

Wi-Fi 6 : *Wi-Fi 6を導入する*

Farpoint Group ホワイトペーパー

Document FPG 2019-12219.1
2019 年 12 月



Wi-Fi アライアンスの IEEE 802.11ax 標準および対応する認定プロセスの両方が基本的に完了したことで、様々なベンダーが販売している様々な製品に Wi-Fi 6 が採用されています。

Wi-Fi 6 は、30 年にわたる、無線 LAN 技術における目覚ましい進歩に基づいて構築されています。スループット、アプリケーションサポート、利便性、（そしておそらく最も重要と言える）エンドユーザーの生産性を向上させる、重要な新しいイノベーションが採用されています。802.11ac（Wi-Fi 5）対応の製品が、引き続き多くの IT 企業で導入されると思いますが、Farpoint Group では、Wi-Fi 6 ベースの製品の導入を推奨しています。Wi-Fi 5 および Wi-Fi 4（802.11n）との下位互換が非常に重大な懸念点となる導入環境においても同様です。Wi-Fi の旧世代における大きな進化と同様に、Wi-Fi 6 は性能が向上しています。最新のエアリンク技術を利用することは即座に必要とされてはいないとはいえ、性能の点において前世代を上回っています。もちろん、現在販売されている Wi-Fi 製品のほとんどは、Wi-Fi がバージョンアップしても利用できるように作られており、Apple の最新 iPhone 11 といった Wi-Fi 6 対応クライアントの導入台数は、引き続き増加しています。

しかし、Wi-Fi 6 そのものに様々な固有のメリットがあるものの、*個々のベンダーのソリューションに実装されている機能は標準を上回っており、Wi-Fi 6 を導入する価値はまさにそこにあると Farpoint Group は考えています。*たとえば、高度なネットワーク管理機能、統合運用保証機能、通常タスクおよび例外タスクの両方の多種多様な運用業務の自動化、リアルタイムの分析、ポリシーに基づいたサービス定義、多様なニーズに対応する AI（人工知能）アプリケーション、高度な IT 統合（クラウドベースのサービス、API、DevOps など）、大幅に改善された位置確認と追跡といった機能があります。標準を上回る新たな機能によって以上のような高度な機能を利用できるため、個人としても組織としても、Wi-Fi 6 の ROI が向上します。ネットワーク運用部門、IT 部門、最終的にはもちろん、タイプも担当業務も様々な、企業内のエンドユーザーに対する、Wi-Fi 6 の価値提案が向上します。私たちは、Wi-Fi 6 が有効かどうかは、組織における運用コストの削減と、IT スタッフの生産性およびエンドユーザーの *QoE*（Quality of Experience）の向上によって決まると考えています。Wi-Fi 6 は、802.11ax 標準のみの場合の機能（製品によっては利用していない場合もあります）とメリットを遙かに上回ります。

Farpoint Group の本ホワイトペーパーでは、最初に Wi-Fi 6 の重要な強化点について簡単に紹介します。続いて、こちらの方がはるかに重要なのですが、標準を上回るイノベーションが採用されている、Wi-Fi 6 ベースのソリューションを導入すれば、これまで長期間にわたって Wi-Fi 投資によるメリットとされてきたもの（スループットの向上のみ）を遙かに上回るメリットが得られる理由について解説します。

Wi-Fi 6における技術上の重要な強化点：シリアルからパラレルへ

最初に重要な数字をご紹介します。Wi-Fi 6により、（少なくとも理論上）10 GbpsのPHY（物理層）を利用できるようになります。ただしこれまで常にそうであったように、この業界のマーケティング部門が自社製品について保証している数値が決してこれを上回ることはありません。また、理論上の最大値は、比較指標として、またそもそも自社の無線LANインフラストラクチャをアップグレードすることの正当化の根拠としてはまったく無意味です。これに代えて、評価および比較のための、まったく新しい、多少複雑な根拠が必要です。これについては、本ホワイトペーパーの次の章で解説します。

それはともかく、6つの世代それぞれのWi-Fiを特徴付けている技術上の強化点における値は、決して過小評価すべきではありません（表1）。Wi-Fi 6もその例外ではありません。スループットだけでなく、ネットワークの全体的な容量および効率も向上するイノベーションが多数あります。Wi-Fi 6における重要な強化点は以下のとおりです。

