

VIAVI ソリューションズの TrueSpeed を使った RFC 6349 テスト – エンドユーザーと同じように ネットワークを体験

RFC 6349は、VIAVIが Bell Canadaおよび Deutsche Telecomと共同で開発した伝送制御プロトコル (TCP) のスループットテスト方法です。インターネット技術タスクフォース (IETF) が発行した RFC 6349 は、ネットワークとサーバーのパフォーマンスを最適化するための体系的なプロセス、メトリックス、ガイダンスを含む、TCP スループット解析を行うための再現可能なテスト手法です。

このアプリケーションノートは、RFC 6349 「TCP スループットテストのフレームワーク」を要約したもので、MTS-5800ハンドヘルドネットワークテスター MTS 5800-100G、MAP-2100、および仮想ネットワークのテストおよび保証システムである VIAVI Fusion で利用できるようになった自動化された完全準拠のVIAVI RFC6349 実装、TrueSpeed™ に重点を置いています。

このアプリケーションノートではまた、TrueSpeed RFC 6349と ITU Y.1564イーサネットサービスアクティベーション規格の統合についても説明しています。この画期的なテストの統合により、マルチサービス(トリプルプレイなど)環境でのエンドユーザー体感品質を最適化する総合的な手段を提供します。

RFC 6349 TCP テスト手法

RFC 6349 は、ユーザー体感品質を評価するための優れた評価指標の提供を目的として、マネージドIPネットワークにおける End-to-End の TCP スループット測定のための実践的な方法を規定しています。RFC 6349 フレームワークでは、TCPスループットを最適化するための TCP と IP のパラメータについても規定しています。

RFC 6349 は、TCP テストを実施する前に、必ずレイヤー 2/3 のターンアップテストを実施するように推奨しています。レイヤー 2/3 でネットワークを検証した後、RFC 6349 は、以下の3つのテストステップを行うように規定しています。

- パス MTU の検出 (RFC 4821に基づく) によりネットワークの最大伝送単位 (MTU) を検証し、アクティブな TCP セグメントサイズテストで TCP ペイロードが断片化されていないことを確認
- 往復遅延と帯域幅のベースライン測定により TCP の帯域遅延積 (BDP) を自動的に計算するのに最適な TCP のウィンドウサイズを予測
- 単一および複数の TCP 接続スループットテストにより「フル帯域」の TCP テストの自動化を可能にする予測 TCP ウィンドウサイズを検証

以下のサブセクションでは、各 RFC 6349 のテスト手順の詳細を解説します。

パス MTU ディスカバリ(RFC 4821 準拠)

TCP 実装では、パス MTU を学習するためにインターネット制御メッセージプロトコル (ICMP) の「断片化要 (need to frag)」メッセージによるパス MTU ディスカバリテクニック (PMTUD) を使用する必要があります。IP ヘッダセットに「断片化なし (DF: don't fragment)」ビットを送信するパケットがデバイスにあり、そのパケットが次のホップの MTU より大きい場合、パケットはドロップされ、デバイスはパケットを生成したホストに「ICMP 断片化要 (ICMP need to frag)」メッセージを返信します。「ICMP 断片化要 (ICMP need to frag)」メッセージには、次のホップの MTU が含まれ、PMTUD はこれを使用して自己調整します。残念ながら、ネットワークマネージャの多くは、ICMP を完全に無効にしているため、このテクニックはいくぶん信頼性に欠けます。

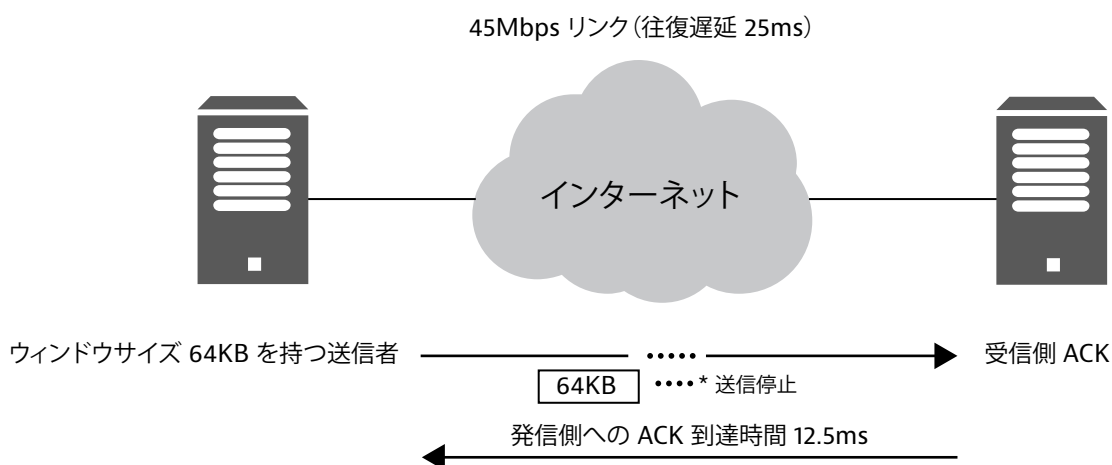
このため、RFC 6349 は、ネットワークパス MTU を検証するために、RFC 4821 に従って、パケット化レイヤーパス MTU ディスカバリ (PLPMTUD) を実行することを提案しています。つまり、PLPMTUD では、ライブ TCP トラフィックを使用して MTU 用にネットワークを「ポーリング」することを規定しています。IP パケットの DF ビット設定と同じテクニックが実装されていますが、これはライブ TCP セッションを使用するため、ICMP に依存しません。このアルゴリズムは、MTU の検索に TCP の再送条件を使用します (この後のどの試験手順でも断片化が発生しないようにするため)。

