

膨大な数の極小データの効率的な配送基盤技術の研究開発

Research and Development on High-performance Data Delivery Fitting M2M Data

代表研究責任者 中島 康之 株式会社 KDDI 研究所

研究開発期間 平成 25 年度 (単年度)

【Abstract】

This paper clarifies two methods and reveals their performance: one is a packet aggregation method to meet various latency demands of packets traversing a backbone network, the other is a method to rapidly generate traffic-pattern employed to expose abnormal traffic which devices lead to generate due to malware infection. The packet aggregation method improves, more than 5 times or larger, the capacity of the backbone network to admit smartphone and M2M devices. The traffic-pattern generation method enables completing the traffic-pattern generation in 10 minutes from the packets generated by 30 million devices admitted in the backbone network even if these devices have low-rate traffic at a rate of few packets per hour (every 15 minutes in average).

The paper also discusses a plan of an approach making these method practical in three years.

1 研究開発体制

- 代表研究責任者 中島 康之 (KDDI 研究所)
- 研究分担者 池永 全志 (九州工業大学)
中村 勝一 (ネットワーク応用技術研究所)
堀 良彰 (佐賀大学)
- 総合ビジネスプロデューサー 広岡 淳二 (九州テレコム振興センター)
- ビジネスプロデューサー 森田 逸郎 (KDDI 研究所)
尾家 祐二 (九州工業大学)
只木 進一 (佐賀大学)
小池 隆康 (ネットワーク応用技術研究所)
- 研究開発期間 平成 25 年度 (単年度)
- 研究開発予算 総額 98 百万円

2 研究開発課題の目的および意義

スマートフォンやセンサ等から集まる多種多量データ (ビッグデータ) の利活用による新市場の創出が期待されているところであるが、ビッグデータのトラヒックは、そのトラヒックが大規模であるだけでなく、広域で常時発生する、局所的に予測困難な変動が発生するなどの、従来想定していなかった特徴を有している。このため、ネットワークがこれらの特徴に柔軟に対応しながらビッグデータの流通を支えることを可能とするための研究開発が求められている。

本研究開発では、スマートフォンで動作する様々なアプリケーションの通信やセンサデータ（スマートメータ、医療向けバイタルデータ等）を対象に、1デバイスあたり毎秒数ビット～数十ビット程度のレートで発生するデータが10Gbps以上のネットワークを経由してクラウド等へ配送される通信環境を想定し、サービス毎の要求品質を考慮しながら高い転送効率を実現可能とするビッグデータ配送基盤技術の確立を目指す。

3 研究開発成果（アウトプット）

2章のサービス毎の要求品質を考慮しながら高い転送効率を実現可能とするビッグデータ配送基盤技術を確立するため、以下の前提条件を基に2つの研究開発目標を設定し、それぞれを達成したことを確認した。

【前提条件】

- 3000万デバイスを収容する10拠点（1拠点あたりエッジ装置を3台配備）で構成される基幹ネットワーク
- 100万デバイスを収容する1台のエッジ装置につき、基幹網へ10Gbpsの回線で接続されるネットワーク

【研究開発目標とその成果】

- (1) エッジ装置で、3万種類の異なる通信品質の要求を維持するパケット集約処理を行って基幹ネットワーク（中継伝送装置）へ効率よくパケットを送出することにより、中継伝送装置のパケット処理能力が現状のままであっても転送可能なデータ量を5倍に向上（1/5に効率化）する目標に対して10～70倍の向上を実現
- (2) 定常モデル作成&データ蓄積を行って10分以内にデバイスの異常挙動を検出する目標に対して、これを6分程度で達成

本研究開発は4つの共同研究機関によって並行して実施することにより、平成25年度の単年度で目標を達成した。このような短期間の研究開発は、5章に示すアウトカム達成に向けた計画で述べるように、ビッグデータが一般的かつ効果的に活用される2017年頃に研究開発成果を確実に実用化するために不可欠な期間である。KDDI研究所は、ビッグデータ集約時のパケット識別方式と課題(1)および(2)の成果を実装するエッジルータのプロトタイプ実装（課題(1)-ア）を、九州工業大学はパケット集約効率の最適化方式（課題(1)-イ）を、佐賀大学はビッグデータの異常挙動検出に用いるトラヒックモデルの生成方式（課題(2)-ア）を、ネットワーク応用技術研究所はトラヒックモデル生成に用いるデータ収集と異常挙動監視方式をそれぞれ担当した。

3.1 ビッグデータ配送効率化技術

課題(1)

センサやスマートフォン等の多様で膨大な数の無線通信デバイス上により構成されるネットワークにおいて、これらの無線通信デバイス上で動作するアプリケーションの要求通信品質を満足しつつ、基幹ネットワークで用いられる既存の中継伝送装置当りのフロー（数bps～数十bpsのデータを送信するデバイスの通信）収容能力を5倍以上に向上することを、実証実験を通じて明らかにすることを目標とする。

課題(1)-ア 極小データの特徴を考慮したトラヒック配送効率化技術

既存の基幹ネットワークの構成を基本として、基幹ネットワークの入り口・出口にエッジ装置を配置し、基幹ネットワークの中継伝送装置による高速なパケット転送処理に必要な前処理を入り口のエッジ装置（Ingress エッジ装置）で行って処理済みパケットをコア装置へ入力し、出口のエッジ装置（Egress エッジ装置）で後処理を行って基幹ネットワークからパケットを送り構成において、Ingress・Egress エッジ装置にてパケット収容を5倍に向上する方式を開発した。

本方式は、今後普及が拡大する WebSocket や P2P 型のパケットヘッダではアプリケーションの特定が不可能な通信に対して、アプリケーション固有のパケット配送遅延要求を満たすために、アプリケーションデータ精査（DPI: Deep Packet Inspection）による高速パケット検査技術によってアプリケーションの特徴を示すキーワード（テキストシグネチャ）をキーとするパターンマッチ（以下、「シグネチャマッチ」と呼ぶ）を可能とし、サブ課題(1)-イによる通信品質を考慮したパケット集約を高速（10Mpps）を可能にする。

