

ネットワーク管理システム AIMS の性能診断エキスパートシステム
に関する一検討*

4D-10

田口卓哉 木村 行男 Glenn MANSFIELD †

AIC ‡

1 はじめに

筆者らは、TCP/IP ベースのネットワークを管理するためのシステム AIMS (AIC's Internet Management System)[1] の研究開発を進めているが、その性能管理のための一機能として、ネットワークのユーザが他のノードにアクセスした時に度々経験するレスポンス遅延に対して、その発生場所、及び原因の診断を行なう「性能診断エキスパート・システム」[2] について検討を行っている。

ユーザによるローカルノードからリモートノードに対するアクセス処理時間の遅延増加、すなわちエンドノード間のレスポンス遅延増加は、エンドノード、ルート上の中継装置、又は回線への過大な負荷によって発生するものと考えられる。その際、その遅延が定常的な現象なのか、或はユーザがアクセスした時点のみの現象なのか、更には、その遅延が、主にどのノード或は回線で発生しているのか、の診断を行なうため、エンドノード間の待ち行列モデルについて検討し、そのレスポンス時間の数式による算出を目指すことにした。

本論文では、現在までに我々が検討したモデルについて述べ、レスポンス時間がノードのロードアベレージに大きく関連する、という我々の仮定に対する評価の一環として行なったエンドノード間での通信実験について述べる。

2 システムの動作概要

本システムでは、前章で述べたように、TCP/IP ネットワークのユーザが、ローカルノードからリモートノードにアクセスした時に生じるレスポンス遅延に対する診断を行なう。

ユーザの入力情報は、そのレスポンス遅延を感じた時刻、及びエンドノード(ローカルノード及びリモートノード)名或はIPアドレスである。ユーザによるこれらの情報の入力後、本システムは次のように動作する。

1. エンドノード間のルートの調査。
2. ルート上のノード、及び回線に関する情報の収集。
3. 収集情報からのレスポンス時間の算出。
4. レスポンス遅延発生場所及びその原因の診断。

1~2の過程では、X.500に準拠するディレクトリ・サーバに格納されるネットワーク構成情報[3]を利用する。それに加え、2では、時々刻々と変化する情報につ

*A Examination about Performance Diagnosis Expert System for the network management system AIMS

†Takuya TAGUCHI, Yukio KIMURA, Glenn MANSFIELD

‡Advanced Intelligent Communication Sys. Lab.

いては、時間概念を用いたMIB(Management Information Base)[4]を利用し、レスポンス遅延を感じた時刻及び定常時の各情報を収集する。3ではこの各時刻(時間帯)のレスポンス時間を算出し、4での診断でそれらを利用する。

3 エンドノード間の待ち行列モデル

図1のようにネットワークのユーザがエンドノード1→エンドノード2にアクセスする場合、回線、ルータやブリッジといった中継装置を経由する。レスポンス遅延は、エンドノードも含めたこれらのいずれかが原因となって発生する。エンドノード、中継装置、回線でのパケットの処理時間を各々 End_t 、 GW_t 、 l_t とすると、そのアクセス時間 T は、

$$T = \sum_{i=1}^2 End_t i + \sum_{i=1}^n GW_t i + \sum_{i=1}^{n+1} l_t i \quad (1)$$

となる。

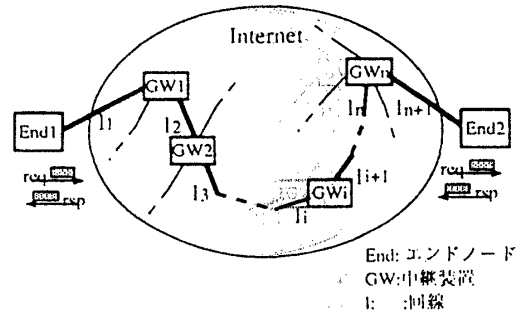


図1: エンドノード間の通信

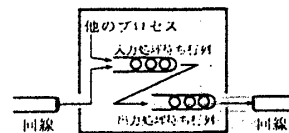


図2: 各ノードの待ち行列モデル

我々は、ノード内でのパケットの処理時間、すなわち式(1)の End_t 及び GW_t について、図2のような待ち行列モデルをあてはめて検討した。そうすると、各ノードでの処理遅延は次の待ち行列の状態によって決定づけられる。

1. 入力処理待ち行列
2. ネットワークインタフェース出力処理待ち行列

2のネットワークインタフェース出力処理待ち状態のバケットが多い時は、それはレイヤ2以下の処理での過大な負荷に起因すると考えられる。具体的には伝送路におけるトラフィックの輻輳等がある。

1の入力処理待ち状態のプロセスが多い時は、そのノード内に何らかの処理負荷がかかっている、ユーザが実行している通信処理の処理時間が劣化しているものと考えられる。この、ノード内の処理負荷による通信処理時間の劣化は、そのノードが、専用中継装置である場合と非専用中継装置或はエンドノードである場合とでは大きく異なってくる。ノードが前者である場合は、その製品の固有値であるバケット処理能力値、及び実際の中継バケット数から、通信処理の劣化状況を容易に把握することができる。一方、後者の場合、すなわち、ノードが、例えばUNIXシステムのように複雑な構成をとる場合は、そのノードに対する他のプロセスによる利用等も含めた分析が必要になり、詳細な検討が必要になってくる。

