

氏 名	てら しま のぶ よし 寺 島 信 義
授 与 学 位	工 学 博 士
学位授与年月日	昭和 54 年 10 月 3 日
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項
最 終 学 歴	昭和 39 年 3 月 東北大学工学部通信工学科卒業
学 位 論 文 題 目	オペレーティング・システム製造用言語に関する研究
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 木村 正行 東北大学教授 星子 幸男 東北大学教授 城戸 健一 東北大学助教授 丸岡 章 東北大学助教授 伊藤 貴康

論 文 内 容 要 旨

第 1 章 序 論

近年バローズ 6000 および 7000 シリーズ, CDC 6000 シリーズ, IBM 370 シリーズなどにみられる電子計算機の大型化に伴い, これらを制御するオペレーティング・システムも大型化してきている。

電子計算機をリモートステーションから利用したい要求, つまりデータ通信の要求とタイムシェアリング・システムの製造技術の発達に伴い内外においてタイムシェアリング・システムの開発が活発に行なわれている。タイムシェアリング・システムは多数の利用者に同時にオンラインで電子計算機のリソースを提供しようとするものであり迅速な応答時間が要求される。またシステムの経済性を達成するためには出来る限り多数の利用者に電子計算機を共用させることが望ましい。このような事情は, リアルタイム・システムの開発にも当てはまる。

一方このようなシステムに対する利用者の要求は, 多様化の一途をたどっている。さらにハードウェアは日進月歩の進展をみている。

このようなニーズの多様化, ハードウェアの進展などに対応して, ソフトウェアの製造工数は大幅に増大している。これは人件費の高騰が相乗してシステム開発費に占めるソフトウェア開発費の大幅増加の傾向を一層強めている。

これに伴ない製造されたソフトウェアの保守工数も増大している。さらに高性能なソフトウェアを開発する必要があるために、製造用言語として機械語に1対1に対応するアセンブラ言語が使用され、ソフトウェアの製造及び保守工数の増大に一層拍車をかけている。

このようなソフトウェアの危機的状況を解決するためには、ソフトウェアの生産性及び保守性の向上対策、すなわち(1)ソフトウェアの整理体系化を行ない、効率的なソフトウェアの開発を行なうこと、並びに(2)トップダウンデザイン等の方法論及びソフトウェア製造用言語の開発を行なうこと等をこれまで以上に強力に推進しなければならない。

ここにソフトウェア製造用言語の開発に当っては、得られる目的プログラムの高性能化がどうしても必要である。

本研究では、ソフトウェアの中核とも言うべきオペレーティング・システムに注目して、この生産性及び保守性の向上に関して最も本質的な問題の一つであるオペレーティング・システム製造のためのプログラミング言語、すなわちオペレーティング・システム製造用言語の研究開発を扱っている。

従来のオペレーティング・システム製造用言語は、生産性及び保守性の点では優れているが、性能が良くないために、主として性能条件の厳しくない研究用として使用されているのが現状である。

したがってオペレーティング・システム製造用言語の性能向上が達成されなければ、オペレーティング・システム製造用言語が本格的にオペレーティング・システム製造に使用されることは難しい。

それゆえ本研究の目的を実用に供しうるオペレーティング・システム製造用言語の研究開発すなわち高性能が得られ生産性及び保守性に優れたオペレーティング・システム製造用言語の研究開発においた。

第2章 基礎概念

本章では本論文の主題であるオペレーティング・システム製造用言語の記述対象となるオペレーティング・システムの概念について述べた。すなわちオペレーティング・システムはモニタとモニタにより生成されるプロセスからなることを示した。つぎに動的な振舞いであるプロセスの生成、制御及び除去について述べた。

またプロセスの生成によりオペレーティング・システムが拡張されることを示した。つぎにオペレーティング・システム製造用言語によるオペレーティング・システムの記述例を示した。この記述例などからこの言語の特徴をつぎのように要約した。

- (1) ALGOLやPL/Iのようにブロック構造を持つ手続き向き言語であること。
- (2) データの階層構造を宣言できること。
- (3) オペレーティング・システム記述のために必要な機能を導入したこと、ただし装置依存の記述機能及びプロセス、イベント等の機能は言語の中核機能とせずに言語の標準化をねらっていること等である。

このほか PLUS 属性及び CONSTANT 属性等の性能向上に寄与する仕様が導入されているのも特徴の一つである。

第 3 章 オペレーティング・システム製造用言語

本章ではオペレーティング・システム製造用言語の文法規則及び意味規則について述べた。

言語仕様の設定に当っては(1)オペレーティング・システム記述に必要な機能を導入すること、並びに(2)性能向上に貢献する仕様の導入することを判定基準とした。ただし(1)の機能設定に当っては、その機能の目的プログラムの性能に及ぼす影響を考察し、性能が損われないような機能設定を行なった。

つぎにこの言語のインプリメンテーションについて述べた。

インプリメンテーションで特徴的なことは、目的プログラムの性能向上のための処理フェーズを設けたことである。このコンパイラの規模は78キロステップに及ぶ。さらにこの言語の使用実績及び生産性について述べた。

この言語で製造されたプログラムは、電電公社のDIPSプロジェクトのオペレーティング・システムはもとよりベーシック・ソフトウェアやアプリケーション・パッケージに及び、その規模は約1.3メガステップである。これはDIPSプロジェクトのソフトウェアの大半を占めている。

