

高ロバストネス情報配信基盤の研究開発 (131407003)

Research and Development of High Robustness Information Delivery Infrastructure

研究代表者

秋山 豊和 京都産業大学

Toyokazu Akiyama Kyoto Sangyo University

研究分担者

河合 由起子[†] 飯田 勝吉^{††} 張 建偉^{†††} 白石 優旗^{†††}

Yukiko Kawai[†] Katsuyoshi Iida^{††} Jianwei Zhang^{†††} Yuhki Shiraiishi^{†††}

[†]京都産業大学 ^{††}東京工業大学 ^{†††}筑波技術大学

[†]Kyoto Sangyo University ^{††}Tokyo Institute of Technology ^{†††}Tsukuba University of Technology

研究期間 平成 25 年度～平成 26 年度

概要

高度な論理ネットワークによるロバストな情報配信技術として OpenFlow 環境が構築されつつあるが、災害等のアプリケーション側の急激な要求変化への対応は、運用担当者によるアドホックな対応に依存している。また、災害時に大量のユーザに一斉配信される速報は画一的で、各ユーザの要求に即した信頼性の高い情報を迅速に配信できなかった。我々はこれまで、全く新しい大量ユーザ間情報伝達方式を提案し、各ユーザが効率的に情報発信・獲得可能なシステムを構築し、実サービスとして提供してきた。本研究ではこれをさらに発展させ、Web、SNS 情報およびユーザの閲覧・操作履歴情報等の大量データを分析することで、将来発生する災害（イベント）の場所と期間、発生した際の各ユーザの位置と時刻の双方を抽出し、イベントおよびユーザの動向に事前に対処可能なネットワーク機器制御の最適化を目指す。さらに、ユーザの動向だけでなく特徴も分析・抽出することで、各ユーザの要求に応じた情報を迅速に伝達可能な高ロバストネス情報配信基盤の研究開発を行った。

1. まえがき

災害発生時にユーザの状況に即した正確な情報を迅速かつ確実に配信する技術が待ち望まれているが、未だ実現していない。これは、高速ネットワーク基盤や分散大規模データ処理システムなどのインフラが整備されつつある一方で、ネットワーク機器間やユーザ間の大量かつ複雑となる状況を分析・学習し、利活用する研究開発が達成されていないためである。そこで、本研究では、応募者がこれまで取り組んできた信頼性および速報性の高い情報獲得手法を応用して、大量データより災害およびユーザの状況を事前に予測抽出することで、災害発生前に各機器間の協調性を高め、環境やユーザの状況に即したネットワーク制御ならびに効果的な情報配信が可能で、高ロバストネス情報配信基盤構築の研究開発を行う。

2. 研究開発内容及び成果

災害発生やイベント等によるトラフィックの急増に対応するため、Pub/Sub 基盤においてメッセージの優先度を考慮した配信最適化が可能なメッセージング基盤の開発を行う。平成 25 年度には、P2P 構造化オーバーレイネットワークとエージェント機構をもつフレームワーク PIAX を拡張し、OpenFlow との連携機構を構築した（図 1）。構築した機構では既存の IP 網による分散制御機構が活用可能な SDN のハイブリッドモードを利用しており、部分的に SDN の制御が失われた場合でも既存 IP 網を利用したアプリケーション層での配送（Application Layer Multicast: ALM）が可能である。

一方、大規模災害発生時など、予測できない災害が発生した場合、任意の回線が切断される可能性がある。このような状況でも重要なメッセージの優先制御を実現するには、複数の観点での障害回復機能が必要となる。平成 26 年度には、既に構築した SDN 連携機構において、SDN による優先制御を用いた配送（OpenFlow Multicast:

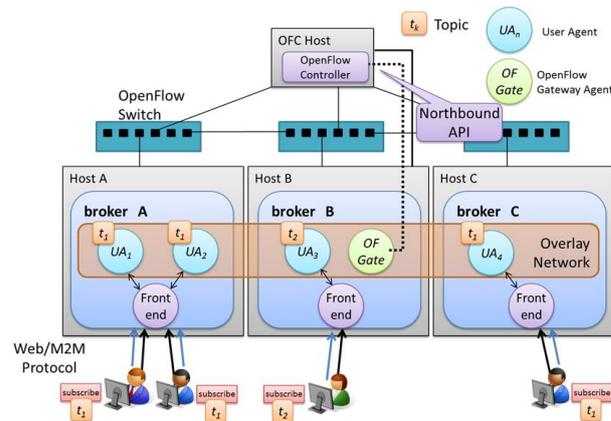


図 1 PIAX と OpenFlow の連携機構

OFM) を最大限に活用するため、ALM と OFM の部分的な切り替えを可能とする機能拡張を行った。

さらに、ネットワーク全体の制御をコントローラに一元化する。SDN はこの集中的な制御を可能とする設計により、ネットワークの管理、拡張を容易にする一方で、コントローラが単一障害点となるため、信頼性に課題が存在する。そこで我々は、集中制御では困難なコントロールチャネル維持、復旧の機能を分散的に提供する方式として ResilientFlow を提案した（図 2）。ResilientFlow では、

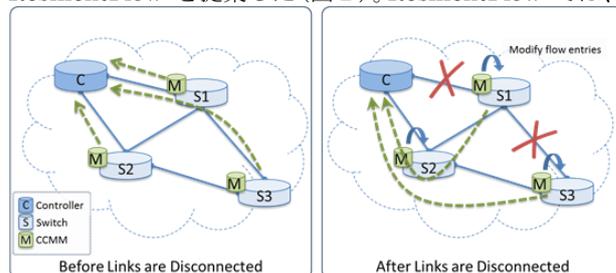


図 2 ResilientFlow

Control Channel Maintenance Module (CCMM) と呼ぶモジュールを各スイッチに新規追加し、各スイッチがコントロールチャンネル切断の検知、代替経路の計算と確立を行うことで、コントロールチャンネルの接続維持を実現する。

Pub/Sub 通信基盤を活用したアプリケーションとして Web ユーザ間のコミュニケーション機能を発展させ、SNS として最も代表的な Twitter を対象とし、ツイートユーザと Web ユーザ間の位置 (場所) 情報に基づいた関連性抽出を実現し、異種サービス間でのシームレスな連携機能を開発した (図 3)。Web ページのコンテンツ分析より場所に関する情報を抽出し、その位置を中心とした半径 dm 内で関連する位置情報付ツイートをフレッシュなものから順に随時 Web ページに推薦・提示する。

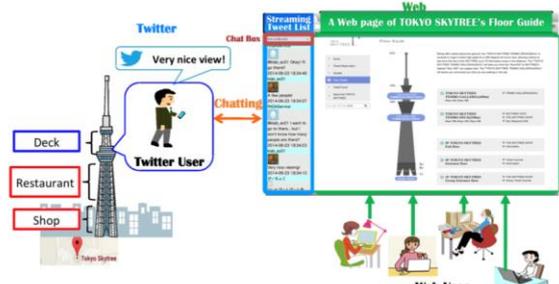


図 3 Twitter ユーザと Web ユーザとのシームレスな連携
さらに、情報配信基盤の障害に関わるイベントを検出するための基礎調査を行うため、イベント検知機構の研究開発にも取り組んだ。大規模災害については予測が難しいというコメントを受け、SNS 等の情報源から検知可能なイベントを分析するため、国内ならびに米国の約数億の位置情報付きツイートデータ (約 1 年分) に対して、信頼性の高い位置情報に基づき、曖昧性の高い内容から信頼性の高い時空間情報の抽出を実現し、時空間にまたがるイベントの相関性分析システムを開発した (図 4)。