ベースライン往復遅延と帯域幅

TCP テストの開始前に、ベースライン往復時間 (RTT)、すなわち輻輳のない状態における固有遅延とエンドツーエンドネットワークのボトルネック帯域幅 (BB) を判定することが重要です。これらのベースライン測定は、帯域遅延積 (BDP) の計算に使用されるとともに、この後のテスト手順で使用される、TCP 受信ウィンドウ (RWND) および送信ソケットバッファのサイズの見積りに使用されます。

広域ネットワーク (WAN) リンクでは、受信者から ACK を受信する前に送信者が伝送可能なバイト数を調整するよう TCP を適切に設定する必要があります。この「伝送中」のバイト数は、通常 TCP ウィンドウと呼ばれますが、実際はいくつかの TCP ウィンドウメカニズムが作動しています。

図 1 は、25 ミリ秒の往復遅延 (RTD) を伴う 45Mbps WAN リンク上でのデータバイトの TCP 伝送の概念図です。



1107.0422

図 1. 25 ミリ秒の往復遅延 (RTD) での 45Mbps WAN リンク上で TCP 伝送中のデータバイトの概念

図 1 では、TCP ウィンドウが正しく微調整されておらず、ACK を要求する前に送信者から 64KB しか送信されません。

RFC 6349 に規定されているように、帯域遅延積 (BDP) は最適化された TCP ウィンドウで、以下のように算出されます。

$$\text{BDP} = \frac{\text{リンクボトルネック帯域幅 (BB)} \times \text{往復時間 (RTD)}}{8}$$

この例では、BDP は 140KB となります。これは、送信者の 64KB ウィンドウの 2 倍以上のサイズであるため、送信者のスループットは約 20Mbps だけになります。

RFC 6349 は、RTT を測定する以下のようなメカニズムを定義しています。

- レイヤー 2/3 で アクティブなトラフィックを生成し、一端から他端に「ループバック」する
- パケットキャプチャ
- ネットワークデバイスからの拡張 MIB 情報 (RFC 4898)
- ICMP ping

BDP は RTT と BB の両方に依存しているため、BB の測定も必要です。RFC 2544 などのレイヤー 2/3 テストは、運用ネットワークに採用され、BB を測定する手段の 1 つとして規定されています。RTT と BB の両方が取得されると、RFC 6349 により、その後の TCP スループットテストの予測 TCP パフォーマンスを計算できるようになります。

単一および複数の TCP 接続スループットテスト

TCP 接続テストの接続本数を 1 つまたは複数のどちらにするかは、エンドユーザー環境で設定されている TCP RWND とそれに関係する BDP のサイズに依存します。例えばロングファットネットワーク (LFN) の BDP が 2MB の場合、このネットワークパスは複数接続でテストするほうがより現実的です。標準的なホスト TCP RWND サイズが 64KB の場合は (Windows XP など)、32 本の TCP 接続で小規模オフィスのシナリオがエミュレートされます。

複数接続テストは RFC 6349 では要求されていませんが、TCP スループットを正確に検証するためのより現実的な手段として強くお勧めします。RFC 6349 は、TCP スループットテスト時に測定する評価指標も具体的に定義していますが、これについては後ほど説明します。

RFC 6349 の評価指標

以下では、RFC 6349 の TCP 評価指標と、それらの指標を使用した TCP パフォーマンス劣化原因の診断に関する例を取り上げます。

TCP 転送時間

最初の RFC 6349 評価指標は TCP 転送時間です。これは、単に同時 TCP 接続でデータブロックの転送にかかる時間の測定です。理想的な TCP 転送時間は、ネットワークパス BB とネットワークパスに関連する各種レイヤー 1/2/3 のオーバーヘッドに依存します。たとえば、500Mbps イーサネットサービスでの 5 つの同時 TCP 接続にて 100MB を一括転送する場合、各接続で 100MB ずつアップロードします。テスト中、各接続のスループットは異なることがあるため、全体的なスループットレートの判定は必ずしも容易ではなく、特に接続数が増加すると難しくなります。

理想的な TCP 転送時間は約 8 秒ですが、この例では実際の TCP 転送時間は 12 秒でした。TCP 転送指標は $12 \div 8 = 1.5$ であり、接続全体の転送には、理想値より 1.5 倍長くかかったことを示しています。

TCP の効率

TCP再送は、どのような TCP/IPネットワーク通信でも起きる現象です。パフォーマンスに支障を来す再送信数の判断は、数値のみからは困難です。RFC 6349 では、ペイロードの再送信のために使用されたネットワーク転送の相対的な割合を把握できるように新しい評価指標が定義されています。

これは TCP の効率性評価指標、つまり再送信されなかったバイトの割合で、以下のように定義されています。

$$\frac{\text{送信バイト数} - \text{再送信バイト数}}{\text{送信バイト数}} \times 100$$

送信バイト数は、最初に送信されたバイト数と再送信バイト数を含む送信された合計 TCP ペイロードバイト数です。この評価指標は、トラフィック管理、輻輳回避、および Renoや Vegas といった各種の TCP 実装など、さまざまなサービス品質 (QoS) 機能間での比較を提供します。

例えば、100,000 バイトが送信され、2,000 バイトが再送信されなければならなかった場合、TCP の効率は次のように計算されます。

$$\frac{102,000 - 2,000}{102,000} \times 100 = 98.03\%$$

TCP の再送方法はパケット損失の分布により影響が異なるため、レイヤー 2/3 でのパケット損失率は、再送率に直接関連しないことに留意してください。

バッファ遅延率

RFC6349 ではバッファ遅延率も定義していますが、これは TCP スループットテスト中のベースライン RTT からの RTT の増加率で、輻輳のない状態でのネットワークパス固有の RTT です。

