

分散 Web システムにおける DNS を用いた負荷分散機構 ～設計と DNS 管理機構の実装及び評価～

13G461 蔵本 幸司 (最所研究室)

本研究では、クラウド上にキャッシュサーバを用いたシステムを構築し、サービスの質の維持と運用コストの低減を図る分散 Web システムにおいて、負荷に応じてキャッシュサーバを動的に増減し、DNS を用いて負荷分散する機構の開発を行っている。本論文では、提案機構の設計と DNS の管理機構の実装と評価について述べる。

1 はじめに

近年、インターネットの利用者が増加し、Web サーバに掛かる負荷は増加している。ユーザは、負荷増加による応答性の低下に不満を持つため、サービスを維持し続けられるシステムや環境の構築が求められる。クラウド環境の発展により、キャッシュサーバを用いた動的な負荷分散が容易となった。しかし、負荷量に対して最適にキャッシュサーバ台数を増減しなければ、応答性の低下や余剰コストが生じてしまう。

本研究では、この問題を解決するためにクラウド上にキャッシュサーバを構築したコストパフォーマンスの高い分散 Web システム [1] 開発している。本研究では、ユーザからのリクエストの振分けに DNS (BIND [2]) を用いた負荷分散機構を提案し、機構の設計と DNS を管理する機構について実装・評価を行った。

2 概要

本研究で開発している分散 Web システムの概要を図 1 に示す。分散 Web システムでは、サーバに掛かる負荷を監視し、負荷量に応じてキャッシュサーバの台数を動的に増減させる。負荷の少ない通常時 (①) から、負荷が増加しサーバの処理能力が追いつかない場合 (② 及び ③)、キャッシュサーバを追加し、振分け先に登録して負荷を分散する。また、リクエストが減少して負荷量に対して処理能力が余剰である場合、キャッシュサーバを振分け先から除外して停止させる (③ や ② の状態から ①)。これによりリソースのコストを適切に管理しつつサービスを維持することが可能となる。

こうした一連の流れをオートスケールといい、実際に組込んでいる例として Amazon EC2, Cloud n, NIFTY Cloud などがある。これらは同一基盤上での利用であり、負荷分散のオプションとして DNS にロードバランサを組合せているが、オートスケールの基準となる閾値設定や負荷量の定義は用意された項目から選択することになる。関連する研究として、堀内ら [3] がロードバランサの拡張機能として組み込んだ振分け機構がある。DNS を用いた負荷分散として、下川ら [4] によるサーバ選択システムがある。これは IP アドレ

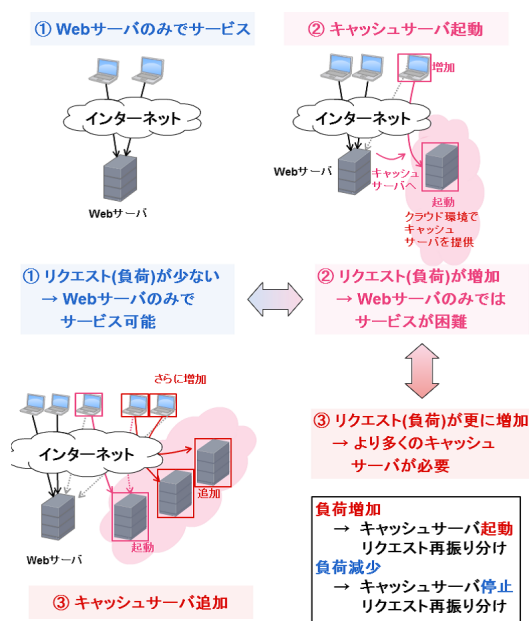


図 1: 分散 Web システムの概要

スを返却する際の方法をラウンドロビン以外に切り替えることができる。本研究では、ロードバランサ単体で振分けを行う際にロードバランサ自身がボトルネックとなる可能性を踏まえて、DNS ラウンドロビンで振分けを行い、かつオートスケールの基準となる閾値設定や負荷量の定義に自由度を持たせる。また、DNS キャッシュが振分け先の更新反映に与える影響について検証し、適切なキャッシュサーバの起動停止のスケジューリングに反映する。

3 設計

3.1 負荷監視機構

負荷監視機構は、サービスを提供しているサーバの負荷状況の監視や、負荷量に応じたキャッシュサーバの追加削除を行う。追加削除を行う際には、DNS 管理機構へ対象となる IP アドレスを通知する。

