

ネットワーク性能解析ツール

矢野秀一郎，那須野洋一，前田一郎
(富士通(株)情報処理事業本部)

1. はじめに

FNA (Fujitsu Network Architecture) により構築されたネットワークにおける性能解析ツールとして、TRAP/NET (Trace Record Analysis Program / NETwork) を試作したので紹介する。

ネットワークの性能評価項目として、以下の項目が重要である。

① 資源使用率 … 回線使用率，CCP負荷率，CCPバッファ使用率，
VTAMバッファ使用率

② 応答時間 … 端末での応答時間，ホスト内応答時間，回線上応答時間

③ スループット … 転送ユニット数，転送バイト数

ベーシック手順によるネットワークでは、上記の項目を見積り計算で求めれば実用上問題とならないことが多い。しかし、複数ホストからなるFNAネットワークでは、以下の要因から実測による性能解析の必要が生じる場合が増加する。

- ・ 1本の回線を同時に多数のエンド・エンド間コネクションが共有することによる回線の空き待ち時間
- ・ 各レイヤ毎に送達確認およびフロー制御を行うことによる待ち行列の多段化
- ・ 複数CCPを経由する通信において、蓄積交換に伴う転送時間と回線の空き待ち時間の累積

TRAP/NETは、実測によるネットワークの性能解析作業を支援することを目的とし、以下をねらいとして開発された。

- ① FNAを性能に関係のあるパラメータによってのみ意識し、その他の詳細な規約、例えばビットフォーマット等を意識せずに解析作業を行なえること。
- ② 利用者はネットワークリソース名のみ意識すればよくネットワーク構成の詳細を意識しないこと。また、TSSを利用し会話処理による解析、およびグラフによる見やすいレポートを提供する。
- ③ 既存の通信アクセス法、通信プログラムに修正を加えずに、前述したネットワークの性能評価項目を実測可能にする。

2. 機能概要

TRAP/NETはホストの通信アクセス法(VTAM-G)のトレースレコードを入力とし、以下の項目に関する性能データを集計・加工・編集してレポートを出力する。

- ① 回線使用率
- ② ホスト内応答時間
- ③ スループット

なお、CCP負荷率とCCPバッファ使用率など、ネットワークサポート製品により測定・報告機能が提供されているものは、当該製品を使用するものとした。以下、上記①～③の各解析項目についてレポート内容の概要を述べる。

2.1 回線使用率

TRAP/NETは、HDLC(NRM)により制御される各回線に対し、以下の式に基づく回線使用率を計算する。

$$\text{上り回線使用率} = \frac{\text{1秒当りの上りIフレーム転送バイト数}}{\text{回線速度(バイト/秒)}}$$

$$\text{下り回線使用率} = \frac{\text{1秒当りの下りIフレーム転送バイト数}}{\text{回線速度(バイト/秒)}}$$

ただし、上りとは2次局から1次局、下りとは1次局から2次局を意味する。また、上記Iフレームには伝送誤りによる再送Iフレームは含まれない。

回線使用率のレポートには以下の4つの形式がある。

① 折れ線グラフ

全ての回線に対し上り/下りそれぞれの回線使用率が、集計単位時間毎にどう変動したかを折れ線グラフでレポートする。ただし、TRAP/NETに対し予め宣言した回線が対象となり、かならずしもネットワークの全回線がレポートの対象となるわけではない。

ネットワーク管理者はどの回線がどの時間帯に多く使用されているか、ネットワーク性能に関してボトルネックとなっている回線はどれか、使用率が高まり今後性能に影響を与えそうな回線はあるか等について把握することができる。

② 内訳グラフ

使用率の高い回線とその時間帯を選び、当該回線を経由したエンド・エンド間コネクッションに着目した回線使用率の内訳を知ることができる。

CCP-CCP間回線は、トランザクション、TSS、ファイル転送、ジョブ転送等多様なトラフィックが混在して流れるため、これらのトラフィック競合をチューニングするには、回線使用率の内訳を知ることが重要である。

