

Adaptive Network: エッジ・クラウドの ネットワーキングの役割を理解するための フレームワーク

要旨

クラウド・サービスは広く行き渡り、OTT（オーバー・ザ・トップ）ビデオをピンジョウチング（イッキ見）する個人ユーザーから、SaaS（Software-as-a-Service）を導入する企業まで、さまざまなユーザーがコンテンツとデータを利用する一般的な方法になっています。これらのサービスには、これまで何年にもわたって大規模な集中型のデータセンターとクラウド・アーキテクチャーがアクセスを提供してきました。

現在、エンタープライズ、小売り、製造業、自動車などの分野で、新世代のクラウド・ネイティブ・アプリケーションが登場しています。これらのアプリケーションは、多くの場合によりコンピューティング集約型であり、遅延が許されません。従来の集中型クラウド・アーキテクチャーは、これらのアプリケーションに求められるユーザー体験品質（QoE）の高い期待に応えることができません。今後は、より動的で分散化されたクラウド・モデルが必要になるはずで、その結果、コンテンツが生成または消費されるネットワーク・エッジ付近にコンピューティングとストレージのクラウド・リソースを移動して、期待されるレベルのQoEに対応する必要があります。この新しいアプローチは、「エッジ・クラウド」と呼ばれます。

このような分散エッジ・クラウド・モデルへの移行では、最終的に今のネットワーク・エッジにあるデータセンターの約3倍のデータセンター数が必要になります。また、ネットワーク接続の役割を違った角度から検討するために、包括的なクラウド・エコシステムも必要です。¹

このホワイトペーパーでは、エッジ・コンピューティングの推進要因と役割について考察し、CienaのAdaptive Network™ビジョンが分散エッジ・クラウド・アーキテクチャーの進化にどのようにして効果的なフレームワークを提供できるかについて確認します。

世界が変化するにつれてデータがネットワーク・エッジ付近に移動

出張に出かけようとするビジネスマンが、「Siri、空港への道順を教えてください」と簡単なリクエストをしたとしましょう。数秒以内にApple

マップが最短ルートを判断し、経路案内を開始します。走行途中で、行く先で発生している渋滞を避けるために新しい道順を示します。これにより、到着までの時間を数分、短縮できます。Appleマップへのリクエストへの応答は、おそらく数千キロ離れている中央のデータセンターから返されるため、リクエストが処理される度に遅延が加算されます。Appleマップのような非クリティカル・アプリケーションでは、このような応答時間は許容範囲であり、ユーザーが正しいルートで目的地に到着できるかどうかにはほとんど影響しません。

別のシナリオを見てみましょう。買い物客がスマートフォン・アプリを使って食料品店にチェックインしています。天井に設置されたカメラが、買い物客が棚から品物を選んで買い物かごに入れる動作をキャプチャーしています。コンピューター・ビジョンAIがこれらの画像を分析し、購入した品物を判別してクレジットカードに直接課金するので、買い物客はカウンターのレジに並ぶ必要がありません。ほぼリアルタイムで画像を処理してシームレスな顧客体験を提供するには、大量のコンピューティング・リソースを小売店舗またはエッジに配置する必要があります。

エッジ・コンピューティングを推進するもう1つのメリットとして、ローカルで生成された大量のデータをアプリケーションが処理することで、中央のクラウドまでのバックホール・トラフィックを減らせることも挙げることができます。達成すべき目標は、レイテンシーと中央クラウドへのバックホール・トラフィックの伝送量を減らし、エッジでデバイスに推測と予測をプッシュするために必要となる大規模な分析をより効果的に処理することにより、アプリケーション・パフォーマンスを高めることです。

多くの新規アプリケーションが必要としているのは、集中型データセンターでは対応できないレベルの低遅延です（図1参照）。このようなアプリケーションの収益は、2020年の12億ドルから2024年には50億ドルを超えると予想されており、年平均成長率（CAGR）42%に相当するレベルで成長します。最大の収益源は、ビデオ/コンテンツ・デリバリー・ネットワーク、クラウド・ゲーミング、自動車のアプリケーションです¹。

1 Mobile Experts: 「Edge Computing for Enterprises 2019」2019年7月

アプリケーション 説明

ビデオ/CDN	パフォーマンス向上のためにローカル・エッジでコンテンツのキャッシュが必要
クラウド・ゲーム	クラウド・エッジの低遅延クラウド・サーバーからゲームをストリーミングしてゲーム機を置き換え
インダストリアル IoT/自動化	エッジ・コンピューティングにより極めて重要なリモート・アプリケーションのレイテンシーが短縮
スマートベニュー	応答時間を短縮するためにベニューでの処理が必要
自動車	インフォテインメント、自律運転
AR/VR	低遅延によって乗り物酔いに似た不快さを軽減

出典：Mobile Experts 「Edge Computing for Enterprises 2019」 2019年7月

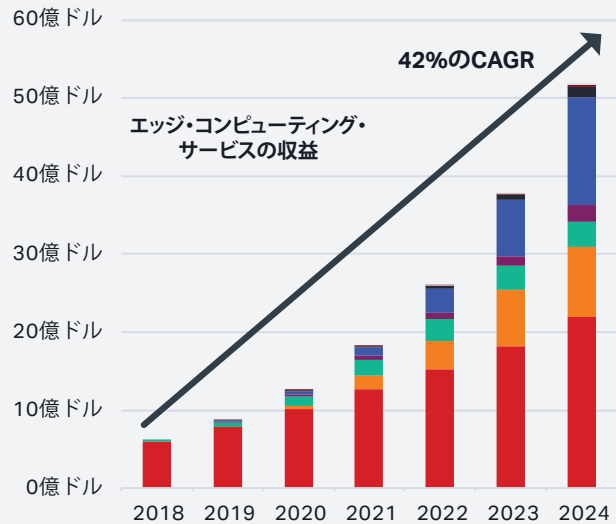


図1: エッジ・コンピューティングの収益別の上位アプリケーション

アプリケーションのレイテンシーとQoEの要件をサポートするニーズに加え、ネットワークのモバイル側ではさまざまな課題が生じています。クラウド・ゲーム、拡張現実、仮想現実などのモバイル・アプリケーションは、ますますコンピューティング集約型になっており、モバイル・デバイス・バッテリーのパフォーマンスにマイナスの影響を与えます。このようなケースでは、モバイル・デバイスのコンピューティングとストレージをユーザーにより近いクラウド・データセンターに移動することで、モバイル・バッテリーのパフォーマンスへの影響が緩和され、ユーザー・エクスペリエンスが向上します。

