

データ駆動計算機 EDDEN の予備性能評価

7P-5

川口正樹 田中一行 大橋秀紀 三浦宏樹 清水雅久
三洋電機(株) 情報通信システム研究所

1. はじめに

我々は、実用的な並列処理計算機の実現に向けて、データ駆動計算機 EDDEN (Enhanced Data Driven Engine) を開発中である。EDDENは、通信制御機構をも含んだ要素プロセッサを1チップのCMOS-LSIで実現し、これを多数台接続するものであり、ベクトル演算機構の導入による定型的な構造体処理の高速化、効率的発火制御機構の導入などの特長を有している^{[1]~[4]}。

本稿では、EDDEN用に新たに開発したシミュレータの概要及びシミュレータを使用した要素プロセッサの予備評価の結果について述べる。

2. シミュレータの概要

EDDEN用シミュレータは要素プロセッサの内部動作及びプロセッサ間通信を行う通信制御機構の両方をシミュレートする。さらに要素プロセッサのクロック動作のレベルまでシミュレートを行うRTL (Register Transfer Level) シミュレータである。また要素プロセッサを多数接続した場合のシミュレーションを行う機能を持つ。主な機能を以下に示す。

①データ表示機能

各要素プロセッサが持つ各種メモリ・レジスタ・パイプラインリング内のデータの表示、セマフォの使用状況やメモリアクセスリクエストの表示を行う機能。

②データセット機能

各種メモリやパイプラインリング等にデータや実行バケットをセットする機能。

③デバッグ機能

1クロックごとのプログラム実行や、ブレークポイントまでのプログラム実行機能、マルチプロセッサ時のプログラム実行機能を持つ。この他ネットワーク上のバケットをグラフィック表示する機能があり、プロセッサ間通信を行うプログラムのデバッグに使用可能である。

3. データフロー計算機におけるループ処理

並列処理計算機の応用が期待される分野として数値シミュレーションの分野がある。この分野において使用されるプログラムは、配列計算を含むループ処理が演算時間の大半を占めるといってよい。従ってループ処理を効率よく実行できるかは並列処理計算機の能力を決定する

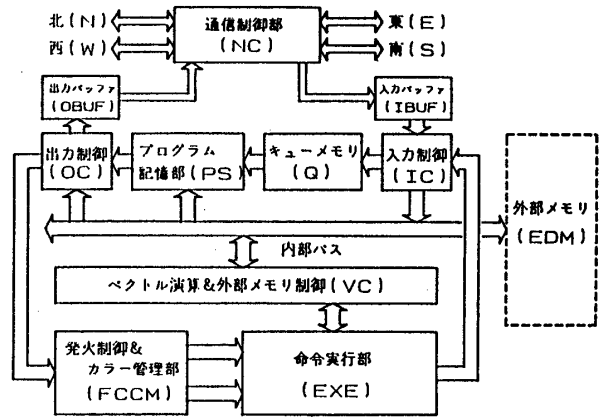


図1. EDDEN要素プロセッサの構成

一つの重要なパラメータになる。

データフロー計算機においては、従来スカラ方式によるループ処理を行っていた。スカラ方式の場合はループを一回実行するたびに配列のアドレス計算、配列の読み出しと演算、演算結果の書き込みの処理を行うことになる。この場合には各処理の終了バケットが到着するまでは次の処理が実行されないためにパイプラインの使用効率を上げることは難しい。このような欠点を解消するためベクトル処理の概念を取り入れた様々な方式が提案され、実際に開発されるようになってきた。

しかしループ処理のベクトル化を行うためには、各ループステップを並列に実行できるプログラムやアルゴリズムが開発されていることが前提であり、全ての数値シミュレーションプログラムがこのような前提を満たすことは非常に難しい。

従って計算機の実効速度をある程度現実的に評価するにはベクトル演算実行時の性能だけでなくスカラ演算実行時の性能も評価する必要がある。さらにデータフロー計算機の場合にはプロセッサ内部においても並列処理を行うことが原理的に可能なため、プロセッサ内部における並列処理能力も評価項目に入れておく必要がある。

4. EDDENのループ性能の評価

EDDENの要素プロセッサの予備評価として基本的

The Simulation of Data Driven Computer "EDDEN"

Masaki KAWAGUCHI, Kazuyuki TANAKA, Hideki OOHASHI, Hiroki MIURA, Masahisa SHIMIZU

SANYO Electric Co., Ltd.

