

# クラスタ構成されたビデオサーバにおける コンテンツの動的配置アルゴリズム

2 U - 3

水谷 政美 五ノ井敏行  
富士通株式会社

## 1.はじめに

近年のマルチメディアの普及に伴ない、ビデオ・オン・ディマンドのシステムの全体構成は巨大化かつ複雑化する方向にある。特に、ケーブルテレビ等における大規模なシステム運用では、運用者の負担を軽減させるための技術が必要になっている。筆者らはクラスタ構成されたビデオサーバ・システムの自動運用化技術の一環として、コンテンツ・データの配置を動的に変更することでストリーム供給能力の改善を行うアルゴリズムの検討を行っている。本稿では、検討結果およびシミュレーションを行った結果を報告する。

## 2.動的なコンテンツ配置の必要性

一般に、動画像などのコンテンツの送出に際しては品質を保証する必要があるため、1台のサーバのストリームの供給数には自ずと上限が存在する。したがって、ストリーム供給能力を高めるためには、ビデオサーバを複数のサーバによってクラスタ構成する方法が一般的である。

しかし、コンテンツ種別毎に発生する要求に対する送信可能性は、そのデータが格納されているサーバの負荷状態で決定されるため、コンテンツの配置が適切でないシステムでは、特定のコンテンツへの要求が拒否されるといった問題が生じる。

たとえば、図1のようなシステム例を考える。ここでの議論は簡略化のため、どのサーバも、どのコンテンツも均一な状態を仮定する。ビデオサーバ・システム全体で  $N_{serv}$  台のサーバを有しており、1台のサーバが保持可能なコンテンツ数を  $N_{movie}$  個、最大送出数を  $N_{strm}$  本 ( $N_{strm} < N_{movie}$ ) とする。システムとしては総数  $N_{MOVIE}$  個のコンテンツを MO などの三

次記憶装置に有している。

管理サーバは、クライアントからのコンテンツ送信要求に対して、送出すべきサーバを決定する。

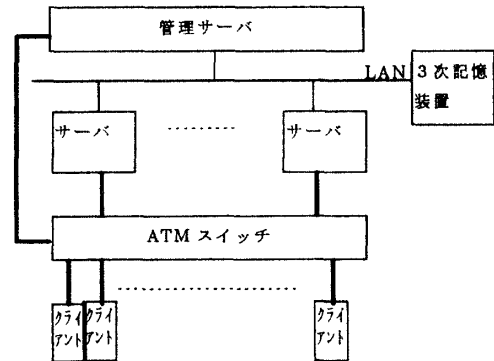


図1 システム構成の一例

## 2.1.静的なコンテンツ配置

サービス中に三次記憶装置を用いず、動的配置アルゴリズムを有していないシステムにおいて、特定のコンテンツに対する拒否をなくすためには、各コンテンツの最大同時アクセス数  $P_i$  を予測し、それらの総和を包含するだけのサーバ台数が必要である。

$$\text{Min}_s(N_{serv}) = \left\lceil \frac{\sum_i P_i}{N_{strm}} \right\rceil \quad (\lceil \text{切り上げ} \rceil) \dots \text{①}$$

これは、図2の左側のように同時アクセスの最繁忙時が全コンテンツで一致する場合を想定している。

## 2.2.動的なコンテンツ配置

サービス中に三次記憶装置を用い、動的配置アルゴリズムを有したシステムでは、理想的に配置が決定されれば、特定のコンテンツに対する拒否を防ぐためには、コンテンツ種別を問わない最大同時アクセス数  $P$  を予測し、 $P$  を包含するだけのサーバを用意すればよい。

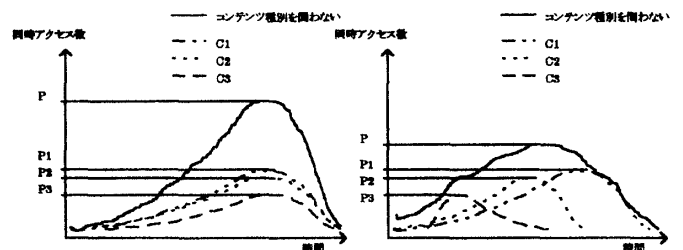


図2 同時アクセス数の分布

Dynamic Contents Replication Algorithm in Video  
Cluster Server

Masami MIZUTANI, Toshiyuki GONOI  
Fujitsu Ltd.

