

## 個人間のストリーミング配信における ユーザ嗜好のグルーピングによる効率的な配信方式の提案

安田 俊一郎 勅使河原 可海  
創価大学大学院工学研究科  
syasuda@soka.ac.jp

ADSL や CATV に代表されるようなブロードバンド回線が気軽に利用できるようになった現在では、各個人が作成したコンテンツを配信することは容易になってきた。本研究では、ユーザが自らのブロードバンド環境を活用して魅力的なコンテンツを容易に提供・視聴できるようにすることを目的に、統合管理サーバを用いた個人間ストリーミング配信システムの提案・設計を行ってきた。本研究で想定する個人の配信では、通常のコンテンツ配信業者が用意しているような十分な帯域はないため、安定した配信を提供するためには、アクセス集中に対する負荷分散を考慮することが重要となる。本稿では、統合管理サーバを用いて負荷分散を行いながら配信する方式について提案する。

### A Proposal of an Efficient Streaming Distribution System by Grouping of User Preferences Among Users

Shunichiro Yasuda Yoshimi Teshigawara  
Graduate School of Engineering, Soka University  
syasuda@soka.ac.jp

Today, we can easily use broadband access lines such as ADSL and CATV. Therefore, it facilitates exchanging personal contents among users by making use of their own access lines. In this study, we have designed a streaming distribution system utilizing users' broadband environment. The purpose of this study is to make users possible to exchange attractive contents among users more easily. When users distribute streaming contents by themselves, it is important to consider load distribution in case of access concentration. This paper proposes an efficient distribution system for streaming contents by executing load distribution in use of an Integrated Management Server.

## 1. はじめに

インターネットの普及に伴い、家庭内のインターネット環境もブロードバンド化の一途を辿っている。2001年12月に70%以上を占めていたダイヤルアップ接続では十分な帯域が提供されないため、大容量コンテンツの配信・受信はあまり実用的ではなかった。それに比べて現在では、ADSLなどに代表されるブロードバンド回線が比較的安価に提供されており、それによりインターネットの使われ方が変化し、従来 Web、電子メール中心のものであったのに加え、ゲーム・音楽・映像などのオンラインコンテンツ配信へのニーズも高まってきている。

そのような中で、動画配信の画期的技術であるストリーミングを用いた配信が注目されている。現在は十分な市場の確立はされていないが、近い将来に巨大な市場となることが予想されている。IT 専門調査会社である IDC Japan の国内ストリーミングコンテンツ市場規模予測に関する 2002年6月13日の調査結果の発表によると、ストリーミングコンテンツ市場は 2006年に 1680 億円規模に達するという。また、ストリーミングコンテンツの中でも、オンデマンド型の急成長が見込まれ、2006年の市場規模はオンデマンド型がライブ型の約 7.7 倍になる見込みだとしている[1]。

このような現状をふまえ、本研究では、各個人が作成したコンテンツを自らのブロードバンド環境を用いてストリーミング配信するシステムを構築することで、ユーザが魅力的なコンテンツを、容易に提供することや、視聴することができるようにすることを目的にしている。

## 2. 配信時における問題点

ストリーミングの品質は、ネットワークの状況に強く依存してしまう。そのため、ストリーミングビジネスを考えると、サービス品質の保証は非常に重要な問題である。

また、ユーザのインターネットを介したコンテンツ利用時の不満として「魅力的なコンテンツが少ない」というものを全体の 37%の人が感じているという。これは、拡大・複雑化するインターネットの世界において、魅力的なコンテンツにユーザが容易に到達できないことが要因としてあることが推測される。また、「代金を支払う時の手続きが面倒である」という不満も 25%の利用者が感じており、コンテンツ

ビジネスが成功するためにはこれらの不安・不満を解消することが必要である。

これらの問題を解決するために、本研究では統合管理サーバを配置することによって、検索・管理・課金を統合的に行なうことが可能となるストリーミング配信システムを提案してきた[2]。

本稿では、個人間のストリーミング配信においてユーザ嗜好をグルーピングすることによって負荷分散を行いながら配信できる方式の提案を行う。

## 3. 提案システムの前提

本システムは、以下に示すことを前提としている。

- 各個人は環境として、自分のパソコンに何らかの配信ソフトをインストールしており、配信と受信を行える。
- 個人のパソコンは本システムを使用している間、常に動作しているものとし、障害発生以外の原因で、途中で何のアクションもなく意図的に切れることはない。
- 個人のパソコンには Windows XP に標準でついてくる SNMP Agent(もしくはそれと同等のもの)がインストールされており、SNMP メッセージを受け取れる。
- 登録されているホストはブロードバンド回線を使用してインターネットに接続できる。
- 各サーバはその所有者が著作権を保持するコンテンツのみ配信しているものとし、同じコンテンツが複数のサーバにオリジナルとして存在することは無い。

