

トランスピュータを用いたプロトコルシミュレータの構成

1 E - 4

藤田 博文, 相田 仁, 齊藤 忠夫

東京大学 工学部

1. はじめに

コンピュータ・ネットワークにおけるプロトコルを評価するとき、通信における各手順に必要な時間を加算しながら通信状態のシミュレーションを行なうことにより、遅延時間やスループットを求めることができる。しかし、多層構造のプロトコルや、種々のネットワークの条件を対象とするような複雑なモデルのシミュレーションには、膨大な時間が必要となることが多く、適切な評価が困難な場合がある。

そこで、複数のプロセッサを用い、各プロセッサを通信ノードとみだてることで、通信における各時間の計算を並列に処理し、計算時間を短縮することを考える。本稿では、通信シミュレータの簡単なモデルとして、スロテッドリング型のネットワークを評価するためのシミュレータの構成と、各ノードでのセルの送信待ち時間の評価について示す。

2. シミュレーションの方法

OSI 参照モデルで表されるような多層のプロトコルを評価する場合や、伝搬遅延や伝送速度、誤り率などの複雑なネットワーク条件を考慮する場合、解析的な手法では現実に即した評価が困難であった。

こうしたことを考え、筆者らはこれまで、通信ノードと伝送路をプロセッサを用いて模擬することでネットワークのモデルを構成し、伝送路で誤りを発生させ、通信ノードで実際のプロトコル処理を行なうことでエンドノード間のスループットや伝搬遅延を評価してきた [3][4]。

しかし、通信ノードおよび伝送路を模擬するためのプロセッサとして用いたトランスピュータとよばれるマイクロプロセッサでは、内蔵のリンクインタフェースを用いて行なうトランスピュータ間の通信の速度が 10 数 Mb/s 程度に限られている。このため、このよう

な実際の通信処理を行なうことによる方法では高速通信の評価には限界があった。また、バルクデータ転送についてエンドノード間における評価には有効であったが、ネットワークの負荷や他ノードからのトラフィックによる影響については十分に評価が行なえなかった。

そこで、エンドノード間における通信時間を測定するのではなく、各通信ノードや伝送路における処理に対して、タイムスタンプを付加した情報を通信ノード間で交換することにより、評価を行なうことを考える。

各トランスピュータは複数の VME バスボード (IMS B014) 上にあり、TCP/IP インタフェース (IMS B300) を介して UNIX 計算機と Ethernet 上で接続されている。並列記述言語 occam2 プログラムをコンパイルしたオブジェクトが UNIX 計算機から各トランスピュータに送られてプログラムが実行される。シミュレータは 20 個のプロセッサ (T425 および T805) を用い、19 個のプロセッサをリング状に接続する。そのうちの 1 つには通信シミュレーションを制御するためのプロセッサを 1 つ接続する。

3. シミュレーションの対象

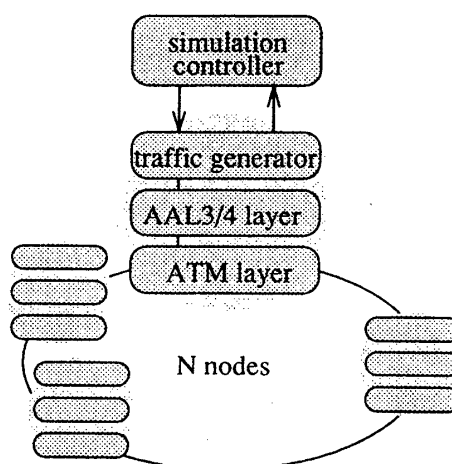


図 1: 通信ノードにおけるプロセス

図 1 に示すように、リング型のネットワークをシミュレーションの対象とする。各通信ノードはトラフィック

生成プロセス, AAL3/4 レイヤプロセス, ATM レイヤプロセスという 3 つの occam2 並行プロセスから構成される。各ノードの ATM レイヤ間ではタイムスタンプを付加したスロットを送受する。ノード遅延と伝搬遅延を ATM レイヤで計算し、タイムスタンプを更新する。複数の通信ノードを 1 つのプロセッサに割り当てることで、任意の数のノードを持つリングをシミュレートすることが可能である。

4. 結果

シミュレータを用いて、各ノードで発生させる負荷を変化させたときの、セルの送信待ち時間を測定した。図 2 の横軸が伝送速度に対する全負荷、縦軸が送信待ち時間の平均値である。すべてのノードで同じ負荷を発生させた。シミュレーション条件は以下のように設定した。

伝送速度	155.52Mbps
ノード数	25
ノード間距離	1.0km
伝搬遅延	5.0 μ s/km
トポロジ	一方向リング
ノード遅延	0.26 μ s
伝送誤り	なし

各ノードには無限の大きさの送信バッファがあるものとし、各ノード間ではトラフィック制御を行なわない。すなわち、各ノードでは送信データがある場合に空きスロットを受信すると必ず送信を行なう。負荷のあて先は 1 スロットごとにランダムに選ばれたとした。信頼係数 95%、信頼区間 10% となるようにシミュレーションを繰り返した。

負荷が 1.7 を越えると待ち時間は収束しなくなり、1.8 のところで 1ms 以上、1.9 では 100ms 以上となった。

5. 終わりに

複数のトランスピュータを用いて通信シミュレーションを並列に行なうシミュレータの構成について示した。ここに示したモデルはリング型であり、さらにスロットという形で計算のトークンを周回させることにより各プロセッサ間における計算のコンシステンシを維持することができたが、とくに負荷が少ないときには空

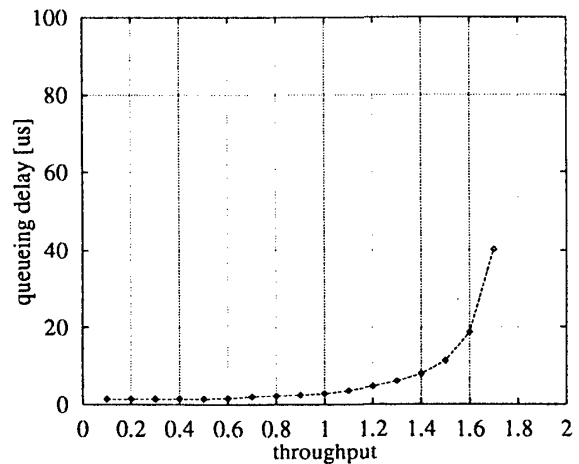


図 2: 負荷-平均待ち時間特性

きスロットが多くなり無駄な計算時間が増加する。リング型ではないトポロジでの通信において、さらに効率のよいコンシステンシの維持を探ることが今後の課題である。

参考文献

- [1] 山崎, 小林, 高木, ウォルフ, “単一バッファモデルによるスロットリング LAN の性能解析”, 信学論, Vol.J76-B-I, No.4, pp.340-348, 1993-4.
- [2] “TRANSPUTER REFERENCE MANUAL”, Prentice Hall, 1988.
- [3] 藤田, 相田, 齊藤, “トランスピュータによるプロトコル性能評価シミュレータの構成”, 情処全大, 1992 年秋.
- [4] 齊藤, 相田, 藤田, ゴーカイ, “トランスピュータによる多層プロトコルの性能評価用シミュレータ”, 信学論, Vol.J77-B-I, No.10, pp.602-608, 1994-10.