

M-019

P2P ネットワークと Web の連携を特徴とする動画配信方式の提案

A Video Streaming System on P2P Network in Cooperation with Web Services

山田 啓† Kei Yamada 大島 浩太‡ Kohta Ohshima 寺田 松昭‡ Matsuaki Terada

1. はじめに

近年, YouTube[1]のような個人による動画投稿が可能な動画共有サービスが増加している。これらのサービスはブラウザ上で利用でき, 他の Web サービスとの連携を可能とすることで高いユーザビリティを提供している。しかしサービスの提供には特定のサーバを用いているため, アクセス集中による遅延の発生や, 単一障害点という問題が存在する。これらの問題を解決するために, 多くの P2P ネットワークを用いた動画配信方式が提案されてきた。P2P ネットワークを用いることで動画配信の負荷を分散できる。しかしこれらのシステムでは再生に専用クライアントを要するなど, Web サービスのような高いユーザビリティが提供できていない。

そこで, 本稿では P2P ネットワークと Web サービスの連携を可能とした動画配信方式を提案する。

2. 既存方式の問題点

P2P ネットワークを用いた既存のストリーミング配信方式には, Hybrid P2P型と Pure P2P型の二つの方式がある。Hybrid P2P型ではノード間でキャッシュを転送することで配信サーバの負荷を分散している。しかし, 配信サーバが単一障害点である点や, ユーザによる自由な投稿が行えるものは少なく, 商用コンテンツ配信が主な用途となっているという問題点がある。一方, Pure P2P型ではノードが動画の配信主体となるため, スケーラビリティが高く, ユーザが自由に動画を配信することも可能である。しかし, 動画毎に一意にアクセスするための手段がないためオンデマンド性が低く, Web サービスのような高いユーザビリティが実現されていない。

3. 提案方式

本稿では, Web ブラウザからの利用を可能とすることで高いユーザビリティを実現した, P2P ネットワーク上での動画配信方式を提案する。提案システムの構成を図 1に示す。

3.1 DHT ネットワークの利用

基盤の P2P ネットワークとして Chord[2]に代表される DHT ネットワークを利用する。DHT ネットワークを用いることで, 高い拡張性や高速なノード探索が可能となる。また, ネットワークを DHT 層, 検索層, ストリーミング層の三層に分割する。それぞれの層を独立して動作させることで, 柔軟なルーティング方式の採用などが可能である。

3.2 Web とのシームレスな連携方式

本方式では Web ブラウザからの提案システムの利用を

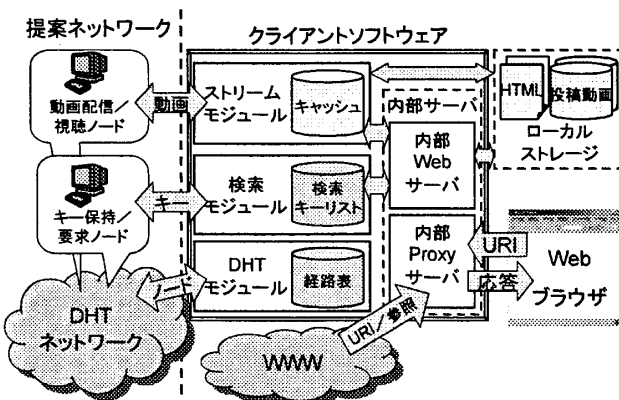


図 1 提案システム構成

可能とし, 他の Web サービスとのシームレスな連携を実現する。Web ブラウザからの利用を実現するために, 以下の方式を採用する。

(1) 内部サーバの設置

各ノードに, ローカルアクセス専用の内部サーバを設置する。図 1に示すとおり内部サーバは, 内部 Web サーバと内部 Proxy サーバで構成される。内部 Web サーバは P2P ネットワークから取得したデータから, Web ブラウザへ転送する応答を生成する。内部 Proxy サーバは次節で述べる, 提案システム専用の URI が要求された際に, P2P ネットワークにデータを要求し, 内部 Web サーバに応答を生成させる。

(2) URI の付与

ユーザが配信する動画毎に URI を付与することで, 動画毎に一意にアクセスする手段を提供する。URI を動画のキーとして, DHT ネットワークに登録することで高速な配信ノードの探索を実現する。さらにこの URI を WWW の URL と同等に扱うことで, 他の Web サービスとの連携が容易になる。例えば図 2のようにブログ等に本方式で配信される動画を埋め込むことで, 動画が視聴される機会が増加し, 動画の再利用性が向上する。

