

プロジェクト名： 動的ネットワークに基づくインターネット情報共有・配信基盤の実地
展開と機能拡張

プロジェクト代表者： 吉田 紀彦(総合情報基盤機構・教授)

1. 研究目的

現在のインターネットでは利用者の爆発的増大に伴って、情報共有・配信の効率化が、セキュリティなどと並んで最重要の急務となっている。我々はコンテンツ配信ネットワーク(CDN)技術とピアツーピア(P2P)技術を連携させ、負荷変動に動的・自律的に適応できるとともに信頼性の高い大規模分散情報共有・配信基盤の構築に取り組んでいる。これまでに動的ネットワークの方式設計、シミュレーションによる実験評価を行い、昨年度から米国、欧州(ドイツ、オーストリア、イタリア、ギリシャ)、オーストラリア、中国の学術機関の協力を得て地球規模の実地ネットワークのプロトタイプを構築し、この実インターネット環境で予備的な実証実験を行って良好な成果を得ている。これらの成果を踏まえて、本研究では次の2つを目指す。(1) 地球規模ネットワークを強化・拡充し、より精密な実証実験を行う。(2) これまで静的コンテンツの共有・配信のみを扱ってきたのを発展させ、HTTP Live Streaming など新しい技術も活用して、ストリーミング配信への展開を図る。

2. 研究内容と成果

上記の目的に向けた具体的アプローチとして、次の2テーマに焦点をあてて研究を遂行した。

(1) 動的コンテンツ配信ネットワークにおけるアクセス誘導

CDNは同一コンテンツを持つサーバを地理的に分散配置し、各サーバからコンテンツを分散配信することで負荷分散を図るネットワークである。したがって、クライアントからのリクエスト・アクセスをどのように適切なサーバに誘導するかが、負荷分散の一つの重要な要因となる。特に我々の動的コンテンツ配信ネットワークでは、クライアントからのアクセス量に応じてネットワーク形態が動的に変化する。そのため、アクセス誘導も動的に変更する必要があるが、通常のCDN以上に困難を伴う。

動的コンテンツ配信ネットワークの研究において、過去のシミュレーションや研究室内小規模ネットワークでは、様々な外的要因まで精密にモデル化・再現するのが困難なため、アクセス誘導に係わる問題まで実験を行うのは難しかった。本研究では、まずDNSルートサーバ群へのアクセス誘導などに活用されているエニーキャストを実インターネット上の動的コンテンツ配信ネットワークの実験に適用し、実インターネット上でもアクセス誘導の瞬時の変更が実現できるが、細心の設定が必要で動的システムに適用するのが難しいことを明らかにした。ついで、様々な静的CDNでも多用されているDNSによるアクセス誘導について実インターネット上で、まずはラウンドロビン型の負荷分散を行う方式について実験を行い、特にインターネット上に散在するDNSキャッシュの影響で、望ましい動的変更が阻害される可能性があることを、実際に示した。そして、その傾向を詳細に分析した。最後に、経路情報からネットワーク距離を割り出して、クライアントから見て最適な、すなわち最も近いサーバにアクセス誘導する方式を組み込んで実験を行った。そして、地球規模のネットワークでも適切に動作することを示した。課題としてDNSキャッシュの悪影響の回避があるが、DNSが全く分散的に管理されていることから、現実には完全な回避は不可能な恐れもある。

(2) 動的コンテンツ配信ネットワークによる規模追従型ストリーム配信

ストリームコンテンツの比重や重要性がインターネット上で飛躍的に高まってきており、動的 CDN の対応は必須といえる。ストリームはデータ量が巨大なだけでなく、時間的な幅を持って順次配信され、その時間軸上で配信を同期させる必要があり、静的コンテンツにはない困難さを伴う。本研究では、ストリームを断片(以下、セグメントと呼ぶ)に分割して順次配信する方式を基礎に、この課題に取り組んだ。ストリームでは複数セグメントが順序という相互関連を持つが、動的 CDN ではコンテンツ配置やネットワークポロジが動的に変化し、ストリームを構成するセグメントごとに異なるサーバからクライアントに配信される可能性がある。そこで、セグメント間の順序の保存、複数サーバ間でのセグメントどうしの同期の問題を自律分散的に解決する方式について、基礎的な検討、システム設計、プロトタイプ試作を行い、今後の展開の基盤固めを行った。

関連外部資金

- ・ [申請中] 研究助成、村田学術振興財団 研究助成、「負荷適応型コンテンツ配信ネットワークの実用化に向けた効率的実装方式」(代表 吉田)、平成 23 年度、1,600,000 円。
- ・ 共同研究、(株)カルソニックカンセイ、「車載向けソフト仕様書記述方式の研究と有効性実証」(代表 吉田)、平成 22 年度、1,500,000 円。
- ・ 文部科学省科学研究費 特定領域「情報爆発 IT 基盤」公募研究、「大規模分散情報共有・配信に向けた適応型ピアツーピアシステムの研究」(代表 吉田)、平成 18～22 年度、16,200,000 円(5 年間の研究課題だが 1～2 年毎に採否審査あり)。
- ・ 日本学術振興会科学研究費 基盤研究(B) (一般)、「高信頼性ピアツーピアネットワークの構築に関する研究」(代表 吉田)、平成 20～22 年度、7,500,000 円。
- ・ [不採択] 日本学術振興会科学研究費 基盤研究(B) (一般)、「適応型ピアツーピアに基づく規模追従型ストリーム配信ネットワーク」(代表 吉田)、平成 23～25 年度、14,070,000 円。
- ・ [不採択] 日本学術振興会科学研究費 挑戦的萌芽研究、「信念伝搬法を用いた無線センサネットワークの省電力化に向けた基礎的研究」(代表 吉田)、平成 23～24 年度、3,600,000 円。

関連業績

- (1) Yuko Kamiya, Toshihiko Shimokawa, Fuminori Tanizaki, and Norihiko Yoshida, "Scalable Contents Delivery System with Dynamic Server Deployment", International Journal of Computer Science Issues, Vol.7, No.6, pp.81-85 (November, 2010)
- (2) Y. Miyauchi, N. Matsumoto, N. Yoshida, and T. Shimokawa, "Preliminary Study on World-Wide Implementation of Adaptive Content Distribution Network", Proc. Workshop on Self-Organising, Adaptive, Context-Sensitive Distrib. Sys., 11 pages (2011)
- (3) 宮内, 松本, 吉田, "適応型コンテンツ配信ネットワークの広域環境での実験評価", マルチメディア分散協調とモバイル・シンポジウム 2010, 659-665 (2010) (ヤングリサーチ賞受賞)
- (4) 宮下, 松本, 吉田, "モバイルスレッドを用いた GRID の動的負荷分散", マルチメディア分散協調とモバイル・シンポジウム 2010, 722-727 (2010) (優秀プレゼンテーション賞受賞)

上記も含めて

著作:1 編、国際学術論文誌(全文査読):2 編、国際会議(全文査読):5 編、国内シンポジウム(全文査読):3 編、国内研究会など:2 編、紀要:1 編。