我々は、ネットワークを介して得られる情報を使って、ノード内遅延を推定するため、まずノードがUNIXシステムである場合、ノードの負荷を表すパラメータとして一般的に知られている、カーネルの実行キュー中の一定時間内における平均プロセス数を表す“ロードアベレージ”を、この入力処理待ち状態のプロセス数に大きく関連する値であると仮定した。次章では、この仮定の評価のため、実際にエンドノード間で実験を行なったので、その実験環境、及び結果について述べる。

4 レスポンス時間の測定

4.1 rcp(remote copy)による実験環境

ここでは、実験環境について図1をベースに説明する。本実験では、エンドノード1、2はUNIXマシンであり、測定は、エンドノード間に中継装置を介さない環境で、ネットワークの負荷が最小となる深夜に行なった。また、UNIXシステムでは通信処理を行なうコマンドにファイル転送等を行なうftp、リモート・ノードへのログインを行なうrlogin等があるが、ここでは、レスポンス時間をtimeコマンドにより容易に計測できるため、リモート・ノードへのファイルのコピーを行なうrcpコマンドを選んだ。

この環境で、エンドノード2に次のような処理を行なうプロセスを実行し、その時のrcpコマンドの処理時間、及びエンドノード2におけるロードアベレージを測定した。

- 負荷1 CPUの利用者モードのみで動作。
(for ループのみの実行)
- 負荷2 ネットワークインタフェースへ連続アクセス。
(ループバックへのアクセス)
- 負荷3 ディスクへ連続アクセス。
(writeによるアクセス)

4.2 実験結果

図3は、同実験により得られた結果を示すグラフであり、エンドノード2に各負荷をかけた時の、そのロードアベレージとrcp処理時間の関係を示している。図中のload1~3は上記負荷1~3に該当している。

このグラフから、負荷2のループバック・アクセスを行なうプロセスによるロードアベレージの増加では、rcp処理時間への影響は少ないが、負荷3のディスクア

クセス、及び負荷1のCPU利用者モード実行による場合、大きく影響することがわかる。

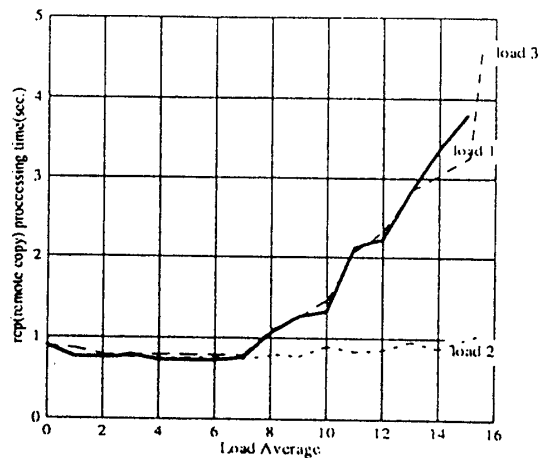


図3: rcp 処理時間とロードアベレージの関係

5 まとめ

筆者らは、ユーザが検出したエンドノード間のレスポンス遅延に対し、その原因を診断する性能診断エキスパート・システムの開発を目指している。エンドノード間でのレスポンス遅延増加は、エンドノード、ルート上の中継装置、又は回線への過大な負荷によって発生するものと考えられ、ノード内の通信処理時間について待ち行列モデルを作成して検討した。

ここでは、同モデルにおける入力処理待ち行列は、ノードがUNIXシステムである場合にはロードアベレージが大きく関連すると仮定し、UNIXコマンドのrcpによる実験を行なった。

その結果、エンドノード内での負荷1及び負荷3によって発生するrcpコマンドのレスポンス遅延は、そのロードアベレージによって推定できることがわかった。しかし、負荷2によって発生するレスポンス遅延の場合は、必ずしもロードアベレージは診断の参考にはならないことがわかった。

今後、入力処理遅延の他の要因が何であるのか、また、モデルの見直しが必要な場合は更に調査、検討を行なう必要がある。

参考文献

- [1] 村田ほか, “SNMPを利用したエキスパートネットワーク管理システムAIMSの実現と利用”, 情報処理学会92-DPS-54, pp.33-40, 1992.
- [2] 田中ほか, “ネットワーク管理システムAIMSのエキスパート性能診断機能”, 情報処理学会第46回全国大会論文集(1), pp.283-284, 1993.
- [3] G.MANSFIELD et al., “CONFIGURATION MANAGEMENT USING THE DIRECTORY SERVICES”, 情報処理学会第45回全国大会論文集(1), pp.113-114, 1992.
- [4] 時庭ほか, “SNMPを利用したエキスパートネットワーク管理システム(2)-時間管理について”, 情報処理学会第43回全国大会論文集(1), pp.277-278, 1991.