方式の基本的な仕様は、デバイス上の一アプリケーションから発生するパケット列（フロー）に求められるパケット配送遅延要求が同一になることを前提に、フローの最初のパケットを DPI により識別した際に、そのフローID（アプリケーションごとの通信を識別する IP アドレスおよびポート番号の組）を登録することで、後続のパケットをフローマッチングにより固定長・固定位置の高速処理によりパケットを識別する。

この方式をサブ課題(1)-イのパケット集約方式と組み合わせてマルチコアサーバ（72 コア）にプロトタイプ実装し、9.8Mpps（128 バイトパケットによる 10Gbps の速度）の極小パケットをロスすることなく 9000 バイトに集約してパケットレートを 140Kpps（1/70）に集約して配送できることを確認した。集約効果は基幹網の最大サイズに依存し、イーサネットの標準的なパケットサイズ（1500 バイト）の場合には 1/11 倍にパケットレートを削減可能である。

課題(1)-イ 通信品質を考慮したパケット集約技術

サブテーマ(1) 集約パケット構成方式に関する研究開発

Ingress エッジ装置において一定数のパケットを蓄積してパケットを集約し、Egress エッジ装置へ転送する方式に着目し、アプリケーションが要求する遅延制約を基に Ingress エッジ装置での集約待機時間を算出し、その時間を用いて集約パケットを適切に構成する方式を開発した。

提案手法によって、要求品質が異なる複数のアプリケーションの合計トラヒック量の時間変動、および各アプリケーションのトラヒック量の偏りが異なる場合においても、アプリケーションの要求品質を 100% 満足しつつ、適切に集約パケットを構成できていることを確認した。つまり、遅延制約のある通信の品質を確保しながら、コア装置の処理負荷を低減し、ネットワーク帯域の有効利用が可能であることを確認した。

これらの成果を国内研究会、および国際会議において対外発表しており、今後は論文誌への投稿を計画している。また、提案手法については「極小データの特徴を考慮したトラヒック配送効率化技術」、及びサブテーマ(2)「集約待機時間調整手法」と連携して動作するため、これらの手法をソフトウェアにより実装し、動作を検証した。

サブテーマ(2) 集約待機時間調整手法に関する研究

コア網内の中継装置には通信品質要求の異なるアプリケーションのパケットが混在しているため、帯

域集約効率のみを求めると、通信要求を満たせない場合が生じる。また、ネットワーク内部の状態の変化から Ingress-Egress エッジ装置間の遅延時間が急激に変化することで遅延制約を満たせない可能性がある。そこで、これらの課題を解決する手法として、アプリケーションが要求する遅延制約を考慮するとともに、ネットワーク内部の状態を把握し、Ingress エッジ装置での集約待機時間を適切に調整する方式を開発した。

この方式によって、コア網内の遅延時間が変化する場合においても、アプリケーションの許容待機時間を 100 % 満足できることを確認した。さらに、コア網に流入するパケット数が動的に変化する環境において、提案手法がネットワーク内のパケットロス率を大幅に抑制可能であることを示した。つまり、ネットワーク内の状況が著しく変化する環境においても、提案手法を用いてパケットの集約待機時間を調整することで、遅延制約のある通信の品質を確保しつつ、ネットワーク帯域の有効利用が可能であることを確認した。

これらの成果は国内研究会において報告し、今年度開催される国際会議に採録され、発表を予定している。また、提案手法については課題「(2)-イ 極小データの配送品質検証及び異常検出のための監視技術」及びサブテーマ(1)「集約パケット構成方式」と連動して動作するものであり、これらの手法についてソフトウェアにより実装し、動作を検証した。

3. 2 ビッグデータ配送異常検出技術

課題(2)

無線ネットワークに接続される多様かつ膨大な数の無線通信デバイス送られる極小データを配送するビッグデータ用ネットワーク配送基盤における、配送トラヒックの効率的な異常挙動検知技術を確認することを目標とする。その際、3000万台のデバイスが15分に1回程度のデータ送信を行う状況を想定し、トラヒック異常挙動検知に必要なデータの蓄積を10分以内に完了することを目標とする。

課題(2)-ア 極小データパケット集約トラヒックの異常検知技術

サブテーマ(1) 異常検知のための定常トラヒックモデルの生成手法

ビッグデータ用ネットワーク配送基盤に接続されたデバイスが送出するデータに対して、デバイスの異常挙動検出を念頭に、定常トラヒックのパターン抽出手法を提案した。非負値行列因子分解(NMF: Non-negative Matrix Factorization)を応用した集約トラヒックの異常検知のための定常モデルの生成手法を考案した。本手法は、観測したトラヒック情報から得られる属性が出現する度数に基づき、集約トラヒックの分類による定常モデル作成を実現する手法である。

これにより、同一のアプリケーショントラヒックのグルーピングと、その定常トラヒックパターンの生成を同時に実現することができる。

サブテーマ(2) 定常トラヒックモデルに基づく異常検知システム

サブテーマ(1)で提案する異常検知のためのトラヒックモデルの生成手法を異常検知システムにおける定常パターン導出として用い異常検知システムを実現した。行列計算に基づく NMF の処理速度の高速化は課題であったため、GPU を用いた実装により処理速度の短縮を実現した。GPU の利用により、それを用いない場合の実装と比較し、2桁程度の速度向上が得られた。これにより、15分毎にトラヒックを送

出する 3000 万デバイスのトラフィックを 3 万グループに集約し、5 分間で観測したデータから 5 分以内でモデル作成を行うことができるため、本研究開発で目標とする 10 分以内での定常モデル作成と蓄積を行う異常検知システムを実現した。

