

並列計算機のネットワーク検証方式

5L-8

森本 利弘 中村 哲司 嶋田 浩巳
富士通株式会社

1. はじめに

近年、並列計算機システムの高速度化/大規模化に伴い、並列計算機システムの動作は複雑化している。特に、プロセッサエレメント（PE）数の増加に伴い、PE間の通信を担うネットワークの機能は高速化、複雑化している。このため、ネットワークの機能を保証するための検証パターンはPE数に依存して2乗のオーダーで増加し、検証時間も無視出来なくなってきた。

この解決策の一つとして、中継ノードの機能に着目してネットワークの検証に必要な最小構成における基本パターンを定義し、この基本パターンをシステム構成に応じて重複しないように複数マッピングし同時に実行する検証ツール（APnetTP）を開発した。本稿では、この検証ツールによる検証の妥当性および検証効率について報告する。

2. ネットワークの検証

ネットワーク構成として、AP3000で採用している双方向二次元トーラスを対象として検討した。（図1）

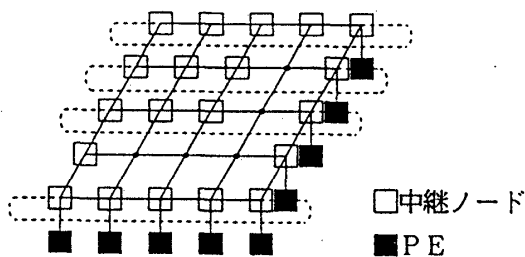


図1 双方向二次元トーラス

ネットワークの検証では、任意の2つのPE間の通信機能を確認する必要があり、そのパターン数は、PE数をNとすると

$$\text{検証パターン数} = N^2 / 2$$

となり、PE数の増加とともに2乗のオーダーで増加する。

3. 検証方式

ネットワークの中継ノードの機能に着目すると、送信、受信、中継の3機能に分類できる。更に、通信方向を考慮すると、各ノードについて以下の3試験要素を導くことができる。（図2）

(1)送信・受信

- ・自ノードに接続されたPEからの他ノードへの送信または他ノードからのPEへの着信
- ・通信方向は、East/West/North/South の4方向

(2)中継A

- ・同一軸上にある隣接するノード間の中継
- ・通信方向は、E-W/W-E/N-S/S-N の4方向

(3)中継B

- ・異なる軸上にある隣接するノード間の中継
- ・通信方向は、E-N/W-N/E-S/W-S の4方向

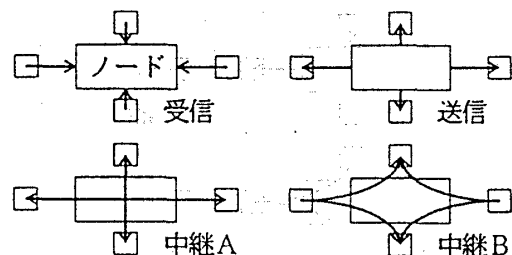


図2 試験要素

これらの試験要素をPE間の試験に適用すると、任意の2PE間の通信の試験はこれらの試験要素の組合せに帰着できる。逆に言えば、各ノードについて、上記の試験要素を全て検証できれば、システムとしてもネットワークを検証できたことになる。

Verification method for network of parallel processing system

Toshihiro Morimoto, Tetsuji Nakamura, Hiromi Shimada

一例として中継Bについて説明する(図3)。この試験要素に必要な最小構成は、 2×2 のネットワーク構成であり、これを基本パターンと定義する。

(1)基本パターンの配置

基本パターンをシステム全体に重複かつ隙間のないように配置する。基本パターン間では、並列に試験可能となる。

(2)基本パターンの移動

トラスネットワークの特徴から、基本パターンをX軸およびY軸上で ± 1 ずつ移動する。各中継ノードが基本パターンの4つの頂点(図3の■部分)に位置するように①から④へ移動することで、全ての試験要素を割り当てることができる。

以上により、PE数に関係なく一定の時間内でネットワークの検証が可能となる。

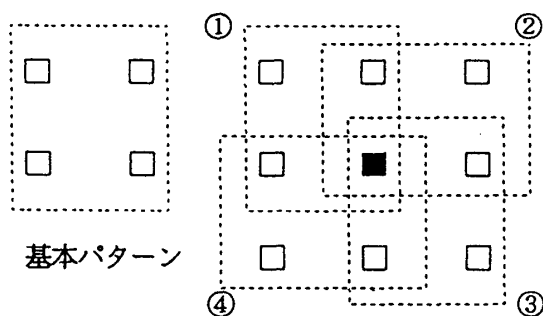


図3 基本パターンと移動

4. 実現方法

APnetTPの構造を図4に示す。制御WSに存在する試験制御部と各PEに存在する試験実行部から構成されている(図4)。WSとPEの間はB-netにより接続されており、試験実行部と試験制御部はsocketインターフェイスを使用して、制御情報をやりとりしている。

(1)試験制御部

- ・試験の開始・終了の指示、結果の表示
- ・基本パターン配置
- ・試験PE組合せ決定

(2)試験実行部

- ・PE間通信機能の試験

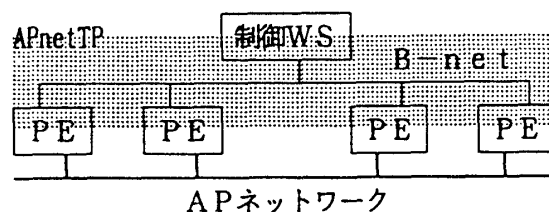


図4 APnetTPの構造

5. 評価

本検証方式による検証時間について、PE数ごとの理論値およびAPnetTPによる実測値(一部予測を含む)を図5に示す。検証時間は、基本パターン(2×2 のネットワーク構成)に対する倍率により示している。検証時間は、PE数とは無関係に、ほぼ一定であることがわかる。

また、基本パターン内の試験に係わる中継ノードの割合から、システム全体の中継ノードの同時に試験される割合も、75~100%であり、本方式は負荷試験としても有効であることが分かる。

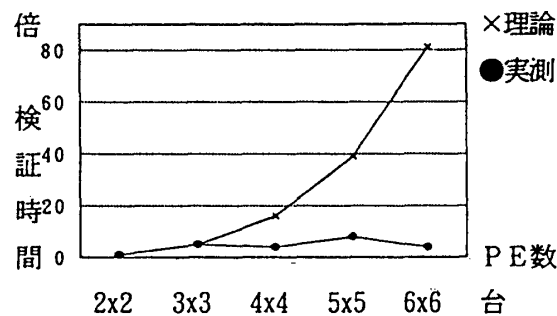


図5 PE台数と検証時間の関係

6. 結び

今回、APnetTPをAP3000の検証に適用した。大規模化する並列計算機システムの検証において、機能の検証に必要な最小の構成に分割して並列に試験する方式は、検証効率の非常に高い方式であることがわかった。

参考文献

- (1) 嶋田 "高並列計算機AP1000上での並列プログラミング"、情処学第51回全国大会、1P-5、6-79-80 (平7)