

# 不完全情報に基づく性能推定技術の必要性と検討状況

齋藤 洋

NTT通信網研究所

## 1. はじめに

近年、マルチメディア通信やその実現要素技術と考えられる広帯域サービス総合デジタル網 (B-ISDN)、非同期転送モード (ATM) あるいは Internet に関する関心が高まっている。こうした新たな通信技術はトラヒック工学にも新たな課題を提供している [1],[2]。その中でも新たな基礎技術として、筆者は「不完全情報に基づく性能推定技術」の必要性を主張し、その技術開発と応用に努めている。本稿では、「必要性」と「現状での到達点」を述べる。

## 2. 通信技術的背景に基づく必要性

不完全情報下での性能推定の必要性は、主に2つの通信技術の進展に依っている。一つは、複数の部分網の集合体としての網を設計、制御する必要が出てきていることである。従来の網は、隅々まで監視の行き届いた1つの巨大な網であったが、NCCの登場からこの前提がくずれはじめ、InternetやATMのP-NNI[3]では、自律分散する部分網の集合体として網が成立することを前提にしたルーティングや網管理になってきた。このため、各部分網からみれば、網の一部が非可観測であったり非可制御であったりということが生ずるようになってきた。これについては各部分網がローカルな情報をもとにローカルな設計、制御を行った場合、網全体として、何がおきるのかとといったことについての検討が必要である。

より以上に大きな影響があるのが、もう一つの要因、通信トラヒックの多様な特性とそれらトラヒック特性の測定困難さである。例えば、従来用いられてきたポアソン到着過程は、その解析や設計アルゴリズムを簡便にするのみならず、トラヒック測定にも多大な利便をもたらしていた。平均到着率という測定容易な1パラメータで到着特性が決まるからである。しかしながら、今後の通信では多くの場合、ポアソン到着という仮定は成立しないとされている。この場合、到着特性(や、時にはサービス分布特性)を完全にパラメトリックに記述できるだけの情報量が存在しない時に、設計、制御をいかに行うか、に答えていく必要がある。

特にATMでは、固定長のブロックである「セル」が情報転送の単位として

導入され、品質項目としても新たにセル損失、セル遅延等のセル転送品質に関わる項目が定義された。従って、セルの多重・分離等を行うATMレイヤでのトラヒック(セル)処理は、これまでの既存通信方式に加えて新たなトラヒック問題を生み出している。しかし、高速で転送されるセルに関する細かい統計量を常時測定することは不可能であり、例え、特別な測定を一部行っても、多様でカスタマイズされた使用形態が多く、2, 3のユーザ特性から全体を推しはかすることは困難である。また、コネクション単位の測定にしても、非常に多くの分類が必要である。さらにコネクション受付制御 (CAC) のように、(トラヒック記述子と呼ばれる) 部分情報によって性能推定を行うことを要求する制御も登場している [1],[4]-[6]。本稿では、以下でこの要因に対する検討状況を述べる。

## 3. トラヒック特性に関する不完全情報に基づく性能推定技術

筆者は、上記第2の側面に答える技術を、パラメトリックな到着過程の表現を用いないという点で「ノンパラメトリック」 [1],[7]、あるいは実際に網によって測定可能な情報のみによる(できるだけトラヒックに関する仮定やモデルを用いずに)設計、制御を行うという点で測定駆動型トラヒック技術 [8],[9] などと呼ぶ。また、トラヒック設計、制御技術の中心部は通常、設計、制御後に性能(品質)がどうかを推定する技術に帰着される。そこで本稿では、「設計、制御」の代わりに「性能推定」と呼ぶ。以下、「トラヒック特性に関する不完全情報に基づく性能推定」を、単に、「性能推定」と記述。

性能推定は、トラヒック特性を完全に記述できないため、性能は一意には決まらない。そこで、推定値を算出するにあたり、大別して2つの考え方をを用いる。1つは「最悪を想定する」場合であり、もう一方は「尤もらしい状況を想定する」である。前者は、ユーザに品質を保証するための制御等に用いられ、後者は適切な設備量を算出するための設計等に用いられる。

### 3. 1. 最悪ケースに基づく性能推定

最悪ケースに基づく事例の典型がATMのCACに対する最悪ケースの研究である [10]。ATMでは、コネクション設定時にソーストラヒック記述子と呼ばれるパラメータのセットで当該コネクショ

