

## 5E-8

QNA を利用した  
優先処理の近似計算

米田 清

(株) 東芝 システム・ソフトウェア技術研究所

## はじめに

開待行列網の近似解析手法 Queueing Network Analyzer (QNA)<sup>1)</sup> は、各ノードにおける到着間隔の分布を2次モーメントまで考慮している。その意味でQNAは、例えばネットワークの各ノードをそれぞれ独立のM/G/1とみなすよりも精密なモデルである。しかし各ノードにおける優先処理が扱えず、異なる優先度を持つジョブが網内に混在する場合の遅延時間は、そのままでは評価できない。(それに対して、例えばM/G/1の拡張であるM<sub>1</sub>M<sub>2</sub>/G<sub>1</sub>G<sub>2</sub>/1非割り込み優先<sup>2)</sup>は、数式解が求められている。)優先権のある待行列網の近似解法はいくつか提案されている<sup>3)</sup>が、ここではQNA相当のソフトウェア・パッケージだけが利用可能なとき、その枠組みの中に優先処理をはめ込むことを考える。

優先度が2種類の場合について、高優先ジョブの遅延時間をQNAによって評価する。方法は、高優先ジョブのサービス時間に加えて、低優先ジョブによって高優先ジョブが受ける妨害による損失時間を考慮した、高優先ジョブのサービス終了時間を設定することによる。

## サービス終了時間

あるノードにおける高優先ジョブのサービス終了時間Sは、高優先ジョブのみがサービスされるときには高優先ジョブのサービス時間そのものであり、仕掛かりの低優先ジョブがあるときにはその残余サービス時間に高優先ジョブのサービス時間を加えたものである。すなわち、Xを高優先ジョブのサービス時間、Yを低優先ジョブの残余サービス時間、uをサービス中の低優先ジョブを処理してから高優先ジョブがサービスを受ける確率として、 $S = X + uY$ と書け、XとYは独立である。拡散近似で各ノードからの退去間隔を近似する方法<sup>4)</sup>に習い、ここでuを低優先ジョブによる利用率に等しいとみなす。低優先ジョブがいずれのノードでも飽和していないとき、以下のように計算でき、終了時間をサービス時間とみなしてQNAの入力に用いる。

残余サービス時間は次のように見積られる<sup>5)</sup>。Tを低優先ジョブのサービス時間、 $m_k(T)$ をTのk次モーメントとすると、低優先ジョブの残余サービス時間Yのn次モーメントは $m_n(Y) = m_{n+1}(T) / [(n+1) m_1(T)]$ 。

サービス終了時間Sのモーメントは

$$\begin{aligned} m_1(S) &= m_1(X) + u m_1(Y) \\ m_2(S) &= m_2(X) + 2u m_1(X) m_1(Y) + u^2 m_2(Y) \\ m_3(S) &= m_3(X) + 3u m_2(X) m_1(Y) + 3u^2 m_1(X) m_2(Y) + u^3 m_3(Y) \end{aligned}$$

## アーラン分布の場合

特に平均1/a、位相kのアーラン分布の場合、n次のモーメントは

$$m_n(T) = (k+n-1)! / [(k-1)! (ka)^n]$$

これと残余サービス時間のモーメントの式から、

$$m_n(Y) = (k+n)! / [k! (ka)^n (n+1)]$$

X, Tが共に、別々のパラメタのアーラン分布にしたがう場合は、

$$m_n(X) = (k(X)+n-1)! / [(k(X)-1)! \{k(X)a(X)\}^n]$$

$$m_n(Y) = (k(T)+n)! / [k(T)! \{k(T)a(T)\}^n (n+1)]$$

をSのモーメントの式に代入すればよい。

## 数値例

コントロール・パケットのような実時間性の要求されるものと、それ以外のデータ・パケットが混在した通信網のモデルについて示す。直列型の網で、高優先・低優先とも中途流入・流出がある。比較対照にはM<sub>1</sub>M<sub>2</sub>/G<sub>1</sub>G<sub>2</sub>/1とシミュレーションを用いる。

## おわりに

ここで述べた方法は、QNA相当のパッケージが手元にある場合、簡便に使えることが特徴である。このような発見的な近似法は、他にもいろいろありうる。精度を向上させるには低優先ジョブの退去過程に関する情報を取り入れる必要がある。

## 文献

- 1) Whitt, W., 1983; The QNA; BSTJ.
- 2) 藤木, 雁部, 1980; 通信トラヒック理論; 丸善.
- 3) 吉野秀明 1988; 優先権のある待行列網モデルに対する一近似解法; 情報ネットワークのトラフィック評価に関する基礎的研究
- 4) Gelembel, E., and Mitran, I., 1980; Analysis and Synthesis of Computer Systems; Academic Press.
- 5) Kleinrock, L., 1975; Queueing Systems, Vol. I; Wiley.