

Title	A Study of DNS Transport Protocol for Improving the Reliability
Author(s)	力武, 健次
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/2326
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	力 武 健 次
博士の専攻分野の名称	博 士 (情報科学)
学位記番号	第 19620 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 情報科学研究科マルチメディア工学専攻
学位論文名	A Study of DNS Transport Protocol for Improving the Reliability (信頼性向上のための DNS トランスポートプロトコルの研究)
論文審査委員	(主査) 教授 下條 真司 (副査) 教授 西尾章治郎 教授 藤原 融 助教授 馬場 健一 助教授 中村 素典

論 文 内 容 の 要 旨

本論文の目的は、DNS (ドメイン名システム) のリゾルバーサーバ間のやり取りで、DNS トランスポートプロトコル上の UDP ペイロード長が持つ最大 512 バイトの制約による悪影響の重要性を示し、DNS 運用の際既存のプロトコル拡張を使ってこの制限を最小限の移行コストで回避するための手法を示すことである。

DNS はインターネット上の分散データベースで、ドメイン名と IP アドレスなどの資源ポインタを結びつけている。DNS は自身のトランスポートプロトコルを持つ。DNS のリゾルバーサーバ間の通信の大半は一回の往復で終わる。各ペイロード長が 512 バイト以下なら UDP を使うが、それを越えると TCP に切り換える。この設計は通信の信頼性を保証する上で不可欠だが、同時にペイロード長増加の際通信全体の性能低下の原因となる。

近年、DNS に対する新しい機能拡張要求として、IPv6 の登場と普及の支援、暗号を使った認証、そしてデータベースの動的な更新がある。これらの拡張機能は、平均ペイロード長を増やす傾向がある。平均ペイロード長の増加につれ、DNS トランスポートプロトコルでの TCP でのやり取りの割合も増加する。この事は DNS サーバの記憶領域などの資源消費量の増大やネットワーク負荷の増大を招き、DNS 全体の効率と信頼性の低下を引き起こす。

この UDP ペイロード長の 512 バイト制限を乗り越えるための手法がいくつか提案されている。その 1 つ EDNS0 は、リゾルバーサーバ間でより大きな UDP 最大ペイロード長を設定するための手順である。同様に T/TCP (Transactional TCP) は TCP の拡張で、一往復で完結する TCP の利用の際、通信の信頼性は確保しつつ必要なパケット数を減らす。これらの既存手法を応用することで、UDP ペイロード長制限の問題は解決できると筆者は予想した。

本論文では、第 1 章で概論として、DNS がインターネットに果たして来た役割と、現在 DNS が抱えるその他の問題について述べた。第 2 章では、DNS のアーキテクチャと特にそのトランスポートプロトコル、特に各プロトコル階層の特徴と機能、そしてその詳細について、現状を既存の実装を例示し説明した。その上で、DNS の利用の変化に伴う DNS への新たな要請と、それらに応えるためのプロトコル拡張について論じた。

第 3 章では、DNS のペイロード長増加がもたらす影響の解析例の一つとして、IPv4 から IPv6 へ移行する際のペイロード長増加の影響の程度について論じた。IPv6 の導入により、現在の IPv4 よりも IP アドレス長が増加し、そ

れに伴い DNS ペイロード長も増加する。本論文ではこの増加の程度を、実トラフィックから得た DNS パケットのデータを用い IPv4 から IPv6 に変わる際の IP アドレス長増加分を additional records を含めて反映するシミュレーションを行うことにより、512 バイトを越えるペイロード長が 0.04% から 1～3% へと大きく増えることを示した。また、この増加に対処するために、DNS プロトコル拡張の一つ EDNS0 が有効であることを示した。

第 4 章では TCP 上での DNS トランスポートプロトコルのオーバーヘッドを軽減するための手法として、T/TCP の導入を提案した。筆者は T/TCP を既存の DNS プログラムコードに実装し、伝送効率の向上の程度を評価した。その上で、T/TCP は広域環境での高遅延回線における通信所要時間を UDP と同程度にまで削減し、また誤り率が高い場合の通信成功率の向上をもたらす 2 点で、DNS での伝送効率を上げるために効果的な選択であることを示した。

最後に第 5 章では、本論文の成果をまとめ、今後の研究課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、DNS (ドメイン名システム) のリゾルバーサーバ間のやり取りで、DNS トランスポートプロトコル上の UDP ペイロード長が持つ最大 512 バイトの制約による影響の重要性を示し、DNS 運用の際既存のプロトコル拡張を使ってこの制限を最小限の移行コストで回避するための手法に関する研究成果をまとめたものである。その主要な成果は要約すると以下の 3 点である。

- (1) DNS のリゾルバーサーバ間の通信では、各ペイロード長が 512 バイト以下なら UDP を使うが、それを越えると TCP に切り換えるため、ペイロード長増加の際通信全体の性能低下の原因となる。本論文ではこの制限を乗り越える手法として、既存の EDNS0 と T/TCP の両者について分析し、両者を適用することで UDP ペイロード長制限の問題は低コストで解決できると予想し、以下の通り実証した。
- (2) DNS のペイロード長増加がもたらす影響の解析例の一つとして、IPv4 から IPv6 へ移行する際のペイロード長増加の影響の程度を、実トラフィックから得た DNS パケットのデータを用いシミュレーションを行うことで定量的に分析した。その結果 IPv6 へ移行する際には 512 バイトを越えるペイロード長が 0.04% から 1～3% へと大きく増えることを示した。また、この増加に対処するために、DNS プロトコル拡張の一つ EDNS0 が有効であることを示した。
- (3) TCP 上での DNS のオーバーヘッドを軽減するための手法として、T/TCP の導入を提案した。T/TCP の有効性を検証するため、既存の DNS プログラムコードに実装し、伝送効率の向上の程度を評価した結果、T/TCP は広域環境での高遅延回線における通信所要時間を UDP と同程度にまで削減し、また誤り率が高い場合の通信成功率の向上をもたらす 2 点で、伝送効率向上に効果的な選択であることを示した。

以上のように、本論文は今後の VoIP などインターネット上でのマルチメディアサービスを拡大していく上において欠かすことのできない技術である DNS の効率向上に関して多くの有用な研究成果をあげており、マルチメディア工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士 (情報科学) の学位論文として価値あるものと認める。