また、さまざまな政府機関がプライバシーの懸念に対処し始めており、顧客のデータを自国に保管することをクラウド・サービス・プロバイダーに義務付けています。ヨーロッパのような市場では、これまで多くのクラウド企業がクラウド・リソースを英国のような国にホストし、ヨーロッパ全体の顧客に一元的にサービスを提供してきました。デジタル境界を設ける政府が登場したことで、クラウド・プロバイダーは、ユーザーにより近いところにある各国のエッジ・データセンター内にクラウド・リソースをホストすることを義務付けられるようになっていきます。

これらの課題に対応する業界のアプローチは、より分散型の動的なクラウド・モデルを構築することです。このクラウド・モデルでは、集中型データセンターから、ユーザーにより近いエッジのデータセンターにクラウド・リソースを移動する必要があります。

このホワイトペーパーでは、エッジ・クラウドと呼ばれる分散クラウド・アプローチが果たす役割について説明します。Cienaは、エッジ・クラウドを、マルチベンダーのエッジ・コンピューティング・コンポーネント（ストレージとコンピューティング）を組み込んだクラウド・エコシステムと同義であると定義します。定義には、アプリケー

ション・ニーズを安全かつリアルタイムに感知して適応可能なエッジ・データセンターと相互接続するスケーラブルでアプリケーション認識型のネットワークという意味も含まれます。

厳密にはエッジが存在する場所はどこ？

多くの業界人がエッジが存在する場所を定義しようと試みていますが、実際には、エッジはQoEに対する期待度とリソース要件/特定のアプリケーションの利用可能性に応じて、必要なロケーション数だけ存在することになるでしょう。エッジ・クラウドのロケーションは、ユーザー、ネットワーク・プロバイダー、アプリケーション・プロバイダーの観点によってそれぞれ異なります。

このホワイトペーパーでは、アプリケーション・クラウドが物理的に存在するロケーションを以下のようにグループ分けしています（図2参照）。

- 1. メトロ・エッジ:** 大規模なマルチテナント・データセンター（グローバル・コンテンツ・ネットワーク[GCN]とデータセンター事業者[DCO]）と通信サービス事業者（CSP）のハブの電話局の組み合わせです。これは、データセンターとして改修され、サービスを市場に提供するためにリージョナル/メトロに位置します。
- 2. 遠隔エッジ:** CSPの電話局、ケーブル・マルチサービス事業者（MSO）のヘッドエンドまたはモバイル5GのDU（Distributed Unit、リモート局）のロケーションの組み合わせであり、ユーザーに近い場所に位置します。
- 3. ユーザー・オン・プレミス・エッジ:** 企業のデータセンターや支社オフィスなどの大規模および小規模の企業ロケーションの組み合わせであり、トランスポート・ハブ、マイニング・サイト、製造プラントまで拡張される可能性があります。エッジ・クラウド

