Taller 2 - Traceroute

Contenidos

Integrantes

LU	Nombre	Mail
72/18	Manuel Panichelli	panicmanu@gmail.com
76/16	Luciano Strika	lucianostrika44@gmail.com
692/12	Elías Cerdeira	eliascerdeira@gmail.com

Introducción

Traceroute es una de las herramientas para diagnóstico de red más utilizadas dada su simplicidad y amplia gama de aplicaciones. En este trabajo, se realiza una implementación alternativa en `python` utilizando la biblioteca `scapy` para interactuar con la red. El programa desarrollado envía paquetes ICMP `echo request` incrementando el TTL hasta llegar a destino. De esta manera, se puede obtener la dirección IP de los *routers* que componen la ruta y el RTT hacia cada uno de ellos, a través de los paquetes `TTL time exceeded` enviados por cada *host* que reciba un paquete con TTL nulo ($TTL = 0$). Este mecanismo es suceptible a muchas anomalías que se desarrollan a lo largo del informe.

El objetivo del trabajo es identificar los saltos interoceánicos a lo largo de la ruta a partir de los valores de RTT entre saltos (`dRTT`). Para esto, se realizan tres pruebas dirigidas a diferentes universidades alrededor del mundo. Primero, se realiza una predicción manual para determinar qué saltos son interocéanicos basado en el RTT y el RTT entre saltos (dRTT) y, finalmente, se implementa una técnica que permite realizar la predicción de forma automática basada en el método de deteccion de outliers propuesto por Cimbala.

Métodos y condiciones de los experimentos

Se realizó una implementación alternativa de *traceroute* en `Python 3` con la biblioteca `scapy`. Se envían paquetes `ICMP` sobre `IP` al sitio web de cada universidad, incrementando el TTL para ir avanzando gradualmente en cada *hop* que compone la ruta. Para cada `TTL` se realizan 5 iteraciones. Para calcular el `RTT` de cada *hop*, sólo se considera aquel *host* que presenta una mayor cantidad de respuestas. En cada caso, se calcula la mediana y el desvío estándar. A su vez, para calcular los valores de `dRTT` (`RTT` entre saltos), se realiza la diferencia entre los valores de `RTT` de dos *hops* consecutivos. En caso de obtener un valor negativo o que el salto no presente valor de `RTT`, se realiza con el siguiente *hop*, de no encontrarse ninguno, se ignora.

Para la predicción automática de saltos interoceánicos, se implementó el método de Cimbala para una muestra de variable única (`dRTT`).

Luego, para validar la predicción de saltos interoceánicos, se consume el servicio `ipinfo` y se amplían los resultados con información geográfica y organizacional de cada *host*.

A continuación se presentan las universidades estudiadas. Las pruebas fueron ejecutadas a las 20:00 horas del Sábado 22/05/2021.

- Carnegie Mellon (*Carne y Melón*) University - Estados Unidos
- Delhi University - India
- Osaka University - Japón

Resultados de los experimentos

A continuación se exponen los resultados de la ejecución del programa implementado para la distintas universidades nombradas en la sección anterior. Para cada una, se muestra una tabla cuya columna `Interoceánico` es la predicción hecha solamente según el `dRTT` y los `RTTs` del camino. Cada predicción puede validarse con la información geográfica (columna `Location`) obtenida a partir de `ipinfo`. Se expone un gráfico con el `RTT` incremental para cada *hop* y el `dRTT` junto con el umbral considerado para saltos interoceánicos representado con una línea punteada. Además, se traza la ruta obtenida sobre un mapa.

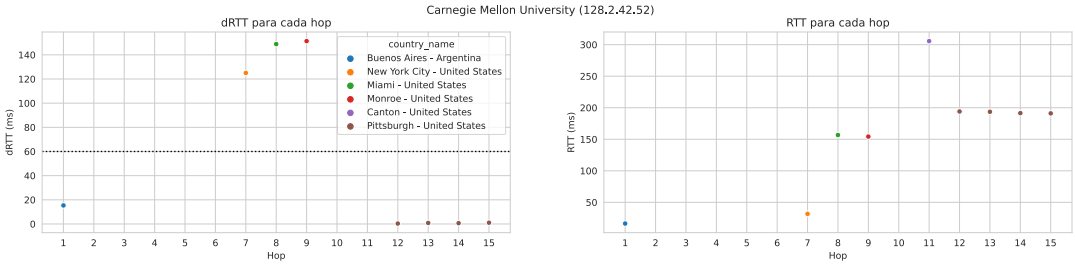
En todos los casos, se realizó el experimento con $TTL = 30$, pero sólo se expone un subconjunto de los datos para evitar repetición.

