

## 5 Q-7

## 適応型モデルベース診断システムの並列化

太田禪\*, 田中淳\*, 田中みどり\*\*, 中莖洋一郎\*\*, 古関義幸\*\*

\* 日本電気技術情報システム開発株式会社, \*\* 日本電気株式会社

## 1 はじめに

筆者らは診断エキスパートシステムの研究において、これまでの診断方式の欠点を克服すべく、適応型モデルベース診断システムの研究を進めている。

この適応型モデルベース診断システムは、モデルベース診断を軸とし、故障箇所を見つけ出すために有効な複数のテストを評価し、その時点で最適なテストを選択する機能を持っている。

当初、本システムは逐次マシン上に開発しその研究を進めてきたが、診断対象装置の規模の拡大などに伴い、並列処理マシン上に移植した。これまでに診断過程の並列化の方法や診断過程の並列処理による効果などに関する研究も進めている。

筆者らは、この適応型モデルベース診断システムの並列化の方法に改良を加え、並列化による効果をより引き出すことに成功したのでここに報告する。

なお、本システムは新世代コンピュータ技術開発機構において開発された疎結合型並列処理マシン Multi-PSI (16プロセッサ、OS: PIMOS) 上に、並列論理型言語 KL1 (核言語1) を用いて実現された。

## 2 適応型モデルベース診断における並列化

一般に、並列処理を行なう上で問題となるのは、どの部分をどのように並列に処理させるかということ、そして並列化された部分の処理をいかに負荷分散させるかということである。

適応型モデルベース診断システムは、入力値や動作結果などによって構成されるテストを生成・評価し、このうちの最適なものを診断対象装置に与え、その結果をもとに故障箇所を割り出して行く。このため、テスト結果を得るまでの過程は逐次的になる。従って診断過程そのものを並列化することは困難であることがわかっている。しかしながら、処理時間の多くを費やし、膨大な量のテストを扱っているテスト生成ならびに評価部分についてはこの限りではない。そして、テストの有効性の判定や評価過程においては、テスト間で互いのデータを必要としない。つまり、かなり多くの独立した処理が存在することになり、この部分を並列処理化することは容易で、かつ十分効果をあげることが可能であると考えらる。そ

こで、各プロセッサに与える処理の最小単位を診断に使用するテスト1個とし、これらを各プロセッサに均等に配分したうえで、そのテストの有効性の判定や評価を行なう方式を実現した。[2, 3]

この結果、診断対象装置として「ビルの空調管理システム」(部品数18)を使用した場合、使用プロセッサ数1台で、14.62 sec かかっていた診断時間が、プロセッサ数9台使用時に 10.67 sec に短縮できることがわかった。

## 3 適応型モデルベース診断の並列化の問題点と改良点

これまでの適応型モデルベース診断システムの評価から並列化の効果を得られることが判明したが、使用したプロセッサ台数に見合った効果が得られたわけではない。もちろん、診断過程自体が逐次的であり、並列化の効果を大きく損なうると予測されたので、使用するプロセッサ台数分の効果を得られるとは考えにくい。それでもこの結果は満足のものとは言えない。

そこで、今回はこの適応型モデルベース診断システムの問題点を検討し、並列化の再検討を行なった。その結果、以下の3点が並列化の効果を大きく損なわせている問題であると考えられた。

- 問題1 処理コストに対して並列化の単位が小さすぎる。
- 問題2 データを生成するプロセッサとそれを処理するプロセッサ間の通信コストが大きすぎる。
- 問題3 処理を行なわせるプロセッサと処理を行なうプロセッサとの間に優先順位がないために、処理がスムーズに流れない。

これらの点は並列化の効果を上げるために非常に重要な点である。これらの解決策として次のような改良を本システムに加えることにした。

- 解決策1 1個のテスト単位で行なっていた処理を、複数個のテストをひとつの単位として行なう。
- 解決策2 テスト生成部分を並列化し、テスト生成から、生成されたテストに関する処理までを同一のプロセッサ上で行なう。

A Parallel Algorithm for Adaptive Model-Based Diagnosis  
Yuzuru OHTA 1, Atsushi TANAKA 1, Midori TANAKA 2,  
Youchirou NAKAKUKI 2, Yoshiyuki KOSEKI 2  
1 NEC Scientific Information System Development, Ltd.,  
2 NEC Corporation.

