

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 社会インフラ映像処理のための高速・省資源深層学習アルゴリズム基盤

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

篠田 浩一（東京工業大学情報理工学院 教授）

主たる共同研究者

横田 理央（東京工業大学学術国際情報センター 准教授）

松岡 聡（理化学研究所計算科学研究センター センター長）

村田 剛志（東京工業大学情報理工学院 教授）

大西 正輝（産業技術総合研究所情報・人間工学領域 研究チーム長）

中原 啓貴（東京工業大学工学院 准教授）

鈴木 大慈（東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授）

3. 事後評価結果

○評点（2021 年度事後評価時）：

A+ 非常に優れている
-------------

○総合評価コメント

（以下、2021 年度課題事後評価時のコメント）

機械学習と高性能計算の研究者が密に連携した Co-Design と呼ぶチーム型研究を基本理念とした深層学習の高速化の基礎と応用の研究を行った。以下の研究成果が認められる。

- 1) 機械学習においては、二次最適化、自己教師付き学習、ニューラルモデル構造探索、グラフニューラルネットワークなどの研究を実施、クロネッカー因子分解を用いた二次最適化の高速近似解法が、層の数が無限大の極限では厳密な自然勾配法と同じ収束率をもつこと理論的に証明した。
- 2) スーパーコンピュータ「富岳」における 10 万ノード規模の学習アルゴリズムの超並列化に向けて、3D CNN（3次元畳み込み深層学習ネットワーク）におけるモデル並列化を推進した。
- 3) エッジデバイス向けモデルの軽量化と FPGA（現場で構成可能な論理回路）実装を行い、FPGA 実装では物体検出応用に関して CPU や GPU よりも高速な処理を実現した。
- 4) 新型コロナウイルスの感染リスクの評価を目的としてサッカー観戦会場での高解像度観客映像のマスク着用有無自動判定を可能とした。

以上、アルゴリズム・理論および富岳の環境における高スケールな学習基盤の双方において、高いレベルの研究成果を上げた。これらは最難関の国際会議に複数件採択されており、世界的なレベルで認知されている。ハードウェア、学習理論、応用の専門家が相互に刺激し合い、アイデア交換を行う研究スタイル“Co-Design”が深層学習の技術開発を活性化させたことを評価したい。今後は小規模データからの機械学習、デジタルツィンへの応用、高速計算機のメディア処理を含む応用分野開拓等へのさらなる研究グループの発展を期待したい。

（2022 年 12 月追記）

本課題が開始された頃、映像認識における深層学習は CNN (Convolutional Neural Network) が用いられるのが一般的であった。一方、2016 年から自然言語処理で Transformer が用いられ、最近では、画像認識タスクでも用いられるようになっていた。

1 年間の研究期間の延長により、Transformer の映像処理でも、これまで得られた超並列の研究成果が適用されるのかが試された。結果として、Transformer の超並列化を実装し、映像応用に展開することを目的として、1) 超並列学習を行い、メモリ資源の配置方法や高速化アルゴリズム、異常値発生メ

カニズムの解析などを行い、約 8 万倍の高速化を達成した。2) 質問応答システムでは、物体検出器を用いて改善し、トップクラスの成果を発表した。3) 人間の動作生成について、深層暗黙表現を用いた **Transformer** を開発し、世界最高性能を達成し、トップ会議で発表した点は、期待通りの成果である。超大型の事前学習モデルは今後 AI 分野における国際競争力の源泉となる。この研究成果の産業界に対するインパクトは評価されるべきである。