

意味記憶システム I X

-意味ネットマシン I X M 2 の構成-

3W-2

樋口哲也、古谷立美、半田剣一、楠本博之、国分明男
(電総研)

1. はじめに

意味ネットワークの処理は、扱うデータ数の増大に伴って計算量が爆発的に増加する性質がある。このため自然言語をはじめとする意味ネットワークの応用の現場では、計算量の増加をいかに抑制するかが、アルゴリズム開発時の要諦の一つとなっている。

大規模な意味ネットワークを扱うためには、処理アルゴリズムのオーダを低減することがポイントであり、そのためには超並列計算機の導入が必須である。スーパーコンピュータのベクトル処理の効果は意味ネットワークではあまり期待できない。

このような背景から電総研では意味ネットワーク処理向き並列マシン I X M の開発を進めている。I X M は、大容量連想メモリを備えたマルチプロセッサシステムである。現在稼働中のプロトタイプは33台の P E と大容量連想記憶(128KW まで実装可能)から成り、SUN-3/260上の Quintus Prolog と接続して、基本処理機能の評価とプログラム開発を進めている。

これと並行して、73台の P E から成る I X M 第2版(I X M 2)の開発を行ってきたが、そのハードウェアが完成したので、本稿ではその概要について述べる。

2. I X M 2 の目的

I X M 2 では、プロトタイプに対して主に次のような点の改良を図っている。

(1) ネットワーク P E

提案している I X M のアーキテクチャは、意味ネットワークを連想記憶上で格納・処理する P E と、マカ伝搬の並列化と P E 間通信を行うネットワークプロセッサ(NP)から成る。プロトタイプでは、P E を NP としても使えるよう一種類の基板のみ製作したので NP の機能が弱く、このため I X M 2 ではブロードキャスト機能を強化した NP 用基板を作成した。

(2) P E 台数の増強

意味ネットワーク処理専用の P E を64台に増やし、10万リンク以上のネットの並列処理を行う。

(3) 完全結合をベースにした再帰的な P E、および NP 間接続方式 - 後述

(4) リンク速度の向上

プロトタイプでは、32台の P E 間の相互接続をプログラム制御とした結果、実装上、基板間の物理的距離があき、今は10Mbpsで妥協している。I X M 2 では約300本余りの P E 間、NP 間接続のすべてを20Mbpsで行う。

3. I X M 2 の全体構成

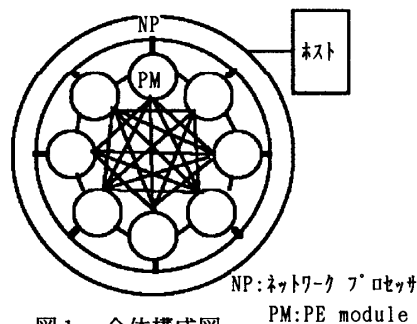


図1 全体構成図

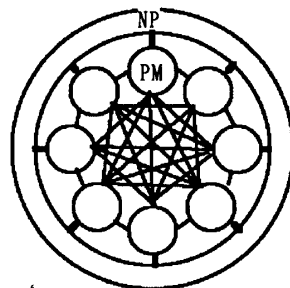


図2 PMの構成図

I X M 2 は、多数台の接続を実現するために、再帰的な接続方式を採用している。図1に全体構成の概念図を示す。ホスト

計算機につながる NP の下に8つの P E モジュール(P M)が接続され、かつこれらの P M 間は完全結合する。

図2は P E モジュール(P M)を示している。P M 内部もさらに P M から成っている。

つまり両図からわかるように P M は、その中に P M を含んでいるという点で再帰的である。但し、最も内側の P M は、P E ボード、つまり連想メモリ付きのトランスピュータボードとなる。

今回完成した I X M 2 は、8つの P M と1台の NP からなる。全体の構成図を図3に示す。一つの P M は、8台の P E (最も内側なので、P M ではなく P E) と、1台の NP から成る。

8台の P E は、互いに完全結合されていると共に、NP に対して、それぞれ1つの接続リンクを持つ。この接続リンクは、通常の P E - NP 間通信に加え、NP から P E へのブロードキャストとし

