

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	松村 直樹
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 A Study on Machine Learning for Image Processing using GPUs (GPU を用いた画像処理に対する機械学習の研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	中野 浩嗣	印
審査委員	教 授	向谷 博明	印
審査委員	准教授	伊藤 靖朗	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文では、画像処理に対する機械学習分野における研究成果を二つのトピックに分けて報告している。一つ目の研究成果として、タイルアート画像生成の高速化手法について提案している。この提案では、GPU を用いた手法と機械学習を用いた手法の二つを説明している。二つ目の研究成果として、Convolutional Neural Network(CNN)における全結合層のスパース化について提案している。本論文の構成は以下の通りである。</p> <p>第一章では、研究の背景、研究成果及び本論文の構成について述べている。</p> <p>第二章では、CNN の概要と処理内容、訓練方法について説明している。</p> <p>第三章では、GPU アーキテクチャ及び CUDA について説明している。</p> <p>第四章では、一つ目の研究成果であるタイルアート画像生成手法とその高速化手法について述べている。タイルアート画像は入力画像を近似するように小さなタイルを貼り付けて生成される画像である。最初に、タイルアート画像の生成アルゴリズムを説明し、そのアルゴリズムを並列化した並列アルゴリズムとその GPU 実装を提案している。しかし、逐次アルゴリズムはガウシアンフィルタ適用による制限から単純には並列化できないため、並列アルゴリズムではタイルを貼り付ける領域を部分領域に分割し、分割した領域をグループに分け、グループごとに逐次アルゴリズムを適用することで並列化を実現している。実験として、本章で提案するアルゴリズムを NVIDIA TITAN V に実装し Intel Xeon E7-8870v4 を 4 基用いた逐次アルゴリズムと生成時間を比較した結果、並列アルゴリズムの GPU 実装は逐次アルゴリズムの CPU 実装と比較して最大 318 倍高速であることを示している。また、更なる高速化として、機械学習を用いたタイルアート画像生成手法を提案している。この手法は Generative Adversarial Networks(GANs)を拡張した pix2pix に基づいており、訓練した Generator を用いて入力画像を推論することでタイルアート画像を生成する。NVIDIA TITAN V を用いた実験結果では、上記並列アルゴリズムの GPU 実装と比較して最大 581 倍高速であることを示している。</p>			

第五章では、CNN における全結合層のスパース化について述べている。提案されているスパース化の手法は、CNN において最もパラメータ数の多い全結合層に着目し、その構造を考慮した上でネットワークを規則的に圧縮している。プルーニングなどの不規則にネットワークをスパース化された全結合層とは異なり、本手法によりスパース化された全結合層は効率的に計算できることが示されている。加えて、それらの順伝播や逆伝播の手法と GPU 実装についても説明されている。NVIDIA RTX 2080 Ti を 4 基用いて本手法の評価実験を行った結果、1%未満の学習精度低下のみで、AlexNet の全結合層のパラメータ数を 93.2%と VGG-16 の全結合層のパラメータ数を 95.3%削減できていることが示されている。また、圧縮された全結合層の GPU 実装は、圧縮されていない全結合層の GPU 実装と比較して、AlexNet に対して約 9.8 倍、VGG-16 に対して約 13.2 倍高速であることが示されている。また、その他にも様々なアプローチで本手法を評価しており、それらの結果からも本手法は有用であると結論付けている。

第六章では、本論文の結論を述べている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。