

2019年度 独創的研究助成費 実績報告書

2020年 3月31日

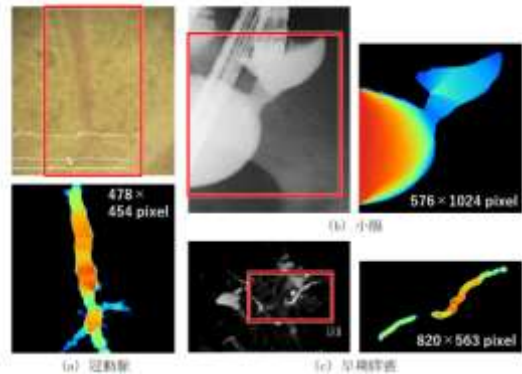
報告者	学科名	人間情報工学科	職名	教授	氏名	佐藤 洋一郎
研究課題	内視鏡を用いた医用画像における管径可視化手法の高性能化					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	佐藤 洋一郎	人間情報工学科・教授	計算機工学 画像工学	研究全般の統括	
	分担者	近藤 真史	川崎医療福祉大学 医療技術学部・講師	計算機工学 生体医工学	FPGA に対する高速医用 画像処理手法の実装	
		杉原 雄策	岡山大学病院 消化器内科・助教	消化器内科学 (食道)	解析画像の提供と評価	
松本 和幸		岡山大学病院 消化器内科・助教	消化器内科学 (肝臓・膵臓)	解析画像の提供と評価		
研究実績 の概要	<p>本研究では、医用画像に基づいた画像診断の中でも、血管や消化器系に代表される管状組織の管径の自動計測・可視化手法の開発の一環として、高速化手法を検討した。また、管状組織の抽出の高精度化を目指して、ニューラルネットワークによる手法とそのハードウェア化についても検討した。これらの成果の概要は以下のとおりである。</p> <p>【高速化手法について】</p> <p>これまでに提案した管径可視化手法が画素単位で独立に処理できる点に着目し、グラフィックボードによる大規模並列処理として管径可視化手法を高速化する手法を検討した。</p>					

※ 次ページに続く

研究実績
の概要

本研究では、NVIDIA 製 GPGPU 環境である CUDA を用いた。デバイス関数に記述した処理は CUDA Core で並列実行され、処理の最小単位であるスレッドは任意に 2 次元または 3 次元的に管理できる。手法の概要を以下に、可視化結果を右図に示す。

2 次元割り当て：対象画素における管径算出処理をデバイス関数として書き下し、対象画像の解像度に対応したスレッドを二次元的に展開した。GPU ボード上の各スレッドは、グローバルメモリ上に配置した対象画像に各々アクセスして、自身が担当する画素に対応する管径を算出し、同様にグローバルメモリ上に配



置された管径格納用配列（対象画像と同サイズ）に管径の算出結果を格納した。その後は CPU 側で管径格納配列をコピーの後、管径の値を正規化、可視化した。

3 次元割り当て：上述の 2 次元スレッドへの割り当てでは、管径算出処理を探索角度 θ 分だけ繰り返し処理する必要があり、スレッドへの負荷が増大する。そこで、画素単位に対応した 2 次元スレッド構造のまま、 θ 分だけ 3 次元方向にスレッドを展開した。このデバイス関数は、2 次元割り当てのそれから θ 単位の繰り返し処理を削除するだけでよい。

種々の医用画像に対する評価を行った。各画像における管径の算出時間を下表に示す。実行環境は、CPU : Core i7 4770, RAM : DDR3 16GB, GPU : GeForce GTX 1060 である。2 次元・3 次元スレッドのいずれ

でも算出時間が大幅に短縮されている。3 次元スレッドは、その並列化の粒度に比べて、2 次元スレッドに対する短縮化の効果は軽微な結果となっており、これは管径格納用配列に対するメモリ競合が原因と思われる。

対象	処理時間 [s]			短縮率 [%]	
	CPU	GPU		3 次元 / CPU	3 次元 / 2 次元
		2 次元	3 次元		
冠動脈	5.69	0.009	0.006	99.89	25.70
小腸	188.19	0.048	0.045	99.98	7.18
膵癌	0.49	0.011	0.008	98.29	25.97

【ニューラルネットワークの設計とハードウェア実装】

管状組織の抽出を目的として、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を構築し、FPGA 及び M5STACK への実装を試みた。CNN は、入力層 (1024 ノード)、畳み込み層 (3 層, MAXpooling)、全結合層 (3 層)、出力層 (1024 ノード) で構成した。ターゲット FPGA は Zynq であり、設計は ISE を用い VHDL により行った。また、M5STACK については、ARM への実装を行った。検証・評価については、次年度に実施する予定である。

成果資料目録

- [1] 上田, 近藤, 茅野, 横川, 佐藤, 杉原, 松本「GPU を用いた血管径可視化手法の高速化」電子情報通信学会技術研究報告, vol. IEICE-119, no.104, pp.21-22 (2019-07)
- [2] 上田, 近藤, 茅野, 横川, 佐藤, 杉原, 松本「GPGPU を用いた 3 次元スレッドによる管径可視化手法の高速化」令和元年度 (第 70 回) 電気・情報関連学会中国支部連合大会, R19-26-02-04 (2019-10)