4-1-1 Kamikodanaka, Nakahara-Ku,  
Kawasaki, 211-88, Japan

$$\text{Min}_a(N_{\text{serv}}) = \lceil P/N_{\text{strm}} \rceil \quad (\lceil \rceil \text{切り上げ}) \dots \textcircled{2}$$

図3の左側の場合に、 $P = \sum P_i$ となり、式②は式①と等しくなるが、通常は、図3の右側のように最繁時が異なるのが普通である。したがって、理想的には、サービスの低下を招くことなくサーバ台数を  $\text{Min}_a(N_{\text{serv}}) / \text{Min}_s(N_{\text{serv}})$  まで削減することが可能であるといえる。

### 3. 動的配置のための基本機能

本ビデオサーバ・システムではコンテンツの動的配置のために次の3つの基本機能を有している。

- (1) コンテンツを、MOドライブなどの三次記憶装置からサーバに格納しながら、同サーバから同時に送信を行う機能。
- (2) コンテンツをサーバAから送出中に、特定のコンテンツを他のサーバBにコピーする機能。
- (3) コンテンツをサーバAからサーバBへコピーしながら、サーバBから送信を行う機能。

ただし、各サーバは最大送出数と同数の送出資源を有するものとする。送信、および格納はサーバの送出資源を少なくとも1つ消費するため、たとえば、システムが(3)の制御を行うためには、少なくともサーバAに転送資源が1つ、サーバBには2つ必要である。

### 4. 動的配置の選択基準

実際には、コピーの対象になるデータの選択、コピーのタイミング、サーバの選択、記憶容量が不足している場合の削除すべきデータの選択など、慎重に決定すべき要素が複数存在する。

本稿では、クライアントからの送信要求時によってコピーのタイミングを得ることにしてシミュレーションを行った。次に、コピーされるコンテンツやサーバを選択するために用いたパラメータを示す。

(a) サーバ  $s$  の予測最大同時アクセス数  $A(s)$

予測される最繁時のコンテンツ  $i$  の同時アクセス数を  $P_i$ 、コンテンツ  $i$  が格納されているサーバ台数を  $D_i$  とすると、

$$A(s) = \sum_i \frac{P_i}{D_i} E(s, i) \dots \textcircled{3}$$

$$E(s, i) = \begin{cases} 1 & i \text{ がサーバ } s \text{ に存在する。} \\ 0 & i \text{ がサーバ } s \text{ に存在しない。} \end{cases}$$

(b) コンテンツ  $i$  の予測リソース不足数  $B(i)$

サーバ  $s$  の余り送出数を  $R_s$ 、コンテンツ  $i$  の同時アクセス数を  $T_i$  とすると、

$$B(i) = P_i - (T_i + \sum_s R_s E(s, i)) \quad (P_i \geq T_i) \dots \textcircled{4}$$

$B(i)$  は  $P_i \geq T_i$  のときのみ定義され、 $B(i) > 0$  はコンテンツ  $i$  の最繁時において、余裕がないことを示す。 $B(i) < 0$  は足りており、 $B(i) = 0$  になるように、コンテンツの配置状態を変更することが望ましい。

### 5. 実験結果

$N_{\text{strm}}=20, N_{\text{movie}}=30, N_{\text{MOVIE}}=1000$  とし、図3のような乱数で発生させた同時アクセスの分布を示すコンテンツに対して、シミュレーションを行った。横軸は時間(分)、縦軸は各コンテンツの再生時間中の同時アクセス数である。

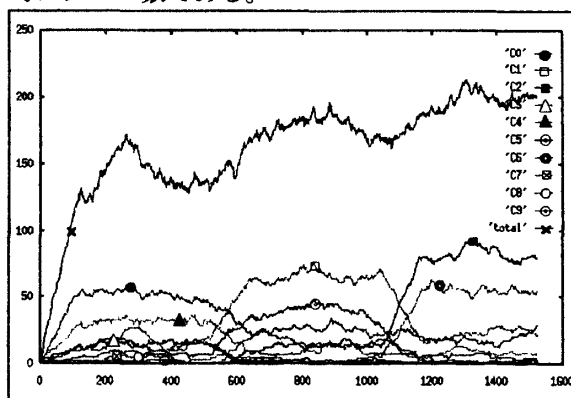


図3 シミュレーション時の同時アクセスの分布

$\lambda > 10$  に対しては  $P_i = 1$  とした。サーバ台数  $N_{\text{serv}}$  を②式で求まる11台だけ用意し、動的配置を行った場合、総送信要求数に対する損失率は、29件/2102件 = 1.380%であった。サーバ台数  $N_{\text{serv}}$  を25とすると、損失率は6件/2102件 = 0.285%であった。これらのサーバ台数は、若干の呼損があるものの、①式で求まる静的配置の場合の61台より明らかに小さく、サーバ台数を削減した効率的なサービスの可能性を十分示しているといえる。

### 6. おわりに

より適切な動的配置を行うには、 $A(s)$  および  $B(i)$  に対して、各コンテンツの同時アクセス数の分布を予測する仕組みを導入する必要があると考えており、今後の課題としたい。