

平成25年度研究開発成果概要書

課題名 : 新世代ネットワークを支えるネットワーク仮想化基盤技術の研究開発
採択番号 : 149ウ01
個別課題名 : 課題ウ 新世代ネットワークアプリケーションの研究開発
副題 : ネットワーク誘導を利用した新世代コンテンツ配信アプリケーション

(1) 研究開発の目的

現在広く普及するインターネットは、当初ポイントツーポイント型の通信をサポートするものとして開発された歴史をもつが、現在ではコンテンツ配信サービスを実現する基盤プラットフォームとしての役割が大きくなっている。そのコンテンツ配信サービスは、CDNやP2Pなどその流通形態を変化させながら発展してきた。CDNにおいては、サーバを分散配置しアクセスを地理的に分散させることで、負荷分散を実現し効率的コンテンツ配信サービスを展開してきた。サーバへの負荷集中をさらに回避する方法として、参加ホストがサーバとしてコンテンツ流通に能動的に関与するP2Pが普及し、さらに効率的なコンテンツ流通サービスが可能となっている。このようにコンテンツ配信サービスは、どこからコンテンツを得るかという点をユーザに隠蔽する形でその姿を変え発展してきたものの、コンテンツ流通を支えるネットワークについては、IPアドレスでコンテンツ取得先を指定するというロケーションオリエンテッドな基本設計は全く変化していない。ユーザは本来コンテンツそのものを要求しており、そのコンテンツがどこに存在しているのかというロケーション情報には興味がない。このような観点で、平成22年度においてNICTからの受託研究「新世代ネットワーク技術戦略の実現に向けた萌芽的研究(コンテンツIDとロケーションIDの連携によるコンテンツ流通プラットフォームの研究開発)」を実施した。本研究は、この萌芽的研究をベースに、新世代ネットワークアプリケーションに必要な機能を開発するという目的で、さらに大きく発展させるものである。萌芽的研究はコンテンツIDとロケーションIDの連携をネットワーク誘導を用いて実現するというネットワークングの観点での基盤的研究と位置づけられ、本研究は、これをベースとして新世代コンテンツ配信アプリケーションを実現するために必要な、コンテンツ発見フェーズ、コンテンツ転送フェーズにおける技術課題を解決するという点で、アプリケーション開発に向けてさらに大きく発展させた課題として位置づけられる。

ユーザがコンテンツを取得するには、まずコンテンツがどこにあるのかを発見するコンテンツ発見フェーズを経たうえで、さらにコンテンツをその存在箇所からユーザまで転送するコンテンツ転送フェーズを経る必要がある。本研究では、これらコンテンツ発見フェーズとコンテンツ転送フェーズの双方に対し、ユーザにとってはコンテンツがどこから得られるのかには関心がなく、どのように効率的にコンテンツを取得できるのかという観点が重要であるという考えに基づき、負荷分散やトラフィック分散の観点で効率的なコンテンツ発見と、ロバスト性と効率を実現するコンテンツ転送を実現する。これにより、新世代コンテンツ配信アプリケーションが具備すべきSpace decoupling(コンテンツ提供者とコンテンツ要求者間のロケーションオリエンテッドな強い関係を緩和し、誰からコンテンツを得るのか、どこからコンテンツを得るのかという点には制約を設けない機能)に対し、ネットワーク資源の効率的運用という観点を取り入れた形での実現を目指す。コンテンツ発見フェーズについては、まず課題ウ-1-1においてネットワーク誘導において前提となるコンテンツIDとロケーションIDのマッピングを対象に、負荷分散機能を導入した効率的ロケーションID選択技術を扱う。さらにコンテンツ発見フェーズでは、マッ

ピングにより得られたロケーション ID をもとにサーバもしくはキャッシュへと送信されるコンテンツ要求に対し、課題ウ-1-2においてネットワーク誘導を複数もたせてこれを自律分散的に制御することで、ネットワーク誘導による効率的コンテンツ発見の実現を目指す。次にコンテンツ転送フェーズでは、課題ウ-1-2において複数ネットワーク誘導による複数箇所からのコンテンツ転送を実現し、ユーザに対するより高いレベルでの Space decoupling の提供を目指す。また、課題ウ-1-3では、コンテンツを含むネットワークリソースの動的発見にネットワーク誘導技術を用い、ネットワークリソースの発見・取得・利用のためのプラットフォームを確立する。これらの課題すべてを包含する形で、課題ウ-1-4において本研究で開発する技術を統合したコンテンツ配信アプリケーションアーキテクチャを確立し、プロトタイプ上にて実装する。このプロトタイプの有効性、実現性は、最終的に JGN-X 上で検証する。本研究で得られる成果により、ユーザがどこに所望コンテンツがあるのかという点を全く意識することなく、ネットワーク側がコンテンツ発見ならびにコンテンツ転送の双方について効率的コンテンツ流通を実現することが可能となる。ユーザにとってはより速いコンテンツ取得を、ネットワークにとってはより効率的な資源利用を可能とする、ネットワークが主体的にコンテンツ流通に関与する全く新しいコンテンツ流通プラットフォームが実現でき、コンテンツ流通を軸とした新しいコンテンツ配信アプリケーションの基盤技術を提供できる。

