



インターネットコンテンツ 配信技術の最新動向

独立行政法人 産業技術総合研究所

田代 秀一 tashiro@m.aist.go.jp

(株) 三菱総合研究所

西角 直樹 nskd@mri.co.jp

(株) 日立製作所

西木 健哉 nishiki@sdl.hitachi.co.jp

(財) 情報処理相互運用技術協会 (INTAP)

小島 富彦 kojima@intap.or.jp

(財) 情報処理相互運用技術協会 (INTAP)

神原 顕文 kambara@intap.or.jp

■はじめに

ADSL, CATV, さらには光ファイバの直接接続などにより、家庭とインターネットとを結ぶアクセスリンクの高速化が進みつつある。インターネットを介して流通する、いわゆるデジタル・コンテンツについても、音楽や動画等の利用が広がり、大容量化が進むとともに有料化^{☆1}も進みつつある。

有料化の進展により、配信されるコンテンツが最終的にどのような品質^{☆2}で利用者の元へ届くのかについて注意が払われるようになってきた。その品質は、もちろん、高速化の進む利用者のアクセスリンク速度に見合ったものでなくてはならない。コンテンツをサーバへ登録し、後はベストエフォート配信に任せるというやり方では不十分なものとなってきた。

インターネットを構成する各部のネットワークの速度がすべて十分に高速であれば何も心配することはない。しかし現実には、コンテンツ提供者と利用者との

間をつなぐネットワークの性能は多様であり、また、もし通常は十分な性能が出ていたとしてもいつ輻輳による性能低下が起きるか分からないという不安もある。配信にかかるコストの総計を低く抑えることも重要な要求である。参加者各々が自己の収益モデルを確立できることも求められる。

このような状況のなかで、分散したキャッシュサーバの活用を中心としたCDN (Content Distribution Network) ^{☆3}と呼ばれる技術が広がりつつある。コンテンツを高品質で届けるための網側からのアプローチにQoS (Quality of Service) 制御技術、あるいはIPマルチキャスト技術といったものがあるが、CDNは主にアプリケーション層の技術により同様の目的を達成しようというアプローチである。その意味で、このような技術は、既存ネットワークインフラの上にかぶせられる上位のインフラという意味で、“Overlay network”あるいは“Overnet”という呼び方もされている。

さらに、配信だけでなく、生成、配信、受信、利潤

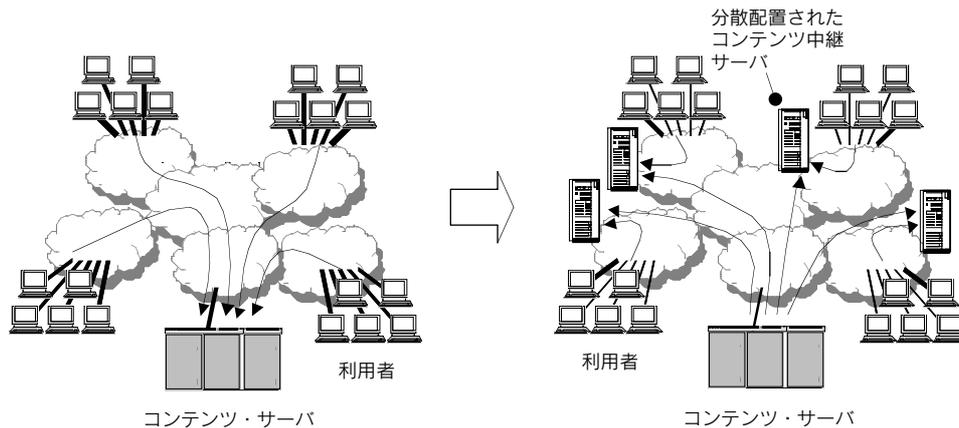


図-1 コンテンツ中継サーバによる、アクセスの分散

化という、コンテンツ・ライフサイクルの全体に渡り、コンテンツの大規模化とネットワークの高速化に見合ったプラットフォームの構築、インフラ構築、新しいビジネスモデルの開拓が進められている。

■ CDN (Content Distribution Network)

CDNのはじまり

利用者に近い場所にコンテンツ中継サーバを設置し、そこへコンテンツのコピーをいったん蓄え再配信することにより、バックボーン・ネットワークの負荷や、オリジナルのコンテンツ・サーバの負荷を軽減するという考え方は古くから行われてきた(図-1)。

