



■ EANTC ■

EANTC による Cisco の CloudVerse
アーキテクチャの独立テスト

パート 2: クラウドインテリジェント
ネットワーク



LIGHT READING による序文

IPv6については、新しいものではありません。ネットワーク機器プロバイダとサービスプロバイダは、何年もの間、IPv4から移行する準備をしてきました。しかし、今、IPv4アドレスの枯渇は現実であり、企業とサービスプロバイダは、自分たちがどのように自らを移行するか、また顧客のために何ができるかを表明しなければなりません。（「LR Live:IPv6 Transition Decisions Loom」参照）

その移行にはIPv4トラフィックとIPv6トラフィックを同時にサポートすることが含まれ、ある場合においては、移行方法としてキャリアグレードのネットワークアドレス変換（NAT）を使用します。ますます多くの企業がクラウドサービスに移行するにつれ、最も大切な事業を預けるサービスプロバイダが、ネットワークに関して現実的なプランがあることについて、企業は確信を持てる必要があります。

私たちは、IPv6への移行と、過去数カ月に関与した懸案事項のいくつかの側面を取り上げました。

IPv6のセキュリティ：知っておきたい5つの事柄

- IPv6のたちの悪い側面：キャリアグレードNAT
- LR Live:IPv6の真実の論理的根拠
- Ciscoからサービスプロバイダへ：IPv6へ移行しよう
- ついにIPv6の出番か？
- IPv6グローバルイベントが現実になる
- IPv6への移行

Ciscoは、他のベンダーと同様に、確証を求めています。つまり、サービスプロバイダがIPインフラストラクチャの未来に関する計画を整えていることを自信を持って公言するために必要ないくつかの要素をCiscoが持っているという確証です。この部分におけるCiscoクラウドメガテストのセクションを以下に紹介します。ここでは、IPv6に移行しながら、ネットワークコアとデータセンターをいかに拡大縮小できるかについて、オペレータに対して正面から強調されています。

- ステートフルNAT64のパフォーマンス
- IPv6ラピッドデプロイメント（Rapid Deployment: RD）のパフォーマンス
- IPv6デュアルスタックのパフォーマンス
- ネットワークポジショニングシステム（Network Positioning System: NPS）
- クラウドのDHCPv6
- 結論：クラウドインテリジェントネットワーク

目次

Light Reading による序文.....	2
ステートフルNAT64のパフォーマンス	2
IPv6ラピッドデプロイメント（Rapid Deployment: RD）のパフォーマンス	4
IPv6デュアルスタックのパフォーマンス.....	5
ネットワーク計画ソリューション（Network Planning Solution: NPS）	6
クラウドのDHCPv6.....	7
結論：クラウドインテリジェントネットワーク	10

EANTC について

EANTCは1991年に設立された独立系のテスト研究室であり、ドイツのベルリンを拠点として、サービスプロバイダ、政府、大企業のためにベンダー中立の概念実証 / 承認テストを実施しています。EANTCは、オンライン出版と相互運用 / サービスプロバイダを対象に、2000年度初頭からデータセンターソリューションをテストしてきました。

本プログラムにおけるEANTCの役割は、テストの主題を詳細に定義し、Ciscoとコミュニケーションをとり、テスト機器ベンダー（Ixia）と連携し、Ciscoのサイトでテストを実施することでした。EANTCのエンジニアは結果を広範囲にわたって記録しました。Ciscoはその製品に、契約で定義され、制御された環境での厳格なテストを受けさせました。この独立したテストに関して、EANTCはLight Readingのみに指示を仰ぎました。Ciscoテストは個々のレポートを発表前にレビューしていません。Ciscoは全体としてのテスト結果の発表を拒否する権利を持っていましたが、個々のテストケースを拒否する権利は持っていませんでした。

Carsten Rossenhövelは、ベルリンの独立テスト研究室、European Advanced Networking Test Center AG（EANTC）の常務取締役です。EANTCは、メーカー、サービスプロバイダ、政府、大企業のためにベンダー中立のネットワークテストサービスを提供しています。Carstenは、EANTCのメーカーテスト / 認証グループと相互運用テストイベントを指揮しています。彼はデータネットワークとテストで20年を超える経験を持っています。

EANTCのJonathan Morinはプロジェクトを管理し、各種ベンダーと連携し、記事を共同執筆しました。

ステートフルNAT64のパフォーマンス

要約：4つのCGSEカードを搭載したCiscoのCRS-1は、毎秒400万回の変換速度で、IPv6トラフィックをIPv4トラフィックに正常に変換しました。同じシステムは毎秒78.4Gbitまでスケールアップされ、合計67,107,840回変換で、ほとんど損失がありませんでした。

業界がかつてないほどにIPv6を受け入れている今でも、IPv4サービスはすぐにはなくなると考えられています。インターネットはIPv4アドレスがこの先何年も使用されることを示す明らかな例です。クラウドアプリケーションもこのアドレスを使用します。

データセンターではさまざまなIP移行戦略が作成とられるはずですが、IPv4ベースの顧客とIPv6ベースの顧客の両方にサービスを提供することは間違いなさそうです。長期戦略にはデータセンター全体のネイティブIPv6が含まれますが、短期では完全なIPv6戦略は実用的ではないかもしれません。

このような理由から、サービスプロバイダとクラウドパートナーは、IPv6ユーザからIPv4サービスへのネットワークアドレス変換（NAT64）のデプロイメントを必要とするはずですが、ある企業が、まったく新しい巨大なオフィスを建築しており、一意のIPアドレッシングを利用しようとしていると考えてみましょう。キャリアは、この大胆な顧客に、内部のホストとサーバに使用するためのIPv6アドレスを提供することができます。インターネットとコミュニケーションする目的では、現時点では依然としてIPv4が優勢で、キャリアは、データグラムをインターネットに送信する前

に、IPv6 アドレッシングを IPv4 に変換するための NAT64 デバイスを顧客とサービスの間のどこかにインストールすることができます。もう一つの例は、クラウドサービスも含め IPv4 サービスへのアクセスを依然として計画する顧客に IPv6 を利用したモバイルサービスを全体的に展開することです。

Cisco は、大規模なスケールで、IPv4 サービスを IPv6 顧客これらのシナリオへの準備が出来ていると主張しました。Cisco のステートレス NAT64 の機能に関してはすでに報告しているので、私たちはこの機会を利用して、ステートフル NAT64 のパフォーマンスに対する Cisco の主張を検証しようと思えます。4 つのキャリアグレードサービスエンジン (Carrier-Grade Services Engine : CSGE) モジュールをシングル CRS-1 に置くことで、毎秒 400 万回の変換速度で、NAT64 変換を 6000 万回までスケールアップできるでしょう。その間ずっと、最大 80Gbit/ 秒のデータが転送されています。

すべてのキャリアがこのパフォーマンスを必要とするでしょうか？ おそらく、すぐにはそうはならないはずです。しかしながら、大型のコアルータを購入するキャリアは、そのかなりの経済的投資を長い間使用できるのか知りたいと思っています。

規模を考慮して、メトリック別の検証を試行しました。この「分割統治」手法をもってしても、NAT のテストは複雑になります。Cisco は、NAT64 実装が受信した IPv6 要求にマッピングする IPv4 アドレスの選択はランダムに行われると説明し、それを示しました。6000 万回のマッピングのためのテスターを手動で構成しているところを想像してください。受信した 6000 万すべての要求に IPv4 アドレスが無作為に与えられます。明らかに、これは間違った方法でした。

