

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。

○氏名	NGUYEN TRUONG SON (ぐえん ちゅおん そん)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第 713 号
○授与年月日	2011 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	MICRO-ARCHITECTURAL MECHANISMS FOR LOW COST HIGH PERFORMANCE ON-CHIP NETWORKS (低コスト高性能なオンチップネットワークのためのマイクロアーキテクチャ機構)
○審査委員	(主査) 小柳 滋 (立命館大学情報理工学部教授) 山崎 勝弘 (立命館大学理工学部教授) 山下 茂 (立命館大学情報理工学部教授)

<論文の内容の要旨>

LSI の集積度向上により、1 チップ内に多数の IP コアを搭載することが実現可能になっている。このようなマルチコアにおいて、チップ内のコア間通信のため、オンチップネットワークが重要な役割を担っている。オンチップネットワークでは、適切なハードウェア規模で、高いスループット、低いレイテンシを実現する必要がある。

本論文は、このような目的を達成することを目指して、オンチップネットワーク向けルータのアーキテクチャ機構に関するいくつかのアイデアを提案している。

最初に、単一仮想出力キューイング方式に基づいた低コスト低レイテンシを実現するルータアーキテクチャを提案した。本提案では、出力チャンネルごとに 1 つの専用の仮想チャンネルを備えることにより、簡潔なハードウェアでルータのパイプライン段数を最小化することにより、低レイテンシを実現している。

次に、単一仮想出力キューイング方式を拡張して、出力チャンネルごとに複数の仮想チャンネルを備える多重仮想出力キューイング方式を提案した。これにより、ネットワークの負荷が重い状態でも、高い通信性能を維持することができる。

さらに、パケットがルータ内を通過すると同時に仮想チャンネルを割当てる「on-the-fly 仮想チャンネル割当て」と呼ばれる方式を提案した。この方式は、従来方式のような投機的処理を行わないことにより、スループットが向上する。

これらの方式を FPGA 上に実装し、ハードウェア規模、動作周波数、スループット、レ

イテンシに関して詳細な議論を展開し、提案方式の有効性を示した。

<論文審査の結果の要旨>

本論文は、以下の点において評価することができる。

1. オンチップネットワークにおけるルータアーキテクチャの構成法について従来の研究を体系的に整理し、その長所・短所を明らかにした。
2. 小規模のハードウェアで低いレイテンシを実現するルータアーキテクチャとして単一仮想出力キューイング方式を提案した。これに基づいたルータを FPGA 上に実装して評価し、従来方式に比べてハードウェア規模の 64.5%削減、通信レイテンシの 45.5%削減を実現した。
3. ネットワークの負荷が重い状態でもスループットの低下を防ぎ、低いレイテンシを実現するルータアーキテクチャとして、単一仮想出力キューイング方式を拡張した多重仮想出力キューイング方式を提案した。これに基づいたルータを FPGA 上に実装して評価し、従来方式に比べてスループットを低下させることなく、ハードウェア規模の 15.6%削減、通信レイテンシの 45.5%削減を実現した。
4. ルータ内の投機的処理を避けることにより、高いスループット、低いレイテンシを実現するルータアーキテクチャとして「on-the-fly 仮想チャンネル割当て」方式を提案した。これに基づいたルータを FPGA 上に実装して評価し、従来方式に比べてハードウェア規模を増加させることなく、通信レイテンシの 40.9%削減、スループットの 47.6%向上を実現した。
5. 上記のような提案を用途に応じて使い分けることにより、さまざまな用途のオンチップネットワークへの適用が期待される。今後のマルチコアシステムの発展に大きく寄与するものであり、その意義は大きい。

本論文の審査に関して、2011年1月31日(月)11時00分～12時15分情報システム学科会議室において公聴会を開催し、申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者 NGUYEN TRUONG SON に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、研究内容の正当性、適用分野、実用性などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、本論文提出者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文提出者は、本学学位規程第18条第1項該当者であり、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、本論文提出者が十分な学識を有し、課程博士学位に相応しい学力を有

していると確認した。

以上の諸点を総合し、本論文提出者に対し、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することを適当と判断する。