance Neural Networks Based on Decision Boundary Making, Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2013), 2013年10月、マンチェスター、英国
⑨ Y. Liu, Qiangfu Zhao, Neil Yen, Transition Learning between Balanced Ensemble Learning and Negative Correlation Learning, Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2013), 2013年10月、マンチェスター、英国
⑩ Y. Liu, Qiangfu Zhao, and Neil Yen,

Make Decision Boundary Smoother by Transition Learning, Proceedings of the 2013 International Joint Conference on Awareness Science and Technology & Ubi-Media Computing, 2013 年 11 月、会津大学、日本

⑪ Y. Liu, Transition Learning by Negative Correlation Learning, Proceedings of the Second International Conference on Innovative Computing and Cloud Computing (ICCC2013), 2013 年 11 月、武漢、中国

⑫ Y. Liu, Transition Learning for Creating Diverse Neural Networks, Proceedings of the 6th International Conference on BioMedical Engineering and Informatics, 2013 年 12 月、杭州、中国

〔図書〕（計　1　件）

① Zhenhua Li, Xiang Li, Yong Liu, Zhihua Cai, Springer, Computational Intelligence and Intelligent Systems, 2012, 640

〔産業財産権〕

○出願状況（計　0　件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計　0　件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

６．研究組織

(1)研究代表者

ヨン　リユウ（LIU, Yong）
会津大学・コンピュータ理工学部・准教授
研究者番号：60325967

(2)研究分担者

（　　　）

研究者番号：

(3)連携研究者

（　　　）

研究者番号：