

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	車谷 大揮
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 桂 誠一郎
副査	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 滑川 徹
	慶應義塾大学	准教授	博士（工学） 矢向 高弘
	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 西 宏章
<p>学士（工学）、修士（工学）車谷大揮君提出の学位請求論文は「Wideband Motion Control Utilizing Field Programmable Gate Array」（Field Programmable Gate Array を用いた広帯域モーションコントロール）と題し、6章から構成されている。制御工学分野において、目標値追従特性と外乱抑圧特性を独立に設計することが可能な2自由度制御が確立されている。外乱抑圧特性はシステム雑音によって制限されることが知られているが、システム雑音を低減するフィルタを導入する際、制御信号の位相遅れによりシステムの安定度が低下することが問題となっていた。本論文は、この問題に対し、制御系を実装するハードウェアまで含めた統合設計を行うことで、雑音を低減した広帯域な制御システムの獲得が可能になることを明らかにしている。</p> <p>第1章では、研究の背景と目的を述べ、従来の研究を概説している。</p> <p>第2章では、2自由度制御に基づくモーションコントロールシステムについて、雑音がシステムに与える影響について示し、制御系の広帯域化にあたってサンプリングタイムの短縮が効果的であることを明らかにしている。サンプリングタイムの短縮化のため、細粒度再構成可能デバイスである Field Programmable Gate Array (FPGA) を採用し、回路構成法について記述している。特に、ハードウェア設計による演算高速化にあたり、タスクやデータの並列化を考慮した設計手順を示している。</p> <p>第3章では、FPGA を用いて高いロバスト性を有する加速度制御を実現するためのモーションコントロールシステムの構成法について示している。モーションコントロールにおいて、様々な制御剛性で表現されるタスクを実現するためには、制御系の参照値を加速度次元で生成することが不可欠である。マイナーループに FPGA を用いた高速なフィードバック制御を構成しつつ、メジャーループにおいて汎用演算器を用いた参照値生成機能を構成することで、制御系の広帯域化と柔軟なタスク実現の双方を両立することに成功している。</p> <p>第4章では、制御系で低雑音信号を扱うことを可能にするための FPGA の実装法、FPGA と汎用演算器間の通信器の設計法について示している。高速化が可能な演算と複雑な演算についてタスク分割方針を決定し、具体的な設計手順を示すとともに、使用リソースならびに消費電力の観点から評価を行っている。</p> <p>第5章では、実装した制御器の有効性および設計法の妥当性を示すため、実験による評価について示している。環境との接触を含むタスクをロボットに実行させ、本論文で提案する広帯域モーションコントロールの有効性を確認している。</p> <p>第6章では、各章で得られた成果をまとめ、本論文全体の結論を述べている。</p> <p>以上要するに、本論文では制御系とハードウェアの統合設計により広帯域なモーションコントロールの実装法を示すとともに、新たな産業応用に向けて理論と実験の双方からその有効性を実証しており、制御工学分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（システム統合工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		