課題(2)-イ 極小データの配送品質検証および異常検出のための監視技術

サブテーマ (1) デバイスの異常検出のための適応的なトラフィック監視技術

異常検出のためのトラフィック監視技術として、監視対象ネットワークを流れるトラフィック情報を収集するトラフィック収集機能と、トラフィック解析の効率化のために収集したトラフィック情報を集約するトラフィック集約機能、「課題(2)-ア」と連携して得る定常モデルを用いてデバイスの異常挙動を検知する異常検知機能を有する配送管理サーバの方式検討、設計、検証用プロトタイプシステムとしての実装を行った。

トラフィック収集機能として、課題(1)で開発するエッジ装置と連携して収集する手法を検討し、エッジ装置を通過して監視対象ネットワークへ流入する全パケットに関する情報を周期的にエッジ装置より取得する方式を得た。これにより、パケット個々のパケットサイズ情報など一般的なルータ等のネットワーク中継装置が有するカウンタ機能では把握できない情報について、サンプリングすることなく全ての通過パケットを対象に統計の収集・蓄積が可能となった。特に、エッジ装置からのフロー解析情報の収集について、エッジ装置～サーバ間の通信仕様として SDN 技術として広く用いられている OpenFlow 仕様を拡張して実現する手法を得た。

また、非常に低い通信レートのトラフィックを送出するセンサデバイスを収容するネットワーク基盤においては、デバイス個々のトラフィックがもつ特性(トラフィックパターン)を十分に観測するためには長時間のトラフィックデータ収集が必要となり短時間での定常モデル作成が難しいため、収集したトラフィック統計情報から同質な挙動(アプリケーション)のトラフィックを送出していると見なせるフロー群を抽出し、これらフロー群についてトラフィック統計情報の多重化を行う方式を得た。これにより、比較的短時間のトラフィック観測でデバイスの生成トラフィックパターンの学習が可能となった。

統計情報多重化完了後、多重化した統計情報について課題(2)-ア」のトラフィック解析機能と連携し、定常モデルとしてパケット長分布等の統計表現によるトラフィックパターン成分および各グループを構成するトラフィックパターン成分の対応表を把握する手法を得た。定常モデル生成後、迅速にセンサデバイス個々の生成するトラフィックの異常挙動を検知する手法を検討し、収集するトラフィック観測情報を常時監視し、フロー毎のトラフィック観測情報と定常モデルを比較し、該当フローの生成元センサデバイスが属するデバイス群に対応するトラフィックパターン成分に存在しない挙動を検知することで、異常挙動を起こしているセンサデバイスとして検知する手法を得た。

異常検出のためのトラフィック監視を目的としたモニタリング GUI を開発し、定常モデルや各デバイスに付与されるペナルティスコアの状況表示が可能となった。

本研究開発で得られた方式およびそのシステム設計について、成果を広く周知するため、国内研究発表 2 件を行った。また、得られた手法について特許出願手続き中である。さらに、国際会議 1 件を発表予定(採択済み)である。

エッジ装置と組み合わせた連携実験により、1 台のエッジ装置あたり約 5600 フロー/5 秒、約 100 万フロー/15 分間のトラフィック入力に対してトラフィック収集・集約が可能であることを実証し、3000 万フロー規模のネットワーク配送基盤におけるトラフィック監視にも耐えうることを確認した。また、5 分間のトラフィック収

集毎に課題(2)-アの定常モデル解析を行い、1分程度のオーダーで解析完了し定常モデルが得られることを実証し、トラフィック収集、集約、解析をあわせても10分以内に異常検知の基となる定常モデル作成を完了し、異常検知動作の実施が可能であることを実証した。

サブテーマ(2) 集約効率と通信品質を考慮したトラフィック監視技術

通信品質管理のためのトラフィック監視技術として、基幹ネットワーク全体におけるパケット集約品質の監視に必要な情報を検討し、これら統計情報についてエッジ装置と連携して定期的に収集し、蓄積する手法を得た。さらに、Ingress エッジ装置におけるパケット集約処理の効果を向上させるために、配送管理サーバが egress エッジ装置から収集した統計情報を定期的に ingress エッジ装置にフィードバックする手法を得た。これにより、ingress エッジ装置単体では把握し得ないネットワーク状態（他のエッジペア間の配送状況など）を考慮して現状に即した効果的な集約処理の実施を支援することが可能となった。これら機能を前述サブテーマ1と共に配送管理サーバにて設計・実装した。

エッジ装置からの統計情報収集および配送品質フィードバックについて、サブテーマ1と同様に、エッジ装置～サーバ間の通信仕様としてSDN技術として広く用いられているOpenFlow仕様を拡張して実現する手法を得た。

配送管理サーバにおける通信品質管理を目的としたモニタリング GUI を開発し、配送論理回線毎の収集トラフィック統計情報、および、これをエッジ装置ペア毎に集約したトラフィック統計情報の時間遷移をグラフィカル表示可能な可視化が可能となった。

課題(1)と連携した実験により、egress エッジ装置から配送品質に関する統計情報を常時収集し、長期間傾向を分析してモニタリング GUI 上に描画し、さらに、蓄積保持する基幹ネットワークの通信品質をエッジ装置のパケット集約機能に対して通知可能であることを実証した。

4 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた取組みの実施状況

研究開発成果を活用する政策目標（アウトカム）を達成するため、総合ビジネスプロデューサーならびに4機関のビジネスプロデューサーと共に実用化戦略を策定した。具体的な戦略としては、「課題(1) 極小データのネットワーク配送基盤技術」および「課題(2) ビッグデータ用ネットワーク配送基盤の異常検出技術」を分けて、サービス案の創出、標準化活動、サービスネットワーク・デバイスの設計・実装・運用に関する戦略・計画等の企画を行った。