Carnegie Mellon University (CMU)

Carnegie Mellon (*Carne y Melón*) University - Estados Unidos (`128.2.42.52`) (Luciano)

Hop	IP	RTT	SD	dRTT	Interoceánico	Location
1	192.168.0.1	16.38 ms	11.09 ms	15.34	-	-
2	* * *	-	-	-	-	-
3	* * *	-	-	-	-	-
4	* * *	-	-	-	-	-
5	* * *	-	-	-	-	-
6	* * *	-	-	-	-	-
7	8.243.138.29	31.72 ms	6.18 ms	125.02	Si	New York City - United States, AS3356 Level 3 Parent, LLC
8	4.69.207.33	156.74 ms	0.45 ms	148.89	No	Miami - United States, AS3356 Level 3 Parent, LLC
9	4.68.111.110	154.27 ms	1.59 ms	151.36	No	Monroe - United States, AS3356 Level 3 Parent, LLC
10	* * *	-	-	-	-	-
11	66.3.25.94	305.63 ms	142.46 ms	0	No	Canton - United States, AS2828 MCI Communications Services
12	128.2.255.193	194.06 ms	2.46 ms	0.36	No	Pittsburgh - United States, AS9 Carnegie Mellon University
13	128.2.255.202	193.59 ms	1.04 ms	0.84	No	Pittsburgh - United States, AS9 Carnegie Mellon University
14	128.2.42.52	191.45 ms	2.10 ms	0.69	No	Pittsburgh - United States, AS9 Carnegie Mellon University

RTTs



Ruta obtenida

Preguntas

- **¿Qué porcentaje de saltos no responden los Time exceeded? ¿Cuál es el largo de la ruta en terminos de los saltos que sí responden?**

  Aproximadamente el 43% no responde y el largo es de 8 *hops*.

- **¿La ruta tiene enlaces intercontinentales? ¿Cuántos?**

  Seguro tiene un enlace intercontinental porque el paquete viaja de Buenos Aires a Estados Unidos, pero no aparece en el `traceroute`. El salto predicho es incorrecto, ya que en el *hop* 7 el paquete ya se encontraba en el otro continente.

- **¿Se observaron comportamientos anómalos del tipo descripto en la bibliografía sugerida?**

  Sí, se observaron:

  - *Missing hops*, ya que no se observan los *hops* 2 a 6 y 10.
  - *False RTTs*. Se observa que el *hop* 11 presenta un `RTT` más alto de lo esperado dada la región geográfica en que se encuentra. Posibles hipótesis para explicar este comportamiento:
    * La ruta hacia ese *router* es asimétrica. Como menciona la bibliografía sugerida, podría suceder que vuelva por una ruta distinta, potencialmente más larga o congestionada.
    * El *router* presenta distintos grados de prioridad para cada tarea, por lo que el envío de los mensajes *Time exceeded* es aplazado en el tiempo.
    * El *router* se vio momentáneamente congestionado al momento de la prueba. Se cree que es la más probable, ya que se realizó la prueba en otro momento y presentó menor demora.

- **¿Se observaron otros comportamientos anómalos? Proponga hipótesis que permitan explicarlos.**

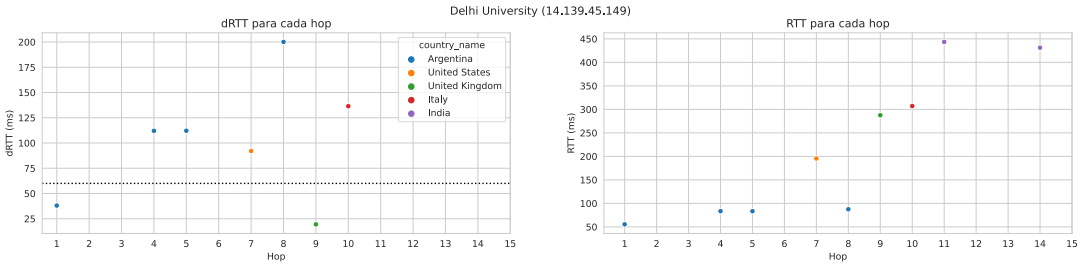
  No se observa ningún comportamiento anómalo que no sea nombrado en la bibliografía sugerida.

