

4 ネットワーク運用の高度化

APN上でのサービス提供に向けネットワークの品質管理・運用を高度化

オールフォトニクス・ネットワーク（以下、APN）上でのサービス提供に向けては、さらなるネットワーク（以下、NW）の品質管理・運用の高度化が必要となる。本稿ではNTTネットワークイノベーションセンタ（以下、NIC）が研究開発を進めているフロー統計情報やテレメトリ、遅延情報を効率的に収集し運用に活用するNW情報収集基盤、および運用・制御の自動化・高度化に向けたコントロールシステムを構成する技術について紹介する。

NW情報収集分析・制御による運用高度化

APNは従来のNWインフラと比べ圧倒的な大容量・低遅延を誇る。トラフィックは劇的に増加し、求められる通信品質も従来とは一線を画すほど高いことが想定されたため、より効率的かつ高い水準での品質管理・運用が必要だ。たとえばNWの状態に応じてユーザートラフィックを別の経路に退避させるなど、NW情報を収集・分析したうえで適切な対処（制御）を行う必要が出てくる。

「多くのユーザートラフィックに対し厳格な品質要件を満たすため、NW情報収集の観点では高い効率性やリアルタイム性が、NW制御の観点ではきめ細やかな制御が強く求められます。こうした背景から、図1に示すNW情報収集分析・制御連携技術の研究開発を進めていま



日本電信電話株式会社
NTTネットワークイノベーションセンタ
光トランスポートシステムプロジェクト

（左から）研究主任 林裕平氏、担当課長 木原拓氏、担当部長 須藤篤史氏
研究員 武井勇樹氏、担当課長 渡辺裕太氏

す」(林氏)。

本稿では、NWのフロー統計情報やテレメトリ、遅延情報を効率的に収集・分析して運用に活用する「NW情報収集分析基盤技術」や、NW運用・制御の自動化・高度化に向けたNW制御基盤を構成する技術につい