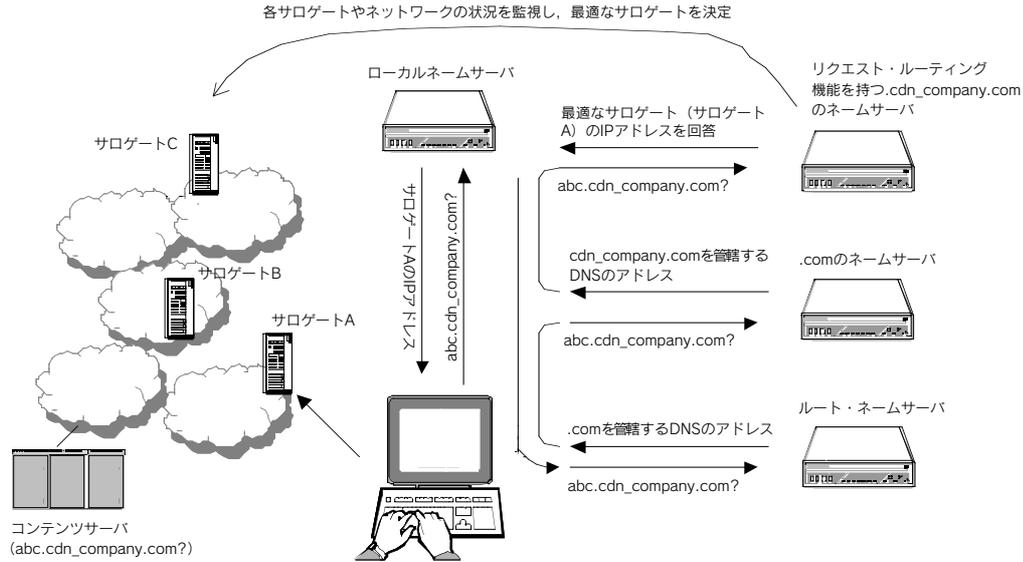
初期に普及したのは、利用者の所属する組織、あるいは利用者の直接接続するISPのLAN上に置かれ、利用者からのアクセスをいったん受けとめ、そこで利用者になり代わって改めてオリジナルサーバへアクセスを行う「プロキシ・キャッシュ・サーバ (Proxy Cache Server)」と呼ばれるものであった。同一のプロキシ・キャッシュ・サーバを使用する利用者の中から同一コンテンツへのアクセス要求が何度も発生した場合、オリジナルのコンテンツ・サーバからのデータ転送は最初の1回だけ行われ、続く要求に対してはプロキシ・キャッシュ・サーバに蓄えられたコピーが返される。

まもなく、同一内容のコンテンツを格納したサーバ(ミラー・サーバ (Mirror Server) あるいはリバース・プロキシ・キャッシュ・サーバ (Reverse Proxy Cache Server) ☆4と呼ばれることが多い)をネットワーク上へ

複数配置し、利用者からのアクセスをこれらへ分散させることにより、さらに効率的に負荷分散を図る方式が生まれた。コンテンツ供給者側が積極的に配信制御を行おうという動きの始まりである。利用者からのアクセスをこれら複数のミラーサーバへ分散させるために、同一のホスト名に複数のIPアドレスを対応づけ、利用者から「ホスト名→IPアドレス」の変換要求があるごとにそれら複数IPアドレスを順送りにして回答として返す機能が考案された。これはすでに1992年暮れにそのalpha版がリリースされたBIND4.9に「ラウンドロビン機能」として実装されている☆5。その後、単純なラウンドロビンでなく、負荷分散をさらにスマートに行うためのさまざまな方法が考案されてきた。これらは後に“リクエスト・ルーティング (request routing)”と呼ばれることになる技術の始まりである。このような技術の初期の大規模な実験例に、1996年夏のアトランタ・オリンピックのインターネットによる中継実験があった☆6。

CDNはこういったコンテンツ中継サーバの運用技術発展の延長上にあり、コンテンツの供給者と、エンド・ユーザとの間に位置し、コンテンツ配信を効率化するためのさまざまな機能を果たす。その中核となる機能は、

- リクエスト・ルーティング：利用者からのアクセスを、多数のコンテンツ中継サーバの中の最も都合のよいものへと導く機能。
 - ディストリビューション：コンテンツを、多数のコンテンツ中継サーバに戦略的に配置する機能。
- であり、その周辺に、



abc.cdn_company.comに対するIPアドレスの問合せへの回答は、最終的に、cdn_company.comの管理するDNSサーバから返される。このサーバにリクエスト・ルーティング機能があれば、利用者へは最適なサロゲートのIPアドレスが返され、利用者のアクセスは当該サロゲートへ誘導される。

図-2 DNSによるリクエスト・ルーティングの概要

- アカウンティング：コンテンツの利用を測定、記録、管理する機能。
 - コンテンツ・アダプテーション：利用者の好みや端末の性能に合わせてコンテンツを調整する機能。
- 等、多様な付加機能が付け加えられることがある。

また、CDNサービスを行う業者が複数ある場合にはそれらの間で上記の機能を相互運用する、CDN Peeringと呼ばれる技術も必要となる。

CDNの業界では、CDN中で使用するコンテンツ中継サーバを、“サロゲート (Surrogate)”と呼ぶことが多い。また、インターネットのなかで利用者に近い部分に配置するという意味で“エッジ・サーバ (Edge Server)”と呼ばれることもある。本稿では、以下、サロゲートと呼ぶことにする。

CDN事業は米国において2000年初頭から急速に立ち上がり、2001年における世界のCDN関連製品市場規模は3億米ドル、CDNサービス市場規模は5億米ドルであり、今後、それぞれが年間に倍の勢いで成長するものとみられている☆7。

