

ラボ試験 サマリー レポート

2005年4月
Report 050404

製品カテゴリ
エッジルータ

試験対象ベンダー
Cisco Systems
および
Juniper Networks

試験対象製品
Cisco 7604 ルータ
および
Juniper M10i ルータ

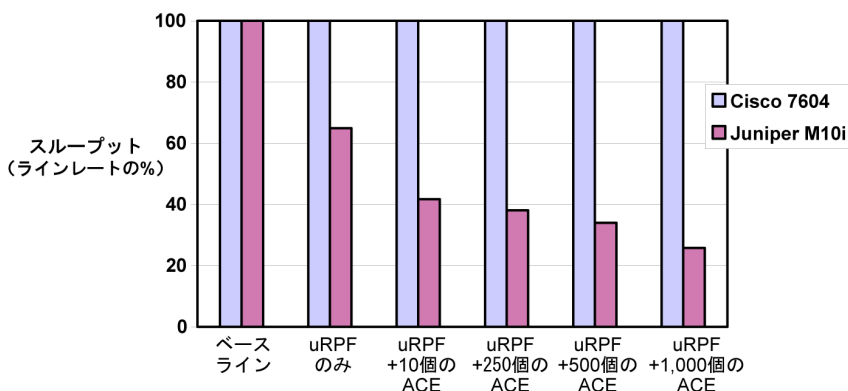


主な所見と結論

- 実稼働環境でのセットアップとトラフィックを使用し、競合する Juniper M10i との比較テストを実施した結果、Cisco 7604 ルータのみが 100%のスループットを実現しました。
- Juniper 社のスループットは、10 エントリのフィルタリストを使用した場合に 25%以上減少し、1,000 エントリのフィルタ リストを使用した場合は 65%以上減少しました。
- Class of Service (CoS; サービス クラス) テストでは、Cisco 7604 は常にすべての「優先」トラフィックを配信しましたが、Juniper M10i はすべてのクラスでパケットを廃棄しました。
- マルチキャスト テストでは、Juniper M10i は供給負荷の 17%以上の減少が見られましたが、Cisco 7604 は一貫して 100%のスループットを実現しました。
- Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF) セキュリティおよび Access Control List (ACL; アクセスコントロール リスト) が稼働している場合、Juniper 社のスループットは、サイズの小さい ACL を使用した場合に供給負荷の 42%以下に低下し、サイズの大きい ACL を使用した場合には 26%を下回りました。

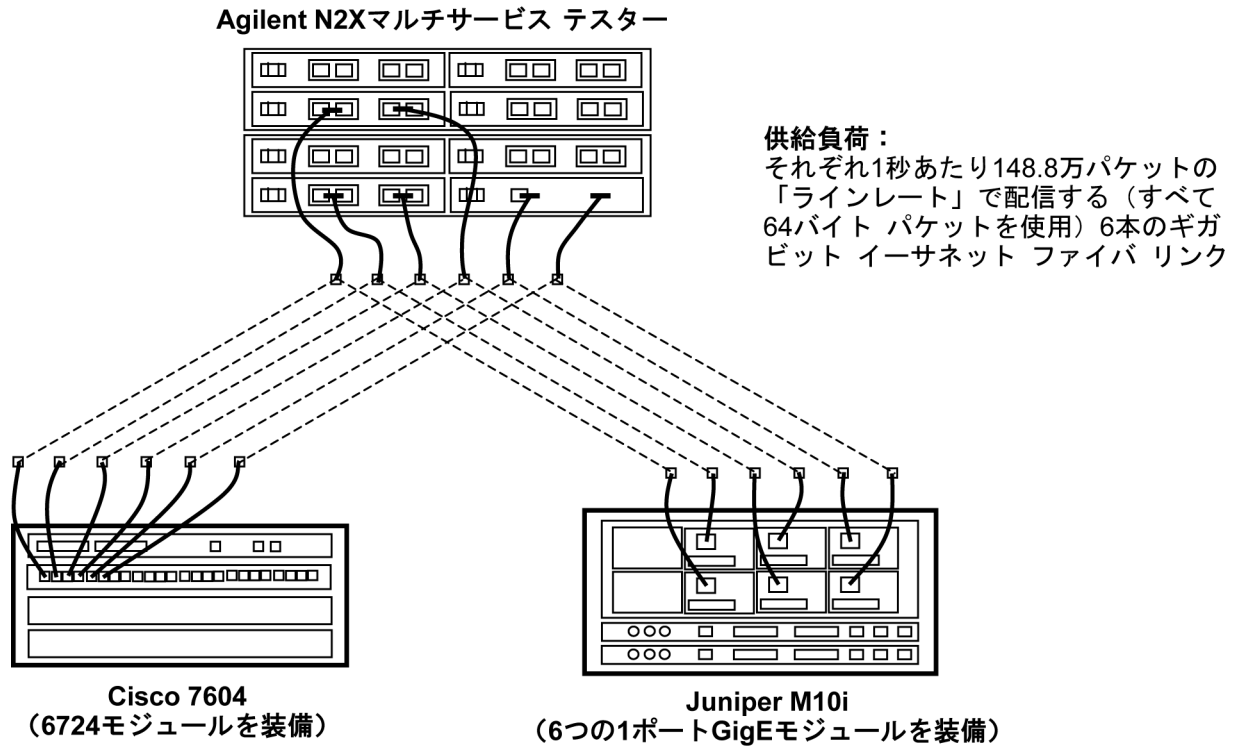
シスコシステムズは、Miercom 社に依頼し、独立的な立場で Cisco 7604 ルータ（新製品）と Juniper Networks 社の M10i ®ルータの検証を実施し、両者の性能比較を行いました。Juniper 社はこのテストへは積極的に参加しませんでした。