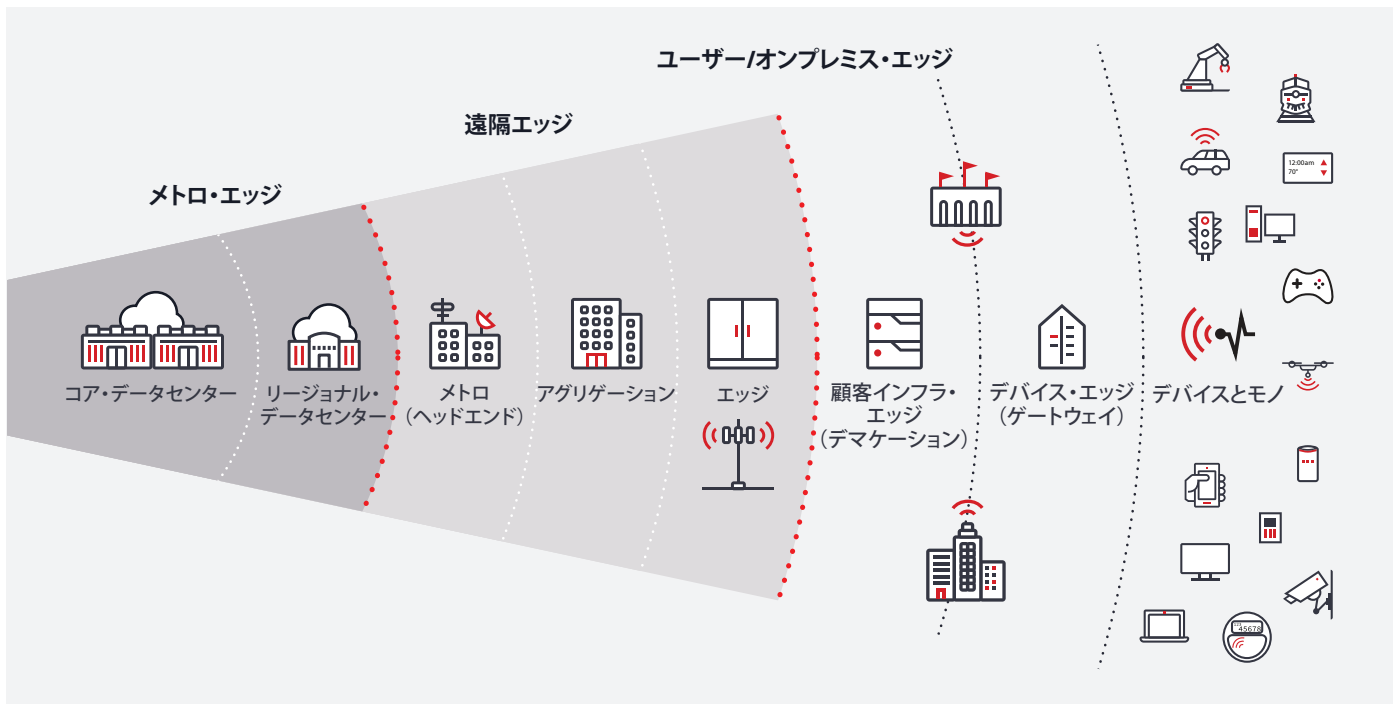
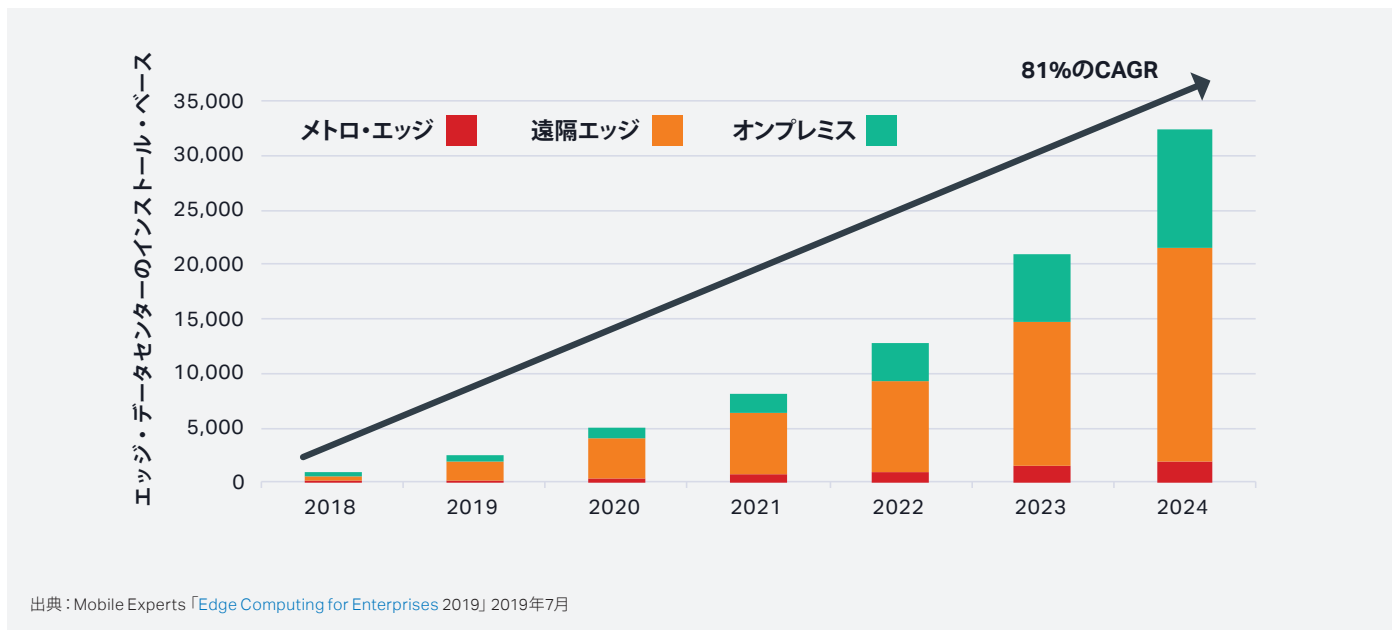


図2: エッジのロケーション

の登場により、複数のクラウド・プロバイダーやサービス・プロバイダーを広範にカバーするクラウド・リソースや、GCNやエンドユーザー自身が開発したソリューションを伝送できる能力を備えた、さまざまなエッジ・クラウド企業によるパートナーシップが生まれているため、これらの境界はあいまいになっています。

現在、世界には約1万のデータセンターが存在しています。エッジ・クラウドへ向かう動きが拡大していることから、メトロ/遠隔エッジ、ユーザー/オンプレミス・エッジのグループでは、新しいデータセンター・ロケーションが今後4年間で最大3倍に増えるという予想があります(図3参照)¹。



