L-025

ECS によるフルリゾルバのパフォーマンスに与える影響の調査と解決策の提案・評価
Investigating the Impact of EDNS Client Subnet on Full-Resolver Performance: Proposal and Evaluation of Mitigation Strategies

古賀 陽光 [1] Haruki Koga　神屋 郁子 [2] Yuko Kamiya　下川 俊彦 [1] Toshihiko Shimokawa

1. はじめに

近年、インターネット上のコンテンツを迅速かつ安定的に配信するため、コンテンツ配信サーバを地理的に分散配置する手法が広く採用されている。この環境では、ユーザーごとに最適なサーバへ接続を誘導する「リクエストナビゲーション」が重要である。この誘導を実現する代表的な方法の一つに、DNS を用いる方法がある。この方法では、権威 DNS サーバが名前解決の問い合わせ元であるフルリゾルバの IP アドレスを基に、最適なコンテンツ配信サーバを選択する。ここには、「ユーザーは自身が契約するプロバイダが提供する、ネットワーク的に近いフルリゾルバを利用する」という重要な前提が存在する。この前提により、クライアントの IP アドレスを知ることができなくても、フルリゾルバの IP アドレスから最適なサーバ選択を実現している。このイメージを図 1 に示す。

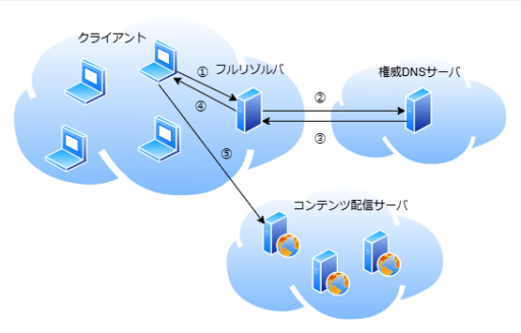

図 1　分散配置と誘導のイメージ

しかし、高速な応答を特徴とする Public DNS を利用することで問題が起きる。Public DNS はユーザーと遠く離れていることが多く、フルリゾルバの IP アドレスからユーザーの最適なサーバを選択することが困難になった。

この問題を解決するために、EDNS Client Subnet (ECS)[1] という技術が導入された。ECS は、DNS の名前解決要求にユーザーの IP アドレス情報の一部（サブネット情報）を付与し、権威サーバに伝達する。これにより、権威サーバは直接ユーザーのサブネット情報を知ることができ、Public DNS を利用している状況でもユーザーに最適なコンテンツ配信サーバを選択できるようになる。

一方で、ECS はフルリゾルバに新たな問題を引き起こす。通常、1 つのドメイン名に対するキャッシュは 1 つのエントリであるが、ECS を利用すると、サブネット情報ごとに異なるキャッシュエントリを保持する必要があるため、1 つのドメイン名に対して複数のキャッシュエントリが生成される。結果として、保持するキャッシュデータが増大し、フルリゾルバのメモリ使用量を圧迫して、名前解決時間が増加する。

本稿では、ECS がフルリゾルバの名前解決時間に与える影響を調査し、その影響を軽減するための具体的な解決策を提案、評価する。

2. ECS がパフォーマンスに与える影響の調査

本セクションでは、ECS がフルリゾルバのパフォーマンスに与える影響の調査方法とその結果について述べる。

2.1 調査環境と方法

ECS がフルリゾルバの性能に与える影響を明らかにするため、2 種類のフルリゾルバソフトウェア、Unbound 1.21.0 および PowerDNS Recursor 5.2.2 を用いて性能を比較した。それぞれに対し、以下の設定をそれぞれのサーバに施した。

- **ECS 無し:** ECS を無効にしたサーバ
- **ECS/16:** 上位 16 ビットのサブネット情報を利用するサーバ
- **ECS/22:** 上位 22 ビットのサブネット情報を利用するサーバ
- **ECS/24:** 上位 24 ビットのサブネット情報を利用するサーバ

