

ECS 非対応環境下での IP Geolocation を用いたリクエストナビゲーションシステムの開発 Development of a Request Navigation System Using IP Geolocation in an ECS-Unsupported Environment

志田 竜汰[†]神屋 郁子[‡]下川 俊彦[†]

Ryuta Shida

Yuko Kamiya

Toshihiko Shimokawa

1. はじめに

近年、動画配信サービスなどのストリーミングサービスの普及に伴い、コンテンツ配信の需要が増加している。しかし、サーバやネットワークの処理性能を超えたアクセスが来ると、安定してコンテンツを提供できなくなる。そのため、コンテンツ配信の基盤では負荷分散技術として CDN(Content Delivery Network)が用いられている。CDN ではクライアントのリクエストを適切なキャッシュサーバへ誘導しており、これをリクエストナビゲーションという。図 1 に CDN の概念図を示す。

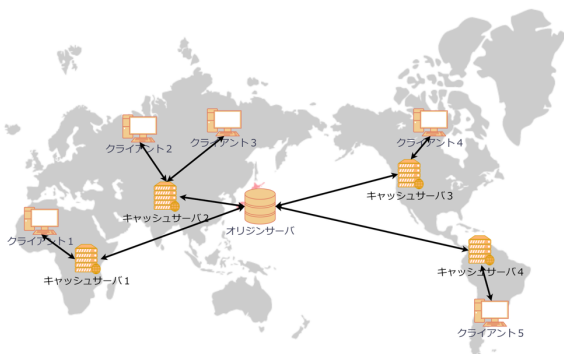


図 1 CDN の概念図

2. リクエストナビゲーション

本節では、代表的なリクエストナビゲーションについて述べたあと、現在使われている方式と課題について述べる。

2.1 DNS 方式

DNS は大きく分けて、権威 DNS とフルリゾルバの 2 種類がある。DNS 方式では、一般的に権威 DNS が名前解決要求に対して応答する際にリクエストナビゲーションを行う。権威 DNS サーバは問い合わせ元の IP アドレスを基に、適切なキャッシュサーバの IP アドレスを応答として返す。

2.2 エニーキャスト方式

エニーキャストとは、1つの IP アドレスを複数のノードで共有し、いずれかのノードと通信する通信方式である。共有する IP アドレスはエニーキャストアドレスと呼ばれる。エニーキャストは経路制御技術と組み合わせて利用される。インターネット上に同一の IP アドレスを持つ複数のホストが存在する時に経路制御と組み合わせることで、クライアントからネットワーク的に近いホストと通信できる。

2.3 HTTP リダイレクト方式

HTTP リダイレクトは HTTP のステータスコード 300 番台を用いて示される。HTTP リダイレクトを用いることでクライアントに対して別の URL へのリクエスト送信を指示できる。サーバはリダイレクトを指示する際に、転送先の URL をレスポンスのヘッダフィールドの Location ヘッダに記載する。クライアントは Location ヘッダにある URL を参照し、リクエストを送信する。

2.4 現在使われている方式と問題

現在、CDN におけるリクエストナビゲーションには主に DNS 方式が用いられている。その理由は、DNS がインターネット上の基盤技術として広く普及しており、既存のインフラを活用することでリクエストナビゲーションの導入が容易だからである。

リクエストナビゲーションを行う際の誘導指標の 1 つに、クライアントの IP アドレスを用いるものがある。一般的に DNS 方式では、権威 DNS でフルリゾルバの IP アドレスをもとに適切なキャッシュサーバの IP アドレスを応答する。多くの場合、フルリゾルバはクライアントに近いものを使用するためこの方法が有効だった。

しかし、Public DNS の普及によりこの手法では適切なリクエストナビゲーションできない問題が生じた。クライアントが Public DNS を利用する場合、権威 DNS が得られるのは、問い合わせ元である Public DNS の IP アドレスである。通常、Public DNS とクライアントの位置は離れている。そのため、クライアントとの位置とは離れたキャッシュサーバにリクエストナビゲーションされてしまう。このような DNS 方式におけるリクエストナビゲーションの問題を図 2 に示す。

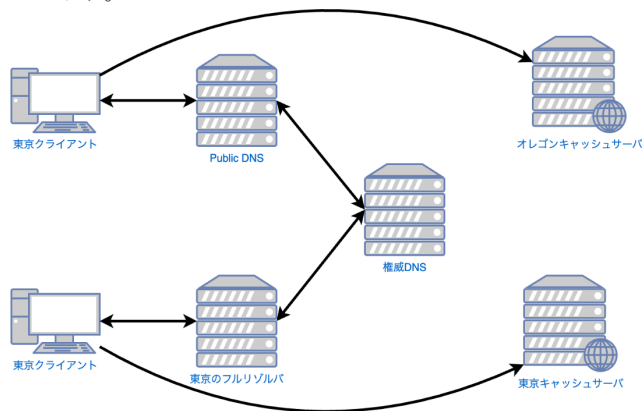


図 2 DNS 方式のリクエストナビゲーションの問題

[†]九州産業大学 Kyushu Sangyo University

[‡]福岡女子大学 Fukuoka Women's University

この問題を解決するために ECS(EDNS Client Subnet) [1]が開発された。ECS では、DNS の問い合わせにクライアントのサブネット情報を付加することができる。それにより、リクエストナビゲーションする権威 DNS がクライアントの IP アドレスを取得できるようになった。しかし、ECS はまだ普及しておらず、ECS に対応しているフルリゾルバの数は少ない。