## 4. システムの構成

システムの構成を図 1 に示す。

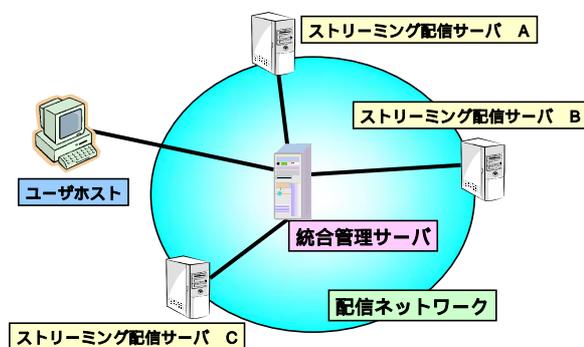


図1 システム構成

このシステムは主として

- 統合管理サーバ
- ストリーミング配信サーバ
- ユーザクライアント

の3つの要素から構成される。(図1では簡単化のため、ストリーミング配信サーバとユーザクライアントは別にしてあるが、それぞれ両方の機能を持つことに留意されたい。)

それぞれの構成要素について以下に示す。

### 1) 統合管理サーバ

統合管理サーバは、ストリーミング配信サーバに対してユーザ管理、課金、配信管理などの機能を提供し、ユーザクライアントに対してコンテンツ検索、統一課金などの機能を提供する。このシステムでは、この統合管理サーバにユーザクライアント、配信サーバ、コンテンツを登録することで、これらの機能を実現している。

統合管理サーバは以下に示す機能を持つ。

- ユーザの検索要求に合ったコンテンツを検索し、その検索結果を提示する。
- ユーザごとにアクセスのリコメンデーションを行い、ユーザ管理をする。
- ストリーミング配信サーバからのコンテンツ登録用メタデータの解析と登録の変更をする。メタデータとは、データを説明するデータのことであり、本システムではメタデータの国際標準である MPEG7 を拡張する。
- ユーザの配信要求を配信サーバに伝え、配信を開始させる。
- コンテンツの配信に対する課金を行う。

### 2) ストリーミング配信サーバ

ストリーミング配信サーバとはストリーミングを用いて動画を配信するホストを表す。こ

のホストには、現在すでにサービスを行っている配信業者やストリーミングコンテンツを個人で所有するユーザなどが考えられる。本システムでは、配信ソフトについては言及しない。

ストリーミング配信サーバは以下に示す機能を持つ。

- ストリーミングコンテンツを統合管理サーバに登録する。
- 登録に必要なメタデータを半自動的に生成する。
- 要求のあったコンテンツを配信する。
- 回線状況・システム情報・配信の状態などの管理情報を統合管理サーバの要求に合わせて提供する。
- 配信が途切れた場合、統合管理サーバに通知を行う。
- 登録されているコンテンツの削除・移動を一定時間ごとにチェックし、変化があったら検索サーバに変更を通知する。

### 3) ユーザクライアント

ユーザクライアントは、配信サービスを受けるホストを表す。クライアントは事前に統合管理サーバに登録をされているものとする。

ユーザクライアントは以下の機能を持つ。

- 視聴したいコンテンツの検索キーを入力し、統合管理サーバに送る。
- 回線状況・システム情報・配信の状態などの管理情報を統合管理サーバの要求に合わせて提供する。
- コンテンツの評価・コメントを通知する。
- コンテンツを視聴する。

