



**DEPARTAMENTO
DE COMPUTACION**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Trabajo Práctico 2

Rutas en Internet

9 de junio de 2016

Teoría de las comunicaciones

Integrante	LU	Correo electrónico
Barbeito, Nicolás	147/10	barbeiton@yahoo.com.ar
Interlandi, Daniel	773/00	danielinterlandi@yahoo.com.ar
Ladelfa, Hernán Nahuel	318/04	nahueladelfa@gmail.com

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

Ciudad Universitaria - (Pabellón I/Planta Baja)

Intendente Güiraldes 2610 - C1428EGA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Rep. Argentina

Tel/Fax: (+54 +11) 4576-3300

<http://www.exactas.uba.ar>

Índice

1. Introducción	2
2. Implementación	2
3. Estimación de outliers	3
4. Resultados y análisis	4

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es el de experimentar con las herramientas provistas por el protocolo ICMP para analizar las rutas tomadas por los paquetes hasta alcanzar su destino. Además se analizará la existencia de saltos entre nodos intercontinentales en las rutas de los experimentos.

2. Implementación

Para este trabajo implementamos nuestra propia versión de la herramienta **traceroute**, en lenguaje *Python* y utilizando la librería *Scapy*.

El funcionamiento de nuestro programa es similar al del **traceroute** que se encuentra en los sistemas operativos más conocidos. Para lograr encontrar la ruta que podrían seguir los paquetes para alcanzar a un host destino lo que hacemos es ir enviando paquetes *ICMP Echo Request*, comenzando con un valor de TTL (Time To Live) igual a uno e incrementando este valor gradualmente. De esta forma, cada router al recibir estos paquetes decrementará el valor del TTL en uno. Si, luego de decrementar el valor del TTL, el mismo queda en cero, el router que posee el paquete responderá al host origen con un mensaje *ICMP Time Exceeded*. Cuando un paquete alcanza finalmente al host destino, este responderá con un mensaje *ICMP Echo Reply*. De esta forma, recibiendo los sucesivos mensajes *ICMP Time Exceeded* de cada router y con el mensaje final *ICMP Echo Reply*, podremos armar una ruta con los routers intermedios hasta el host destino.

Para evitar que el programa nunca finalice por intentar alcanzar al destino cuando este no responde, agregamos una cota al valor del TTL de 40. También, para cada valor de TTL realizamos hasta 10 intentos para encontrar la ruta. De esta forma podría darse la situación en que encontremos más de una ruta posible. Por lo tanto, si obtenemos al menos 3 veces consecutivas respuesta del mismo nodo, lo tomamos como parte de la ruta que retornaremos como respuesta y su RTT (Roundtrip Time) será el promedio de sus muestras.

Además, a este programa le agregamos los cálculos necesarios para encontrar los enlaces entre nodos cuyos valores de RTT se encuentran considerablemente por encima del resto. Es decir, que buscaremos encontrar los outliers de las muestras. Estos cálculos los utilizaremos para inferir cuáles son los enlaces intercontinentales. Para encontrar a estos outliers utilizaremos la técnica de estimación de John M. Cimbala propuesta por la cátedra. Veremos más detalles sobre estos cálculos en la siguiente sección.

Para utilizar nuestra versión de **traceroute** se debe ejecutar:

```
$ python traceroute.py <host>
```

Donde:

- **host**: Es la dirección IP o nombre de dominio del host destino hasta el cual se quiere calcular la ruta.

3. Estimación de outliers

Basándonos en la técnica de estimación propuesta por John M. Cimbala para encontrar los outliers de una muestra, agregamos a nuestro programa los cálculos necesarios para inferir saltos intercontinentales en las rutas tomadas por los paquetes hacia un host destino.

Los pasos que tomamos para realizar estos cálculos fueron:

1. Para cada TTL de los *ICMP Echo Request* enviados, medimos el RTT de cada salto entre cada par de nodos. Utilizamos al conjunto de los RTT_i como los valores de nuestra muestra, con $i = 1, \dots, n$. Donde n es la cantidad de muestras obtenidas. Por cada RTT_i calculamos el valor absoluto del desvío como:

$$\delta_i = |RTT_i - \overline{RTT}|$$

Donde \overline{RTT} es el valor de la media de la muestra calculado como el promedio de los RTT_i medidos.