具体的な戦略立案の取組みを図1に示す。

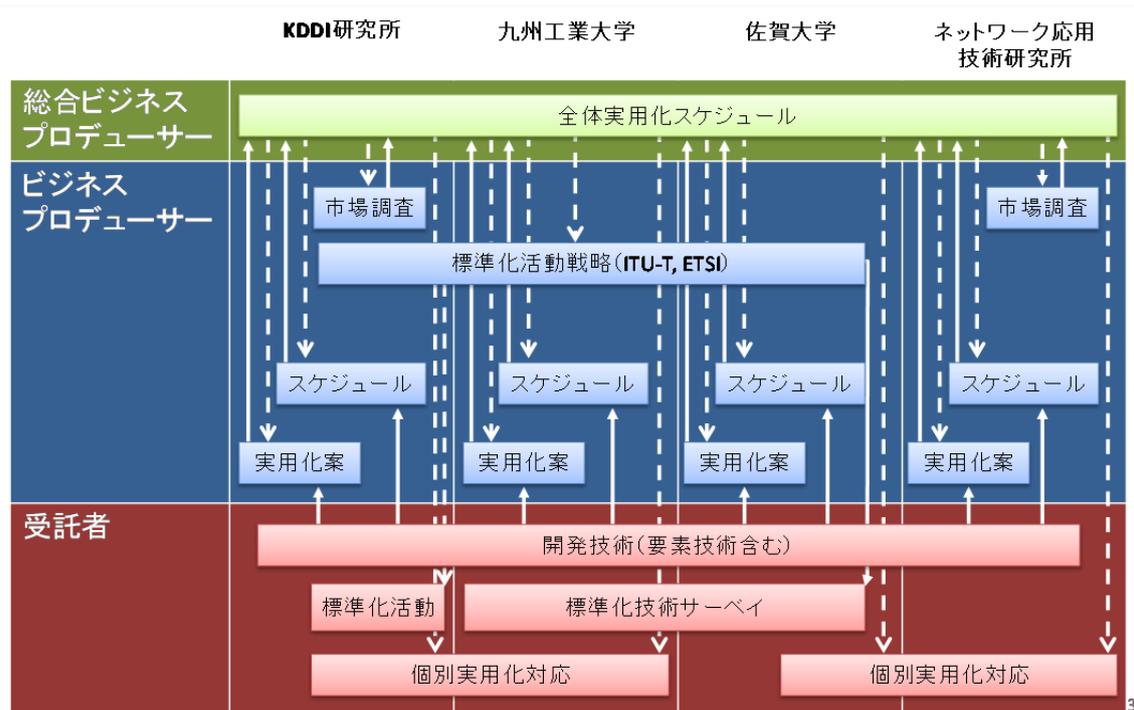


図 1 実用化戦略立案の工程

4 研究機関が研究開発を推進し、各機関のビジネスプロデューサーが研究開発技術を基に実用化案を作成し、総合ビジネスプロデューサーは各機関のビジネスプロデューサーと協議して、サービスシナリオ、標準化活動、適用分野に関して立案した。

研究開発費に関する投資効果分析では、以下に示すように将来の基幹ネットワークへの大幅な投資削減が見込め、研究開発成果の積極的な活用が期待される。

- 課題(1)「ビッグデータ配送効率化技術」に関しては、研究開発費 60 百万円の投資によって、本研究開発成果が不在の場合に数十億円程度に達すると予想される追加の基幹中継伝送装置への投資(例えば、上記前提条件の場合には 40 億円【不足する基幹中継伝送装置 1 億円の追加 40 台])に対して、基幹ネットワークへのエッジ装置の投資を数億円(例えば、上記前提条件の場合には 3 億円【10 百万円×30 エッジ])程度に留められて大幅な投資削減が可能になる。
- 課題(2)「ビッグデータ配送異常検出技術」に関しては、研究開発費 40 百万円の投資によって、本研究開発成果が不在の場合に数十億円程度に達すると予想されるデバイスマルウェア検出コスト(例えば、上記前提条件の場合には 30 億円【既存アプライアンス製品のデバイス当たりライセンス費 1 千円×3000 万デバイス])に対して、基幹ネットワークへの追加設備投資を数億円(例えば、上記前提条件の場合には 4.5 億円【エッジ装置とサーバの合計 15 百万円×30 エッジ])程度に留められて大幅な投資削減が可能になる。

更に、実用化を確実にするため、KDDI 研究所ならびにネットワーク応用技術研究所は研究開発成果を活用するサービスイメージを作成して実用化戦略を立案した。

KDDI 研究所のビジネスプロデューサーは、KDDI グループによる通信サービスネットワークを一つのモデルとして、研究成果の実用化(商用サービス化)と標準化活動の戦略を立案し、事業化ビジョンの検討、SDN 検証ネットワークへの導入調査を並行して進めた。九州工業大学と佐賀大学のビジネスプロデューサーは、KDDI 研究所が推進する標準化活動をバックオフィスとして、技術動向の調査・標準化における各社代表者との対立案に対する妥協案策定の戦略を立案した。ネットワーク応用技術研究所

のビジネスプロデューサーは、野村総合研究所セキュアテクノロジーズ及び、スマートエナジー研究所等と協議し、M2M・センサデバイスを活用する分野の検討および、異常挙動検出に関する研究成果をスマートコミュニティ分野で適用するための実用化の戦略を立案した。

「課題(1) 極小データのネットワーク配送基盤技術」に関して、本委託研究で開発したエッジルータの機能をオンデマンドに活用する仮想ネットワークサービスに関する実用化シナリオと策定した。

今後、センサの普及、スマートフォンアプリケーションの更なる多様化が予想されることから、これらデバイスの利用者が意識しない非同期の通信（以下、単に「自動通信」と呼ぶ）が拡大すると考えられる。また、スマートフォンの高機能化と無線アクセス網の高速化により、携帯電話利用者のビデオ視聴が一般化することも予想され、モバイル・M2M通信は今後3年で20倍の増加が試算されている。このような展開の中、モバイル通信サービスは、第一種通信事業者に留まることなく、多数の Mobile Virtual Network Operator (MVNO) によって提供されると考えられる。

