

情報通信ネットワークの設計・制御理論の新潮流 ——異分野からのアプローチ——

小特集編集にあたって

編集チームリーダー 池川隆司

現在・近未来の情報通信ネットワークは、様々な側面での多様性を有している。例えば、待時系／実時間系アプリケーションのサービス品質の観点、マルコフ的／バースト的パケット到着過程などのトラヒック特性の観点、有線／無線リンクなどの伝送媒体特性の観点など、枚挙に^{いとま}遑がない。更に、地球レベルのみならず惑星間と通信距離はスケールアップしている。著しい多様性を内包し大規模なネットワークを適切に(できれば最適に)設計・制御する手法の確立に向け、多くの研究者・技術者の多大な英知が注がれてきた。

従来、ネットワークの設計・制御の検討には、トラヒック特性が確率的な様相を呈することから、応用確率論を基礎とするトラヒック理論が主に用いられてきた。しかし、この理論を多様化・大規模化したネットワークに直接適用することは困難な場合が多い。

昨今、これに代わる手法として、生物・物理・数理・認知科学などの分野で見られる現象・手法を使って解決するアプローチが注目されている。そこで、本小特集ではこのような異分野からのアプローチにより生まれつつある革新的なネットワークの設計・制御手法の一端を紹介することを目的として企画した。

生物には、元来、環境変化に対する適応性・頑健性に対応する機能を有している。これを自己組織化と呼ぶ。1章では、若宮氏らに生物の自己組織化に着想を得たネットワークの設計・制御手法を解説頂く。

ネットワークの大規模化に伴い、ネットワーク全体の情報を知ることなく、サブシステムの部分的な情報のみを使ってネットワーク全体を適切に動作させる技術が必要となる。2章では、高野氏らに、物理での熱拡散現象に立脚した自律分散型フロー制御手法を紹介頂く。

昨今、移動センサを使って各種観測情報を収集するネットワークの研究・開発が盛んである。移動センサは

自由に動き回る。数理の世界では、この振舞いをランダムウォークと呼ぶ。3章では、藤原氏らに、センサネットワークや惑星間通信ネットワークのような遅延が大きく通信切断が頻繁に発生するネットワーク(Delay- and Disruption-Tolerant Network : DTN)に焦点を当てて頂き、ランダムウォークを使ったDTNの数理モデルを解説頂く。

異常トラヒックを精度良く検出する技術は、ネットワークの安全な利用のための必須技術である。4章では、石橋氏らに、大規模グラフの分析手法に着想を得た、従来手法では検出できなかったミクロな異常トラヒックを検出可能とする技術を解説頂く。

1章から4章までは、情報通信ネットワーク自身を対象とした設計・制御技術を解説頂いた。近年、情報通信ネットワークの利用者から構成される論理ネットワーク(社会ネットワークと呼ぶ)の構造解析が活発に行われている。5章では、会田氏に、物理の現象論的アプローチにより、社会ネットワーク構造を探って頂く。

5章までは、理科学的分野からのアプローチであった。6章では、趣を変え、社会科学(特に認知科学)を用いたネットワーク制御技術を探って頂く。具体的には、中村氏らに、認知科学で用いられるメンタルモデルを使って、ユーザ心理と行動パターンを分析し、その結果をトラヒック制御に適用する手法を解説頂く。

本小特集の一部の記事は、平成19年12月に開催された「システムデザインフォーラム in 秋葉原」(主催：首都大学東京)での発表者に御執筆頂いた。御協力を頂いた本フォーラムの関係各位には記して感謝の意を申し上げます。

ネットワーク設計・制御技術の研究は、ネットワークの多様化・大規模化にこたえるべく、ダイナミックに発展を続けている。本小特集で取り扱った記事の多くは萌芽的・理論的である。しかし、ネットワーク設計・制御技術は、異分野からの更なる挑戦を待っている。異分野から新たな息吹を吹き込んでもらうことが、この分野の大きな発展につながるであろう。

小特集編集チーム	会田 雅樹	池川 隆司	河西 憲一	神田準史郎	塩本 公平
	豊泉 洋	中村 元	濱崎 雅弘	福田 和真	