

# RAN の輻輳緩和

## Cisco Ultra Traffic Optimization で 帯域幅の急増を管理する方法

### 高まる高速接続のニーズ

サービスプロバイダーはさまざまな面で課題に直面しています。プロバイダーのネットワークは、5G への移行と同時に、4G/LTE の使用量の大幅な増加に伴う帯域幅の需要とコストの増加に対応できる必要があります。また、速度、モバイル接続、モバイルサービス、ビデオの増加に対応する必要があります。ネットワークには独自バージョンのパレートの法則があり、比率が若干異なるため、ユーザの接続を維持して満足させ続けることは特に困難です。モバイルユーザの上位 20% がモバイルデータトラフィックの 62% を生成しており、多くの場合、大量のデータフローはストリーミングビデオのトラフィックに起因しています。実際、Cisco Visual Networking Index (VNI) によると、2022 年までにモバイルビデオがモバイルデータトラフィック全体の 79% を占めると予測されています。<sup>1</sup>

Cisco Ultra Traffic Optimization は、輻輳の発生したセルで大量のトラフィックフローを最適化し、最も必要とされる無線ネットワークのパフォーマンスを最大化するため、コストのかかるスペクトルとセルラ無線機器の追加導入に代わる魅力的な選択肢を提供します。

## 目次

### トラフィック急増への対応

### 帯域幅と大規模なフローを管理するための従来のアプローチ

### 輻輳管理のスマート化

### 節約できる合計額

### 節約できる金額

### Cisco Ultra Traffic Optimization の仕組み

### マルチドメイン サービス オークストレーションの実現

### Cisco Ultra Traffic Optimization の活用例

### 詳細情報

## トラフィック急増への対応

サービスプロバイダーは、競争力を維持して株主の利益を確保するために、収益重視のソリューションへの投資や、設備投資 (CapEx) および運用コスト (OpEx) の削減を行う必要があります。しかし、今後数年間でユーザ数は爆発的に増加し、それに対応するために必要な帯域幅も急増する見込みです。Cisco Visual Networking Index (VNI) では、次のような予測が立てられています。

- ・ ユーザ数の増加: 2022 年までに、インターネットユーザは約 48 億人になります。これは、予想される世界人口 (80 億人) の 60% にあたります。
- ・ 高速化: 全世界のモバイル接続の平均接続速度は、2017 ~ 2022 年の間に 8.7 Mbps から 28.5 Mbps へと約 3 倍になります。
- ・ モバイル接続の増加: 全世界の平均 IP トラフィックは、2022 年までに 1 時間あたり 543 ペタバイトに達します。2022 年までに、インターネットトラフィックの 79% が Wi-Fi とモバイル接続デバイス由来のものとなります。
- ・ ビデオの増加: 全世界のインターネットビデオの視聴時間は、2022 年までに 1 ヶ月あたり 3 兆分 (1 ヶ月あたり 500 万年、毎秒約 110 万分) に達します。<sup>2</sup>

統計が示すように、モバイルデータトラフィックの増加は主にビデオの視聴の増加に起因していますが、これはサービスプロバイダーの無制限データプランによって促進されています。これまで多くの通信事業者が、大量の使用を制御するためにスロットリングまたはデータ制限を使用してきました。当然のことながら、無制限の帯域幅に慣れているユーザは、これらの対策に満足しません。増大する需要に対応するために、通信事業者はスペクトルを追加し、より多くの無線セルを導入する必要がありますが、これには膨大な CapEx と OpEx のコストがかかる可能性があります。

### ビデオの急増がネットワークの高密度化に与える影響

ネットワークでは、ビデオなどの大量のデータバーストとフローが、一定期間における総帯域幅の大きな割合を占めます。ストリーミング ビデオ トラフィックが増加し続けることにより、ネットワーク上のすべての人が影響を受けます。2 分のビデオを 1 本見ると、同じ 2 分間で Twitter などの Web サイトを閲覧したり、電子メールに返信したりするのに比べて、何千倍ものセルサイトキャパシティを消費します。

ほとんどのコンシューマ インタラクション (96%) がトラフィック量の約 30% を占め、その内訳は Web およびアプリの閲覧、ソーシャルメディアの使用、音楽、電子メール、マップなどの標準的なフローです。コンシューマ インタラクションのわずか 4% が大規模なフローであり、これがトラフィック量の約 70% を占めています (図 1 を参照)。大規模なフローは主にストリーミングビデオですが、サイズの大きなファイルのダウンロード、アプリケーションやオペレーティングシステムの更新なども含まれます。

