

PS I-IIのシステム・アーキテクチャ

稲村 雄 中島 克人 中島 浩 田辺 隆司 深沢 雄 能勢 修 江原 輝文 羽田 秀仁
 ((財) ICOT) (三菱電機 株) (三菱電機 株) (沖電気 株)

1. はじめに

ICOTでは現在、第5世代コンピュータ・システム研究開発プロジェクトの中期テーマのひとつとして、マルチPS Iの要素プロセッサを開発中である。要素プロセッサは、また、現在各所で運用されている逐次型推論マシン(PS I)を小型化、高速化した後継機PS I-IIのCPU+主記憶部分としても用いられる。PS I-IIは、この要素プロセッサにI/Oバス経由で各種入出力機器を接続し、スタンド・アロン・システムで運用されるマシンである。

2. ハードウェア構成

図1にPS I-IIシステムのハードウェア構成を示す。主なモジュール構成は基本的に、現PS I(以下、単にPS Iと表記)と同様となっている。しかし、小型化、高速化を実現するために、CPU部を中心に8000GのCMOSゲートアレイLSIを全面的に使用した他、メモリ類の削減、実行方式の見直しに伴う変更などが行なわれている。以下では、PS Iからの変更点を中心として、各モジュールの説明を行う。

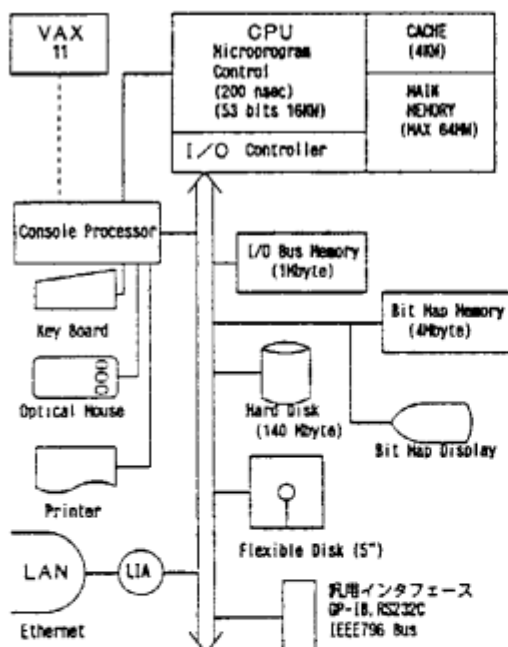


図1 PS I-IIシステムのハードウェア構成

3. CPU部

3.1. プロセッシング・モジュール

PS I同様、内部データ・バスは、PS I-IIの1語(タグ8ビット+データ32ビット)に対応する40ビット幅のバス構成とし、ALUへの左右入力、及び、出力の3本のバスからなる。これらのバスにはメモリアクセスのための個別レジスタなどの他、64語の2ポート・レジスタ・ファイル(PS Iでは1K語)が接続され、引数レジスタや、制御レジスタとして用いられる。[2]

3.2. シーケンス制御モジュール

PS I-IIでは高速化のために検査語KLOを低レベルの機械語へコンパイルし、そのコンパイルされたコードをマイクロプログラムで翻訳、実行する方式を採用した[1]。各機械語に対応するマイクロプログラムは16K語(1語=53ビット)のWCS中に格納されている。[2]

4. メモリ・モジュール

4.1. メイン・メモリ

PS Iと同様、主記憶は1K語を1ページとし、ページ単位でメモリ管理が行われる。1MビットD-RAMの採用により、最大実装記憶容量は64M語(PS Iの4倍)となっている。

4.2. キャッシュ・メモリ

小型化を達成するために、キャッシュは4K語 x 1セット(PS Iは4K語 x 2セット)に削減された。

データは4語を単位とするブロックとして管理され、主記憶とのデータの受け渡しはこのブロックを単位として行われること、データ管理方式はライト・バック方式を用いること等、キャッシュのディレクトリ管理方式以外の仕様はPS Iの方式を踏襲している。

多重論理空間を採用したために、PS I-IIではPS Iの様にキャッシュのディレクトリ管理に論理アドレスを用いることはできない。故にPS I-IIでは1K語のディレクトリ・メモリに各ブロックに対応するPMM(ページ・マップ・メモリ)のエントリ・アドレスを登録、管理する方式とした。PMMの各エントリは実メモリ・ページに一意に対応し、更に、アドレス変換の中間データとして現れるために、キャッシュのヒット、ミス・ヒットの判定を高

System Architecture of PS I-II

Y. INAHURA¹, K. NAKAJIMA¹, H. NAKASIMA², T. TANABE², T. FUKASAWA², O. NOSE², T. EHARA³, Y. HANEDA³

1. ICOT

2. MITSUBISHI ELECTRIC Corp.

3. OKI ELECTRIC Industry

速に行う事が可能となるからである。[3]