パフォーマンス測定によると、Cisco 7604 には、一般的なセキュリティ サービスを活発に実行し、1 つの送信元から複数の宛先にトラフィックを転送（マルチキャスト）しながら、厳しいサービスレベル契約（SLA）を遵守するだけの能力がありました。測定結果の中で最も注目すべきことは、Juniper の M10i ルータとは違い、Cisco 7604 ルータは負荷時でも安定したスループットを実現しているということです。これらのテストでは、1 つの 6724 モジュール（24 ポート ギガビット イーサネット）を装備した Cisco 7604 と、6 つの



Cisco 7604 エッジ ルータは、サービスが追加された場合でも一貫してラインレートの転送スループットを維持します。Juniper M10i では、たとえば、アクセス フィルタと uRPF セキュリティ処理が追加された場合にパフォーマンスが大幅に低下します。

テスト環境のセットアップ



フルに負荷がかけられた 6 本のギガビット イーサネット リンク。Agilent Technologies 社のトラフィック ジェネレータが、2 ポートのモジュラ式シャーシ、E7919B、GigE GBIC カード、および制御 CPU から構成され、Systems Under Test (SUT; テスト中のシステム) にトラフィック負荷を供給しました。Agilent 社の「N2X パケットおよびプロトコル」バージョン 6.4、システム リリース (SR1) ソフトウェアが使用されました。

すべてのテストで、同一の 3 つの 2 ポート Agilent モジュールを使用して、6 本の双方向ファイバ ギガビット イーサネット リンクを稼働しました。Agilent トラフィック ジェネレータは、1 つの 6724 モジュールを装備した Cisco 7604、および 6 つの 1 ポート 1000 BASE-SX モジュールを装備した Juniper M10i の 2 通りのテスト環境に対し、交互に繰り返し接続されました。

Cisco 7604 ルータでは Cisco IOS ® 12.2(18) SXE オペレーティング ソフトウェアを稼働しました。スイッチ ファブリック/PFC3BXL (WS-SUP720-3BXL) が統合されたスーパーバイザ エンジン SUP720 が使用されました。また、Cisco 7604 には、24 ポート ギガビット イーサネット モジュールの 6724 モジュール (WS-X6724-SFP) が装備されました。Juniper M10i には、6 つの 1 ポート ギガビット イーサネット IQ PIC1000BASE-SX モジュールと、2 つのルーティング エンジンが装備されました。Juniper ルータでは、JunOS 7.1R1.3 オペレーティング ソフトウェアを稼働しました。