セルサイトのキャパシティは、無線チャネルを介して配信できるトラフィックの量によって定義されますが、従来どおりユーザに目標接続速度（ユーザあたり 3 Mbps など）も提供しています。モバイルネットワークの密度を測定する 1 つの方法は bps/ユーザ数/km<sup>2</sup> という式を使用することです。つまり、セルサイトが、一定の地域の何人のユーザに、どのくらいのビットレートを提供できるかを測定します。このネットワーク密度は、ネットワークの正常性と有効性を評価するのに使用される重要なメトリックです。ネットワークテクノロジーは、ハードウェアとソフトウェアのいずれかまたはその両方を通じて、ネットワーク密度の向上を目指しています。

多くの場合、サービスプロバイダーが RAN キャパシティをアップグレードするためのしきい値として、ユーザあたり 3 Mbps が使用されます。70% の利用率で 3 Mbps 以上、かつ伝送時間間隔 (TTI) あたり 3 人以上のアクティブな加入者、という条件をセルが達成できない場合、RAN ベンダーは RAN にキャパシティを追加することを推奨します。多くの通信事業者にとって、このしきい値は新たな設備投資のきっかけとなります。

多くのネットワークでは、セルの輻輳は、少数のセルサイトで比較的少数のデータセッションから発生します。通常、ユーザはこのネットワークに集中し、少数のセルがほとんどのトラフィックを伝送します。キャパシティは、何人のユーザがチャネルを共有し、適切な QoE でアプリケーションをサポートするための接続速度を得られるかによって決まります。

一般に、輻輳の発生したセルには大規模なフローが同時に多数存在しますが、これは多くの場合、ストリーミングビデオ

ユーザによるものです。このごく一部のユーザが、ノードでスペクトルリソースの激しい競争を引き起こし、帯域幅のセッションを枯渇させます。このような場合、ほとんどのユーザの平均接続速度が低下し、ユーザが許容できるエクスペリエンスを維持するための新しいキャパシティに対する需要が高まります。こうしたセルの輻輳が発生するサイトには、トラフィックが年々増えていくにつれて、高密度化と膨大な CapEx が必要になります。

## 帯域幅と大規模なフローを管理するための従来のアプローチ

ストリーミングビデオは、Disney 社、Apple 社、Amazon 社などの新規参入により、ますます拡大しています。しかし、ネットワークの短期間の一時的な需要ピークに基づいて RAN キャパシティ要件を決定した場合、セルを追加するコストが高くなります。この状況でキャパシティを追加すると、RAN 全体のキャパシティが十分に活用されなくなるためです。一方で、キャパシティを追加しなければユーザエクスペリエンスが低下します。

需要を管理するために、サービスプロバイダーは多くの場合、自己組織化ネットワーク (SON) アプリケーションを使用して RAN ロードバランシングを実装します。これにより、手動の作業をダイナミック ロード バランシング (DLB) とキャリア間ロードバランシング (ICLB) に置き換えることができます。一部のプロバイダーは、TCP のネットワーク輻輳回避パラメータを調整してパフォーマンスを向上させる TCP 最適化テクノロジーも取り入れています。

図 1. ビデオトラフィックの影響



ビデオの最適化は、帯域幅の課題を管理するためのもう 1 つのアプローチです。ただし、現在のビデオ最適化の問題は、SPDY などの暗号化のために廃止されているトランスレーティングやトランスコーディングなどの技術を使用していることです。また、膨大な量のハードウェアと処理能力も必要です。

スロットリングを使用するアプローチもありますが、この場合輻輳の発生したセルのトラフィック量がフラットスロットルレベルを下回るため、輻輳が緩和されることなくネットワーク全体のパフォーマンスが低下します。フラットスロットリングは、輻輳の発生しているセルに加えて輻輳の発生していないセルにも影響するため、全ユーザのビデオ品質が低下します。スロットリングは全体的なトラフィック量を減らすことができますが、輻輳の発生したセルでは減少せず、ビデオを高解像度で配信できたはずのオープンセルでのみ減少します。これらのオープンセルでスロットリングを行うと、ビデオ品質が不必要に低下します。スロットリングは、ビデオがチャンネルに費やす時間も増加させるため、バッテリーが消費され、他のトラフィックとのコリジョンが増加します。つまり、スロットリングにより実際にはネットワークの輻輳が増大し、ユーザの満足度も低下します。

## 輻輳管理のスマート化

大規模なフローとセルの輻輳の管理は、ソフトウェア インテリジェンスを使用して最も効果的に解決できるデジタル通信の問題です。機械学習を組み込むことで、ソフトウェアは大規模なフローを最適化し、余剰 RAN キャパシティを使用して一定期間自己管理を行うことができます。このアプローチにより、大規模ではないフローとの競合が緩和され、速度とセルサイトのキャパシティが向上します。

