

3P-4

データフローマシン TOPSTAR-II  
 における ノード割り付け手法  
 中田 恒夫 田中 英彦 元岡 達  
 (東京大学 工学部)

1. はじめに

データフローマシンTOPSTAR-II上のデータ駆動システムではデータフローグラフにおける各ノードをCM<sup>†</sup>に固定的に割り付ける方式を採用している。ノードの割り付け方により処理速度が大きく変化することは従来から指摘されてきたが、割り付けは人手で行なわねばならず、ユーザに大きな負担を強いている。

今回は、ループのないデータフロープログラムに対し自動割り付けを行なう際の問題点を指摘し検討を加える。

2. リレーノード

TOPSTAR-IIでは、ノードに相当するプロシージャを実行できるのはそのノードを持つCM及び結果の送り先ノードを持つすべてのCMに直接結合しているPM<sup>†</sup>に限られる。一方、CM-PM間結合は図1に示すように部分結合であるため“遠い”CMに結果を送りたい場合は途中にリレーノードを入れる必要がある。

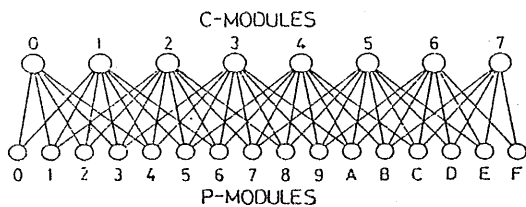


図1 TOPSTAR-IIの構成

更に、上述のCMが広い範囲に分布していると、プロシージャを実行し得るPMの数が少なくなり(表1参照)

そのノードが“後天的”クリティカルノード<sup>††</sup>となるかあるいは特定のPMに負荷が集中し処理能力を低下させることになる。

CM間距離	0	1	2	3	4~
共有PM数	8	6	4	2	0

表1 CM間距離と共有PM数の関係

このため、届かないところにリレーノードを入れるだけでなく、届くところでも処理能力を高めるために積極的にリレーノードを入れる必要がある。ただし、むやみにリレーを行なうことはオーバヘッドを大きくするだけなので控えねばならない。

リレーノード自体もコンパイル時に割り付けられる。ここでは、プロシージャを実行し得るPMの数をそれぞれCM間の共有PM数に着目し、以下の4種の条件に基づく挿入法を考える。

1. 最大CM間距離3  
(届かないところにのみ挿入)
2. 最大CM間距離2
3. 最大CM間距離1
4. 最大CM間距離0  
(一旦同じCMに戻す)

以上の方式を表2の応用プログラムにおける2種類の割り付けそれぞれに対して適用し処理速度を測定したところ図2のような結果が得られた。

TOPSTAR-IIではCMが1次元方向に伸びているためデータを送る方向が2方向あるが、最も優れた3の方式ではデータを2方向に送る際に、

<sup>†</sup> CM: Communication/Control Module  
 PM: Processing/Module

<sup>††</sup> これに対しデータフロープログラムの構造自体に起因する“先天的”クリティカルノードが考えられる。

ノード数	36	個
入力データ数	256	個
実行時間 (7°ロシーダのみの総和)	398.4	sec
7°ロシーダ } 実行回数	9215	回
7°ロシーダ } 平均実行時間	43.23	msec

表2 応用プログラムのプロフィール

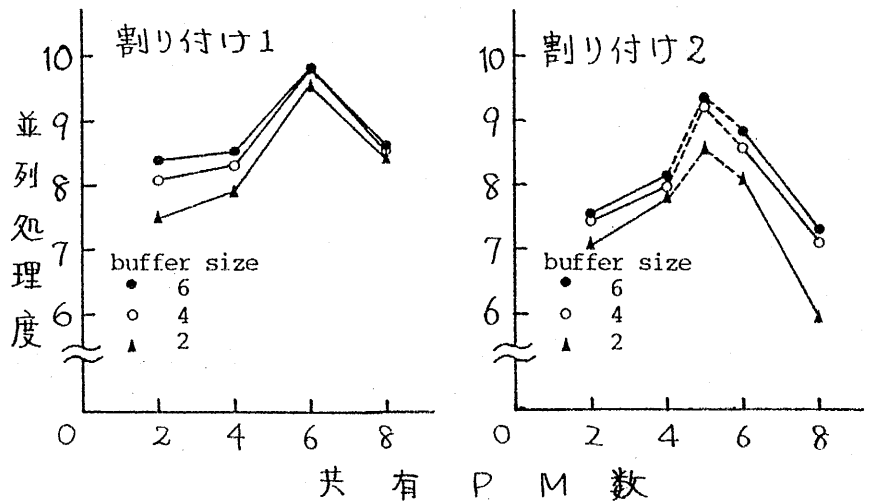
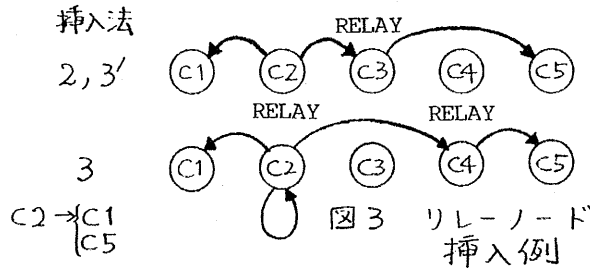


図2 リレーノード挿入法と処理速度の関係

不自然な形をとる(図3参照)。そこでデータを2方向に送らねばならない場合に限り両隣りに送る方式3'が考えられる。図2の破線が3'の方式によるもので最良の結果を与えている。なお割り付け1はデータの流れる方向が1方向なので、3と3'は同じ結果となる。



3. ノード割り付け法

ノード割り付けにおいて考慮に入れるべき項目は、主に次の2点である。

1. データ転送のオーバヘッド
2. 負荷分散

図4のデータフローグラフを4台のCMに割り付ける場合、どちらを重視するかによって全く異なる割り付けが得られる(表3参照)。

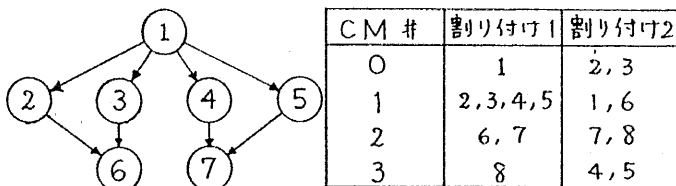


表3 割り付け例

図4 データフローグラフ

先の応用プログラムで、1を重視、2を重視及びランダムな3種の割り付けを行なって処理速度を測定したところ次の結果が得られた。

割り付け	並列処理度
データ転送量重視	9.53
負荷分散重視	9.39
ランダム	7.90

表より明らかのように、1と2のどちらを重視するかは処理速度にあまり影響を与えない。割り付け法としては1を重視する方式の方が単純であるため、原則的にデータ転送量を重視した割り付けを考え、その上で負荷分散を図る方式が実際的である。

4. おわりに

割り付け法に関する実験を行ってきた結果、7°ロシーダの処理が比較的重い応用例を考える限りでは、リレーノードをうまく挿入すれば単純な割り付け法でも十分に性能が上がるのがわかった。他の応用例に対しても有効性を確認し、自動割り付け法の具体化を行ないたい。

<参考文献>

中田 他. 「データフローマシンによる故障シミュレータの性能評価」  
第25回情報全大 pp.75~76