

小型化版CHIの開発環境

幅田伸一、小長谷明彦、中崎良成、梅村 麗、山岸晃一(※)
日本電気(株)C&Cシステム研究所 (※) 日本電気技術情報システム開発(株)

はじめに 通産省第5世代計算機プロジェクトの一環として、逐次型推論マシンCHIの小型化版を開発中である。小型化版CHIは、CIL素子を使用したCIL版CHI[1]を基に、使用素子の変更、ハードウェア構成の改善等を行っている[2]。小型化版CHIの開発作業はハードウェア(以下、Hwと略す)からファームウェア(以下、Fwと略す)、ソフトウェア(以下、Swと略す)に渡る為、多くの作業者が開発作業に従事している。短期間での開発を実現する為には、分業化を進め、複数の作業者が協力して作業できる環境が必要になる。本稿では、小型化版CHIの全ての開発作業者が同じ環境下で作業できるように用意した開発環境について報告する。

開発環境の目的 小型化版CHIの開発は多くの作業から成る。Hwの開発作業から小型化版CHIが処理対象とする拡張Prologで記述したプログラムの開発作業まで、作業内容は変化に富み、各作業が必要とする開発環境も異なっている。個々の作業は担当する作業者が割り当てられ、複数の作業が並行して進行する。この様な分業化は、開発期間短縮に対する効果が大きい。しかし、実機上での動作検査段階になると、Hw検査、Fw検査、Sw検査の順に逐次的に進めざるを得ない。さらに、後の工程では、前の工程が提供する機能を使用する為、動作異常を発見した時、その工程の担当者の誤りか、前工程の担当者の誤りかを切り分ける作業が必要になる。例えば、Hwバグによる再現性のない動作異常等がSwの動作検査中に発生すると、Swの担当者が原因を判出することは困難である。

本開発環境の目的は、多くの開発作業の積み重ねである実機の動作検査を効果的に行うことである。この為、動作異常を発見した時、その時の担当者以外に、前工程の作業者が小型化版CHIの状態を検査し、デバッグ作業に協力できる機能を用意する。

開発環境の概要 小型化版CHIの開発環境を図1に示す。バックエンドマシン形式の小型化版CHIでは、ホストマシン上に開発環境を構築する。本開発環境が提供する機能を以下に示す。

- ・ホストマシンから小型化版CHIを操作する機能
 - ・開発作業者の担当する作業に応じた多面的な操作インタフェースの設定機能
 - ・初期値、テスト・データの設定機能
 - ・アトム・テーブル等のシンボル・テーブル管理と、シンボルを使用したデバッグ機能
 - ・マイクロプログラム開発用シミュレータ
 - ・ソフトウェア開発用シミュレータ
 - ・小型化版CHI上のマイクロプログラム又は、ソフトウェアから開発環境を呼出す機能
- 以下、各機能について説明する。

小型化版CHIの操作機能 開発作業者は、ホストマシンから小型化版CHIを操作し、担当する機能の動作確認を行う。本開発環境が提供する操作機能は、次の2つである。

- ・レジスタ、メモリ等のHw資源のアクセス
- ・Hwに供給するクロックを制御する小型化版CHIの動作制御

この操作機能は、Hwの開発担当者を対象とした機能である。この為、次に述べる多面的な小型化版CHI操作インタフェースを用意し、他の機能を担当する開発作業者にデバッグ作業を行い易い環境を提供する。

操作インタフェースの多面化 小型化版CHIの開発作業では、多くの開発作業者が小型化版CHIを操作する。この為、担当している作業の内容に応じて、小型

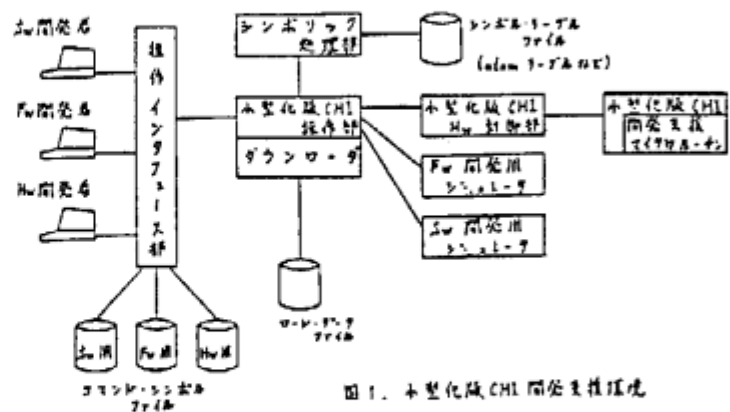


図1. 小型化版CHI開発支援環境

Development support environment of a CHI Compact Version
Shin-ichi HABATA, Akihiko KONAGAYA, Ryousei NAKAZAKI, Mamoru UMEHURA
Kouichi YAMAGISHI(※)
NEC Corporation
(※) NEC Scientific Information System Development