Cisco Ultra Traffic Optimization には、すべてのトラフィックを最適化して既存の RAN キャパシティをより効率的に使用する機械学習アルゴリズムが組み込まれています。このソフトウェア対応テクノロジーにより、新しいセルを追加するためのコスト、時間、複雑さを経験することなく、RAN にセルやスペクトルを追加した場合と同じ結果がすぐに得られます。トラフィック需要の増加により常に新しいセルが必要になりますが、Cisco Ultra Traffic Optimization は既存のキャパシティをより効率的に使用するため、必要なセルの数を減らすことができます。

Cisco Ultra Traffic Optimization により、新しい RAN 機器やスペクトルを購入するよりも低コストで同様の効果を実現できます。従来の RAN ハードウェアの高密度化による複雑性の増大、リードタイムの延長、実行のリスクを伴うことなく、即座にキャパシティを増加できます。このソリューションによる高度な最適化により、RAN およびモバイルネットワークからの投資回収率を向上させることができます。

Cisco Ultra Traffic Optimization は、ベンダーやテクノロジーに依存しません。Ericsson、Huawei、Nokia を含むすべての RAN ベンダー、モバイルテクノロジーの全世代 (3G、4G、5G) で、すぐに利益が得られます。また、Cisco Ultra Traffic Optimization には、従来のハードウェアの高密度化による複雑さ、リードタイム、実行のリスクがありません。密集した都市部のような輻輳エリアに新しいスペクトルを追加したり、新しいセルを導入したりするには、通常 18 ~ 24 カ月かかります。これに対し、Cisco Ultra Traffic Optimization の実装にはわずか 2 時間ほどしかかかりません。このソリューションは低コストであるだけでなく、大幅な時間の節約にもなります。このソリューションは、CPU への影響が 3% 未満の Cisco Packet Core で有効にすることができます。また、スタンドアロン ソリューションとして運用することも可能です。

## 節約できる合計額

Cisco Ultra Traffic Optimization により、CapEx と OpEx の両方で即座に RAN のコストを削減し、現在および新規のネットワークの展開全体で、資本効率を前年比で改善できます。このソリューションは、ネットワークにスペクトルおよびセルサイトハードウェアを追加するのと同じネットワークパフォーマンスとキャパシティのメリットを実現します。

Cisco Ultra Traffic Optimization によって平均ユーザスループットが増加すると、RAN 計画チームが定義した高い輻輳レベルに該当するセルが少なくなります。Cisco Ultra Traffic Optimization を使用すると、RAN 輻輳時の平均ユーザスループットを 20% 向上させることができます。ユーザスループットの増加により、セルサイトのキャパシティが 40% 増加し、新規 RAN の CapEx および OpEx を全体的に 20% 削減できると推定されます (図 2 を参照)。

Cisco Ultra Traffic Optimization は、ネットワーク上のすべての加入者の QoE を向上させます。ユーザあたりの平均スループットが輻輳セルで 30 ~ 40% 増加することで、データフローが増加します。また、ビデオの視聴には影響がないため、エクスペリエンスが向上します。ビデオの開始時間、ストールレート、解像度に重大な影響はありません。ビデオ最適化オプションとは異なり、Cisco Ultra Traffic Optimization は、暗号化、非暗号化、ビデオ、ビデオ以外のすべてのトラフィックを最適化します。高画質 (HD) のビデオエクスペリエンスを提供しながら、加入者の接続速度とセルキャパシティを増加させます。

図 2. 新規 RAN の CapEx および OpEx の削減



RAN 輻輳時の  
平均ユーザ  
スループットの向上



セルサイトの  
キャパシティの増加



RAN の  
CapEx/OpEx の削減

## 節約できる金額

Cisco Ultra Traffic Optimization が CapEx と OpEx に与える影響について、仮の例を使って説明します。ネットワークに 3,000 万人の加入者がいて、200,000 のキャリアで運用されているとします。これらのセルの 2% が輻輳している場合、Cisco Ultra Traffic Optimization を使用することで、5 年間で新規セルに対する CapEx (3 億ドル) と OpEx (9 億ドル) の合計 12 億ドルを節約できます。



## Cisco Ultra Traffic Optimization の仕組み

各セルでは、「スケジューラ」と呼ばれるソフトウェアがトラフィックを分類し、それを周波数とタイムスロットに配置して、モバイルデバイスにエアリンクで配信するタスクを処理しています。ビデオの場合、スケジューラがすぐに飽和状態になり、遅延が増大します。アクティブなユーザデータセッションがバックオフし、速度が低下します。セルサイトのパフォーマンスが低下し、セルサイトのキャパシティが枯渇します。管理されていないビデオを処理することで、効率が大幅に低下し、キャパシティが減少します。