Delhi University

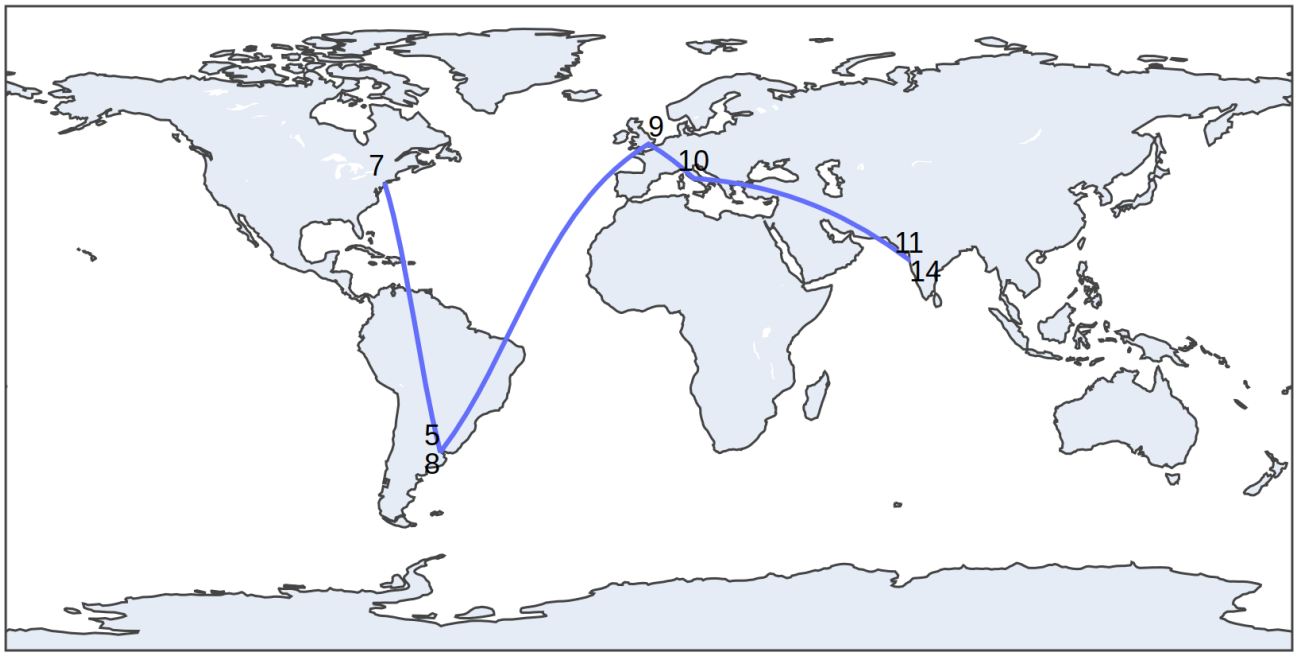
`14.139.45.149` (http://www.du.ac.in/, Delhi University, India) (Manuel)

Hop	IP	RTT	SD	dRTT	Interoceánico	Location
1	192.168.43.1	55.42 ms	27.70 ms	38.06	No	Privada
2	* * *	-	-	-	-	-
3	172.25.199.97	93.48 ms	2.78 ms	102.04	No	Privada
4	181.96.96.181	83.45 ms	87.77 ms	112.06	No	Buenos Aires - Argentina, AS7303 Telecom Argentina S.A.
5	181.88.68.142	83.37 ms	12.46 ms	112.14	No	Buenos Aires - Argentina, AS7303 Telecom Argentina S.A.
6	* * *	-	-	-	-	-
7	181.96.113.234	195.51 ms	0.00 ms	92.08	No	New York City - United States, AS7303 Telecom Argentina S.A.
8	195.22.220.56	87.49 ms	15.57 ms	200.10	Sí	Buenos Aires - Argentina, AS6762 TELECOM ITALIA SPARKLE S.p.A.
9	195.22.209.220	287.59 ms	11.52 ms	19.46	No	London - United Kingdom, AS6762 TELECOM ITALIA SPARKLE S.p.A.
10	149.3.183.137	307.05 ms	18.79 ms	136.47	Sí	Rome - Italy, AS6762 TELECOM ITALIA SPARKLE S.p.A.
11	85.95.27.121	443.51 ms	91.47 ms	- 12.20	No	Mumbai - India, AS15412 Reliance Globalcom Limited
12	* * *	-	-	-	-	-
13	* * *	-	-	-	-	-
14	124.124.195.104	131.32 ms	16.61 ms	0.00	No	Airoli - India, AS18101 Reliance Communications Ltd.DAKC MUMBAI
15	* * *	-	-	-	-	-
16	* * *	-	-	-	-	-
17	* * *	-	-	-	-	-
18	* * *	-	-	-	-	-
19	* * *	-	-	-	-	-
20	* * *	-	-	-	-	-

