

氏名	常 穹			
学位の種類	博士（工学）			
学位記番号	博 甲 第 9008 号			
学位授与年月日	平成 31年 3月 25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	システム情報工学研究科			
学位論文題目	Real-Time Stereo Matching System for High Resolution Images on GPU (GPU を用いた高解像度画像の実時間ステレオマッチングシステムの研究)			
主 査	筑波大学 教授	工学博士	丸山 勉	
副 査	筑波大学 准教授	博士(工学)	延原 肇	
副 査	筑波大学 准教授	博士(工学)	伊達 央	
副 査	筑波大学 教授	博士(工学)	安永 守利	
副 査	筑波大学 准教授	博士(工学)	山口 佳樹	

論 文 の 要 旨

審査対象論文は、GPU(Graphics Processing Unit)を用いた高解像度画像に対するステレオビジョンの実時間処理化に関するものである。従来のGPUを用いたステレオビジョンシステムでは、近年広く用いられている高解像度画像に対して、十分なマッチング精度は実現されていたが、実時間処理は実現できていなかった。この研究では、ステレオマッチングアルゴリズムの主流であるローカルマッチングアルゴリズムとグローバルマッチングアルゴリズムの両者において、初めて高解像度画像の実時間処理を実現した。まず、両者に共通する手法として、計算量およびデータ量を削減するために、まず、画像を縮小し、ステレオマッチング処理を行った後に、画像を元の大きさに復元するという手法を用いている。この復元においては、2次マッチングという新たな手法を導入することにより、マッチング精度を損なうことなく画像の圧縮を可能とした。さらにローカルマッチングアルゴリズムにおいては、計算量を削減するために部分計算結果を再利用する手法を提案し、更にそれらを効率的に利用可能とするためのデータ配置手法を提案している。グローバルマッチングアルゴリズムに関しては、メインメモリからのデータ転送遅延が大きな問題となるため、この遅延時間を隠蔽する手法を2種類用意し、どのような状況において、どちらの手法が有効であるかを自動的に判別する手法を開発した。この手法を用いて計算過程を最適化することにより従来のシステムを大きく上回る処理速度をじつげんした。この手法は、ステレオビジョンに限らず、他の問題のためのアルゴリズムでも利用可能なものである。

審査の要旨

【批評】

審査対象論文は、GPUを用いた高解像度画像に対するステレオビジョンシステムの実時間処理に関するものである。これまでに多くのGPUやFPGAを用いたステレオビジョンシステムが提案されてきているが、高解像度画像に対して十分な精度を保ちつつ実時間処理を実現した例はない。ステレオビジョン処理のアルゴリズムはローカルマッチングアルゴリズムとグローバルマッチングアルゴリズムに大別されるが、この研究では、両者において、十分な精度を保ちつつ実時間処理を実現している。これは世界的に見て初めての成果である。この高速な処理を実現するために、両アルゴリズムに共通に利用可能な手法として、計算量およびデータ量を削減するために、画像を縮小してからステレオビジョン処理を行い、その結果を元の画像サイズに復元するという方法を用いている。一般に縮小することにより情報量が失われ、マッチング精度が落ちるが、この研究においては、復元の際に2次マッチング処理が提案され、元画像の情報を推測することにより、精度を損なうこととなる画像の縮小を可能としている。さらに、ローカルマッチングアルゴリズムにおいては、部分計算結果の再利用手法と、それを効率的に可能とするデータ配置手法を提案し、十分な処理速度を実現している。この手法は、特定のGPUのアーキテクチャに限られるものではなく、異なる世代のGPUにおいて利用可能なものである。また、グローバルマッチングアルゴリズムにおいては、非常に多くのメインメモリへの参照が必要となるが、このメインメモリへの遅延を隠蔽する手法を2種類提案し、どのような状況下で、どちらの手法がより高い性能を実現できるかを機械的に判別する手法を提案し、その手法を用いることにより、高速な処理を実現している。この手法および判別手法は汎用的なものであり、メインメモリへの多くの参照を必要とする他のアルゴリズムに対しても適用可能なものである。

このように本研究では、特定のGPUに囚われない高速化手法を提案し、高解像度画像に対して、初めて実時間ステレオビジョン処理を実現した。以上より、本研究は、学位(博士)論文として十分な内容であると判断できる。

【最終試験の結果】

平成31年2月5日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。