ビデオでは、実際には必要のない場合でも多数のリソースブロックが同時に使用されるため、スケジューラは、残りの 90% のユーザを犠牲にして、不要な帯域幅をビデオユーザに割り当てます。セルの使用率が高く、ビデオユーザが混在している場合に、この 90% のユーザが悪影響を受けます。

セルサイトのトラフィック負荷は秒単位で変化するため、Cisco Ultra Traffic Optimization はリアルタイムのネットワーク輻輳に秒単位で対応します。クロストラフィックの競合を検出するために、一連のネットワークメトリックをプロアクティブにモニタします。輻輳をプロファイリングすることで、データチャネルの統計モデルを構築します。このモデルは、輻輳の検出に使用されます。余剰ネットワークキャパシティを効率的に使用して大規模なフローの配信を管理し、同時に他のトラフィックを輻輳から保護します。これらの個々のフローを管理することで、輻輳の発生したセルを管理することによる全体的な効果が得られます。

Cisco Ultra Traffic Optimization は、必要なときにすべてのトラフィックフローでネットワークリソースを使用できるようにします。輻輳時には、大きなビデオフローが管理され、小さなフローに必要なリソースが提供されます。これにより、輻輳ポイントでのビデオ品質が同じか、またはより高く維持されます。

Cisco Ultra Traffic Optimization では、これらの大容量のビデオストリームがパケットコアで適応的にフロー制御されません。機械学習ソフトウェアは、宛先セルサイトの環境とトラフィックの状態を把握し、セルへのビデオフローをパケット単位でインテリジェントに管理します。これにより、スケジューラでの競合が解消されてキャパシティが解放され、セルサイトとそのキャパシティのパフォーマンスが向上します。

Cisco Ultra Traffic Optimization は、TCP 最適化および SON ロードバランシング テクノロジーと互換性があります。セル内の集約使用状況やセルの輻輳状態はモニタしません。各 IP フローを一意に把握して分析し、a) 大規模なフローかどうか、b) 大規模なフローに輻輳が発生しているかどうか、を判断します。提示されたすべてのフローをモニタし、大規模なフローとして特定したフローをより詳細にモニタすることで、それらのフローについてのみ輻輳の兆候を探します。

Cisco Ultra Traffic Optimization は、密集した輻輳エリアで最も役立ちます。一部のセルサイトは、ほとんどの場合、物理リソースブロック (PRB) の使用率レベルが非常に低い状態で動作します。つまり、トラフィックがほとんどなく、アクティブユーザの数が少ないということです。これらのセルサイトはカバレッジを目的としたものであることが多く、密集した都市部や郊外にはありません。セルサイトのビデオユーザの数が非常に少なく、わずかなトラフィック量しかない場合、Cisco Ultra Traffic Optimization を使用するメリットはほとんどありません。ただし、これらのサイトはこのソリューションを必要とせず、ネットワークの高密度化の中心でもありません。Cisco Ultra Traffic Optimization の価値が最も発揮されるのは、使用頻度の高い輻輳サイトです。

