

ネットワークのTCPスループット試験

RFC 6349にもとづく実践的なスループット試験

ネットワークマスタ プロ MT1000A
 10Gマルチレートモジュール MU100010A1
 100Gマルチレートモジュール MU100011A

はじめに

有線・無線のイーサネットネットワーク環境では、通信性能や品質の最適化が不可欠な要素となっています。通常、ネットワークオペレータやサービスプロバイダは、IETF*¹ RFC 2544 Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices (ネットワーク相互接続装置のためのベンチマークテスト)やITU-T*² Y.1564 Ethernet service activation methodology (イーサネットサービス開通試験)にもとづいた低レイヤの試験を行っています。しかし、これらの試験結果がたとえ良好だったとしても、スループットの低下などにより、エンドユーザの満足を得られないケースもあります。その原因の一例は、ネットワークの端末間通信における上位レイヤであるTransmission Control Protocol (TCP) 接続が最適化されていないためです。TCPは、データパケットが正しく受信されていることを確認することで、信頼性のある通信を保証しています。しかし、ネットワーク装置のウィンドウサイズやバッファ容量の設定がTCP接続に最適化されていないなどの条件があると、イーサネット/IPで出ているスループットに対して、TCPスループットが低くなる可能性があります。このため、オペレータやサービスプロバイダは、ネットワーク性能の測定に関する標準規格であるRFC 6349 Framework for TCP Throughput Testing (TCPスループット試験の枠組み)にもとづいて試験する必要があります。

ネットワークマスタプロ MT1000Aは、TCPスループットオプションを実装することにより、最大10 Gbpsに対応した通常のイーサネット/IP試験 (RFC 2544/ITU-T Y.1564) に加え、RFC 6349にもとづいたTCPスループット試験を実現できます。

*1 : Internet Engineering Task Force (IETF) は、インターネットの規格策定団体の1つです。

*2 : ITU-Tは、国際電気通信連合 (ITU) の電気通信標準化部門でITU-T勧告を作成しています。

製品の特長

- 1台で最大2ポートを実装可能
- 10ギガビットイーサネット (10GbE) に対応
- 双方向同時試験
- 最大16のTCPセッションを使った同時試験
- iPerfサーバに接続可能

複数ポートを使用することにより、複数回線の同時試験や、サービス開始前のラボ内での対向試験ができます。試験ポートは、最大10GbEに対応しているため、高速回線を使用したサービスの検証もできます。

複数回線の同時試験



サービス開始前のラボ内での対向試験



図1 複数ポートを使ったTCPスループット試験 (最大10GigE)

TCPスループット試験とRFC 6349の概要

イーサネットのパフォーマンスを測定するうえで最も重要なテストパラメータは、スループットです。一般的にスループットは、パケット損失が発生しない最大帯域幅を指します。しかし、実際にイーサネットサービスを使用する場合、TCPプロトコル上で通信することが多く、フロー制御や再送制御を含むTCPを使ったスループット試験が求められるようになってきています。TCPスループット試験は、RFC 6349で規定されたテスト手法です。



図2 RFC 6349 TCPスループット試験

RFC 6349では、以下の測定をします。

- パスMTUの特定
- ベースラインの往復時間と帯域幅
- TCPスループット

パスMTU (Maximum Transmission Unit、最大転送単位)

パスMTUは、その通信経路においてIPパケットが途中で分割されることなくネットワークを通過できるIPパケットの最大値です。イーサネットの場合は1500バイトです。この場合、TCPで送信できるデータサイズ (Maximum Segment Size) は、パスMTUからIPヘッダとTCPヘッダを除いた1460バイトになります。ネットワーク機器によってはこれよりも少ない設定がされていることがあります。送信するパケットのデータサイズがパスMTUを超えると、転送中にパケットを分割する処理 (フラグメント) が発生するため、スループットが低下します。このため、パスMTUからスループット試験用のパケットサイズの上限值が決まります。図3の例では、各機器のMTUのうち、1350が最小ですので、これがパスMTUになります。