バッファ遅延率は次のように定義されます。

$$\frac{\text{転送中の平均 RTT} - \text{ベースライン RTT}}{\text{ベースライン RTT}} \times 100$$

例えば、ベースライン RTT パスが 25ms であり、平均的な TCP 転送中の RTT が 32ms に増加するネットワークのバッファ遅延率は次の式で計算できます。

$$\frac{32 - 25}{25} \times 100 = 28\%$$

つまり、TCP 転送中に RTD (輻輳) 28% の増加が起こり、これにより TCP 全体のスループット低下が誘発され、エンドユーザーがより長い遅延を経験することになります。

RFC 6349 TCP 調整ガイドライン

TCP パフォーマンスが期待に満たない場合のために、RFC 6349 では考えられる原因についてのガイドラインを提供しています。

- 中間ネットワークデバイスは、TCP 接続を積極的に再発生させ、TCP RWND サイズ、MTU およびその他の要素を変える場合があります。
- シェーピングの代わりにポリシングによりレートが制限されると、テイルドロップのために過剰な TCP が再送される原因となります。

- 最大 TCP バッファスペース

すべてのオペレーティングシステムは、TCP 接続で使用されるシステムメモリ量を制限するグローバルメカニズムを備えています。一部のシステムでは、それぞれの接続に入力データ、出力データおよび制御に使用される総メモリに適用されるメモリ制限があります。その他のシステムでは、接続あたりの入出力バッファスペースの個々に制限が存在します。クライアント/サーバーの IP ホストは、高パフォーマンスネットワークには小さすぎる最大 TCP バッファスペース制限を用いて設定されることがあります。

- ソケットバッファサイズ

大半のオペレーティングシステムは、接続ごとの送受信バッファ制限をサポートしており、これは最大メモリ制限内で調整可能です。これらのソケットバッファは、TCP バイトとオーバーヘッドのフル BDP を保持するのに十分な大きさでなければなりません。ソケットバッファサイズを調整するにはいくつかの方法がありますが、TCP 自動調整は、TCP パフォーマンスとメモリ使用状況のバランスが最適になるよう自動的に調整します。

ネットワーク/ホスト問題と推奨ソリューションの全リストは、RFC 6349 を参照してください。

VIAVI による RFC 6349 の実装

VIAVI は、RFC 6349 テスト方法を、複数のポータブルネットワークテストデバイス、ラックマウントテストデバイス、およびソフトウェアベースのネットワークテストシステムに統合しました。TrueSpeedは、テスト構成ファイルの採用により、作業者がテスト構成を読み込み、「Go」を押すだけでテスト結果レポートを発行できます。

図 2 は、VIAVI TrueSpeed テスト機能を用いたシナリオを示します。

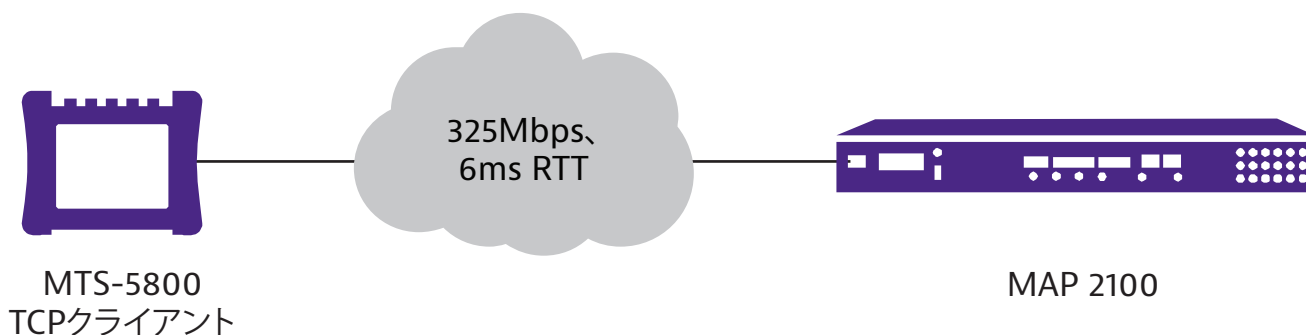


図 2. TrueSpeed スループットテストのテストシナリオ

1106.0422

これは、お客様の認定情報レート (CIR) が325Mbps、RTTが約 6ミリ秒、BDP が約 250KBでの LFN です。この例では、MTS-5800 は、TCPサーバーである MTS-6000Aにスループットテストをアップロードする TCP クライアントとしての役目を果たしています。

テストは推奨デフォルト設定で自動的に実行され、平均 3 分後に完了します。テストステップごとに結果がグラフ表示されます。

テストは RFC 6349 に規定されている順に実行され、パス MTU テストが最初に実行されます。図 11 に、パス MTU 1500 バイトのネットワーク例を用いたこのテストの結果を示します。

TrueSpeed テストには次の 2 つのワークフローがあります。

- インストールテストモード: ユーザーはアドレスと CIR 値を入力する必要があるだけです。MTS は RFC 6349 に従ってすべての TCP パラメータを自動入力します。
- トラブルシューティングテストモード: 上級ユーザーは TCP テストの多くの側面を制御して、高度なトラフィックシェーピングテストをはじめとする集中解析を実行できます。