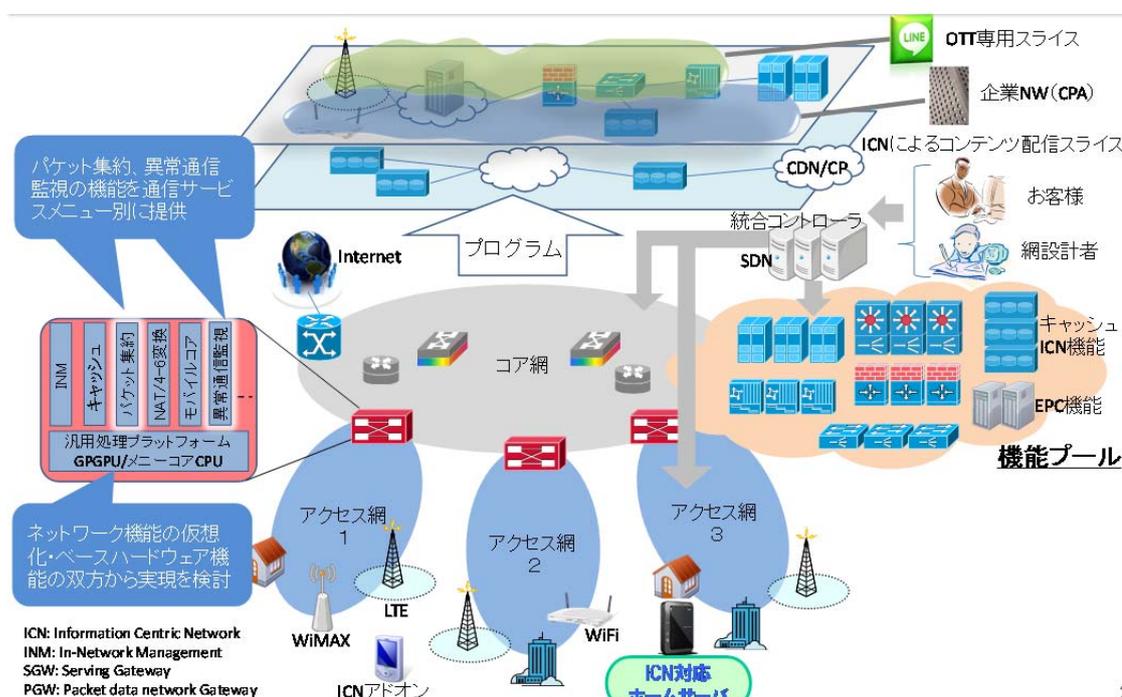


図 2 仮想ネットワーク基盤の概要

MVNO の増加は、モバイル通信インフラを持つ第一種通信事業者が基盤となるネットワークを提供する構図となるが、MVNO 向けの多様な通信品質を提供できることが不可欠になる。その一つの提供手段としては、第一種通信事業者が仮想ネットワークを構築し、MVNO の要望に応じてネットワークリソースならびにネットワーク機能を提供する形態がとられると考えられる。

仮想ネットワークを構成可能なネットワークインフラの概要を図 2 に示す。このネットワークインフラは、ハードウェアとソフトウェアによって構成され、ハードウェアはアクセス網とコア網（基幹ネットワーク）で、ソフトウェアは機能プールと統合コントローラで構成される。ハードウェアのコア網は、多様な機能を導入できる汎用プラットフォーム（汎用エッジルータ）がそのエッジ部分に配備され、複数のアクセス網との間の通信への処理をこの機能によって自由に処理する。このようなインフラによって構成される仮想ネットワークを、上記の通信の品質要求が異なる MVNO へ提供する場合に、その要求品質を実現する機能を汎用エッジルータ上で動作させる。

標準化活動に関して、KDDI 研究所はこれまで ITU-T, 3GPP, IETF, IEEE NGSON (Next Generation

Service Overlay Networking)等、通信事業と密接に関係する標準化団体へ技術要件を入力する標準化活動を行ってきた。近年では、通信事業者の新しいネットワークを提供するために必要不可欠な要件に関する標準化が新世代ネットワークの位置づけで ITU-T を中心に活発に行われている。一方 KDDI は、膨大な極小データの送受が想定される M2M 通信のグローバルな標準化組織である one M2M に参加し、M2M ビジネスの市場拡大に向けた積極的な活動を行っている。また、ITU-T SG-13 Q.14 (Future Networks) において、Requirements of the Virtualized Networks 文書 (Y.FNvirtreq) の編集者を務めてきた。本文書は複数のネットワークサービスにネットワーク資源を割り当てる仮想ネットワークのサービス要件を規定するものである。編集者として参画することで、迅速に標準化を推進した。

KDDI 研究所は KDDI と協力し、ITU-T SG13 Q.14 において、Future Networks におけるモビリティ要件の標準化を積極的に推進する。同スタディグループでは、将来のネットワークが多様なネットワーク系サービス（高度なモバイルデータ通信の配送、センサデータの配送、Over-The-Top 事業者向け仮想ネットワーク等）を収容可能なネットワークの基本要件の標準化を進めており、本研究開発の高効率な配送機構ならびにデバイスの異常挙動を検出する機構を盛り込むための素地が確立してきている。さらに平成 25 年度中にこのような仮想ネットワークの要件の標準化から、アーキテクチャの標準化へ移行する見通しとなっており、SDN 技術の採用が有力となっている。

そこで、本研究開発では、実施期間中に Future Networks の要件として上述の要件を盛り込む活動を推進する。また研究開発終了後は、本研究開発の成果となるトラフィック配送効率化方式とデバイス異常挙動検出を成果的に普及させることを目的に、Future Networks のアーキテクチャの標準化にも参画する。

「課題(2) 極小データのネットワーク配送基盤の異常検出技術」に関して、本委託研究で開発した異常検出技術を M2M・センサデバイス、さらにはにスマートコミュニティ分野に活用するサービスに関する実用化シナリオと策定した。

