

(別紙 2)

## 論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 吉田 雅裕

本論文は、現在のインターネットにおけるサービス提供手段の一つである P2P 技術を用いたネットワーク構成方式に対する測定技術と制御技術に関する研究成果をまとめたものである。

「P2P ネットワーク」は各ユーザの PC を直接的に相互接続することで構築され、各ユーザはサービスを受けると同時に自分自身が保持する資源(ネットワーク回線、CPU、HDD など)を他のユーザに提供するため、従来のクライアント・サーバー型のインターネットサービスと比較して、コスト面に優れた高い拡張性を持つ。例えば、Skype に代表される VoIP サービス、PeerCast に代表される P2P 動画ストリーミング、BitTorrent に代表される P2P ファイル共有ネットワークなどが普及している。P2P ファイル共有システムにおけるファイル転送プロトコルは、短時間で多くのピアにサイズの大きなファイルを配布することができ、ファイル転送効率に非常に優れるという特徴があるが、近年では、P2P ファイル共有ネットワークが世界中で広く普及し、頻繁にサイズの大きなファイルの交換に利用されるようになったため、現在のインターネットにおける全体の通信量の大きな割合を占めるなど社会的なインパクトも大きい。

P2P ファイル共有ネットワークの普及に伴い、その測定や制御の研究も盛んに行われるようになってきている。P2P ネットワークの「測定」とは、世界中に分布したピアが持つアプリケーション層の情報を、ある地点から収集し P2P ネットワーク全体の特性を推定する方式である。従来の P2P ネットワークの測定には、(課題 1)測定のために大量の資源が必要であること、(課題 2)接続拒否端末と呼ばれる測定不可能なピアが多数存在すること、という 2 つの課題がある。また、現在の P2P ファイル共有ネットワークには流通ファイルを「制御」する機能が備わっていないため、様々な課題が P2P ファイル共有ネットワーク上で起こっている。その一つが(課題 3)非効率な長距離通信の発生である。また、P2P ファイル共有ネットワークでは、(課題 4)一度流通を始めたファイルをネットワーク上から削除することができず、著作権侵害ファイルや個人情報ファイルなどの流通が問題となっている。

本論文では、これらの課題 1 から課題 4 のそれぞれを解決するために、5 種類(課題 4 に対しては 2 種類、それ以外は 1 種類)の提案方式を提案しその性能評価を行っている。これら 4 つの課題を解決するためには技術的なアプローチだけでなく、法律、経済、倫理などの様々な視点が必要となる場合があるが、本論文では技術的な方式の開発のみを研究対象としており、その他のアプローチとの組み合わせなどは本論文の対象外である。

本研究の新規性は、以下の 2 つに集約される。第一に、本論文の全ての提案方式は、現在の P2P ファイル共有ネットワークのソフトウェアやプロトコルを全く変更せずに適用できるという点である。現在普及している P2P ファイル共有ネットワークはネットワーク管理者が存在せず、プロトコルやソフトウェアの変更も P2P ネットワーク開発者のみにしか権限が無い。そのため、第三者が何らかの機能を

P2P ファイル共有ネットワークに追加することは難しく、現在の P2P ファイル共有ネットワークの課題を解決する上で大きな障害であった。しかし、本論文の提案方式は、ソフトウェアやプロトコルに透過的でありそのまま直接的に適用することができるため、実効性や有効性が高い。第二のオリジナリティは、本論文の全ての提案方式が大規模な資源(ネットワーク回線、CPU、HDD など)を必要とせず、ユーザレベルで用意可能な資源(具体的には 100Mbps の回線、1 台の PC)で提案方式を適用できる点である。P2P ファイル共有ネットワークには、国や年齢層の異なる様々なユーザが参加しているため、流通ファイルに対してどのような制御を行いたいかという要望はユーザごとに異なる。さらに、P2P ファイル共有ネットワークを制御する場合は、誰がどのような立場で制御するかという議論もあり、制御方式を実運用する上で問題となりうる。しかし、本論文の提案方式は、ユーザレベルで用意可能な資源のみで適用可能とすることで、各ユーザに P2P ファイル共有ネットワークの自立的な制御を可能とする方式を提供できるなどの利点がある。

審査会において、委員からは、実験や評価方法の明確化に不十分な点があることや、技術的なインテグレーションやビジネス化に関しての疑問や、本論文の成果のうち一般的な手法として世の中に汎用的に残る貢献部分の明確化などに荒削りな部分が残されているという指摘もあったが、質疑応答で十分な回答をすることができたため、総合的にみて本研究が博士号に値することについて審査委員全員が合意した。

よって、本審査委員会は、本論文が博士(学際情報学)の学位に相当するものと判断する。