### 5. 統合管理サーバを用いたストリーミング配信システムの機能と設計

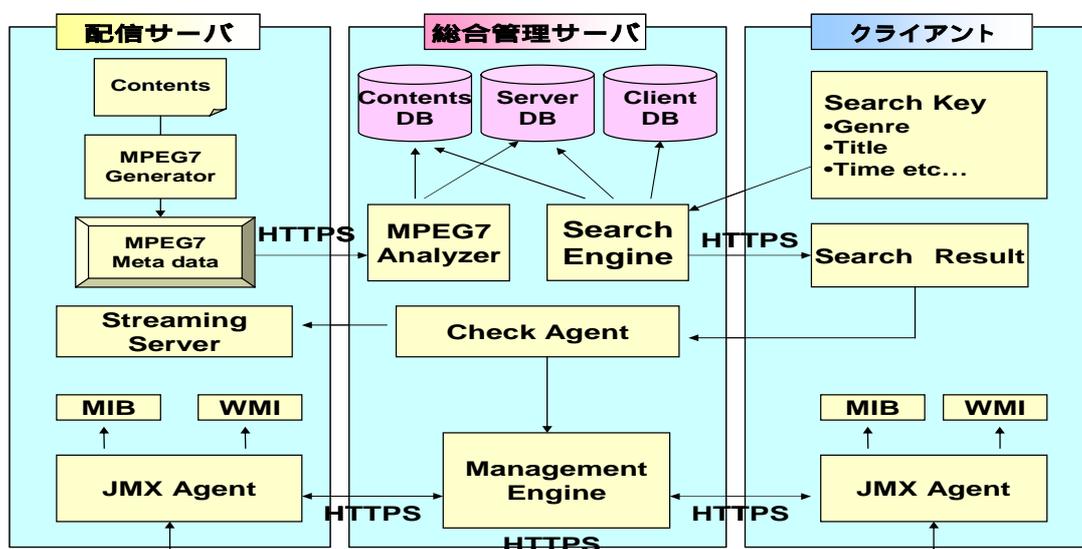


図2 システムモデル

本システムのモデルを図 2 に示す。実行の流れに沿って以下に説明する。

### 1) コンテンツの登録

コンテンツ登録は図 2 の左上の部分で実現されている。構成要素としては、Contents , MPEG7 Generator , MPEG7 メタデータ , MPEG7 Analyzer がある。本システムではコンテンツの登録に MPEG7 メタデータを使用する。配信サーバでストリーミングコンテンツを MPEG7 Generator にかけることで、MPEG7 に準拠したメタデータを半自動的に生成する。メタデータの項目のうち、再生時間・ファイルタイプなどの自動的に取得可能な情報については、自動的に取得しタイトル・ジャンル情報・金額などは登録者が MPEG7 Generator で簡単に入力可能にする。

その後、生成したメタデータを HTTPS で統合管理サーバに送信する。統合管理サーバでは送られてきたメタデータを MPEG7 Analyzer で要素ごとに分類し、Contents DB に登録する。

### 2) コンテンツの検索

コンテンツ検索は図 2 の右上の部分で実現されている。構成要素として、Search Key , Search Engine , Search Result がある。クライアントはタイトル・ジャンル情報・配信サーバ名などを検索キーとして HTTPS を使用して統合管理サーバへと送る。統合管理サーバでは Search Engine が検索キーを受け取り、Contents DB からその検索キーに一致するコンテンツを検索結果として返信する。その際に Search Engine は Client DB から、アクセス履歴などのユーザの嗜好情報を参照して、最適な検索結果を返信する。

### 3) 配信サービスの保証

配信サービスの配信管理機能は図 2 の下位の部分で実現されている。構成要素としては MIB, Management Engine, JMX Agent, Check Agent, WMI(Windows Management Instrumentation)がある。ユーザが配信要求を出した際は、Check Agent は Management Engine に対してクライアントおよびストリーミング配信サーバのチェックをするように要求する。Management Engine は各 JMX Agent に対して CPU 使用率・メモリ使用量・使用ポート番号・RTT などの情報を取得するために HTTPS でリクエストを送信する。それに対して各 JMX Agent は、サーバ・クライアント・

回線上から各情報を取得するために、WMI や ICMP などを用いて情報を取得し、統合管理サーバへ返信する。その情報を元に Check Agent は配信サービスが行えることを検査する。

配信中は各 JMX Agent は UDP パケットロス数などの情報を取得して、配信の途切れや物理的障害を監視し、障害発生時は JMX Notification を用いることで統合管理サーバへと通知する。

また、ここで述べる JMX Agent の実装には、Agent 開発を簡易に行うことのできる、AdventNet の提供する Agent Tool Kit Java / JMX Edition 5.0 を用いる[3]。

## 6. 配信管理機能について

### 6.1 WMI[4]

WMI は、コンピュータシステムを統一的に管理するための仕組みである。WMI は、WBEM として知られる業界標準仕様の Microsoft 実装である。CIM を基としており、Windows 環境で利用可能な管理オブジェクトとして実装されている。WMI ではサービスを管理する機能を定義している。