私たちが考慮した 1 つの代替案は、Ixia の IxLoad アプリケーションを利用してステートフルトラフィックを使用することでした。しかしながら、最大 6000 万セッションをエミュレートするとしたらかなり高性能なテスト機器を大量に必要としたはずでした。これも、実行可能な選択肢ではありません。私たちが使用したソリューションでは、Ixia の IxNetwork でステートフルトラフィックを生成し、ステートフルセッション (TCP SYN/ TCP ACK) をエミュレートするように適切な TCP フィールドを設定しました。Cisco の実装では受信した IPv6 要求に TCP ポート番号と IPv4 アドレスが無作為に割り当てられるため、CRS-1 上のリソースのプール全体を単純に枯渇させる計画を立てました。この方法により、どのアドレスとポートが使用されるか予測することができました。結局は全部が使われますが、目が回ってきたあなたには、次の図が役に立つと思います。要約すると、私たちは 1,024 個の IPv6 アドレスからクライアントトラフィックを送信しました。そのそれぞれが 65,535 回の TCP セッションを開きました。実際、CRS-1 上で合計 67,107,840 回の変換が記録されました。それと引き換えに 960 個の IPv4 アドレスすべてに宛ててトラ

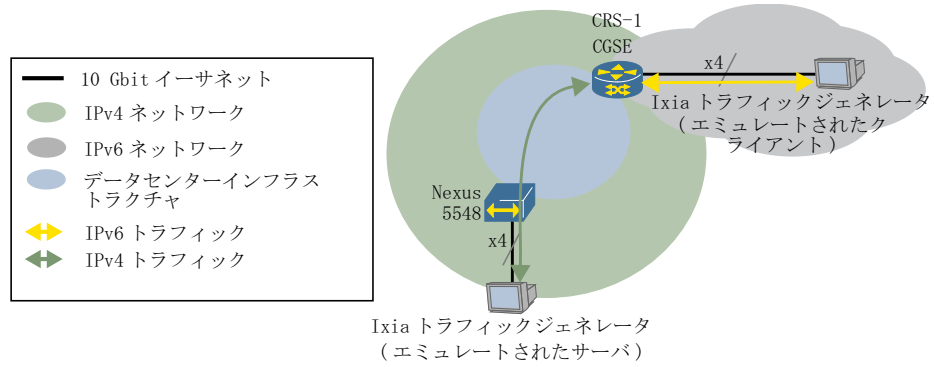


図 1: NAT64 トラフィックフロー

フィックを送信しました。CRS-1 プールで構成されたとおり、それぞれに 65,535 すべての TCP ポート番号が付きまます。4 つの 10Gbit イーサネットリンク全体で、すべてのトラフィックが IMIX フレームサイズ、すなわち 122:7、512:4、1500:1 (IPv4 側では 122 の代わりに 106 が使用されました) を使用しました。レートはクライアント宛に 38.4Gbit/ 秒で、サーバ宛に 40Gbit/ 秒でした。構成の事前段階が完了し、動作が確認されたとき、私たちは安堵のため息をつきました。

正式にテストの実行を始めると、ほんの小さな損失が記録されました。IPv6 のエミュレートされたクライアントから IPv4 のエミュレートされたサーバに向けて構成された 16 のフローの 8 番目に 0.002% の損失が発生しました。その他の 4 つのフローには何の損失もありませんでした。戻り方向ではどのフローにも損失が観察されませんでした。67,107,840 回ではなく、60,000,000 回変換だけテストする計画だったことを考慮すると、この損失は非常に微々たるものと考えられました。私たちはまた、CRS-1 のコマンドラインインターフェイス (CLI) を利用して、予想したすべての変換が巨大な変換テーブルに現れたことも確認しました。遅延も測定しました。CRS-1 により行われる変換作業を考慮すると、最大遅延値はそれほど驚くべき数値ではありませんでした。しかしながら、概して、遅延にはテストベッドの他の 7 つのデバイスも含まれたことを考慮すると、平均的な遅延は非常に低い数値でした。

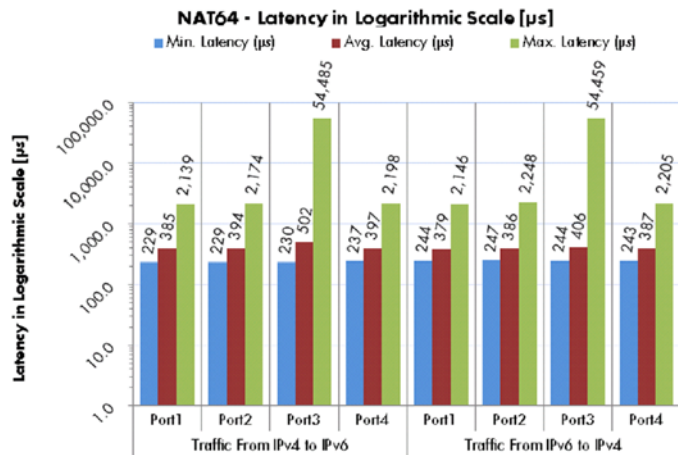


図 2: NAT64 遅延 (67,107,840 回変換時)

次はパフォーマンスでした。ハードウェアでこれらの変換をどのくらい速く構築できるでしょうか？私たちのテスト方法論が証明されたので、CRS-1上のNATテーブルを安心して消去しました。それを行った後に、すべてのフレームサイズを150バイトに下げました。それにより、フレームレートを毎秒400万フレームに増加できます。4つの10Gbitイーサネットポートのそれぞれで毎秒100万フレームです。テストに現実性を付加する目的で、TCPポートをIPv6フローに無作為に割り当てるように（順次的にならないように）IxNetworkを構成しました。ただし、これには、ポートの合計数を13,824回に下げ、変換の数を合計で56,622,848回にする必要もありました。テストは損失なしで20分間実施されました。

いくつかの複雑な構成で長い夜を何夜か過ごした後、レート、変換キャパシティ、CiscoのNAT64ソリューションのスループットを検証できるテストをやっと確立しました。感動的でした。

IPv6 ラピッドデプロイメント (RAPID DEPLOYMENT : RD) のパフォーマンス

要約：カスタマネットワークを迅速に移行するために、CiscoのCRS-1は、100万回のIPv6 RDトンネル全体に79.6Gbit/秒を転送しました。

IPv4からIPv6への移行を簡素化するためにいくつかの技術が設計されています。「正しい」技術はユースケースによって変わりますが、多くの場合、1つのより単純な質問に要約されます。それは、ネットワークのどの部分がIPv4ベースになり、どの部分がIPv6ベースになるかということです。？私たちはCiscoのステートフルNAT64のパフォーマンスを報告し、IPv4エンドポイントがIPv6エンドポイントと通信しているときに必要な技術の利用について文書化しました。新規の顧客がIPv6アドレスによるIPv6ベースのサービスへアクセスしようとしているときに、IPv4アクセスネットワークに接続している場合はどうなるでしょう？このようなシナリオは頻繁に発生すると予想されており、IETFはIPv6ラピッドデプロイメント(IPv6 Rapid Deployment: IPv6 RD)のための技術を定義しました。この技術はかなり単純です。IPv4ヘッダでIPv6パケットをカプセル化します。制御プレーンには必要ありません。これは、ゲートウェイルータがカスタマ側でIPv6 RDを実装し、これらのIPv6 RDトンネルがプロバイダのネットワークのより強力なプラットフォームに集まるという考えです。プロバイダのネットワークはIPv4のカプセルからパケットを取り出し、そのIPv6宛先に基づいて送信できます。

