

# ギガビットネットワークを用いたPCクラスタ上におけるGA (TSP問題への適応)

Implementation of Genetic Algorithms on a PC Cluster with Giga-bit Networks

廣安 知之<sup>1)</sup>, 三木 光範<sup>2)</sup>, 中野 猛<sup>3)</sup>

Tomoyuki HIROYASU, Mitsunori MIKI and Takeshi NAKANO

1)同志社大学 工学部 tomo@is.doshisha.ac.jp

2)同志社大学 工学部 mmiki@mail.doshisha.ac.jp

3)奈良先端科学技術大学院大学

In this study, a PC cluster using the Myrinet network is constructed. Myrinet is one of giga bit networks and has wide band width and short communication latency. A genetic algorithm is performed on the PC cluster and TSP problems are solved. At the same time, the implementation of GA on the PC cluster is discussed. It is clarified that it is good to send a pair of genes to each node, because the PC cluster with Myrinet has a short latency. It is also pointed out that the load balance is very good with Myrinet compared with the Ethernet.

**Keywords:** Genetic Algorithms, PC Cluster, Myrinet, Parallel Computing

## 1. はじめに

PCの高性能化,低価格化はここ数年で急速に進み,これまで並列計算を専用に行うよう設計された超並列計算機と同等の性能を市販のPCを高速相互接続網で結んだPCクラスタによって得ることが可能となってきた.

本研究ではギガビットネットワークの一つであるMyrinet[1]によって接続されたPCクラスタを構築し,その上に複雑な組み合わせ最適化問題の解を探索可能な遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm: GA)を実装する.それにより,クラスタの性能を調査し,ギガビットネットワークによって接続されたPCクラスタではどのようなGAの実装方法が適当であるかを検討する.

## 2. クラスタの基本性能

MyrinetとはMyricom社が開発,販売しているギガビットネットワークである. MyrinetのホストインターフェースにはLANaiと呼ばれる32bit-RISCプロセッサが搭載されており, Myrinet上の通信プロトコルを制御する. ホストインターフェイス間を接続するスイッチはカットスルー・ルーティングを行うクロスバ型のスイッチであり,ネットワークトポロジを比較的自由に構成することができる.現在のMyrinetと汎用PCを用いた時に得られた最高性能は126.1(MB/s),最低通信遅延は4.7(μsec)である[1].これは理論最高バンド幅が160(MB/s)であることを考えると約8割の性能を引き出していることになる.しかしながら,この性能を引き出すためにはzero-copy通信を行える従来とは異なったネットワークドライバが必要となる.本研究ではフランスで開発されているBIPドライバとRWCPにより開発されているPMドライバを使用しPCクラスタおよびGAの性能の検討を行った.

本研究で使用したPCクラスタは8nodeから構成されている.各Node-PCはEthernet switchおよびMyrinetで接続されており,それぞれを切り替えて使用することが可能である.

基本性能を測定する際には,先に述べたBIPドライバおよびPMドライバを使用し,GAを実装する際にはPMドライバを使用している.

図1および図2にバンド幅と通信遅延の測定結果を示す.これらはNetlibに収録されているMPI用のバンド幅,通信遅延測定プログラムを利用して,100Base-Ethernet(TCP/IP)とMyrinet(BIP, PM)のそれぞれを測定したものである.

図1より100Base-Ethernetに対してMyrinetはバンド幅においてある程度以上のサイズのメッセージを通信する場合には性能が際立つことが明らかである.しかしながら,実際の問題においてそのような大きなサイズの

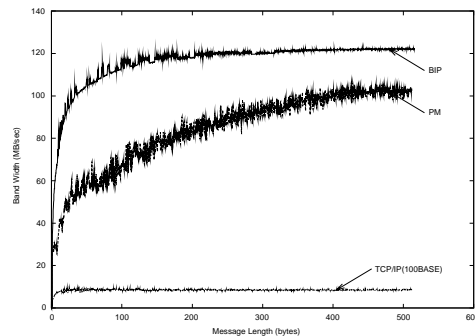


図1 バンド幅

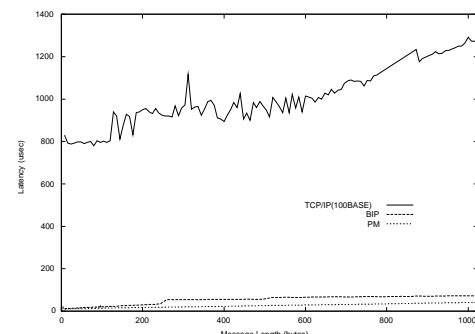


図2 通信遅延

メッセージを通信することはまれであると考えられる。それに対して、図2より通信時間においては、Myrinetは極めて短いことがわかる。BIPドライバはPMドライバに対してバンド幅では勝るが通信遅延においてはわずかに劣っている。

次に並列コンピュータの実行性能を知るためにNAS Parallel BenchmarksのLU問題のテストを行う。ここでのLUベンチマークは40Bytes程度のデータが頻繁に通信されるような問題である。その結果を図3に示す。