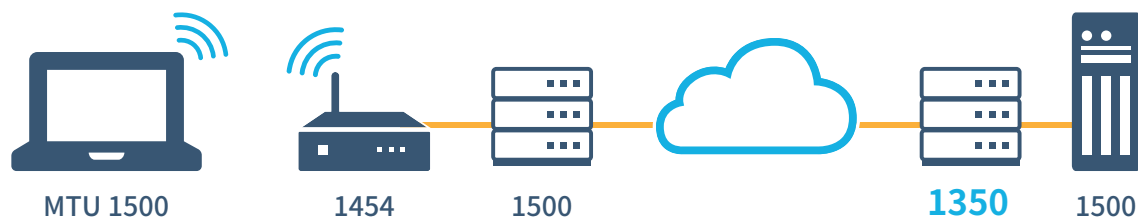


図3 パスMTUの特定

ベースラインの往復時間

TCPはデータを送信した後、相手からの確認応答 (Acknowledgement, ACK) メッセージを受けてから次のデータを送信します。データを送信してからACKメッセージを受け取るまでの時間が往復時間 (Round Trip Time, RTT) です。RTTは、通信路の距離とルータの処理時間の合計で決まります。ルータが処理するパケットの込み具合によってRTTは変動します。このようなネットワークの輻輳 (ふくそう) が無いと仮定したときのRTT最小値をベースラインRTTと呼びます。

帯域幅

イーサネットフレームやUser Datagram Protocol (UDP) パケットなどを使用して、被測定ネットワークの帯域幅 (Bottleneck Bandwidth, BB) を測定します。RTTとBBを測定すると、一度に転送できる最大パケット数を予測できます。たとえば、RTT = 10 ms、BB = 100 Mbpsの場合、ACKを受信するまでに転送できるデータサイズは $0.01 \times 100 = 1 \text{ Mbit} = 1250 \text{ kbyte}$ となり、パスMTUが1500バイトであれば約830パケットになります。