これは次のことを意味します。IPv4ネットワークには付加的なオーバーヘッドがあり、使用されるゲートウェイには依然としてIPv4アドレスが与えられるはずですが、しかしながら、それによりオペレータは、アクセスまたはアグリゲーションネットワークがIPv4ベースのところでも、IPv6デプロイメントを立ち上げることができます。それ故、「Rapid Development (速いデプロイメント)」なのです。

Ciscoによると、同社はどのような移行シナリオでも顧客を支援できるように準備したいということです。そのため、IPv6 RDを含める必要がありました。私たちは、CRS-1を利用してすでに作成した、4つのモジュールを搭載し、4 x 10 Gbitイーサネットインターフェイスで接続した同じ設定を利用して、再び、ラインレートに到達しようとしたのですが、もっと興味深い問題は、いくつかのレジデンシャルゲートウェイに

拡大できるかということでした。Ciscoは100万トンネルも問題ではないと主張しました。それだけの数のレジデンシャルユーザをテストする目的で、IxNetworkを実行するIxia機器を利用してそのようなユーザをエミュレートしました。4つの物理ポートに均等に分配された100万のレジデンシャルゲートウェイの背後で、1000万のユーザをエミュレートしました。各ゲートウェイの背後に10ユーザです。

このような1000万ユーザと20,000台のエミュレート

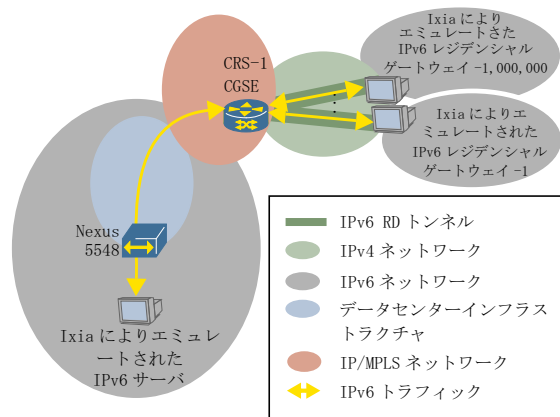


図3: IPv6 RD テスト設定

されたIPv6ベースのサーバの間で、双方向トラフィックをペアで送信しました。使用したIMIXフレームサイズは、122:7, 512:4, 1500:1です。IPv6 RDカプセル化により発生したオーバーヘッドを説明する必要があります。そこで、IPv6インターフェイスのデータレートに注目しました。CiscoのNexus 5548を介して接続された、これらのネイティブIPv6インターフェイスは、フルで10Gbit/秒を送信し、それぞれ9.9Gbit/秒を受信しました。合計で、79.6Gbit/秒のトラフィックを生成しました。Ciscoにとってよい知らせは、フレームの損失がなかったことでした。カプセル化/カプセル除去を考慮すると、遅延の記録にも関心がありました。ステートフルではないため、NAT64の遅延よりも低くなることを予想しました。結果を以下に示します。

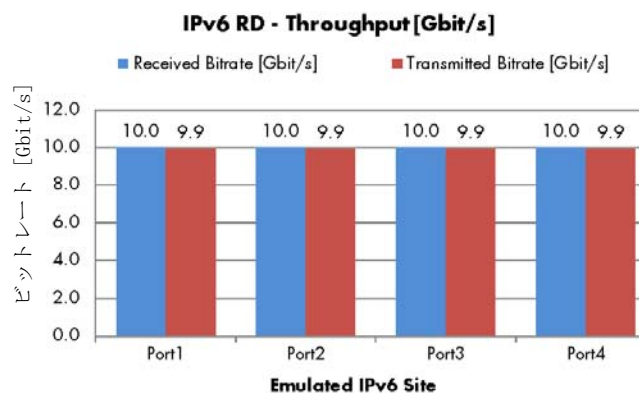


図4: スループット結果

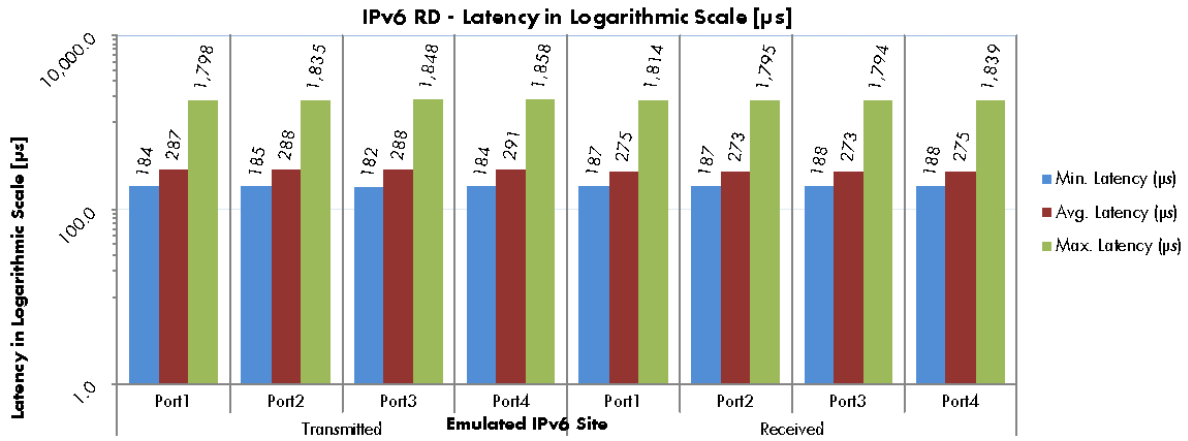


図 5: 遅延結果

何の問題も見つからず、Cisco は、オペレータが IPv6 を迅速にデプロイメントし、カスタマを 100 万に拡大し、そのカスタマのそれぞれの潜在的な複数のユーザが同時に通信するように同社が支援できることを証明しました。

IPv6 デュアルスタックのパフォーマンス

要約 :Cisco のコアインフラストラクチャとデータセンターインフラストラクチャは正常に、1つのパケットも損失することなく、IPv4 と IPv6 が 50% ずつの双方向デュアルスタックトラフィックを 96Gbit/秒で送信しました。

オペレータは明らかに、1日ですべてのインフラストラクチャ全体で IPv6 を有効にすることはできません。しかしながら、主要なキャリアはどこも、いつの日か、インフラストラクチャ全体で IPv6 を有効にするという最終目標を持っていると見て間違いなさそうです。NAT64 や IPv6 RD のような技術は、IPv4 と IPv6 のネットワークを縫い合わせ、トンネル化することで移行プロセスを簡素化します。ただし、多くのオペレータは IPv6 をどこでもサポートするだけでなく、IPv4 もどこでもサポートする計画を立てています。

IPv4 アドレスが利用できない利用形態や場合がでてくることと思われます。しかしながら、デュアルスタックネットワークの目標は必要なときにそれに対応できることであり、同時に IPv6 もエンドツーエンドでサポートします。技術的には、デュアルスタックは単純に、同じ物理的インターフェイス上で両方の IP

バージョンをサポートし、それぞれに IP アドレスを割り当てるといった概念です。もし、主要なコアネットワークオペレータに「どんな場所でもデュアルスタックに対応しているのですか?」と質問すると、おそらく、「そのうち」とか「来年」あるいはそれに似たような答えが返ってくるでしょう。

このテストは、3つの IPv6 移行テストのうち、最も単純でした。エンドツーエンドで双方向に IPv4 と IPv6 のトラフィックを送信しただけでした。Cisco の視点からもこれは単純でしたが、私たちの以前の IPv6 テスト設定に合わせるために、Cisco は依然として少なくとも CRS-1、CRS-3、ASR 9010、Nexus 7010 で両方の IP バージョンを構成する必要があります。Cisco はテストにより多くの機能を含めることに熱心でした。

