

氏名(本籍)	井家敦(石川県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第3960号
学位授与年月日	平成18年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	<b>Studies on Optimal Control Problems in Communication Networks with Multiple Users</b> (複数のユーザを持つ通信ネットワークにおける最適制御問題に関する研究)
主査	筑波大学教授 理学博士 亀田 壽 夫
副査	筑波大学教授 理学博士 北川 博 之
副査	筑波大学教授 学術博士 和 田 耕 一
副査	筑波大学助教授 博士(工学) 李 頌 頤
副査	筑波大学助教授 博士(情報科学) 木 村 成 伴

### 論文の内容の要旨

本研究は、複数ユーザに共用される通信ネットワークにおける最適制御問題を考察したものである。Internetに代表されるような大規模なネットワーク内には不特定多数の構成要素(コンピュータ、ルータなど)および利用者が存在する。通常、これらのネットワーク全体を中央集権的に管理するのは困難である。それに対し、個々のユーザ(インターネットプロバイダ等)が、他のユーザとの協力せずに自身の性能を追求していく、すなわち独立分散的な管理が考えられる。しかし、独立分散的な管理下では、Braessパラドックスのように、リンクを追加したり、その容量を増加したりすると、かえって全ユーザに対する性能を劣化させる現象の存在が、報告されている。一方、利用者間でネットワーク利用を協力的に行うならば、ネットワーク全体での最適性は保証される。しかし、最適解の候補が複数存在する場合、それらの中で選択する方法として、公平性という概念が追究されてきている。

本論文では、通信ネットワークを複数の利用者が共有する場合における、上記の最適制御問題3つを追究している。

まず、多重待ち行列のフロー制御問題における逆説的性能劣化の場合を見出している。複数の独立した待ち行列システムとそれを1つに多重化した待ち行列システムを考えた場合、意思決定の範囲が広まることから後者がより高い性能を与えると考えられる。本研究では、多重待ち行列に対し、スループットをレスポンスタイムで割った値で得られるパワーを最大化する最適フロー制御問題を考えている。非協力最適フロー制御において、各意思決定者が自身のパワーをそれぞれ最大化した場合に、待ち行列を多重化することが、逆にすべてのユーザの性能劣化に導かれる場合を、数値的に示している。

次に、Cohen-Kellyネットワークの動的ルーティングにおける逆説的性能劣化の場合を見出している。CohenとKellyはあるネットワークに対し、独立分散型の静的ルーティング問題を考え、ノード間のコネクションを追加したときに、追加前より性能が悪化してしまう場合を発見した。本研究ではCohen-Kellyネットワークの動的ルーティング問題を考え、同様の性能劣化が生じうることを示している。

さらに、公平性を考慮した分散コンピュータシステムの最適負荷分散について追究している。一般に、複数のユーザがシステムを利用している場合、負荷分散政策の有効性において、それが Pareto 最適性および公平性を満たしているかが重要な要素をなすと考えられる。一方で、Nash 均衡もまた、各ユーザが自身の性能を追及するという意味で公平性を持つと考えられる。本研究では、Nash 均衡を Pareto 最適解に拡張した公平性を考え、他の公平性指標と共に、単純な分散コンピュータシステムに対し適用し、それらの特徴を観測し、相応の知見を得ている。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、情報化社会の基幹的な役割を担う情報ネットワークにおける、意志決定の独立分散に関する問題を検討したものである。意志決定の独立分散を実現する際に生じ得る性能上の問題を見出し、それについて具体的に追究したものであって、コンピュータサイエンス上貢献するところが大きいと判断される。さらに、十分な計算設備を用いて、現象の確認とより深い追究をすることが望まれる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。