またこの言語の生産性はアセンブラ言語の生産性に比べて2倍程度であり他の汎用プログラミング言語の生産性と同等である。これらのことと第4章で述べるこの言語の性能の良さことから、この言語はその実用性を十分に立証したといえる。

第 4 章 性能向上策と評価

本章では言語仕様及び処理方式の両面から行なった性能向上策並びにその評価について述べた。

言語仕様については、言語設定に当り性能向上に貢献する仕様の導入するとともに性能に悪影響を及ぼす仕様を分析し、その改善策を講じた。処理方式については、従来の処理方式の性能向上策を考慮に入れ、言語仕様のインプリメンテーションと両立しうる方策をとり入れるとともに新しい性能向上策を考案した。

これらの対策に対する評価を行なった結果、この言語の性能はアセンブラ言語の性能に比べて10～20%程度のオーバーヘッドであることがわかり、これまでのオペレーティング・システム製造用言語の性能に比べて優れていることが判明した。

第 5 章 オペレーティング・システム製造用言語の生産性向上の試み

本章ではオペレーティング・システム製造の生産性向上をはかるために考案した生産性向上対策について述べた。

本研究では生産性向上の手段としてトップダウン・プログラミングの概念をとり入れ、オペレーティング・システム製造用言語をベースとした新しい言語体系を考案した。

この言語体系は拡張型プログラミング言語EPL及びストラクチャード・プログラミング言語

SPLからなる。

この考え方の特徴はつぎの通りである。

(1) トップダウン・プログラミングでは、通常、問題の解がまず自然言語を用いて分解され、ある段階からフローチャートを使用して分解され、最終的にプログラムにまで分解される。

この分解の過程で使用される自然言語には曖昧さが含まれるのが一般的である。そこで本研究では分解の過程の曖昧さを除去するために自然言語に代るものとしてEPLを導入したことである。

(2) この言語体系を用いたトップダウン・プログラミングの最終出力は、SPLで書かれたプログラムであり、非常にわかり易く、且つ誤りも少ないことである。

(3) 本研究の分解の方法は、Dijkstra流の分解の方法とは異なり、各段階では、その段階で分解を必要とする部分のみの記述を行えばよく、最終分解のプログラムは、各段階の分解の記述に基づいてこの言語体系により生成されることである。

(4) これらの言語には、記述性を高める記法及び制御構造が導入されていることである。

この言語体系により性能条件は損われずに、生産性を一層向上させることができる見通しが得られた。

第6章 結 論

本研究ではオペレーティング・システム製造の生産性及び保守性を向上させる有力な手段であると考えられるオペレーティング・システム製造用言語に関する研究、すなわち高水準なプログラミング言語の持つ特性を生かしながら目的プログラムの非能率性を除去するためのオペレーティング・システム製造用言語についての研究が行なわれた。本研究の内容は、記述対象となるオペレーティング・システムのモデル化、オペレーティング・システムを記述するための言語の設計、及び設計の妥当性を証明するための評価から成る。本研究の結果、高性能で生産性の優れたオペレーティング・システム製造言語の開発に成功した。

さらにオペレーティング・システム製造用言語を使用して、多くのプログラムが開発され、この言語の有効性が実証された。

引続きつぎの段階で、オペレーティング・システム設計の自動化のアプローチとしてオペレーティング・システム製造用言語の生産性向上の試みが行なわれた。この試みにより、性能条件は損われずに生産性を一層向上させることができる見通しが得られた。

審査結果の要旨

近年、電子計算機システムの大型化に伴い、その運転・管理をつかさどるソフトウェアであるオペレーティング・システム(OS)も大規模・複雑化し、その効率の良い開発は益々困難になっている。このため、高水準のOS製造用言語を開発して、その生産性を向上させることが重要視されるようになってきた。OS製造用言語は、主として、その言語によるOSの生産性と作成されたOSの性能によって評価される。これまでに、いくつかのOS製造用言語が開発されてきたが、生産性や性能の点で問題があった。

著者は、実用的な観点から、生産性および性能を向上させる種々の方策を検討し、優れた性能と生産性を有するOS製造用言語を開発し実用化した。本論文は、その成果をまとめたもので、全編6章よりなる。

第1章は序論であって、本研究の背景と目的を述べている。第2章では、対象となるOSを詳細に分析するとともにそれを整理体系化することにより、OS製造用言語の概念とこの言語が具備すべき特質とを明らかにしている。

第3章では、著者が開発したOS製造用言語SYSLの言語仕様およびその処理系の構成を示し、言語仕様の設定に当って出来る限り性能が損われないようにするための方策、および処理系の構成に当って性能向上のためにとられた最適化の手法について説明している。さらにSYSLの生産性および使用実績について調査検討し、この言語は優れた生産性を有すること、およびこの言語を用いて開発し実用化されたOSのプログラムの規模は約130万ステップに達していることなどを明らかにしている。

第4章では、SYSLの性能向上のために講じられた方策を言語仕様と処理系の両面にわたり説明するとともに、SYSLの性能が十分実用に供し得る優れたものであることを検証している。

第5章では、トップダウン・プログラミングの概念を導入した新しいOS製造用言語系を考案し、この言語系を用いることにより、性能を殆ど損なわずに生産性を一層向上させることが可能であることを示している。第6章は結論である。

以上要するに、本論文は優れた性能と生産性を有するOS製造用言語を開発してその実用性を立証するとともに、トップダウン・プログラミングの概念を導入した新しいOS製造用言語系を考案し、その有用性を示唆したもので、情報処理工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。