Cisco に従い、(VLAN により) ゴールドとラベルが貼られたトラフィックが、Nexus 7010 から Catalyst 6500 とその ACE30 モジュール、および ASA5585-X60 ファイアウォール装置に送信されました。目標は、設定の各側の 6つの 10Gbit イーサネットインターフェイスにわたって、方向別に、8Gbit/秒のゴールドトラフィックと 40Gbit/秒のブロンズトラフィック(合計96Gbit/秒)を送信することでした。このトラフィックは、100万台のエミュレートされたクライアントと 50,000 台のエミュレートされたサーバの間で送信されました。いずれも半分 IPv4、半分 IPv6 に分割されました。いずれの IP バージョンのトラフィックも半分に分割されました。ASA ファイアウォール使用のため、すべてのゴールドラベルのトラフィック(16Gbit/秒)に UDP ヘッダが追加されました。さも

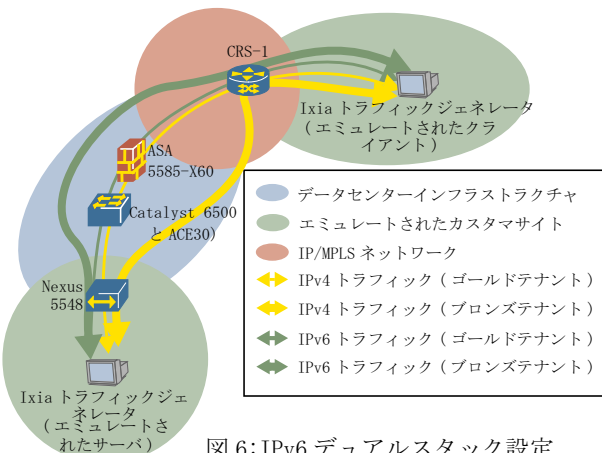


図 6: IPv6 デュアルスタック設定

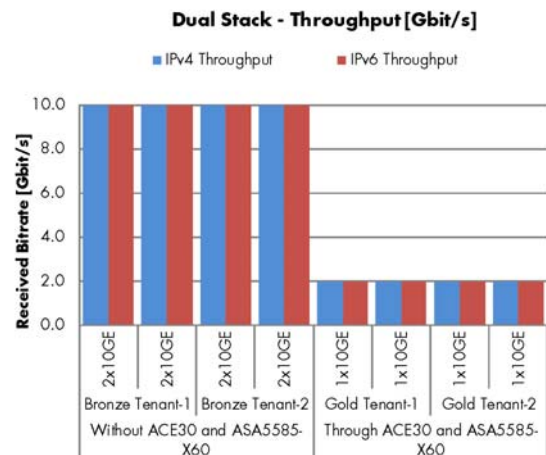


図 7: IPv6 デュアルスタックスループット

Dual Stack - Latency in Logarithmic Scale [μs]

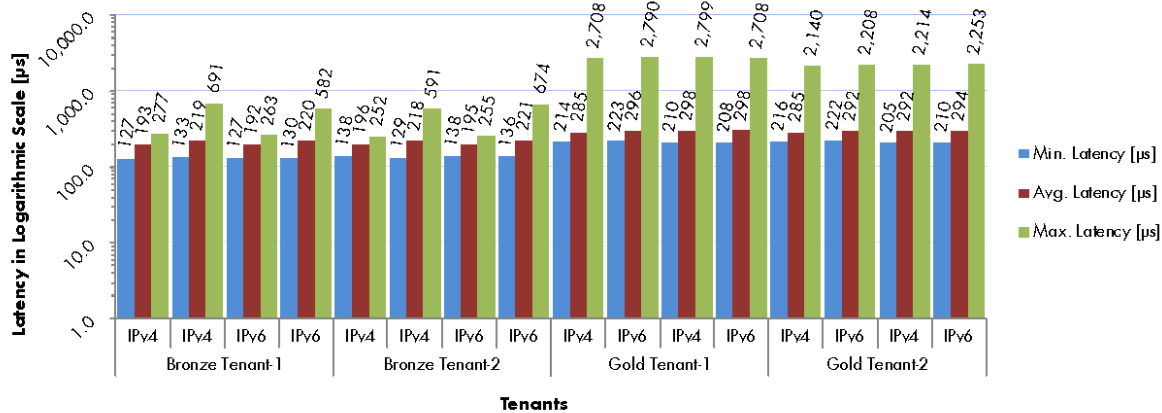


図 8: IPv6 デュアルスタック遅延

ないと、ASA ファイアウォールは正確に、トラフィックは無効であると見なしたはずでした。実際、ASA ファイアウォールも最初のテスト実行におけるいくつかの損失の原因でした。ネットワークでは他には何も起こっていないことを念入りに確認してから（少なくとも、ASA ファイアウォールに触れたものはありませんでした）、ラインレートで損失なく、5 分間、クリーンに実行できました。48Gbit/ 秒の IPv4 と 48Gbit/ 秒の IPv6 の並列で、効果的に 96Gbit/ 秒に到達しました。16Gbit/ 秒が ASA 5580 を通過しました。

IPv6 の擁護者である Cisco は、3 つの主要な移行シナリオが、大規模なスケールで、さまざまなハードウェアでサポートされていることを示しました。その範囲は、CRS-1 と CGSE のコアバックボーンを組み合わせたから、デュアル IPv4/IPv6 スタックのフルパレートのルータに及びます。このような移行シナリオに注目しているサービスプロバイダのために、私たちは初回のレビューで駒は揃っていると証言できます。次は、あなたのネットワークで機能と性能を検証する番です。

ネットワーク計画ソリューション (NETWORK PLANNING SOLUTION : NPS)

要約：同一のサービスで複数のデータセンターへのアクセスが提供されたとき、Cisco の NPS は正確に、ユーザトラフィックのための最良の選択肢を選択しました。

クラウドサービスがそれほど重要であれば、クラウドサービスの可用性も重要なはずで、そうなるクラウドプロバイダは複数のデータセンターを利用して、規模に関する問題、地理的近接性に基づくアプリケーション遅延の低減、リソース配分に取り組む必要があります。

複数のデータセンターの存在が当然のことであれば、リソース配分と顧客体験の最適化が事業の重要な懸案事項になります。データセンターのオペレータはデータセンター全体で負荷を分散するでしょうか？彼らは顧客に、ネットワークの近接性または性能に基づく最良の体験を与えるデータセンターを提供するでしょうか？

Cisco は、そのような決定を行うインテリジェンスでネットワークを武装できると言います。これが Cisco のネットワークポジショニングシステム (Network

Positioning System : NPS) の背後にある考えです。作動中の NPS を観察するためには 2 つのデータセンターが必要でした。幸運にも、私たちのテスト設定には 2 つのデータセンターが配備されました。

私たちの意図は、同じカスタムがあるサービスを要求したときに、NPS がその要求の宛先 (データセンター 1 またはデータセンター 2) を決定することを確認することでした。このアイデアについて Cisco と話したとき、私たちは NPS が近接性に基づいて動作するように用意しましたが、Cisco は、NPS はカスタマイズ可能なツールとして作られているとも説明しました。私たちは、NPS がパフォーマンス、たとえば遅延に基づいてデータセンターの選択を確認する方が、当面の問題とより関連性があるはずだと感じました。Cisco は私たちに同意し、作業にかかりました。