出典: Mobile Experts 「Edge Computing for Enterprises 2019」 2019年7月

図3: エッジ・コンピューティング・データセンターの成長

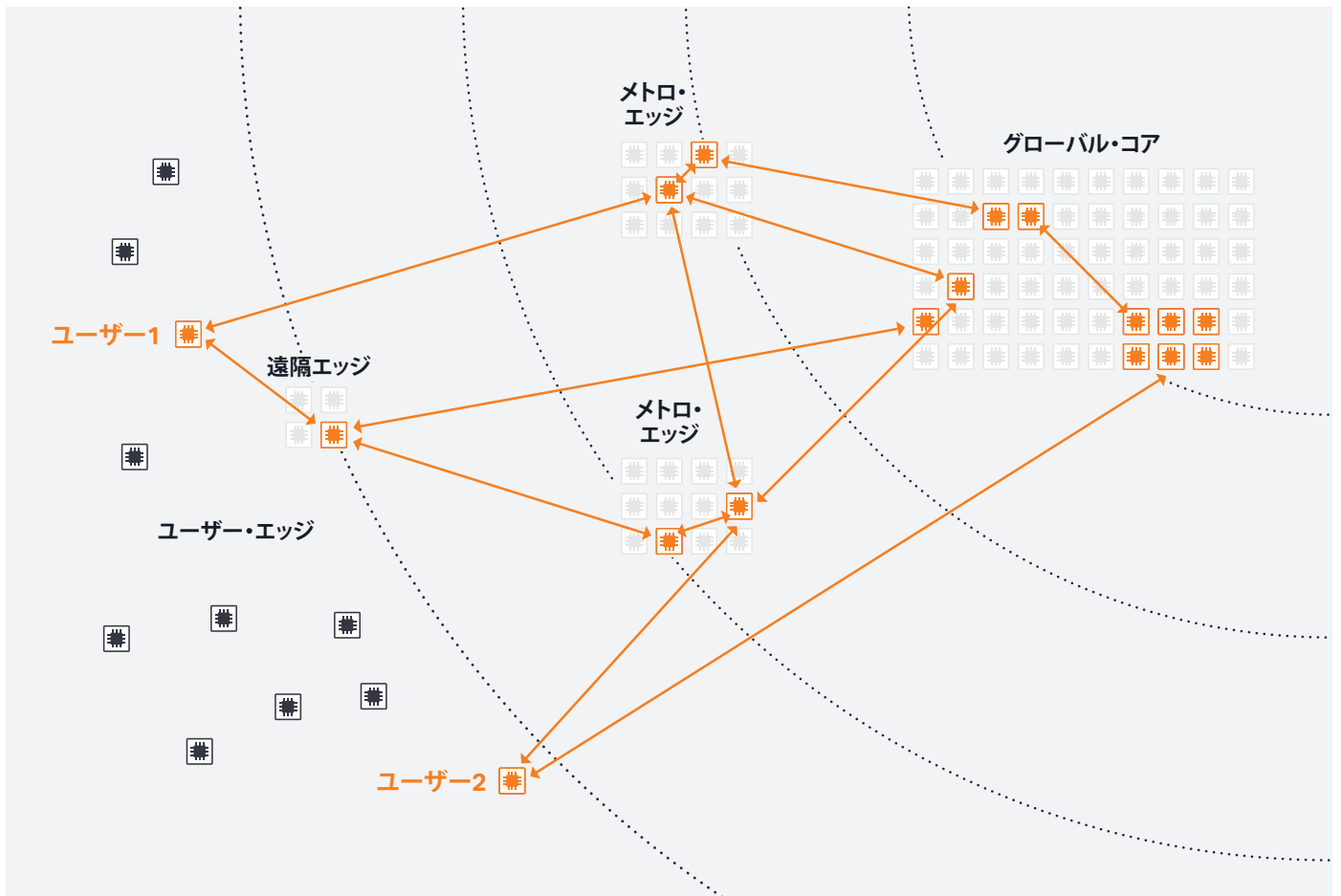


図4: エッジ・クラウドによって実現されるアプリケーションの動的な特性

これは、単に流動的なエッジのロケーションについての定義だけではなく、ネットワーク・エッジのアプリケーション特性が静的であるか動的であるかという点に関連しています。図4にある四角形は、エンドユーザー（企業ユーザーまたは消費者）のサポートを目的に存在していると考えられるアプリケーション、マイクロサービス、またはネットワーク機能のコンピューティング・リソースを表しています。ユーザー・アプリケーションは、そのアプリケーションが使用されるライフサイクルの間に、複数のエッジ・クラウド・ロケーションに置かれたコンピューティング・リソースを利用する可能性があります。また、さまざまなユーザーは、アプリケーション・セッションでQoE要件を満たすために必要なアプリケーションの特性やクラウド・リソースの利用可能性に応じて、遠隔エッジ、メトロ・エッジ、グローバル・コアのいずれかまたはすべてのロケーションにあるクラウド・リソースを利用する場合があります。これは、エッジ・クラウドをサポートする新しいネットワーキング要件を必要とするさまざまなエッジ・クラウド・ロケーション全体にわたり、アプリケーションがどう移動するかという動的な特性です。

エッジ・クラウド・プロバイダーとは？

アプリケーション開発者に加え、エッジ・クラウドを利用するハイパーオペレーター、GCN事業者、DCO、CSPなどのすべてのプロバイダーが、エッジ・クラウドの実現に向けて新しいビジネス関係を形成する必要があります。エッジ・クラウドの構築競争が拡大するにつれて、これらのエコシステム・プロバイダーには相互協力が求められるようになります。既にパートナーシップは出現しており、今後も継続していくはずで