## マルチドメイン サービス オーケ ストレーションの 実現

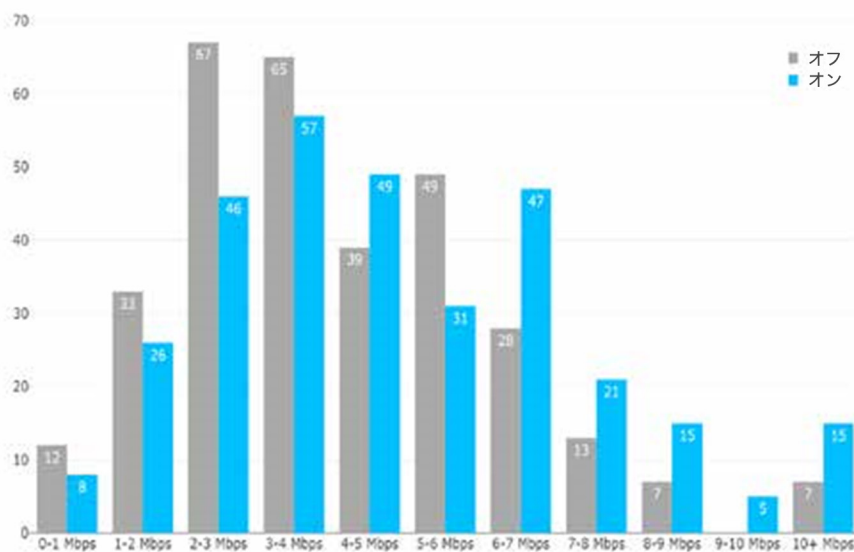
シスコは、複数のソリューションをインテリジェントに相互運用することで、成果を向上させるよう努めています。Cisco Ultra Traffic Optimization は Cisco Crosswork User-Centric SON と連動することにより、エンドツーエンドで最適化および強化されたユーザエクスペリエンスを提供します。この 2 つを一緒に使うことで、マルチドメイン サービス オーケストレーション (MDSO) を実現できます。MDSO は、自己組織化ネットワーク (SON) をはるかに超えたソリューションであり、無線における重要業績評価指標 (KPI) に重点を置いています。MDSO では、追加の入力として Quality of Experience (QoE) と主要品質指標 (KQI) を使用します。この機械学習ソリューションは、モバイルコアとポリシーを通じて、エンドデバイス (IMSI) の複数のソースからテレメトリと分析を取得します。MDSO は、Internet of Things (IoT)、ビデオ、音声などのさまざまなサービス向けの異なるサービスレベル契約 (SLA) を、自動化されたクローズドループで監視および最適化するために設定されます。これにより、クラウドとクライアント間で得られる価値とユーザエクスペリエンスが向上します。その結果、輻輳とコストを削減しながら、お客様の満足度を高めることができます。

## Cisco Ultra Traffic Optimization の活用例

Cisco Ultra Traffic Optimization を複数のネットワークでの実地トライアルを通じて検証した結果、このソフトウェアを導入することで、スペクトルを追加するのと同等の効果が得られることがわかっています。北米、中南米、アジアにおけるトライアルでも同様の結果が得られています。たとえば、ヨーロッパのサービスプロバイダーでのトライアルでは、Cisco Ultra Traffic Optimization により、スペクトルの追加と同等の効果を実現できることがわかりました。このケースから得られた結果を以下に示します。

- ・ ユーザの 55% が、スループットが平均で 8 Mbps (ピーク時で 15.61 Mbps) 向上したサイトを利用していました。
- ・ ハードウェアを使用してこれらすべてのセルのサイトキャパシティを増加させるには、10 MHz のスペクトルオーバーレイが必要です。
- ・ Cisco Ultra Traffic Optimization を使用しない場合、ビデオサービスの拡大に伴い、セルサイトのキャパシティがすぐに枯渇します。

図 3. Cisco Ultra Traffic Optimization を使用した結果の例



Cisco Ultra Traffic Optimization をオンにすると、キャパシティへの投資をすぐに必要とする通信事業者が 30 社 (20%) 減少

Cisco Ultra Traffic Optimization をオンにすると、セルの実行が高速化され、40% 以上のトラフィックをより効率的に吸収

## 詳細情報

他のソリューションとは異なり、Cisco Ultra Traffic Optimization はあらゆるタイプのトラフィックやフロー、RAN テクノロジーに使用できます。ソフトウェアを使用して加入者の接続速度とセルキャパシティを増加させるとともに、高画質 (HD) ビデオも提供できるため、ユーザーエクスペリエンスが向上します。また、RAN 関連の CapEx と OpEx も削減できます。シスコでは、状況に応じて予想される投資回収率を計算するためのツールを用意しています。

Cisco Ultra Traffic Optimization で帯域幅の急増に対応し、大規模なフローを管理する方法については、[www.cisco.com/jp/go/mobile](http://www.cisco.com/jp/go/mobile) で確認してください。

別のトライアルでは、15 Mbps を伝送していた 10 MHz の eNodeB が、22 Mbps を伝送できるようになりました。これは、ネットワーク内のすべてのセルに 4 MHz のスペクトル帯域を追加することに相当します。ネットワーク全体へのソフトウェア導入も、通常は 1 時間で完了します。

中南米のトライアルでは、RAN KPI のスループットが大幅に改善されました。このトライアルでの測定結果によると、Cisco Ultra Traffic Optimization によりユーザあたりのビット数 / 秒が 20% 増加しました。セルサイトのトラフィック伝送能力が増加したため、キャパシティプランニングの目的でダウンロードデータ量のしきい値を増やせるようになりました。

Cisco Ultra Traffic Optimization の導入により、以下のことが実証されています。

- スループットが全日で平均 20% 向上。
- ピーク時のユーザスループット RAN KPI が 55% 向上。
- 上記のいずれも、セルキャパシティの 40% の増加に相当。