64 バイト パケットを使用した場合のファイバ リンクのラインレートは 1 秒あたり 1,488,095 パケット (pps) でした。QoS オーバーサブスクライブおよびマルチキャスト テストを除きすべてのテストで、Agilent システムはフルメッシュ トポロジ (各入力インターフェイスからすべての出力インターフェイスへパケットがルーティングされる) において 64 バイト パケットをラインレートで配信しました (1,488,095 pps)。マルチキャスト テストでは、Agilent システムはフルメッシュ トポロジと同様に設定されましたが、PIM Sparse モード (PIM-SM) が使用されました。QoS オーバーサブスクライブ テストでは、2 つの入力ポートが 1 つの出力ポートにオーバーサブスクライブできるように設定されました。

ギガビット イーサネット IQ PIC モジュールを装備した Juniper M10i との性能および機能性を比較しました。

まず各システムに対して、ベースライン テストを実施しました (上記のテスト環境の注を参照)。これらのテストでは、最小構成、つまり uRPF やアクセス フィルタ リストなどの追加サービスを実行していない状態での「最適」なスループットを計測します。

ベースライン構成では、Juniper ルータは Cisco 7604 と同等の性能を示しました。ただし、サービスを追加した際に、Juniper M10i は著しいスループットの減少を示し、プライオリティの高い CoS トラフィックを確実に転送できませんでした。対照的に、Cisco 7604 ではサービスを追加しても、スループットが完全に維持され、プライオリティの高い CoS トラフィックはすべて確実に配信されました。

QoS

オーバーサブスクライブしていない状態でのQoS処理

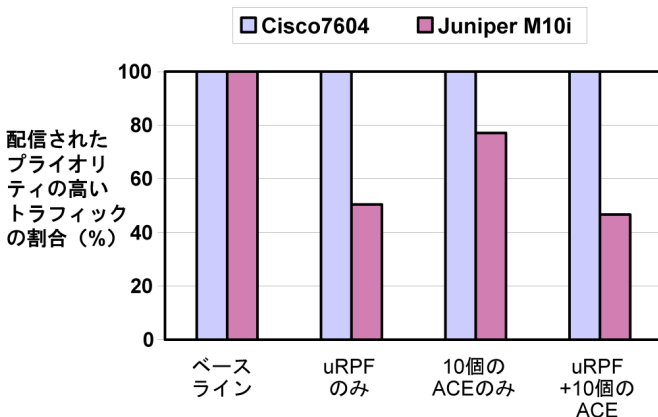
Quality of Service (QoS; サービス品質) を使用すると、特定のトラフィック ストリームをその他のトラフィック ストリームより優先的に処理するように指定できます。ルーテッド ネットワークにおいては、映像や音声 (VoIP) などのリアルタイム トラフィックを優先的に処理し、それらのアプリケーションの適切なパフォーマンスを保証することが要求されます。そのため、QoS はますます重要になりつつあります。QoS 処理は、プレミアム ネットワーク サービスが SLA によって管理されている場合にも利用されます。

QoS 処理は、ネットワークがオーバーサブスクライブしたとき、つまり、主要なリンクやルータ ポートで輻輳が発生したとき、何よりも重要になります。ただし、このテストでは、意図的にネットワークをオーバーサブスクライブしていませんが、オーバーサブスクライブ状態が発生した場合を想定してルータに QoS を設定しました。過負荷が生じない場合にはパケットをプライオリティ付けし廃棄する必要がないため、オーバーサブスクライブしていない状態では、通常、QoS 処理がスループットに影響を及ぼすことはありません。

Agilent システムは、フルメッシュ トポロジで全 6 ポートに対してトラフィックを生成するように設定されました。トラフィックは、64 バイト パケットを使用しラインレート (1,488,095 pps) で、Cisco 7604 と Juniper M10i に配信されました。トラフィックは、それぞれ異なる Differentiated Services Code Point (DSCP) 値が割り当てられた 4 つのクラスに分類されました。最も高いプライオリティのクラスは「ゴールド」でトラフィックの 33%を占め、「ブロンズ」トラフィックが 33%、「シルバー」トラフィックが 1%、残りが「ベストエフォート」トラフィックで 33%を占めました。