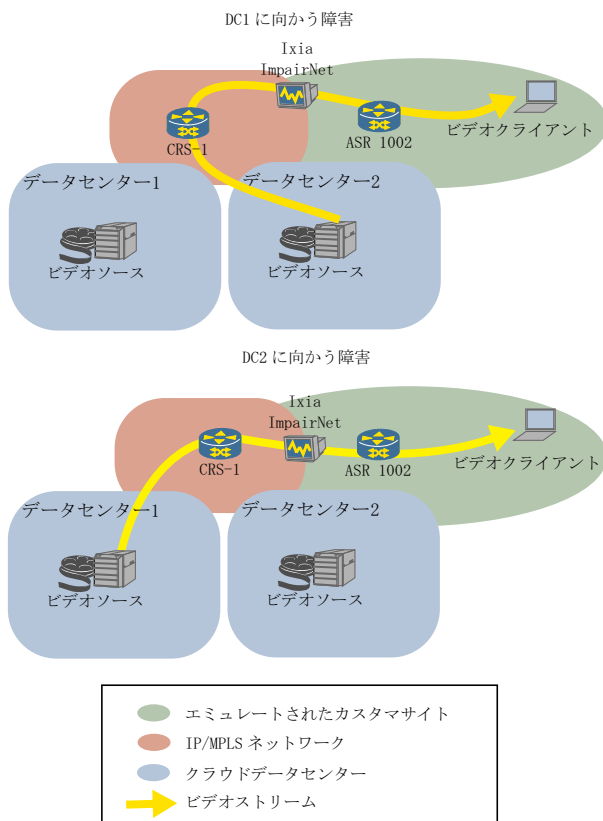


図 9: 障害の図

NPS システムデータベースがカスタマに面する CRS-1 に組み込まれました。Cisco は次に、私たちのクライアントラップトップに特別なNPSクライアントソフトウェアをいくつか構成し、Customer Edge (CE) として利用されるルータ、ASR 1002 に NPS を構成しました。NPS 設定における CRS-1 の中心的目的は、定義されたメトリクスに対してどのデータセンターが最適な相手であるかを常に認識することでした。クライアントラップトップと ASR 1002 は優先メトリクスで CRS-1 にポーリングし、カスタマトラフィックに CRS-1 の応答を利用します。私たちのテストケースで、Cisco は各データセンターの ASR 9010 と CE (ASR 1002) の間に IP-SLA 測定プローブを設定しました。このプローブは絶え間なく遅延を測定し、CRS-1 に報告しました。

Cisco は各データセンターに 2 つのシンプルなビデオサーバをインストールしました。私たちはラップトップクライアントを ASR 1002 に接続し、Cisco が設定したウェブポータルを介してビデオの要求を始めました。最初は、更新するたびに、ウェブポータルはほとんど無作為に異なるデータセンターを選択しました。これは、各遅延測定結果が極めて近く、穏やかに変動しているためであることがわかりました。問題ありませんでした。これは両方のビデオサーバが機能していることを意味しました。また、私たちに用意ができたことを意味しました。Ixia の新品の ImpairNet インペアメントジェネレータをカスタマエッジの ASR 1002 とそのアップストリーム（上流）の CRS-1 の間に接続しました。これは両方のデータセンターへのカスタマのリンクでしたが、インペアメントジェネレータでフィルタを利用することで、特定の宛先のすべてのパケットに遅延を加えることができました。データセンター1 へのすべての IP-SLA 測定パケットに 50 ミリ秒を追加したら、次にそれを無効化し、データセンター2 に遅延を追加することを交互に行いました。毎回、ビデオクライアントが更新されると、遅延の最も低いパスに従って異なるデータセンターからビデオが再生されていたのを観察しました。

また、NPS は、サービスを実行しないデータセンターを含めないことを確認しました。データセンター1 に「CPU ホグ（占有するもの）」を使用して、ビデオサーバを妨害しました。NPS システムはこの仮想サーバの障害を検出して応答し、CRS-1 はこのビデオサービスの実行可能な選択肢として DC-1 を含めないようにその NPS データベースを更新しました。ブラウザを更新し、常にデータセンター2 に向けられるようにしました。

クラウドサービスを提供するサービスプロバイダにとって、地理的に重複する、または分散化されたデータセンターにアクセスするときの顧客体験を最適化する能力は、特にクラウドサービスが商品化されている今、競争上の優位性となり得ます。過去に複雑なトラフィックエンジニアリング知識を必要とした機能が一般的な利用のために簡素化され、再梱包されてきたのを見るのは感動的です。

クラウドの DHCPv6

要約 :Cisco ネットワークレジストラ (Network Registrar) は正常に、すべてクラウドから、毎秒最大 18,036 ユーザに IPv6 アドレスを提供しました。

DHCP の必要性を排除するという IPv6 の初期の約束をよそに、集中管理に対するニーズが DHCPv6 を必要としました。私たちは 2 つの理由から Cisco の DHCPv6 のパフォーマンスをテストすることにしました。1 つ目は、Cisco ネットワークレジストラ (Network

Registrar : CNR) がクラウドで稼働するように移植されたことです。つまり、DHCPv6 サーバが Cisco のユニファイドコンピューティングシステム (Unified Computing System: UCS) 内の仮想サーバ上で稼働します。2 つ目は、Cisco がかなり高いパフォーマンスを主張したことです。

それで、私たちは DHCP のようなプロトコルのパフォーマンスの数字がなぜそんなに重要なのか考えました。DHCP アドレス要求は一般的にかなりゆっくりで、バラバラです。障害イベントであっても、ユーザがオンラインに戻り、サーバがすべての要求にサービスを提供できないときは、ユーザはただすぐに再試行すれば通常はそれを入手できます。Cisco の説明によると、レジデンシャルサービスプロバイダは、障害イベントの後に何千ものカスタマがオンラインに戻ったときに DHCP が弱いリンクになることが懸念事項であると述べています。このような障害イベントが存在したことを、プロバイダはカスタマに知られたくないのです。

Cisco の CNR は専用の装置ではなく、UCS の上で稼働していたため、各 UCS ブレードの上どんな CPU とメモリがあるかによりパフォーマンスは変わります。私たちはテストのために同じ UCS B200-M1 ブレードを 4 枚使用しました。7 台の VM が 3 枚の UCS ブレードのそれぞれにインストールされ、スクリプトを実行してユーザをエミュレートし、4 枚目のブレードには Cisco CNR を備えたシングル VM が与えられました。

テスト時に、DHCPv6 のスケールテストは Ixia IxLoad ロードマップにあり、これらの 21 台の VM 上で実行されるスクリプトを利用して、ユーザ交換をエミュレートしました。各ブレードには 2 つの 2.93GHz クワッドコアプロセッサとの 98GB メモリがありました。Cisco が 20/64 IPv6 サブネットを構成すると、私たちはクライアント要求を開始できました。

私たちは 2 種類のテストを実施しました。いくつかのテストでは、DHCP サーバにおいて依然として、ユーザ (MAC アドレス) と IP アドレスのマッピングがキャッシュされており、いくつかのテストでは、キャッシュを消去し、ユーザが初めて追加されたか、長い機能停止があってサーバがそのエントリをタイムアウトしたような状況をエミュレートしました。更新をテストしたところ、400,000 リースがシステムに事前キャッシュされていました。エミュレートされたクライアントは合計 60,000 回の要求を送信しました。新しいリース要求レートをテストしたところ、キャッシュは消去され、クライアントは同じ 60,000 回の要求を送信し