本研究は、コンテンツ要求に対しネットワーク内のルータが自身の管理する情報に基づき自律的にコンテンツ存在方向へ誘導するネットワーク誘導技術として Breadcrumbs と呼ばれる画期的方式を提案している米国 University of Massachusetts の Prof. James F. Kurose と、日本側研究者との連携による共同研究である。米国側研究者のネットワーク誘導技術を基本技術とし、日本側研究者がその拡張技術としてのコンテンツ配信アプリケーションに必要な技術開発を行う。国内外に本成果を広く発表し、両者の連携による成果を広くアピールする予定である。また、コンテンツオリエンテッドネットワーク全般に関する連携を深め、さらに長期的な視野で共同研究を発展させることも視野に進めていきたい。

(2) 研究開発期間

平成 23 年度から平成 26 年度 (4 年間)

(3) 委託先

関西大学<幹事>、大阪府立大学、神戸大学、日本電気株式会社

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 142 百万円 (平成 25 年度 36 百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題 ウー 1 : ネットワーク誘導を利用した新世代コンテンツ配信アプリケーションの研究開発 :

課題ウ-1-1… 負荷分散コンテンツ・ロケーションマッピング制御技術 (神戸大学)

課題ウ-1-2… 分散コンテンツ配信制御技術 (関西大学)

課題ウ-1-3… コンテンツを含むリソースの動的発見・利用技術 (大阪府立大)

学)

課題ウ-1-4… コンテンツ配信プラットフォーム構築技術 (日本電気)

(6) これまで得られた研究開発成果

		(累計) 件	(当該年度) 件
特許出願	国内出願	4	1
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	2	2
	その他研究発表	43	13
	プレスリリース	0	0
	展示会	2	0
	標準化提案	1	0

(7) 具体的な成果実施内容と成果

課題ウ-1-1 負荷分散コンテンツ・ロケーションマッピング制御技術

本年度の目標は、MSCR (Mapping Server with Cache-location Resolution) 方式の改良ならびに分散型実装の検討である。これに対し、コンテンツ人気度に応じたキャッシュ抑制を行う MSCR/CS (MSCR with Cache Suppression) 方式を提案・検討し、シミュレーションにより、MSCR 方式に比べ、相対 Tier-1 トラフィック 0.6 ポイント増で、サーバ取得率を 13.7 ポイント削減、クエリ平均ホップ数を 7.9 削減できることを確認した。また分散実装のためにコンテンツ人気度の局所依存性の調査を実施した。

課題ウ-1-2 分散コンテンツ配信制御技術

Breadcrumbsの実用性評価について、部分普及時の性能評価を、より実際のネットワークに近いトポロジを用いて行う形で発展させた。Tier構成ネットワークの上位から優先的にBreadcrumbs方式を導入する普及戦略を提案し、普及率50%においてランダムに普及させた場合に比べ5倍のキャッシュヒットを実現した。また、無線ネットワークへのBreadcrumbs導入に関して、その効果を調査するために評価ツール作成を今年度完成させた。複数のBreadcrumbsを用いたネットワーク誘導に関しては、複数の誘導によりコンテンツ取得パス候補を探索する方向に発展させる検討を行い、具体的プロトコルの検討、評価ツールの開発を行った。

課題ウ-1-3 コンテンツを含むリソースの動的発見・利用技術

高度化された ABC/BC+として BC-Scoping on Popularity (BC-SP) を、RBC に関する発展的な方式として、En-Route RBC (ERBC) をそれぞれ提案し仕様設計を行った。性能評価用のシミュレータを作成し、上記提案方式の性能評価を行った。その結果、BC-SP では、サーバ到達率は増加するものの、BC 操作回数と BC テーブルルックアップ

プロコストを BC と比較して 1/3 程度に低減しつつ、クエリホップ数特性も低減できることを実証した。ERBC では、1 ホップ以上少ない誘導情報の配布範囲で従来の RBC と同等の特性を達成することを実証した。課題ウ-1-4 と連携して ABC や BC-Scoping 方式に対する JGN-X および仮想化基盤上での実証実験への足掛かりを構築した。

課題ウ-1-4 コンテンツ配信プラットフォーム構築技術

課題ウ-1-1～3で研究開発された複数のBreadcrumbs拡張方式である、MSCR、BC Scoping、ABCの相互作用に関して評価するため、仮想化テストベッド上にBCルータ7台、サーバ7台、ユーザ28台の環境を構築しデータ測定を実施した。その結果、拡張方式を単独で利用する場合に比べ、組み合わせて利用することでキャッシュヒット率を最大3.5%向上できることを確認した。また、全ての拡張方式を組み合わせることでキャッシュミスが91%減少することを検証した。