解決策3 優先度制御を取り入れる。

具体的な方法として、解決策1では並列化の単位をテスト1個単位から、被疑部品の1つの機能から生成される複数のテストを1単位として扱うように変更した。解決策2では、テスト生成モジュールのアルゴリズムを見直し、被疑部品の機能毎にテストが生成できるように改良を加えた。解決策3は、処理を行なわせるプロセッサと処理を行なうプロセッサ間に順番が生じるように実行優先度を操作し、処理を行なわせるプロセッサは、他のプロセッサに処理を割り当てたのちに、次の処理を行なうようにした。

これらの改良に基づく並列化負荷分散イメージを以下に示す。

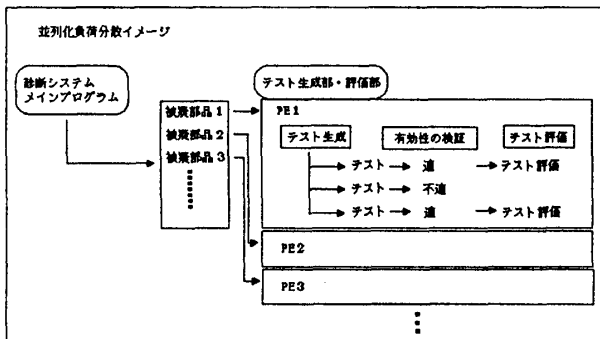


図1 並列化負荷分散イメージ (PE<sub>n</sub> : プロセッサ n 番)

4 結果

以上述べた改良点を適応型モデルベース診断システムに取り入れ、診断対象装置を「ビルの空調管理システム」(部品数18)とした場合の結果を以下に示す。

表1 診断時間の比較

	PE1 台	改良前 PE9 台	改良後 PE7 台
診断時間	14.62 sec	10.67 sec	5.62 sec

この改良により、以前の並列化に比べ診断時間を50%程度短縮することに成功した。また、使用プロセッサ数1台の場合に対しては、その診断時間を1/3程度に短縮にすることができた。加えて、以前よりも大きな単位でプロセッサに仕事を行なわせることでプロセッサの稼働率も向上し、より少ない台数で高速に診断が行なえるようになった。

扱う診断対象装置を「パケット交換機」(部品数68)に変えた結果を以下に示す。

表2 診断時間の比較

	PE1 台	改良前 PE15 台	改良後 PE15 台
診断時間	9.879 sec	7.064 sec	2.764 sec

この結果、以前の並列化に比べ診断時間を60%程度短縮することに成功し、使用プロセッサ数1台の場合に対しては、その診断時間を1/4程度にすることができた。

5 考察

以上の結果から改良前に比べ、並列化による効果をかなり引き出せることがわかった。さらにツールを用いて解析してみると、並列化されていない部分に関してはほぼ2秒を要することがわかった。このことから現時点でかなり効率的に並列化されていると考えられる。

これまでに診断対象装置として扱っているデータはプロセッサ1台を使用しても高々10秒程度で診断を終えられる規模のものである。この適応型診断エキスパートシステムは、膨大な量のテストを扱っているテスト生成・評価部分に対して並列化を進めている。つまり、診断対象装置の規模の拡大や、生成・評価すべきテストが増加することによりその効果はより一層高まることになる。

6 おわりに

適応型モデルベース診断システムの並列化方式の改良を行ない、これまで以上に並列化の効果を引き出すことができた。今回の結果から、より大規模な診断対象装置に対しても並列化の十分な効果を得ることができ、より短時間で診断を進めることができると考えられる。

謝辞

本研究は第5世代コンピュータプロジェクトの一環として行なわれたものである。日頃御世話になっている(財)新世代コンピュータ技術開発機構 新田室長に感謝いたします。

参考文献

- [1] Koseki, Y., Nakakuki, Y., and Tanaka, M., "An adaptive model-Based diagnostic system," *Proc.PRICAI'90*, Vol.1, pp.104-109, 1990.
- [2] 太田禪、大石貢、田中淳、中壘洋一郎、田中みどり、古閑 義幸 「適応型電子装置診断システムにおける並列処理」 *KL1 Programming Workshop '91* pp.109-116, 1991
- [3] 太田禪、大石貢、田中淳、中壘洋一郎、田中みどり、古閑 義幸 「適応型モデルベース診断システムの並列化」 第5回人工知能学会全国大会 1991