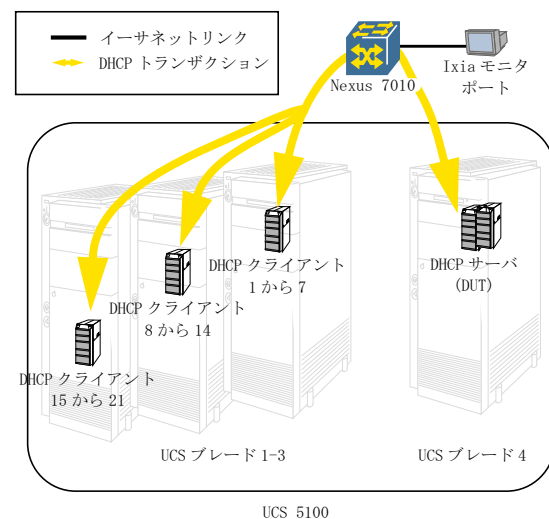


図 10: DHCPv6 テスト設定

ました。

スクリプトが予想どおりに機能していることを検証するために、設定図に示すように、Nexus 7010 の SPAN ポートを通じてトラフィックをキャプチャしました。キャプチャから見たものをサーバが報告したものと比較しました。グラフは要求とオファーのレートの変化を示しています。DHCP サーバが報告したレートと比較すると、グラフのおよそ平均値になります。これは私たちが予測していたものでした。

キャプチャは一貫して、オファーの正確に 25% を除外しました。Cisco の説明によると、これらは Nexus 1000v を越えて、一部は内部の、UCS とは異なるリンクにハッシュされているとのこと。これは、Nexus 1000v のポートカウンタを観察し、正確に 120,000 パケットがインに、120,000 パケットがアウトになっているのを確認することで証明しました。60,000 トランザクションごとに 1 回が入ってきて、60,000 トランザクションごとに 1 回の Advertise / Reply が出て行きます。サーバ統計値が正確であることを証明し、一貫性のために各テストタイプをさらに 3 回繰り返し、サーバが報告するパフォーマンスに注目しました。

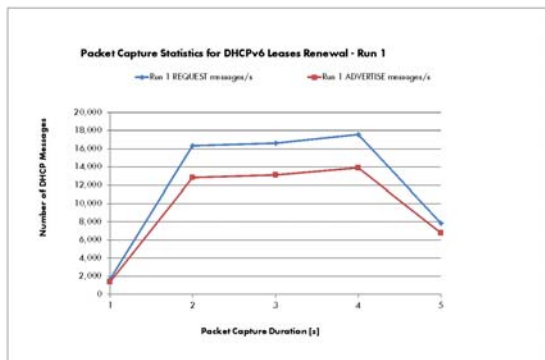


図 11: 実行 1 の DHCP メッセージ数 / 秒 (リース更新)

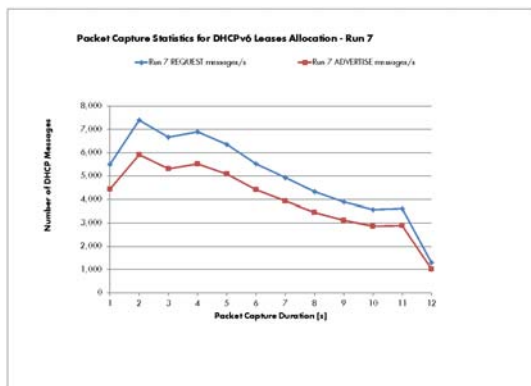


図 12: 実行 7 の DHCP メッセージ数 / 秒 (新しいリース配分)

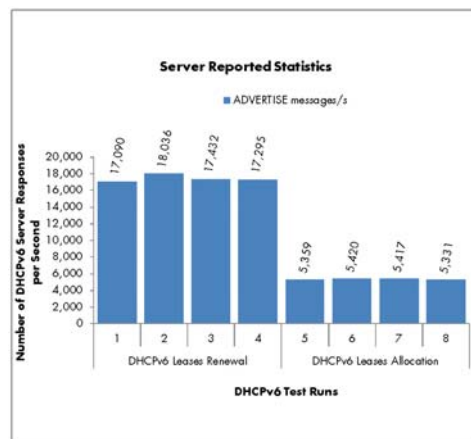


図 13: サーバが報告した統計値

結果を詳しく検査し、一貫性を観察したところ、このような結果を求めるオペレータはこの設定でそれを確実に実現するだろうと確信しました。この種のパフォーマンスを求めている人のために、そこにたどり着くためのハードウェア仕様の一覧を作成しました。しかしながら、DHCP サーバからのこのようなパフォーマンスはすべての環境で常に要求されるわけではありません。最後に、クラウドです。私たちが使用した設定は、DHCP のような基本的 IT 要件でさえもクラウドに外注できることを示しました。今はまだ想像できないかもしれませんが、企業が IT 投資を削減するには、このような基本のサービスでさえクラウドで実行する必要があります。

クラウドの PCRF

要約 :Cisco の ASR 5000 は正常にクラウドの PCRF からポリシーを取り出し、適宜、カスタムトラフィックを制限しました。

2010 年に私たちは、モバイルコアとモバイルバックホールを含む、Cisco のモバイルソリューションに包括的なテストを実施しました (「Testing Cisco' s Mobile Core, Data Center & Business Services」および「Testing Cisco' s Next-Gen Mobile Network」参照)。当時、Cisco には独自の実装がなかったため、サードパーティのポリシーと請求ルールの機能 (Policy and Charging Rules Function/PCRF) を使用しました。今では、Cisco は独自の PCRF の初期バージョンを私たちのテストのために提供できただけでなく、非常にタイムリーなメッセージがってきました。クラウドでの実行に対応していたのです。

モバイルキャリアは、ネットワークを利用するときに契約者が従わなければならないルールを指示するために PCRF を必要とします。このようなルールには、いくつかの例を挙げると、データ割当量、モビリティ、ローミングが含まれます。ポリシーと請求の機能は、3GPP (3rd Generation Partnership Project) により、と LTE (Long Term Evolution) の両方に対して定義されています。これは通常、契約者情報データベース、請求システム、モバイルゲートウェイにアクセスできる専用システムにより実行されます。

この意味において、ローカルとクラウドのいずれかで実行するために、PCRF をユニファイドコンピューティングシステムに移植した Cisco は賢かったと私たちは考えます。そうすることにより、モバイルオペレータはクラウドの柔軟性と敏しょう性から恩恵を受けます。Cisco は UCS システムの新しい使い方を実行しています。クラウドで PCRF を実行する柔軟性があると、それは一体何人の契約者をサポートできるのか、ま

た、このアイデアを利用してどんな新しいモバイルコアトポロジを構築できるのかという疑問が生まれます。このシステムは新しく、そのような拡張性テストは極端に時間がかかるため、私たちは機能に関する当初の証明ポイントに集中しました。

Cisco は、ASR 5000 ベースのモバイルコアは PCRF を利用して、異なった顧客層に対する帯域制限を実装できると主張しました。そこで私たちはこのテストを始めました。Cisco のモバイルセットアップは私たちのクラウドテストベッドとは異なる研究室にあり、私

たちはそれは動かさないことに決めました。PCRF がクラウドで実行できるのであれば、私たちのクラウドテストベッドで、離れたモバイルコアとテスト設定に対してそれを実行できなければなりません。Ixia の協力で、追加の XM2 テスターを Cisco の ASR 5000 が置かれている建物に運び、テストを構成しました。Cisco は、LTE (Long Term Evolution) シナリオで、パケットゲートウェイ (Packet Gateway:PGW) とサービングゲートウェイ (Serving Gateway :SGW) の動作をするようにシングル ASR 5000 を構成しました。