以降のセクションでは、エッジ・クラウド（図5）を実現するために、さまざまなエッジクラウド・プロバイダーがデータセンター戦略をどのように変革するか予想します。

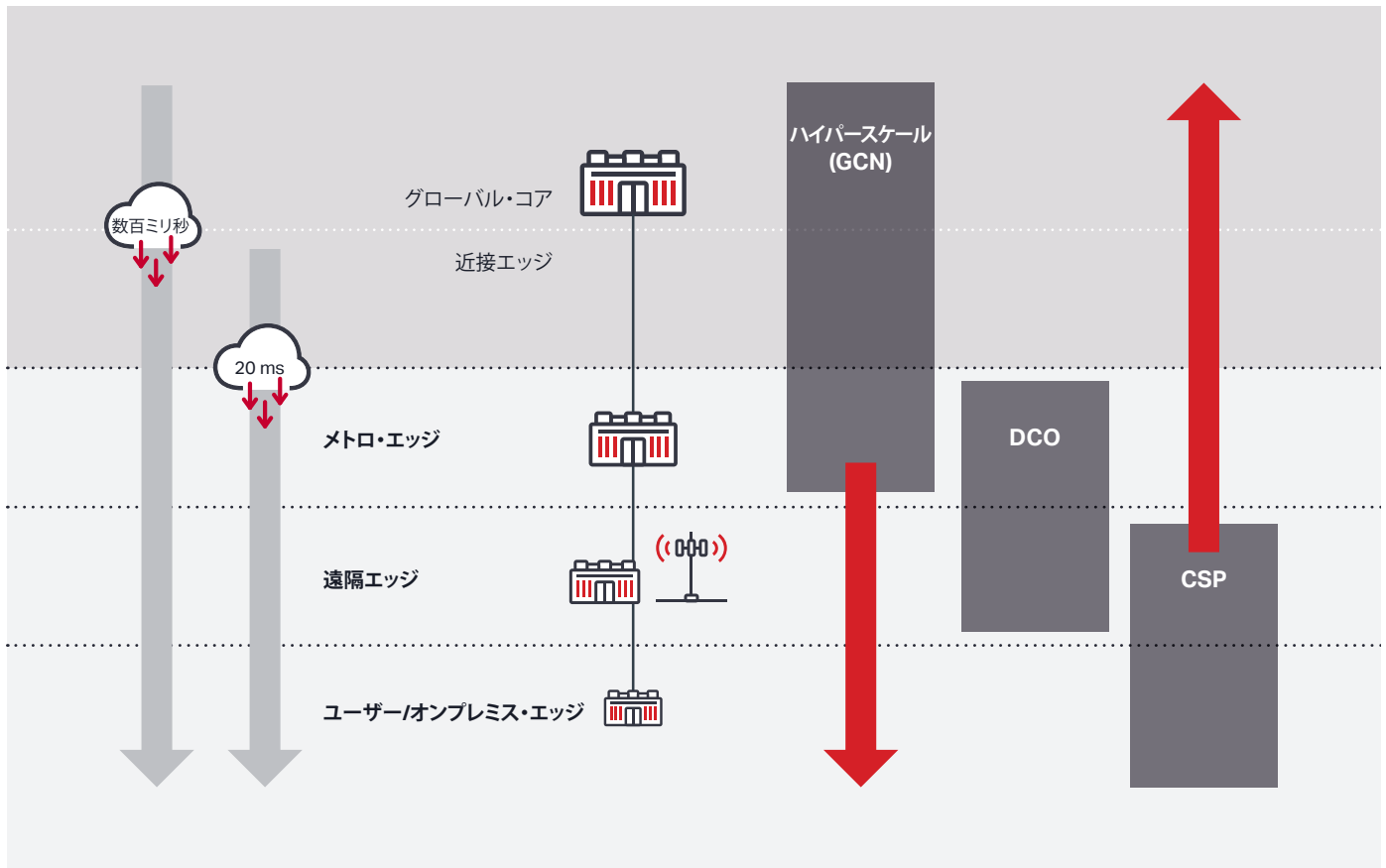


図5: エッジ・クラウド・プロバイダーとエッジ・データセンター・サイト

GCN: GCNは、分散化クラウド・アーキテクチャーの一環として、各種のハイパースケール・データセンター（グローバル・コア）を構築してきました。また、DCOとのパートナーシップを通じて、メトロの導入環境をネットワーク・エッジまで拡張しています。しかし、より分散化された、より低遅延のクラウド・サービスへ拡張するには、独自構築かこの分野で主流を占めるCSPとのパートナーシップにより、エッジの導入環境を遠隔エッジおよびユーザー/オンプレミス・エッジのロケーションまで拡張する必要があります。

GCNとCSPのパートナーシップは、AT&TとGoogle Cloud/Azureのパートナーシップ、VerizonとAWSのパートナーシップの例に見られるように既に始まっています。エッジ・クラウド・サービス利用の動的な特性に起因して、GCNは、自社が提供するアプリケーションがエッジ・クラウドで実行される状況下において、DCOとCSPのネットワークがエッジ・クラウドに対する認識を大幅に高めることに期待するはずでず。たとえば、GCNが自社のクラウドでOTTビデオ・サービスをストリーミングする場合、一貫したビデオ・ストリーミングQoEを利用者に提供するために、CSPから十分なネットワーク・リソースを調達できるという点を理解しておく必要があります。

DCO: DCOは、企業顧客によるデータセンター・インフラのアウトソーシング、クラウド・プロバイダーへの設置場所と電力の提供、コンテンツ・プロバイダーとクラウド・プロバイダーへの相互接続の提供を実現するために、メトロ・ロケーションに膨大な数のデータセンターを構築してきました。DCOの最大の収益源は不動産、電力、接続性ですが、ビジネスの価値と利益幅を高めるには、クラウド・スタックのより上位層に移行しなければならないことを認識しています。DCOは、今後もエッジ・クラウド拡張で重要な役割を果たすでしょう。

CSP: CSPは、現在、エンドユーザー（企業または消費者）への接続とインフラの提供において圧倒的なシェアを占めており、この実現のために長年にわたって数多くの電話局とヘッドエンドを構築してきました。また、CSPはエンドユーザーに近接するエッジ・アーキテクチャーの社内ネットワークを仮想化しています。前述のように、CSPは、GCNとの新たなパートナーシップを模索しており、自社のエッジ・クラウド・ロケーションからGCNが提供するアプリケーションまでの接続、およびその逆方向の接続を提供する、基盤となるネットワーク・リソースに関心を持ち始めています。

エッジ・クラウド・サービスを提供するための要件

エッジ・クラウドの動的な特性により、エコシステムのさまざまな企業は、別の角度からネットワークを考える必要があります。エッジ・クラウドの導入を成功させるために、GCN、DCO、CSPは、ネットワークが直面する要件とその対処方法を理解しなければなりません。エッジ・クラウド・ネットワークの主要な要件は、以下のとおりです。

1. アプリケーション 認識: アプリケーション・ネットワークにより、クラウド・サービスとアプリケーションの次世代ネットワーキング・アプローチが規定されます。現在、GCNが主に運用およびホストしているアプリケーションは、物理インフラから抽象化された仮想インフラで実行されています。地理的に分散されたエッジ・コンピューティング・リソース全体でネットワーク・アプリケーションを効率的に運用するには、アプリケーションと物理的なインフラ・ネットワーク（オーバーレイとアンダーレイ、図6参照）が特性と要件を認識し合うことが必要です。

2. ネットワークとアプリケーションのワークロードの可視性と配

置: ネットワーク・エッジで動的な需要を満たすには、アプリケーション・プロバイダーとネットワーク・プロバイダーの双方がインフラ・レイヤーとアプリケーション・レイヤーで可視性を大幅に向上させて、輻輳が起きている箇所と問題が予想される箇所を調べる必要があります。すべてのレイヤーとマルチベンダー環境で、このレベルの可視性をサポートできなければなりません。