- OFDMA（直交周波数分割多元接続）**：ネットワーク技術者の多くにとって、言うまでもありませんが、OFDM（直交周波数分割多元）は見慣れた言葉です。単一の高速データストリームを、同時かつ非干渉（つまり「直交」要素）の複数の低速データストリームに変換する多元接続技術です。これにより、多くの場合で信頼性が向上されて、スループットも向上します。この低速ストリームは一般的にトーンと呼ばれており、どの時点においても、クライアント1台の、全トーンの正味総容量が増えます。OFDMAはOFDMに基づいているのですが、OFDMの技術を、複数アクセス手順に進化させており、1回の伝送サイクル中に複数のクライアントをサポートできます。こうすることにより、低速ストリームの一部を、多数の同時クライアントのひとつひとつに割り当て、システムの全体的な効率を向上しています。

Wi-Fi 世代	IEEE 標準	日付	公称の最大値 スループット (Mbps)	世代による 向上 (X)	備考
1	802.11	1997	2		
2	802.11b	1999	11	5.50	
3	802.11g	2003	54	4.91	
4	802.11n	2009	600	11.11	ストリーム x 4、MCS 7、40 MHz。チャネル、800 ns。GI
5	802.11ac	2013	800	1.33	ストリーム x 4、MCS 9、40 MHz。チャネル、800 ns。GI
6	802.11ax	2020	917.6	1.15	ストリーム x 4、MCS 9、40 MHz。チャネル、800 ns。GI

表1：世代間または世代内でWi-Fiの性能を比較するのは複雑な作業です。実務における運用上のパラメーターの数が非常に多く、運用中においてはこれらを常時、自動的に調整していると思われるからです。この比較は、1つの例を示しているに過ぎませんが、重要なパラメーター（変調/符号化速度、チャネル帯域幅、ガードインターバル）については、世代間でできるだけ一定した値を示しています。Wi-Fi 4以降においては、MIMOによってスループットが大幅に向上していますが、ストリームあたりの性能向上については、それ以降の世代で低下しています。この事実によって、スループットの向上だけでなく、理想的な性能を達成するためには、本ドキュメントで説明している標準を上回る機能の重要性が分かります。出典：Farpoint Group

- **1024 QAM（直角位相振幅変調）**：QAMとは、振幅変調および周波数変調の両方を使用して、特定の周波数における搬送波上のデジタル情報を暗号化する変調技術のことです。これにより、信頼性とスペクトル効率が向上します。QAMは、長年にわたって様々な無線システム（例：Wi-Fi 4、Wi-Fi 5）で利用されてきて、Wi-Fi 6では1024 QAMが標準になりました。「1024」は、転送される1つの記号において10ビット（ 2^{10} は1024）がエンコーディングされることを表しています。波形は、デジタル情報が暗号化されていることを表しています。重要なのは次の2つの点です。結果的に作成される物理信号が複雑なため、1024-QAMの性能が優れているというのは、エンドポイント間の距離が比較的短い場合に限られます。つまり、Farpoint Groupが長年推奨してきた、AP間の距離を短くして導入するという考え方は、引き続き重要だということです。さらに、言うまでもありませんが、その瞬間における無線の状態によって、特定の時間に暗号化および送信される実際の情報量は変わります。転送ごとに大幅に変わることも少なくありません。
- **双方向 MU-MIMO（マルチユーザー多入力/多出力）**：Wi-Fi 4においてMIMOが導入されたのは、すべての世代のWi-Fiにおいて最も注目すべき、重要な強化点のひとつです。簡単に説明すると、MIMOにより、空間を移動する特定の電磁波の2次元（振幅と周波数）ドメインに、3つ目の「空間」次元が追加されるということです。物理的な3つの次元は、2つの場合よりも多くの情報を保持できるため、MIMOを実装しない場合に比べ、スループットが大幅に向上する可能性があります（多くの場合、実際に向上します）。MIMOは、OFDMにおけるトーンに例えられます。ストリームという概念を導入し、複数のストリームを同時に転送できます。OFDMAと同じく、複数のクライアント（またはユーザー）が、互いに干渉することなく、同時に転送し、利用可能なチャネル幅を共有できます。MU-MIMOの場合も同様で、1回の転送サイクルに、複数の各受信者独自の情報を格納できます。Wi-Fi 5で可能なのは（APから複数のクライアントへの）ダウンリンクのみでしたが、Wi-Fi 6はMU-MIMOにより、この機能をアップリンクにも拡張しています。
- **BSS カラーリング**：このファシリティは、数学のグラフ理論の応用から導き出されたものです。送信者が実際に使用しているチャネルにすでに信号が存在するかどうかを、特定の送信者が判別できます。存在していれば有害な干渉が発生します。これまではそのような干渉が発生しており、常にそのことが想定されていました。チャネル利用率と全体的なスペクトル効率が向上し、時間あたりおよび帯域幅あたりに転送されるデータ量が増えるという利点があります。

