

氏名(本籍)	ブーケレフ ジェッルール (アルジェリア)			
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博甲第 5678 号			
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 25 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>A Study on Complex Query Processing in Structured Peer-to-Peer Overlays</b> (構造型 P2P オーバレイにおける複雑な問合せの処理に関する研究)			
主査	査	筑波大学教授	理学博士	北川博之
副査	査	筑波大学教授	工学博士	海老原義彦
副査	査	筑波大学教授	理学博士	佐藤三久
副査	査	筑波大学教授	博士(理学)	加藤和彦
副査	査	筑波大学准教授	博士(工学)	天笠俊之

### 論文の内容の要旨

本論文は、P2P システムにおける多次元データの管理機構と空間問合せ、ならびに集約問合せに関する研究について述べたものである。多次元データに対する範囲問合せや近傍問合せ、ならびに集約問合せは、キーに基づく問合せに比べてより複雑な問合せであり、前者は類似検索や位置依存情報提供等を実現する上で、後者は P2P ネットワーク管理、コンテンツ配信等の応用において、重要な処理となる。

具体的には、本論文では、P2P システムにおける多次元データ管理を目的としたフレームワークである Multi-Ring Content Addressable Network (RCAN) の提案と、P2P 環境における効率的集約処理を目的とした Application Level Aggregation and Multicast (ALAM) の提案を行っている。

RCAN では、多次元データ空間を空間分割し、各ピアがそれぞれの領域に対応するデータを管理する方式をとる。RCAN の特徴は、データ自身のもつ特徴空間で領域分割を行うことと、 $O(\log N)$  本(ただし、 $N$  はピア数)の遠方のピアに対する Long Link を有する点にある。データ自身のもつ特徴空間で領域分割を行うことによりデータの局所性が維持されることと、問合せ処理に Long Link を利用することにより、多次元データに対する範囲検索や近傍検索等の空間問合せを効率的に実行することができる。また、新たなノードの追加の際に Long Link を利用して過負荷となっているピアを探索することで、ピア間での負荷分散を行うことが可能となっている。ピア数  $N$  に応じてピアの持つ Long Link の本数が動的に調整されるため、高いスケーラビリティをもってこれらの特徴が維持される。シミュレーション実験により、ルーティング処理コスト、メンテナンスオーバーヘッド、各ピアの処理負荷、問合せ処理効率等を評価することで、本提案の有効性が示されている。

ALAM は、全ピアからデータを受け取るような集約問合せを対象とするもので、集約問合せ元となるピアを根とし全ピアから構成される A 木と V 木という 2 つの全域木を組み合わせたことが基本アイデアである。A 木を用いて全ピアに集約問合せを伝播し、V 木を用いてデータ収集を行うことで、単一の全域木のみ

を用いて集約問合せ処理を行う従来方式に比べて、問合せ処理時間の短縮と各ピアの処理負荷の均衡化を図ることが可能となる。シミュレーション実験や処理効率の分析を通じて、本提案の有効性が示されている。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

P2P システムは、スケーラブルな大規模情報システムを実現する上で重要な技術の一つである。本論文は、P2P システムにおける多次元データの管理と問合せ処理、ならびに集約問合せに関する新たな提案を行ったもので、P2P 環境における高度なデータ処理を実現する上での重要な取組みと認められる。また、シミュレーション実験等を通じて各種の有益な知見が示されている点も評価でき、当該情報工学分野への貢献が十分に認められる。今後、応用処理への適用や、実環境における実験評価等の残された課題への取組みが期待される。

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。