3. セキュリティー: アプリケーションの分散化と動的な特性が進行しているため、一貫したセキュリティー体制を維持することが次第に煩雑化しています。クラウド・リソースとアプリケーションがデータセンターに一元化されていれば、企業は、セキュリティーを技術的にも物理的にもより容易に標準化することができるでしょう。エッジ・クラウド・アプローチでは、新しいゼロトラスト・セキュリティー・モデルと物理的なセキュリティー・パラメーターに取り組むことをエコシステムに要求することによって複雑さが大きく増大しますが、これは広範に分散されたエッジ・データセンターのロケーション数が3倍以上に増えるためです。

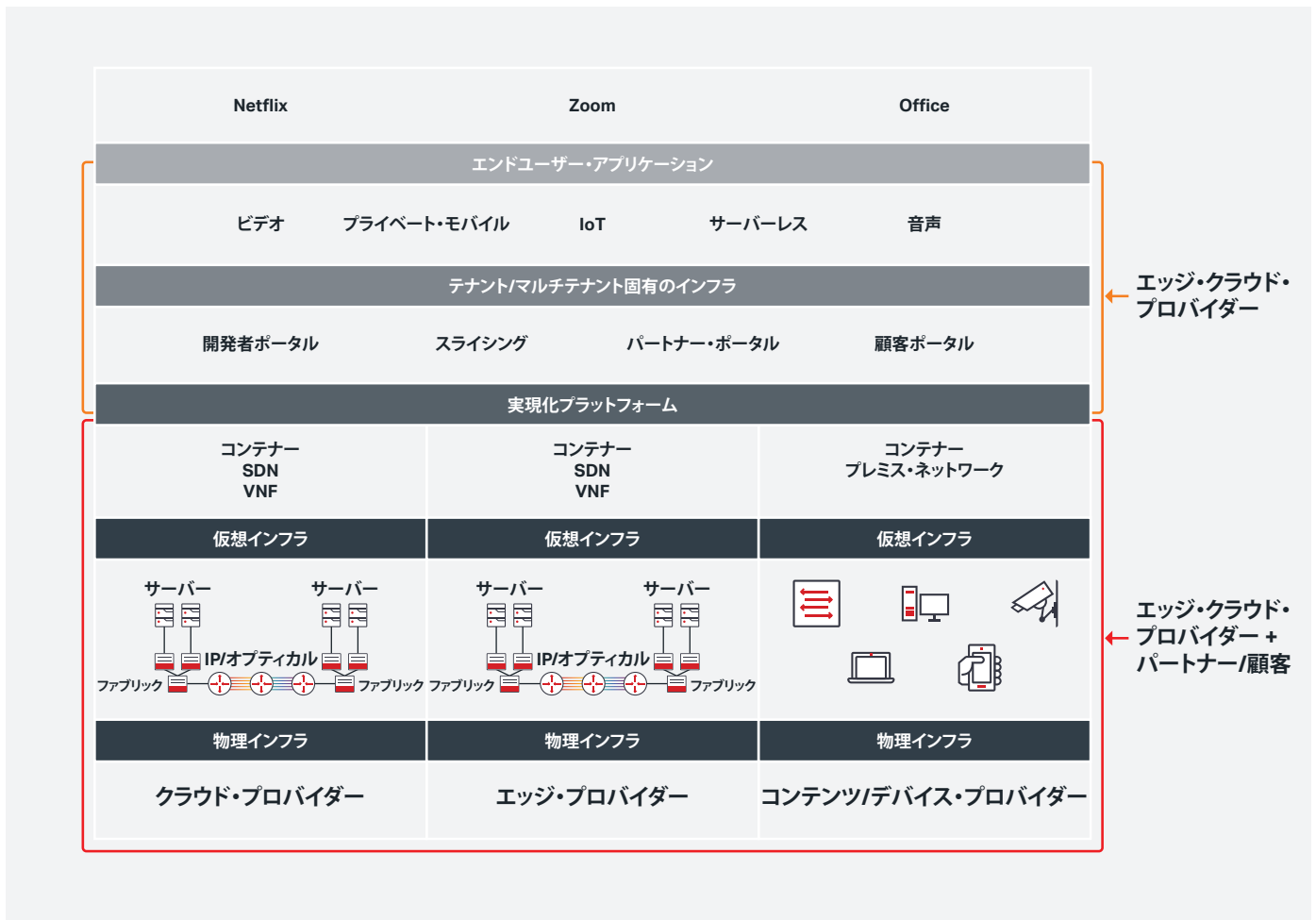


図6: エッジ・クラウド・エコシステムのコンポーネント

4. **分析:**リアルタイム・データは重要なビジネス資産です。また、データ・プールは、特にIoTデバイスの増加によってエンドポイントから収集されるデータ量が増えるため、今後も成長し続けるでしょう。データ分析は、次の2つの観点から考える必要があります。

- 移動中のデータの分析 – データのリアルタイム/ほぼリアルタイムの取得と分析。重要なメタデータはストレージの目的でノースバウンドに送信され、この処理はエッジなどのソースに近いところで実行されます。
- 保管データ – データは他のデータセットと統合/融合され、集中型データセンターでさまざまなビジネス・インテリジェンスのために分析されます。

ただし、データは分析して実施可能なインサイトを提供し、その結果を運用化しない限り、役に立ちません。変化するエッジ・アプリケーション需要を理解して、ネットワークとアプリケーションのパフォーマンスを向上させるために、AI、機械学習 (ML)、分析ツールは極めて重要です。

5. **エッジ・データセンター・ネットワーク内/間で拡張可能な容量:**

エッジ・コンピューティングの導入により、エッジ・データセンターと中央のクラウド内とその間で、常時稼働と高パフォーマンスのアプリケーションに対する新たな期待が生まれています。ネットワークのメトロ部分のトラフィックはコアよりも早く成長すると予想されており、エッジでの広帯域計算のコンピューティングの導入によって、この傾向に拍車がかかるはずです。このようなコアからメトロへ容量が逆転することにより、エッジ・データセンター内とエッジ・データセンター間で、中央のクラウドへの継続的な接続に加え、拡張可能なパケット・オプティカル・インフラの必要性が生じます。