測定結果に基づき、出力ポートへ配信されたパケット数の割合 (%) を入力ポートへ配信されたパケット数と比較して、QoS クラス別に計算しました。

オーバーサブスクライブしていない状態での QoS 処理を対象としたベースライン テストでは、Juniper M10i と



オーバーサブスクライブしていない状態での QoS。ベースライン テストでは、どちらのルータもすべてのプライオリティの高いトラフィックを出力ポートへ確実に配信しました。ただし、uRPF または ACL (10 個の ACE のみを持つ) などのサービスを追加設定した際に、Juniper M10i はリンクが輻輳していない状態でもプライオリティの高いトラフィックを廃棄し始めました。

Cisco 7604 はどちらも、すべての CoS トラフィック カテゴリですべてのパケットが完全に配信されるという予想どおりのスループットを示しました。

ただし、Juniper M10i に uRPF や ACL などの追加サービスを設定し、10 個の Access Control Element (ACE; アクセスコントロール エlement) のみを使用した場合には、Juniper ルータはすべての CoS からのパケットを廃棄しました。Cisco 7604 では、uRPF を設定し 10 個の ACE のみを使用した場合でも、すべての CoS のすべてのトラフィックを転送しました。

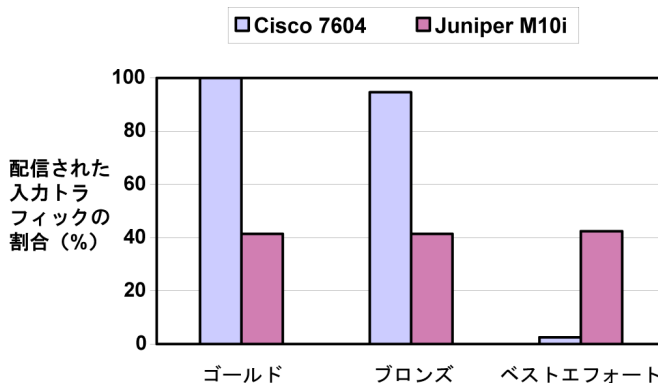
オーバーサブスクライブ環境でのQoSスループット

オーバーサブスクライブ テストでは、ネットワークの輻輳時、つまりオーバーサブスクライブ状態で、プライオリティの高いトラフィック (「ゴールド」クラスと呼ばれる) がどの程度良好に維持されるかどうかを調べます。このテストでは、これに該当するトラフィックを「ゴールド」クラスと呼びました。ルータは、このトラフィックに最高プライオリティを付与し、ロスを防ぐように設定されました。

このテストでは、QoS 設定以外にも、入力側と出力側の両方にそれぞれ 10 個の ACE のみを持つインターフェイス フィルタ リスト、および uRPF が 2 台のルータに設定されました。

Agilent テスターは、入力用に 2 ポートと出力用に 1 ポートの計 3 ポートを使用するように設定されました。これにより、2:1 (200%) のオーバーサブスクライブ テストが可能になります。トラフィックはラインレートで Cisco 7604 と Juniper M10i に配信されました。前に述べたとおり、各入力トラフィック ストリームは、4 つの異なるトラフィック プライオリティ クラスから構成されました。

このテスト結果から、Cisco 7604 はプライオリティの高いトラフィック (「ゴールド」クラス) に対し 100%の転送率を維持できることがわかりました。Juniper M10i では、このプライオリティの高いトラフィックは約 42%しか転送されず、残りは廃棄されました。さらに、「ゴールド」トラフィックの負荷を 50%未満にして同じテストを実施すると、Juniper M10i はかなりの量の「ゴールド」パケットを廃棄しました。



オーバーサブスクライブした状態での QoS。オーバーサブスクライブしたネットワークをシミュレートしたテストで、4 つの CoS の転送スループットを調べました。Cisco 7604 はプライオリティの高いトラフィック (「ゴールド」) をすべて配信しましたが、Juniper M10i は約 42%しか配信しませんでした。このテストでは、uRPF と ACL (10 個の ACE のみ) も設定されました。

