

Title	Realizing Name-based Routing in the Network Layer
Author(s)	Hwang, Haesung
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/26849">http://hdl.handle.net/11094/26849</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

【14】

氏名	ホワン 黄 恵 聖 (Haseung HWANG)
博士の専攻分野の名称	博士 (情報科学)
学位記番号	第 25288 号
学位授与年月日	平成24年3月22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	Realizing Name-based Routing in the Network Layer (ネットワーク層における名前に基づくルーティング制御の実現)
論文審査委員	(主査) 教授 村田 正幸 (副査) 教授 村上 孝三 教授 今瀬 真 教授 東野 輝夫 教授 中野 博隆

## 論文内容の要旨

近年のインターネットにおける通信形態は、コンテンツ・情報・リソースの物理的な位置情報を求めることから、リソース自体を求めることに変わりつつある。このようなトレンドを反映するために、様々なネットワークアーキテクチャとルーティング方法が提案され、その中でもリソースに基づくルーティングが注目されている。つまり、明示的な宛先アドレスだけでなく、情報やコンテンツに基づいてルーティングを行うことである。このようなネットワークアーキテクチャのパラダイムシフトを確立するために、ネットワーク層のデバイス、つまりルータがこのシフトをサポートする必要がある。コンテンツに基づくルーティングを行う場合、パケットを転送する際に参照する検索テーブルの内容も従来の IP アドレスからコンテンツに関する情報に変えるべきである。特に、宛先の数、リソースの種類の数とリソースを要求するユーザ数に依存

するため、従来より検索テーブルに格納する情報の量は多くなる。すなわち、新しい記憶措置と新しい検索メカニズムをサポートするためには、IP アドレスを格納する従来の方式を見直し、検

本論文は、まずルータで使用される高速なメモリである TCAM の特性を明らかにしている。TCAM は、セルの表現として通常の 0 と 1 に加え、それらを同時に表す任意の値を使うことができる。この値を使用することによって高速な検索が可能となるが、消費電力を高くする原因となっている。ルータに、名前が着いているホストの情報を複数のルータに分散して格納するアルゴリズムを提案し、名前に基づくルーティングの実現可能性を明らかにしている。その結果、ドメイン名のルーティング情報を格納するために必要なルータの台数は、現存するルータの約 1% であることが分かった。さらに、多様なコンテンツと、そのコンテンツを購読する大量なユーザの情報をルータで管理するための仕組みを提案している。資源には名前が付与されている前提で、資源とユーザ情報の検索に適しているルータのルックアップテーブルを提案する。検索テーブルを工夫することによって、最もポピュラーな資源を購読しているユーザの情報を検索し、その結果を返す遅延は 75ms から 45 $\mu$ s になることが分かった。

本論文では、上記で述べたようなハードウェアとネットワークアーキテクチャで要求される課題を解決することによって、ネットワーク層で名前に基づくルーティングが実現可能性のあることを明らかにしている。

### 論文審査の結果の要旨

近年のインターネットにおける通信形態は、コンテンツ・情報・リソースの物理的な位置情報を求めることから、リソース自体を求めることになりつつある。このようなトレンドを反映するために、様々な新世代ネットワークアーキテクチャとルーティング方法が提案され、その中でもリソースに基づくルーティングに関する研究が注目されている。つまり、明示的な宛先 IP アドレスだけではなく、情報やコンテンツに基づいてルーティングを行うことである。このようなネットワークアーキテクチャのパラダイムシフトを確立するために、ネットワーク層のデバイス、つまりルータがこのシフトをサポートする必要がある。コンテンツに基づくルーティングを行う場合、パケットを転送する際に参照するルータの検索テーブルの内容も、従来の IP アドレスからコンテンツに関する情報に変えるべきである。特に、宛先の数は、リソースの種類の数とリソースを要求するユーザ数に依存するため、従来よりルータの検索テーブルに格納する情報の量は多くなる。すなわち、新しい記憶措置と新しい検索メカニズムをサポートするためには、IP アドレスを格納する従来の方式を見直し、ルータの検索テーブルを設計し直さなければならない。

そこで本論文では、リソースを表す方法の中でも名前を用いて、名前に基づくルーティングがネットワーク層で実現可能であることをハードウェアおよびネットワークの側面から明らかにしている。

まず、本論文は、ルータの高速なメモリである TCAM の特性を明らかにしている。TCAM は、メモリセルの表現として通常の 0 と 1 に加え、それらを同時に表す任意の値である don't care ビットを使うことができる。この値を使用することによって高速な検索が可能となるが、消費電力を高くする原因となっている。特に、アクセス制御リストのフィールドの中で、範囲で表記されているポート番号を TCAM に格納する際に多くのエントリ数を消費してしまう問題点があげられている。本論文では、範囲をあらかじめ記録しておく範囲比較回路と、最適化された最長プリフィックスマッチを併用することによって、範囲を格納するために必要な TCAM の行数を約 50% にすることができた。また、名前が着いているホストの情報を複数のルータに分散して格納するアルゴリズムを提案し、ドメイン名のルーティング情報を格納するために必要なルータの台数は、現存するルータの約 1% であることが分かった。従って、TCAM の制限があっても名前に基づくルーティングの実現できることを示している。さらに、多様なコンテンツと、そのコンテンツを購読する大量なユーザの情報をルータで管理するための仕組みを提案している。資源には名前が付与されている前提で、資源とユーザ情報の検索に適しているルータのルックアップテーブルを提案している。検索テーブルを工夫することによって、最もポピュラーな資源を購読しているユーザの情報を検索し、その結果を返す遅延は 75ms から 45 $\mu$ s にできることが分かった。

以上のように、本論文では、ネットワーク層で名前に基づくルーティングが実現可能性のあることを明らかにし、その実現に向けた多くの研究成果をあげている。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。