- *TWT*（ターゲットウェイクタイム）：省電力に関する規約は、初期の頃から 802.11 標準の一部となっています。*TWT* は、優れた決定論を加えることによってこの機能をさらに強化し、プロセスを効率化します。バッテリー寿命が長くなれば、モバイル機器だけでなく、バッテリーを必要とするアプリケーションでも常に大きなメリットがあるのは間違いありません。*IoT*（モノのインターネット）向けのアプリケーションの場合は特にそうです。

以上のすべてが、*Wi-Fi 6* の重要な目的に寄与しています。重要な目的とは、生のスループットまたはクライアントごとのスループットのみを重視するというこれまでの考え方に代えて、複数のクライアントのニーズに同時に対応するというものです。これは道理にかなっています。数ギガビットのスループットを必要とするアプリケーションはほとんどありません。また、総需要が増えたことにより、複数のクライアントに同時にサービスを提供する手法と機器が必要になるからです。同時に利用できるようになれば、ネットワークアクセスの順番待ちをする必要がなくなります。たとえば、これまでは高性能コンピューティングが使われてきました。*Wi-Fi 6* では、並列処理を利用する技術と、ユーザーあたりの最大スループットをトレードする技術を利用することで、複数のユーザーが同時にネットワークにアクセスできるようにしています。次の章で詳しく説明しますが、このように考え方を变えることで、組織が今まさに必要としていることに対応できます。

ただし注意が必要です。以上で説明したように様々な点が強化されているとはいえ、このような機能すべてと、標準的な機能を、特定の時点において同時に最適化することは不可能です。古い言い方ですが「方程式の数より変数の数の方が多い」というこの問題に加え、特定の時点において、方式と設定がさらにあります。人間が操作するなら、常に検討して調整し、効果的に利用することができますが、そういうわけにはいきません。免許不要の帯域という根本的な特質（帯域幅に制限がある、干渉の可能性がある、動作と範囲に制限がある、一般的な無線利用は即時など）により、結果的に実際のスループットは大幅に変化します。時々刻々変わることも少なくありません。チャンネルの割り当ておよび電力の転送を動的に調整する管理機能はすでに利用されていますが、*Wi-Fi 6* 製品への投資から理想的な価値を得るには、以上で説明した高度な機能や、標準を上回る機能が採用されている、ベンダー固有のソリューションが不可欠です。つまり、ファシリティと機能は標準で定義されているが、その利点をどう活用するかは各ベンダーの実装が決めるということです。

IT とネットワークの運用：現在の中心的な課題

数多くある課題の中で、あらゆる組織にとって現在最も明白な課題は、かつてないほど増えているネットワークトラフィック量にどう対応するかということです。遅延が原因で許容度が低下することも少なくありません。このため、これまでよりも遙かに余地のあるネットワークを設計することが非常に重要です。VoIP やオンデマンド動画ストリーミングといった、時間の束縛があるトラフィックの場合は特にそうです。しかし、エンドユーザーの数が常に加え、それと同時に、1 人のユーザーが利用するモバイルデバイスの台数が増えたことで、必要とされるトラフィック量が大幅に増えています。ほとんどの組織は、リアルタイムのメディアは考慮しないまでも、すでにトラフィック量の増大に対応しています。これと同様に、IoT の新たな用途によるトラフィック増、特に、機器の安全性、セキュリティ、省エネといった管理上必要なトラフィックも、多くの組織で課題となっています。IT の進化が、リアルタイムのコラボレーションといった、主にアプリケーションサービスとコミュニケーションサービス向けの主要ホスト先としてのクラウドに向かっている中、あらゆる場所で利用されている Wi-Fi ネットワークでは、信頼性、範囲、特に全体的な容量を求めるニーズが高まっています。