日本においても2001年になってCDNのベンチャー会社や、米国大手の日本法人が相次いで設立されるなど、動きが活発化している。

CDNを構成する要素技術

リクエスト・ルーティング

CDNにおいては、分散した多数のサロゲートのなかから最も適切な1つを選び、そこへ利用者からの要求を誘導することが必要である。その単純な例は、前述したBINDのラウンドロビン機能による負荷分散である。しかしこの方式は、負荷をアクセス順に機械的に分散するだけであり、サーバの混雑具合やネットワークの混雑具合に応じて負荷を分配し、全体の負荷をバランスさせる機能はない。サロゲートを選択する基準には以下のようなものを含み多様なものが考えられている。

- サロゲートのCPU負荷、応答時間
- サロゲートにおけるコンテンツのキャッシュ状況
- サロゲートのカバーするコンテンツ種別
- ユーザーサロゲート間のネットワークの混雑度、パケット損失率
- ユーザーサロゲート間のネットワークの回線スピード
- サロゲート運用者、ISP、コンテンツ提供者等関係者間での契約関係

これらの情報は、最初から知識として持つべきもの、測定によって逐次得るべきものなどさまざまである。

リクエスト・ルーティングを行うシステムは、こういった情報を関係する機器の間で常に交換し、常に最新のパラメータを保持する必要がある。

利用者からのリクエストを実際に目標の機器へ誘導するために、さまざまな手法が考案されている。現在 IETF (Internet Engineering Task Force) の CDI ワーキンググループにおいてこの技術に対するサーベイが行われている¹⁾。

(1) DNS ベースのリクエスト・ルーティング

図-2のように、ホスト名を受け取りそのIPアドレスを返すためのDNS (Domain Name System) の処理プロセスの中に、リクエスト・ルーティング機能を備えた特殊なネームサーバを挿入する方式である。このサーバは、同一ホスト名に対応する複数のIPアドレスの中から、さまざまなアルゴリズムにより、最適なものを選んで回答する。

DNS ベースによるリクエスト・ルーティングは、Web ブラウザなどのアプリケーションに一切手を入れることなく、容易に実現できる利点があるが、以下のような欠点を持つ。

- DNSではホスト名単位でのルーティングしかできないが、コンテンツのオブジェクト単位でルーティングできることが理想である。
- DNSの体系のなかでドメイン名と対応するIPアドレスの情報がキャッシュされてしまうと最適なルーティングができなくなる。このため、キャッシュを抑えるよう制御する必要があるが、それはDNSの負荷を増やしてしまう。
- DNSサーバはエンド・ユーザのアドレスを知ることができず、エンド・ユーザが利用しているローカル・ネームサーバのアドレスを近似値として判断材料に用いざるを得ない。

(2) トランスポート・レイア・リクエスト・ルーティング

この方式は、通常、DNSによるリクエスト・ルーティングと組み合わせて用いられる。DNSによって最初にリクエストが向けられるサロゲートは、もっぱら Transport-Layer Request-Routing 機能だけを持つサーバであり、そこでユーザから送られたパケットを解析し、利用者のIPアドレス、要求しているコンテンツの種類等の情報を得、それに基づいて最適なサロゲートを決し、そこへ改めて要求パケットを送る。

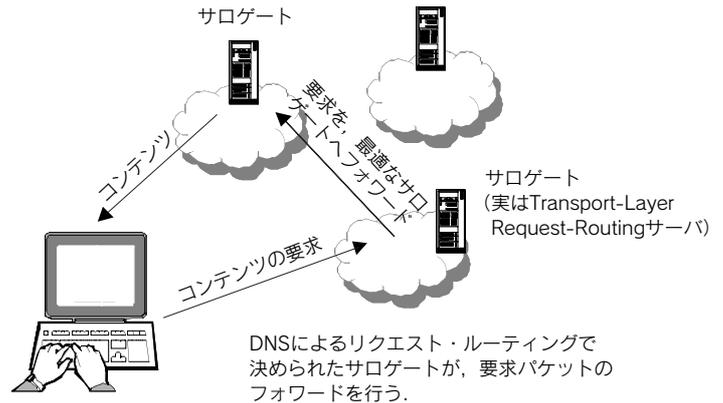


図-3 トランスポート・レイア・リクエスト・ルーティング

エンド・ユーザからの要求パケットは、常に Transport-Layer Request-Routing サーバ経由でサロゲートへ送られることになるが、サロゲートからのコンテンツ配信は、エンド・ユーザへ直接届けられる (図-3)。

(3) アプリケーション・レイア・リクエスト・ルーティング

最初に要求を受け付けたサロゲートにおいて、要求パケットをアプリケーション・レイアにおいて詳しく分析する。その結果、

- 利用者のアプリケーションに対してリダイレクション命令 (HTTPであるならコード302)⁷⁾を返す。
- コンテンツ中のハイパーリンクのURLをリダイレクション先のサロゲートを指すよう書き換えたものを返す。これにより、htmlドキュメント中に埋め込まれている画像情報などにつき、適切なサロゲートからの配送を指定できる。

などの方法により、リクエスト・ルーティング機能を実現する。

配信技術

プロキシ・キャッシュ・サーバへのコンテンツ配信は利用者からの要求により受動的にコンテンツをロードし蓄積することが基本であるが、それだけでは効率が悪い。複数のキャッシュサーバ間で通信を行い、それらが連携して近隣のキャッシュサーバから情報を複製する方式など、キャッシュサーバへ効率的にコンテンツを供給する方式の研究が、NLNLR, UCSD, NSFの支援によるIRCacheプロジェクト⁸⁾を中心に1995年

