

KL 1 の並列処理

2Q-3

— 実用規模 KL 1 プログラムの動特性評価 —

細井 聡, 岸本 光弘, 久門 耕一, 服部 彰

富士通株式会社

1. はじめに

我々は、第5世代コンピュータ研究開発プロジェクトの一環として、並列推論マシン PIM の研究を進めている。PIM 上の核言語 KL 1 は、GHC [1] に制限を加えた FGHC が基本である。

PIM のハードウェア設計に FGHC の言語特性を反映させるため、我々は、FGHC の処理系を試作し、それを用いて FGHC の言語特性の調査を行なっている。しかし、prime や queen といった小規模なプログラムだけでは、その正しい特性を把握することはできない。そこで我々は、LSI の配線の一部であるスイッチ・ボックス問題を例にとり、実用的かつ大規模なプログラムを作成して実行し、その動特性を調査した。

その結果、コンテキスト・スイッチ（以下 CSW と略す）が密着に起こり、実行の途中では多くのプロセスがサスペンドしているなど、小規模プログラムの場合とはかなり違った知見が得られたので、それらについて報告する [2]。

2. スイッチ・ボックス問題

本節では、スイッチ・ボックス問題について説明する。スイッチ・ボックス問題とは、図1のような四角形の2層の配線平面で配線処理を行なうものである。図1中の番号は端子番号であり、同じ番号の端子どうしを全て結線する。このような同じ番号どうしの一組の結線をネットと呼び、我々の用いたアルゴリズムでは、複数のネ

ットが並列に配線されていく。また、配線は2層で行なうが、配線アルゴリズムの簡単化のため、第1層は縦方向のみ、第2層は横方向のみ配線するという、縦横原則を用いた。

我々は、このスイッチ・ボックス問題を解くプログラムを、FGHC を用いて次のように作成した。すなわち、各ノードに FGHC の永久プロセスを対応させ、各ノードが独立に処理を行なうようにする。各ノードは、隣接するノードからメッセージを受け取ると、自己の内部状態を変え、必要ならば自分もまた隣のノードにメッセージを送る。以上のようにして実行が進んでいく。これはいわゆる、オブジェクト指向によるプログラミングである。

このスイッチ・ボックス問題を解くためのプログラムは、FGHC でおおよそ 1000 行であり、我々の作成した処理系上で、 4×4 の平面の問題が約 40 ~ 60 秒で解ける。（当社製スーパーミニコン S3500 上のインタプリタで動作させた場合。）

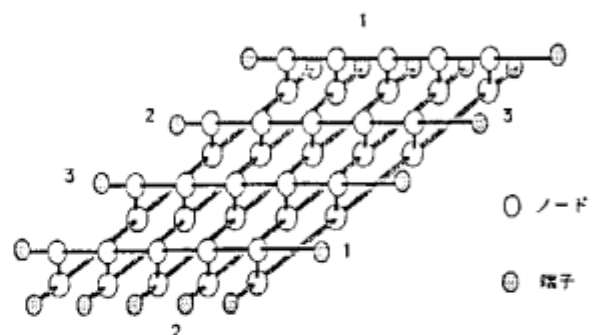


図1 スイッチ・ボックス問題

Parallel Processing of KL1

— Dynamic Characteristics of Practical-Scaled KL1 Programs —

Akira HOSOI, Mitsuhiro KISHIMOTO, Kouichi KOMON, Akira HATTORI

FUJITSU Ltd.

3. 動特性評価

このプログラムの振舞いを調べた結果、以下のような小規模プログラムの場合とは異なった知見が得られた。実行はいくつかの例題で行なったが、どれも同じような傾向を示した。

(1) 実行中に生じたサスペンション数とCSW数を図2に示す。総リダクション数と比較してみるとわかるように、実行中にサスペンションとCSWが頻発に起きている。特に、CSWの約半分はサスペンションによるものである。

(2) CSWがどの位のリダクション間隔で起こるかを示したのが図3である。横軸は、1つのCSWが起こってから次のCSWが起こるまでのリダクション数を表す。一方縦軸は、そのリダクション間隔で起こったCSW数である。我々の処理系ではdepth first戦略を採用している。しかし、数リダクションのうちに少なくとも一回はCSWが起きている。これは見方を変えれば、どのプロセスもせいぜい数リダクションしか続けて実行できないということである。

(3) 図4には、サスペンドしている（未定義変数にバインド・フックしている）プロセス数とレディキュー中にあるプロセス数の時間変化を示す。実行中のほとんどの間において、多くのプロセスがサスペンドしており、レディキュー中には、全プロセスの約1割ぐらいしか存在していないということがわかった。

4. おわりに

以上のように、実用規模のFGHCプログラムでは、サスペンションやCSWが頻発に起こることがわかった。従って、ソフトウェア的にはこれらの頻度を減らすこと、アーキテクチャ的にはこれらを高速処理できることが重要である。

謝辞

日頃御指導頂いている林部長並びに、研究室諸兄に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] K. Ueda: "Guarded Horn Clauses", ICOT Technical Report, 103
- [2] M. Kishimoto: "An Evaluation of the FGHC via Practical Application Programs", proceeding of '87 SLP

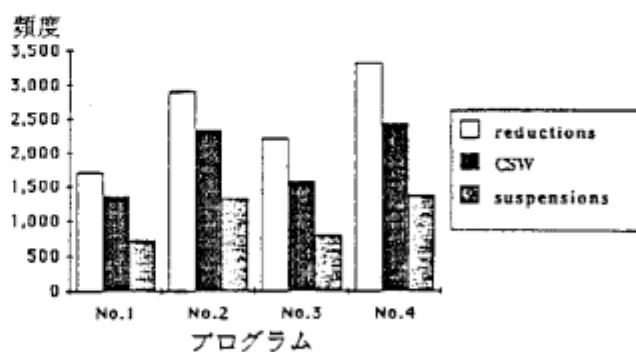


図2 CSW数とサスペンション数

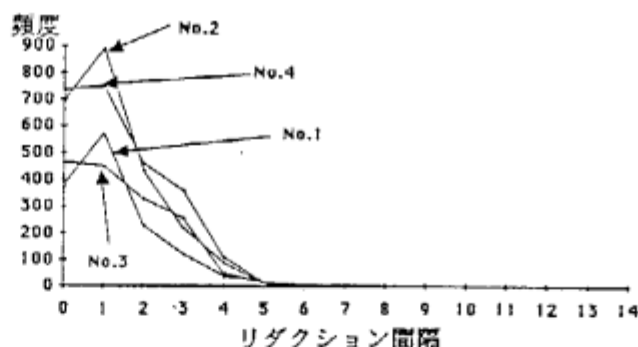


図3 CSWのヒストグラム

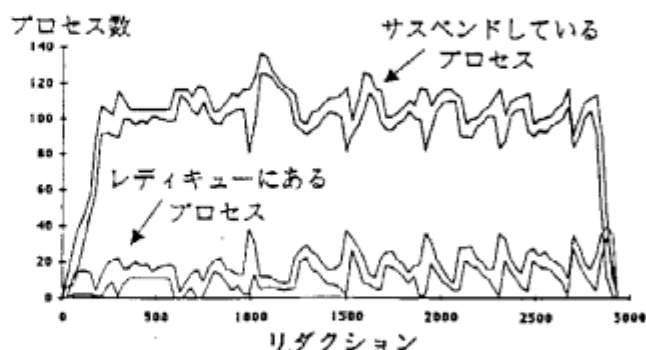


図4 サスペンドしているプロセス数の時間変化