て紹介する。

NW情報収集分析基盤技術

NW情報収集分析基盤技術(図2)は「基盤」の名のとおり、収集・分析に寄与する複数の要素技術を容易

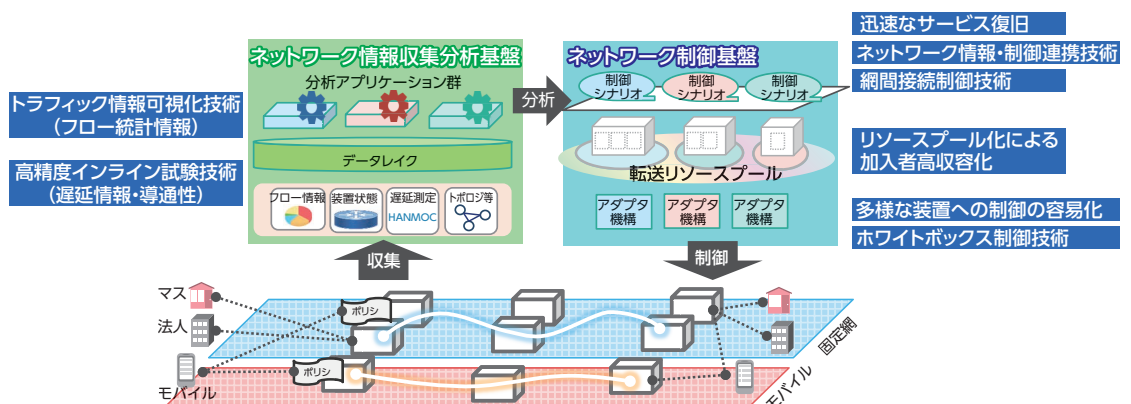


図1 ネットワーク情報収集分析・制御連携技術

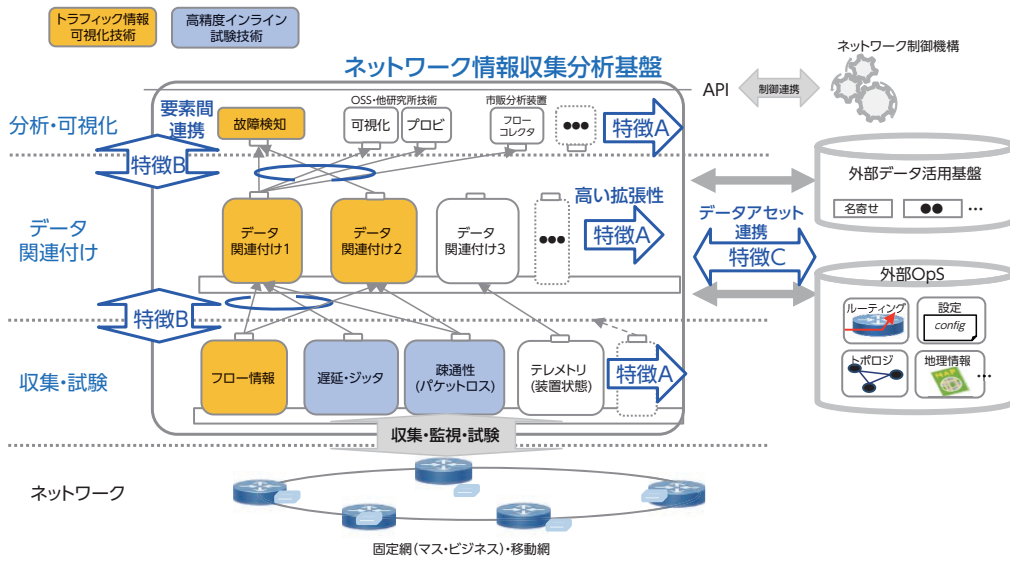


図2 ネットワーク情報収集分析基盤技術概要

に組み合わせて利用できる。たとえば、フロー統計情報、遅延情報に対応する要素技術を組み合わせることでVPNサービス監視としての活用や、フロー統計のみの分析など一部のみの利用も可能だ。要素技術を追加していくことで、収集対象項目の拡張も容易に実現できる。

将来的には種々の情報収集・分析に対応予定だが、ここでは現在実用化を進めている技術に焦点を当てて解説する。

遅延情報・導通性

5Gで規定されるサービス遅延量の多くはミリ秒オーダーだが、APNではより厳しいマイクロ秒オーダーが想定されており、遅延測定にも一層高い精度が求められる。キャリア網の品質管理では、全国規模を対象とした測定も必要だ。

そこでNICが研究開発しているのが「高精度インライン試験技術」だ。SR (Segment Routing) というルーティング技術を活用し、NW中のあらゆる経路に対し瞬時に遅延や導通性を測定する。またオープン

ソースとして公開されているDPDK (Data Plane Development Kit) を利用することで、マイクロ秒精度(分解能としてはナノ秒精度)も実現する。加えて、測定用機器をNWの多数個所に設置することなく、NWの単一個所に接続するだけで全国規模の測定を実現する(図3)。

所望の経路に対する測定が可能という特徴を利用し、たとえば、ユーザー通信が不通になっていないかといったVPNのサービス正常性監視などへの活用が可能だ。

フロー統計情報

昨今のキャリア網では帯域要求が

異なるユーザー通信を多数重畳しており、それらを要求どおり転送できているかの確認が、ますます重要となっている。そこでNICでは、転送パケット制御基盤・トラフィック情報可視化技術のコア技術である「Fast xFlow Proxy」を研究開発してきた。本技術では、ルーターからヘッダーサンプルやパケットを収集し、プロトコル解析やグルーピング、ヘッダ除去やトラフィック集計を行う。その

結果をフロー統計情報として市中の分析技術の入力とすることで、さまざまなフロー分析が可能だ。

これらの処理をFPGAやDPDKを用いて高速化している点が本技術の特徴だ。ハードウェアとソフトウェアでの適材適な機能配備、スケール性向上のための振り分け機能の具備などにより、キャリアレベルの大容量通信を監視可能にした。

本技術により、たとえばSR-MPLS (Multi-Protocol Label Switching) 上でVPNを提供する網において、ユーザー通信の帯域や実際に経由した経路の監視が可能だ。またユーザー通

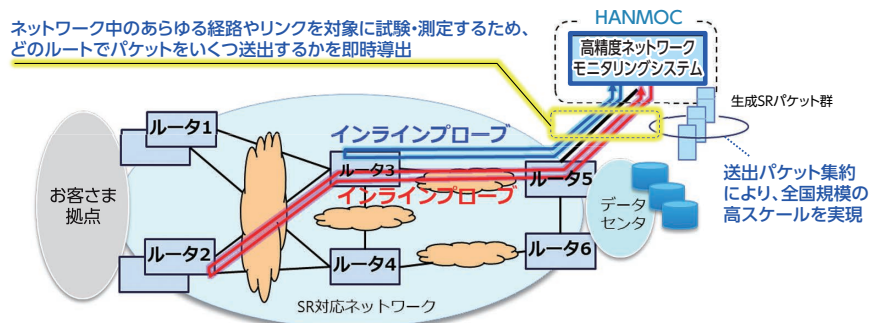


図3 高精度インライン試験技術概要

信のトラフィックの現在・過去の値の比較、ユーザー間トラフィックの比較分析により、通信不可の原因がユーザー・キャリア網のどちらにあるかを切り分けることも可能となる。