類型	扱うコンテンツの範囲	サービス対象	典型的コスト負担者	典型的な事業者
A	不特定	不特定	不明瞭	
B	不特定	特定ISPに接続した エンド・ユーザ	ISP	Infolibria (http://www.infolibria.com/) Inktomi (http://www.inktomi.com/)
C	特定	不特定	コンテンツ提供者	Akamai (http://www.akamai.com) Digital Island (http://www.digisle.net/)
D	特定	特定ISPに接続した エンド・ユーザ	エンド・ユーザ	Intertainer (http://www.intertainer.com/) Into Networks (http://www.intonetworks.com/)

表-1 配信のサービスイメージの分類

～2000年にかけて実施され、そのためのプロトコルがいくつか提案された^{2)～5)}。

CDNにおけるサロゲートでは、さらにコンテンツ供給者側による積極的あるいは計画的なコンテンツ配信制御が行われる必要がある。

コンテンツの配信を事業とし、そこから利益を得ることを目的とした戦略的な配信にかかる技術の先駆者は、Akamai社⁹⁾の開発したFreeFlowであろう。

FreeFlow方式ではコンテンツ提供者の管理する、ベースとなるコンテンツのなかにリンクとして埋め込まれた画像等の情報をCDNによる配信の対象とする。たとえば、コンテンツ提供者、www.foo.comが提供するhtmlコンテンツ、“<http://www.foo.com/abc.html>”のなかで参照している画像情報picture.gifをFreeFlow方式により配信する場合、abc.html中に埋め込む画像参照の記述を、“`IMG SRC=/picture.gif`”と書く代わりに、“`IMG SRC=http://xxx.akamai.net/yyyyy/www.foo.com/picture.gif`”のように書いておく。リンク部分をこのように記述することにより、当該コンテンツプロバイダはAkamai社にこの部分のコンテンツの配信を委託したことになる。

ここで、“xxx.akamai.net”は、Akamai社のサロゲートを指定するためのホスト名であり、“yyyyy”はAkamai社が課金管理やバージョン管理等に用いる情報である。

ホスト名、xxx.akami.netの与えられたサロゲートは世界中に分散して配置されており、そこへのアクセスはDNSベースのリクエスト・ルーティングによって最適なものと誘導される。

これらサロゲートはコンテンツをあらかじめ格納しておらず、利用者からの最初の要求を受け取ったとき

にそれをオリジナルのサーバへ取りに行き、キャッシュする。

また、同サロゲートは、URLに埋め込まれてユーザから送られてくるバージョン情報などを用いてキャッシュ内容の更新や課金管理を行う。

きわめて単純な方式であるが、同技術の提案者はCDNを独立したビジネスとするための重要な発明であるとしてマサチューセッツ工科大学(MIT)の起業家コンテストに優勝し、それが同社の起業のきっかけとなったといわれている。

さらに、サロゲート間での情報配信に専用回線や衛星回線などを活用し、情報配信の効率化をセールスポイントとする会社が次々と現れてきている。

取り扱うコンテンツやその配信先の絞り込み方、あるいは差別化の工夫が、ビジネス戦略上の鍵である。

現状のコンテンツ配信のビジネス形態をこの視点からまとめてみたものが、表-1である。

類型Aは、すべての人にすべてのコンテンツを平等に高品質で届けるというものであるが、そこには明確なビジネスモデルが存在しない。類型BはISP事業者に対して高性能のキャッシュサーバを提供し、ISP業者から収益を得るものである。類型Cは特定コンテンツだけをCDNに載せることでコンテンツ提供者から収益を得るものである。類型Dは、コンテンツもエンド・ユーザも絞り込むもので、閉域放送局(CATV)に類似したモデルのビジネスといえる。表中のIntertainer社はDSL事業者と提携し、そこへ専用のコンテンツ・サーバを設置し、Pay per view配信などにより収益をあげている。

現在多様な業態となっているCDNビジネスであるが、これらの相互運用性を高めるために“CDNピアリング”の標準化の動きも活発化している。

コンテンツ・ネゴシエーションとコンテンツ・アダプテーション

エンド・ユーザ自身の好みや特性、また、彼／彼女らが使用する機器の特性に合わせてコンテンツを取捨選択あるいは修正／加工するサービス（パーソナライゼーション）は、コンテンツの付加価値を高め、利用者に便宜を提供する重要なサービスである。

コンテンツの言語（日本語、英語等）の選択、あるいは利用者のブラウザが表示できるメディアのタイプ（GIF、JPEGなど）の選択などがこの例である。携帯端末などでは表示機能が限られることが多く、この選択機能は重要である。

利用者の好みに応じて自動的にそれに適合した広告を挿入するといったサービスもある。

このような、選別や修正といったカスタマイズ処理を行うためには、

- 利用者や利用者の使用する端末の能力や好みといった属性の記述
 - コンテンツの属性の記述
- の情報をコンテンツの送り手と受け手との間で交換する必要がある、その結果と、
- コンテンツを適合させるためのルールおよび手段の記述