可用性や容量に関するこうした課題により、運用スタッフの生産性というさらなる課題が生じます。Wi-Fi 6 単独、および個々のベンダー製品/システムの実装環境には、多種多様な機能、変数、可能性があります。増え続ける非常に多くのユーザーとすべての IT アプリケーションをサポートする必要があります。ネットワークの運用を担当している技術者にとっては、今日ネットワークと IT の成功に不可欠なサービスを提供することが、かつてないほど困難となっています。2008 年から 2009 年にかけて起きた世界的な景気後退の前は、少ない投資で大きな成果を得るという倫理が長く続きました。ネットワークの運用ができる技術者を見つけ、採用し、維持し、成果に報いるのは容易ではありません。企業は、ネットワークの計画、導入、運用、拡大に不可欠なスタッフ教育とトレーニングなど、スタッフ重視の対策によって継続的に対応しています。ネットワークの停止やダウンタイムに関する単純な要件でも、ネットワーク運用には本質的な限界があります。特に、勤務時間におけるスタッフの生産性は、すでに限界に達していることが少なくありません。

このような状況が、OpEx（運用コスト）と ROI（投資収益率）を十分に検討するきっかけになりました。前述した課題にこのことが加わったことで、運用スタッフの生産性を大幅に向上できるかどうかは、新たなサービスと運用機能に対する CapEx（設備投資）を増やすかどうかによって変わると Farpoint Group は考えています。運用チームが、少ないリソースで多くの成果を生み出すには、Wi-Fi 6 によるメリットは有効ですが、それだけでは足りません。

Wi-Fi 6 を最大限に活用：標準を超える機能

以上説明したすべての要件および制約事項により、Wi-Fi 6 を導入する際、ネットワーク運用チームは、標準を上回る機能を利用する必要があります。そういう意味では、Wi-Fi 5 システムにもいくつか機能が搭載されていますが、さらに以下のすべての機能を導入すれば、Wi-Fi 6 ベンダーのサービスを活用し、会社のネットワークが強化されると Farpoint Group は考えます（図 1）。

