

氏 名 (本 籍)	田 胡 和 哉 (群馬県)
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	博 甲 第 383 号
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 61 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
審 査 研 究 科	工 学 研 究 科
学 位 論 文 題 目	オペレーティング・システムの構成法に関する研究
主 査	筑波大学教授 工学博士 益 田 隆 司
副 査	筑波大学教授 理学博士 中 田 育 男
副 査	筑波大学教授 工学博士 池 田 克 夫

論 文 の 要 旨

オペレーティング・システムは、内部に高い並行性を有するソフトウェア・システムであり、通常のプログラムに比較して、設計、開発には高度の技術を必要とすることが知られている。そのため、オペレーティング・システムの構造をモデル化し、設計をより容易にするための研究が従来から数多くなされている。特に、最近、分散処理システム、個人専用システムといった形態が普及しつつあり、オペレーティング・システムに対しても、設計、保守の容易性、異機種への移行の容易性、分散処理への対応等の新たな要求が発生している。その構造的な設計法を確立することは重要な技術課題となっている。本論文は、オペレーティング・システムの制御構造を明確化することを目的として、それを資源管理機能の集合体とみなし、相互排除アクセスされる資源の管理単位に、通信で結合されたプロセスを配置することにより、オペレーティング・システムを設計する方法を提案したものである。

第1章は、序論であり、本研究の背景、目的、従来の研究との関係について述べている。

第2章では、提案方式について述べている。まず、これまでに実現、あるいは、提案されているオペレーティング・システムの記述法の問題点を明らかにしている。従来の実現法のジュラリティを改善するために抽象データ型の概念を用いたモニタが提案されたが、制御上受動的な抽象データ型による階層構造がオペレーティング・システムの特性に必ずしも適合しているとはいえない。これに対して本論文では、オペレーティング・システムを通信で結合されたプロセスの集合体により記述する方法を採用している。この方式は、制御構造の点から考えるとオペレーティング・システ

ムの性質によく適合する。このような方式は従来から存在していたが、プロセス分けの基準が明確ではなかった。そこで、本論文では、オペレーティング・システムを相互排除アクセスされる資源の集合体としてとらえ、その各々に対してプロセスを割り当てる方法を提案している。通信で結合されたプロセスの集合体をプロセス・ネットワークとよぶ。プロセス内部の記述とプロセス間の関係の記述は分けて行う。これによって、モジュール間の参照関係の把握が容易になり、オペレーティング・システムの制御構造をよりわかり易い形で表現することが可能になる。プロセス間の関係を記述する言語PNL (Process Network Language) を設計、開発している。

第3章では、提案方式によるシステムの実現について述べている。プロセス間通信およびプロセスのスケジューリング等を実現するオペレーティング・システム核の実現方式、PNLの仕様と処理系の概要について述べ、次に、提案した記述法によって、既存のオペレーティング・システムを再設計した結果について述べている。再設計後のオペレーティング・システムを構成するプロセス群は、各ユーザ・プロセスごとにそれを管理するためのスーパーバイザ・プロセス、主記憶装置を管理する記憶管理プロセス、オープンされているファイルの各々に割り当てられたファイル・プロセス、タイマを管理するタイマ・プロセス等である。各プロセス間の通信方式は、性能がよいこと、および、デッドロックが発生しないことを基準に決定される。複数プロセス間でのデータ転送に関しても性能を低下させないような工夫がなされている。

第4章では、提案方式において、各プロセスの制御を有限状態機械とみなすことにより、オペレーティング・システムの制御構造を形式的に記述することを試みている。オペレーティング・システムの構造の理論的性質を明らかにするために有効に利用できるのではないかと考えられる。

第5章では、提案方式を利用した際のデバッグの容易さについて述べている。まず、制御的に互いに独立している各プロセスを別個にデバッグすることにより、通常のプログラムに見られる種類の誤りを取り除く。その後、全体のプロセスを結合し、タイミング等に起因するデッドロック等の誤りを取り除く。第3章で述べた再設計過程で、この手順でのデバッグが効率がよいことが明らかになった。また、デバッグ環境の改善を図るために、プロセス・ネットワーク自身を既存のオペレーティング・システムの上で動作させるような機構を開発している。

第6章では、PNLの機能を拡張して、モジュール管理機能だけでなく、プロセス内部の通信の記述等の機能を持たせたPNL/Dについて述べている。

第7章では、提案方式により再構成されたオペレーティング・システムの性能を、従来システムと比較することによって評価している。あるソース・プログラムを両システムでコンパイルしてみると、コンパイルに要する経過時間は、両システムで大差ないが、再構成されたシステムでは、オペレーティング・システムの走行時間が大幅に増加しており、その時間の大半は、プロセス切換えに要する時間であることが明らかになった。したがって、提案方式を効率よく実現するには、通信に伴うプロセス切換えの高速化が必要である。そこで、本論文では、複数のプロセッサを利用して、プロセス切換えの高速化を図る方法を提案している。基本的な考え方は、プロセッサAがプロセスXの実行中、プロセッサBは、他の実行可能なプロセスYの状態を保持して機能し、プロセスXが

通信の実行待ち等の要因で停止すると、ただちに、プロセッサBがプロセスYの実行を開始するようになるものである。

第8章では、提案したオペレーティング・システムの設計法を、分散向きオペレーティング・システムの設計に適用することを試みている。プロセス間通信を実現するオペレーティング・システム核を分散システムの各プロセッサ上に配置し、プロセス間通信をプロセッサ構成とは独立に行うことにより、プロセス・ネットワークの構造をそのまま、分散ハードウェアの上に実現する。特に、このような構成法によって、種々の機能を持つ複数台の専用ハードウェアからなるワークステーションを実現することを試みている。

第9章は、結論であり、成果のまとめと今後の課題について述べている。

審 査 の 要 旨

オペレーティング・システムの設計法を改善することは重要な技術課題である。本論文は、相互排除アクセスされる資源の管理単位に通信のみで結合したプロセスを配置することにより、オペレーティング・システムを設計する方法を提案したものである。また、提案した方法を用いて、実際に、オペレーティング・システムを再設計し、提案した設計法がすぐれている点を明らかにしている。オペレーティング・システムの設計法に1つの新しい基準を与えた本論文の内容は高く評価できる。

提案した設計法を用いた場合のシステムの性能がどの程度になるかを詳細に評価し、また、なぜ構造が単純化するのかをより具体的に確かめることは今後の課題であるが、本論文で提案している方法は、ソフトウェアの設計法として重要な概念であるオブジェクト指向の考え方とも一致しており、オペレーティング・システムの設計法、制御構造の明確化に寄与するところが大きい。

よって、著者は工学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。