

広域メトロポリタンネットワークにおける分散コンピューティングの提案

前川友徳、鎌谷修、高原厚

NTT 未来ねっと研究所

1. 前書き

クラスタ型の並列コンピューティングに関しては様々な研究・開発が行われている。近年では Top500 Supercomputer のリストにも 5 位と 8 位に PC Cluster がリストされているよう⁽¹⁾に、ますます PC Cluster を使用した Supercomputing の研究・開発が盛んになっている。今後、アクセス網の大容量化によって、複数都市内に分散した、PC Cluster によるコンピューティングも可能になると考えられる。本稿では、広域メトロポリタンネットワーク上で、アクセスネットワークに Gbps クラスの回線を用い、フォトニックネットワーク上でルーティングを行い、容易に使用することが可能となる分散コンピューティング環境の必要条件を示す。

2. アクセス系伝送帯域の予測

図 1 は現在までの一般ユーザの加入者系データ帯域の変遷を示している。ここでは、メタル回線は主にアナログモデムのデータ速度の変遷を示している。このグラフのメタル回線速度の伸びによると 10 年で 20 倍以上の回線速度となっていることが判る。現在、光ファイバーを用いたサービスは始めたばかりということもあり、100Mbps のサービスが最速であるが、同様な直線を描くと仮定すると 5 年後には、Gbps のサービスも開始されると思われる。また、技術的には、

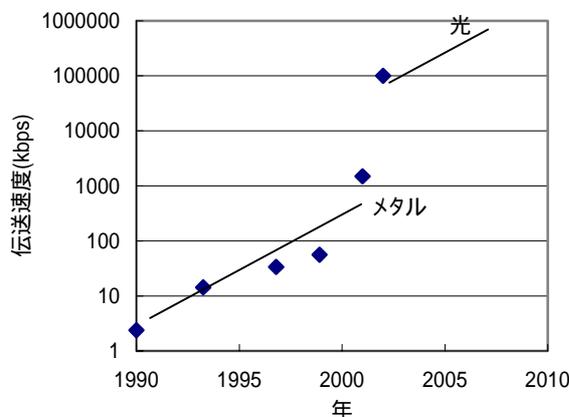


図1: アクセス系伝送速度の変遷

セス系に使われている SM ファイバを用いて、低コストで 100Gbps のサービスが可能であると予想されている。

3. 距離と遅延

図 2 は、伝送距離と遅延時間を示している。この図からもわかるように、東京を中心とした関東圏 40km の範囲でも、0.2msec 程度の遅延であり、これは、ルータによる遅延(平均して数十 msec 程度)よりも遙かに小さい数字であり、光伝送路での遅延は無視できる。また、遅延を重視する場合には、在来のルータによる電氣的なパケット処理ではなく、高速な光ルータによるパ

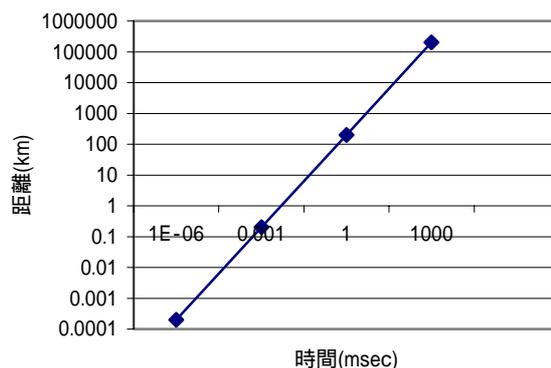


図2: 時間と伝送距離

ケット処理⁽²⁾が必要となる。光ルータではパス設定時間は、経路計算時間とシグナリング時間の和である。経路計算時間はネットワークのノード数とパスのホップ数に依存し、シグナリング時間はホップ数だけに依存する⁽³⁾。ノード数、ホップ数、距離等によるが、概ね 1msec 以内である。この場合、数 msec 程度のアクセスタイムのある HDD に対しては、ほとんど距離の影響を感じさせず、アクセスすることが可能である。それでも、サブ msec オーダーでの遅延が起きることは避けられないので、特に頻繁にメモリアクセスを必要とする場合は、ソフトウェア側での対応(キャッシュ等による速度調整機能)が必要となる。