NW 制御基盤技術

NW 制御基盤技術に関する3つの研究開発について解説する。

リソースプール化による加入者高収容化

従来のNWサービスは固定した収容識別情報（装置やインターフェイス）を一貫して利用し、非常に多くのユーザーを誤りなく収容している。一方で広範囲の加入者を効率的に収容することは難しく、高価な収容装置の利用効率の向上が課題であった。

そこで各収容装置のリソースをプール化して一元的に管理し、加入者管理システム等ではリソースプール内の仮想的な収容識別情報を用いる仕組みとした。効率的に収容できる位置を決定し、物理的な収容識別情報へ変換することで、広範囲のユーザーを効率的に収容可能だ。

迅速なサービス復旧

従来は収容装置が冗長構成をとれない、冗長系の配置に物理的な距離の制約がある、といった理由から、大規模な障害時にサービス提供が停止することが課題となるケースがあった。そこで大規模罹災時には引き続きサービス提供が可能なリソースプール内の別リソースへの収容替え制御を行うことにより、迅速なサービス再開を可能とした。

多様な装置への制御の容易化

機種ごとに収容装置のインター

フェイスの実装状況やコンフィグレーションが異なることから、これまではマルチベンダーでの加入者収容が困難という課題があった。

そこで各装置コンフィグレーションをプラグインモジュール化することや、仮想的な収容識別情報と物理的な収容識別情報の変換ロジックを柔軟化することで、多様な装置への制御の容易化を実現した。

制御対象の拡張・制御技術の高度化

前述のNW制御基盤技術の対象拡張・高度化を目的に、以下の制御技術に取り組んでいる。

NW情報・制御連携技術

突発的なNW障害等に対して迅速かつ適切に対処するため、NW情報収集分析基盤と連携し、リアルタイム情報を用いたNW制御の自動化を検討している。たとえば、NWの状況に応じてトラフィックを最適パスに配置する場合、その経路計算時間の短縮に加え、制御対象外の通信への影響も考慮する必要がある。そこで、アプリケーション単位でのNW利用率の最適化に加え、経路変動による通信影響を最小化するロジックを実装した。特定トラフィックに対する能動的な対処も検討している。本技術により、運用コストを抜本的に改善する情報収集・分析からNW制御の自動化を目指す。

NW間接続制御技術

NW間を相互接続する技術にも取り組んでいる。現状のNWは固定・モバイル、マス系・ビジネス系と個々に独立しており、それらを柔軟に組み合わせたNW提供は難しい。異なるNWをまたがるリソース情報

を管理することで、低遅延経路などの最適なNW間の相互接続点位置を決定する、またユーザーごとの閉域性を考慮した接続点制御を行うことにより、NW間相互接続のセキュアかつワンストップ提供を目指す。

ホワイトボックス制御技術

ホワイトボックススイッチに対応したNW構築自動化やNW試験機能を拡張する技術検討も実施している。トポロジー情報や払い出し可能なリソース状態の管理により、ユーザーごとのVPN構築を自動化する。さらにNW内の任意個所に情報収集分析基盤のエージェントを配備させる機能により、NW試験や情報収集の拡張に取り組んでいる。

今後の展望

「NW情報収集分析基盤機能については現在、ルーターやスイッチから構成される転送系NWを対象とした遅延・導通性やフロー情報を含めたトラフィック情報の収集分析機能について実用化を進めているところですが、今後に向けては、伝送系NWにおける光遅延情報の収集を通した遅延マネージド伝送システムへの要素技術適用や、同じく伝送系NWから収集した各種PM（Performance Monitoring）情報と転送系NWから収集した情報の関連付けによる光レイヤ・サービスレイヤの統合可視化等の技術確立による運用高度化を考えています。

またNW制御基盤技術においても今後、遅延マネージド伝送システムとの連携など光レイヤの制御技術の拡充を図り、IOWN実現への貢献を目指しています」（木原氏）。