RTTs



Ruta



Preguntas

- **¿Qué porcentaje de saltos no responden los Time exceeded? ¿Cuál es el largo de la ruta en terminos de los saltos que si responden?**

  Aproximadamente el 50% no responde y el largo es 11 hops.

- **¿La ruta tiene enlaces intercontinentales? ¿Cuántos?**

  Si, 3, pero se predijeron 2. El salto 5 (Buenos Aires) - 7 (NYC) no se lo consideró como interoceánico porque en el 8 vuelve a Buenos Aires, con lo que se pensó que era una anomalía.

- **¿Se observaron comportamientos anómalos del tipo descripto en la bibliografía sugerida?**

  Si,

  - *Missing hops*, ya que no se obervan los *hops* 2, 6, 12, 13 y a partir del 15.
  - *Missing destination*. Se cree que a partir del *hop* 15 la respuesta faltante corresponde al destino.
  - *False links*. El tramo de los *hops* 5 a 9 induce a pensar que existe una ruta BA -> NYC -> BA -> UK. Se cree que en realidad se trata de dos rutas mezcladas, lo que puede apreciarse mejor en el gráfico de la ruta.

    1. BA -> NYC -> UK
    2. BA -> BA -> UK

- **¿Se observaron otros comportamientos anómalos? Proponga hipótesis que permitan explicarlos.**

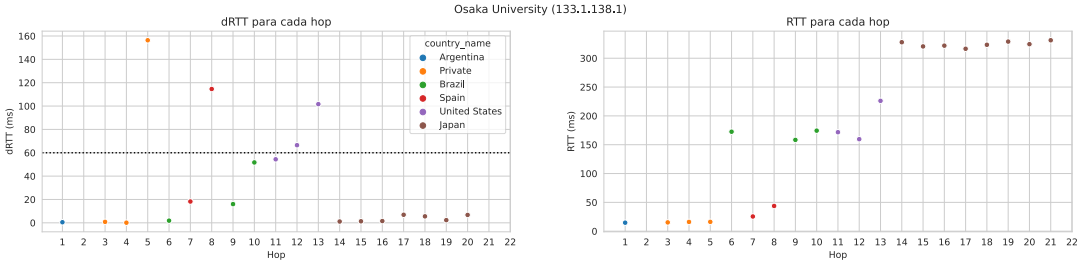
  No se observa ningún comportamiento anómalo que no sea nombrado en la bibliografía sugerida.