をク所あを述規完必た場合の行のセル流と記述子の値の関係を[14]、トラヒック測定の有無[1],[15]、優先制御推定[1],[16]によって、それぞれ性能推定(及びその結果としてCAC)が得られている。(モデルを作り、各コネクションからのセル流は、そのモデルにあってはまっているとする立場や、最悪でない状況を想定する立場もある。どの程度まで品質保証の確度を持たせるか、によってアプローチは異なっている。)

### 3. 2. 尤もらしい状況に基づく性能推定

トラヒック特性を十分に記述するだけ情報が無い場合に、尤もらしいと想定される状況を網が勝手に想定し、性能推定を行うことは多くの問題がある。想定したトラヒックを全めたり、パラメータを全て決めておくは不十分であって、通常我々は多くの副情報を有しており、それに基づき、性能推定を行うことが考えられる。副情報の一つは、直接パラメータ決定には使えないが、多くのトラヒック特性情報を含む常時トラヒック測定項目の測定結果や設計、制御結果である実現品質の測定結果であり、もう一つの副情報は、システム開発時想定したトラヒック特性や一部ユーザに対し行われる特別な測定結果である。前者は、実際に網が受けている状況(通常、尤もらしいとされる状況)の一種の射影された像を見ているので、これを使わない手はない。但し、射影された情報だけでは、トラヒック特性を記述するに十分でないで、後者の副情報を使ったり、トラヒック特性を記述するのではなく射影された結果(例えば、品質/性能の測定値)が推定結果(の射影)と同じか否かで推定値を見直すことを行う。後者の副情報を事前情報とし、性能推定結果を品質/性能の測定値で更新するベイズ推定が提案され[17]、PVCトラヒック管理[17]、CAC[18]、VP容量制御[19]等に

### 4. おわりに

不完全情報下での性能推定技術の必要性と現状について述べた。現在のトラヒック技術は、トラヒック特性に関する種々の仮定を設け、その仮定として性能評価を行い、トラヒック御のパラメータ決定やトラヒック設計を行ってきた。しかしながら、今後予想される多様なトラヒック特性に対し、その特性を十分に記述できるトラヒックモデル(仮定)を導入しそのモデルのパラメータを完全に決定できるトラヒック測定を期待するのは現実的でなく、未知のトラヒックに対し、トラヒックモデルを仮定すること、それが正しいことを前提とすること自体も問題となる。

本稿で取り上げたアプローチは、不完全情報に基づき、(特定のトラヒックモデルをできる限り仮定せず、測定結果のみに基づき)設計、制御すること、(i)特性の仮定を原則的に用いなく、(ii)特性の変化時には、モデルを再構築することなくトラヒック測定を通じ直接結果に反映可能等であり、これによって特性の変化や多様性に対して適応的で頑健な設計、制御が提供されるものと期待される。

### 参考文献

- [1] H. Saito, Teletraffic Technology in ATM Networks, 1994, Boston, Artech House.
- [2] ITU-T, E.700 series draft recommendations.
- [3] ATM forum, P-NNI Draft Spec.
- [4] ITU-T Recommendation I.371.
- [5] 青木, 青山, 濃沼監修, 広帯域ISDNとATM技術, 信学会.
- [6] 川島, 町原, 高橋, 斎藤, 通信トラヒック理論の基礎とマルチメディア通信網, 信学会.
- [7] 斎藤, 信学論, J76-B-1, pp. 197-208 (1993).
- [8] 斎藤, NTTR&D, 44, 4, pp. 325-332 (1995).
- [9] H. Saito, ITC Specialist Seminar (1995).
- [10] The 14th ITC Session B34: Worst case ATM traffic (1994).
- [11] H. Saito, IEEE Trans. Commun., 40, 9, pp. 1512-1521 (1992).
- [12] S. Shioda and H. Saito, ICC95 (1995).
- [13] T. Tsuchiya and H. Saito, G'COM95 (1995).
- [14] M. Aida and H. Saito, IEICE Trans. Commun., E78-B, 3, pp. 336-343 (1995).
- [15] H. Saito and K. Shiimoto, 9, 7, pp. 982-989 (1991).
- [16] H. Saito, ICC92 (1992).
- [17] H. Saito, IEICE Trans. Commun., E79-B, to be published (1996).
- [18] H. Saito, ICCCN95 (1995).
- [19] H. Saito, S. Shioda and Y. Kawamura, submitted for publication.