CWDM(Coarse WDM)を用いることによって、アク

4. 光ルーティング処理の利点

光ルーティングは伝送波長によりルーティングを行うため、光電気処理光という操作が不要である。そのため、パケット処理に要する時間がいらず、きわめて高速にルーティングが可能である。また、ルーティングを波長で行うので、異なるプロトコルのパケットが混在している場合でも、ルーティングが可能である。これは、IP プロトコルにこだわることなく、分散コンピューティングに最適なプロトコルを選択することが可能となる。

5. 運用イメージ

各 PC (あるいは小規模 PC Cluster) は、Gbps 以上の高速アクセス網によって各ユーザ宅に設置されている。局舎には光ルーターが設置されており、これによりルーティングがされ、フォトニックネットワーク内でルーティングされる。これによって、高速でかつ、プロトコルに依存しない、ルーティングが可能となる。ここで、ホストコンピュータは、局舎などの各ノード、あるいは、より高位の中継ノードに設置することが可能である。

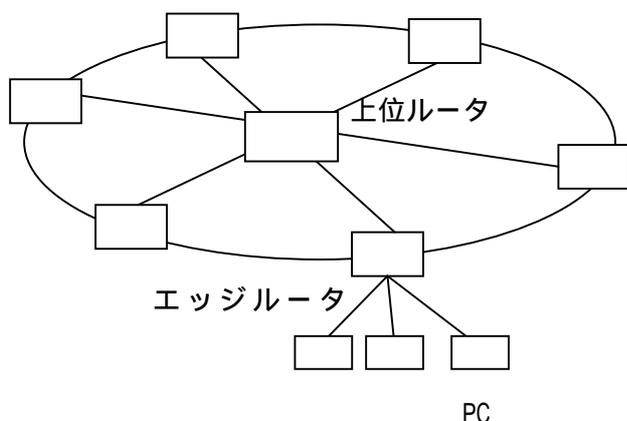


図 3: ネットワークイメージ

6. 課金とアプリケーション

現在、大型コンピューターを使用する場合には、使用時間に応じて料金が定められている。これは通信に例えて言うならば、従量課金である。通信においては現在、アクセスネットワークにおいてもベストエフォートな定額料金が主流になりつつある。これと同様な事が分散コンピューティングにおいても、適用が可能であろう。すなわち、分散コンピューティングネットワークへの接続料金のみをユーザから徴収し、接続 PC を常時稼働状態とすることを条件に、ユーザが使いたいときに自由に利用する環境である。これにより、課金関連の処理を大幅に低減し、

低コストで、分散コンピューティング環境を構築することが可能となる。ただし、ユーザによる計算機資源の独占的使用を防ぎ、各ユーザになるべく平等に計算機資源を使用するために何らかの制限、通信における QoS 保証、をあわせて提供する必要がある。

図 3 はネットワークの一つの例である。各個人の PC はエッジルータに接続され、各エッジルータはより上位のルータに接続されている。エッジルータは、各ユーザからの処理要求に対して、必要な処理能力の分析をある程度行い、他のユーザの PC に対して、処理能力に応じたルーティング、あるいはより高い処理能力が必要となったときに、上位ルータに処理能力の分配を要求する事ができることが望ましい。上位ルータはこうした各エッジルータからの処理要求に対して、他のエッジルータへ配下の PC に処理を委ねるよう制御される。

また、アプリケーションであるが、SOHO 環境においても、高速なコンピューティング能力を自由に使えると言うことは、大きな魅力となると考えられる。大学や企業などの研究機関のように、自前のスーパーコンピューターを持っている場合には、問題の解空間が広く計算量を必要とする問題では、スケーラビリティがあるこのような広域分散コンピュータ環境の利用価値は高いと思われる。

7. 結論

今回、広域メトロポリタンネットワークにおける分散コンピューティングについて提案した。本稿で提案した、分散コンピューティングは、広域メトロポリタンネットワーク上で、アクセスネットワークに Gbps クラスの回線を用い、フォトニックネットワーク上でルーティングを行い、容易に利用可能となる分散コンピューティングである。今後、これに必要な、各種課題について、検討を進めていきたい。

参考文献

- (1) <http://www.top500.org>
- (2) 島野他、フォトニック MPLS ルータによる IP と光ネットワークの融合、2001 年電子情報通信学会通信ソサエティ大会
- (3) 松浦他、GMPLS による光ネットワークの波長パス制御、2001 年電子情報通信学会通信ソサエティ大会