化版CHIの操作インタフェースを変える必要がある。例えば、Hwの開発担当者はレジスタやメモリのアクセスを行う場合、レジスタ番号やメモリの番地を指定する物理イメージのインタフェースで充分である。しかし、FvやSwの開発担当者にとって、アーキテクチャで使用しているレジスタ名やスタック上のフレームのベースからのオフセットを使用する論理イメージのインタフェースが好ましい。本開発支援環境では、開発作業をHw開発担当者、Fv開発担当者、Sw開発担当者の3グループに分け、各グループ毎に専用の操作インタフェースを提供する。さらに、個々の開発作業が自分に適した操作インタフェースを定義できるようコマンド・ファイルによるコマンドの登録手段を用意する。

この他に、操作インタフェースを切り換えるコマンドを用意する。操作インタフェース切り換えコマンドを使用することで、動作異常を発見した時に、他の作業者が小型化版CHIの状態を検査できる。例えば、Swのデバッグ作業中に、Hw開発担当者が、操作インタフェースを切り換えて、実機の状態を調べ、Swデバッグに協力することができる。この結果、複数の作業者が、各自の立場から原因の割出しを行う環境を提供する。

ダウンロード 動作検査等の作業は、初期値、テスト・データ等の設定が必要である。ダウンロードはこの設定機能を提供する。初期値、テスト・データは、ロードデータ作成支援ツールを使用して、ファイル形式で用意する。開発時は、テスト環境の初期化、テスト・データの設定に使用する。小型化版CHI完成後は、システム立ち上げ時の初期ロードに使用する予定である。

シンボルを使用したデバッグ Sw開発担当者にとって、アトム等のデータをアトム番号等の識別番号を使用して取り扱うのは不便である。この為、本開発環境は、アトム・テーブル等のシンボル・テーブルを備え、小型化版CHIを操作する時、シンボル・テーブルを使用したシンボルとシンボルの識別番号間の変換を行う。この結果、シンボルを使用したデバッグが可能となる。

Fv, Sw開発用シミュレータ Hwの開発とFv, Swの開発を並行して進める為に、FvとSw開発用シミュレータを使用する。利用者コマンドや入力データ等のシミュレータに対する操作インタフェースは、実際の小型化版CHIに対する操作インタフェースと同じとする。この為、シミュレータで使ったマイクロプログラムや機械語プログラムのテスト環境が、そのまま実機で利用できる。[3]

小型化版CHIから開発環境を呼出す機能 開発中の小型化版CHIは、システム・プログラムが存在せず、動作検査を支援する機能が不足している。この為、ホストマシン上の開発環境を呼び出し、開発環境の機能を利用する手段を提供する。

この機能は、マイクロプログラム又は、機械語プログラム中のチェックポイントの通過をホストマシンに通知する手段として使用できる。又、幾つかの機能の動作検査をバッチ処理する場合、各機能の動作検査終了をホストマシンに通知し、次の機能の動作検査開始を要求するのに使用する。

さらに、小型化版CHI上にSwのデバッグ支援用マイクロルーチン群を用意し、ホストマシン上の機能と統合したSw開発環境[4]を構築するのに使用する。次に、このSw開発環境について述べる。

Sw開発のための支援機能 Sw開発に必要な情報の収集やブレイク機能を提供する環境である。

逐次型推論マシンである小型化版CHIは、マイクロプログラムが処理する機能が多い。例えば、ユニフィケーション処理失敗時のフェイル処理等は、ユニフィケーション処理を行う機械語命令のマイクロルーチンが起動する。又、作業領域として使用するスタック領域の拡張等の処理も、スタックを使用する機械語命令のマイクロルーチンが起動する。この為、Sw開発担当者は、小型化版CHIが実行対象とするProlog又は、小型化版CHIの機械語で記述したプログラムのデバッグを行う際、マイクロルーチンが起動した処理の情報を必要とする。この情報としては、以下のものがある。

- ・特定のレジスタ又は、特定番地のメモリに書込が発生したこと
- ・フェイル処理前と後の状態
- ・スタック領域等の拡張情報
- ・カット等による制御フレームの操作情報

これらの情報をホストマシンに通知することで、Swデバッグ環境の改善を試みている。

ホストマシン上の開発機能と小型化版CHI上のマイクロルーチンを統合した環境では、デバッグ支援用マイクロルーチンがフェイル処理やスタック領域の拡張処理等の情報を収集し、ホストマシンに通知する。

まとめ 本開発環境は、複数の作業者が協力してデバッグを行う環境の提供を試みた。この結果、Swのデバッグ作業中に、FvやHw開発担当者が実機の状態を調べ、Swのデバッグ作業に協力できる環境を実現できた。今後は、本開発支援環境を小型化版CHIシステムに組み込み、システムの立ち上げ、異常処理の支援等発展させる予定である。

参考文献

- [1] Nakazaki et al.; "Design of a High-Speed Prolog Machine" Computer Architecture, 1985
- [2] 梶田 他; 逐次型推論マシンCHI小型化版のハードウェア 情報処理学会第33回全国大会
- [3] 山岸 他; 小型化版CHIのマイクロプログラムデバッグ環境 情報処理学会第34回全国大会
- [4] 丸山 他; 小型化版CHIのデバッグ支援マイクロプログラムの方式 情報処理学会第34回全国大会