実習 - インターネットのマッピング

目的

パート 1：ping を使用してネットワーク接続をテストする

パート 2：Windows Tracert を使用してリモート サーバへのルートをトレースする

パート 3：Web 上のツールとソフトウェア ツールを使用してリモート サーバへのルートをトレースする

パート 4：traceroute の結果を比較する

背景・予備知識

ルート トレース コンピュータ ソフトウェアは、データがユーザの送信元エンド デバイスからリモートの宛先ネットワークまでに通過しなければならないネットワークをリストするユーティリティです。

このネットワーク ツールは、通常はコマンド ラインで次のような形式で実行します。

tracert <destination network name or end device address>

（Microsoft Windows システム）

または

traceroute <destination network name or end device address>

（Unix 系システム）

ルート トレース ユーティリティにより、ユーザは IP ネットワークでのパスやルートおよび遅延を知ることができます。この機能を実行するツールはいくつか存在します。

traceroute（または **tracert**）ツールは、ネットワークのトラブルシューティングによく使用されます。このツールは通過したルータのリストを表示するので、ユーザはネットワークまたは中間ネットワーク上の特定の宛先に到達するまでに通ったパスを知ることができます。各ルータは、ネットワークとネットワークが接続しているポイントであり、データ パケットがそこを通って転送されたことを表すものです。ルータの数は、送信元から宛先までデータが通過した「ホップ」数と呼ばれます。

表示されるリストは、Web サイトなどのサービスにアクセスしようとするときにデータ フローの問題を確認するのに役立ちます。また、データのダウンロードなどのタスクを実行するときにも役立ちます。同じデータ ファイルが複数の Web サイト（ミラー）にある場合、各ミラーをトレースすれば、どのミラーを使用するのが最も速いかがわかるでしょう。

同じ送信元と宛先の間でも、時間をずらしてルート トレースを行うと、2 回のトレースの結果が異なることがあります。これは、パケット送信のさまざまな経路を選択できるインターネットおよびインターネット プロトコルの機能を含む相互接続ネットワークの「メッシュ」特性によるものです。

コマンドライン ベースのルート トレース ツールは、通常はエンド デバイスの OS に組み込まれています。

それ以外のツール（VisualRoute™ など）は、追加の情報を提供する独自仕様のプログラムです。VisualRoute は、オンライン情報を利用してルートをグラフィカルに表示します。

この実習では、VisualRoute がインストールされていることを前提にしています。ご使用のコンピュータに VisualRoute がインストールされていない場合は、次のリンクを使用して、このプログラムをダウンロードすることができます。

http://www.visualroute.com/download.html

VisualRoute のダウンロードまたはインストールで問題が発生した場合は、インストラクタにサポートを依頼してください。必ず Lite Edition をダウンロードしてください。

VisualRoute Lite Edition	Windows XP\2003\Vista\7	4.0Mb	Download
	Mac OS X (dmg) 10.3+, universal binary	2.0Mb	Download

シナリオ

インターネット接続を使用し、3 つのルート トレース ユーティリティを使って宛先ネットワークまでのインターネット経路を調べます。この作業は、インターネットおよびコマンド ラインにアクセスできるコンピュータで実行する必要があります。まず、Windows に組み込まれた tracert ユーティリティを使用します。次に、Web ベースの traceroute ツール（http://www.subnetonline.com/pages/network-tools/online-traceroute.php）を使用します。最後に、VisualRoute プログラムを使用します。