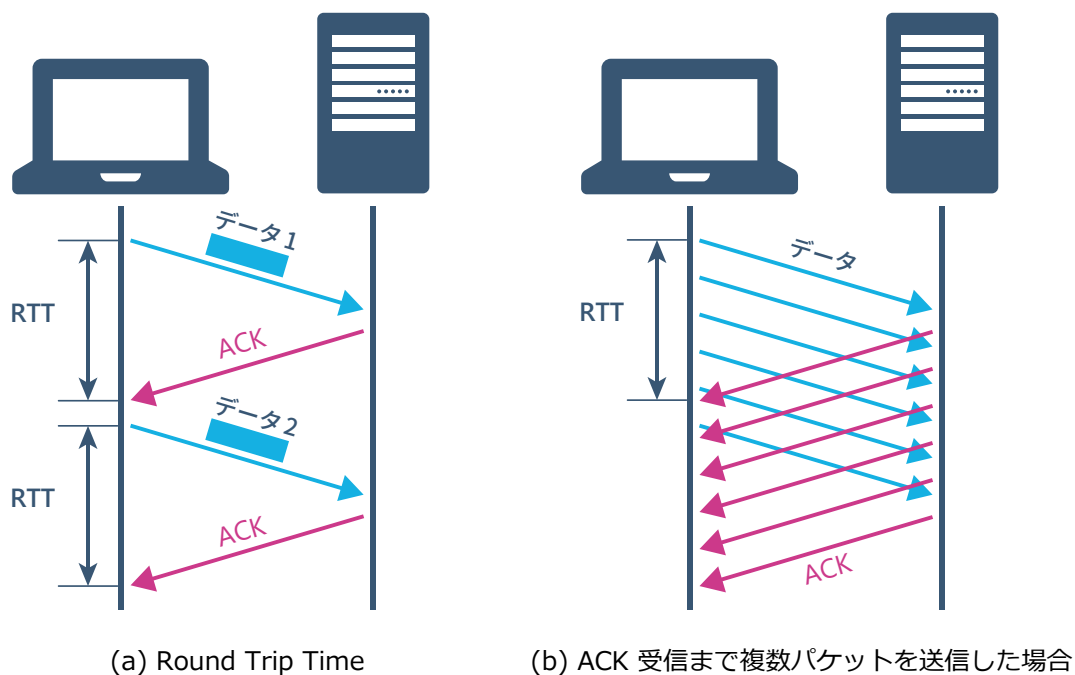


図4 TCPの確認応答とRTT

TCPは全二重の通信を提供するプロトコルであり、双方向で同時にデータを転送します。

双方向同時試験を行うことにより、テレビ会議システムなどの上り/下り共に負荷の高いサービスの検証が可能です。

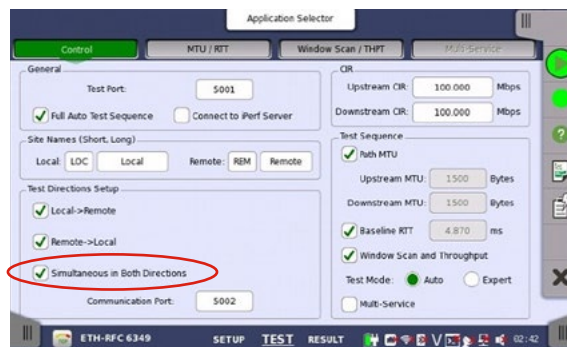


図5 双方向同時試験

RFC 6349 TCPスループット試験（ネットワークオペレータ向け）

ネットワークオペレータは、ネットワークの品質を維持するために、RFC 2544やY.1564によるService Level Agreement (SLA) の検証を行います。しかし、この検証ではTCP通信を使用していないので、エンドユーザの体感するパフォーマンス結果との乖離（かいり）が生じることがあります。そのおもな原因は、エンドユーザ側に起因しています。RFC 2544やY.1564によるSLA検証に加え、RFC 6349にしたがったTCPスループット試験を行うことにより、オペレータはエンドユーザに対して、ネットワーク装置の調整などの的確なアドバイスを提供できます。このことは、エンドユーザの不満を解消し、苦情処理にかかるコストを削減するのに有効です。MT1000Aは、エンドユーザの端末を模擬しRFC 6349にしたがったTCPスループット試験を行うことができます。

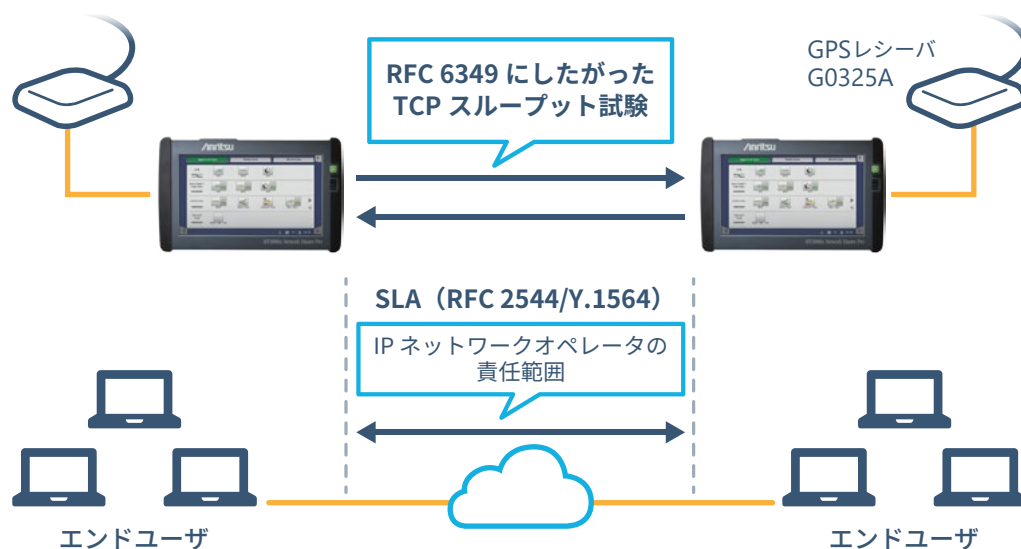


図6 ネットワークオペレータ向けTCPスループット試験

iPerfを使用したTCPスループット試験（サービスプロバイダ向け）

サービスプロバイダは、ネットワークサービスを提供するためにサーバやネットワークをエンドユーザに開放しています。ネットワークサービスはおもにTCP通信を使用されているため、サービスプロバイダは、TCPスループットの測定にソフトウェアベースのiPerfを使用しています。iPerfはソフトウェアベースのため、PCやサーバのCPUが、送信するTCPパケットの生成および受信したTCPパケットからデータの取り出し処理をします。このため、PCやサーバの処理能力や負荷状況によってTCPパケットの処理にかかる時間が変動するので、TCPスループット測定の再現性が低く、端末の性能によりTCPスループットが実際よりも低く測定される問題点があります。MT1000Aは、iPerfサーバと接続し、ハードウェアベースでTCPパケットの処理をするため信頼性の高いTCPスループット試験ができます。