以下のトピックは 2 つの異なるテストモードの概要を示すものです。

インストールテストモード

このモードでは、作業者が新規のエンドカスタマーサービスのプロビジョニング/インストールに派遣され、RFC 2544 または Y.1564 レイヤー 2/3 テストをまず実行します。次に、すべて同じ MTS アドレス情報 (IP アドレス、VLAN、QoS など) を使用して、自動 TrueSpeed インストールテストを行います。

リモート MTS は IP アドレスを使って設定されており、すべてのテストはローカル MTS から行われます (1 人による RFC 6349 テスト)。以下にテストシーケンスの概要を示します。

作業者が CIR とテスト時間を入力します。

- MTS (MTS フィールドテスタ) が TCP ウィンドウサイズと接続数に関するすべてのフィールドに自動入力します。
- MTS は、ローカル装置からアップロードに続いてダウンロード (スピードテスト) を実行します。
- 簡単な合否結果とレポートをローカル MTS (MTS フィールドテスタ) に報告します。

以下に、MTS (MTS フィールドテスタ) の参考画面と共にステップバイステップのより詳細なガイドを示します。

1. 作業者はローカルとリモート MTS (MTS フィールドテスタ) 用の IP アドレスを設定します。レイヤー 3 接続を検証するための ping も発行できます。

ローカル MTS (MTS フィールドテスタ) はリモート MTS (MTS フィールドテスタ) に接続し、TCP ポート 3000 を使用してすべてのテストの設定と結果の取得を行います。

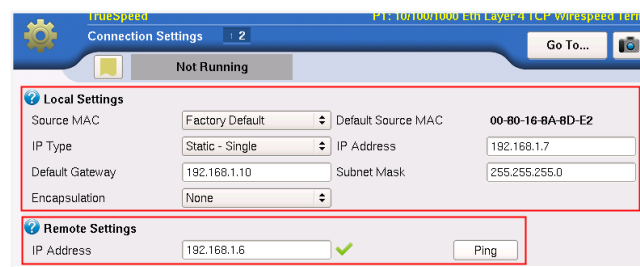


図 3. IP アドレスの設定

2. 作業者は、以下に示すように、1つの画面でレイヤー 4 SLA テストを行うための設定をします。



図 4. SLA テストの設定

1. 全 TCP テスト用の合計テスト時間(最短 30 秒)。
2. ローカルとリモートの QoS/VLAN 設定 (VLAN は非表示)。
3. テストするサービスのレイヤー 1/2 の CIR

複雑な TCP ウィンドウサイズや接続数の設定はありません。MTS (MTS フィールドテスト) は RFC 6349 を使用して自動的にそれらの値を算出します。

3. 作業者は「Run Test (テストを実行)」をクリックします。

ローカル MTS (MTS フィールドテスト) がアップストリームとダウンストリームの両方向の RFC 6349 テストを自動的に実行します (スピードテストのように順次実行)。

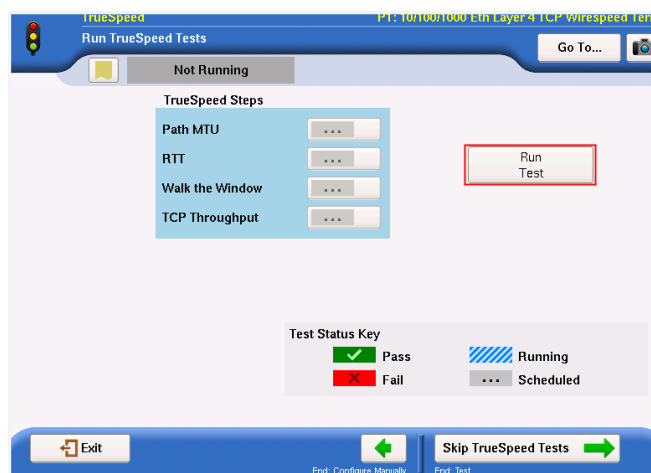


図 5. RFC 6349 テストの実行

RFC 6349 に基いて、以下に概説するテストが行われます。このテストの詳細説明は、下記の「トラブルシューティングテストモード」のトピックを参照してください。

- パス MTU の検出(RFC 4821 に基づく) – アクティブ TCP セグメントサイズテストでネットワーク MTU を検証し、TCP ペイロードが断片化しないようにします。
- RTT テスト – サービスの RTT を測定し、TCP の BDP を自動計算するために最適な TCP ウィンドウサイズを予測します。
- Walk-the-Window – 4 つの異なる TCP ウィンドウサイズテストを行い、スループットをレイヤー 4 CIRの 25% から 100% に上げます。
- TCP スループット – CIR でのより詳細なスループットテストを行い、合否決定、RFC 6349 評価指標、および詳細グラフを提供します。

Walk-the-Window テスト結果が表示され、結果の横のボックスをクリックするとアクセスできます。

各テストにはアップストリームとダウンストリームのボタンがあります。この例では、アップストリームに 40Mbps ポリサーがあり、すべてのウィンドウ設定で顕著なパフォーマンス上の問題がありました。CIR ウィンドウ設定は常に 4 番目にテストするウィンドウで、この例での結果は 40Mbps であるべきでした。

