

通信網の設計・制御とORへの期待

01204560 NTTマルチメディアネットワーク研究所 齋藤 洋 Hiroshi SAITO

1. はじめに

近年、通信網はその重要性をとみに増加させている。既存通信網においても、最適化、数理計画、信頼性理論、グラフ理論、待ち行列理論、シミュレーション等多くのOR的手法が使われ、その発展に寄与してきた。加えて、昨今の通信網の発展は、個別網からサービス総合網、低速狭帯域網から高速広帯域網、集中管理から分散管理といった技術的側面を有するため、例えば1つの最適化問題も従来の1次元から多次元へ、単一目的から多目的へ、小さな状態空間から大きな状態空間へといった具合にさらに高度なOR手法が必要となってきた。本稿では、多くの通信網に関するOR的側面のうち、特に通信網の設計・制御に関するトラヒック問題に焦点を当て、通信事業者の研究・開発に携わるものとして、今後のORへの期待を述べる。

2. 現状認識

通信網の設計・制御に関するトラヒック問題は、主に（トラヒック理論を含む）待ち行列理論、シミュレーション、さらには、グラフ理論や統計理論・数理計画・制御理論等により解決されている。特に前の2者は、動的特性の把握が可能であり、通信網特徴の1つである確率的・統計的挙動も考慮できることなどから、通信方式の設計段階からも使用される。

最近では、シミュレーションプラットフォームの発達に伴い、シミュレーションの重みが増してきている。特に、方式設計段階では、高い柔軟性が要求されるためと考えられる。また、シミュレーションの高速化も、インポートサンプリング等のシミュレーション技法もあるが、シミュレーションを実行するプロセッサの速度向上や、複数プロセッサによる実現等の計算機技術による高速化が著しい。一方、待ち行列理論は、方式確定後、例えば、各回線区間毎に、繰返しあるパラメータの値をもとめる等に有効である。

これらの方法は、いずれも、トラヒック等の確率的要素のモデル化とシステムの動作則

のモデル化を行い、そのモデルを基に評価結果を導くものである。従って、その結果の妥当性は、モデルの妥当性が成立して、はじめて成立するものである。しかしながら、トラヒックの実測値から、例えば入力トラヒックモデルを特定する、同定することは容易ではなく（特に、次元、次数といったものを特定することは至難の技に近い）、そのため必ずしも評価結果が妥当とは言えないことが考えられる。また、通信網においては、品質や性能が通常、評価結果となるが、これらを実測することで、評価結果を評価できる。仮に、評価結果が、実測値と不整合があったとしても、これから評価方法等の見直しを行う方法は、必ずしも十分に検討されておらず、実行されることも少ないと思われる。

こうした現状から、多くのOR手法による評価結果は、実際に運用されている通信網の設計・制御に資する結果というよりも、モデル条件下で想定される通信網の統計・制御に関するものであるということが出来る。既存網の代表である電話網については、ポアソン到着の仮定がよく適合することから、運用中の電話網の設計・制御に対しても、これらのOR手法によるモデル条件下での評価がそのまま適用できたと思われる。1つの解決策は、例えばある特定の入力源等を詳細に解析し、その結果を全入力源について適用することであるが、昨今の通信網のマルチメディア化や多様なコンテンツといった状況では、全入力源を代表する1入力源を見出すことは必ずしも容易ではない。

3. 測定結果の利用

通信網では、トラヒックや通信品質の測定が行なわれ、基本的なものについては標準化が行なわれている。既存網では、前述のように、例えば、ポアソン到着の到着率の決定に用いられている。しかしながら、ポアソン到着が妥当でない通信網に対して、例えばトラヒックの測定項目や測定周期は十分でない。従って、より多くのパラメータを有する到着特性や保留時間特性を有するモデルが評価さ

れているが、運用中の通信網でこれらのパラメータを決定できることは少なく、実際に使われている通信網のための設計・制御には結びつかない場合が多い。これらを解決するためには、従来の「モデル化とその評価」から「測定とモデル化及びその評価」という測定を意識した形に問題設定を変更する必要がある。その結果、従来のモデル化とは異なり、測定結果を利用し易いモデル化やシステム化が結果として得られることが期待される。また、モデル化以降のプロセッサが容易となるような新たな測定項目の考案も期待される。

4. 測定とモデル化及びその評価：例

筆者らは、上述の観点に立ち、微力ながらいくつかのケースについて、測定から評価までを、実通信網について行おうとしている。

(1) 性能測定を用いる例 [1]-[3]

シミュレーションや待ち行列理論によって得られる評価結果は、前述のように、モデル条件下におけるそれであるとの考察と、実際の通信網では、品質や性能の測定結果が得られる事実とから、シミュレーション等による結果を「事前情報」、性能測定値を「観測」とするベイズ型推定問題として、性能評価問題を捉えた。これにより、「事前情報」を「観測」によって補正した評価結果が得られる。このアプローチの利点は、シミュレーションや待ち行列理論による過去の膨大な遺産が利用可能な点にある。

(2) 到着数の度数分布を用いる例 [4], [5]

到着数の度数分布と損失率の上限の関係を導出し、その関係に基づく設計・制御法である。度数分布は比較的測定が容易である。但し、短時間測定が要求されたため、例ではQ長閾値超過頻度[6]のような分布のスロの計測による計量化に変更されつつある。

(3) トラヒック記述子 [4], [7]-[12]を用いる例

ATMでは、ピーク等、少数のパラメータに基づきトラヒックを記述することが定められている。これらのパラメータによって到着特性を統計的に完全に記述することはできない。これらの例では、セル損失率上限とこれらのパラメータ間の関係を、特に確率的なモデルを導入することなく求め、設計、制御を行っている。

5. おわりに

測定を含めた観点からの検討は、従来あまり行われておらず、運用時の通信網の設計・制御に資するOR手法としての現実的意義のみならず、新しいOR手法・分野に成長することを期待している。

参考文献

- [1] 斎藤洋, 塩田茂雄, 川村宜伯, JORSJ, 40, 4, pp. 509-521 (1997).
- [2] Hiroshi Saito, IEICE, E79-B, 1, pp. 1-7 (1996).
- [3] 斎藤洋, NTTR&D, 44, 4, pp. 327-332 (1995).
- [4] Hiroshi Saito, Artech House, Boston (1994).
- [5] Hiroshi Saito, and Kohei Shiomoto, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 9, 7, pp. 982-989 (1991).
- [6] Shigeo Shioda, and Hiroshi Saito, IEEE INFOCOM'97
- [7] Hiroshi Saito, IEEE Trans. on Communications, 40, 9, pp. 1512-1521 (1992).
- [8] 斎藤洋, 信学論B-I, J76-B-I, 3, pp. 197-208 (1993).
- [9] Shigeo Shioda, and Hiroshi Saito, 信学会英文論文誌(B), E80-B, 3, pp. 399-411 (1997).
- [10] Toshiaki Tsuchiya, and Hiroshi Saito, IEICE Trans. B, E81-B, 5, pp. 996-1003 (1998).
- [11] P. L. Conti, H. Saito and L. De Giovanni, IEICE trans. Communications, EB-I-81, 5, pp. 849-857 (1998).
- [12] Masaki Aida, and Hiroshi Saito, IEICE, E78-B, 3, pp. 336-343 (1995).

(OR学会 98.10.16)