これらのサーバを使って調査するために構築した環境を図 2 に示す。

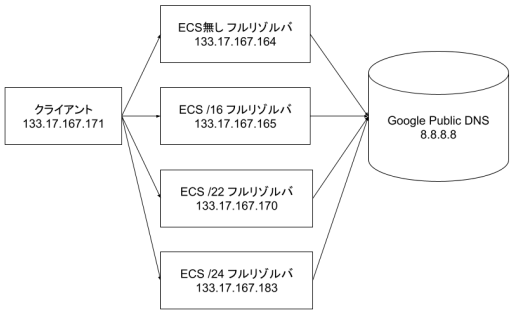

図 2　調査環境

調査を行うために、名前解決を行うドメイン名と、サブネット情報をテストデータとして用意した。テストデータは、人気サイトランキング「Tranco[2]」で公開されている 2,500 件のドメイン名と、大学のネットワークを参考にした 8 通りのサブネット情報（133.17.1.0/24 ～ 133.17.8.0/24）を用意した 。これらのデータを組み合わせて、名前解決要求を各フルリゾルバに送信し、1 クエリあたりの平均名前解決時間と、フルリゾルバプロセスの実メモリ使用量（RSS）を計測した 。実験は 5 回行い、その平均値を算出した 。

1 九州産業大学　Kyushu Sangyo University
2 福岡女子大学　Fukuoka Women’s University

Copyright © 2025 by
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers and
Information Processing Society of Japan All rights reserved.

2.2 調査結果

調査の結果、使用するフルリゾルバソフトウェアによって、メモリ使用量の傾向に違いが見られた。

図 3 に示す通り、Unbound、PowerDNS Recursor のいずれにおいても、ECS で利用するサブネット情報が長くなるほど、メモリ使用量が増加する傾向が確認された 。Unbound では ECS 無し（平均 12.2MB）から ECS/24（平均 22.5MB）にかけて、PowerDNS Recursor では ECS 無し（平均 46.1MB）から ECS/24（平均 55.2MB）にかけて、それぞれメモリ使用量が増加した 。これは、サブネットの種類ごとにキャッシュが生成されたことで、保存するデータ量が増大したためと考えられる 。両ソフトウェアを比較すると、PowerDNS Recursor は Unbound に比べて全体的にメモリ使用量が大きい結果となった 。詳細な測定結果を表 1 に示す。

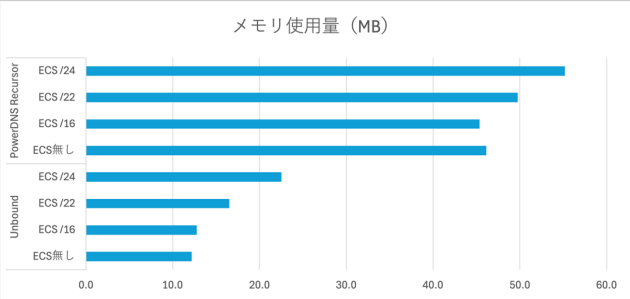

図 3　メモリ使用量の調査結果

	回数（回目）	Unbound				PowerDNS Recursor			
		ECS無し	ECS /16	ECS /22	ECS /24	ECS無し	ECS /16	ECS /22	ECS /24
最終的なメモリ使用量	1	12108	12676	16452	22436	46140	45088	49816	55164
	2	12200	12804	16540	22464	46156	45192	51300	56072
	3	12260	12796	16528	22552	45568	45852	49268	54352
	4	12064	13008	16488	22580	46816	46024	49708	55076
	5	12288	12620	16528	22544	46024	44656	48704	55184
	平均（KB）	12184.0	12780.8	16507.2	22515.2	46140.8	45362.4	49759.2	55169.6
	平均（MB）	12.2	12.8	16.5	22.5	46.1	45.4	49.8	55.2