とに基づいて最終的に届けられるコンテンツの内容を決定することになる。

この基本的枠組みおよび用語の定義については、IETFのContent Negotiation (conneg) -wgで議論され、その結果が文書にまとめられている⁶⁾。

利用者の好みの言語や、端末に表示可能な文字セットをコンテンツ・サーバ側に通知する手段としては、HTTP/1.1仕様に“Accept-Language”や“Accept-Charset”として規定がある⁷⁾。より一般的な利用者端末の機能や利用者の「特性」、たとえば「犬が好き」、あるいは「独身である」といった情報、を上流へ通知する手段は、IETFのCDI-wgで議論⁸⁾されているほか、W3CのCC/PP (Composite Capability/Preference Profile) ☆¹⁰⁾の規格がある。

コンテンツ・ネゴシエーションにより、送るべき情報に関する方針が決まると、次に、それにあわせてコンテンツの取捨選択、情報の追加、修正等、すなわち、コンテンツ・アダプテーションを行う必要がある。

```
<?xml version="1.0"?>
<rulemodule>
  <owner class="content provider">
    <name>Lucent Technologies</name>
    <id>www.lucent.com</id>
  </owner>
  <protocol>http</protocol>
  <rule processing-point="4">
    <!-- Is the requested Web document the home page? -->
    <property name="Request-Path" matches="^/$|^/index.html$"
      case-sensitive="yes">
      <!-- Does the user send us a cookie for user identification? -->
      <property name="Cookie" matches="UserID=">
        <action>opes://doubleclick.net/insertad</action>
      </property>
    </property>
  </rule>
</rulemodule>
```

図-4 IRML言語の記述例（広告挿入を行う例）

すでに、利用者の好みや年齢などの個人情報に基づき、自動的に広告を選択し挿入するといった処理がWebのコンテンツにおけるバナー広告等で行われている例がある。また、自動翻訳やウイルス・スキャン、さらには利用者の個人情報に基づいて嫌いな分野の情報をフィルタしたり、好みの分野の記事だけをまとめて紙面を再構成したりといったサービスも現れている。

CDNの環境において、サロゲートは、通常、利用者「に近い」個所に設置される。このことは、サロゲートは利用者との高速な通信や中央サーバの負荷軽減にとって有利だけでなく、利用者の個人情報等を得やすい立場に置かれていることも意味している。したがって、上記のようなコンテンツ・ネゴシエーション、コンテンツ・アダプテーション処理を実施するのに都合がよい。今後このような個人情報を活用した付加価値サービスがCDN上で行われる例が多くなるものと予想される。

IETFのOPES (open proxy extended service) グループは、サロゲートの機能を高め、それをリモート・コントロールしてさまざまな付加価値サービスを実行するための方式を検討している。同グループで現在サロゲート制御言語の叩き台として検討されているXMLベースの言語、IRML (Intermediary Rule Markup Language) ⁹⁾には、コンテンツ・アダプテーションに関する記述機能も盛り込まれている。図-4に、IRMLによりコンテンツへの広告挿入を指示する記述の例を示す⁹⁾。

利用者の個人情報等を活用するシステムは、プライ

バシー保護を十分に配慮した設計とする必要がある。

利用者とコンテンツ提供者との間にCDNが介在するシステムは、介在しないシステムに比較してプライバシー保護にとって有利である可能性がある。無数にあるコンテンツ提供者が個人情報の取扱いに対してどのような考えを持っているのかを気にしたり、また、それらと個別に個人情報取扱いに関する契約を結んだりすることは、利用者にとって煩わしい。少数のCDNサービス事業者との間でそういった契約を結ぶだけで済むようにシステムを構成できればその煩わしさを解消できるからである。

その実現にはサロゲートにおける情報隠蔽技術の開発および標準化、その運用方針に関する合意の形成等を進める必要がある。

CDNのピアリング

コンテンツ提供者はできるだけ広い範囲にコンテンツを配布したいと考え、利用者は、できるだけ広い範囲のコンテンツ提供者からの情報を高品質で受信したいと考える。互いに互換性のないCDN事業者が乱立してしまうと、こういった需要に応じることが困難になる可能性がある。

そこで、複数のCDNを相互運用し、CDNが単独でやるよりも大きな規模で幅広く情報配信ができるようにしようという考えが生まれた。これをCDNピアリング(peering)と呼んでいる。

ピアリングしているCDNの間では、

- リクエスト・ルーティングのピアリング
- コンテンツ配信のピアリング
- アカウンティング処理のピアリング

が行われる必要がある。

IETFのCDI-WGではこのようなピアリング処理を、CPG (CDN Peering Gateway) を介して行うモデルが提案されている¹⁰⁾。

AAA (Authentication, Authorization and Accounting)

価値ある情報あるいはサービスをインターネットを介して提供しようという場合、一般に、Authentication (認証)、Authorization (認可)、Accounting (課金) の3つの処理が必要となる。

「認証」は、相手が誰であるかを確認することであり、

「許可」は、確認された相手に対し、どのような権限を与えるかを制御することであり、「課金」は料金計算のための情報収集、料金請求等の処理である。これら3つを総合的に議論する場として、IETFにはAAAワーキンググループがあり、また、IRTF (Internet Research Task Force) ☆¹¹⁾に、AAAArch (AAA Architecture) リサーチグループが設置されている。これらのグループの目標は、多様なアプリケーションに共通に使用可能な、汎用性のあるAAAのためのプロトコルを定義することにある。