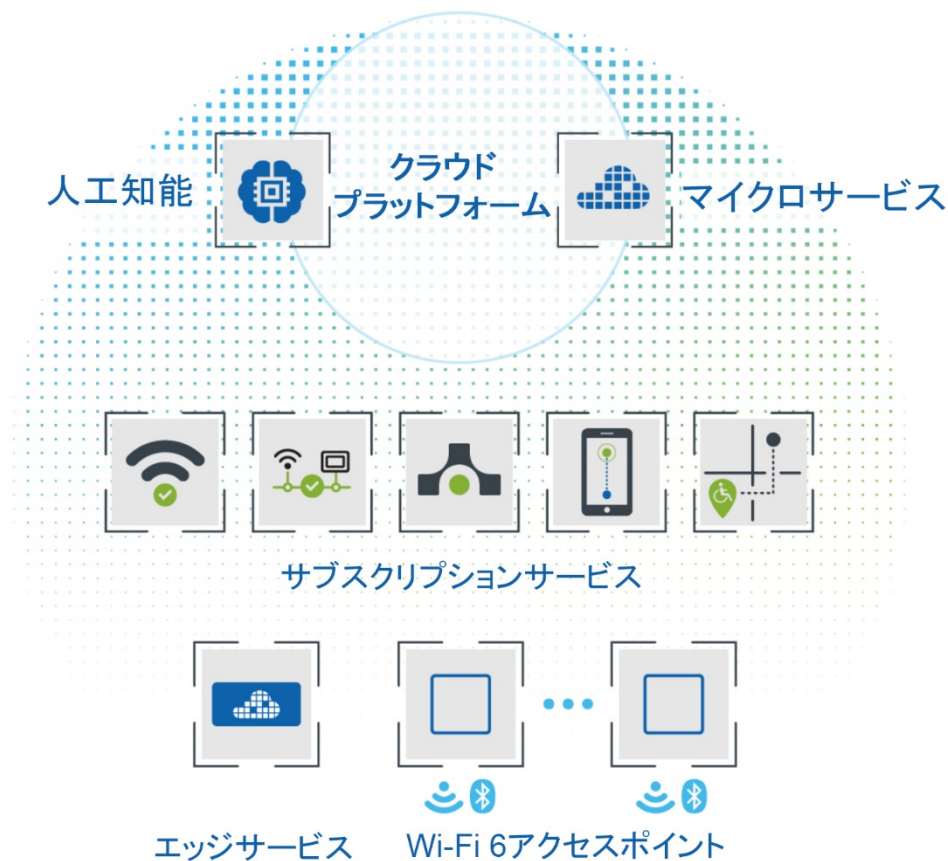


図1： Wi-Fiシステムベンダーは、操作性、生産性、柔軟性を大幅に向上するために、エンドユーザーや運用チームといったユーザー向けの、標準を上回る多種多様な優れた機能を採用しています。ここで紹介している例は、AI（人工知能）を利用した、クラウドベースのサービスとアプリケーションに関するものです。出典：Mist（ジュニパーのグループ企業）

- 高度な管理機能：**ネットワーク管理システム（NMS）は、無線が利用されるようになる前から、ネットワークにおける重要な要素であることは言うまでもありません。しかし、無線信号の統計的振る舞いを考えると、無線の動作を可視化し、制御することが不可欠になっています。ここで必要となるのは、ポリシーの定義、クラウドベースの実装による拡張性/信頼性の向上、運用コストの削減、APIによる統合の簡素化、とりわけ、オペレーターが操作しやすい機能です。この件について詳しくは、補足の『標準を上回る：いくつかの例』をご覧ください。
- AI（人工知能）：**Wi-Fi 6 実装に関する範囲、拡張性、あまりに数が多い変数が原因で、普通の人間が、現在のネットワークを効率的に設定、監視、（必要に応じて）修復することは実質上不可能というのが現状です。幸いなことに、AIというアプリケーションがすでに、こうした手間のかかる作業を代行してくれています（図2）。こうしたことから、機械学習、さらには、自然言語インターフェイスのアプリケーションといったAIが、Wi-Fi 6 導入環境におけるコア要件として見なされるようになっていきます。
- 分析：**以前のホワイトペーパーでも解説しましたが、（くだけた言い方ですが）何を探せばよいか分からないときに使用するツールであり技術でもあるのが分析です。AI ベースの分析は、はっきりとしない異常と、パターンが進展するネットワーク動作の両方を発見する際に非常に便利で、問題を特定して解決する時間が短縮されます。