Osaka University

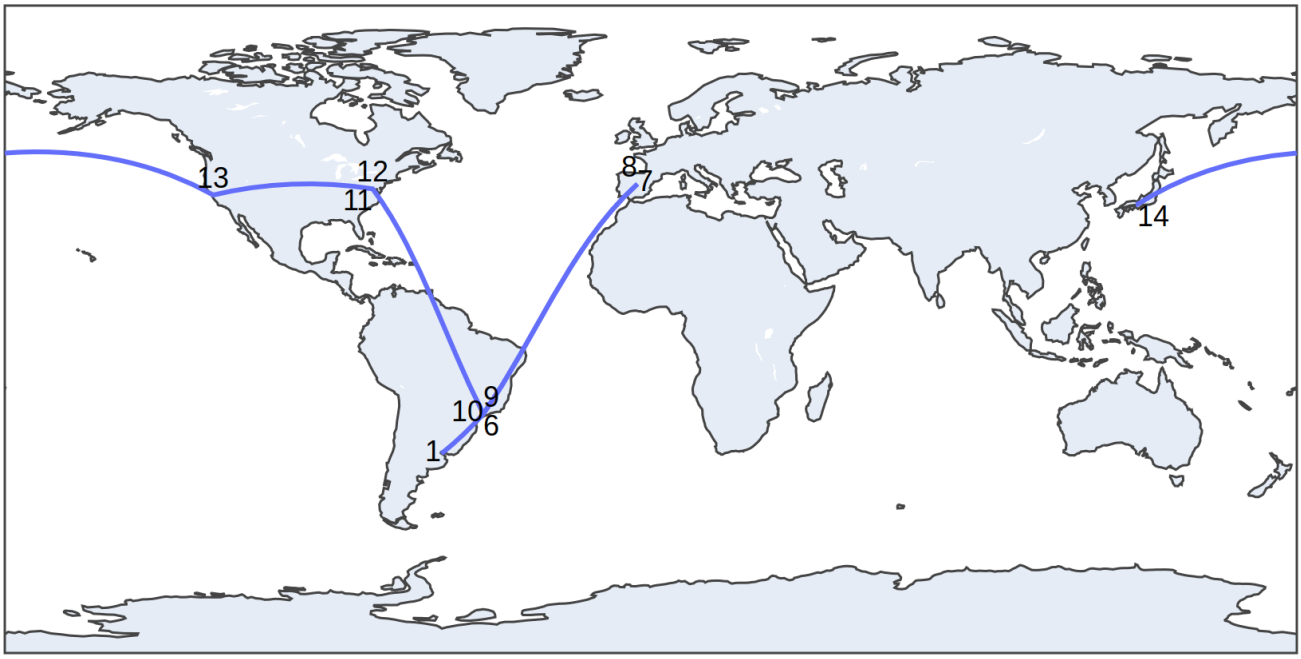
`133.1.138.1` (https://www.osaka-u.ac.jp/ - Osaka University, Japón) (Elias)

Hop	IP	RTT	SD	dRTT	Interoceánico	Location
1	192.168.1.1	17.17 ms	7.37 ms	155.38 ms	No	
2	200.51.241.181	14.76 ms	13.55 ms	0.50 ms	No	Buenos Aires - Argentina, AS10834 Telefonica de Argentina
3	* * *	N/A	N/A	N/A	N/A	
4	10.192.19.58	15.26 ms	1.57 ms	0.82 ms	No	
5	10.192.19.52	16.08 ms	1.15 ms	0.12 ms	No	
6	10.192.18.12	16.20 ms	2.08 ms	156.34 ms	No	
7	94.142.98.192	172.55 ms	5.33 ms	1.86 ms	No	São Paulo - Brazil, AS12956 TELEFONICA GLOBAL SOLUTIONS SL
8	213.140.39.116	25.51 ms	40.84 ms	18.26 ms	No	Madrid - Spain, AS12956 TELEFONICA GLOBAL SOLUTIONS SL
9	176.52.249.39	43.76 ms	3.28 ms	114.61 ms	Sí	Madrid - Spain, AS12956 TELEFONICA GLOBAL SOLUTIONS SL
10	94.142.98.123	158.37 ms	0.00 ms	16.03 ms	No	São Paulo - Brazil, AS12956 TELEFONICA GLOBAL SOLUTIONS SL
11	94.142.98.192	174.40 ms	13.18 ms	51.71 ms	No	São Paulo - Brazil, AS12956 TELEFONICA GLOBAL SOLUTIONS SL
12	129.250.8.117	171.71 ms	4.10 ms	54.39 ms	No	Ashburn - United States, AS2914 NTT America, Inc.
13	129.250.2.144	159.62 ms	4.54 ms	66.49 ms	Sí	Ashburn - United States, AS2914 NTT America, Inc.
14	129.250.6.237	226.11 ms	2.69 ms	101.67 ms	Sí	San Jose - United States, AS2914 NTT America, Inc.
15	129.250.2.119	327.77 ms	8.30 ms	1.11 ms	No	Osaka - Japan, AS2914 NTT America, Inc.
16	129.250.3.232	320.50 ms	9.22 ms	1.33 ms	No	Osaka - Japan, AS2914 NTT America, Inc.
17	61.200.91.154	321.82 ms	1.94 ms	1.51 ms	No	Osaka - Japan, AS2914 NTT America, Inc.
18	150.99.64.58	316.43 ms	11.36 ms	6.91 ms	No	Osaka - Japan, AS2907 Research Organization of Information and Systems
19	150.99.188.62	323.33 ms	2.37 ms	5.55 ms	No	Kobe - Japan, AS2907 Research Organization of Information and Systems
20	133.1.0.10	328.88 ms	12.04 ms	2.31 ms	No	Suita - Japan, AS4730 Osaka University
21	133.1.14.33	324.41 ms	5.82 ms	6.77 ms	No	Suita - Japan, AS4730 Osaka University
22	133.1.14.46	331.18 ms	17.49 ms	0.00 ms	No	Suita - Japan, AS4730 Osaka University
23	* * *	N/A	N/A	N/A	N/A	
24	* * *	N/A	N/A	N/A	N/A	
25	* * *	N/A	N/A	N/A	N/A	
26	* * *	N/A	N/A	N/A	N/A	
27	* * *	N/A	N/A	N/A	N/A	
28	* * *	N/A	N/A	N/A	N/A	
29	* * *	N/A	N/A	N/A	N/A	
30	* * *	N/A	N/A	N/A	N/A	