なループ処理性能を評価した。評価はまず配列を含むループ処理の計算をスカラー方式で行った場合とそれらの処理を一つのプロセッサ内で複数並列に走らせた場合の性能評価を行った。(結果を図2に示す。)

次にベクトル演算機構を使用した場合のループ処理性能の評価を行った。(結果を図3に示す。)

図3はループ処理に要したクロック数をシミュレータにより測定し、計算速度を求めたグラフである。縦軸はMFLOPS、横軸はループ長である。

①スカラー性能の評価結果

評価に使用したプログラムは $V_i = V_i + S \times A_i$

(V_i, A_i :ベクトル、 S :スカラー値)の計算を行うプログラムである。プログラムを実行させると1ループステップあたり約30個の実行パッケージがプログラム記憶部より放出された。このうち本来の演算に参与する実行パッケージは4個であった。残りは配列のアドレス計算と配列の書き込み・読み出し処理に参与する実行パッケージで、スカラー方式でループ処理を行う際のオーバーヘッドになっている。

結果は、ループ処理を行うプロセスを1個走らせた場合と2個走らせた場合とを比較すると計算速度がほぼ2倍となった。このことからスカラー方式によりループ処理を行わせた場合にはパイプラインリングに多くの空きができることが確かめられた。プロセス数が6個になると速度の上昇も鈍っておりパイプラインリングの空きも少なくなっているのが確認できた。

②ベクトル性能の評価結果

評価に使用したプログラムは $V_i = A_i + B_i$

(V_i, A_i, B_i :ベクトル)の2つのベクトル間で計算を行うプログラムと、 $V_i = A_i + B_i + C_i + D_i + E_i$ (A_i, B_i, C_i, D_i, E_i :ベクトル)の5つのベクトル間で計算を行うプログラムである。ベクトル演算機構の立ち上がり性能の評価と、複数のベクトル計算を実行した際の性能評価を行った。

ベクトル処理を行うプログラムを実行すると一つのベクトル処理あたり9個の実行パッケージがプログラム記憶部より放出された。このうち8個はベクトルレジスタの設定を行う実行パッケージであり、残り一個がベクトル演算機構を起動する実行パッケージであった。

ベクトル演算機構の立ち上がり性能に関する評価結果はループ長が12以上の時に2MFLOPSを越え、70以上で4MFLOPSを越えることが確認された。EDDENのベクトル演算機構のピーク速度は5MFLOPSであるため、要素数が12以上のベクトル計算を行えばピーク速度の40%以上、70以上では80%以上の計算速度を確保できることが確認できた。

またEDDENのベクトル演算機構で同時に実行可能なベクトル計算は一組だけである。このため2個のベクトル間の演算を行った際の実行速度と、5個のベクトル

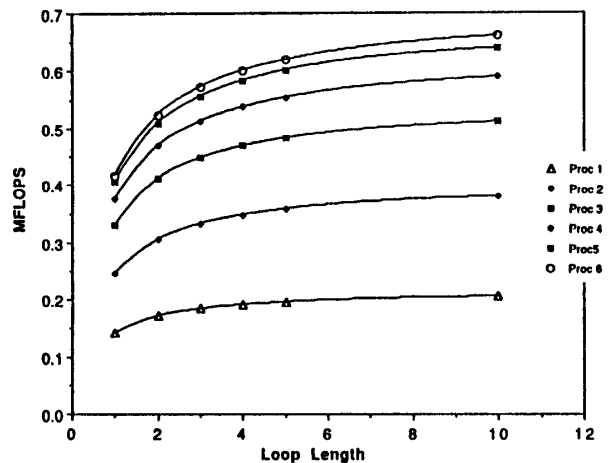


図2. EDDEN要素プロセッサのスカラー性能

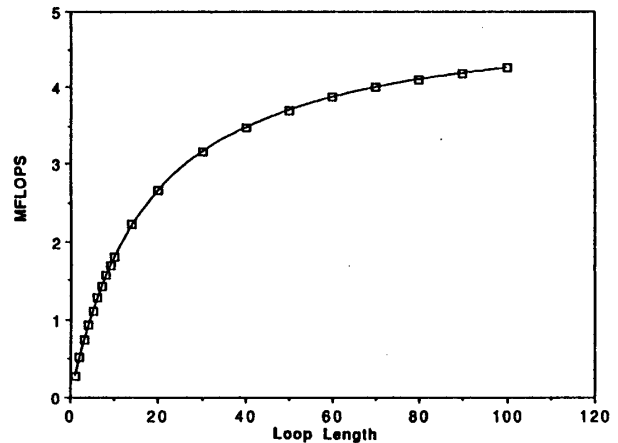


図3. EDDEN要素プロセッサのベクトル性能

間の演算を行った際の実行速度との比較を行ったが、MFLOPS値としての計算速度はほとんど変化していないことが確認できた。

5. まとめ

以上、EDDENの要素プロセッサのループ処理能力についての評価結果について述べた。今後は、シミュレータを用いた評価を続行し、EDDENシステム用高級言語コンパイラの開発に生かしていく予定である。

末筆ながら、本研究を御指導、御支援して下さい関係各位に深く感謝致します。

参考文献

- [1] 三浦他:「高並列データ駆動計算機EDDENの概要」, 情処会38回全国大会論文集2T-2.
- [2] 田中他:「データ駆動計算機EDDENにおける発火制御とカラー管理」, 情処会39回全国大会論文集.
- [3] 三浦他:「データ駆動計算機EDDENの通信制御機構」, 情処会39回全国大会論文集6W-3.
- [4] 大橋他:「データ駆動計算機EDDENの演算機構」, 情処会40回全国大会論文集3L-6.