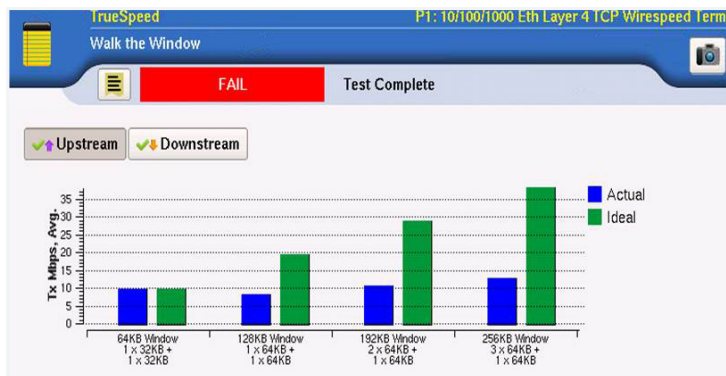


図 6. Walk-the-Window テスト画面 - アップストリーム

図 7では、ダウンストリーム方向にはポリサーはなく、スループットは4番目のウィンドウサイズ(CIRウィンドウサイズに等しい)をはじめとして、すべてのケースで理想値を満たしています。

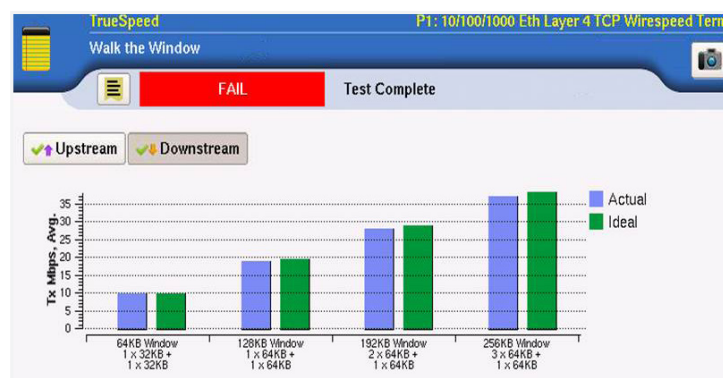


図 7. Walk-the-Window テスト画面 - ダウンストリーム

前述の通り、TCP スループットテストは CIR ウィンドウサイズ (Walk-the-Window シリーズの 4 番目) で行われ、より時間をかけた詳細なテストを提供します。

テストが完了すると、簡単な合否決定 (図 8) と詳細なスループットテスト結果画面 (図 9) が表示されます。この例では、テストは 40Mbps ポリサーのためにアップストリーム方向で不合格となっています。この状況では、お客様の実際のスループットは 12.3Mbps になります。さらに、TCP 効率とバッファ遅延評価指標は、低い TCP パフォーマンスの原因の診断に役立ちます。この例では、ポリサーによりパケットがドロップされています。

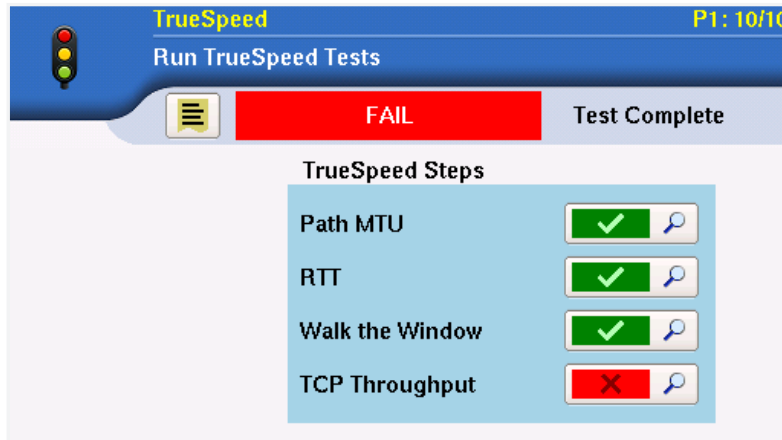


図 8. 合否テスト結果

テストの完了後、グラフ表示のテストレポートが出力され、テスト設定も保存できます。

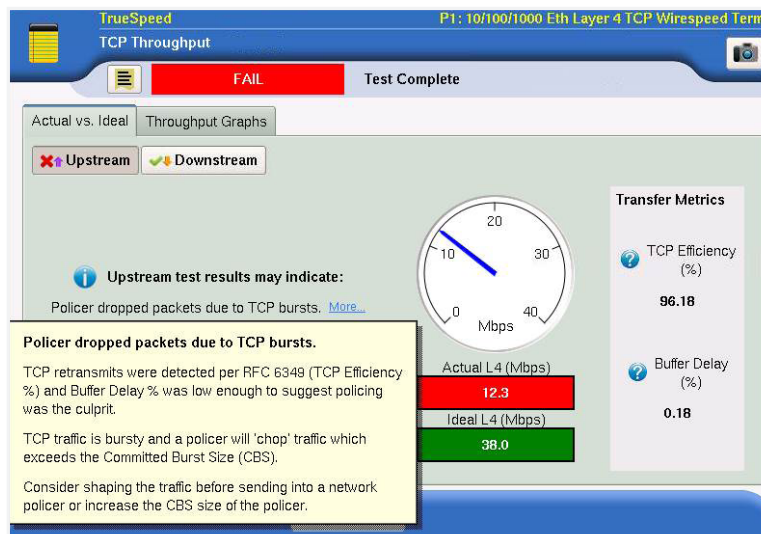


図 9. 詳細な TCP スループットテスト結果

トラブルシューティングテストモード

このモードでは、ユーザーはテスト設定を読み込むことも手動で設定することもできます。このモードは、上級の現場作業者にとって設定自由度が高く、より詳細な TCP 理論の解説と RFC 6349 結果に基づいてより詳細なテストシナリオを探索できます。

ユーザーはすべての RFC 6349 テスト手順を実行することも、図 10 に示すように一部のみ実行することもできます。この例では、CIR は 325Mbps で RTT は 6.5ms です。