スマートデバイスやセンサなどから収集される多種多量データ(ビッグデータ)を利活用する技術の進化はめざましく、既存の市場の更なる活性、新市場の創出が期待される。ビッグデータビジネスの発展に伴い、ネットワークトラフィックは、従来想定していなかったような状態(高負荷な状態が継続する、大きく変動するなど)が予見される。ネットワークトラフィックの主流はモバイルトラフィックとなり、中でもスマートデバイスの通信量が増大すると考えられる。そのようなネットワークトラフィック状況下でも安定したネットワーク配送基盤の信頼性を維持するために異常検出技術が必要と考えられる。

ビッグデータが社会に利益をもたらすという期待は世界中に広まっており、現在、もっとも戦略的かつ活発なプロジェクトのひとつとして、EC(欧州委員会)がビッグデータ関連事業を推進する BIG(Big Data Public Private Forum)が挙げられる。BIG は 2012 年 9 月に発足し、ビッグデータ活用セクターとして「医療」「公共」「金融・保険」「通信・メディア・エンターテインメント」「製造・小売・エネルギー・運輸」という 5 つに分割し、「データ取得」「データ分析」「データキュレーション」「データ保存」「データ利用」という 5 つの技術的ワーキンググループを構成している。

一方、米国では 2012 年 3 月に政府機関のビッグデータの活用を推進するため「ビッグデータ研究開発イニシアチブ (Big Data Across the Federal Government)」が発足しており、本イニシアチブは、2 億ドル以上の資金を投じて、米国科学技術政策局 (OSTP)、米国国防総省 (DoD)・米国国立衛生研究所 (NIH)・米国国立科学財団 (NSF)・米国エネルギー省 (DoE)、米国地質調査所 (USGS) などの政府機関が連携し、

- 膨大な量の収集、保存、管理、分析、共有を必要とする最先端中核技術の推進

- 当該技術の科学や工学分野の発展への活用、国家安全保障の強化、教育・学習の進化
 - ビッグデータ技術を活用したり、進化させたりするための人材の育成
- を目的として活動すると宣言されている。

日本政府においても、2013年5月の高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部(IT戦略本部)において、「世界最先端IT国家創造宣言(案)」が発表され、その中で公共分野におけるビッグデータ活用の推進が挙げられた。また、総務省が発表している平成25年版情報通信白書において、「ビッグデータの発言効果」として、小売、製造、農業、インフラ(道路・交通)分野でのビッグデータ活用状況に言及している。よって、これらのプロジェクトを参考にして、ビッグデータの利活用が特に期待できる5つのカテゴリを中心に具体的な活用事例について検討を実施した。

事業化に関しては、M2M・センサデバイスを利活用する際の基幹ネットワークにおける配送効率化ならびに異常挙動検出を対象とすることが最適であると考えた。また、その具体的な活用例としては、高齢化の急速な進展に伴い予防医療の重要性がますます高まる医療分野、各種エネルギーの効率活用を図るスマートコミュニティ分野、また、今後、更なる生産性向上が求められていく第一次産業分野等が挙げられ、それらの分野におけるM2M・センサデバイス通信を支える新たなネットワークサービスを創出していくことを事業化戦略の大きな方向性として位置付けた。

5 政策目標(アウトカム目標)の達成に向けた計画

本計画は、スマートメータ(2020年度に5000万世帯への普及)やスマートカー(2018年度に1000万台の普及)を中心としたM2Mデバイスの急速な増加に対して、通信事業者の設備更改時期の(2017年頃)をターゲットとしている(図3)。