6. **インテリジェントなエッジ・クラウド・オーケストレーションと自動化:**

動的なアプリケーションの需要と要件を満たすと同時に、エッジ・クラウドの使用率を最適化するには、インテリジェント自動化、つまりネットワークとエッジ・クラウドの俯瞰的な表示が必要です。オーケストレーションの個別のインスタンスは、クラウド/エッジの仮想化、プラットフォーム、インフラ、アプリケーションを横断して動作し、さまざまな条件に基づいて適切なエッジ・クラウド・ホストにアプリケーション・コンポーネントを配置して、相互接続します。配置先を決める条件には、エンドユーザーのロケーション、アプリケーション・リソース、QoS、サービス仕様、ホストの能力/容量/コスト/可用性、ネットワークの容量とパフォーマンス、事業者、規制、テナント、その他の制約事項が含まれます。多くの顧客に対応する集中型クラウドとは異なり、エッジ・アプリケーションは、はるかに少ない顧客に特化しており、リソースが限られている環境でローカルのすべての顧客の要件に動的かつ自動で瞬時に対応する必要があります。

7. **マルチテナント向けのエッジ・クラウド・スライシング:** ネットワーク・プロバイダーがエッジ・クラウドによって得られる機会の1つとして挙げられるのは、エッジ・データセンター内とエッジ・データセンター間で、各テナントにそれぞれに異なるクラウド・リソースとネットワーク・リソースを動的に割り当てられることです。エッジ・クラウド・スライシングとも呼ばれるこの機能により、各テナントのアプリケーションとSLAの要件に基づいて、エンドツーエンドのコンピューティング、ストレージ、ネットワークのリソースをエッジに提供することができます。

What is Edge Cloud?



エッジ・クラウドを実現するためのAdaptive Network™アプローチ

エッジ・プロバイダーの重要な課題は、使用ピーク時にエッジ・クラウド・データセンター用のネットワークとアプリケーションのリソースを効率的かつインテリジェントに管理することです。CienaのAdaptive Networkビジョンは、エッジ・クラウド用のフレームワークを提供します。このフレームワークにより、プロバイダーは連携しながら、日々賢さと俊敏性を向上させ、負荷への動的な対応を可能にするスケーリング能力を備えたエンドツーエンド・ネットワークを実現することができます。

Adaptive Networkにより、エッジ・クラウド・プロバイダーは既存のインフラを最適化できるようになり、新しいテクノロジーと手法を組み合わせて、エッジ・クラウドの新たな要件に対応できます。Adaptive Networkは、プログラマブルなインフラストラクチャー、分析とインテリジェンス、ソフトウェア制御と自動化、サービスの4つの基本的なエレメントを基盤とします。これらのエレメントは、ネットワークとビジネスの成果を別々に向上することもできますが、それらを連携させることでその成果を何倍にも向上させることができます。

プログラマブルなインフラストラクチャー: プログラマブルなエッジ・パケット/オプティカル・インフラストラクチャーは、共通のオープン・インターフェイス経由でアクセスおよび構成され、高い拡張性を備えて高度に機能化されています。また、ネットワーク・パフォーマンスのリアルタイム・データをエッジ・クラウドのアプリケーション・レイヤーにエクスポートする機能も備えています。リソースを調整して、必要に応じてアプリケーション・レイヤーの需要を満たすことができます。これは、アプリケーション認識型ネットワークを実現し、エッジ・クラウドデータセンター間とエッジ・クラウドデータセンター内でエッジ・クラウド・ファブリックを相互接続するための拡張性を提供する鍵となります。また、インフラ・レイヤーのネットワーク・スライシングは、さまざまなクラウド・プロバイダーとアプリケーション・オーバーレイに対するエッジ・クラウド・マルチテナント・サービスを実現するうえで極めて重要です。