③ 積み上げグラフ

指定した時間帯において、選択した回線の回線使用率を棒グラフで表示する。さらに、FNAプロトコルによるオーバーヘッドの比率を表示する。

④ ヒストグラム

集積単位時間毎の変動をヒストグラムで表す。

⑤ 表リスト

グラフではなく、数値によるリスト出力である。後述する他の解析項目データと時刻を合わせ並列に印刷できる。例えば応答時間の悪化した時刻における回線使用率の変動調査等、異なる解析項目間の比較に使用する。

⑥ 画面表示

メニュー画面に基づき、指定した時間帯の指定した回線に関する回線使用率を表示する。③と同様FNAプロトコルのオーバーヘッドが表示される。

2.2 応答時間

応答時間のレポートには、次の3つの項目がある。

① プレゼンテーションレイヤにおける応答時間

端末における応答時間に問題がある場合、本項目を調査しホスト内の性能問題か、それともネットワーク側の問題かを切り分ける。

② セッションレイヤにおける応答時間

③ トランスポートレイヤにおける応答時間

回線使用率が低いにもかかわらずスループットが上がらない場合、上記①～③を調査する。

レポートの形式については、回線使用率と同様である。ただし、内訳はない。

2.3 スループット

スループットのレポートには、以下の2つの項目がある。

① ホスト-CCP間の転送ユニット数

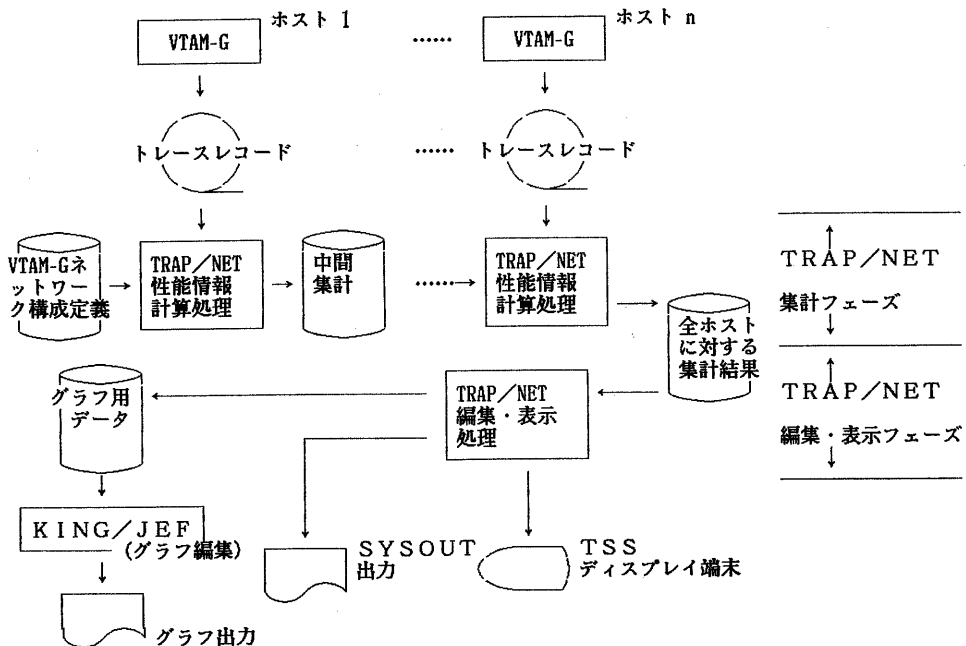
② エンド-エンド間コネクション毎のプレゼンテーションレイヤにおける転送ユニット数およびバイト数

レポートの形式は応答時間と同様である。

3. TRAP/NETの処理手順

TRAP/NETの処理手順は以下のとおりである。(図-1参照)

① 各ホストのCPUタイマを合わせる。ただし、精度は手操作による時刻設定でも問題ない。



- ② 各ホストのVTAM-Gに転送ユニットのトレースを指令し、一斉にトレースレコードを採取する。
- ③ TRAP/NETにVTAM-Gのネットワーク構成定義を入力すると共に各ホストで採取したトレースレコードを入力し、性能情報を集計ファイル(VSAM KSDS)に出力する。なお、解析対象リソースと解析対象時間帯を限定することもできる。
- ④ ③の集計ファイルを元に、表示項目、表示対象リソース、表示対象時間帯を指定してTRAP/NETに性能情報のレポートを出力させる。必要なら指定パラメータを変更しながら興味のある範囲に合ったレポートを出力し、ネットワークの性能解析作業を進める。