実習に必要なリソースや機器

PC 1 台（インターネットを利用できる Windows 7、Vista、または XP 搭載 PC）

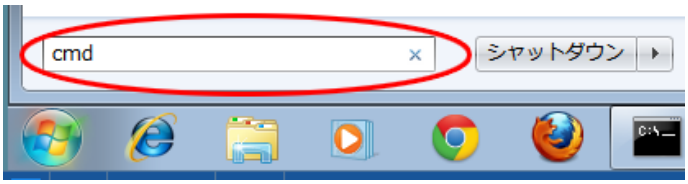
パート 1:　ping を使用してネットワーク接続をテストする

手順 1:　リモート サーバに到達可能かどうかを確認する。

リモート ネットワークへのルートをトレースするには、ご使用の PC でインターネット接続が利用できる状態になっている必要があります。

a. 最初に使用するツールは ping です。ping は、ホストが到達可能かどうかをテストするためのツールです。ping は、情報パケットをリモート ホストに送信して、応答するように指示します。ご使用のローカル PC は、各パケットに対する応答を受信するかどうかを判定するとともに、それらのパケットがネットワークを横断するのに要する時間を測定します。ping という名称は、水中に音のパルスを送出して、地形や他の船舶からの反射を調べるアクティブ ソナー テクノロジーに由来します。

b. ご使用の PC で、Windows の [**スタート**] アイコンをクリックし、[**プログラムとファイルの検索**] ボックスに「**cmd**」と入力し、Enter キーを押します。



c. コマンドライン プロンプトで、「**ping www.cisco.com**」と入力します。

```
C:\>ping www.cisco.com

Pinging e144.dscb.akamaiedge.net [23.1.48.170] with 32 bytes of data:
Reply from 23.1.48.170: bytes=32 time=56ms TTL=57
Reply from 23.1.48.170: bytes=32 time=55ms TTL=57
Reply from 23.1.48.170: bytes=32 time=54ms TTL=57
Reply from 23.1.48.170: bytes=32 time=54ms TTL=57

Ping statistics for 23.1.48.170:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 54ms, Maximum = 56ms, Average = 54ms
```

d. 最初の出力行には、e144.dscb.akamaiedge.net という完全修飾ドメイン名（FQDN）が表示されます。その後に、23.1.48.170 という IP アドレスが続きます。シスコは世界中のさまざまなサーバで同じ Web コンテンツをホストしています（これらはミラーと呼ばれます）。そのため、あなたの現在の地理的な所在地によって、表示される FQDN と IP アドレスは違ってきます。

e. 出力のこの部分から以下のことがわかります。

```
Ping statistics for 23.1.48.170:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 54ms, Maximum = 56ms, Average = 54ms
```

ping を 4 回送信し、それぞれの ping について応答を受信しました。各 ping に応答があったので、パケット損失は 0 % です。平均すると、パケットがネットワークを横断するのに要した時間は 54 ms（54 ミリ秒）です。1 ミリ秒は 1 秒の 1/1000 です。

パケット損失や低速なネットワーク接続で悪影響を被るアプリケーションとして、ストリーミング ビデオとオンライン ゲームの 2 つを挙げることができます。ping を 4 回（デフォルト）ではなく、100 回送信すれば、インターネット接続の速度をもっと正確に知ることができます。これを行う方法は次のとおりです。

```
C:\>ping -n 100 www.cisco.com
```

この出力は、たとえば次のようになります。

```
Ping statistics for 23.45.0.170:
    Packets: Sent = 100, Received = 100, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 46ms, Maximum = 53ms, Average = 49ms
```

f. 今度は世界のいろいろな地域に置かれている地域インターネット レジストリ（RIR）Web サイトに ping します。

アフリカ:

C:\> **ping www.afrinic.net**

```
C:\>ping www.afrinic.net

Pinging www.afrinic.net [196.216.2.136] with 32 bytes of data:
Reply from 196.216.2.136: bytes=32 time=314ms TTL=111
Reply from 196.216.2.136: bytes=32 time=312ms TTL=111
Reply from 196.216.2.136: bytes=32 time=313ms TTL=111
Reply from 196.216.2.136: bytes=32 time=313ms TTL=111

Ping statistics for 196.216.2.136:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 312ms, Maximum = 314ms, Average = 313ms
```

オーストラリア向け:

C:\> **ping www.apnic.net**

```
C:\>ping www.apnic.net

Pinging www.apnic.net [202.12.29.194] with 32 bytes of data:
Reply from 202.12.29.194: bytes=32 time=286ms TTL=49
Reply from 202.12.29.194: bytes=32 time=287ms TTL=49
Reply from 202.12.29.194: bytes=32 time=286ms TTL=49
Reply from 202.12.29.194: bytes=32 time=286ms TTL=49

Ping statistics for 202.12.29.194:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 286ms, Maximum = 287ms, Average = 286ms
```