5. 入出力部

PSI-IIではPSIの方式を踏襲し、すべての入出力機器は、主記憶とは独立した16MバイトのI/O空間中に実装する方式である。以下に標準的なPSI-IIシステムで用いられるI/O機器について簡単に説明する。

①ビット・マップ・ディスプレイ

1280 x 1024 ドットの高分解度ディスプレイ。専用の制御装置を介してI/Oバスに接続される。

②ディスク装置

容量 140Mバイト(フォーマット時)の固定ディスク、ならびに、5インチFDDが各1台ずつ。

③低速度入出力機器

キーボード、マウス、およびプリンタはコンソール・プロセッサの制御を介してI/Oバスに接続される。

④コンソール・プロセッサ

上記以外に、コンソール・プロセッサはCPUのデバッグのための内部資源操作やホスト・マシン(VAX11)からRS232C経由でのダウン・ライン・ロード、システムの起動などを行う。

⑤LAN

LIA(LAN Interface Adaptor)を介してEthernet標準のLANに接続可能。

⑥汎用インタフェース

GP-IB, RS-232C, IEEE-796 Busがユーザー機器接続用に用意されている。

6. 機械語命令型

6.1. 機械語命令(PMI&BLT)

前述した通りPSI-IIでは、PSIの様に核言語KLOをマイクロ・インタプリタで直接実行する方式を止め、KLOをPMI(Prolog Machine Instruction)と呼ぶ機械語命令コードへコンパイル、実行する方式とした。この方式ではコンパイラによる細かな最適化が可能であり、実行速度の著しい改善が望めるからである。

PMIはいわゆるWAM(Warren Abstract Machine)コード[1]に基づき、更に、KLOの遠隔カットなどの強力な実行制御機能を含有したものとなっている。また、KLOには入出力制御、算術演算、ESPサポート、ハードウェア資源操作などのための豊富な組込述語が用意されているが、これらをも全てPSIと同様に扱える様に、それぞれに対応する機械語命令群(BLT)を用意し、PMIと同形式で実行できる様にした。

PSI-IIの機械語命令では1語40ビット(タグ8ビット+データ32ビット)を1バイトずつ5分割し、タグの下位2ビットとデータの最上位1バイトとを命令コード(Op-Code)、データの下位3バイトをオペランドとして用いている(一般的な一語命令の場合)。故に、PSI-II

では1024種類の機械語命令を用意できる事になるが、現時点ではPMI命令とBLT命令のためにそれぞれ256種ずつの命令コードが割り当てられているだけで、残りの512種のコードはマルチPSIにおけるKL1用機械語命令をサポートする場合などのためにリザーブされている。

6.2. 機械語命令の種類

PMI、および、BLTの命令形式にはオペランドの与え方によって幾つかの種類が存在する。以下ではそれらについて簡単に説明する。

・引数レジスタ指定型

効率的なユニフィケーションの実現のためにPSI-IIでは64語のレジスタファイル(RF)の前半32語(RF0~RF31)が述語呼出し時に、引数受け渡しのための引数レジスタとして用いられる。このとき、命令語のデータ部4バイトそれぞれの下位5ビットが引数レジスタ指定のためのRF番号を表すことになる。(図2①、③、⑤)

・即値型

オペランド1バイト、もしくは複数バイトをまとめて、符号付き(または、符号なし)整数として使用する方法。飛び先アドレスの指定、環境フレーム中のオフ・セットなどとしても用いられる。(図2②、③、④)

・その他

上記以外に、オペランドのない命令、複数語からなる命令等が存在する。(図2⑥)

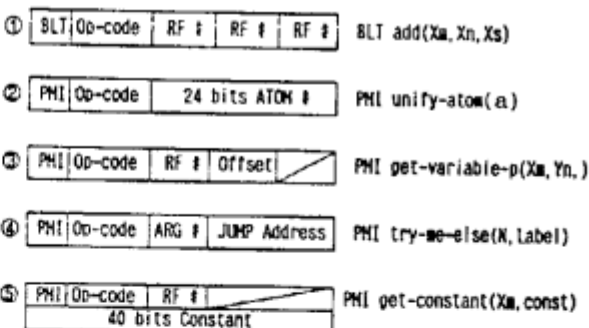


図 2. 機械語命令形式

7. おわりに

現在、ICOTではPSI-IIの試作機が稼動し、ファーム・ウェアのデバッグならびに性能測定が行われている。

本研究にあたり、多くの貴重な助言をいただいたICOT、ならびに関連メーカーの方々に深く感謝致します。

参考文献

- [1]: D.H.D. Warren, An Abstract Prolog Instruction Set TR309, SRI, 1983.
- [2]: 中島他, マルチPSI 要素プロセッサPSI-IIのアーキテクチャ, 第33回情報処理全国大会, 1986.
- [3]: 古田他, マルチPSI 要素プロセッサPSI-IIのメモリ管理とプロセス管理, 第33回情報処理全国大会, 1986.