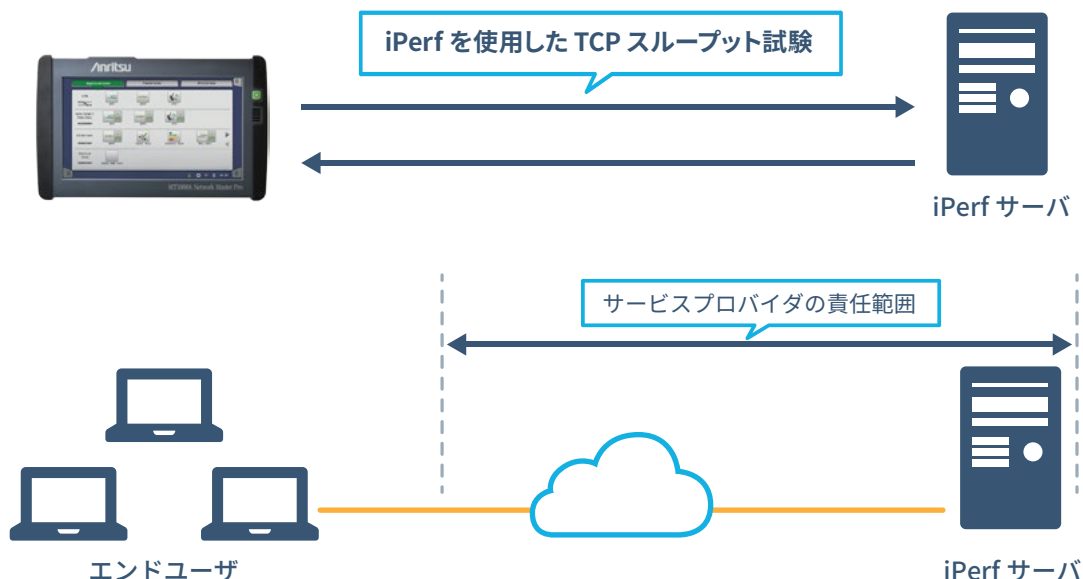


図7 サービスプロバイダ向けTCPスループット試験

MT1000Aは、iPerf2サーバに接続できます。

ネットワーク内のサーバにiPerfをインストールすることにより、サーバを含むネットワークのTCPスループットを試験できます。

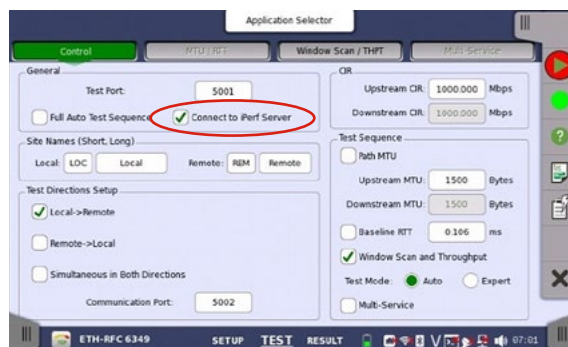


図8 iPerfサーバに接続を設定

測定例

TCPウィンドウサイズを自動的に変更しながらスループットを測定し、最適なウィンドウサイズを表示します。



図9 ウィンドウスキャン

TCPスループットの理想値/実測値、再送バイト数、往復遅延時間などネットワークの状況が、簡単な操作で確認できます。スループットは、時系列でグラフ表示できます。



図10 TCPスループット

最大16のTCPセッションを使用した同時試験ができます。セッションごとのDSCP/TOS優先度を変更することにより、マルチサービスでの検証ができます。



図11 最大16のTCPセッションを使った同時試験

まとめ

MT1000Aは、RFC 2544/Y.1564に加え、TCPスループット試験にも対応でき、ネットワークのより実践的な検証・評価が可能です。
絶えず進化・拡張を続ける有線および無線ネットワークの品質向上に役立ちます。

オーダリング・インフォメーション

ご契約にあたっては、形名・記号、品名、数量をご指定ください。
品名は、現品の表記と異なる場合がありますので、ご了承ください。

MT1000A

形名・記号	品名
本体	
MT1000A	ネットワークマスタ プロ
モジュール	
MU100010A1	10Gマルチレートモジュール
MU100011A	100Gマルチレートモジュール
オプション	
MU100010A-001	2.7G以下デュアルチャネル
MU100010A-011	イーサネット10Gシングルチャネル
MU100010A-012	イーサネット10Gデュアルチャネル
MU100010A-020*1	TCPスループット
MU100011A-001	10G以下シングルチャネル
MU100011A-003	10G以下デュアルチャネル
MU100011A-020*2	TCPスループット
応用部品	
G0325A	GPSレシーバ



製品の詳細はこちら

* 1 : 少なくとも次のオプションが1つ実装されている必要があります。
MU100010A-001、MU100010A-011、MU100010A-012
* 2 : MU100011A-001もしくはMU100011A-003が必要です。