ヨーロッパ:

C:\> **ping www.ripe.net**

```
C:\>ping www.ripe.net

Pinging www.ripe.net [193.0.6.139] with 32 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 193.0.6.139:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

南米:

C:\> **ping lacnic.net**

```
C:\>ping www.lacnic.net

Pinging www.lacnic.net [200.3.14.147] with 32 bytes of data:
Reply from 200.3.14.147: bytes=32 time=158ms TTL=51
Reply from 200.3.14.147: bytes=32 time=158ms TTL=51
Reply from 200.3.14.147: bytes=32 time=158ms TTL=51
Reply from 200.3.14.147: bytes=32 time=157ms TTL=51

Ping statistics for 200.3.14.147:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 157ms, Maximum = 158ms, Average = 157ms
```

これらの ping はすべて米国にあるコンピュータから実行されたものです。データが同じ大陸（北米）内で移動する場合と北米から他の大陸に移動する場合とを比べると、平均 ping 時間（ミリ秒数）はどうなりますか。

ヨーロッパの Web サイトに送信された ping で特に注目すべき点は何ですか。

パート 2:　Tracert を使用してリモート サーバへのルートをトレースする

手順 1: リモート サーバへのインターネット トラフィックがどのようなルートを通るかを確認する。

基本的な到達可能性は ping ツールで確認されたので、今度は個々のネットワーク セグメントについてもう少し詳しく調べてみることにします。これを行うには、**tracert** ツールを使用します。

a. コマンドライン プロンプトで、「**tracert www.cisco.com**」と入力します。

```
C:\>tracert www.cisco.com

Tracing route to e144.dscb.akamaiedge.net [23.1.144.170]
over a maximum of 30 hops:

  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms  dslrouter.westell.com [192.168.1.1]
  2    38 ms    38 ms    37 ms  10.18.20.1
  3    37 ms    37 ms    37 ms  G3-0-9-2204.ALBYNY-LCR-02.verizon-gni.net [130.8
1.196.190]
  4    43 ms    43 ms    42 ms  so-5-1-1-0.NY325-BB-RTR2.verizon-gni.net [130.81
.22.46]
  5    43 ms    43 ms    65 ms  0.so-4-0-2.XT2.NYC4.ALTER.NET [152.63.1.57]
  6    45 ms    45 ms    45 ms  0.so-3-2-0.XL4.EWR6.ALTER.NET [152.63.17.109]
  7    46 ms    48 ms    46 ms  TenGigE0-5-0-0.GW8.EWR6.ALTER.NET [152.63.21.14]

  8    45 ms    45 ms    45 ms  a23-1-144-170.deploy.akamaitechnologies.com [23.
1.144.170]

Trace complete.
```

b. 次の手順で tracert の出力をテキスト ファイルに保存します。

1. [コマンド プロンプト] ウィンドウのタイトル バーを右クリックし、[**編集**] > [**すべて選択**] を選択します。
2. [コマンド プロンプト] ウィンドウのタイトル バーをもう一度右クリックし、[**編集**] > [**コピー**] を選択します。
3. [**スタート**] > [**すべてのプログラム**] > [**アクセサリ**] > [**メモ帳**] をクリックして、**メモ帳**プログラムを開きます。
4. [**編集**] > [**貼り付け**] を選択して、出力をメモ帳に貼り付けます。
5. [**ファイル**] > [**名前を付けて保存**] を選択して、メモ帳ファイルを **tracert1.txt** という名前でデスクトップに保存します。

c. 宛先 Web サイトごとに **tracert** を実行し、出力を連番付きのファイルに保存します。