WMI を使用すれば、サービスを開始・停止することが可能である。また、総合的なイベント管理機能も提供している。

図 3 に WMI のアーキテクチャを示す。

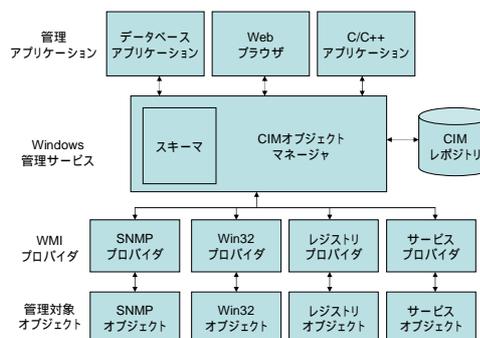


図 3 WMI アーキテクチャ

### 6.2 JMX(Java Management Extensions)

JMX は、Java からネットワーク上のハードウェアやソフトウェアを管理・監視するための仕様である。各管理リソースは MBean(Managed Bean)といわれる JavaBean によく似た軽量コンポーネントによって管理される。MBean はオペレーション、属性、イベントから構成され、MBean は MBean Server と呼ばれるサーバにプラグインされて管理されている。

クライアントは MBean に直接アクセスすることはなく、MBean Server にアクセスすることによって間接的に MBean にアクセスする。クライアントが MBean を参照するときには、ObjectName というオブジェクトを使用する。MBean のメソッドを呼び出すのは MBeanServer の invoke()メソッドであり、このメソッドに、MBean の ObjectName とメソッドパラメータを指定することによって、MBean の機能を実行することができる。また、MBean は動的に MBean Server に登録することが可能である。このため、管理対象のハードウェアの増設やプラグインの追加などの動的変化に対応して MBean の追加・削除が可能である。

### 6.3 障害原因分類方式

これまでには、ストリーミング配信に関する障害を配信前・配信後に分けて、障害管理方式の検討を行った[2]。障害それぞれには、その障害を発生させるさまざまな原因が存在する。そこで本研究では検出する障害、その原因、そして検出に必要な情報を階層構造で定義した。それぞれの障害原因に、その障害原因を検出するために必要となる管理情報が複数あるため、それを関連付けして考えている。イメージを図4に示す。

それらの対応表を基に、Check Agent では、配信の管理を行っている。

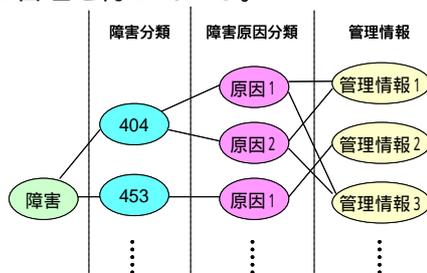


図4 情報定義イメージ

## 7. コンテンツの嗜好検索

本システムでは、個人が作成したコンテンツを配信することを基本としている。そのため、有名なクリエイター以外のコンテンツは従来の検索方法では検索結果に挙がらず、結果的に見てもらえないことになる可能性がある。また、ユーザ側にもどのコンテンツが自分の好むコンテンツであるかがわかりにくい。そのため、本システムではユーザの嗜好に近いコンテンツを検索できる方式を採用している。

### 7.1 嗜好検索方式の概要

コンテンツの傾向を表現する方法としてジャンル分けという方法がある。ジャンル分けは広くさまざまな分野で用いられているが、コンテンツ配信の分野では決まったジャンル分けの方式はない。それは、コンテンツの属するジャンルは特定しにくく、場合によっては変動しさえするからである。また、ユーザごとに捉え方が異なっており、統一化することが難しい。本方式では『コンテンツは個人が作成する』という前提に着目し、独自のジャンル分けを定義している。図5にジャンル分けの結果を示す。



図5 本システムでのジャンル分け

しかし、ジャンル如何にうまく定義しようと、それはユーザやコンテンツごとに異なった捉え方をされてしまう恐れがある。そこで、本システムではあえてあいまいにコンテンツのジャンルを表現し、ユーザがジャンルを視覚的かつ直感的に理解可能にしようと考えた。