Ethernetにおいて4ノード以上ではスイッチ内部での

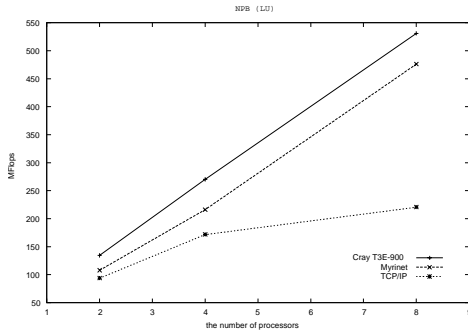


図3 LUテストによる実行性能

転送待ちに起因したコリジョンが各ポートに発生していると考えられ、性能の伸びが急に落ちている。それに対してMyrinetは極めて高い性能を示していることがわかる。このように、Myrinetの特徴は広いバンド幅だけでなく、通信遅延が短いことが挙げられ、それによってもたらされる高性能が次に説明するGAなどのアプリケーションを実装する際には重要となるものと考えられる。

### 3. PC クラスタへのGAの実装

構築したギガビットネットワーク接続されたPCクラスタ上にGAを実装し、検討を行う。ここでは、巡回セールスマン問題(TSP)を例題として取り扱う。

ここでは巡回する都市の順番どおりにコード化するパス表現を使用している。また交叉方法としては、サブツアー交換交叉[2]を用いている。これは親2個体のそれぞれが持つ順路情報から重なっている部分を取り出し、その部分のみ親同士で交換し、新たな子を生成するという方法である。

本研究では並列化として、評価部分と交叉部の並列化のみを行っている。すなわち複数の個体をマスタからスレーブへ送信し、交叉、評価が終わってからマスタへ返却し、マスタはまた新たな個体をスレーブへ送信するという処理を全個体が終わるまで続ける。これによりロードバランスの問題が回避することが可能となる。

予備実験により20個体ずつ送信することがEthernetにおいてはもっともクラスタの性能を引き出すことが可能であることが明らかとなっている。そこで、この時のTSPLIBにおける561都市問題(pa561.tsp)の結果を図4に示す。この図において縦軸には最適順路の巡回コストでそのときの最良巡回コストを割った値をRate of Gapとして示している。

一方、Myrinetにおいては通信遅延が短いことが特徴の1つであるので、2個体ずつ送信した際の結果を図5に40個体ずつ送信した際の結果とともに示す。図4および図5より2個体ずつ送信した方がより早くよりよい解が得られていることがわかる。

図6および7には各ノードにおいて評価関数の呼び出し回数を示している。これにより、Myrinetは各ノード

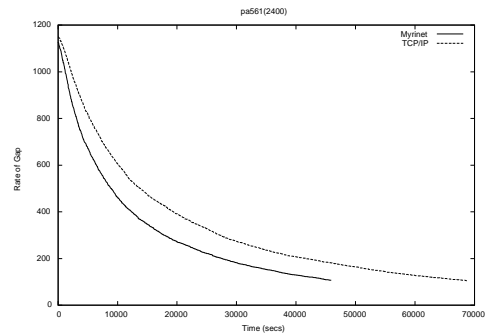


図4 20個体送信

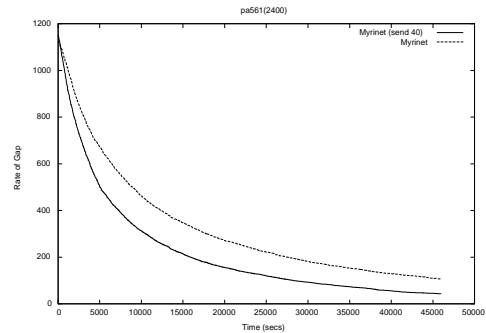


図5 2個体送信

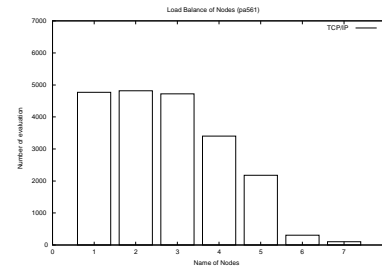


図6 各ノード評価関数呼び出し回数(Myrinet)

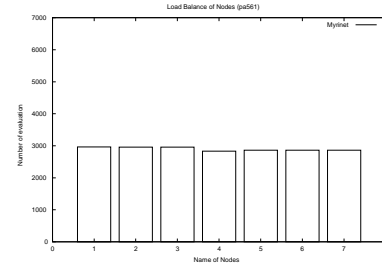


図7 各ノード評価関数呼び出し回数(Myrinet)

が平均的に使用されているのに対して、Ethernetではノードの利用頻度にばらつきが生じている。

### 4. 結論

本研究ではMyrinetにより接続されたPCクラスタにGAを実装し、TSP問題を通じてその特性を検討した。MyrinetにおいてはEthernetに対して通信遅延が極めて短いことが特徴の1つであり、そのため、各ノードに2個体ずつ送信するような通信を頻繁に行うような実装が適していることが明らかとなった。

### 参考文献

- [1] <http://www.myri.com/myrinet/performance/index.html>
- [2] 山村他, 人工知能学会誌, 1996, pp.1049-1059