The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Reducing ISPs' cost by application-level path selection and in-network caching
Author(s)	松田, 一仁
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59997
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【23】

氏　　名	松　田　一　仁（まつだ かずひと）
博士の専攻分野の名称	博　士（情報科学）
学　位　記　番　号	第　２５８６０　号
学位授与年月日	平成25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ネットワーク学専攻
学　位　論　文　名	Reducing ISPs' cost by application-level path selection and in-network caching （ISPのコスト削減のためのアプリケーション層経路選択およびネットワーク内キャッシュに関する研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　中野　博隆 （副査） 教　授　村田　正幸　　教　授　村上　孝三　　教　授　東野　輝夫

論　文　内　容　の　要　旨

現在のインターネットは多数の Internet Service Provider（ISP）によって構成されている．個々の ISP は金銭的契約に基づいて他 ISP とリンクを張り，ISP 間リンクの課金構造に基づいて自身の利益を最大にするよう経路制御を行っている．一方で近年，新しい種類のトラヒックルーティング手法が登場してきている．その内の 1 つであるアプリケーション層経路制御は，エンドホストをノードとした経路制御により，エンド間のネットワーク性能を向上できることが知られている．また Content-centric networking（CCN）も新しい手法の 1 つであり，キャッシュの利用により ISP のコストを削減できる可能性がある．しかし，これらの手法は直接 ISP のコスト構造を考慮していない．よって，インターネットにおいて利用するには ISP のコストを考慮した制御が必要となる．

本論文では，まずエンドユーザ主体のアプリケーション層経路制御によって発生する ISP のコストを削減する手法を提案する．ISP とエンドユーザはそれぞれコストの削減とネットワーク性能の向上という目的を持っているため，提案手法ではこれら 2 つの目的を同時に満たすよう，アプリケーション層経路の選択を行う．

次に，個々の ISP に属するノードが分散してアプリケーション層経路制御を行う状況を考える．このような状況では個々のノードが利己的に経路を選択することで，他のノードと経路が重複し，得られるネットワーク性能が劣化する問題が発生する．そこで本論文では，全ノードを含めたアプリケーション層経路選択を最適化問題として定義した後，この問題に対して分散焼きなまし法を用いて準最適解を求める手法を提案する．

最後に，CCN の特徴であるネットワーク内キャッシュに着目し，ISP のコストを大きく削減するキャッシュ共有手法を提案する．CCN はそのネットワーク内キャッシュという特徴によりトランジットコストを削減できるが，CCN ルータのキャッシュ容量は求められる処理性能から，非常に限られたものとなる．提案手法では，CCN ルータのキャッシュを CCN ルータ間，およびピアリングリンクで結ばれた ISP 間で共有し，重複を排除してコンテンツをキャッシュすることで，より効果的なトランジットコストの削減を実現する．

論　文　審　査　の　結　果　の　要　旨

本論文は，インターネットにおける ISP のコストに着目し，これを削減しつつ高いネットワーク性能を得るための，経路制御とネットワーク内キャッシュに関する研究成果をまとめている．

インターネットは，多数の ISP が構築したネットワークの集合体であり，ISP のコストを削減することはインターネットの発展において重要な課題の一つである．同時に，インターネットの直接的な利用者はエンドユーザであるため，エンドユーザが得られるネットワーク性能を向上させることもまた重要な課題である．

本論文では，まずエンドユーザが独立してアプリケーション層で行う経路制御について，ISP のコスト増加を抑制しつつ，エンドユーザの得るネットワーク性能を最大限に引き出すためのアプリケーション層経路選択手法を提案している．インターネット上の大規模なテストベッドを利用して取得した実ネットワークの計測結果を用いて数値評価を行なっており，提案手法が ISP のコストを増加させずに，高いネットワーク性能を示すことを明らかにしている．

次に，アプリケーション層経路制御のユーザが互いに協調して選択経路の重複を避け，高いネットワーク性能を得る，分散処理型の経路選択手法を提案している．この手法は，先の手法が独立したエンドユーザに向けたものであるのに対し，ユーザ間で協調することで更に高いネットワーク性能を得ることを目的としている．また，先の手法で得られた知見を基に ISP のコスト増加を抑える仕組みを組み込んでいる．実ネットワークの計測結果を用いたシミュレーション評価により，ユーザのトラヒック要求量に応じてユーザ間で協調して適切な経路選択を行い，全体で高いネットワーク性能を実現できることを示している．

さらに，近年新たに提案されているネットワークアーキテクチャである Content-Centric Networking（CCN）に着目し，CCN が持つキャッシュ方式を拡張して，ISP のコストを大きく削減する手法を提案している．提案手法は，CCN におけるキャッシュ容量が十分でないことを背景とし，複数の CCN ルータ間で協調してキャッシュを行うことでこの問題を解決している．加えて，ピアリングリンクと呼ばれる利用コストの低い ISP 間リンクに着目し，これを利用して互いにキャッシュを共有することで，更に大きなコスト削減を実現する手法を構築している．実際の ISP のネットワークトポロジを用いたシミュレーション評価を示すことで，標準的な CCN の挙動に比べ，大きく ISP のコストを削減できることを明らかにしている．

以上の研究成果は，ISP のコストを削減すると同時にエンドユーザの性能を向上させ，インターネットの発展に大きく貢献するものであり，その学術的価値は高い．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．