### 7.2 嗜好検索方式

本方式ではまず、定義したジャンルの中で相反する傾向のある嗜好(ジャンルAをみるユーザは、ジャンルBは見ない傾向にあるという関係)を持ったジャンルの対を探し出す。そしてそれらのジャンルの対をN次元平面の軸の項目としてN次元マップを作成し、コンテンツごとに『どの程度そのジャンルであるか』というものを座標として与える。そして、アクセスがあった際に、コンテンツとユーザを一定のアルゴリズムで座標移動させることでユーザとコンテンツの近さ・遠さを視覚的・直感的に表現する方式である。

### 7.3 相反するジャンルの発見

相反するジャンルを発見するために本システムでは、統計学を用いデータ解析を行う。統計データを解析するために、汎用統計パッケージであるSAS(Statistical Analysis System)を用いる。SASを用いることで、嗜好の観点で見た場合のジャンル間の相関関係が解析可能である。

### 7.4 座標移動アルゴリズム

アクセスがあった際の座標移動アルゴリズム

ムとして以下の2つを検討した。

1. 二点間の距離を10%ずつ近づける。
2. 二点間の距離を一定距離ずつ近づける。

1の方式の場合、近くからのアクセスより遠くからのアクセスの方が大きな影響を与えてしまうことが問題であった。また2の方式では、遠くからのアクセスに対する影響は少なくなったが、距離が一定距離の半分よりも近かった場合に位置が逆転して逆に距離が離れてしまうことがあった。この問題は一定距離を近づける方式を採用した場合、必ず存在してしまう。これらの検討を踏まえ、本方式ではこれらのアルゴリズムを組み合わせる以下のようなアルゴリズムを採用している。

3. 二点間の距離を10%ずつ近づける。ただし、軸の長さの半分以上遠い場合のアクセスについては無視する。

#### 7.5 シミュレーション

嗜好検索のアルゴリズムをプログラムし、シミュレーションを行った。黄色い玉がコンテンツを表し、青い玉がユーザの座標を示している。各ユーザ・コンテンツに、嗜好を与えており、嗜好が近いほどアクセスしやすいように設定してある。今回のシミュレーションでは、5つのコンテンツがジャンルわけされずに（原点に）存在するとき、本方式でランダムに100回のアクセスを行った場合の例を示す。（簡単化のため軸は省略してある。）シミュレーション結果を図6 図8に示す。

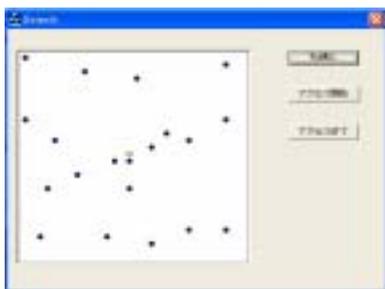


図6 アクセス前のマップ

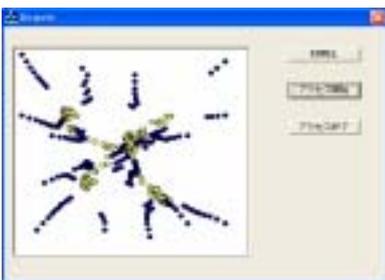


図7 アクセス中の遷移の様子

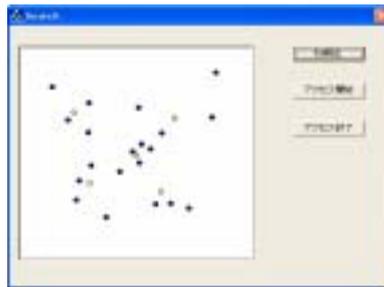


図8 アクセス後の結果

#### 7.6 シミュレーションの結果

シミュレーションの結果、コンテンツがその嗜好に適した位置に移動し、見る側にとってどのような嗜好を持ったコンテンツであるかが視覚的に表現できるようになっていることがわかる。

問題点としては、今回は100アクセスの例を示したが、このまま約1000アクセス以上行くと、すべてが原点に近づいてくるという現象が発生した。この問題を解決するために、もっとも原点から嗜好の遠い点をマップの最端とするように拡大するなどの対策が考えられる。

#### 8. 負荷分散方式の提案

##### 8.1 必要性と目的

本研究では、前提で述べたように個人が自らのブロードバンド環境を利用し、自らのコンテンツをストリーミング配信する方式をとっている。ブロードバンド環境が整ってきたとはいえ、下り回線の高速化に比べ、上り回線はまだ十分とはいえない現状がある。たとえ、さらに整備が進み上り回線が充実してきたとしても、その分コンテンツの品質やニーズも比例して高まっていくことは間違いない。