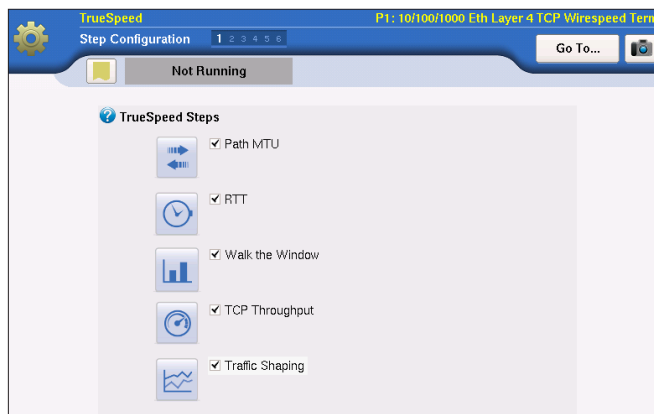


図 10. TrueSpeed テスト構成の設定

テストは推奨デフォルト設定で自動的に実行され、平均 3 分後に完了します。テストステップごとに結果がグラフ表示されます。

テストは RFC 6349 に規定されている順に実行され、パス MTU テストが最初に実行されます。図 11 に、パス MTU 1500 バイトのネットワーク例を用いたこのテストの結果を示します。

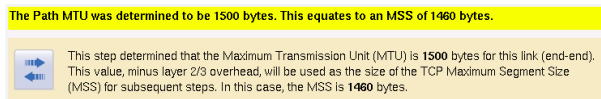


図 11. パス MTU テストの結果

パス MTU テストを完了した後、TrueSpeed は RTT テストに進みます。理想 TCP ウィンドウは BDP によって決まるため、これは重要です。BDP は、理想的な TCP スループットを予測するための以降のテスト手順で使用されます。

図 12 に、RTT が 6.5ms でのこの例の RTT テスト結果を示します。

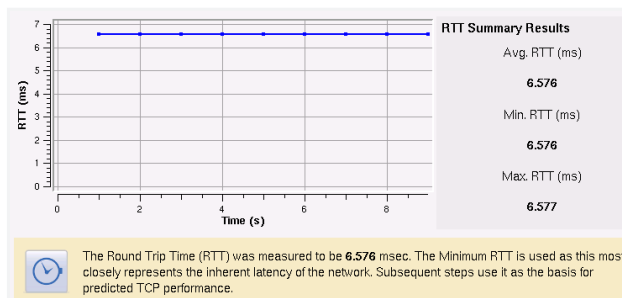


図 12. RTT テストの結果

Walk-the-Window テストは、ウィンドウサイズのテスト結果と期待される結果の特性に関する有益な情報を提供します。Walk-the-Window テストは、パス MTU と RTT テストからのパラメータを使用してウィンドウサイズスループットテストを行います。図 13 に、Walk-the-Window テストの結果を示します。

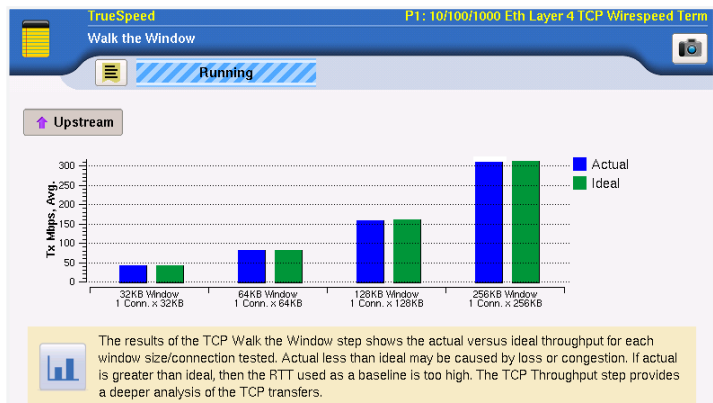


図 13. Walk-the-Window テストの結果

図13 の例では、TCP ウィンドウが 256KB に設定されており、実際の TCP スループットは 325Mbps の CIR を満たすだけです。多くの場合、エンドホストコンピューターは 64KB など、ずっと小さいウィンドウを使用するため、期待されるスループットよりずっと低い結果になります。ここでは、64KB ウィンドウは約 80Mbps しか達成していません。

次に、TCP スループットテストでは、問題のあるウィンドウサイズの詳細分析が可能で、診断の補助としてRFC 6349評価指標結果が提供されます。図 10 では、TCP ウィンドウは384KBに拡大されており(サイズ 128KB の接続を 3 つ使用)、これは 325Mbps CIR を大幅に上回っています。エンドカスタマーは「ウィンドウが大きいほど良い」と考えて、この極端な設定に走りがちです。しかしながら、図 14に示すとおり、このWAN環境では、ネットワークポリシングが 325Mbps CIRでアクティブされ、TCP パフォーマンスが著しく低下しています。

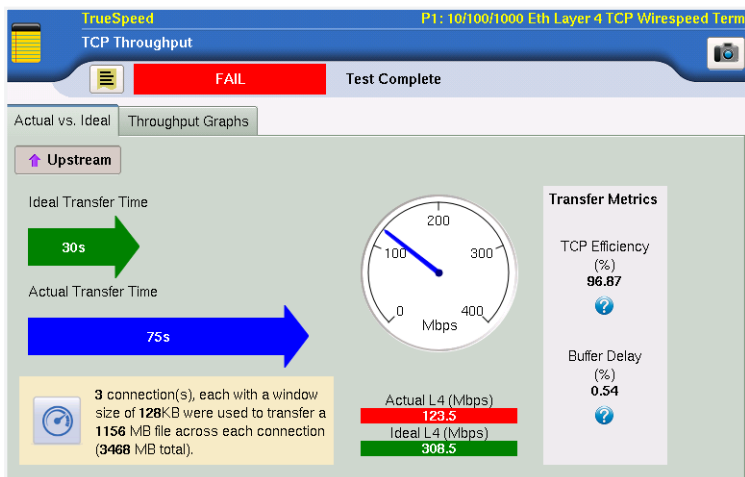


図 14. TCP スループットテストの結果 (基本的なビュー)

