

氏名	馬場敬信
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第536号
学位授与の日付	昭和53年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科数理工学専攻
学位論文題目	マイクロプログラム記述言語とその処理システムに関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 萩原 宏 教授 大野 豊 教授 清野 武

### 論文内容の要旨

マイクロプログラミング方式は計算機の制御部を系統立てて組織的に設計するための手法として提案され、実用されてきたが、近年の書き換え可能な制御記憶の実用化に伴って、単にハードウェアの設計手法としてだけでなく、計算機技術の種々の面に広く利用されるようになった。

これに伴い、マイクロプログラムを能率よく作成し、かつ、その内容が容易に理解できるように記述する方法が望まれるようになり、マイクロプログラムを記述するための高級言語およびそのコンパイラが種々開発されている。しかし、その多くは専用のもので、汎用性のある記述言語およびその処理システムとして実用されているものはない。

この論文は、汎用性のあるマイクロプログラム記述言語とその処理システムを設計、試作した結果をまとめたものであり、本文8章と付録とから成っている。

第1章は緒論であって、マイクロプログラミングに関する基本的な事項をまとめ、マイクロプログラム記述言語とその処理方式に関する歴史的展望を行い、種々の検討を加えている。

第2章では、マイクロプログラムの記述およびその処理についての種々の問題点を指摘し、これらを考慮したマイクロプログラム記述処理システム (MPG) の設計方針およびシステムの概要を述べている。

第3章は前章で述べた方針に基づいて設計されたマイクロプログラム記述言語 (MPGL) について述べたものである。MPGL はマシン記述部とアルゴリズム記述部とから成る言語であり、マシン記述部では対象とする計算機の機能レベルでの記述を行い、アルゴリズム記述部ではマシン記述部で記述された計算機に対するマイクロプログラムの手続きの記述を行う。これにより広汎な計算機に対するマイクロプログラムの記述ができ、汎用性のあるシステムの作成が可能となった。

第4章では、MPGL のマシン記述部の記述を、コンパイラおよびシミュレータが使用するのに適した表形式の内部表現に変換するトランスレータについて述べている。相互に関連する部分をポイントで結んで処理の効率を高めるように工夫している。

第5章では MPGL で記述されたマイクロプログラムを機械表現のオブジェクト・コードに変換するためのコンパイラについて述べている。このコンパイラはつぎの4つのフェーズから成っている。

(1) フェーズⅠでは構文解析を行って、四項系列の中間言語に変換する。

(2) フェーズⅢでは四項系列を解析して、シーケンシャルに実行される部分（セグメントと呼ぶ）に区切る。各セグメント内でコンパイラが一時記憶として利用可能なレジスタ類を見出す。

(3) フェーズⅢでは四項系列ごとに、記述された動作を制御するために必要なマイクロオーダの生成とマイクロ命令の構成を行う。この際マイクロ操作の同時実行可能性等を考慮して最適化を行っている。

(4) フェーズⅣは制御記憶への割付けであるが、マイクロプログラム制御計算機では実行効率の向上のため次命令アドレスの生成法の種類が多く、また一つのマイクロ命令で演算の制御とシーケンスの制御を同時に行うものが多いので、割付けは複雑になる。そこで新たに割付けのアルゴリズムを開発し、これを用いて割付けの処理を行っている。

第6章は記述されたマイクロプログラムのデバッグ等のためのマイクロプログラム・シミュレータについて述べた部分である。このシミュレータは表形式の計算機記述を参照しながらマイクロ命令をインタプリティブに解釈実行する方式で、各種のトレース情報のほか、計算機の各種リソース、マイクロ命令の使用頻度等を出力することができる。特にセグメントごとのトレースにより冗長度の少ないトレース情報を得ることができる。

第7章は実験の結果であり、本システムによって、水平型マイクロ命令、垂直型マイクロ命令をもつ異なる2種の計算機を対象として、代表的な4種のマイクロプログラムを記述し、処理した結果をまとめたものである。その結果、このシステムは、水平型、垂直型と全く異なるマイクロ命令をもつ計算機に対して適用可能であり、コンパイラの生成したオブジェクト・マイクロプログラムは人手で作成したものに近い効率をもつことが実証された。

第8章は結論であり、本研究の成果を要約し、将来の展望を行っている。

付録には、BNF形式によるMPGLの定義、HITAC8350、HP2100Aのマシン記述、および、作成したオブジェクト・マイクロプログラムの一つの全リストを示している。

## 論文審査の結果の要旨

計算機のマイクロプログラムの作成方法としては従来主としてアセンブラ方式のものが使われてきたが、近年書き換え可能な制御記憶が実用になると共に、マイクロプログラムは計算機技術の種々の面に利用されるようになり、その能率のよい作成方法が望まれるようになってきた。これに対して高級言語でマイクロプログラムを記述し処理する方式が種々開発されているが、実用に供されているものはすべて特定の計算機に専用のもので、汎用性のあるシステムで実用に供されているものはない。

この論文は汎用のマイクロプログラム記述言語とその処理システムについて研究を進め、種々の新しい手法を考案し、それらを用いてマイクロプログラム記述のための高級言語を構成し、この言語で記述されたマイクロプログラムを処理するシステムを試作して、種々の実験を行ってその有効性を実証したものであり、主な成果はつぎの通りである。

1, 言語を計算機の構造と無関係にするため, マシン記述部とアルゴリズム記述部の2部から成るものとし, この言語 (MPGL) で水平型, 垂直型のタイプの異なる計算機のマイクロプログラムを記述し得ることを示した。

2, MPGL で記述されたソース・マイクロプログラムを機械表現の オブジェクト・マイクロプログラムに変換するコンパイラを作成した。このコンパイラの作成に当っては, 効率のよいオブジェクト・マイクロプログラムの生成をはかるため, 種々の最適化手法を考案している。

3, オブジェクト・マイクロプログラムを制御記憶に割付けるための新しいアルゴリズムを開発し, 制御記憶にコンパクトに割付けることに成功した。

4, マイクロプログラムのデバッグ等のためのシミュレータを開発した。計算機記述に応じたシミュレーションを行うことにより, 幅広い計算機に適用可能であり, また, コンパイラの処理結果を利用することにより, 効率のよい処理に成功している。

5, 試作したシステムにより, 実在の2種の計算機のマイクロプログラムを生成して, 人手で作成したものに近い効率のものが得られることを示した。

以上要するに, この論文は, 汎用のマイクロプログラム作成システムのための記述言語とその処理システムを試作し, これを用いてマイクロプログラムを生成し, その効率を調べて, このシステムの有効性を示したものであり, 学術上, 工業上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価値あるものと認める。