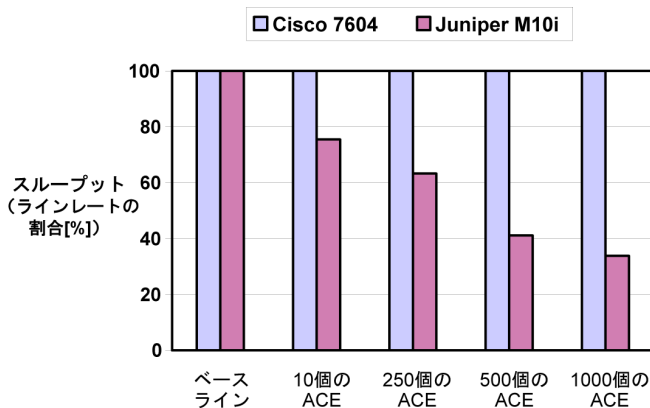
インターフェイスのフィルタリング

インターフェイス フィルタ使用時のスループット

このテストは、インターフェイス フィルタ リスト (ACL または「ファイアウォール フィルタ」) が設定に追加されたときのスループット パフォーマンスを評価する目的で、Cisco 7604 と Juniper M10i 上で実施されました。

これらのテストでは、Cisco 7604 ルータと Juniper M10i ルータの両方に同じフィルタ リストが追加されました (入力フィルタと出力フィルタの両方)。このテストでは、デフォルト以外のホストまたはネットワーク セグメントのアクセスを拒否するように設定された「標準 ACE」を使用し、カウンタは有効に設定されました。

Agilent システムは、フルメッシュ構成でトラフィックが配信されました (各ポートから配信されたトラフィック



インターフェイス フィルタ リストが設定された場合のスループット。インターフェイス フィルタ リストのサイズが大きくなると、Juniper M10i のスループット パフォーマンスは低下しました。Cisco 7604 はすべてのパケットを転送し続けました。

がその他のすべてのポートヘルレーティングされる)。トラフィック負荷は、どのポートもラインレートで配信されました (64 バイト パケットで 1,488,095 pps)。

結果から、インターフェイス フィルタを設定していない状態 (ベースラインの場合) では、ルータはすべて最適な性能を示しました。つまり、Cisco 7604 と Juniper M10i はどちらもすべてのパケットをラインレートで配信しました。

ただし、インターフェイス フィルタを追加した際には、Juniper M10i のスループット パフォーマンスが低下しました。1,000 個のエレメント (ACE) の場合、M10i のスループットは (供給負荷の) 34%に減少しましたが、一方 Cisco 7604 は配信されたパケットをすべて転送しました。

拡張ACL使用時のスループット

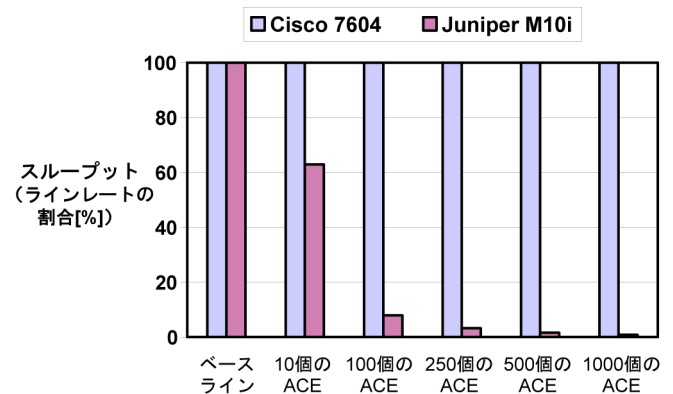
より現実的なインターフェイス フィルタ リストのセットを使用した場合のスループットへの影響を評価するため、もう 1 つのテストを実施しました。前のテストでは、インターフェイス フィルタ リスト内のネットワーク番号は連続しており、拡張 ACL は使用しませんでした。ただし、多くの実稼働構成では、特定のプロトコル (TCP、UDP、IP など) とポート仕様を含む拡張 ACL が使用されており、通常、ネットワーク番号は不連続です。