ここで、TCP 効率評価指標が 96.87% で、バッファ遅延率が僅か 0.54% であることは、バッファ遅延ではなく損失がパフォーマンスギャップの原因であることを示しています。図15 は、スループットグラフをより詳細に検討します。

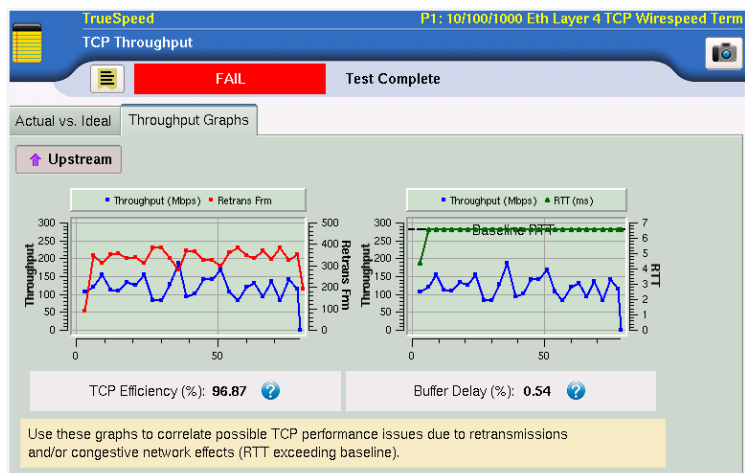


図15. TCPスループットテストのグラフ

VIAVI は RFC 6349 テストを拡張し、トラフィックシェーピングテストも提供しています。トラフィックシェーピングはインテリジェントネットワークバッファリングで、ネットワークデバイスが CIR に従ってトラフィックをシェーピングします。トラフィックシェーピングは、宅内機器 (CPE) エッジデバイスで実行しますが、ネットワークプロバイダーがトラフィックをシェーピングすることもでき、これにより TCP パフォーマンスとエンドユーザー体感品質を大幅に向上させることができます。

高速回線から低速回線にダウンシフトする際に TCP トラフィックをシェーピングしないと、ネットワークポリシングにより TCP パフォーマンスに悪影響を与える可能性があります。シェーピングとは反対に、ポリシングは CIR を超えるトラフィックを切り落とすため、TCP の再送を引き起こし、エンドカスタマーのパフォーマンスが著しく低下します。図 16 に、トラフィックシェーパーとポリサーの機能を比較します。

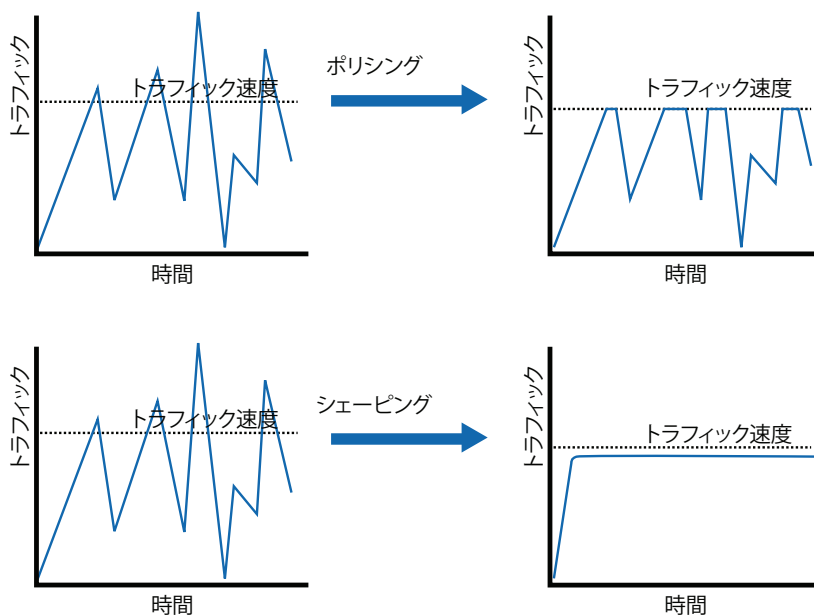


図 16 に、トラフィックシェーパーとポリサーの機能を比較します。

TrueSpeed は、ポリシングとの対比でシェーピングトラフィックを明確に示すトラフィックシェーピングの結果を提供します。図 17 はポリシングされているトラフィックを示していますが、これは 4 つの TCP 接続間の帯域幅にギザギザが非常に多い分布となっています。

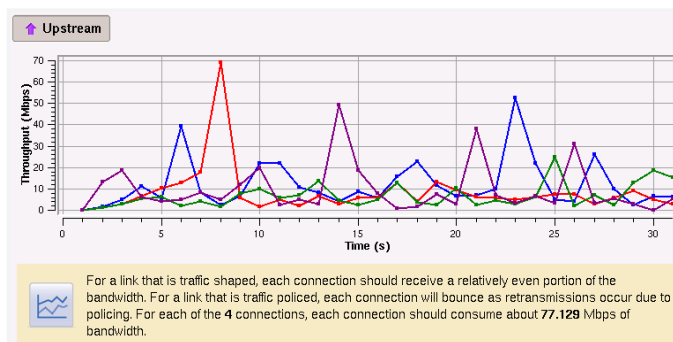


図 17. TrueSpeed のトラフィックシェーピングの結果 (トラフィックがポリシングされている場合)