4. TRAP/NETの使用例

社内の計算機ネットワークに対する性能解析にTRAP/NETを使用したときの結果から一部のレポートを紹介する。

- (1) CCP間回線(9600bps)の回線使用率 … 図-2参照
 - ・転送方向: CCP(サブエリア5)からCCP(サブエリア4)
 - ・横軸単位: 0.1%
- この例ではピークでも約23%であり、特に問題はない。

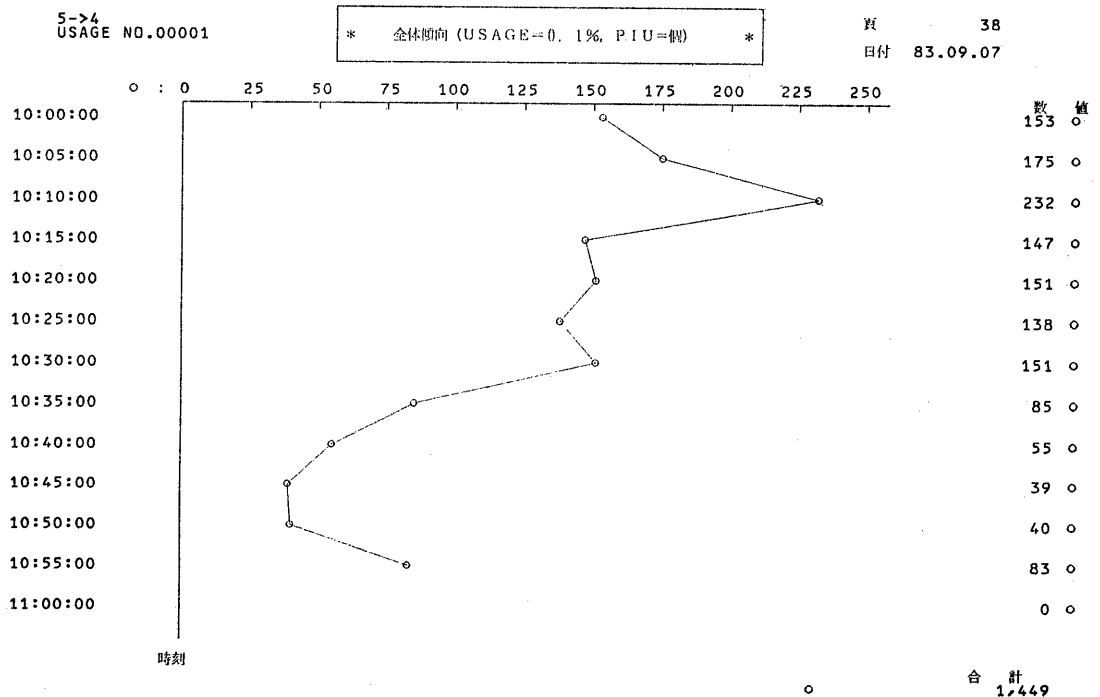


図-2 CCP間回線の回線使用率レポート例

(2) CCP 間回線 (1) と同一回線の回線使用率内訳 … 図 - 3 参照

・転送方向： CCP (サブエリア 5) から CCP (サブエリア 4)

この例では A ~ E の TSS トラフィックが内訳のほとんどを占めている。

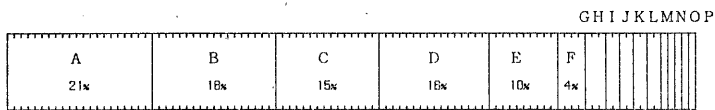
* 回線使用率 *

頁 1
日付 83.09.09

A:SESSION002	B:SESSION006	C:SESSION008
D:SESSION017	E:SESSION004	F:SESSION001
G:SESSION020	H:SESSION021	I:SESSION025
J:SESSION030	K:SESSION035	L:SESSION003
M:SESSION005	N:SESSION019	O:SESSION028
P:SESSION033	Q:SESSION007	R:SESSION009
S:SESSION010	T:SESSION011	U:その他