RTTs



Ruta



Preguntas

- **¿Qué porcentaje de saltos no responden los Time exceeded? ¿Cuál es el largo de la ruta en terminos de los saltos que si responden?**

  Aproximadamente el 27% no responde y el largo es 21 hops.

- **¿La ruta tiene enlaces intercontinentales? ¿Cuántos?**

  Si, 3 (los hops 11, 14 y el 9 o el 6). Se predijeron 3, pero el hop 13-14 tenía un RTT alto por ser de una punta a otra de Estados Unidos.

- **¿Se observaron comportamientos anómalos del tipo descripto en la bibliografía sugerida?**

  Si,

  - *Missing hops*, ya que no se observan los *hops* 2 y a partir del 23.
  - *Missing destination*. Se cree que a partir del *hop* 23 se trata de la respuesta faltante del destino.
  - *False links*. Del *hop* 7 (San Pablo) al 10 (San Pablo) pasa en medio por Madrid. Se observa el camino Argentina -> San Pablo -> Madrid -> San Pablo -> USA, cuando en realidad se cree que se trata de dos caminos mezclados, lo que puede apreciarse mejor en el gráfico de la ruta.

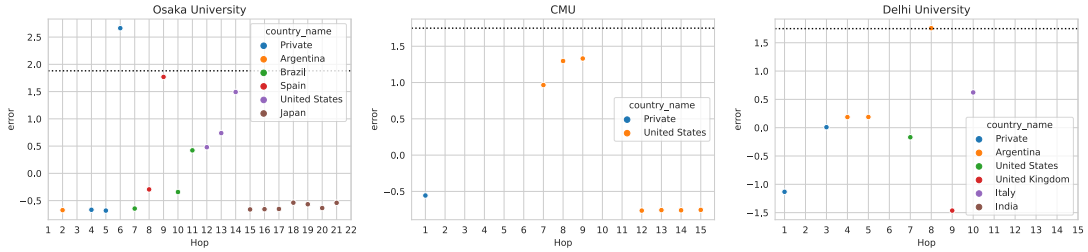
    1. Argentina -> San Pablo -> USA
    2. Argenitna -> San Pablo -> Madrid -> USA

- **¿Se observaron otros comportamientos anómalos? Proponga hipótesis que permitan explicarlos.**

  No se observa ningún comportamiento anómalo que no sea nombrado en la bibliografía sugerida.

Predicción automática de saltos intercontinentales

A continuación se presenta un gráfico que ilustra los *errores* $(X_i - \bar{X}/S)$ para cada salto en la ruta con respecto a la distribucion de `dRTTs`. Se representa en línea punteada la *tau* de Thomson que corresponde a la primera iteración. El gráfico permite observar cuál es el primer *hop* correspondiente a un salto intercontinental y desarrollar una intuición sobre cuáles son los siguientes.



