

C4ファームウェアF $\overline{O}$ RTRANプロセッサの実験

位

高橋 栄, 上原徹三, 吉~~々~~誠一, 高橋延匡 (日立製作所中央研究所)

近年, 主としてハードウェア論理の systematic な設計に対する要求から, 非常に高性能を要求される一部の超大型機を除いて, 多くの計算機はマイクロプログラム方式を採用している。マイクロプログラムを格納する制御メモリとして, 書込可能なデバイスを用いる場合もしだいに増えてきており, この場合には, ソフトウェアの一部をマイクロプログラムに置き換えるという面でのファームウェアの採用が原理的には可能となる。単に, 制御メモリを書込可能にするだけでなく, B1700に例をみるように, あらかじめマイクロプログラムがインタプリトすべき言語 (通常はマシン語) を特に前提としないでマイクロ命令仕様を決定しているとみられる, いわゆる汎用エミュレーション・マシン (ファームウェア・マシン) も現われてきている。本格的に, ファームウェア, さらに *more interpretive machine* を目指した研究開発を進める上に必要な環境は, しだいに醸成されつつあると言えよう。

ファームウェア化の対象としてマイクロプログラムにその一部を置き換えうるソフトウェアには, 特に本質的な制限はないが, ここでは, F $\overline{O}$ RTRANで書かれたプログラムのコンパイルとその実行に話を限ることにする。言語処理へのファームウェアの応用は, 海外の動向をみても最も盛んに研究発表が行われており, 言語を介したファームウェア採用のアプローチは, マイクロプログラムがインタプリトすべきマイクロ表現を比較的定義しやすい, という事情もあるからであろう。

一般に, ソフトウェアの一部をマイクロプログラムで置き換える場合, 例えばF $\overline{O}$ RTRANコンパイラ全体を1つのマイクロプログラムとするように, マイクロプログラムの機能, したがって大きさをあまり大きくすることは, 制御メモリ容量やマイクロプログラムの生産性などの点から, 現実的ではない。そこで, 対象となるソフトウェアをマシン語よりも高水準に定義したマクロ言語で表現し, このマクロ言語の各 *primitives* に対応する比較的小さなマイクロプログラム群を, 許容されるマイクロプログラム量の範囲内で, 用意する方法が考えられる。この方法においては, マクロ言語の定義, さらにマクロ言語インタプリタ全体の中で, どの部分をマイクロプログラムに置き換えるかの選択が, ファームウェア採用の前提となる先決問題である。

マクロ言語の定義は, それが表現すべき対象ソフトウェアによって, その難易がかなり異なる。対象がいわゆるユーザ・プログラムの場合は, F $\overline{O}$ RTRAN, C $\overline{O}$ B $\overline{O}$ Lなどの高級言語がすでにかなり一般化しており, これらの言語の仕様を基にして, いくつかのレベルのマクロ言語を考えることができる。一方, 従来, アセンブリ言語で書かれることの多かった, いわゆるシステム・プログラムにおいては, マシン語よりも高水準にマクロ言語を定義するためには, これらのシステム・プログラムを記述する高級言語を定めることが前提となる。*more interpretive machine* の実現のために, 一般的なシステム記述言語の出現が強く要求される所以である。

次に, 対象ソフトウェアが適当なマクロ言語で表現されたとして, これのインタプリタのうちマイクロプログラム化すべき部分を選択しなければならない。制御メモリは通常, 高速性を要求されるから高価であり, それ故に容量もあま

り多くは期待できない。したがって、少量の制御メモリの余裕を有効に活用すべく、この選択はマイクロプログラムの量に対してその効果を最大にするように慎重に行う必要がある。このためには、マクロ言語の各 primitives,あるいはこれを定める基になった高級言語の各 primitives についての、出現頻度などの統計データが必要であるが、現状では、FÖRTRAN, CÖBÖLのように広範に用いられている言語においてすら、この種の統計データはほとんど発表されていない。各種言語で書かれたプログラムに関する、ソースレベルでの統計データの収集を広い範囲に亘って今後積極的に進める必要があろう。

(なお、本論文の全文は、ダイナミック・マイクロプログラミング・シンポジウム報告集に掲載されているので、詳細はそちらを参照していただきたい。)

本 PDF ファイルは 1965 年発行の「第 6 回プログラミング・シンポジウム報告集」をスキャンし、項目ごとに整理して、情報処理学会電子図書館「情報学広場」に掲載するものです。

この出版物は情報処理学会への著作権譲渡がなされていませんが、情報処理学会公式 Web サイトの https://www.ipsj.or.jp/topics/Past_reports.html に下記「過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について」を掲載して、権利者の検索をおこないました。そのうえで同意をいただいたもの、お申し出のなかったものを掲載しています。

過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について

情報処理学会発行の出版物著作権は平成 12 年から情報処理学会著作権規程に従い、学会に帰属することになっています。

プログラミング・シンポジウムの報告集は、情報処理学会と設立の事情が異なるため、この改訂がシンポジウム内部で徹底しておらず、情報処理学会の他の出版物が情報学広場(=情報処理学会電子図書館)で公開されているにも拘らず、古い報告集には公開されていないものが少なからずありました。

プログラミング・シンポジウムは昭和 59 年に情報処理学会の一部門になりましたが、それ以前の報告集も含め、この度学会の他の出版物と同様の扱いにしたいと考えます。過去のすべての報告集の論文について、著作権者(論文を執筆された故人の相続人)を探し出して利用許諾に関する同意を頂くことは困難ですので、一定期間の権利者搜索の努力をしたうえで、著作権者が見つからない場合も論文を情報学広場に掲載させていただきたいと思います。その後、著作権者が発見され、情報学広場への掲載の継続に同意が得られなかった場合には、当該論文については、掲載を停止致します。

この措置にご意見のある方は、プログラミング・シンポジウムの辻尚史運営委員長(tsuji@math.s.chiba-u.ac.jp)までお申し出ください。

加えて、著作権者について情報をお持ちの方は事務局まで情報をお寄せくださいますようお願い申し上げます。

期間：2020 年 12 月 18 日～2021 年 3 月 19 日

掲載日：2020 年 12 月 18 日

プログラミング・シンポジウム委員会

情報処理学会著作権規程

<https://www.ipsj.or.jp/copyright/ronbun/copyright.html>