このテストの設計では、インターフェイス フィルタ リストに「擬似ランダム」なネットワーク番号を含め、拡張 ACL には「擬似ランダム」なプロトコルとポートの

セットを指定しました。ACL は入力と出力の両方に適用されました。トラフィックは、64 バイト パケットを使用してフルメッシュ トポロジ内で生成され、全 6 ポート上でラインレートで配信されました。Juniper M10i ではカウンタは設定されませんでした。

Cisco 7604 は配信されたトラフィックをすべて転送しました。ただし、Juniper M10i は、インターフェイス フィルタ リストのサイズが大きくなると、スループットが大幅に減少しました。1,000 個のエレメントを持つフィルタ リストでは、Juniper のスループットは配信された負荷の 1%未満にまで減少しました。

「拡張 ACL」テストと「標準 ACL」テストを比較すると、250 個の ACE の場合、Juniper M10i のスループットは 64%から 4%未満にまで減少しました。

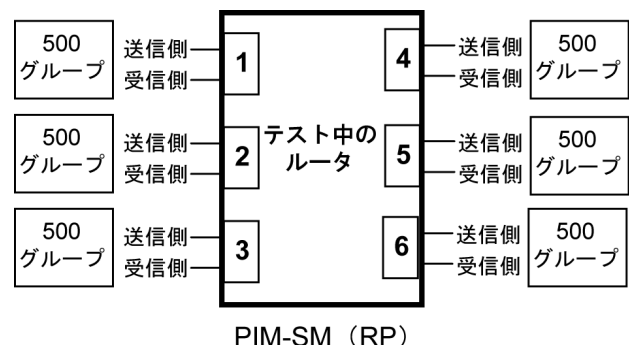


拡張 ACL を使用した場合のスループット。拡張 ACL (プロトコルおよびポート仕様を指定) および擬似ランダム ネットワーク アドレスを使用してスループットを測定しました。Cisco 7604 はすべてのトラフィックを転送しましたが、Juniper M10i ではインターフェイス フィルタ リストのサイズが大きくなるにつれ、スループットパフォーマンスが 1%未満にまで低下しました。

マルチキャストのコンバージェンス時間とスループット

また、マルチキャスト テストでは、シスコ ルータと Juniper ルータのマルチキャストのコンバージェンス時間 (コントロールプレーン) とスループットを測定しました。各ルータは、PIM-SM Rendezvous Point (RP; ランデブーポイント) となるように設定されました。トラフィックはフルメッシュ モードで配信されました。つまり、送信元のトラフィックはすべてのポートに配信され、送信先となったすべてのグループのすべてのポートが要求されたマルチキャスト トラフィックを受信しました。

このマルチキャスト テストは、「Agilent N2X パケットおよびプロトコル」テスト パッケージの標準機能です。これは、「Create PIM」と呼ばれる「Agilent Quick Tests」のコンポーネントの 1 つです。



500 グループすべてが各ポートの RP に登録されました。各受信側ポートは、その他のすべてのポートから送信された全 3,000 グループ分のトラフィックを受信しました。

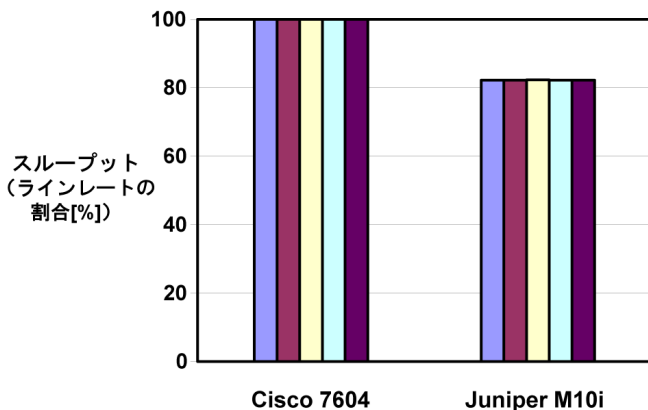
他のテストと同様に、トラフィックは Cisco 7604 と Juniper M10i にラインレート (1,488,095 pps) で配信されすべてのポートへ転送されました。

