

令和元年6月18日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H05327

研究課題名(和文) 大脳皮質型Deep Learningアルゴリズムの研究開発および知識処理への応用

研究課題名(英文) Cortex inspired Deep Learning Algorithms and Applications on Knowledge Processing

研究代表者

中山 浩太郎 (Nakayama, Kotaro)

東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・特任講師

研究者番号：00512097

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,870,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、最新の脳科学の知見を活かしてスケーラビリティの高いDeep Learning手法を開発し、柔軟な知識処理機構を実現することを目指して研究を進めてきた。本機構が目指す目標は、多様なタスク(アプリケーション)へ適用可能な汎用性の高い知識処理のモデルおよび、大規模なデータをリアルタイムに処理可能な並列処理に最適化された計算モデルの2点である。予定どおり基礎研究および応用研究についての研究を進めることができ、その成果は国際会議・国内論文誌含め、多くの論文として对外発表することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

第三次AIブームを牽引しているDeep Learning技術は、計算時間や計算コストが大きな課題であった。本研究課題では、最新の脳科学の知見を活かしてより効率的かつ柔軟な知識処理機構を持つDeep Learning手法を実現することを目指して研究を進めてきた。予定どおり基礎研究と応用研究についての研究を進めることができ、国際会議・国内論文誌含め、多くの論文として对外発表することができた。

研究成果の概要(英文)：In this research project, we aimed to develop scalable deep learning algorithms using the latest brain science findings, and have conducted research on flexible knowledge processing mechanism. There are two points to achieve this mechanism; a general-purpose knowledge processing model applicable to various tasks (applications) and a calculation model optimized for parallel processing capable of processing large-scale data in real time is there. The basic & theoretical research part and applied research part have been progressed as scheduled, and the results have been published as international conference papers and domestic journals.

研究分野：AI、大規模計算

キーワード：Deep Learning 人工知能 計算科学

## 1. 研究開始当初の背景

近年 dA (Denoising Autoencoder) や RBM (Restricted Boltzmann Machine) などのニューラルネットワークを多層に構造化し、精度の高い学習成果を得る「Deep Learning」に関する研究が注目を集めている。Deep Learning のニューラルネットワークの多層化という考え方は、大脳皮質の視覚野の構造を模したものであり、主に画像処理の分野で大きな成果を残している。しかし、1) スパースデータへの適用、2) スケーラビリティの向上、3) 柔軟な計算モデルという3つの点について、大きな改善の余地が残っている。さらに、これら3つの技術的要因が重要な役割を果たす知識処理などのアプリケーションにおいては、利用目的に応じた計算モデルの考案や、最適化が重要な課題として残っている。

脳などの中枢神経系は、大量の情報の分類やクラスタリングなどに適した効率的・合理的な並列処理機構を持っているが、その構築方法などの詳しい仕組みは長い間研究者の興味の対象であった。しかし、fMRI (Functional Magnetic Resonance Imaging) など、脳の活動をモニタリングする技術が過去10年で高度に発展した結果、このような脳の効率的な情報ネットワーク構造の仕組みを解明する研究が大幅に進んでいる。その中でも特に最近では、神経細胞移動 (Neuronal Migration) や情報のエンコーディング方法などが詳細に判明してきたことは大きな科学的進展であった。提案者の研究グループでも、このように最近明らかになってきた脳科学の知見 (特に神経細胞移動に着目) を積極的に活かした効率的な大規模計算モデルなどの研究を進めてきた。

## 2. 研究の目的

近年、人工知能を始めとする各分野で注目されている Deep Learning の技術は、従来では困難であった深い階層を持つニューラルネットワークの学習を可能にし、その高い汎化性能と表現抽出能力で人工知能研究に新しいパラダイムシフトをもたらした。しかし、未だ画像や音声といった密なデータへの適用が主な適用範囲であり、知識処理のように **大規模かつスパースデータなデータを柔軟に扱うための技術は確立されていない**。本研究開発では、脳科学の知見 (特に大脳皮質の階層モデルと神経細胞移動モデル) を計算機科学へ応用することで、大規模な知識処理に適した並列処理型の Deep Learning アルゴリズムを開発することを目指す。

## 3. 研究の方法

本研究課題では、上記の背景に基づき、最新の脳科学の知見を活かしてスケーラビリティの高い Deep Learning 手法を開発し、柔軟な知識処理機構を実現することを目指す。本機構が目指す目標は、多様なタスク (アプリケーション) へ適用可能な汎用性の高い知識処理のモデルおよび、大規模なデータをリアルタイムに処理可能な並列処理に最適化された計算モデルの2点である。特に重要なのは、一般的な計算環境 (PC 等) でも実行可能な並列計算のためのモデルであり、GPU (OpenCL 等) を利用した多コア環境で実行可能なモデルを構築する。さらに、本手法の有効性を実証するために、プロジェクトの前半ではスパムフィルタなどの比較的シンプルなタスクやデータに適用するが、プロジェクト後半ではアプリケーションを期間内に構築する。

## 4. 研究成果

第三次 AI ブームを牽引している Deep Learning 技術は、計算時間や計算コストが大きな課題であった。本研究課題では、最新の脳科学の知見を活かしてスケーラビリティの高い Deep Learning 手法を開発し、柔軟な知識処理機構を実現することを目指して研究を進めてきた。本機構が目指す目標は、多様なタスク (アプリケーション) へ適用可能な汎用性の高い知識処理のモデルおよび、大規模なデータをリアルタイムに処理可能な並列処理に最適化された計算モデルの2点である。予定どおり基礎研究および応用研究についての研究を進めることができ、その成果は国際会議・国内論文誌含め、多くの論文として対外発表することができた。

