

# 動画向け Web ゲートウェイシステムの クラスタリング機能の開発

横田大輔 生澤満 野田文雄

(株)日立製作所 システム開発研究所

## 1. 緒言

ネットワークを利用したコンテンツ配信サービスとして Web が広く普及している。さらに近年、アクセス網のブロードバンド化やネットワークコストの低下に伴い、動画コンテンツを配信する動画配信サービスが普及しはじめ、急速に利用が増加している。今後動画配信サービスの利用増加に伴い、動画配信システムの大規模化が求められている。

配信システムは、クライアントの要求に応じて配信サーバがコンテンツを配信する。システムの大規模化の課題は、利用増に応じて配信能力を向上できるスケーラビリティの確保と、システムコストの低減である。

そこで筆者らは、高いスケーラビリティを提供するクラスタリング機能と、一般的に高価なサーバ台数を削減できるキャッシュ機能を備え、Web コンテンツに加え動画コンテンツも中継可能な Web ゲートウェイシステムを開発した。これにより、安価にスケーラビリティの高い動画配信システムを構築できる。

本報告では、本システムのクラスタリング機能について述べる。

## 2. 動画向け Web ゲートウェイシステム

### 2.1 システム構成

ゲートウェイシステムは、配信サーバの直前に設置するリバースプロキシとして機能するプロキシ装置 [1] で構成され、配信サーバの負荷軽減を目的とする。本システムは、クライアントからの要求をサーバに中継し、サーバからの応答をクライアントに中継する。この際に、中継内容のロギング、サーバからの応答を保存し同一の要求に対して保存した応答を返すキャッシュ処理、動画コンテンツの品質制御を行う。

また、本システムは、図 1 のような全体構成を持つ配信システムの一部を構成する。このようにラウンドロビン等のアルゴリズムを持つ負荷分散装置に並列に接続するクラスタ構成を取ることにより、サーバや本プロキシ装置を追加することにより、配信能力を向上できる。

### 2.2 キャッシュ処理

配信サーバは、クライアントの要求を処理でき

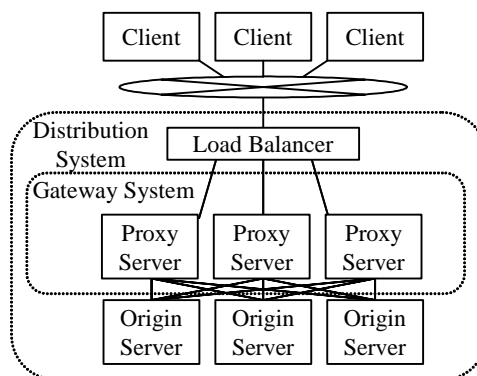


図 1 配信システム構成

るだけの配信能力が求められるが、一般的に高価なため、システムコスト低減手段として配信サーバとクライアント間にキャッシュ装置を置き、配信サーバ台数を削減する手法が取られる。キャッシュの効率はキャッシュヒット率に左右され、変更されないコンテンツに対して局所性を持つアクセスが行われるほど高くなる。したがって、映画やニュース映像等の動画コンテンツは、ほとんど変更されず、アクセスが集中しやすいのでキャッシュが特に有効だと考える。

しかし、キャッシュ処理は、クラスタ構成時にプロキシ装置間でキャッシュを共有できないと、キャッシュ容量が制限されキャッシュヒット率が低下する問題がある。特にコンテンツサイズが大きい動画コンテンツでは、大きな問題となる。

### 3. クラスタリング機能

クラスタ構成時のキャッシュ効率向上のために、キャッシュ共有を目的としたクラスタリング機能を開発した。本機能は、百台規模のサーバからなる動画配信システムをターゲットとする。

キャッシュ共有を実現するために、次の二つの方式を考案した。

#### 3.1 エミュレート同期方式

キャッシュの共有化方式としては、Internet Cache Protocol(ICP)[2]がある。ICPでは、クライアントから要求を受信したプロキシ装置が、残りすべてのプロキシ装置に、キャッシュの有無を問い合わせ、共有を実現する。この方式では、台数が増加すると問い合わせ回数が指数関数的に増加するので、スケーラビリティに問題がある。

他の方式として、すべてのプロキシ装置のキャッシュの有無を管理する管理サーバを用意する方式がある。この方式では、クライアントから要求

を受信したキャッシュ装置が、管理サーバに問い合わせさせてキャッシュを共有する。問い合わせ回数は、サーバ台数に比例するだけですが、管理表を更新するための処理が新たに必要となり、負荷が増加する。スケーラビリティを高めるには、管理表の更新処理を効率化が必要がある。