マルチキャスト テストが 5 回繰り返され、各回とも比較的安定したデータが得られました。各テストが終了するたびに、すべてのマルチキャスト ルートをルータから消去し、その後、Agilent トラフィック ジェネレータを再開しました。

テストを開始すると同時に、ルータは送信元グループの登録を開始し、PIM 加入要求が開始します。やがて、ルータが自身の持つすべてのルートを確認し、トラフィック パターンが安定化します。つまり、送信パケット レートと受信パケット レートが定常状態のレベルに達します。

このテストでは、ルータがこの定常状態に達した後に、スループットが計測されました。スループットは、Agilent テスターによって計測された受信パケット レートを、送信パケット レートと比較して決定されました。

Cisco 7604 はすべてのトラフィックを配信しましたが、一方 Juniper M10i はトラフィックの約 82%しか配信しませんでした。

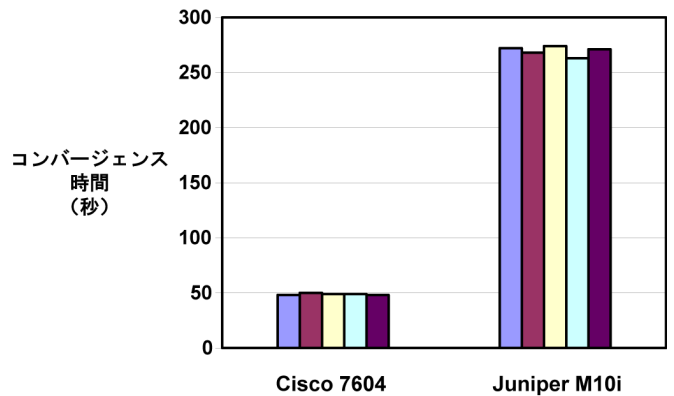


マルチキャストのスループット。マルチキャスト テストは 5 回実施され、総合的なスループットが綿密に監視されました。Cisco 7604 はテストが定常状態に達した後はすべてのトラフィックを転送しましたが、Juniper は約 82%しか転送しませんでした。

マルチキャスト コンバージェンス レートの測定では、コントロール プレーンのコンバージェンスだけを対象としました。測定は、ジェネレータが PIM 加入要求とトラフィックを送信した時点から開始し、ルーティング テーブル内のマルチキャスト ルートごとに正しい Outgoing Interface List (OIL; 発信インターフェイス リスト) を持つマルチキャスト ルートがすべて確立された時点で終了します。

コンバージェンス時間は、ルータがいつ定常状態に達したかを観察して測定されました。受信パケット レートが監視されました。各テストの開始時点では、受信パケット レートはゼロでした。レートは、PIM 加入要求が受信側にルーティングされるにつれ上昇します。受信パケット レートは、定常状態に達するまで上昇続けました。定常状態に達するまでの時間が、測定されたコンバージェンス時間です。

テストの結果、Cisco 7604 のコンバージェンスには約 50 秒かかりました。Juniper M10i ではその 5 倍以上の時間がかかり、たった 82%のスループットでコンバージェンス時間は約 260 秒でした。

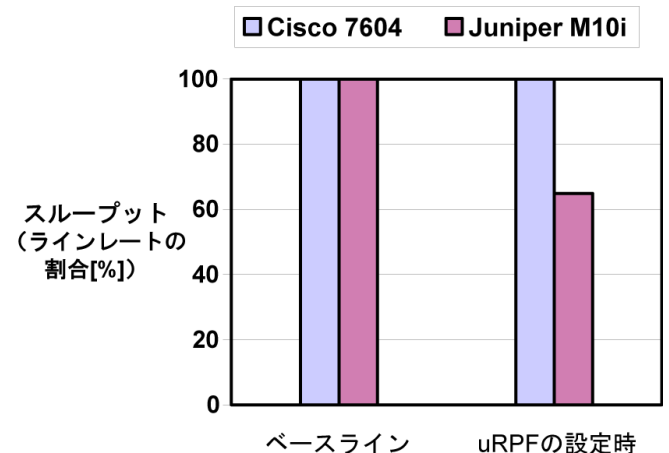


マルチキャストのコンバージェンス時間。マルチキャスト試験は 5 回実施され、コンバージェンス時間が監視されました。Cisco 7604 のコンバージェンスには約 50 秒かかりましたが、Juniper M10i では 260 秒以上かかりました。