3. 設計

本研究では、ECS に非対応な環境においてもクライアントの IP アドレスを用いたリクエストナビゲーションを可能にすることを目的とする。ここで、ECS に非対応な環境とは、クライアントが ECS に対応していないフルリゾルバを利用していることを指す。

本研究ではこの目的を達成するために、HTTP リダイレクト方式を用いる。誘導指標としては、クライアントの IP アドレスから IP Geolocation 技術を用いて地理情報を取得し、その情報に基づいて適切なキャッシュサーバを選択する。

本システムは、以下の 3 つの処理ステップから構成される。

1. クライアント IP アドレスの取得
2. IP Geolocation による地域判定
3. HTTP リダイレクト

設計したシステムの構成図を図 3 に示す。

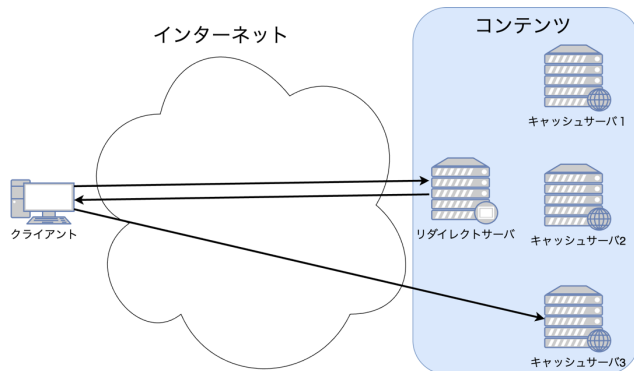


図3 設計したシステムの構成図

この設計により、ECS に非対応な環境においても、クライアントの IP アドレスを用いたリクエストナビゲーションが可能となる。また、IP アドレスから IP Geolocation 技術を用いてクライアントの地理情報を活用し、適切なキャッシュサーバへ誘導できる。

4. 実装

本システムは HTTP リダイレクトを返す Web サーバとして Elixir および Phoenix フレームワークを用いて構築した。設計で述べた処理構成に基づき実装した。

IP アドレスの取得では、HTTP リクエストのヘッダから X-Forwarded-For を参照し、クライアントがプロキシ経由で接続している場合にも正確な IP アドレスを取得できるようにした。ヘッダに値が存在しない場合は、直接取得する。

IP Geolocation による地域判定では、どこどこ JP[2]を使用し、API により IP アドレスの地域情報を取得する。取得した地域情報に基づいて適切なキャッシュサーバを選択する。

リダイレクト処理では選択したキャッシュサーバにリダイレクト処理をする。

5. 評価実験

評価実験では、リダイレクトサーバ、キャッシュサーバ、Public DNS、クライアントマシンを用いて実験環境を構築した。評価用のキャッシュサーバは、クライアントが判定された地域を識別できるコンテンツを用意する。これにより、適切な地域のキャッシュサーバを選択できるか評価する。使用した Public DNS は、ECS 対応の Google Public DNS (8.8.8.8) と ECS 非対応の Cloudflare DNS (1.1.1.1) である。クライアントマシンは、九州産業大学、AWS 東京リージョン、AWS オレゴンリージョンの 3 箇所に配置した。評価実験の環境について図 4 に示す。

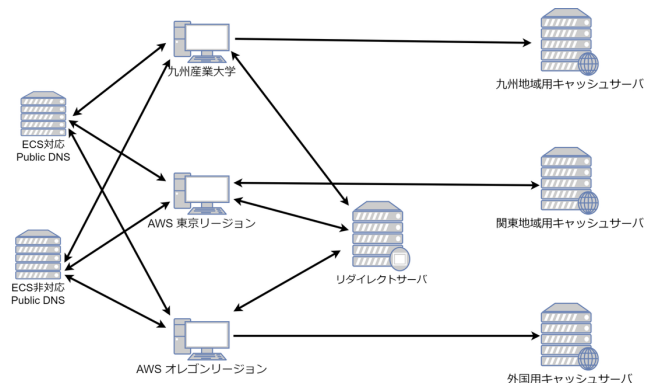


図4 評価実験の環境

評価実験の結果は ECS 対応環境では、九州産業大学のクライアントは九州地域、東京リージョンは関東地域、オレゴンリージョンは日本国外地域へと適切に誘導された。一方、ECS 非対応環境でも同様に適切なリクエストナビゲーションが行えることを確認した。実験結果より、ECS 非対応環境においても提案手法が効果的であることを示した。

6. おわりに

本研究は、HTTP リダイレクト方式のリクエストナビゲーションシステムを開発し評価した。実験の結果、HTTP リダイレクトと IP Geolocation を組み合わせることで、クライアントが ECS に対応していないフルリゾルバを利用した場合でも適切なキャッシュサーバを選択できることを示した。しかし、実際の運用環境における詳細な性能評価や負荷耐性の検証など、これらの評価を実施し、さらなるシステムの改良と現実的な運用条件下での効果を明らかにしたいと考えている。

また、現在 ECS が普及していないことで DNS 方式のリクエストナビゲーションにおいて精度がどのくらい低下しているかなど具体的に調査していきたい。

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株式会社 J ストリームの皆様に感謝いたします。

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] 株式会社 Geolocation Technology, "どこどこ JP", <https://www.docodoco.jp/>