

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第8条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

フリガナ 氏名 (姓、名)	カゲヤマ キョウスケ 蔭山 享佑		授与番号 甲 1584 号
学位の種類	博士 (工学)	授与年月日	2022 年 3 月 31 日
学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項該当者 [学位規則第 4 条第 1 項]		
博士論文の題名	ユーザーサポート・ハザード対策を目的とした組込み機器向けプロセッサの研究		
審査委員	(主査) 熊木 武志 (立命館大学理工学部教授)		藤野 毅 (立命館大学理工学部教授)
	藤田 智弘 (立命館大学理工学部教授)		
論文内容の要旨	<p>本論文は、汎用性のあるモバイルデバイス向けのアクセラレータであり、CPU では処理が困難な、膨大なデータ量を並列に処理可能な連想メモリベース超並列 SIMD 型演算コア (Content Addressable Memory-based massive-parallel matrix core: CAMX) を提案し、その処理性能を検証している。CAMX は左右に用意している連想メモリ間に小型の演算器を挟み込んだ構造を採っており、演算はパイプライン処理を実現することで、高並列な処理を実現可能としている。また、CAMX は連想メモリに格納しているデータに対して検索処理が容易かつ並列に実行できる。すなわち、CAMX はマルチメディア処理において必要な繰り返し演算処理の並列処理だけでなく、一般的に並列処理が困難であるテーブルルックアップ処理を膨大なデータに対して、並列かつ高速に実行することが可能である。CAMX の有効性を検証するため、ビットシリアル乗算、検索加算乗算、及び Baugh-Wooley 演算について検証を行った。4 ビット符号付乗算を 1,024 エントリに対して実行したところ、ビットシリアル乗算は 1,462 サイクルを要したが、検索加算乗算は 237 サイクルであり、約 84 % 削減できることが確認できた。検索加算乗算による乗算処理と Baugh-Wooley 演算による乗算処理を、1,024 エントリに対して実行したところ、15 ビット以上の符号付き乗算では Baugh-Wooley 演算による乗算処理を実行した方が高速であった。次に、CAMX を組込む盗撮防止システムを構築し検証を行った。本システムは LED 照明とスマートフォンの連携を行う手法である。照明に最適な信号である $1/f$ ゆらぎに正弦波を組込んだトリガを提案し、正弦波を抽出した。この結果イメージセンサを停止させる等の操作が可能であることを確認した。最後に、ウェアラブルデバイスに CAMX を組み込むことを想定した検証も実施した。動物の生態を解明する、バイオリギングデータロガーについて、低消費電力化を検証した。この結果、一般的に販売されている製品を用いて対象動物の約 1 日間の生態を検証することが可能となった。</p>		

<p>論文審査の結果の要旨</p>	<p>本論文の審査に先立ち、公聴会を開催した。公聴会では学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員による口頭試問を行った。組込み機器に搭載するプロセッサアクセラレータのアーキテクチャ提案から、それを用いた基本動作の処理、乗算処理、そして暗号処理とモバイル機器に必要となるアルゴリズムの実装を紹介し、その評価を示した。現在シミュレーション上での比較となるものの、概ね良好な結果を得ることができ。その有効性に関して審査委員からも評価を得ることができた。また、応用分野ではセキュリティ関連において画像改ざん、盗撮防止システムへの展開、そしてウェアラブル機器への展開としてバイオロギング処理を紹介した。それぞれの実装結果は効果的であるものの、提案プロセッサを具体的にどのように搭載していくかに関しては、LSIとして開発する必要があることから今後の研究進捗状況に依るところもあった。全体を通しては、連想メモリを利用した組込プロセッサに関して、今後予想されるモバイル機器の発展を見据えた、多岐に渡るテーマを扱いつつ、それを博士論文としてまとめることができていた。</p> <p>以上の通り、公聴会での口頭試問結果および論文審査を踏まえ、審査委員会は本論文が本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しい水準に達しているという判断で一致した。</p>
<p>試験または学力確認の結果の要旨</p>	<p>本論文の公聴会は、2022年1月24日（月）13時00分～14時00分、びわこ・くさつキャンパスのイーストウイング3階電子情報工学セミナー室Iにおいて行われた。なお、学位申請者および主査、副査のみ対面、その他の聴講者はビデオ会議システム(Zoom)によるオンライン参加とした。各審査委員および公聴会参加者より、連想メモリを使用することの意義、他プロセッサとの比較などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。審査委員会は、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していることを確認した。</p> <p>以上の諸点を総合し、審査委員会は、学位申請者に対し、本学学位規程第18条第1項に基づいて、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。</p>