3.2 DNS 管理機構

DNS 管理機構は、負荷監視機構から追加削除を行うキャッシュサーバの IP アドレスを受領する。受領した IP アドレスを振分け先に遠隔で更新を行い、終了ステータスを負荷監視機構へ通知する。

4 実装

4.1 負荷監視機構

負荷監視機構は、監視機能、分析機能、キャッシュサーバ操作機能で構成している。監視機能では、Net-SNMP を用いて負荷を取得し、DB へ格納する。分析機能は、DB に格納された負荷状況と負荷量の閾値からキャッシュサーバの追加削除を決定する。また、負荷情報をグラフ化するため、負荷データを DB から取り出して csv 形式に加工する機能を付与した。キャッシュサーバの操作機能は、キャッシュサーバの追加削除を行うもので、キャッシュサーバの起動アルゴリズムや停止時のスケジューリングを検討した上で実装する予定である。

4.2 DNS 管理機構

BIND で DNS ラウンドロビンを行うために、使用するゾーンと遠隔から更新を許可する設定を行った。しかし、負荷監視機構から受領した内容を加工して更新を行うインタフェースが未実装である。また、ログ機能やエラー発生時の原因を推定する機能についても実装予定である。

5 評価

5.1 実験環境

図 2 に示す実験環境を用いて振分け先の更新反映への DNS キャッシュの影響について検証する。ゾーンには“sai.test”を定義し、“web.sai.test”という名前を用いてラウンドロビンを行う。図に示すパターン A と B について検証した。遠隔更新には nsupdate コマンドを用いた。

5.2 実験結果

表 1 に結果を示す。表の TTL は、DNS サーバのキャッシュの有効期限を表しており、この期間は参照した情報が保持される。実験では、TTL の値に 15 秒、30 秒、45 秒、60 秒を用いた。更新反映に要する最長時間と最短時間について、名前解決に経由する DNS サーバが 1 段であれば、最大で DNS の TTL 値の約 2 倍、最短であれば TTL 値 +1 秒程度であることが分かった。今後は、経由する DNS サーバを複数台にした場合や、実験中に TTL 値が変化するような状況で検証を行う必要がある。

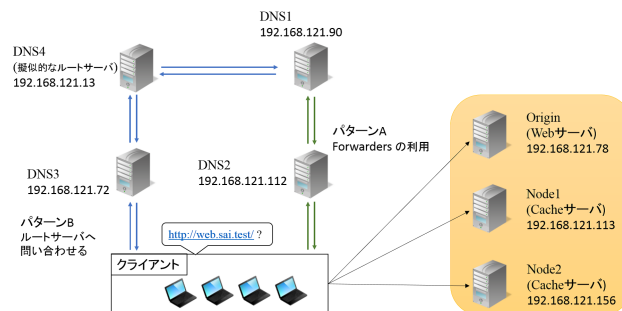


図 2: 実験構成図

表 1: 実験結果

TTL	15 秒	30 秒	45 秒	60 秒
最長	0:00:32	0:01:02	0:01:32	0:02:02
最短	0:00:16	0:00:31	0:00:46	0:01:01
平均	0:00:22	0:00:49	0:01:06	0:01:33

6 まとめと今後の課題

分散 Web システムにおける DNS を用いた負荷分散機構について、技術的な問題点を踏まえて提案機構を設計した。さらに DNS 管理機構の実装と更新反映の与える影響を評価した。

今後は、名前解決に経由する DNS サーバの台数を増やした時の影響について実験を行い、キャッシュサーバを操作する機能を実装するために起動アルゴリズムと停止スケジューリングについて検討する。また、閾値を設定して DNS 管理機構へ通知する機能の実装と評価を行う。

参考文献

- [1] 小笹光来, 最所圭三, “クラウドに適した Web システムについて”, 平成 24 年度電気関係学会四国支部連合大会, 17-14, p360, 2012
- [2] BIND, <https://www.isc.org/downloads/bind/>
- [3] 堀内農彦, 最所圭三, “クラウドに適した Web システムにおけるキャッシュサーバの負荷監視および負荷分散”, 電子情報通信学会技術研究報告, IN2014-29, pp.79-84, 2014.6
- [4] 下川俊彦, 吉田紀彦, 牛島和夫, “多様な選択ポリシーを利用可能なサーバ選択機構”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J84-D-I, No.9, pp.1396-1403(2001)