- **¿La distribución de RTT entre saltos presenta outliers según el método de Cimbala? ¿Cuántos?**

  Se obtuvo el siguiente output al realizar el método de Cimbala para la detección automática de saltos intercontinentales.

  ```
  [14.139.45.149 (Delhi)] El hop #8 con ip 195.22.220.56 (Bs As - Argentina) es outlier

  [133.1.138.1 (Osaka)] El hop #6 con ip 10.192.18.12 (Private - Private) es outlier
  [133.1.138.1 (Osaka)] El hop #9 con ip 176.52.249.39 (Madrid - Spain) es outlier
  [133.1.138.1 (Osaka)] El hop #14 con ip 129.250.6.237 (San Jose - USA) es outlier
  [133.1.138.1 (Osaka)] El hop #13 con ip 129.250.2.144 (Ashburn - USA) es outlier
  [133.1.138.1 (Osaka)] El hop #12 con ip 129.250.8.117 (Ashburn - USA) es outlier
  [133.1.138.1 (Osaka)] El hop #11 con ip 94.142.98.192 (São Paulo - Brazil) es outlier
  [133.1.138.1 (Osaka)] El hop #8 con ip 213.140.39.116 (Madrid - Spain) es outlier
  [133.1.138.1 (Osaka)] El hop #10 con ip 94.142.98.123 (São Paulo - Brazil) es outlier
  ```

  Se observa que CMU no presenta *outliers*, pero Osaka y Delhi sí (8 y 1 respectivamente).

- **¿Se corresponden los outliers con los enlaces intercontinentales? ¿Cuántos falsos positivos y falsos negativos hay?**

  - *Delhi University*
    - Se corresponden con un solo salto intercontinental.
    - No hay falsos positivos, pero hay 2 falsos negativos (*hops* 5 y 10).
  - *Osaka University*
    - Los saltos de los *hops* 6 y el 9 se corresponden con enlaces intercontinentales, pero solo uno puede ser correcto por los *false links* explicados anteriormente. Los saltos de los *hops* 14 y 11 también son correctos.
    - El resto corresponde a falsos positivos. No hay falsos negativos.
  - *Carnegie Mellon University*
    - No se detectó enlace interncontinental.
    - No hubieron falsos positivos y hubo 1 falso negativo (el *hop* 1).

- **¿Se aprecia alguna diferencia en la capacidad de detectar enlaces intercontinentales según el largo de la ruta?**

  Sí, se percibió a partir de lo experimentado que para rutas cortas el método funciona peor. Esto puede deberse a que en ellas, el desvío estándar y la media se ven fuertemente afectadas por las anomalías. Por ejemplo, para CMU el *hop* 8 se vio afectado por *false RTT*, lo cual se cree que terminó causando que no se detectara ningún salto intercontinental.

- **¿Es posible mejorar las predicciones usando un valor de corte fijo para el valor $X_i - \bar{X}/S$ en lugar del valor en la tabla τ?**

  Se cree que no. Los valores de τ varían muy poco según el n, lo que realmente termina afectando la efectividad del método es el desvío estándar. Se conjetura que una forma de mejorar las predicciones sería mantener el valor de S en vez de recalcularlo en cada iteración. De esta forma, el método no se vería afectado por la reducción del tamaño de la muestra.

Conclusiones

Si bien traceroute es una herramienta simple y puede ser muy efectiva, no es la más precisa para identificar saltos intercontinentales dada la gran variedad de anomalías por las que puede ser afectado. Para entender mejor la topología de la red y descartar mejor anomalías de *false links*, hubiera sido útil graficar en un mapa **todos** los hosts por los que pasan los *echo request*, y no solo los predominantes.

El método de Cimbala es un buen primer acercamiento para la automatización de la detección, sin embargo es muy sensible a las anomalías comunes de traceroute en rutas cortas. Sería interesante testear el método sin variar el desvío estándar en cada iteración para corroborar la hipótesis planteada anteriormente.

Además, se plantea como trabajo a futuro agregar heurísticas al cálculo de `dRTTs` que permitan disminuir el impacto de las anomalías más comunes. Por ejemplo, agregar un umbral de error para los casos en que el cálculo de `dRTT` presente un valor negativo para utilizar el valor absoluto y no continuar iterando sobre el siguiente *hop*. Esto permitiría reducir el número de `dRTTs` elevados producto de la presencia de *false RTTs*.