```
C:\> tracert www.afrinic.net
C:\> tracert www.lacnic.net
```

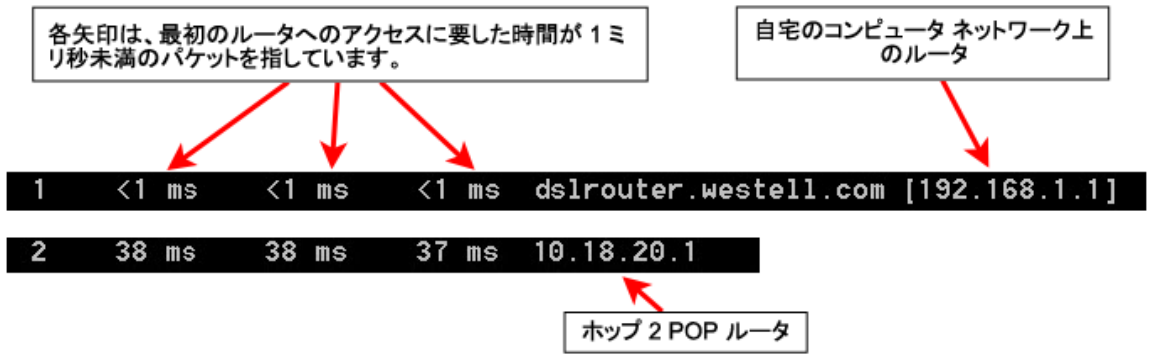
d. **tracert** 出力の解釈。

ご使用のインターネット サービス プロバイダー（ISP）の規模と、送信元ホストおよび宛先ホストの場所によって、トレースされるルートは多数のホップといくつかの異なる ISP を通るルートになる可能性があります。各「ホップ」はルータを表します。ルータというのは、インターネット上でトラフィックを誘導するのに使われる特殊なコンピュータです。多くのハイウェイを利用しながら複数の国を横断して自動車旅行をするところを想像してください。その旅程のいろいろな地点で、道路の分岐点に出会うことになるでしょう。そこでは複数の異なるハイウェイの中から進路を選択できます。さらに、各分岐点に最終目的地への正しいハイウェイに誘導してくれるデバイスがあると思ってください。それこそが、ルータがネットワーク上でパケットに対して行うことなのです。

コンピュータは言葉ではなく数値で話すので、ルータは IP アドレス（x.x.x.x という形式の数値）で一意に識別されます。**tracert** ツールは、情報のパケットが最終目的地に着くまでに通ったネットワーク上のパスを示してくれます。**tracert** ツールの出力からは、ネットワークの各セグメントでのトラフィックの通過速度もわかります。パスの各ルータに 3 個のパケットが送信され、戻り時間がミリ秒単位で測定されます。ここでは、この情報を使用して、www.cisco.com に対する **tracert** の結果を分析します。tracert の結果を次に示します。

```
C:\>tracert www.cisco.com

Tracing route to e144.dscb.akamaiedge.net [23.1.144.170]
over a maximum of 30 hops:

  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms  dslrouter.westell.com [192.168.1.1]
  2    38 ms    38 ms    37 ms  10.18.20.1
  3    37 ms    37 ms    37 ms  G3-0-9-2204.ALBYNY-LCR-02.verizon-gni.net [130.8
1.196.190]
  4    43 ms    43 ms    42 ms  so-5-1-1-0.NY325-BB-RTR2.verizon-gni.net [130.81
.22.46]
  5    43 ms    43 ms    65 ms  0.so-4-0-2.XT2.NYC4.ALTER.NET [152.63.1.57]
  6    45 ms    45 ms    45 ms  0.so-3-2-0.XL4.EWR6.ALTER.NET [152.63.17.109]
  7    46 ms    48 ms    46 ms  TenGigE0-5-0-0.GW8.EWR6.ALTER.NET [152.63.21.14]

  8    45 ms    45 ms    45 ms  a23-1-144-170.deploy.akamaitechnologies.com [23.
1.144.170]