数値 0.1%

5-4



A	20
B	17
C	15
D	14
E	10
F	4
合計	96

LINE NAME = 5-4 83/09/05.10:00:00->83/09/05.11:00:00

```

F SESSION001 = T9526#06-TSSA0072I
A SESSION002 = T9526510-TSSA0127I
  SESSION003 = T6652#05-OAIM
E SESSION004 = T9526334-TSSA0001I
  SESSION005 = T9526698-TSSA0134
B SESSION006 = T9526690-TSSA0119I
  SESSION007 = T6652333-OATSS
C SESSION008 = T6652333-TSSA0149I
  SESSION009 = T9526338-OATSS
  SESSION010 = T9526338-TSSA0119I
  SESSION011 = T9526338-TSSA0119I
    
```

図 - 3 CCP 間回線の回線使用率内訳レポート例

(3) CCP - 端末間回線使用率 (回線速度は全て 9600bps) … 図 - 4 参照

・転送方向： CCPから端末 (SEND) と端末から CCP (RECV)

・横軸単位： 0.1%

この例では CCPから端末への転送についてプロトコルオーバーヘッド情報が 12 ~ 24%，逆方向については同じくオーバーヘッド情報が 65 ~ 68% であることが分かる。端末はディスプレイ端末であり TSS に使用する場合が主であるため、端末から CCPへのデータは少量となりプロトコルオーバーヘッド情報の比率が高い。

10:00:00->11:00:00
HOST0A
USAGE

* 回線使用率 *

頁 2
日付 83.09.07

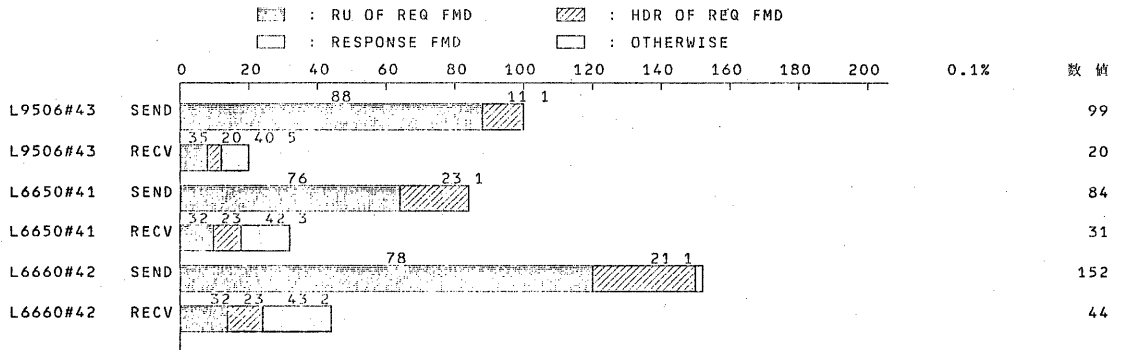


図 - 4 CCP - 端末間回線の回線使用率レポート例

的にTSSトラフィックをCCP間回線上に発生させた。ただし、TSS処理時間は0とした。(c)をTRAP/NETで解析し、各多重度ごとに(a)がTSSコマンド(擬似メッセージ)を送出してから、TSS応答(擬似メッセージ)を受信するまでの時間を求めた。

