

氏 名	金 勇
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	工 学
学位授与番号	博甲第4548号
学位授与の日付	平成24年 3月23日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	A Study on Construction Technology of Multi-homed Network with Minimal Administration (管理の容易なマルチホームネットワーク構築技術に関する研究)
論文審査委員	教授 山井成良 教授 横平徳美 教授 船曳信生

学位論文内容の要旨

With the explosive expansion of the Internet, some Internet services such as E-mail and WWW have become indispensable for human's social activities. It is required to run the Internet services stably and efficiently. As one solution multi-homed networks attract much attention. This technology not only can improve the fault-tolerance of the Internet systems but also can balance the network traffic efficiently.

So far there have been several techniques developed to construct a multi-homed network: acquiring an AS (Autonomous System) number, using the ALG (Application Level Gateway) and using the NAT (Network Address Translation). However, by only building a multi-homed network we cannot take its full advantages and it is needed to combine efficient route control and network traffic balancing functions. Conventional methods such as DNS Round Robin, DistributedDirector and TENBIN still have unacceptable issues as solutions to our purpose.

Thus in this thesis, first, we analyze the network architecture of the multi-homed network and the necessity of route selection. Based on the analysis, we propose a dynamic route selection mechanism for inbound E-mail delivery with considering network conditions on multi-homed network. In this method, when the E-mail sender side queries the MX (Mail eXchange) record before it sends E-mail then the E-mail receiver side replies multiple different MX records via multiple routes simultaneously so that the route with low latency or wide bandwidth can be selected and used for E-mail delivery. We also implemented a prototype system and compare with conventional methods to present its effectiveness.

Next, We analyze the latency measurement technology which is very important in network condition investigation and propose a new latency measurement method to solve existing issues by practical use of DNS (Domain Name System) protocol on multi-homed network. In this method, we focus on the DNS resolution procedures occur right before the client uses the Internet services and measure multiple RTTs (Round Trip Time) between the server side and the client side using CNAME (Canonical name of domain name) resource record. As a result, by comparing the RTTS the proposal method can let the user select and use a route with low latency in both inbound and outbound directions. We also implemented a prototype system based on the proposal and evaluated its function and present its effectiveness by comparing with existing methods.

Finally, we describe the implementation technology of the multi-homed network. Using the NAT is one of the well-used multi-homing technologies with low administrative cost. However, it has some problems for inbound connections. Thus, as basis of the NAT, we propose a new multi-homing technology with minimal administration which is also applicable to the inbound connections. In this technology we use one of the options in the IP (Internet Protocol) header named LSRR (Loose Source Record Route) which is used for source routing. We add the LSRR option to the inbound packet at the router right before the application server make the inbound path identical to the outbound path in the connection. We also implemented a prototype system based on the proposal and present the effectiveness as well as usability.

論文審査結果の要旨

本論文は、組織ネットワークを複数のISP(Internet Service Provider)経由でインターネットに接続する構成法であるマルチホームネットワークを、簡単かつ効果的に構築する方法を示したものである。

従来のマルチホームネットワーク構成法ではISPの管理者との協調作業が必要であったり、ネットワークの状態に応じた経路選択を行えなかったりするなどの問題があった、このような問題に対して、本論文ではNAT(Network Address Translation)あるいはALG(Application Level Gateway)を用いたマルチホームネットワークを対象とし、ISPの管理者との協調作業を不要にしている。その上でネットワークの状態に応じた経路選択を行う手法を2種類提案している。これらの手法は適用条件や測定方向に多少の違いがあるが、いずれもホスト名に対するIPアドレスを求める際に用いられるDNS(Domain Name System)を利用して各経路の遅延時間の差を間接的に測定し、問合せに対して最適の経路を使用するようなIPアドレスを応答する。このため、提案手法を組み込んだ組織内DNSサーバだけで実現可能であり、適用が容易であるという特徴を持つ。また、実験環境において性能評価を行い、様々な条件下で提案手法が適切な経路選択を行えることを示している。

本論文では、さらに耐障害性を向上させるために複数のルータを用いてISPと接続している組織内ネットワークにおいて往復の通信経路を一致させる手法も提案している。この方法ではISPとの接続点においてIPv4のソースルーティング (LSRR: Loose Source and Record Route) オプションを着脱することにより、組織内のサーバに簡単な設定を行うだけで往復の通信経路を一致させることに成功している。また、性能評価実験により提案手法はLinux, Unix系の多くのサーバに適用可能で、またオーバーヘッドも実用上問題がない程度に小さいことを示している。

上記のように、本論文で提案されている手法はいずれも実用性が高く、組織ネットワークの通信速度および信頼性の向上に大いに貢献するものと評価できる。このような理由により、本論文は博士(工学)の学位論文として相応しいものと判定する。