Trace complete.
```

次は明細の説明です。



上の出力例では、tracert のパケットが送信元 PC からローカル ルータのデフォルト ゲートウェイ（ホップ 1：192.168.1.1）へ、さらに ISP の POP（Point of Presence）ルータ（ホップ 2：10.18.20.1）へと移動しています。どの ISP も数多くの POP ルータを保有しています。これらの POP ルータは、ISP のネットワークのエッジにあり、顧客がインターネットに接続する手段となっています。パケットは Verizon のネットワークの 2 つのホップを通過し、さらに alter.net に属するルータへとジャンプしています。つまり、パケットが別の ISP に移動した可能性があります。この点は重要です。なぜなら、ISP 間での移動でパケット損失が生じたり、ISP によって速度が異なったりすることがあるからです。alter.net が別の ISP なのか、それとも同じ ISP なのかを確認するには、どうすればよいでしょうか。

e. whois と呼ばれるインターネット ツールがあります。whois ツールを使用すると、ドメイン名の所有者を確認できます。Web ベースの whois ツールは、http://whois.domaintools.com/ にあります。この Web ベース whois ツールによると、このドメインも Verizon が所有しています。

```
Registrant:
        Verizon Business Global LLC
        Verizon Business Global LLC
        One Verizon Way
         Basking Ridge NJ 07920
        US
         domainlegalcontact@verizon.com  +1.7033513164 Fax: +1.7033513669

    Domain Name: alter.net
```

要約すると、インターネット トラフィックはホーム PC を出発点として、まずホーム ルータ（ホップ 1）を通過します。それから、ISP に接続し、リモート サーバ（ホップ 8）に到達するまで ISP のネットワーク（ホップ 2 ～ 7）を通り抜けていきます。始めから終わりまで関係する ISP が 1 つだけだという点で、これは比較的まれな例です。次の例に示すように、2 つ以上の ISP が関係しているほうが一般的です。

f. 次に、インターネット トラフィックが複数の ISP を通る例を調べることにします。次の例は、www.afrinic.net に対する tracert の結果です。

```
C:\>tracert www.afrinic.net

Tracing route to www.afrinic.net [196.216.2.136]
over a maximum of 30 hops:

  1     1 ms    <1 ms    <1 ms  dslrouter.westell.com [192.168.1.1]
  2    39 ms    38 ms    37 ms  10.18.20.1
  3    40 ms    38 ms    39 ms  G4-0-0-2204.ALBYNY-LCR-02.verizon-gni.net [130.8
1.197.182]
  4    44 ms    43 ms    43 ms  so-5-1-1-0.NY325-BB-RTR2.verizon-gni.net [130.81
.22.46]
  5    43 ms    43 ms    42 ms  0.so-4-0-0.XT2.NYC4.ALTER.NET [152.63.9.249]
  6    43 ms    71 ms    43 ms  0.ae4.BR3.NYC4.ALTER.NET [152.63.16.185]
  7    47 ms    47 ms    47 ms  te-7-3-0.edge2.NewYork2.level3.net [4.68.111.137
]
  8    43 ms    55 ms    43 ms  vlan51.ebr1.NewYork2.Level3.net [4.69.138.222]
  9    52 ms    51 ms    51 ms  ae-3-3.ebr2.Washington1.Level3.net [4.69.132.89]

 10   130 ms   132 ms   132 ms  ae-42-42.ebr2.Paris1.Level3.net [4.69.137.53]
 11   139 ms   145 ms   140 ms  ae-46-46.ebr1.Frankfurt1.Level3.net [4.69.143.13
7]
 12   148 ms   140 ms   152 ms  ae-91-91.csw4.Frankfurt1.Level3.net [4.69.140.14
]
 13   144 ms   144 ms   146 ms  ae-92-92.ebr2.Frankfurt1.Level3.net [4.69.140.29
]
 14   151 ms   150 ms   150 ms  ae-23-23.ebr2.London1.Level3.net [4.69.148.193]

 15   150 ms   150 ms   150 ms  ae-58-223.csw2.London1.Level3.net [4.69.153.138]

 16   156 ms   156 ms   156 ms  ae-227-3603.edge3.London1.Level3.net [4.69.166.1
54]
 17   157 ms   159 ms   160 ms  195.50.124.34
 18   353 ms   340 ms   341 ms  168.209.201.74
 19   333 ms   333 ms   332 ms  csw4-pkl-gi1-1.ip.isnet.net [196.26.0.101]
 20   331 ms   331 ms   331 ms  196.37.155.180
 21   318 ms   316 ms   318 ms  fa1-0-1.ar02.jnb.afrinic.net [196.216.3.132]
 22   332 ms   334 ms   332 ms  196.216.2.136