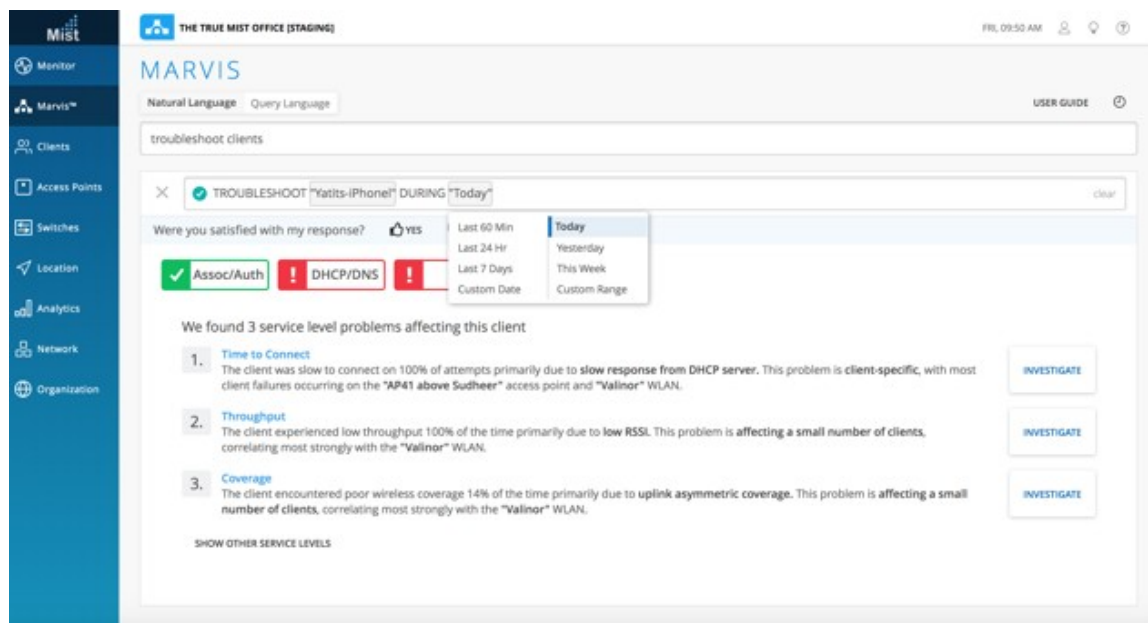


図2：自然言語インターフェイスはますます、運用スタッフの生産性を向上するうえでの重要な要素となっています。このようなツールを利用すれば、多種多様な問題を解決する時間が短縮され、ネットワークの性能と信頼性が向上します。出典：Mist（ジュニパーのグループ企業）

- **自動化**：定型業務を自動化することは、時間短縮と信頼性向上に大いに役立ちますが、よく利用される Wi-Fi 6 製品には、リアルタイムのレポートやクローズドループ制御といった機能だけでなく、問題の発生後および発生前の両方で自動的に修復してくれる機能が搭載されることが期待されます。
- **一体型保証**：ポリシーどおりに望ましいサービスレベルでネットワークが稼働していることを検証することと、侵入の防御と検知といった不可欠な機能を用意することは、Wi-Fi Assurance ソリューションの守備範囲です。この機能を分ける場合も依然としてあり得ますが、保証と運用管理を統合すれば、運用が簡素化され、コストが削減されます。
- **有線ネットワークの統合**：有線ネットワークを少なくとも最小限可視化する統合管理は、有線ドメインおよび無線ドメインにわたる問題を解決するうえで不可欠になっています。この先 10 年で、有線と無線の管理を完全に統合することが当たり前になると予測しています。
- **位置確認と追跡**：安全性、セキュリティ、環境、IoT、その他多くの新しい用途向けに、Wi-Fi 6 導入環境すべてにこの機能を実装することを Farpoint Group は推奨します。Wi-Fi ベースおよび BLE ベースのソリューションは両方とも、空間的および時間的に解決する機能といった様々な優れた機能を備えており、現在広く利用されています。

Wi-Fi ネットワークの設定と運用について Farpoint Group が長年にわたって助言していることについても、ここで触れておきたいと思います。たとえば、容量に関するニーズが非常に高い組織では AP と AP の間隔を短くすること、配線要件および PoE（パワーオーバーイーサネット）要件を保証すること（802.3at、場合によっては 802.3bt）、一般的に比較的狭いチャネル帯域幅（20～40、場合によっては 80 MHz）を適用すれば並行運用が改善されること（バンドステアリングの用途）、スイッチをアップグレードして 802.3bz に準拠すること（2.5GE または 5GE、できれば保証どおり 10 GE）などです。これ以外にも、運用に関して非常に複雑な問題はありますが、継続的および自動的に対応することは、目的を達成するうえでのキーポイントであり、Wi-Fi 6 を導入する究極の価値はそこにあります。OFDMA および MU-MIMO が広く普及しているため、80 MHz のチャネル、場合によっては 160 MHz のチャネルを使用することは有益かもしれませんが、その際に意志決定するのは AI ベースのソリューションで、人間のオペレーターではなくなるのではと Farpoint Group は予測しています。

Wi-Fi 6 の後：Wi-Fi およびネットワークを有効活用するうえでのキーポイント

スタンダードベースの最新の無線 LAN 技術について考えたとき、非常に役に立つ具体例が Wi-Fi 6 だといえます。間違いなく、Wi-Fi 6 が最終的に前世代のすべての Wi-Fi に置き換わると Farpoint Group はみています。ただし、Wi-Fi 5

ネットワークがまだ導入されていることを考えると、そうなるまでにおそらく10年にかかるでしょう。Wi-Fi 6におけるスループット向上、特に機能向上は魅力的であり、場合によってはそれだけで、導入を正当化する理由になりますが、スループットの向上だけでは最終的にコスト削減にはならないと Farpoint Group は考えます。