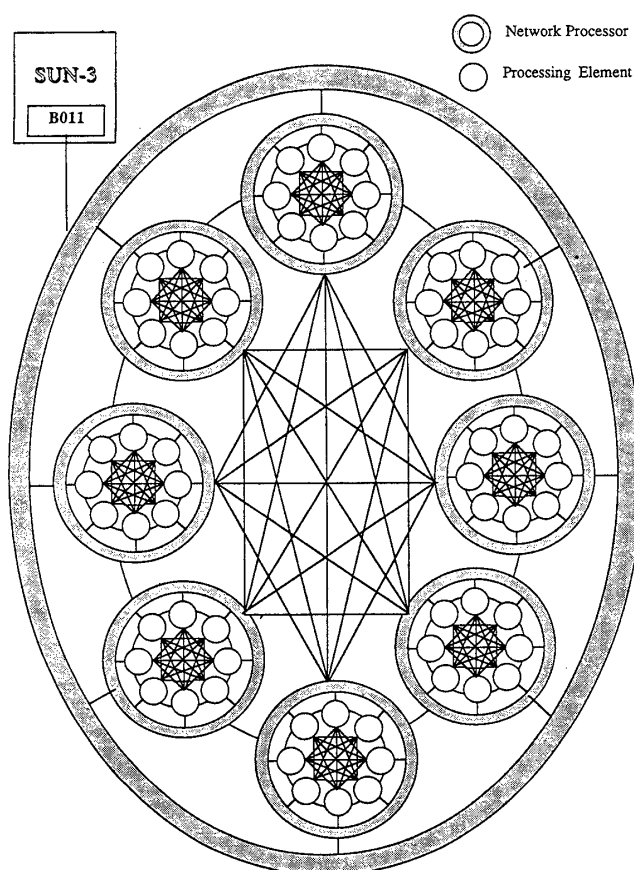


図3 IXM2の全体構成図

でも使われる。

1台のNPは、図1からわかるように、他の7台のNPとの完全結合を持つと共に、上位のNPへの接続を持つ。従ってNPは下位の8台のPM (PE)、同一レベルの7台のNP、及び上位のNPへの接続、の計16本の接続を持つ。しかもこの16本は、ブロードキャストとしても利用できるため、マーカ伝搬の並列化が可能である。このブロードキャストの宛先は連想メモリに格納しているため、転送相手を効率的に決定できる。

4. 接続トポロジーの選択

この構成を考えるうえでの制約条件は、リンク接続であること、メッセージ交換であること、多数台(数百台)に対応できること、の3つとした。

一般にマルチコンピュータ(ローカルメモリを持つPEの集まり)の相互接続ネットは、両極端に共有バスと完全結合を持つスペクトラムの中で決定される。PE間接続のトポロジーとして、最も能力が高いのは完全結合であるが、コストが台数の二乗に比例するため、通常は敬遠される。

しかしリンク接続を前提に8台程度をモジュールとし、これを階層的に組み合わせ、大規模システムをつくることは、実装、コストの両面におい

て十分に実現可能である。

MIMDシステムを実現する場合、数十台までは共有メモリ型、数百台ではメッセージ交換という見方があるが、IXM2の場合はトランスペュータを採用するため台数に拘わらずメッセージ交換で行くしかない。メッセージ交換型は、iPSC, Ametekなどの例をみると、メッセージ伝搬遅れがミリ秒単位のオーダーで、決して速いとはいえない。IXMではこのあたりを完全結合で改善したい。少なくともメッセージの中継PEが無い分、シリアルリンクの遅さを補う。

完全結合は、8台のPE間を基本単位としているが、この範囲を越えるとNPを介した交信になるので効率が落ちる可能性がある。しかしこの8台の空間は、意味ネットワーク数でいうと1万6千リンクであり、その範囲に交信の局所性を留めることは意味ネットワークのアロケータで対応することにより、十分に可能と考えられる。

この相互接続ネットでは、完全結合の効率の良さと、大規模システムへの拡張のしやすさの両立を目標としている。

5. ネットワークプロセッサの構成

トランスペュータT425と、16個のリンクアダプタ、ブロードキャスト先を効率的に決定するための2KWの連想メモリを中心に構成する。T425はトランスペュータの最新チップで、T800から浮動小数点演算器を取り除いたものである。

6. おわりに

現在は図4に示すようにIXM2のハードウェアが完成し、ソフトの開発を進めている。末筆ながら連想メモリでご援助を頂いているNTT・L S I研究所の小倉武氏、ご援助・助言を頂いたインモスの望月部長、本研究の機会を与えられた柏木電総研所長、日頃ご指導頂く棟上情報アーキテクチャ部長に感謝する。

1) 小倉、他: "20Kb CAM(Content Addressable Memory) LSI", 信学技報, CPSY87-23, p. 31-37, 1987.

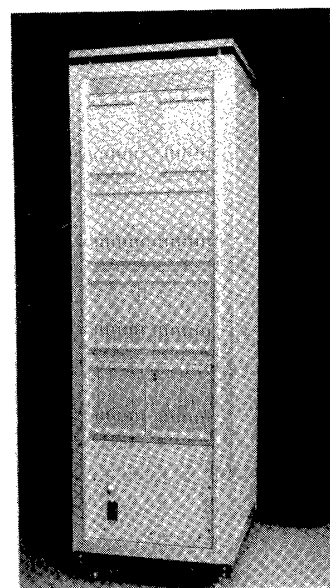


図4 IXM2の外観