



Title	Constructing Proximity-Aware Balanced Overlay Networks
Author(s)	Makikawa, Fuminori
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27638
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	まき 牧川文紀
博士の専攻分野の名称	博士（情報科学）
学位記番号	第 24657 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 情報科学研究科情報システム工学専攻
学位論文名	Constructing Proximity-Aware Balanced Overlay Networks (近接性とバランスを考慮したオーバーレイネットワーク構築)
論文審査委員	(主査) 教授 菊野亨 (副査) 教授 尾上孝雄 准教授 大崎博之 准教授 土屋達弘

論文内容の要旨

本論文では、検索時間の小さいオーバーレイネットワークの構築手法を提案する。まず非構造化オーバーレイに関して、検索時間とパス長が小さいオーバーレイ構築手法を提案する。この手法によって、パス長・検索時間・クラスタ係数が小さくネットワークの分断が発生しにくい非構造化オーバーレイを構築することができる。提案手法では、ネットワークに参加する各ピアはそれぞれ近距離リンクと遠距離リンクの 2 種類のリンクをそれぞれ保持する。近距離リンクはより短い距離を接続するように、遠距離リンクはあらかじめ決められた長さに近づくようにリンクの繋ぎ替えを繰り返し行い、グラフのトポロジを変化させる。近距離リンクが検索時間を小さくし、遠距離リンクがパス長・クラスタ係数・ネットワーク分断に対する改善をもたらす。ランダムネットワークに加え近接性を考慮したいいくつかの既存手法に対して提案手法を導入し、導入前後の変化を比較することで提案手法の有効性を評価する。シミュレーションにより、提案手法がパス長・検索時間ともに小さい非構造化オーバーレイネットワークを構築できていることを示す。

次に構造化オーバーレイネットワークの一つであるスキップグラフを対象にし、グラフのバランスとピア間の近接性を考慮することで検索時間を小さくしたスキップグラフの構築手法を提案する。提案手法では、グラフに参加する各ピアがグラフの局地的なバランスと隣接ピア間の通信時間を調査し、グラフのバランスを保ったまま、より近距離のピアを接続するようリンクの繋ぎ替えを行う。また、提案手法の考え方はスキップグラフを拡張した他の手法に対しても適用することが可能である。提案手法の有効性を評価するために、元のスキップグラフに加え、複数の既存手法、およびそれらの手法に提案手法を導入した手法の間で比較を行う。シミュレーションより、提案手法によって得られるスキップグラフでは、グラフのバランスを保つことでパス長を保ったまま、検索時間を大きく削減できることを示す。

本論文の構成は以下の通りである。まず第 1 章で研究の背景について述べる。第 2 章で研究の対象となっているオーバーレイネットワークの説明を行う。第 3 章では、パス長および通信時間を削減した非構造化オーバーレイネットワークの構築手法を提案している。第 4 章では、構造化オーバーレイの一種であるスキップグラフの、バランスと検索時間を考慮したあらたな構築手法を提案する。最後に第 5 章では本論文で得られた主な結果をまとめると共に、今後の研究課題についてまとめる。

論文審査の結果の要旨

ネットワークシステムの大規模化に伴い、サーバ・クライアント型に代わって、各システム要素（ピアと呼ぶ）が独自のリンクを設定してシステムを維持するP2Pシステムに関心が移ってきてている。本論文では、P2Pシステムの効率よい運用のために構築される仮想ネットワークである、オーバーレイネットワークの構築に関する新たな2つの手法の提案を行っている。

オーバーレイネットワークは基本的に2つの方式に分類される。非構造化方式ではネットワークの形状は自由であるため、その維持管理コストは低く抑えられるが、データの検索に多くの時間を要するという課題をもっている。一方、構造化方式ではネットワークの形状を厳しく制限するため、その形状の維持に必要な管理コストが大きくなるという課題を持っているが、データの検索はかなり高速に実現できる。

本論文の前半部分では、「データの検索時間を小さくする非構造化オーバーレイネットワークを効率よく構成する」ことに挑戦している。バス長が小さいオーバーレイネットワークを構成するために、近接性を反映した近距離リンクと遠距離リンクを導入し、各ピアが接続しているリンクの繋ぎ替えを動的にくり返して、ネットワークの形状を改善している。シミュレーション実験により、近距離リンクが検索時間の短縮に、遠距離リンクがバス長の短縮とネットワークの分断予防にそれぞれ大きく役立つことを明らかにしている。

次に、後半部分では「構造化オーバーレイネットワークの1つであるスキップグラフに対し、データの検索時間の改善を図ること（但し、維持コストを増大させることなく）」に挑戦している。提案する方式は、スキップグラフのバランスとピア間の近接性に注目し、各ピアがグラフのバランスを保ったまま、より近距離にあるピアと接続するようにリンクの繋ぎ替えをくり返す。シミュレーション実験により、全体としてバス長を保ったままで、検索時間を約3割削減できることを示している。

よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。