標準を上回る機能：例

Farpoint Group は毎年、ベンダーの記者発表に数多く招待されます。Wi-Fi 6 が出現したことで記者発表が増え、かなり忙しくなりました。Farpoint Group がこのホワイトペーパーを作成するきっかけとなったのは、こうした記者発表のひとつです。それを開催したのは、企業レベルの Wi-Fi ソリューション大手で、ジュニパーのグループ会社、Mist です。他の記者発表とは異なり、802.11ax 標準における興味深く、非常に重要な技術強化については、ほんの少し触れた程度でした。彼らが時間をかけて説明したのは、標準を上回る機能によって実現されるイノベーションについてでした。Farpoint Group が考えていたのもこうした領域です。

その際、Mist の製品担当副社長、サディア・マッタ氏と話をすることができました。運用コストを削減しつつ、信頼性と生産性を向上させることを目的とした機能にかなり投資していること、そしてそれによって誕生した堅牢な機能セットについてかなりの時間話を聞きました。まず AI について話しました。

マッタ氏は次のように言いました。「Wi-Fi に AI を搭載するという発想は、非常にうまくいっています。我々も当社のお客様も驚いたのですが、運用データを継続的に入手して適用することで、標準における機能ではまったく解決できない問題を解決できるのです」Mist のこのソリューションを実現するうえでキーポイントとなったのは、膨大な量の運用データを収集することと、クラウドの拡張性とコスト効率を有効活用して成果を上げ、運用を改善することです。

「サポートチケットを詳細に分析したところ、根本的な問題が 2 つあることが分かりました。1 つめは接続の問題、2 つめは接続後の、スループットという観点からの利用品質の悪さ、サービスが利用できなくなること、VLAN の設定などその他の問題です。これらが、日々の運用における課題の大半を占めていました。そこで、こうした問題の大部分を AI を使ってかなり簡単に解決できるソリューションを開発しました」マッタ氏によると、ネットワークの運用担当者には分からないと思われるパターンを、AI を使って発見することがキーポイントとのことでした。関係するデータが膨大な量であることを考えると、人間ではとてもできません。「Mist の自然言語インターフェイス Marvis により、経験の浅いオペレーターでも操作が簡単で、問題を短時間で解決できます。これにより、エンドユーザーの生産性が大幅に向上します。たとえ問題が自動的に解決されなかったとしても、システムからの情報を手がかりに、オペレーターが対応します」

今後どうなっていくのでしょうか？「多くの場合で問題を自動的に解決できるようになりました。監視と機械学習によって大規模にデータを収集することで、完全な自動運転と自己修復を目指します」これは、ネットワーク運用担当者の生産性という課題に対する究極の解決策になり得ます。

定期的、継続的に運用を改善する。「方程式の数より変数の数の方が多い」状況を短時間で解決する。信頼性を向上する。そうすれば、運用チームは今後、週末に休みを取れるようになるでしょう。要するに、投資する価値のある未来の姿ということです。これを実現するのが Wi-Fi 6 ですが、それをはるかに超えて広がっていくでしょう。

Farpoint Group のこのホワイトペーパーでは、自明とは言えない、驚くべき結論に至りました。Wi-Fi 6により、重要な指標としてスループットのみを重視するという考え方から容量にシフトするのは意味があることですが、本ホワイトペーパーで解説した、運用およびコストに関する主要な課題に対応するには、Wi-Fi 6 だけでは不十分です。Wi-Fi 6 が登場し、既存の環境およびグリーンフィールドの環境の両方に導入されたことで、WLAN システムの各ベンダーが、これまで解説してきた、標準を大きく上回るツール、技術、テクノロジーを導入する大きなチャンスが生まれています。私たちは、2020 年および次の 10 年にネットワークを有効活用するために必要となる、容量、信頼性、コスト削減の各目標を、あらゆる IT 部門が達成できるようになると考えています。



Gainesville VA USA

508-881-6467

www.farpointgroup.com

info@farpointgroup.com

本書に記載されている情報および分析は、発行日時点で正しいと思われる、公表されている情報源を参考にしています。こうした情報源の内容が不正確であったとしても、Farpoint Group は責任を負わないものとします。本書の改訂版は、事前の通知なしに、その時々で発行する場合があります。

Copyright 2019 - All rights reserved

この著作権表示を記載し、内容を一切変更しないことを条件に、本書を複写および配布する権利を付与します。