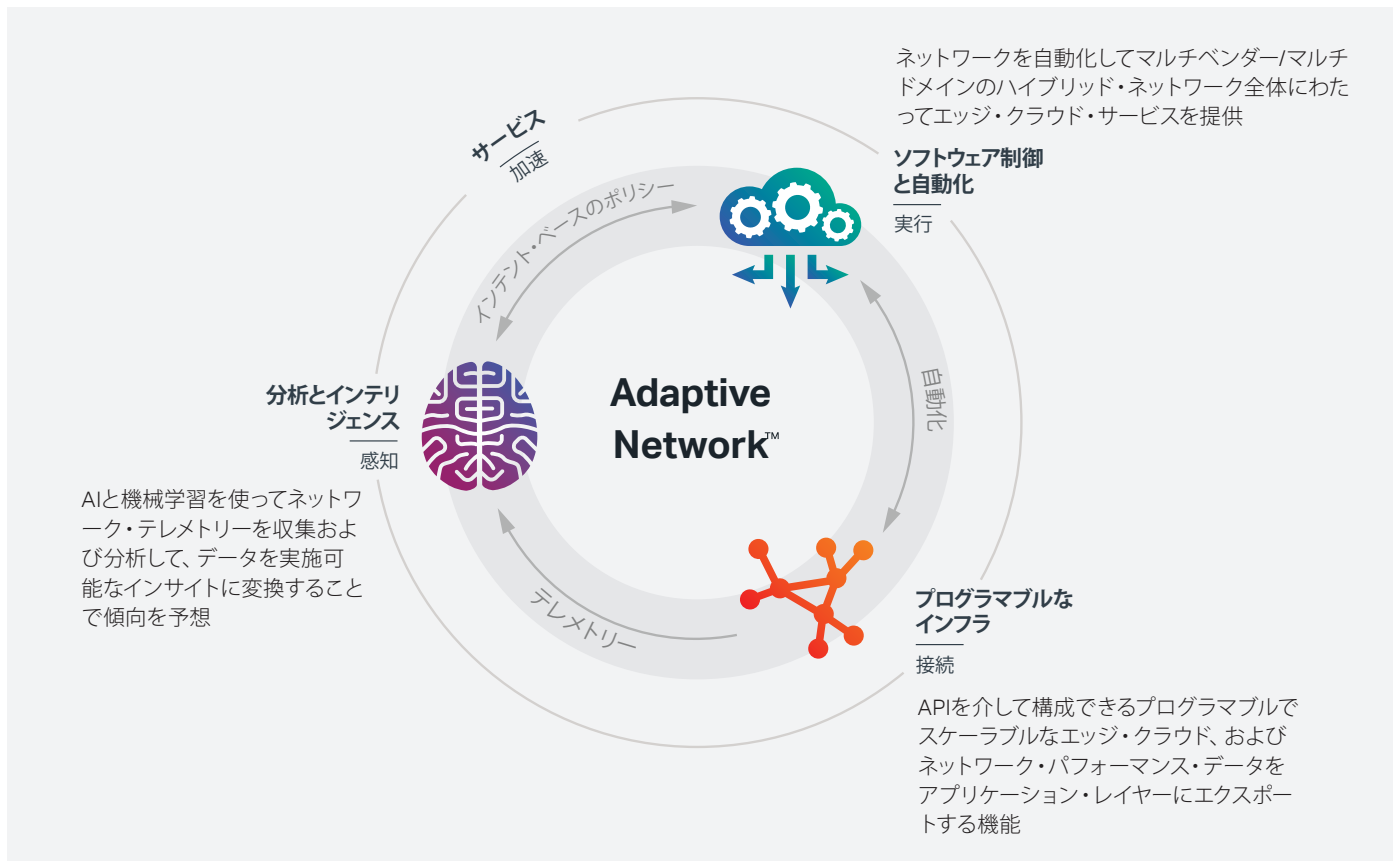


図7: Adaptive Network: エッジ・クラウドを実現するためのフレームワーク

分析とインテリジェンス: エッジ・クラウドは、クラウド・コンピューティングと運用の手法を拡張したものであり、基盤となるリソースから取得した膨大な量のテレメトリー/主要パフォーマンス指標 (KPI) ストリームの情報に基づく自動化に大きく依存します。また、アプリケーション認識と自動化も、AIを使ったネットワーク、サーバー、仮想化(コンテナ)リソースの収集と分析、および大量のデータを実施可能なインサイトに変換して傾向を予測する機能に大きく依存しています。これらのインサイトを活用することにより、エッジ・アプリケーションのニーズを安全かつリアルタイムに感知して適応するアプリケーション認識型ネットワークが実現されます。

ソフトウェア制御と自動化: エッジ・クラウド・ワークロードの配置を自動化することでアプリケーションの需要にほぼリアルタイムで対応することは、エッジ・クラウドの主要な制約と目標に対応するうえで極めて重要です。プロバイダーは、SDN、NFV、オープンAPIを実装することにより、ネットワークのエンドツーエンドの管

理、セキュリティ保護、自動化の作業を単純化し、エッジ・クラウド・サービスをマルチベンダー/マルチドメインのハイブリッド・ネットワーク全体に提供できるようになります。

サービス: プロバイダーが自社に最適なエッジ・クラウドの戦略とアーキテクチャーを決定し、ネットワークを構築、運用して、継続的に改善し、Adaptive Networkへの移行を加速するには、テクニカル・サービスとプロフェッショナル・サービスの存在が不可欠です。

Adaptive Networkビジョン
詳細を見る



まとめ

本書でご紹介した例は、エッジ・クラウドの導入と分散クラウド・アーキテクチャーへの変革の初期の段階です。エッジは、特定のデータセンター・ロケーションと捉えるべきではなく、QoEに対する期待度やリソース要件/特定のアプリケーションの利用可能性に応じて、任意の数のロケーションに存在することになります。アプリケーションのロケーションは、そのライフサイクルの間に異なるエッジ・データセンターに変更される場合があるため、ネットワーク・エッジのロケーション間のワークロードを自動化すると同時に、エッジ・データセンター内とエッジ・データセンター間および中央のクラウドへのインフラをインテリジェントにスケーリングするニーズが高まっています。

GCNIは、集中型パブリック/ハイブリッド・クラウド・モデル内でスケーリングできることを既に実証していますが、分散エッジ・クラウド・モデルに移行するには、DCOとCSPとパートナーシップを結んで、エンドユーザー付近にあるそれらの広範なインフラと環境を活用する必要があります。分散エッジ・クラウド・モデルが最大限に可能性を発揮するためには、新しいネットワーキング要件に対応する必要があります。特に注意すべきは、ネットワーク・レイヤーがアプリケーション・レイヤーにおいて変化するダイナミクスを認識し続ける必要があると同時に、クラウド・スタックのアプリケーション・レイヤーがすべてのネットワーク・レイヤーにわたってリソースを動的に認識する必要があるということです。

CienaのAdaptive Networkソリューションは、現在、世界最大規模のデータセンター間アーキテクチャーとクラウド・アーキテクチャーのいくつかで極めて重要な役割を担っています。グローバルDCIとメトロDCIの両方の市場でNo.1のシェアを持つCienaは、クラウド市場とDCI市場の豊富な経験とリーダーシップをエッジで活かすことができる優位な位置に立っています。Adaptive Networkは、さらに全エッジ・エコシステム・プロバイダーが利用できるフレームワークを提供しています。動的なエッジ・クラウド・モデルの課題を解決し、高度にプログラマブルでスケーラブルなインフラ、分析、自動化を活用することで、ネットワークとアプリケーションのクラウド・リソースを動的にスケーリングして、エンドユーザーの期待に応えることができます。Adaptive Networkフレームワークに準拠することで、エッジ・クラウド・モデルのパフォーマンスをスケーリングし、変化し続けるネットワーク・エッジの需要に容易に対応することができます。

🔍 この内容は役に立った

はい

いいえ