

博士學位論文

内容の要旨

及び

審査の結果の要旨

甲第20号

(平成31年3月)

湘南工科大学

は し が き

本号は学位規則（昭和 28 年 4 月 1 日文部省令第 9 号）第 8 条の規定による公表を目的として、平成 31 年 3 月 21 日に本学において博士の学位を授与した者の論文内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を収録したものである。

目 次

学位記の番号 甲 第 20 号（平成 31 年 3 月 21 日）

学位論文題目 耐故障性能を有する二次元トーラス・ネットワークの
適応ルーティングアルゴリズムに関する研究

氏 名 中尾 司ピエール

| | | |
|---------|--|-----------|
| 氏名 | 中尾 司ピエール | (本籍地 埼玉県) |
| 学位の種類 | 博士 (工学) | |
| 学位の番号 | 甲 第20号 | |
| 学位授与の条件 | 学位規則第3条第2項該当 | |
| 学位授与の日付 | 平成31年3月21日 | |
| 学位論文題目 | 耐故障性能を有する二次元トーラス・ネットワークの適応ルーティングアルゴリズムに関する研究 | |
| 論文審査員 | (論文主査) 湘南工科大学教授 三浦 康之 | |
| | (副査) 湘南工科大学教授 渡辺 重佳 | |
| | (副査) 湘南工科大学教授 二宮 洋 | |
| | (副査) 湘南工科大学教授 中上川 友樹 | |

論文内容の要旨

並列処理の分野において、相互結合網に関する研究は、重要なトピックの一つに位置づけられている。メッシュやトーラスを含む k -ary n -cube 等の直接網により Processing Element (PE) 同士が結合された並列計算機が数多く開発され、商用に提供されている。また一つのチップ上に複数の PE を配置して並列処理を行う「ネットワーク・オン・チップ (NoC)」の分野においては、PE 間を結合する相互結合網の役割はますます大きなものとなっている。そのような背景から、これまでに様々な並列計算機向け相互結合網が提案されている。中でも二次元トーラス網は一般的な相互結合網の一種であり、他の階層型相互結合網の一部として用いられるなど、重要な役割を有している。

相互結合網のルーティングには、経路が固定される固定ルーティングと、途中経路の故障や混雑に応じて経路を適応的に変化させる適応型ルーティングの、大きく分けて二つの種類に分けられる。後者は前者に比べて、耐故障性が優れ、局所的な混雑に対する耐性が高いことから、さまざまな研究がなされている。特に、主にメッシュ網において提案されているターンモデルによる方法は、追加の仮想チャネルを必要としない適応型ルーティング・アルゴリズムであることから、NoC の分野において有望視されるものであり、ターンモデルに基づくいくつかの手法が提案されている。しかしながら、従来の手法を二次元ト

ーラスにそのまま適用する場合，ルーティングに伴う制約条件が非常に大きなものとなることから，二次元トラス網に適用可能な方法として，ターンモデルによる手法の一つである North First 法と South First 法を組み合わせた North-South First (NSF) 法が三浦らにより提案されている．NSF 法に関する過去の研究においては，故障 PE が存在しないことを前提にした，耐混雑性の評価のみを行っていた．これらの研究においては，結合網の混雑回避を目的としたルーティング・アルゴリズムの提案に主眼を置いていたため，耐故障性に関して考慮されていなかったのが実情であった．

上記の背景に基づき，本論文では，NSF 法の改善法として，NSF-IP および NSF-FT の二種類の手法を提案した．NSF-IP は，NSF 法における最短経路の制約を排除することにより，より自由度を高め，耐故障性を向上させたアルゴリズムである．NSF-FT は，NSF-IP に加えて，仮想チャネルの移動を許すことによりさらに経路選択の自由度を高めたものである．本論文においては，これらの手法の詳細を説明するとともに，シミュレーションによる動的通信性能評価により，NSF-IP，NSF-FT それぞれについて，耐混雑性と耐故障性の評価を行った．その結果，NSF-IP に関しては，NSF-IP 法が，従来法である NSF 法および固定ルーティングに比べ耐故障性能が優れていることが分かった．また，NSF-FT に関しては，NSF-IP に比べてさらなる耐故障性の向上を達成していることが明らかになった．

審査の結果の要旨

本論文は、並列処理分野において最もよく知られた結合網の一つである二次元トーラス網において、耐故障性を有する二種類の適応ルーティング・アルゴリズムである NSF-IP および NSF-FT の二種類の手法を提案したものである。NSF-IP は、NSF 法における最短経路の制約を排除することにより、より自由度を高め、耐故障性を向上させたアルゴリズムである。NSF-FT は、NSF-IP に加えて、仮想チャネルの移動を許すことによりさらに経路選択の自由度を高めたものである。提案手法についてシミュレーションによる性能評価を行い、従来法に比べて耐故障性が優れていることを示した。本手法のような迂回等により通信経路が最短とならないルーティング・アルゴリズムにおいては、通信経路の延長に伴う通信スループットの低下が懸念されるが、提案手法においてはそのようなことは起こらないことも明らかとしている。

本研究の成果は、査読付き論文 2 件(電気学会論文誌、Transactions on Networks and Communications)、国際会議 1 件、国内学会 1 件の発表を行っており、関連分野において国際会議 1 件、国内学会 5 件の発表を行っている。提出された学位論文について、4 名の審査員による予備審査の結果合格と判定され、本審査に入り、平成 31 年 2 月 6 日論文公開発表会を開催し、博士の学位を与えるに相応しいものと判断された。