Trace complete.
```

ホップ 7 で何が起きていますか。level3.net は、ホップ 2 ～ 6 と同じ ISP ですか、それとも別の ISP ですか。この質問に答えるためには、whois ツールを使用します。

ホップ 10 で何が起きていますか。ホップ 1 ～ 9 と比べて、ワシントン D.C. とパリの間で パケットが移動するのに要した時間はどうなっていますか。

ホップ 18 で何が起きていますか。whois ツールで 168.209.201.74 に対して lookup を行ってください。このネットワークを所有しているのは誰ですか。

g. 「**tracert www.lacnic.net**」と入力します。

```
C:\>tracert www.lacnic.net

Tracing route to www.lacnic.net [200.3.14.147]
over a maximum of 30 hops:

  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms  dslrouter.westell.com [192.168.1.1]
  2    38 ms    38 ms    37 ms  10.18.20.1
  3    38 ms    38 ms    39 ms  G3-0-9-2204.ALBYNY-LCR-02.verizon-gni.net [130.8
1.196.190]
  4    42 ms    43 ms    42 ms  so-5-1-1-0.NY325-BB-RTR2.verizon-gni.net [130.81
.22.46]
  5    82 ms    47 ms    47 ms  0.ae2.BR3.NYC4.ALTER.NET [152.63.16.49]
  6    46 ms    47 ms    56 ms  204.255.168.194
  7   157 ms   158 ms   157 ms  ge-1-1-0.100.gw1.gc.registro.br [159.63.48.38]
  8   156 ms   157 ms   157 ms  xe-5-0-1-0.core1.gc.registro.br [200.160.0.174]

  9   161 ms   161 ms   161 ms  xe-4-0-0-0.core2.nu.registro.br [200.160.0.164]

 10   158 ms   157 ms   157 ms  ae0-0.ar3.nu.registro.br [200.160.0.249]
 11   176 ms   176 ms   170 ms  gw02.lacnic.registro.br [200.160.0.213]
 12   158 ms   158 ms   158 ms  200.3.12.36
 13   157 ms   158 ms   157 ms  200.3.14.147

