

論文内容の要旨

博士論文題目 無待機分散アルゴリズムに関する研究

氏名 守屋 宣

自律的に動作する複数のプロセスからなる分散システムにおいて、プロセスを効率的に動作させるための分散アルゴリズムの設計は重要な問題である。分散システムの特長の一つは、その潜在的な冗長性を活用して故障耐性を有するシステムを構築できることであり、故障耐性を有する分散アルゴリズムの設計が特に重要である。停止故障に対する高度な故障耐性を有する分散アルゴリズムとして、無待機分散アルゴリズムが、近年、注目されている。無待機分散アルゴリズムとは、各プロセスが他のプロセスの動作を待つことなく有限時間内にアルゴリズムを完了できるような分散アルゴリズムである。本論文は、高度な故障耐性を有する分散システム構築のための基盤技術の研究として、無待機分散アルゴリズムに関する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っている。

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、フェーズ内システムとよばれる同期式共有メモリシステムにおいて、時計合わせ問題に対する無待機分散アルゴリズムについて考察している。ここで時計合わせ問題とは、システム内のプロセスが保持する局所時計の値を一致させる問題である。まず、フェーズ内システム上の無待機時計合わせ問題の同期時間の下界を示している。次に、同期時間がオーダー的に最適な無待機時計合わせアルゴリズムを提案している。さらに、一時故障耐性を意味する自己安定性とよばれる性質を有し、空間複雑度が有界、同期時間がオーダー的に最適な無待機時計合わせアルゴリズムも提案している。

第3章では、メッセージパッシングシステム上に共有オブジェクトを実現する無待機分散アルゴリズムについて考察している。メッセージパッシングシステムでは、共有メモリシステムに比べ、分散システムの設計が複雑であるとされている。そのため、分散システムの設計を容易にするためには、さまざまな共有オブジェクトを実現することが有用であると考えられている。そこで、共有オブジェクトの一貫性として線形化可能性を満たす共有オブジェクトを同期式メッセージパッシングシステム上で実現する無待機分散アルゴリズムを提案している。まず、放送モデルとして信頼放送モデル、無信頼放送モデルを導入し、局所時計モデルとして非同期時計モデル、 u -同期時計モデルを導入する。そして、放送モデル、局所時計モデルのすべての組合せに対してread/write-レジスタを実現する無待機分散アルゴリズムを提案している。さらに、信頼放送モデル上では、上記の2種類の局所時計モデルに対して、一般オブジェクトを実現する無待機分散アルゴリズムも提案している。

最後に第4章では、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。

氏名	守屋 宣
----	------

論文審査結果の要旨

本論文は、高度な故障耐性を有する分散システムを構築するための基盤技術として有用な無待機分散アルゴリズム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. フェーズ内システムとよばれる同期式共有メモリシステムにおいて、時計合わせ問題に対する無待機分散アルゴリズムについて考察し、その同期時間の下界を示し、同期時間がオーダー的に最適な無待機時計合わせアルゴリズムを提案した。さらに、より高度な故障耐性を実現するために、自己安定性とよばれる故障耐性と無待機性の結合を試み、同期時間がオーダー的に最適な自己安定無待機時計合わせアルゴリズムを提案した。
2. 同期式メッセージパッシングシステム上に線形化可能性を保証する共有オブジェクトを実現する無待機分散アルゴリズムについて考察した。具体的には、2種類の放送モデルと2種類の局所時計モデルを定式化し、これらのすべての組合せに対して、read/write-レジスタを実現する無待機分散アルゴリズムを提案した。さらに、信頼性のある放送を利用できるモデルに対しては、任意のオブジェクトを実現する無待機分散アルゴリズムも提案した。

以上のように、本論文は、高度な故障耐性を有する分散システムを構築するための基盤技術として、共有メモリモデル、メッセージパッシングモデルそれぞれにおいて、効率のよい無待機分散アルゴリズムを提案したものであり、計算機科学の分野において、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）に学位論文として価値あるものと認める。