CDN全体においては、

- ISP
- CDN管理者
- サロゲート管理者
- コンテンツ提供者
- 広告その他、付加価値提供者
- 課金管理事業者
- エンド・ユーザ

など、多様な業務を行う参加者が、複雑に絡み合い、互いに他人の管理する資源を使い、サービスを提供しあいつつ利益を分け合っていくことが必要である。これらの各業務について、自由参加、自由競争が可能であることが理想であり、そのためにはAAA基盤がオープンな規格として定義され、運用されることは非常に重要である。

現在、IETFのCDI-WGでは、CDNにおけるAAA機能への要求事項につき、主に多様な参加者の間で課金情報をやり取りする、CDN accounting peeringの枠組みを中心として議論が行われているところである¹¹⁾。

■コンテンツ資産管理技術 (DAM)

先に述べたように、コンテンツのライフサイクル (生成→配信→受信) の各ステージにおいて、ブロードバンド対応のためのさまざまな技術・サービス・インフラへのニーズが生じている。また、市場が成立するための必須要素である利潤化の仕組みについても、多様なアプローチからの試行錯誤が行われている。

このコンテンツ・ライフサイクルの各ステージにどのようなビジネスが存在するかをまとめたのが図-5である。

最近、コンテンツ生成ステージにかかる一連の技術が、コンテンツ資産管理技術、DAM (Digital Asset Management) ☆12として注目されている。

コンテンツ資産管理 (DAM) とは、映像・音声等を含むマルチメディア・コンテンツを、デジタル化してデータベース内で管理する機能を指す。

DAMは、コンテンツ・データベース管理機能を中核とし、次のような要素から構成される。

1. コンテンツ作成支援機能

(ア) 動画の自動的シーン切り分け、インデクシング

(イ) エンコーディング

(ウ) 編集機能

(エ) 制作工程管理機能

2. コンテンツ資産運用管理機能

(ア) 動画等マルチメディア情報の検索

(イ) コンテンツ保管、リポジトリ管理

(ウ) 著作権管理

3. コンテンツ配信管理

(ア) 送出機能 (エンコーディング、負荷バランス管理等)

(イ) コンテンツ・アダプテーション機能

(ウ) CDN連携機能

コンテンツ作成支援機能の提供者としては、現在、Virage ☆13やMediaSite ☆14などのビデオロガーと呼ばれる事業者が注目されている。こうした事業者は、シーン検出や音声／文字／顔画像認識などの技術をベースとして、動画ファイルの自動的な切り出しや、話者識別に基づいたインデクシング等を自動化して提供している。これにより、たとえば1時間のニュース番組を、トピックごとに数分間程度の映像に切り分け、検索用のキーワードをつけてインターネット上に提供するといった工程を、半自動化することが可能となっている。

また、2000年7月に、AT&T社は、Inktomi社、Microsoft社、RealNetworks社等との共同事業として、上記1.～3. にわたる広い範囲のDAM機能を総合的に提供する、“AT&T Ecosystem for Media”を発表し、2001年から業務を開始した。

現在、DAMの市場はまだ未成熟であるが、調査会社のFrost&Sullivan ☆15は、米国のDAMの総市場規模は2003年に約14億米ドル、2005年に約23億米ドルに達するとの予測を発表している。

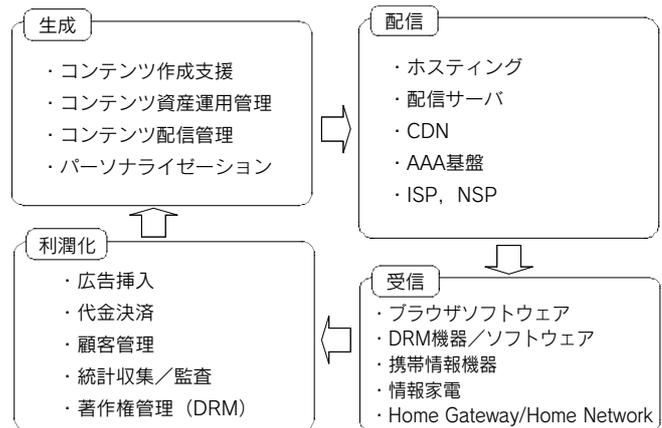


図-5 コンテンツ・ライフサイクルにおけるビジネス要素

■利潤化の技術

コンテンツの充実は、そこから利潤が生み出される構造が確立して、初めて可能になる。現在、コンテンツに対するエンド・ユーザへの直接の課金はあまり普及しておらず、インターネット広告が、利潤化の有効な手段となっている。

インターネット広告

多くのWebコンテンツにテキストやバナー (特に動きのあるアニメーションGIF等によるもの) の広告が挿入されているものをよく見かける。最近はそのクリック率・広告単価の低下が深刻であることから、表現力の高い動画広告に対する期待が高まっている。

米国のインターネット広告市場は少数の大規模事業者 (Engage ☆16, DoubleClick ☆17等) が中心のビジネス構造となっている。こうした事業者の強みは、独自の広告配信サーバ (アドサーバ) を持ち、多数の媒体と広告主を組織し、膨大な量のユーザ・プロフィールデータを保有している点にある。ただし、テキスト／バナー広告以外のシステムについては、大手事業者もまだ試験的な段階にある。