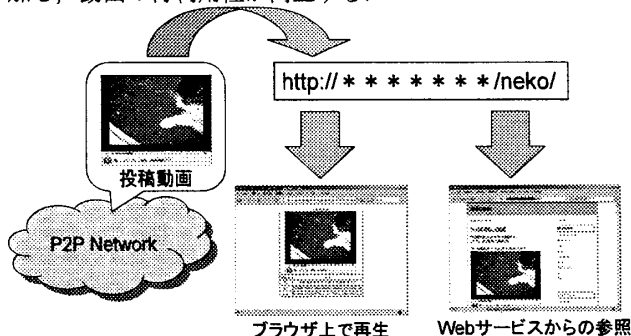


図 2 URI を利用した動画の再利用

† 東京農工大学大学院 工学府 情報工学専攻

‡ 東京農工大学大学院 共生科学技術研究院

3.3 ストリーミング負荷の分散

本方式はサーバを用いない Pure P2P ネットワークで構成される。動画の配信主体は各ノードとなり、サーバのような豊富なリソースは持っていないことが多い。そこで、ストリーミング再生時のキャッシュを利用した負荷分散を行う。キャッシュを利用することで、動的な負荷分散が可能となる。特定の動画へのアクセスが急増しても、キャッシュを保持するノードも増えるため、配信元ノードの負荷を抑えることが可能である。

さらに、視聴ノード間でキャッシュ管理を分散することで、配信元ノードのノード管理負荷を分散する。視聴ノードは自身からストリーミングを受信しているノードのキャッシュの達成状況や状態などの情報を図3のような表で管理する。これにより、配信元ノードが直接管理するノードが減り、他のノードからのアクセス数も低減させることができる。

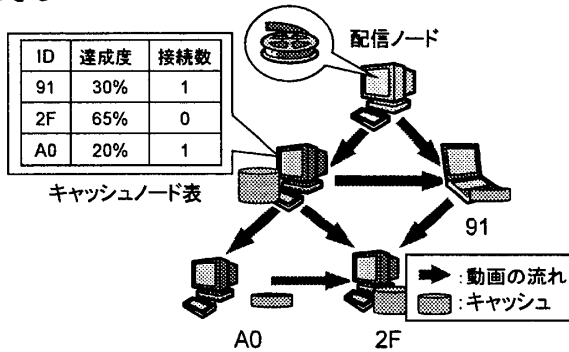


図3 分散キャッシュ管理方式

4. 評価

本方式の有効性を検証するために、プロトタイプシステムを開発し、次の2点について評価実験を行った。

(1) 配信負荷

ストリーミング負荷の分散方式の有効性を検証するために、ストリーミング配信の負荷を計測した。

(2) 転送速度

配信負荷と同様に、各ノードでのストリーミング受信速度を計測する。評価環境を表1に示す。

今回の実験では、ノード数の増減による負荷や転送速度の変化を計測するために、配信ノード1台に対し受信ノード数を1~5台に変化させて実験を行った。各ノードは10秒間隔でストリーミングを要求する。

表1 評価環境

項目名	値
OS	Windows XP Pro
ノード数	2~6台
DHT アルゴリズム	Chord
ネットワーク	10BASE-T
配信動画	400kbps, 1.5Mbps: 約10分
最大同時送受信ストリーム数	3ストリーム

4.1 配信負荷

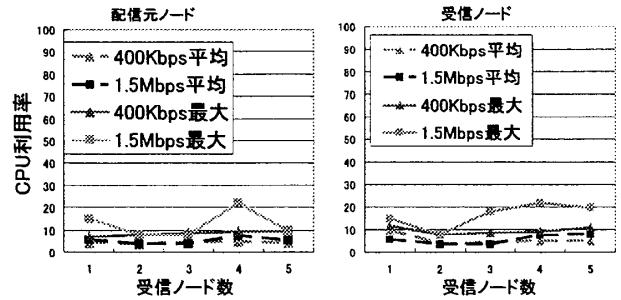


図4 ストリーミング配信負荷

図4はストリーミング配信時のCPU利用率を示している。図4から、視聴ノード数の増加に対し、CPU使用率はさほど上昇していないことがわかる。また、視聴ノードと配信ノード間での負荷の差も小さく、適切な負荷分散が行えているといえる。これらは先述した負荷分散方式による結果であると考えられる。

4.2 転送速度

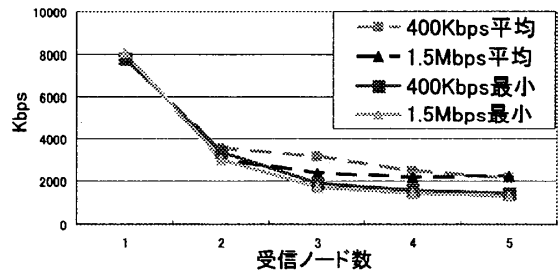


図5 転送速度

図5に転送速度の変化を示す。図に示されているようにノード数の増加が転送速度に大きく影響していることがわかる。視聴ノードが5台の時の結果では、動画のビットレートよりも転送速度が低いノードが現れている。これは再生開始の間隔が短く、一部のノードでは上流の視聴ノードのキャッシュ待ちが発生していたことが原因であると考えられる。

5. おわりに

本稿では、P2P ネットワークと Web サービスの連携を可能とする動画配信方式を提案した。また、評価から提案方式の有効性を検証した。今後の課題としては、複製配置による動画の可用性の向上や、実環境での実験が挙げられる。

6. 謝辞

本研究の一部は、共生情報工学推進経費の助成を受けている。

参考文献

- [1] YouTube: <http://www.youtube.com/>
- [2] Ion Stoica, et al.: "Chord: A Scalable Peer-to-peer Lookup Protocol Internet Applications", ACM SIGCOMM 2001, pp. 149-160.