表 1　最終的なメモリ使用量の測定結果

3. メモリ使用量を軽減する方法の評価

前章の結果を受け、ECS 利用時に増大するメモリ使用量を直接的に軽減する手法を 2 つ提案し、その有効性を Unbound を用いて評価した。

提案手法の一つは「キャッシュ容量の全体的な制限」である。これは、フルリゾルバの設定で直接メモリ使用量の削減に繋がりがあると考えたため、これによる名前解決時間の影響がどの程度起きるのかを確認するために提案した。

もう一つは、「1 つのドメイン名に対して保持できるキャッシュ件数の制限」である。これは、Unbound がデフォルトで 100 件のサブネット情報を保持するという仕様から、この値を制限することでキャッシュエントリ数が軽減され、メモリ使用量が削減できると考えたため提案した。

3.1 キャッシュ容量の制限

Unbound の設定ファイルで最大キャッシュ容量（msg-cache-size）を、デフォルト値である 4MB に制限した場合と、1GB に設定した場合とで比較した。その結果、図 4 に示すように、4MB に制限したサーバではメモリ使用量が約 16MB で頭打ちとなり、メモリ使用量の増加を効果的に抑制できることが確認された。1GB 設定時の平均名前解決時間が 98.90ms であったのに対し、4MB 設定時も 98.85ms と、ほぼ同一の結果であった。

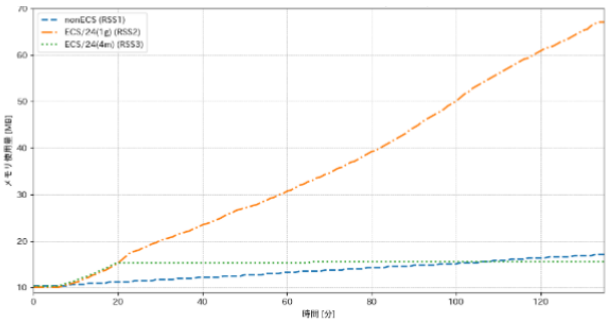

図 4　キャッシュ容量制限によるメモリ使用量推移（橙線：ECS/24(1GB)、緑点線：ECS/24(4MB)、青鎖線：ECS 無し）

3.2 ドメイン毎のキャッシュエントリ数制限

次に、1 つのドメイン名に対して保持できるサブネット情報のキャッシュエントリ数を、Unbound のデフォルト値である 100 件から 8 件に制限して実験を行った。その結果、この手法でもメモリ使用量の増加が緩やかになり、メモリ消費を抑制する効果が確認された。一方で、名前解決時間への顕著な影響は見られず、パフォーマンスを維持したままメモリ使用量を軽減出来るということが示された。

4. おわりに

本研究は、Public DNS 利用時における ECS の導入がフルリゾルバのメモリ使用量を増加させる問題に対し、その影響と対策を評価した。実験から、ECS のサブネット長がメモリ使用量に影響を与え、その傾向が Unbound と PowerDNS Recursor で異なることを確認した。また、Unbound ではキャッシュ容量やドメイン毎のキャッシュエントリ数を制限することで、性能を大きく損なわずにメモリ使用量の増加を抑制できることを示した。

ただし、今回の評価ではキャッシュヒット時の性能を十分に測定できていない。ECS 環境下では、同じドメインとサブネットの組み合わせでなければキャッシュが有効に機能しないため、この点を考慮した評価は今後の重要な課題である。

本研究の結果は、ECS に対応したフルリゾルバの設定を環境に合わせて工夫することが非常に重要であることを示している。今後は残された課題を引き続き実験して明らかにすることで、ECS のさらなる普及に繋げていきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くのご意見をくださったビッグローブ株式会社の皆様に深く感謝致します。

参考文献

[1] Contavalli, C., et al., ”Client Subnet in DNS Queries”, RFC 7871, May 2016. https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7871
[2] Tranco: A Research-Oriented Top Sites Ranking Hardened Against Manipulation. https://tranco-list.eu/

Copyright © 2025 by
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers and
Information Processing Society of Japan All rights reserved.