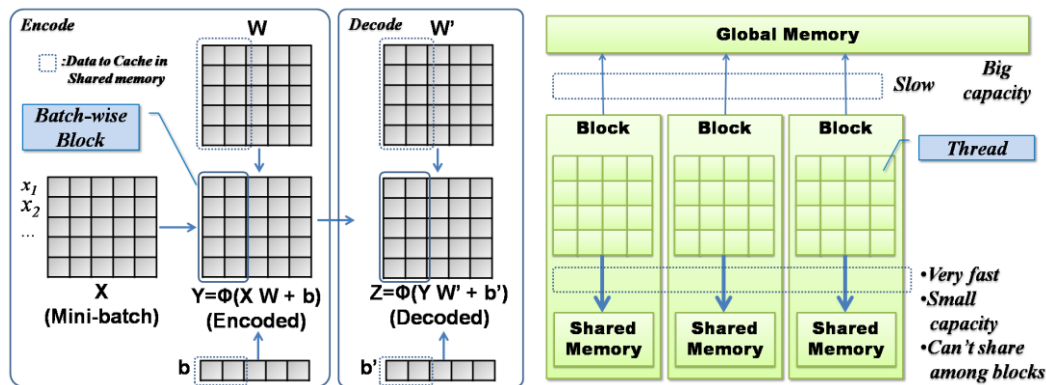


図 1. 深層学習における行列積と GPU の計算特性

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- 野中尚輝, 中山浩太郎, 松尾豊: Wikipedia の編集履歴から学習したベクトル表現によるコンテンツの人気予測, 電子情報通信学会論文誌 (特集号), No. 4, pp. 657-668 (2018)
- 野中尚輝, 中山浩太郎, 松尾豊: オンラインレビューから抽出した消費者の感情に寄与する素性を用いた自動車販売予測, 情報処理学会論文誌, Vol. 10, No. 3, pp. 1-10 (2017)
- 中山浩太郎, 松尾豊: GeSdA - GPU 上での Autoencoder 処理並列化による高速 Deep Learning の実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 9, No. 2, pp. 46-54 (2016)

[学会発表] (計 11 件)

- R. A. Ghani, K. Nishanth, Ai Nakajima, N. Kimura, P. Radkohl, S. Iwai, Y. Kawazoe, Y. Iwasawa, K. Nakayama, Y. Matsuo: An analysis of human gaze data for autonomous medical image diagnostics, The 28th Annual Conference of the Japanese Neural Network Society (JNNS), Workshop, 2018. (accepted)
- Joji Toyama, Yusuke Iwasawa, Kotaro Nakayama, Yutaka Matsuo: Expert-based reward function training: the novel method to train sequence generators, International Conference of Learning Representation (ICLR18) Workshop, 2018
- A. R. A. Ghani, N. Koganti, A. Solano, Y. Iwasawa, K. Nakayama, Y. Matsuo: Designing Efficient Neural Attention Systems Towards Achieving Human-level Sharp Vision, International Conference of Learning Representation (ICLR18) Workshop, 2018
- Yusuke Iwasawa, Kotaro Nakayama, Yutaka Matsuo: Censoring Representations with Multiple-Adversaries over Random Subspaces, International Conference of Learning Representation (ICLR18) Workshop, 2018
- Nishanth Koganti, Abdul R. A. Ghani, Yusuke Iwasawa, Kotaro Nakayama, Yutaka Matsuo: "Virtual Reality as a User-friendly Interface for Learning from Demonstrations." Demonstrations Track, Conference on Human Factors in Computing Systems, (CHI). Montreal, Canada, April 21-26, 2018.
- Naoki Nonaka, Kotaro Nakayama, Yutaka Matsuo: "Contents Popularity Prediction by Vector Representation Learned from User Action History." DATA ANALYTICS 2017 (2017)
- Yusuke Iwasawa, Kotaro Nakayama, Ikuko Yairi and Yutaka Matsuo: Privacy Issues Regarding the Application of DNNs to Activity-Recognition using Wearables and Its Countermeasures by Use of Adversarial Training, The 26th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2017), August 19-25, Melbourne, Australia (Acceptance Rate: 25%)
- Mohammadamin Barekattain, Miquel Marti, Hsueh-Fu Shih, Samuel Murray, Kotaro Nakayama, Yutaka Matsuo and Helmut Prendinger: Okutama-Action: An Aerial View Video Dataset for Concurrent Human Action Detection, BMTT-PETS Workshop on Tracking and Surveillance (CVPR Workshops)
- Masahiro Suzuki, Kotaro Nakayama, Yutaka Matsuo: Joint Multimodal Learning with Deep Generative Models, ICLR 2017 workshop, April 24-26, 2017, Toulon, France.
- Masatoshi Uehara, Issei Sato, Masahiro Suzuki, Kotaro Nakayama, Yutaka Matsuo: b-GAN: New Framework of Generative Adversarial Networks, Workshop on Adversarial Training, NIPS 2016, December 5-10, Barcelona, Spain.

〔図書〕（計 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

○取得状況（計 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。