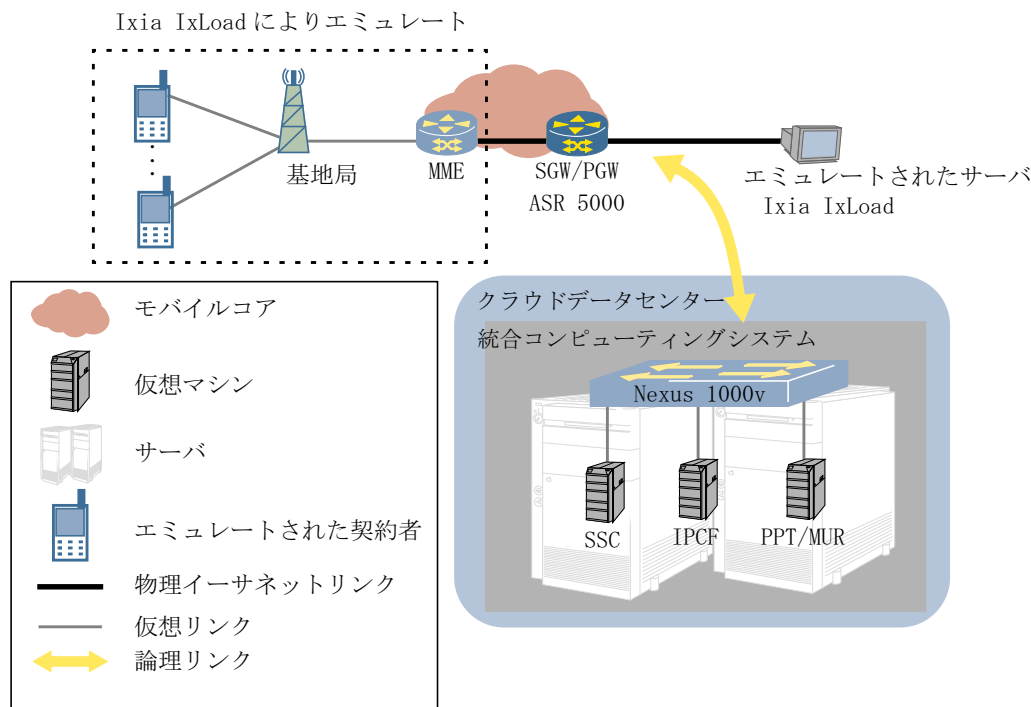


図 14: PCRF テスト設定

ASR 5000 に接続されたポートで、Ixia の IxLoad が Mobility Management Entity (MME) をエミュレートするために使用されました。ASR 5000 の背後には基地局とクライアントがあり、2つ目のポートには、コンテンツを含む、エミュレートされたウェブサーバがあり、これも ASR 5000 に接続されていました。クラウドでは、3つの仮想マシンで PCRF が設定されました。1つ目の仮想マシンには Cisco の Intelligent Policy and Control Function (IPCF -- 3GPP 定義 PCRF の Cisco 実装) がインストールされ、2つ目では契約者データのデータベースを保有する、Cisco の加入者サービスコントローラ (Subscriber Service Controller : SSC) が稼働し、3つ目では Cisco のポリシープロビジョニングツール (Policy Provisioning Tool : PPT) とモビリティ ユニファイド レポートング (Mobility Unified Reporting : MUR) ツールが稼働していました。

帯域制限機能を見る前に、サニティチェック (sanity check : とりあえず動くことの確認) として、既定と専用のベアラを最大 50 人の契約者に確立できることを確認しました。このテストではデータトラフィックのみが使用されるため、契約者ごとに既定のベアラのみを構成しました。

帯域制限機能をテストするために、3通りの契約者を構成しました。ブロンズ、シルバー、ゴールドです。Cisco の ASR 5000 と PCRF はそれらを IMSI 範囲に基づいて分類しました。各契約者は、エミュレートされたサーバで HTTP セッションを作成するように構成されました。可能な限り高いデータレートに到達するよ

うに試行します。各契約者タイプには異なる帯域ポリシーが割り当てられました。ゴールド契約者はベアラごとに 4Mbit/秒を受信しました。シルバーは 3Mbit/秒を、ブロンズは 2Mbit/秒を受信しました。各契約者に2つの追加ルールが割り当てられました。最初のルールはトラフィック量を 50MB に制限することでした。この限度に到達すると、各契約者の帯域はもう少し制限されました。ゴールド契約者は 2Mbit/秒に、シルバーは 1.5Mbit/秒に、ブロンズは 1Mbit/秒に制限されました。各契約者で容量の使用率を消去し、一回にひとつずつテストしました。下のグラフは、各契約者が予想どおりざっと制限されたことを示しています。各ラインの動きは、ASR 5000 がドロッピングの前にバーストを許可することと、Ixia の TCP セッションが一貫して得られるレートでゆっくりと目的地に着こうとしていることを示しています。

テストが完了すると、Cisco は、これは動的ポリシーの有効化でも機能すると言及しました。ある条件に基づいて ASR 5000 がトラフィックを制限する方法を再構成します。そのような条件のひとつは、特定の Access Point Name (APN) が、合計で ASR 5000 に見えている帯域の割合としての、帯域しきい値を越えたときでした。その他の動的ポリシーは、特定のプロトコルからのトラフィックが合計トラフィックの特定の割合を超過した場合にそのプロトコルを制限することでした。これはたとえば、P2P や YouTube のトラフィックを制限するために使用できます。

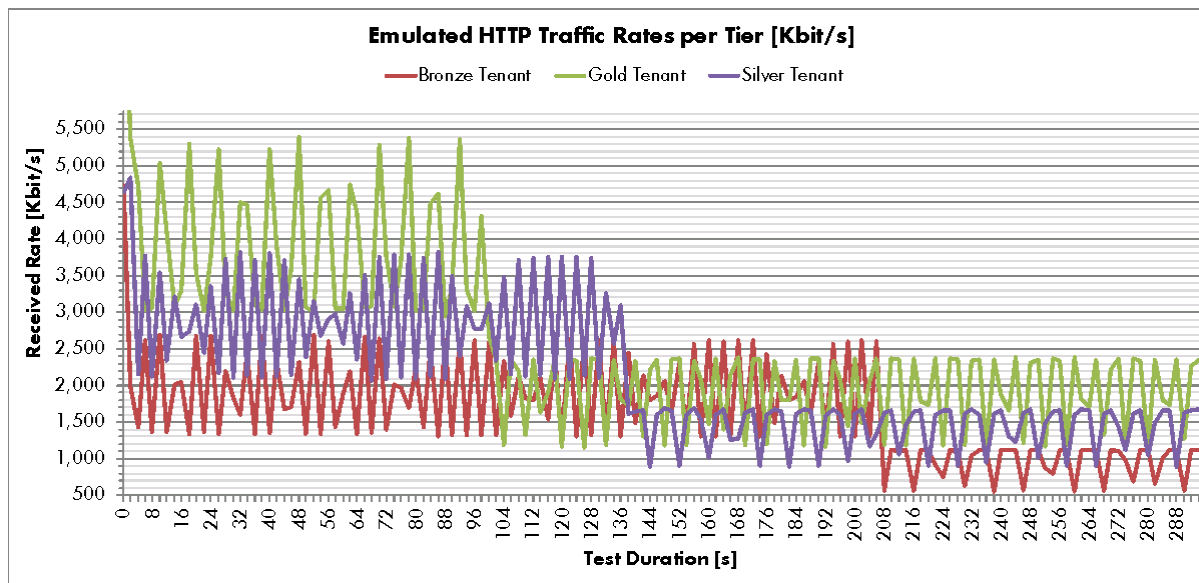


図 15: サービス層に基づく帯域制限

Ciscoによると、オペレータはこのような機能を求めているそうです。Ciscoから聞いた1つの例では、オペレータの希望は、ピアツーピアのトラフィックを制限し、それがモバイルネットワークにおいて合計トラフィックに占める高い割当に決して到達しないことと、高いデータレートに到達しないことを動的に実現することです。このような機能は、たとえば、モバイルコアファイアウォールやDPIデバイスで実行することもできます。しかしながら、それらを直接モバイルゲートウェイに置くと、モバイルオペレータは違反者を登録できるようになります（ゲートウェイにIMSIとアカウントの関連付けがあるため）。強力にも、複雑かつ困難なものになり得ます。