このような過負荷状態を改善するという課題に対する研究は一般的に広く研究されている。代表的な方式にはCDNなどが挙げられる。CDNは配信サーバの負荷分散に大きな効果を発揮しており、実装事例も多く紹介されている。しかし、CDNは配信業者が大量のサーバを用意しコンテンツを分散配置する必要がある。また、非常に大規模なシステムであるため本研究が想定するような環境に適した方法ではない。

本システムの特徴として、ユーザ = 配信業者であり、自らのコンテンツを配信し自己表現を行うクリエイターであるということが挙げられる。このような特徴を活かし、本稿ではユーザの嗜好をグルーピングし、『あのクリエイターの手助けならしてもいい』というグループを

作成する。それらのユーザの管理する配信サーバをミラーリング用に提供しあいながら、ユーザ同士が助け合って配信を行うことによって柔軟な負荷分散を行い、安定したサービスを提供する方式を提案する。

## 8.2 提案方式の流れ

提案方式は以下の流れで行われる。

1. コンテンツを検索する際に、自分と嗜好の一致するコンテンツを嗜好検索により検索し、視聴する。
2. 視聴した後などにグループへの登録を行うことができる。
3. その結果をもとにグルーピングを行う。このグループを CDA(Contents Distribution Associators)と呼ぶことにする。それによって人気のあるクリエイターには大きな CDA ができる。
4. クリエイターのコンテンツは CDA にいち早く公開され、アクセスの集中度を測定する。CDA が存在しないなら通常通り配信される。
5. 負荷が集中した場合、CDA の中からすでにそのコンテンツを購入しているユーザで余裕のあるサーバにコンテンツをミラーリングする。
6. その後、一般ユーザに公開される。その場合さらにミラーリングが必要となった場合も同様にミラーリングを行う。
7. 統合管理サーバはアクセスの集中度などからアクセスを流すサーバを判断する。
8. アクセスが治まってきたら、統合管理サーバは順番にミラーリング先のコンテンツを削除していく。

## 8.3 CDA 参加の条件

嗜好検索を用いて検索を行い、コンテンツを視聴した後に、CDA への参加をすることができる。このとき、どのようなユーザでも CDA に参加できるわけではなく、一定の条件のもとで CDA に参加できる。その条件を以下に示す。

1. ある一定以上、嗜好が近いこと。
2. ミラーリングをするだけの環境が整っていること。

グルーピングする目的は、CDA 内にいち早くコンテンツを提供することで、ミラーリングをし合うことによって、負荷分散を行った状態で一般公開できるようにすることにある。そのため、7.2 で述べたように、視聴を行っているという条件を満たす可能性の高い CDA を形成する必要があるからである。このような条件を

付加している理由は、コンテンツをミラーリングすることの違法コピーなどの危険を軽減するためである。

## 8.4 ミラーリングのタイミング

本システムでは、配信要求がユーザから統合管理サーバに投げられた際に、配信サーバ・ユーザクライアント間で現在配信が可能であるかどうか判断し、無理な状態ならばユーザに通知されるような仕組みをとっている。ミラーリングするタイミングにはこの情報を用いる。

配信要求がきたときに、オリジナルサーバ(オリジナルのコンテンツのあるサーバ)とすべてのミラーリングサーバが配信不可能だった場合、公開状態を一旦『ミラーリング中』に変化させる。これは、ユーザ満足度の低下を最小限に抑えるためである。そのとき、サービス提供中のサーバはそのまま提供を続ける。そして、ミラーリング可能な状態になったらミラーリングを開始する。ミラーリングが終了したら、統合管理サーバは公開を再開する。

## 8.5 ミラーリング先の選択方法

ミラーリングを行うサーバは以下の条件をより満たすものから順に選択されていく。

必要条件

1. すでにそのコンテンツを視聴していること。
2. HDD の空き容量がコンテンツよりも十分に多く存在すること。(例えば、コンテンツ要領の倍など)
3. 総回線帯域 / コンテンツのビットレート(これを総配信可能数と呼ぶ)が 1 以上であること。

優先条件

1. 総配信可能数が大きいものほど優先。
2. 現在の空き帯域 / コンテンツのビットレート(これを現配信可能数)が大きいものほど優先。
3. 過去のミラーリング回数が多いほど優先。
4. 過去のミラーリング中に障害が発生したサーバほど避ける。