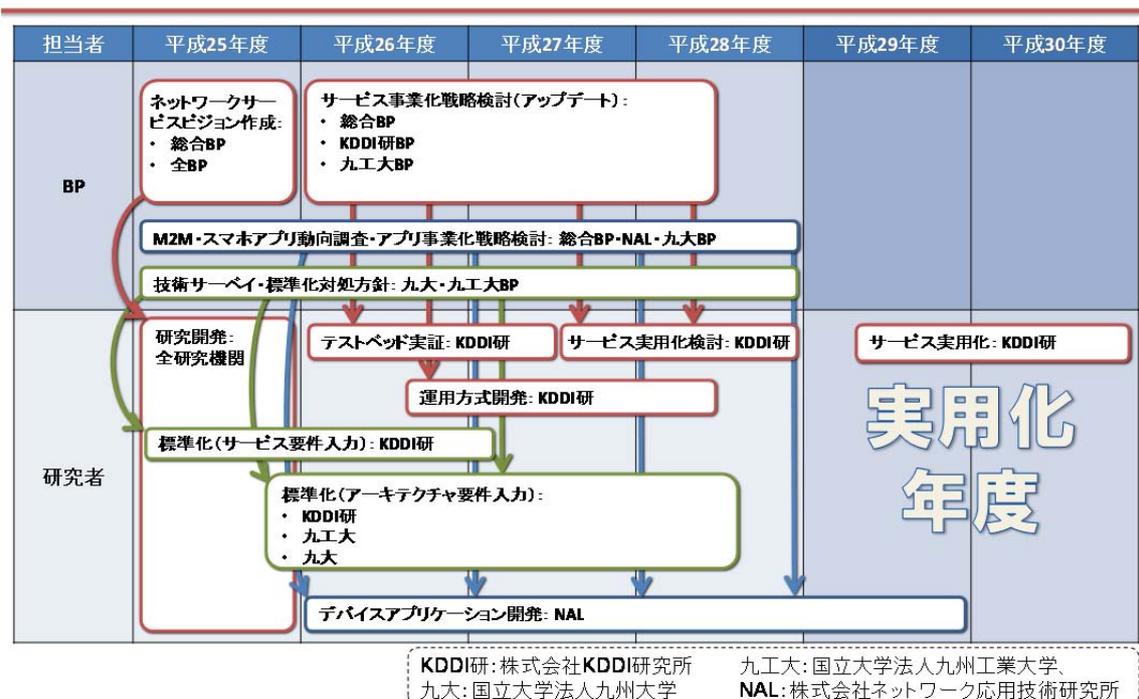


図3 事業化計画

立案計画では、KDDI 研究所による仮想ネットワーク基盤の構築、ネットワーク応用技術研究所によるデバイスアプリケーションの開発を行う。

仮想ネットワーク基盤の構築では、今後2年を目途に将来ネットワークの要件・アーキテクチャの検

討を行うため、ITU-T SG13, ETSI NFV ISG への標準化活動を強力に推進する。そのために、九州工業大学・佐賀大学に要素技術・ネットワークアーキテクチャの将来性について評価を行い、日本として推進すべき技術の標準化活動を行う。また並行して、研究開発成果の実現性を確実にするため、テストベッドを活用した実証実験に取り組み、実用化に求められるエッジ装置構成方式の開発、エッジ装置運用情報洗い出し、運用情報の抽出方式の検討、エッジ装置安定稼働動作要件策定、運用形態・マニュアル等を検証する。

デバイスアプリケーション開発では、M2M・センサデバイスを利活用する際の基幹ネットワークにおける配送効率化ならびに異常挙動検出を事業化するため、医療分野におけるデバイスおよび、それらを活用するサービスに対し異常挙動検出サービスの付加価値の創出、スマートコミュニティ分野におけるデバイスおよび、それらを活用するサービスに対し異常挙動を防止する機構の実用化を今後 3 年かけて開発し、事業化に向けた検討を野村総合研究所ネットワークセキュアテクノロジーズやスマートエナジー研究所と取り組む。

本研究対象であるビッグデータのネットワーク配送基盤技術は、極小データ高速パケット検査 (DPI) 技術、ならびに通信品質を考慮したパケット配送効率化技術の統合技術であり、キャリア事業の研究開発を担う KDDI 研究所と先駆的なネットワーキング技術の研究を進める九州工業大学の共同連携により実現可能となる取り組みである。

課題(1)の研究開発技術は、多数のデバイス・スマートフォンアプリケーションから生成される一つ一つが極めて小さい大規模なトラフィックデータを、本研究開発で手がけるチャンキング手法によって、基幹ネットワークのトラフィック配送を効率化する。本研究開発の成果は、近年の基幹ネットワークの構成を考慮し、エッジ装置へ適用ができる上、今後多くの通信事業者へ展開が期待される SDN (Software Defined Networking) のアーキテクチャに準じたデータ・制御プレーンを分離したアーキテクチャへ活用ができる。また、トラフィックの配送効率化と通信品質維持の両立するため、近年多様化するアプリケーションの送出データの安全性を検証するパケット検査 (DPI) 技術をその要素技術として用いている。本要素技術を近年大容量化しつつある IDS への適用することで、その性能を飛躍的に向上することが可能である。さらに、本研究開発の成果は基幹ネットワークの通信収容量の向上に留まらず、新世代ネットワーク技術で比較的多く取り入れられる通信の分散制御手法の要素技術として位置付けることができる。

課題(2)の研究開発技術は、定常モデル生成後、異常検知機能が動作し、迅速にデバイス個々の生成するトラフィックの異常挙動を検知するために、トラフィック収集機能により常時 DB に保存されるトラフィック観測情報を常時監視し、フロー毎のトラフィック観測情報と定常モデルを比較し、該当フローの生成元デバイスが属するデバイス群に対応するトラフィックパターン成分に存在しない挙動 (外れ値) を検知することで、異常挙動を起こしているデバイスの検知を可能とする。本研究開発の成果は、ネットワークトラフィックの主流はモバイルトラフィックとなり、中でもスマートデバイスの通信量が増大すると考えられるので、そのようなネットワークトラフィック状況下でも安定したネットワーク配送基盤の信頼性を維持するために異常検出技術として幅広く活用できる。

6 査読付き誌上発表論文リスト

無し

7 査読付き口頭発表論文（印刷物を含む）リスト

[1] K. Ohnishi, H. Yamamoto, M. Koeppen, "Search in a Hybrid P2P System Using Visualized Network Information", The 14th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS2013) (November 13-16, 2013) :

[2] A. Sawabe, K. Tsukamoto, Y. Oie, "QoS-aware Packet Chunking Schemes for M2M Cloud Services," The First International Workshop on Device Centric Cloud (DC2-2014) (May, 2014) :

[3] T. Umeki, Y. Kitatsuji, "On Architecture for QoS-Aware Packet Aggregation", *The 38th Annual International Computers, Software & Applications Conference (COMPSAC2014)*, (July, 2014) (accepted) :

[4] H. Yanaga, D. Nobayashi, T. Ikenaga, "Expiration Timer Control Method for QoS-aware Packet Chunking", *The 38th Annual International Computers, Software & Applications Conference (COMPSAC2014)*, (July, 2014) (accepted) :

[5] A. Nagata, K. Kotera, K. Nakamura, Y. Hori, "Behavioral Anomaly Detection System on Network Application Traffic from Many Sensors", *The 38th Annual International Computers, Software & Applications Conference (COMPSAC2014)*, (July, 2014) (accepted) :

8 その他の誌上発表リスト

無し

9 口頭発表リスト

[1] 梅木 智光、北辻佳憲、“エッジ装置における選択的アプリケーション識別手法の一提案”、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-16-2、2013年9月

[2] 堀 良彰、フォン ヤオカイ、永田 晃、小寺 康平、中村 勝一、“多数のセンサが送出するトラヒックに対するアプリケーション分析手法”、電子情報通信学会 IA 研究会、vol. 113、no. 256、IA2013-49、pp. 37-49. (東京都) (2013年10月)

