

氏名(本籍)	藤原 和典		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博 甲 第 7272 号		
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	DNS トラフィック解析及び負荷改善に関する研究		
主 査	筑波大学 教授	博士(工学)	吉田 健一
副 査	筑波大学 教授	博士(工学)	津田 和彦
副 査	筑波大学 准教授	工学博士	片岸 一起
副 査	筑波大学 准教授	博士(システムズ・マネジメント)	倉橋 節也
副 査	長岡技術科学大学 教授	博士(情報工学)	山崎 克之

## 論 文 の 要 旨

ドメイン名システム(Domain Name System、DNS)は、人間にとり使いやすいドメイン名を機械が扱いやすいIPアドレスなどに変換する等、インターネットの利便性にとり欠く事のできないシステムである。DNSには、権威DNSサーバ、フルリゾルバ、スタブリゾルバの三つの構成要素がある。すべての名前解決は、フルリゾルバによって権威DNSサーバの1種類であるルートDNSサーバから始まるため、フルリゾルバとルートDNSサーバの働きは特に重要である。更に今日ではIPv6の普及によるAAAAクエリの増加や、Webブラウザでの閲覧待ち時間短縮のためのDNSプリフェッチの実装、コンテンツデリバリネットワーク(CDN)での広域トラフィック制御のための短いTTL(Time to Live, 情報の有効期間)値の設定などの影響で、DNSへの負荷は増大してきている。今後さらにDNSへの負荷が増大することが見込まれ、その負荷低減は重要な研究テーマである。

このような背景に基づき、本研究では、(1)中規模のフルリゾルバのクエリ分析、(2)キャッシュ効率増大や遅延低減のための適切な設定の提案、(3)ルートDNSサーバのクエリ分析、(4)ルートDNSサーバへのクエリ低減方法の提案、を行なっている。

具体的には、IPv6対応OSの普及によりAAAAクエリが増加したため、クライアントからのクエリが41%増加したこと、CDNの普及により、小さなTTL値、別名(CNAME)、外部名の使用が増えていること等を明らかにし、(a)無用なAAAAクエリの低減、(b)適切なTTL値の設定、(c)CNAMEの削減、(d)内部名の適切な設定、が重要な運用課題である事を示し、効果的な運用方法の提案を行っている。

更に、ルートDNSサーバ及び筑波大学のフルリゾルバのクエリを分析し、ルートDNSサーバへの不要クエリが多い問題を分析し、(a)フルリゾルバの設定による改善法、(b)フルリゾルバの名前解決とキャッシュアルゴリズムの改善法、(c)NSECリソースレコードを使った改善法、の3つの改善法を示

し、それぞれの効果を定量的に評価している。

本論文は5章で構成される。まず第1章で研究の背景を説明した後、第2章でDNS技術の概要を説明し、インターネットでのトラフィック解析、DNSトラフィック及びフルリゾルバのアルゴリズムについての過去の研究を概観し、DNSに関する課題を明確化している。次に第3章で、IPv6対応OSの普及やCDNなどの大規模配信事業者によるDNSを用いた負荷分散の影響を調べるために筑波大学のフルリゾルバのクエリを分析し、キャッシュ効率増大や遅延低減のための適切な設定の提案を行なっている。更に第4章で、ルートDNSサーバ及び筑波大学のフルリゾルバのクエリ分析を行ない、ルートDNSサーバに非常に多くの本来不必要なクエリを送るIPアドレスが多数存在し、一般的な設定の中規模以上のフルリゾルバがその原因の一つであることを示し、ルートDNSサーバへのクエリ数の削減策を提案し評価を行なっている。最後に第5章において本研究で得られた結果の総括を行なっている。

## 審 査 の 要 旨

### 【批評】

インターネットの普及に伴い、DNSの効率的な運用は実務上の重要性が極めて高くなっている。また、IPv6やCDNサービスの普及により新たな技術課題も生まれ、研究すべき課題も増えている。

本研究では、このDNSの効率的な運用を目的に、各種計測結果をもとに、実用上重要な提案を行っている。著者はDNSシステムの運用と研究を職務とした社会人であり、実務上の経験を元に検討すべき重要な研究課題を選択し、それぞれの課題に対して妥当な提案を行っている。研究遂行にあたってはルートDNSサーバ及び筑波大学のフルリゾルバという2種類のDNSサーバを用いて大規模な計測を行った後に、計測結果に基づいた提案を行い、実験により提案内容の妥当性を確認している。課題選定から提案・妥当性の確認にいたる研究課程は著者のこの分野に関する高い見識を示している。更に本論文に示された結果はDNSの運用実務においても重要な知見を示しており、その成果は関連の研究分野においても特筆に値する。

以上、社会人としての実務ノウハウとDNSの仕組みに関する深い洞察をもとにした本学位論文、及び、研究の内容は、博士(工学)を授与するに十分なものと判断する。

### 【最終試験の結果】

平成27年2月5日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。この結果とリスク工学専攻における達成度評価による結果に基づき、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

### 【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。