マルチキャスト テストでは、マルチキャスト トラフィックの処理に重点が置かれました。QoS、ACL、uRPF は設定されず、マルチキャスト トラフィック ストリームだけが実行されました。トラフィックはすべて 64 バイトのパケットから構成されました。

uRPFセキュリティの設定

uRPF を設定した場合のルータのスループットへの影響を調べるため、別個のテストを実施しました。uRPF は、スプーフィングを防止する目的で、企業やサービス プロバイダーによって、広く使用されるようになってきたセキュリティ機能です。各ルータでベースライン構成が変更され、全 6 個のインターフェイスに uRPF が設定されました (uRPF はルーズ モードに設定されました)。



uRPF を設定した場合のスループット。uRPF がルータに設定されると、Juniper のスループットはラインレートの 65%未満に低下します。Cisco 7604 はラインレートで転送し続けます。

その結果、uRPF が設定された場合、Juniper M10i のスループットはラインレートの 65%未満に減少し、一方、Cisco 7604 はフル ラインレートでパケットを継続して処理することが明らかになりました。

Miercom社により検証されたパフォーマンス

ここで説明したとおり、システムの構成、操作、機能について Miercom 社が実施したテストの結果、次の所見が明らかになりました。

- 実稼働環境でセットアップとトラフィックを使用して Juniper M10i との比較テストを実施したところ、Cisco 7604 ルータだけが 100%のスループットを実現しました。
- Juniper のスループットは、10 エントリのフィルタ リストを使用した場合には 25%以上減少し、1,000 エントリのフィルタ リストを使用した場合には 65%以上減少しました。
- CoS テストでは、Cisco 7604 は常にすべての「優先」トラフィックを配信しましたが、Juniper M10i はすべてのクラスの packets を廃棄しました。
- マルチキャスト テストでは、Juniper M10i は供給負荷の 17%以上を廃棄しましたが、Cisco 7604 は供給負荷をすべて配信しました。
- uRPF セキュリティと ACL を稼働したところ、Juniper のスループットは、サイズの小さい ACL を使用した場合に供給負荷の 42%未満に減少し、サイズの大きい ACL を使用した場合には 26%未満にまで減少しました。



ベンダー情報

Cisco Systems, Inc.

170 West Tasman Drive
San Jose, CA 95134 USA

<http://www.cisco.com>

Tel: 408 526-4000
800 553-NETS (6387)
Fax: 408 526-4100

Juniper Networks, Inc.

1194 N. Mathilda Avenue
Sunnyvale, CA 94089-1206 USA

www.juniper.net

Tel: 408 745-2000

Miercom社の製品試験サービスについて...

Miercom 社は、『Business Communications Review』や『Network World』などの代表的なネットワーク業界誌に、長年、数百に及ぶ製品比較分析結果を発表してきました。大手独立系プロダクト テスト センターとして高く評価されています。1988 年に設立された同社は、ネットワーク ハードウェアおよびソフトウェアの比較評価分野のパイオニアとして、SAN スイッチから VoIP ゲートウェイおよび IP PBX に至るまで、各種製品をテストするさまざまな方法論を開発してきました。Miercom 社の個別テスト サービスでは、競合製品の分析と個別製品の評価を行っています。調査用に提供された製品は、通常、「NetWORKS As Advertised™」プログラムに従って評価されます。ネットワーク関連製品は、このプログラムの製品のユーザビリティおよびパフォーマンスに関する包括的で独立したテストに耐えられなければなりません。一定の条件とパフォーマンス レベルを満たした製品には、「NetWORKS As Advertised™」賞および Miercom Labs の証明書が授与されます。



Miercom

379 Princeton-Hightstown Rd., Cranbury, N.J. 08512
609-490-0200 • fax 609-490-0610 • www.miercom.com

Report 050404