そこで、管理表更新の処理が軽いエミュレート同期方式を考案した。本方式は、図2のように、管理サーバ内に、キャッシュエミュレータと管理表を持たせ、各キャッシュ装置からの管理サーバへの問い合わせが、各キャッシュが受信したクライアントからの要求であることに着目し、これを元に各キャッシュ装置の動作をエミュレートし各装置の管理表を予測する。これにより、管理表を更新するために通信する必要がなく、管理表の更新処理を効率化できる。

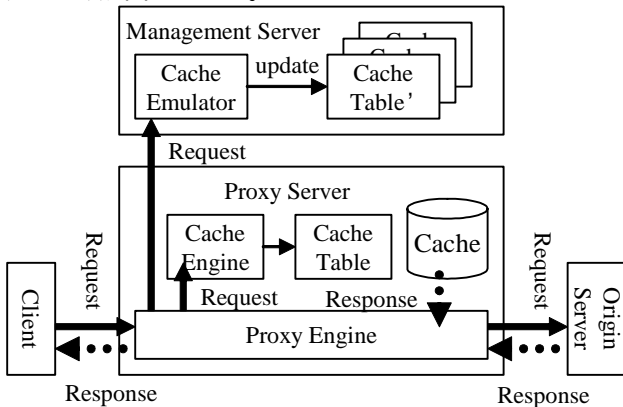


図2 エミュレート同期方式

### 3.2 動画キャッシュ共有方式

一般にキャッシュが利用可能になるのは、オリジナルコンテンツ全体を取得し終えたときである。しかし動画コンテンツの場合には、コンテンツサイズが分単位の再生時間を持つほど大きいため、オリジナルコンテンツ全体が取得完了するまでオリジナルサーバの負荷を軽減できない。特に、大規模システムでは、ピーク性能の低減が要求されるので、瞬間的な要求集中時でもキャッシュを利用して負荷軽減する必要がある。そこで、オリジナルコンテンツ全体を取得し終える前であっても、キャッシュを利用可能とした。

さらに、クラスタ構成時に、要求が集中したキャッシュを持つプロキシ装置に負荷が集中するのを回避するために、図3のように、同一のキャッシュを複数台のキャッシュ装置が持つ場合には、最後にクライアントの要求を受けたプロキシ装置からコンテンツを取得するアルゴリズムを取った。これにより、瞬間的な要求集中時でも、オリジナルサーバや特定のキャッシュ装置に負荷が集中するのを防止できる。

### 4. 評価

本クラスタリング機能では、動画キャッシュ共

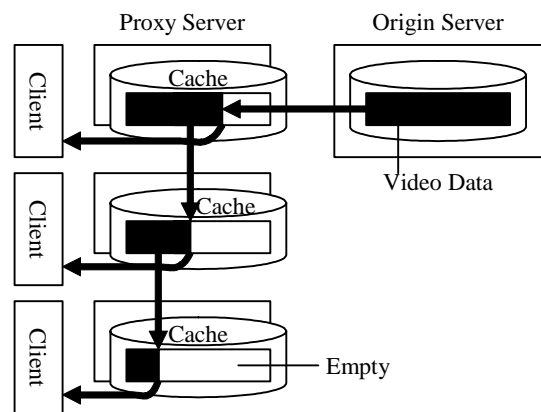


図3 動画キャッシュ共有方式

有方式で特定の装置への負荷集中を回避し、エミュレート同期方式でキャッシュ共有の処理を効率化している。しかし、管理サーバに負荷が集中するので、これがボトルネックとなりスケーラビリティに限界が生じる。

そこで、この限界を明らかにするため、管理サーバの処理能力を測定した。

測定環境として、表1のスペックの計算機でWebゲートウェイシステムを構築した。

表1 測定環境

Machine	HITACHI HA8000/110A5
CPU	1GHz
Memory	1GByte
Disk	36GByte

この環境で、管理サーバが応答できるキャッシュの問い合わせ数を測定した。その結果、約13000リクエスト/秒の性能を確認した。

ここで、500Kbpsで30秒の動画コンテンツを1Gのネットワークインタフェースを備えたプロキシ装置が中継する場合を考えると、理論的に各プロキシ装置は66リクエスト/秒の配送能力を持つ。したがって、この条件下では、本管理サーバは約200台のプロキシ装置を管理でき、十分な性能を持つことを確認した。

### 5. 結言

筆者らは、キャッシュヒット率を向上できるエミュレート同期方式と動画キャッシュ共有方式を採用しクラスタリング機能を持った動画向けWebゲートウェイシステムを開発した。性能評価を行い、約200台のプロキシ装置でゲートウェイシステムを構築できる目処が立った。今後は、品質制御等の機能を装置間で協調動作させ、大規模システムでの機能を向上させる。

### 参考文献

- [1] 西門他:アクティブネットワーク技術を用いた大規模・高品質サービスソリューション,日立評論,第82巻12号,pp.37-40(Dec. 2000).
- [2] D.Wessels, et al, "Internet Cache Protocol(ICP) version 2",RFC 2186