動画広告では、Hitplay Media社 ☆18が、ストリーミングコンテンツにストリーミング広告をダイナミックに挿入する技術を開発している。サービスはCupidと呼ばれる広告挿入サーバを用いてASP型で提供されている。同社は、ストリーミング広告の在庫管理、挿入

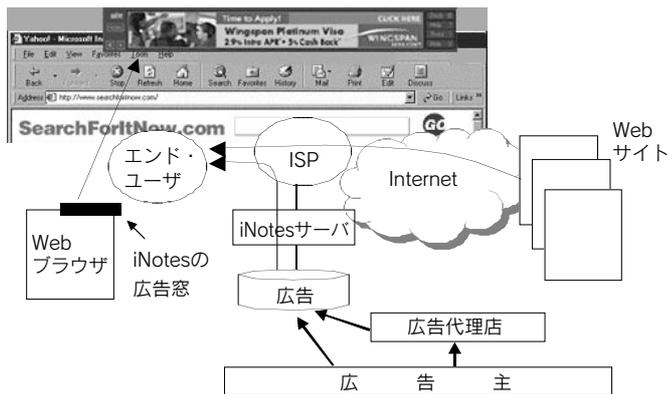


図-6 iWEB社の広告挿入

スケジュール管理、コンテンツ提供者、広告主双方へのレポート提供、ストリーミングコンテンツ、ストリーミング広告のホスティングといったサービス提供のほか、エンド・ユーザのアクセス動向分析等に基づいた広告コンサルティング業務も行っている。

サロゲートにおいて広告を挿入する方式に関する研究の動向としてOPESの例を挙げたが、iWeb社¹⁹はいち早く、エンド・ユーザに近いISPに設置したサーバにおいてダイナミックに広告を挿入する方式でビジネスを開始している。同社の提供する“iNotes”というサービスでは、ISPにおいてWWWサーバから利用者へ向かう通信のなかへ、利用者の画面にポップアップ・ウィンドウを開かせるコマンドを挿入する手法をとる。これにより、利用者がWebブラウザによりどのサイトを閲覧していても、画面にポップアップ・ウィンドウを表示させることができる(図-6)。

ISPの保有するユーザ情報を用いた自動的な広告の選択処理も可能であり、広告主にとって大きな魅力となっている。

バナー広告をさらにリッチメディア化・インタラクティブ化するための技術開発に取り組んでいる例もある。Enliven²⁰社は、たとえば、バナー広告の上でテニスゲームがプレイできるような仕掛け(ゲームに勝つと広告主のサイトに誘導されるなど)や、バナーをクリックするとバナーが拡大して入力フォームが出現する仕掛けなどを実用化している。こうした仕掛けにより、通常のパナー広告の10倍近い高いクリック率が得られるという。

いずれのケースでも、広告表現力の向上は、エンド・ユーザの興味を引くプラスの側面と、帯域や画面の占有による拒否感というマイナスの側面を持つ。次世代のインターネット広告が利用者に受け入れられるためには、両者をうまくバランスさせる仕組みやデザインの工夫が重要になると考えられる。利用者の個人情報情報の活用にあたっては、プライバシー保護も重要なテーマである。

デジタル著作権管理

デジタル著作権管理、DRM (Digital Rights Management)、はコンテンツから利潤を得るためにきわめて重要な技術である。

DRMとして、従来デジタル録音デバイスにおける複製禁止や録音回数制限、電子透かしによるコンテンツ盗用の防止といった個別の技術がいくつか用いられてきた。

2001年春になり、インターネットにおけるコンテンツ流通のために、DRM技術を見直すとともに新しい規格構築の可能性を探るための研究グループ、IDRM²¹が、IRTF中に設置された。

一般的に、DRMでは、コンテンツを暗号化させた状態で流通させ、対応した鍵を内蔵しているシステムでしか再生できないような制御を行う。コンテンツの暗号化や鍵の発行・管理を行うシステムがDRMツールとして販売されている。

最も単純なDRMは、鍵があれば見ることができ、鍵がなければ見られない、という二者択一の制御しか行えない。さらに進んだ方式として、コンテンツに、そのコンテンツがどのように使われるべきかの管理ポリシーを付加し、そのポリシーに従った利用管理を行う方式がいくつか提案されている。管理ポリシーの記述法の例としてはゼロックス社で発案されContentGuard社が中心に開発を行っているXrML (eXtensible rights Markup Language)²²やRealNetworks社の提唱するXMCL (eXtensible Media Commerce Language)²³等の試みがある。

また、コンテンツを識別し、その権利者を明確にするためには、コンテンツに全世界でユニークな識別子を与えなくてはならない。そのような試みの例に、Content ID Forum²⁴やDOI Foundation²⁵等の活動がある。

