

論文内容の要旨

博士論文題目 分散システムの高度な故障耐性を実現する
自己安定プロトコルに関する研究

氏 名 浮穴 学慈

近年のネットワーク環境の整備に伴い、通信リンクによって相互接続された多数のプロセス（計算機）を利用した分散システムの重要性が増している。分散システムの特長の1つは、その潜在的な冗長性を活用することにより、一部のプロセスや通信リンクの故障に対する耐性を有するシステムを構築できる点である。自己安定プロトコルは、任意の一時故障から自動的に復旧できるプロトコルであり、一時故障に対する高度な故障耐性を有する分散システムの設計基盤技術として期待されている。本論文は、効率のよい自己安定プロトコルの設計、および、さらに高度な故障耐性を有する自己安定プロトコルの設計について行った研究をまとめたものであり、序論及び結論を含め四つの章から成る。

第1章では、本研究の目的と意義および背景について述べ、本論文の概説を行っている。

第2章では、木ネットワークにおいてヒープ順序を実現する自己安定プロトコルを提案している。ヒープは重要なデータ構造であり、このような重要なデータ構造を分散型データ構造として実現することは、分散システムを設計・利用する上で有用である。提案するヒープ順序付き木を構成するプロトコルは、従来法に比べ、安定時間、領域計算量をともに改善している。

第3章では、一時故障だけでなく、プロセスの永久故障に対する故障耐性も有する自己安定プロトコルについて考察している。まず、永久故障の新たなモデルとして、非停止永久故障を導入している。非停止永久故障は、停止を許さないという制約の下で最も対応が困難な故障である。そして、ネットワークの生成木を構成する問題について、プロセスの非停止永久故障にかかわらず問題を解く自己安定プロトコルを提案している。

最後に第4章で、以上の研究成果の結論を述べるとともに、今後の研究課題について述べている。

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

本論文は、近年のネットワーク環境の整備に伴い、ますます重要となっている分散システムについて、その故障耐性を実現するための有力な手法である自己安定プロトコルの設計に関する研究を行ったものである。本論文の主な成果は以下に要約される。

1. 木ネットワークにおいてヒープ順序を実現する自己安定プロトコルを提案した。ヒープのような重要なデータ構造を分散型データ構造として実現することは、分散システムを効果的に設計・利用する上で有用である。提案したヒープ順序付き木を構成する自己安定プロトコルは、従来法に比べ、安定時間、領域計算量をともに改善した。

2. プロセスの永久故障の新たなモデルとして非停止永久故障を導入し、ネットワークの生成木を構成する問題に対し、プロセスの非停止永久故障にかかわらず問題を解く自己安定プロトコルを提案した。非停止永久故障は、停止を許さないという制約の下で最も一般的な故障モデルである。停止故障を許すと生成木を構成できないことは既知であり、本論文の結果から、故障による停止の有無が生成木構成問題の可解性の決定要因であることが解明された。

以上のように、本論文は分散システムの高度な故障耐性を実現するために、効率のよい自己安定プロトコルの設計、および、自己安定プロトコルのさらに高度な故障耐性の実現について研究を行ったものであり、従来手法を改良するとともに、自己安定プロトコルにおける故障と可解性の重要な関係を解明したものである。これらは分散システムの設計の分野において、学術上、實際上寄与するところが少なくない。したがって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。