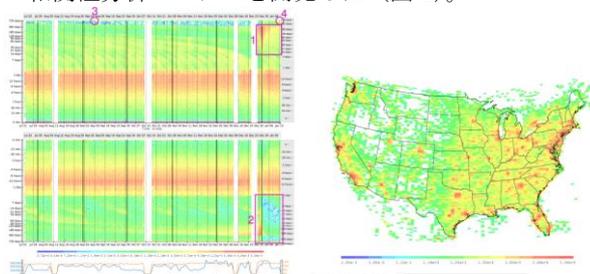


図 4: イベント相関性分析システム

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究開発で構築した高ロバストネス情報配信基盤は、都市における日常的な情報通信基盤として活用して初めてその真価が発揮できると考えられる。現在代表者は情報通信研究機構の委託研究開発「日欧が連携する都市型 Smart ICT 実験環境の創出とアプリケーション実証」(FESTIVAL プロジェクト) において、うめきた、リヨン、サンタンデルにおける Smart City テストベッドの構築に取り組んでいる。Smart City アプリケーションでは、多数のセンサからデータを収集し、それを分析し、分析結果を用いて設備を制御する、あるいは、可視化することで住民の活動を促進するといった機能コンポーネントの構築が求められる。このようなアプリケーションの実証実験を可能とするテストベッドでは、これらのコンポーネント間を結ぶ柔軟なメッセージング基盤が必要となる。委託研究プロジェクトにおいて、本研究開発で構築した高ロバストネス情報配信基盤の活用を検討しており、これが実

現すれば、実際の都市における実証実験を支える基盤として活用が進むことになる。さらに、移動するユーザに対する情報提供を考慮すると、リアルタイムな応答が求められるなど、Smart City における新たな要求に答えるための研究開発が必要となる。さらに FESTIVAL プロジェクトでは、ヨーロッパ側で開発しているテストベッドとの連携が想定されており、そこで、ミドルウェア間の相互接続を検討することで、インタフェースの標準化等についても検討が進められると考えている。

4. むすび

本研究開発では Pub/Sub 基盤と OpenFlow を連携させることで、災害等発生時に急激に増加したネットワークトラフィックの低減ならびに緊急メッセージ等の優先制御を可能とする情報配信基盤の開発を行った。また、情報配信基盤を活用した異種サービス間でのシームレスな連携により、ユーザ状況に応じて必要な情報を必要なタイミングで配信可能な情報基盤を構築した。さらに SNS 等の情報源を活用して、将来的なネットワーク予測制御に向けて、時空間にまたがるイベントの相関性分析システムを開発した。今後は開発したシステム他プロジェクトへの活用を検討していく。

【誌上発表リスト】

- [1] Adam Jatowt, Émilien Antoine, Yukiko Kawai, Toyokazu Akiyama, "Mapping Temporal Horizons, Analysis of Collective Future and Past related Attention in Microblogging," Proc. of the 24th International World Wide Web Conference (WWW 2015) (May 18- 22, 2015)
- [2] Émilien Antoine, Adam Jatowt, Shoko Wakamiya, Yukiko Kawai, Toyokazu Akiyama, "Portraying Collective Spatial Attention in Twitter," Proc. of the 21st ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD 2015)
- [3] Toyokazu Akiyama, Yuuichi Teranishi, Ryohei Banno, Katsuyoshi Iida, Yukiko Kawai, "SAPS: Software Defined Network Aware Pub/Sub - A Design of the Hybrid Architecture utilizing Distributed and Centralized Multicast," The 39th Annual International Computers, Software & Applications Conference (COMPSAC 2015) (July 1-5, 2015)

【申請特許リスト】

- [1] 秋山 豊和・河合 由起子・飯田 勝吉、通信ネットワークシステムおよびパケット配信制御方法、日本、平成 26 年 2 月 13 日

【受賞リスト】

- [1] 王 元元 (兵庫県立大学), 河合 由起子 (京都産業大学), 角谷 和俊 (兵庫県立大学), DEIM2014 最優秀インタラクティブ賞, An Exploratory Search Method for Presentation Contents based on User Browsing Behavior, 2014 年 3 月 5 日
- [2] 若宮 翔子 (兵庫県立大学), 李 龍 (Korea Institute of Science and Technology Information), 河合由起子 (京都産業大学), 角谷 和俊 (兵庫県立大学), DEIM2014 優秀インタラクティブ賞, Twitter を用いた群衆のパーソナリティのクラスタ分析による県民性抽出, 2014 年 3 月 5 日
- [3] 千綿 愛誠, 学生奨励賞 (情報処理学会全国大会), "ジオタグ付きツイート分析による群衆移動分析", 2015 年 3 月 18 日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://akiyama.cse.kyoto-su.ac.jp/researches/scope2013>