これらの機能はまた、MURとPPTが働き始める場所でもあります。Ciscoの説明によると、MURは通常、ASR 5000からのライブトラフィック統計値をポーリングし、条件が満たされれば、PPTが新しい構成をASR 5000に送信します。テスト時に、ASR 5000ポーリングはまだ実装されておらず、Ciscoは自社テストのための社内製スクリプトのいくつかを利用して、手動で、トラフィック統計値でMURを更新しました。この概念デモンストレーションで、私たちは、Ixia機器で構成したAPNまたはプロトコルに準拠してこれらのスクリプトが使用されたとき、帯域制限レートが実際に変化したことを観察しました。

私たちは、PCRFがデータセンターにインストレーションされたときから機能したことを確認しました。それはキャンパス全域に置かれたモバイルゲートウェイを制御し、静的と動的の両方で、契約者にポリシーを適用しました。モバイルサービスプロバイダの心に浮かぶ疑問は多くの場合、次のようなものです。「規模の拡大は可能なのだろうか？」現時点では、この疑問にはまだ答えられていません。スケーリングテストは、ポリシーとコントロールの領域で、完全に別の野獣であり、Ciscoを呼んで引き取ってもらいたいくらいです。一方では、クラウドにPCRFを利用するというCiscoのアイデアを歓迎します。このアイデアは、潜在的な拡張性を増加し、敏しょう性とデータへのアクセスを最適化します。

結論：クラウドインテリジェントネットワーク

インテリジェントネットワークという表題の下で、私たちはIPv6移行と、ネットワークの自動パラメータ化に基づくサービスへのカスタマアクセスを最適化する方法について、Ciscoのソリューションをテストしました。これらのテストは重要でした。IPv6ソリューションは2000年代の初期から中期にかけて開発され、テストされていますが、IPv6関連で2つの新しい状況が生まれたためです。1つには、知名度の高いサービスプロバイダ（Phil: 最近のVerizonやDTやBTのIPv6に関する発表をここにリンクすればよいと思う）が現在、注目していることです。過去に、オペレータは多くの場合、「IPv6移行」を「やること」リストの一番端に置いていました。しかしながら、最近、そのようなぜいたくをしている余裕はなくなりました。IPv4の非常に現実的な枯渇によって目を覚まされました。これが2つ目の理由につながります。これがなぜ重要なテストセクションであるかということ、どのように戦略的に移行するかという質問に答えなければならないからです。この公開レポートが、どの技術に拡張性があり、さまざまなIPv6移行要素をどのようにまとめて全体的な移行を完成させるかという疑問への答えとなり、オペレータが設計図を作る上で役に立つことを願います。

IPv6ネットワークインフラストラクチャはクラウドサービスに関連するのでしょうか？もちろんです。要するに、移行に関するこれらの疑問はすべてのサービスに影響を与えます。さまざまなサービスプロバイダとIT大企業がクラウドサービスに関する計画を考慮している今、IPv6についても真剣にとらえるべきです。クラウドへの移行準備ができていない企業はサービスプロバイダを信頼し、サービスプロバイダは、そのIPインフラストラクチャの未来に関して包括的な戦略を持つことで、その信頼が正しいことを証明します。

それでは、それらの要素はどのように見えて、どんなパフォーマンスを示したのでしょうか？

Cisco の NAT64 実装は、大きなスケールで、かなりの精密調査を受けました。長い夜を何度も明かして、簡単な仕事ではなかったことに気付きました。CRS-1 に挿入された 4 枚の CSGE ブレードは 6700 万回を超える IPv6 ユーザセッションを IPv4 セッションに変換できました。同時に、78.4 Gbit/秒を転送し、トラフィック損失は微々たるものでした。CRS-1 が新しい変換を作成できるレートをテストしたとき、毎秒 100 万件の新しいカスタマをサポートできることを確認しました。

とを楽しみにしています。Cisco の CloudVerse アーキテクチャに実施したネットワーク中心のテストはこれで終わりです。次週のレポートでは、Videoscape を含む、データセンターアプリケーションをいくつかとりあげます。

TABLE 1. テストされた Cisco デバイス

テストされた Cisco デバイス
Cisco ASA 5585-X60
Cisco ASR 1002
Cisco ASR 9010
Cisco Catalyst 6500 (と ACE30)
Cisco CRS-1
Cisco CRS-3
Cisco Nexus 7010
Cisco Nexus 7018

IPv6 パケットを IPv4 ヘッダでカプセル化することで、CRS-1 は、IPv4 ネットワークを介して IPv6 トラフィックを転送し、変換サービスの要件を緩和し、同時に、IPv6 RD トンネリングを活用しました。このソリューションはこのようなトンネルを 100 万個サポートし、さらに、ユーザトラフィックの損失なしで、79.6 Gbit/秒の複合トラフィックレートをサポートできることを確認しました。

ネットワークが IPv4 と IPv6 の両方をネイティブかつ共存でサポートしなければならない今は、戦略なしでは、IPv6 移行を完了できません。私たちは、Cisco のネットワークインフラストラクチャが合計 96 Gbit/秒のデュアルスタックトラフィック (IPv4 と IPv6 をベースとするユーザトラフィックが並列で送信される) にサービスを提供できることを確認しました。

障害復旧に関する懸案事項を解消するべく、Cisco は、ユニファイドコンピューティングシステムで実行される Prime ネットワークレジストラが迅速に最大 60,000 回の IPv6 アドレス要求に応答できることを示しました。

最後に、私たちは、Cisco のネットワークポジショニングシステム (Network Positioning System: NPS) が正確に、要求時に最良のパフォーマンスを与えるデータセンターにカスタマトラフィックを向けることを確認しました。このパフォーマンスは Cisco の IP-SLA パフォーマンス監視ツールにより測定されました。

以上のテストのほとんどは、CRS-1、CRS-3、ASR 9010、Nexus 7010、ASA 5580 を含む、Cisco のネットワークコアおよびデータセンター機器を中心としました。Cisco の結果は非常に良かったと私たちは感じています。もちろん、これは全体像ではありません。IPv6 の準備に関して言えば、相互運用性の点で、顧客の宅内あるいはレジデンシャルゲートウェイ機器のテストも同じくらい重要です。しかしながらここでは、ネットワークコアとデータセンターをどのように規模拡大できるかをオペレータに示したかったのです。そのため、厳密にネットワーク領域に集中しました。IPv6 移行のもっと幅広いトピックでさらにテストするこ



EANTC AG
European Advanced

Salzufer 14
10587
電話 :+49 30 3180595-0
info@eantc.de
<http://www.eantc.com>



Light
United Business Media TechWeb の部署

, 8th floor
New York, NY 10001, USA

<http://www.lightreading.com>

本レポートは著作権 (© 2012 United Business Media and EANTC AG) を有しています。正確で完全な文書を発行するために最善の努力が図られていますが、作者は本書に含まれる情報の利用に対して一切の責任を負いません。本書に記載されているすべてのブランド名とロゴは、米国およびその他の国におけるそれぞれの会社の登録商標です。