DRMシステムが正しく動作するには、システム内部の不正な改変を防ぐための耐タンバ技術も重要である。

TV-Anytime^{☆26}やMPEG21といった動画配信においては、すべてのコンテンツをDRMで管理することが前提となっている。多くのコンテンツがDRMで保護されて流通することになった場合、CDNとして解決しなくてはならない新たな問題が起きる。それはCDNにおけるコンテンツ・アダプテーションの問題である。広告挿入はもとより、端末性能に合わせたコンテンツの修正などをCDN側で行おうとする場合、CDNは、エンド・ユーザが当該コンテンツに対して所有している権限と同等またはそれ以上の権限（たとえば修正することができるという権限）を委譲される必要がある。CDNを構成するシステム間での権限の委譲や一時的貸与、それに伴う課金管理、またそのような処理が正しく行われていることを監査する機能などの実現のためには、CDNのためのAAA基盤が整備されることが不可欠となる。

■あわりに

コンテンツ配信にかかる技術開発は、主に米国においてベンチャー企業がめまぐるしく設立され、それらが激しく競争し、頻繁な買収、合併を繰り返すなど、非常に動きの急な状態にある。互換性のない多様なCDN仕様の乱立が、コンテンツ提供者に無駄な投資を強いる結果も招きつつある。そのようななかで、2000年8月に、相次いで2つの業界団体、Content-alliance^{☆27}とContent-Bridge^{☆28}が設立され、さらに、同年12月のIETF会議では、CDNピアリング検討のための第1回会合、CDI-Bof、が開催された。CDNピアリングのための標準化への意識が急速に高まってきている。

デジタル著作権管理についても、2001年春に、IRTFに研究グループが設立され、インターネットに特化した標準化議論が開始された。

欧州、特にオランダにおいては、コンテンツ配信技術の研究が国家プロジェクトとして推進されており、特にそのためのAAA基盤の開発に力が入れている。多様なCDN事業者が共存するための基盤作りのための基礎研究は欧州がリードしているといえるだろう。

コンテンツ配信に関する新しい動きに、ピア-ツー-ピ

ア (Peer to peer, P2P) 型配信と呼ばれるものがある。これは、エンド・ユーザが配信専用のサーバからコンテンツを受け取るのではなく、エンド・ユーザ同士で相互に通信しあい、ねずみ講的にコンテンツを配布してゆくモデルである。GnutellaやNapsterといったシステムが有名であるが、これらは著作権者と対立する困った現象として話題に上ることが多かった。しかし、このような配信モデルも、DRM基盤が整い、コンテンツ提供者、配信用ソフトウェア提供者双方にしっかりしたビジネスモデルを確立することができれば、重要な配信基盤となる可能性があり、CDNの新しいモデルとして注目すべきであろう。事実、2001年9月に全米放送協会(NAB)主催によりニュー・オリンズで開催されたNAB Xstream展示会には、動画の配信を目的としたいくつかのP2P形配信用ソフトウェア製品が出品されていた^{☆29}。

コンテンツの、効率的で、信頼できる配信と管理は今後ますます重要なものとなる。CDNに関するさまざまなモデルを追及するとともに、その基盤としてのAAA技術、DRM技術に関する開発、標準化を急ぐ必要がある。また、プライバシー保護を始めとした消費者保護対策についても充実を図る必要があるのは言うまでもない。

謝辞 本稿は、(財)情報処理相互運用技術協会(INTAP)の「コンテンツ配信技術委員会」が、競輪の補助金を受けて実施した調査に基づくものである。

参考文献

- 1) Barbir, A., Cain, B., Douglis, F., Green, M., Hofmann, M., Nair, R., Potter, D. and Spatscheck, O.: Known CDN Request-Routing Mechanisms, draft-cain-cdn-known-request-routing-02.txt (June 2001).
- 2) Wessels, D. and Claffy, K.: Internet Cache Protocol (ICP), Version 2, RFC2186 (Sep. 1997).
- 3) Wessels, D. and Claffy, K.: Application of Internet Cache Protocol (ICP), Version 2, RFC2187 (Sep. 1997).
- 4) Vixie, P. and Wessels, D.: Hyper Text Caching Protocol (HTCP/0.0), RFC2756 (Jan. 2000).
- 5) Valloppillil, V. and Ross, K. W.: Cache Array Routing Protocol v1.0, draft-vinod-carp-v1-03.txt (Feb. 1998).
- 6) Klyne, G.: Protocol-independent Content Negotiation Framework, RFC2703 (Sep. 1999).
- 7) Fielding, R., Gettys, J., Mogul, J., Frystyk, H. and Berners-Lee, T.: Hypertext Transfer Protocol-HTTP/1.1, RFC2068 (Jan.1997).
- 8) Penno, R. and Albuquerque, A.: User Profile Information Protocol, draft-penno-cdn-nacct-userid-04.txt (July 2001).
- 9) Beck, A. and Hofmann, M.: IRML: A Rule Specification Language for Intermediary Services, draft-beck-opes-irml-01.txt (July 2001).
- 10) Green, M., Cain, B., Tomlinson, G., Thomas, S. and Rzewski, P.: Content Internetworking Architectural Overview, draft-green-cdn-gen-arch-03.txt (Mar. 2001).
- 11) Gilletti, D., Nair, R., Scharber, J. and Guha, J.: Content Internetworking (CDI) Authentication, Authorization, and Accounting Requirements, draft-gilletti-cdn-aaa-reqs-01.txt (June 2001).

(平成13年10月1日受付)

