

様 式 F - 7 - 1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（令和元年度）

所属研究機関名称			機関番号	1 4 6 0 3
研究 代表者	部局	奈良先端科学技術大学院大学		
	職	先端科学技術研究科		
	氏名	教授		
		氏名	池田 和司	

1．研究種目名

挑戦的研究（萌芽）

2．課題番号

18K19821

3．研究課題名

深層学習の理論解析による次世代脳型人工知能技術の開発

4．補助事業期間

平成30年度～令和2年度

5．研究実績の概要

本研究は、現在は試行錯誤が中心の人工知能(AI)研究の転換をめざすものである。AIの中心である深層学習の中心は、独自のビッグデータと豊富な計算機資源及び人的資源を持つ巨大情報産業が先導しているが、これに対抗してAI研究をリードするために深層学習の要素技術を理論解析し、次世代直方人工知能の開発を目指す。深層学習におけるコア技術は、確率降下法、プレトレーニング、ドロップアウト、ショートカット、の4つである。本研究ではこれまでの機械学習アルゴリズムとの類似性から、情報理論、情報幾何学、統計的漸近論などを利用する予定であったが、近年、汎化ギャップを評価する方法、フィッシャー情報行列の固有値を評価する方法などにより、深層学習の性能を理論的に解析可能であることがわかった。そこで近年特に注目されているResNetを中心的に研究し、ResNetの特徴であるショートカット(スキップコネクション)の有無が汎化能力に与える影響を評価した。その結果、ショートカットは汎化ギャップの上限を小さくすること、また1層ではなく2層をショートカットすることで上限はさらに小さくなることが示された。さらに、ドロップアウトとその亜種であるストキャスティックデプスについて、フィッシャー情報行列の固有値を評価した。

6．キーワード

深層学習 ResNet スキップコネクション ドロップアウト ストキャスティックデプス

7．現在までの進捗状況

区分	(2) おおむね順調に進展している。
理由	初の研究対象の4項目のうち、二つについて詳細に理論解析することができ、国内外で研究発表をするとともに、その成果は論文として採択された。したがって計画通りと言える。

2 版

8．今後の研究の推進方策

確率降下法，プレトレーニング，ドロップアウト，ショートカット，の4つを対象としており，これまでにドロップアウトおよびショートカットについての解析が終了した．近年はプレトレーニングは不要であり，むしろランダム初期化が大きな影響を与えているので，その理論的な解析を進める．

9．次年度使用が生じた理由と使用計画

今年度は理論研究が進んだためそちらに注力し，研究員を雇用して実施する研究を次年度に実施することにした結果，人件費を次年度に繰り越すことになった．

10．研究発表（令和元年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1．著者名 Yasutaka Furusho, Kazushi Ikeda	4．巻 9
2．論文標題 Theoretical analysis of skip connections and batch normalization from generalization and optimization perspectives	5．発行年 2020年
3．雑誌名 APSIPA Transactions on Signal and Information Processing	6．最初と最後の頁 e9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1017/ATSIP.2020.7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1．著者名 Paul Rossener Regonia, Ryosuke Tani, Atsushi Ishizumi, Hisao Yanagi, Kazushi Ikeda	4．巻 207
2．論文標題 Predicting the band gap of ZnO quantum dots via supervised machine learning models	5．発行年 2020年
3．雑誌名 Optik: International Journal for Light and Electron Optics	6．最初と最後の頁 164469
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ijleo.2020.164469	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Bryan Lao, Tomoya Tamei, Kazushi Ikeda	4. 巻 2
2. 論文標題 Data-efficient framework for personalized physiotherapy feedback	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Computer Science	6. 最初と最後の頁 3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fcomp.2020.00003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件(うち招待講演 5件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 古庄康隆, 池田和司
2. 発表標題 Stochastic depthが勾配降下法の学習速度に与える影響の理論解析
3. 学会等名 情報理論的学習理論ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古庄康隆, 池田和司
2. 発表標題 ResNetとbatch normalizationによるデータ分離能力の向上
3. 学会等名 情報理論的学習理論と機械学習研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古庄康隆, 池田和司
2. 発表標題 古典的なニューラルネットワークの問題点と加算型及び結合型ショートカットによる改善
3. 学会等名 情報理論的学習理論と機械学習研究会
4. 発表年 2019年

2 版

1. 発表者名 古庄康隆, 池田和司
2. 発表標題 Fixup initializationの理論解析: 学習の高速化とResNetの汎化能力向上
3. 学会等名 情報論的学習理論と機械学習研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazushi Ikeda
2. 発表標題 Overview: Theoretical properties of deep learning methods
3. 学会等名 APSIPA-ASC (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasutaka Furusho, Kazushi Ikeda
2. 発表標題 ResNet and batch normalization improve data separability
3. 学会等名 Asian Conference on Machine Learning (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasutaka Furusho, Kazushi Ikeda
2. 発表標題 Generation and visualization of tennis swing motion by conditional variational RNN with hidden Markov model
3. 学会等名 Asian Conference on Machine Learning: Trajectory, Activity, and Behaviour workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasutaka Furusho, Kazushi Ikeda
2. 発表標題 Theoretical analysis of the fixup initialization for fast convergence and high generalization ability
3. 学会等名 International Conference on Machine Learning: Understanding and Improving Generalization in Deep Learning workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasutaka Furusho, Kazushi Ikeda
2. 発表標題 Additive or concatenating skip-connections improve data separability
3. 学会等名 International Conference on Machine Learning: Understanding and Improving Generalization in Deep Learning workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件 (うち出願0件 / うち取得0件)

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

1 4. 備考

-