これらの方針を定式化して以下の式(1)のように定義した。

この MP をミラーリングポイントとし、ミラーリング先を判断する。

$$MP = ADN \times NDN \times (SEL - MISS + 1) \quad (1)$$

ADN = 総配信可能数

NDN = 現配信可能数

SEL = 過去のミラーリング数

MISS = 過去の障害発生数

## 8.6 アクセスの選択先の決定方法

複数のサーバがミラーリングに参加している場合、どのミラーリングサーバにユーザのアクセスを流すかも考慮しなければならない。考え方としては、まずオリジナルサーバの回線状態に空きがあるかどうかを判断する。もし、オリジナルサーバが配信できない状態であったなら、ミラーリングサーバへとアクセスを転送する。そのときの条件は以下のように定義する。

必要条件

1. 現配信可能数が1以上であること。

優先条件

1. 現在の空き帯域 / コンテンツのビットレート(これを現配信可能数)が大きいものほど優先。
2. 過去のミラーリング回数が多いほど優先。
3. 過去のミラーリング中に障害が発生したサーバほど避ける。

これらの条件は先に述べたミラーリング方式の式と似ているが、総配信可能数を考慮していない。それはなるべく空きが平均的にある場合のほうが、配信全体がより安定すると考えるからである。そのような方針の基で、上記の条件を定式化した。それを下の式(2)に示す。

$$AP = NDN \times (SEL - MISS + 1) \quad (2)$$

$NDN$  = 現配信可能数

$SEL$  = 過去のミラーリング数

$MISS$  = 過去の障害発生数

この  $AP$  をアクセスポイントとし、最も高かったサーバにアクセスを転送する。

## 8.7 ミラーリングコンテンツの削除方法

ミラーリングする必要が無くなってきたら、ミラーリング先のサーバからコンテンツを削除する必要がある。コンテンツの削除は一瞬で可能だが、コンテンツのミラーリングには時間が多くかかってしまうという特徴があるので、なるべく一度削除したら再度ミラーリングをしなくてもいいように削除していきたい。

本方式ではアクセスの際にポイントをつけて判断している。削除にも同様の考え方をを用いる。方式として以下のように考える。

24 時間、あるコンテンツへのアクセスがミラーリングサーバへ転送されなかったとき、そのミラーリングサーバのコンテンツを削除する。ただし、そのようなサーバが複数あった場合、統合管理サーバはミラーリングポイントの最も少ないものから一つだけ削除する。

## 8.8 本方式の利点・欠点

本方式は、回線に余裕の無い配信環境を改善するために、柔軟に負荷分散を行える方式である。また、統合管理サーバがミラーリングサーバを用意する必要がないため、比較的安価に設置可能なシステムである。また、人間関係に着目した新しい提案である。

欠点としては、障害が発生した際に苦情がミラーリングサーバではなく、オリジナルサーバに向けられてしまう可能性があることである。この点に関しては、どのような責任関係が必要かを考えていきたい。

## 9. まとめと今後の課題

本稿では、個人間での配信の特徴である回線環境の不十分さを解決するために、ユーザ間の嗜好をグルーピングし、嗜好の近いもの同士で助け合うことで柔軟な負荷分散をおこなう方式を提案した。今後の課題としては以下のものがある。

- 前提で途中で切れることは無いとしたが、現実には存在する。そのため、どのタイミングでダウンしたとしてもうまく動作するようにさらに考察を深めていきたい。
- 嗜好検索の相反するジャンルの決定について、詳細なデータを収集し正当性を示す必要があるため、実験を行いたい。
- さまざまな式を定義したが、現実的にはもっと細かな要素についても考慮が必要であると思われる。そのため、実験をするなどして、式の精度を高めていきたい。
- ミラーリングされたコンテンツが悪用されてしまう可能性がある。そのため、鍵管理方式などの導入を検討していきたい。

このような課題に取り組みながら今後はさらに検討を深め、実装・評価へと研究を進めていきたい。

## 参考文献

- [1] International Data Corporation Japan : <http://www.idcjapan.co.jp/>
- [2] 安田俊一郎、野田健治、勅使河原可海：統合管理サーバを用いたストリーミング配信管理方式の検討,DICOMO2003,pp221-224,2003.6
- [3] AdventNet Agent Tool Kit Java/JMX Edition:<http://adventnet.co.jp/>
- [4] Jeffrey Richter,Jason D. Clark 著,豊田孝訳：プログラミング Microsoft Windows 2000,日経 BP ソフトプレス