[3] 永田 晃、小寺 康平、中村 勝一、堀 良彰、“多数のセンサが送出するトラヒックに対する異常検知システムの提案”、電子情報通信学会 IA 研究会、vol. 113、no. 256、IA2013-50、pp. 41-44. (東京都) (2013年10月)

[4] 堀 良彰、フォン ヤオカイ、永田 晃、小寺 康平、中村 勝一、“ビッグデータ時代を支える多数のセンサトラヒックに対する異常検知”、九州インターネットプロジェクト 平成 25 年度 QBP ワークショップ(福岡県福津市) (2013年11月)

[5] 沢辺 亜南、塚本 和也、尾家 祐二、“多様なアプリケーションの通信品質要求を考慮した集約パケット構成手法”、電子情報通信学会 NS 研究会、NS2013-124、pp. 49-54. (長崎県五島市) (2013年11月)

[6] 堀 良彰、フォン ヤオカイ、永田 晃、小寺 康平、中村 勝一、“Design of Anomaly Detection for Sensors Supporting BigData Network”、The Seventh Workshop among Asian Information Security Research Labs (WAIS2014) (中国上海市) (2014年1月)

[7] 沢辺 亜南、塚本 和也、尾家 祐二、“通信品質を考慮した集約パケット構成手法の詳細評価”、電子情報通信学会 総合大会、B-6-115、(新潟県新潟市) (2014 年 3 月)

[8] 小寺 康平、永田 晃、中村 勝一、堀 良彰、“多数のセンサが送出するトラヒックに対する異常検知システム的设计”、電子情報通信学会 NS 研究会、vol. 113、no. 472、NS2013-187、pp. 61-66. (宮崎県宮崎市) (2014 年 3 月)

[9] 弥永 浩輝、野林 大起、池永 全志、“極小パケット集約機能のための集約待機時間調整手法の検討”、電子情報通信学会 NS 研究会、vol. 113、no. 472、NS2013-195、pp. 109-114 (宮崎県宮崎市) (2014 年 3 月)

[10] “膨大な数の極小データの効率的な配送基盤技術 - 総務省受託研究 (2013 年 6 月～2014 年 3 月) ”, 3 省合同「ビッグデータに関する研究開発シンポジウム」、2014 年 3 月

[11] *Yoshiaki Hori, Yaokai Feng, Akira Nagata, Kohei Kotera, and Katsuichi Nakamura, “Traffic Anomaly Detection supporting M2M devices” , The 9th ACM Symposium on Information, Computer and Communications Security (ACM AsiaCCS 2014)(ポスター)(京都府京都市)(2014 年 6 月発表予定)*

10 出願特許リスト

[1] 梅木智光、特願 2013-170875「許容待機時間を考慮して集約パケットの収容効率を高める通信装置、プログラム及び方法」、日本、2013 年 8 月

[2] 北辻佳憲、特願 2013-169942「通信遅延とパケット集約効率を考慮したマルチパスパケット収容方式」、日本、2013 年 8 月

[3] 中村勝一、小寺康平、永田晃、堀良彰、「異常検出システム、異常検出方法及びプログラム」、日本、2014 年 5 月 (手続き中)

11 取得特許リスト

無し

12 国際標準提案・獲得リスト

[1] ITU-T・SG13 Q14、”Proposed modification of Y.FNvirtreq on requirements” , 2013 年 6 月、2013 年 6 月、2013 年 6 月

[2] ETSI・NFV ISG、”Enhancement of NFV Architecture for Supporting Service Continuity””, 2013 年 10 月、2013 年 10 月、2013 年 10 月

[3] ETSI・NFV ISG、” NFV RELA Architecture and Procedures for Supporting Resiliency”, 2013 年 10 月、2013 年 10 月、2013 年 10 月

[4] ETSI・NFV ISG、” NFV RELA Architecture and VNF Resiliency Procedures”, 2013 年 10 月、2013 年 10 月、2013 年 10 月

[5] ETSI・NFV ISG、” NFV RELA Architecture Model and VNF Resiliency Procedures”, 2013 年 10 月、2013 年 10 月、2013 年 10 月

[6] ITU-T・SG13 Q14、” Proposal for modification regarding ‘Y.FNvirtreq: Requirement of network virtualization for Future Networks (Y.FNvirtreq)’”, 2013 年 11 月、2013 年 11 月、2013 年 11 月

- [7] ETSI・NFV ISG、、”Requirements for Service Availability”, 2014年2月、2014年2月、2014年2月
- [8] ETSI・NFV ISG、、”Proposal of Resiliency Flows”, 2014年2月、2014年2月、2014年2月
- [9] ITU-T・SG13 Q14、、”Proposed updates on network virtualization for future networks (Draft Y.FNvirtreq)”、2014年2月、2014年2月、2014年3月

1 3 参加国際標準会議リスト

- [1] ITU-T・SG13 Q14、ジュネーブ、2013年6月
- [2] ETSI・NFV ISG、ボン、2013年10月
- [3] ITU-T・SG13 Q14、カンパラ、2013年11月
- [4] ETSI・NFV ISG、サニーベール、2014年2月

1 4 受賞リスト

無し

1 5 報道発表リスト

(1) 報道発表実績

- [1] ” 極小データ配送基盤技術を確立”、2014年3月24日

(2) 報道掲載実績

- [1] ” 極小データ配送基盤技術を確立”、電波新聞、2014年3月24日

研究開発による成果数

\	平成 25 年度
査読付き誌上発表論文数	0 件 (0 件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	2 件 (2 件)
その他の誌上発表数	0 件 (0 件)
口 頭 発 表 数	10 件 (0 件)
特 許 出 願 数	3 件 (0 件)
特 許 取 得 数	0 件 (0 件)
国 際 標 準 提 案 数	9 件 (9 件)
国 際 標 準 獲 得 数	1 件 (1 件)
受 賞 数	0 件 (0 件)
報 道 発 表 数	1 件 (0 件)
報 道 掲 載 数	1 件 (0 件)