

計算論的な網設計基礎の模索

下川信祐 (simogawa@atr-rd.atr.co.jp)

ATR光電波通信研究所

複雑なシステムの設計には論理的・客観的な枠組みが不可欠である。しかしながら、通信網やそのサブシステムの設計においては、論理的な分析に耐え得る基礎付けがなされてきたとは言い難い。実際、開発や運用の諸局面で問題が生ずると、これに対処すべく、部分的な枠組みが考案されてはきたが、一貫した設計基礎は存在しない。このため、複雑化が著しい近年の研究開発では、設計・評価の遂行が様々な困難に遭遇し [St], [Sm1], [Sm2], [Sm3], 網の健全な発達を阻害しつつある。

網・システム設計の基礎を構成する上で、最初の大きな課題は、設計対象である網・サブシステム自身や、その仕様を数学的にどのように捉えていくかである。通信網は豊富な通信を合理的に提供する為のシステムであり、かかる網の能力(capability)を記述することが肝要である。

従来は、共用による資源節約が網の意味とされ、スイッチと回線や待ち行列における輻輳(混雑)を用いた資源節約のモデルが与えられている(たとえば[Fj])。しかしながら、資源節約モデルや輻輳は、網能力の表現方法としてあまりにも脆弱である。実際、網発達の諸相や基本的な資源割当制御パラメータの能力的意味を与えることができず、出口の見えない実験的設計に大きく依存しつつある。

一方、計算科学の発達により、並行計算の数学的な記述が進展し(たとえば[Ac][Mi][Hr])、通信網やそのサブシステムといった並列分散システムに対しても、柔軟で精密な数学的表現に可能性が見えてきた。本講演では、これらの発展と整合性が期待できる計算論的なシステムの能力記述視点を導入し、網発達や輻輳に能力的意味が与えられることを述べた。それは、以下のようなものである。

まず、'計算系' A, B が与えられたとき、系Aが系Bより能力が大きいとはAがBの全ての計算過程をシミュレートするときである。この規定は、一般のシステムを計算系と見すことで、広く適用できる。即ち、システムが処理する対象(プロセス等)を適宜規定することによって、通信路容量・スイッチング&バッファリングの能力的意味・輻輳による性能劣化の意味・網発達による能力増大・貨幣価値等の一貫した記述が可能である。

今後は、このアプローチを設計の問題へ適用し、有効性や実質的な枠組みの構成を検討していく。

文献

- [Ac] Aczel, P., Non-well-founded Sets, CSLI Lecture Notes 14. CSLI 1988. [Fj] 藤木, 雁部, 通信トラヒック理論. 丸善 1980. [Hr] Hoare, C.A.R., Communicating Sequential Processes. Prentice-Hall 1985 (邦訳, 吉田信博, ホーアCSPモデルの理論 丸善 1992). [Mi] Milner, R., Communication and Concurrency. Prentice-Hall 1989. [Sm1] 下川信祐, 通信網の複雑化と性能評価技術の課題, in The First Sapporo Symposium on Complex Systems, ed., Y. Okabe, Proc. Complex Systems Research Group of Sapporo, No. 1, (北海道大学数学講義録 #33) pp.10-11(1994). [Sm2] 下川信祐, Modeling of infinitely intermittent traffic streams via the Palm theory, 1994年度日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集, pp195-196(1994). [Sm3] Shingawa, S., and Takahashi, Y., On a set of interdeparture time distributions of the M/G/1 queue with server vacations, J. Operat. Res. Soc. Japan, Vol. 36, No. 4, pp.206-219(1993). [St] 齊藤 洋, これからのトラヒック設計を目指して: ノンパラメトリック法によるATMセル損失評価, 電子情報通信学会論文誌, B-I, Vol. J 76-B-I, No. 3, pp.197-208(1993). [Ac] Aczel, P., Non-well-founded Sets, CSLI Lecture Notes 14. CSLI 1988.