Trace complete.
```

ホップ 7 で何が起きていますか。

パート 3: Web ベースのツールとソフトウェア ツールを使用してリモート サーバへのルートをトレースする

手順 1: Web ベースのルート トレース ツールを使用する。

a. ツールとして http://www.subnetonline.com/pages/network-tools/online-tracepath.php を使用して、次の Web サイトへのルートをトレースします。

www.cisco.com

www.afrinic.net

出力をキャプチャし、メモ帳で保存します。

www.cisco.com にコマンド プロンプトからアクセスしたときと（パート 1 を参照）、オンライン Web サイトからアクセスしたときとで、ルート トレースにどのような違いがありますか。（あなたの現在の地理的な所在地やあなたの学校に接続を提供している ISP によって、結果が異なったものになる可能性があります。）

パート 1 での tracert によるアフリカまでのトレースと、Web インターフェイスを使用したアフリカまでのトレースを比較してください。どのような違いがありますか。

一部のルート トレースには、asymm という省略が含まれています。これは何を意味するのでしょうか。その意義は何でしょうか。

手順 2: VisualRoute Lite Edition を使用する。

VisualRoute は、トレース結果をグラフィカルに表示できる独自仕様のルート トレース プログラムです。

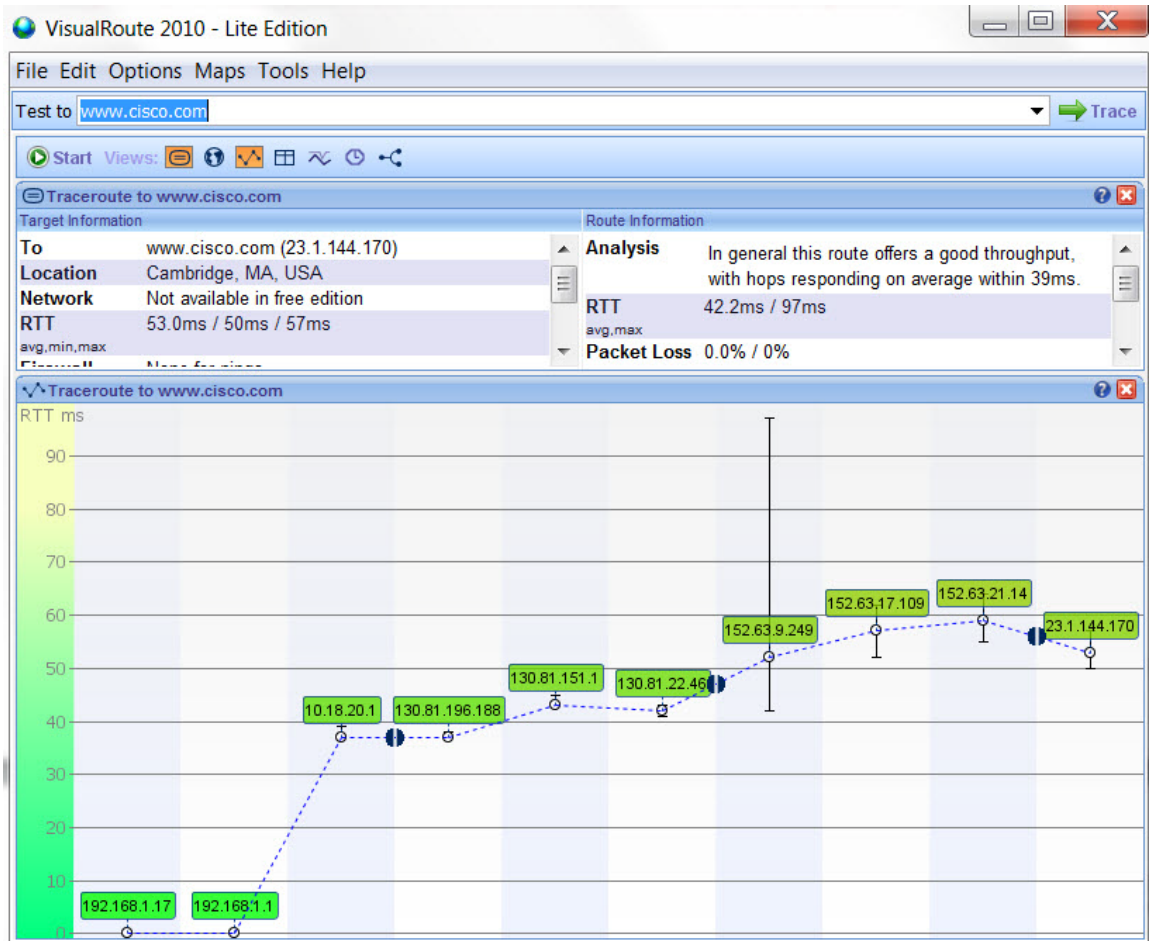
a. VisualRoute Lite Edition がまだインストールされていない場合は、次のリンクからダウンロードしてください。

http://www.visualroute.com/download.html

VisualRoute のダウンロードまたはインストールで問題が発生した場合は、インストラクタにサポートを依頼してください。必ず Lite Edition をダウンロードしてください。

b. VisualRoute 2010 Lite Edition を使用して、www.cisco.com へのルートをトレースします。

c. メモ帳を使ってパス内の IP アドレスを記録します。



パート 4:　traceroute の結果を比較する

パート 2 とパート 3 の www.cisco.com へのトレースの結果を比較します。

手順 1:　tracert を使用して www.cisco.com へのパスをリストする。

手順 2:　subnetonline.com の Web ベース ツールを使用して www.cisco.com へのパスをリストする。

手順 3: VisualRoute Lite Edition を使用して www.cisco.com へのパスをリストする。

すべてのルート トレース ユーティリティで www.cisco.com へのパスとして同じパスが使われていますか。その理由を述べてください。

復習

3 つの異なるツール（tracert、Web インターフェイス、VisualRoute）によるトレースを見てきましたが、他の 2 つのツールではわからなかったことで、VisualRoute を使ってわかったことは何ですか。