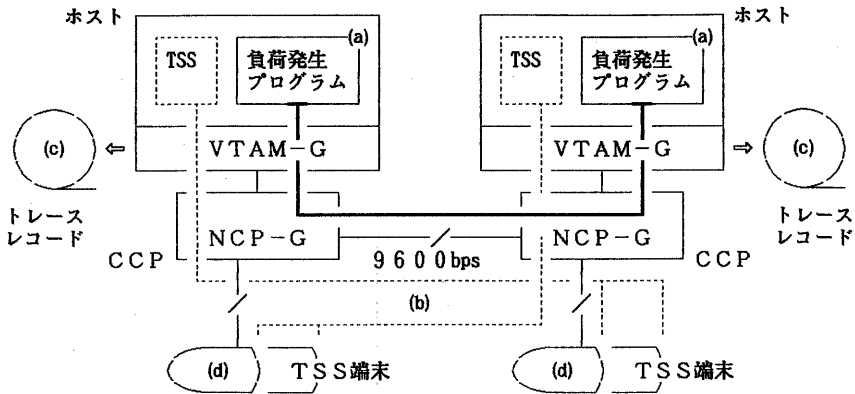


図-6 実測システム

解析結果を図-7に示す。前述の条件では、応答時間が悪化し始めるエンド・エンド間接続の多重度は約14であることが分かった。

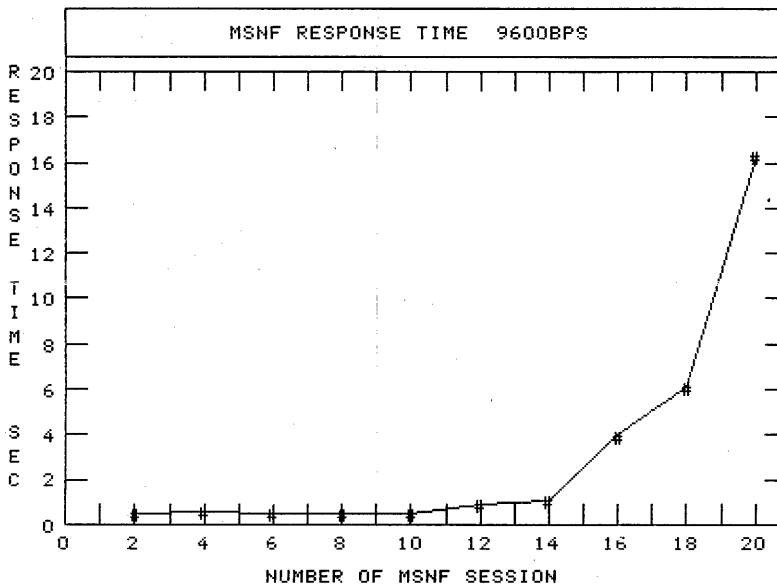


図-7 エンド・エンド間接続多重度に対する応答時間

5. TRAP/NETの処理方式

TRAP/NETは、VTAM-Gが送受信転送ユニット毎に時刻を付加して出力するトレースレコードを入力とし、FNAプロトコルに基づいて性能情報を計算する方式を採った。以下にTRAP/NETの処理方式について概要を述べる。

(1) 集計ファイルの導入

性能解析作業においては、ある解析結果をみて次に調査すべき解析項目、解析対象リソース、解析対象時間帯を決定する場合が多い。しかし、その都度トレースレコードを始めから処理し直すのでは処理時間がかかり過ぎる。TRAP/NETでは、図-1に示したように処理を2フェーズに分け、以下をキーとする集計結果索引ファイルを設けることとした。

- ① 解析項目キー … 回線使用率、応答時間、スループット等
- ② 解析リソース … 回線名、ホスト名、エンド・エンド間コネクションを表すエンドノード名の対
- ③ 時刻 … 予め指定した集計単位時間（通常5分～30分）による時刻表示

なお、解析対象外のリソースについては指定により処理を省略し、集計フェーズの高速化を図っている。

(2) 回線使用率および回線使用率内訳の計算

エンド・エンド間コネクションのトレースは、当該エンドノードが存在するホストで採取される。TRAP/NETは各ホストのトレースレコードを入力する毎に、当該転送ユニットが通過した各回線についてプロトコル上のヘッダを考慮して回線使用率の累積計算を行う。回線とエンド・エンド間コネクションの対応をつけるために、TRAP/NET自身もネットワークレイヤに関するルーティング制御を理解する必要があり、VTAM-Gのネットワーク構成定義ファイルを参照する。この対応づけを集計ファイル内に記録し、回線使用率の内訳を求める場合にも利用する。また、ホスト内ノード間のコネクションは2ヶ所のホストでトレースレコードが取られるため、2重に加算しないよう制御している。

6. おわりに

TRAP/NETの概要について紹介した。今後、衛星通信におけるスループットの実測解析等にTRAP/NETを利用する予定である。なお、一時的な解析でなく定常的にネットワークの性能状態を監視するには、トレースが不要な方式が必要と考えられる。今後の課題として検討して行きたい。

〔参考文献〕

- ・矢野，小出，岡田：ネットワークアーキテクチャの性能，情報処理，Vol.25，No.1，pp.2-12（1984）。