図 18 は、4 つの TCP 接続の間で帯域幅が均等に分布している場合のトラフィックシェーピングを示しています。

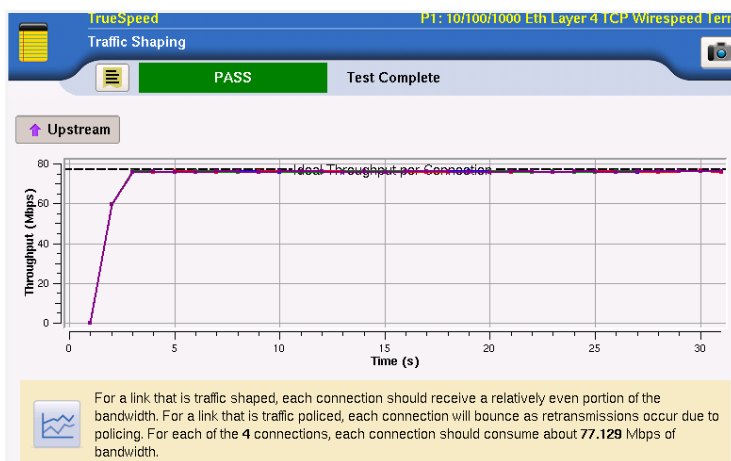


図 18. TrueSpeed のトラフィックシェーピングの結果 (トラフィックがシェーピングされている)

TrueSpeed の RFC 6349 と Y.1564 との統合

ITU の Y.1564 はイーサネットサービスアクティベーションの ITU 規格です。特長：

- お客様の SLA を満たすための複数サービスのフィールド開通・パフォーマンス試験
- 遠端でのループバックを使用したエンドツーエンドの自動マルチイーサネット/IP サービステスト
- LTE/4G IP サービスとトリプルプレイテストに最適

Y.1564 で検出される問題には以下があります。

- ネットワーク設定エラー - VLAN ID や優先度、IP TOS、最大スループット
- 低サービス品質 (QoS) - レイテンシー、ジッター、損失が大きい
- 負荷状況下にある同一ネットワーク上でサービスがうまく機能していない

Y.1564はレイヤー 2(イーサネット)とレイヤー 3(IP)のパフォーマンスのみを検証する規定であるため、TCPレイヤーのテストは行われません。このため、Y.1564 で「合格」結果が出たとしても、エンドカスタマーのパフォーマンスは前のセクションで定義されている TCP 関連のパフォーマンス上の問題が原因で低いことがあります。

このテストの欠点の解決策は、サービスアクティベーション時に TrueSpeed RFC 6349 テストと Y.1564 を組み合わせることです。図 19 に、TrueSpeed をどのように Y.1564 サービスパフォーマンステストと組み合わせられるかを示します。

図 19 では、音声とビデオサービスを一定ビットレートのUDPベースストリームとしてテストしています。これに対して、データサービスはTCPベースでバースト性である TrueSpeed RFC 6349 準拠トラフィックを使ってテストされます。TCP アプリケーションのバースト性はネットワーク QoS にストレスをかけ、純粋な Y.1564 テストでは検出されない性能問題を引き起こす可能性があります。



図 19. TrueSpeed サービスと組み合わせられた Y.1564 パフォーマンステスト

この統合アプローチの VIAVI実装は SAMCompleteと呼ばれ、RFC 6349 と Y.1564 を統合した業界唯一のサービスアクティベーション方法です。SAMComplete では、TrueSpeed サービスが自動構成されます。ユーザーは CIR を指定するだけでよく、SAMComplete がネットワーク状態に合わせて適切な TCP セッション数を自動設定します。この統合テストの終わりには、図 20 に示すように従来式の Y.1564 サービスと同様に、ユーザーは TrueSpeed サービスの簡単な合否ステータスを受け取ります。

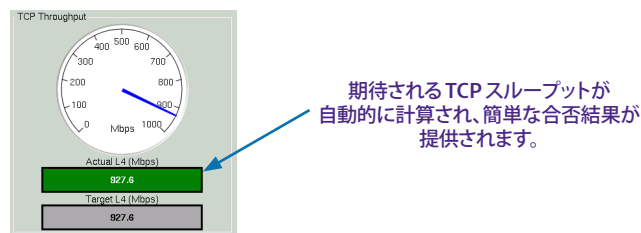


図 20. TrueSpeed RFC 6349 テストの簡単な合否結果

まとめ

このアプリケーションノートでは、RFC 6349 に規定されている TCP のテスト方法を概説しました。これにより、ベストプラクティスに基づいて TCP スループットを順を追ってテストし、TCP テスト手法の違いによるばらつきを排除できます。RFC 6349 で規定されている TCP 評価指標は、ネットワーク問題（損失と遅延）の客観的な測定値を提供し、それらが TCP パフォーマンス全体にどのように影響するかを示します。

実際の TCP スループットが最適でない場合、RFC 6349 はネットワークやエンドホストを調整するための実際的なガイドラインを提供します。

VIAMIの TrueSpeed テストは完全自動の RFC 6349 準拠の実装で、単純にボタンを押すだけであるため、経験のない作業者がわずか 5分で実施できるとともに、上級のネットワークエンジニアが SLAの検証と実装に使用できる自動レポート作成機能も装備しています。