2. Tomamos como referencia la tabla de valores calculados para la fórmula de *Thompson modificada* del artículo de Cimbala para obtener el valor τ correspondiente a las n muestras. Con este valor obtuvimos:

$$\tau S = \tau * S$$

Donde S es el desvío estándar calculado como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RTT_i - \overline{RTT})^2}{n - 1}}$$

3. Luego verificamos, si $\delta_i > \tau S$, entonces asumimos que el salto con RTT_i es un enlace intercontinental.

De esta forma, mediante una técnica estadística y las herramientas que brinda el protocolo *ICMP*, logramos inferir cuáles son los enlaces intercontinentales en las rutas tomadas por los paquetes.

4. Pruebas y análisis

A continuación analizaremos los resultados de algunas de las pruebas realizadas.

4.1. Pruebas

Para las pruebas elegimos 3 universidades de continentes diferentes para analizar las rutas tomadas por los paquetes hacia las mismas. Las universidades que elegimos son:

- Universidad de Sydney, Australia: sydney.edu.au
- Universidad de Ciencia y Tecnología de Trondheim, Noruega: ntnu.edu
- Universidad de Shanghai, China: shu.edu.cn

Para este análisis utilizamos herramientas que, para una dirección IP dada, proveen su localización geográfica. Uno de los principales problemas que tuvimos al usar diferentes herramientas de este tipo fue que no siempre coinciden en la respuesta. También, gracias a la interpretación de los RTT en cada salto, los nombres de los hosts y la ubicación de los hosts vecinos, pudimos suponer una ubicación cercana.

Fue muy frecuente, en las pruebas realizadas, que el primer gran salto se de a un nodo en ubicado en Estados Unidos, como veremos en los resultados para los casos de las Universidades de Australia y China.

La cantidad de saltos observados en las pruebas realizadas, siempre fue inferior a 30 para aquellas pruebas que terminaron correctamente. Cuando el número fue mayor a 30, no se llegó a recibir respuesta del destino.

También, nos encontramos con nodos intermedios de los que no tuvimos respuesta. Esto pudo haberse dado porque estos nodos tuvieran deshabilitada la recepción y envío de mensajes ICMP.

Otra característica que pudimos identificar fue que en varios casos existen hosts con una dirección IP asignada correspondiente a al rango de direcciones de otro continente. En este caso las herramientas de localización geográfica ubicaban a estos hosts en el continente correspondiente según su IP en lugar de proveer su ubicación real. El caso más común fue con la IP 213.140.39.118 (a35-0-grtbueba3.net.telefonicaglobalsolutions.com) Este nodo, si bien fue ubicado en Madrid por las herramientas de geolocalización, en realidad, se encuentra en Buenos Aires. Esto queda claro además por el nombre que tiene asignado este host, en el que aparecen las siglas “BA” correspondientes a Buenos Aires.

4.2. Resultados

A continuación veremos el resultado de los valores obtenidos en cada una de las pruebas. Para cada salto vemos el RTT y la diferencia con el RTT del salto anterior representado como DRTT. También podemos ver a qué país corresponde cada dirección IP según la información obtenida por las herramientas de localización geográfica. Y, en la columna “Outlier”, se muestra el resultado obtenido de la estimación Modified Thompson indicando en cada caso si el salto representa un enlace intercontinental. En todos los casos pudimos comprobar que la estimación de outliers fue precisa en comparación con los RTT de cada salto y las localizaciones de los hosts observadas.

4.2.1. Australia

Site: sydney.edu.au
País: Australia
IP : 129.78.5.8
Media: 26.347222222
Desvío Estándar: 34.2343415139
Modified Thompson: 64.2373184166

Salto	IP	RTT	DRTT	Outlier	País
1	192.168.1.1	64.75	64.75	-	Local
2	200.63.148.59	83.2	18.45	No	Argentina
3	200.51.240.181	81.9	1.3	No	Argentina
4	213.140.39.118	90.0	8.1	No	Argentina
5	5.53.5.154	218.3	128.3	Si	Estados Unidos
6	94.142.98.38	266.1	47.8	No	Estados Unidos
7	64.125.12.21	253.1	13.0	No	Estados Unidos
8	64.125.20.233	249.5	3.6	No	Estados Unidos
9	64.125.30.182	285.6	36.1	No	Estados Unidos
10	64.125.29.21	285.3	0.3	No	Estados Unidos
11	64.125.30.187	313.1	27.8	No	Estados Unidos
12	64.125.21.114	282.7	30.4	No	Estados Unidos
13	64.124.200.234	310.8	28.1	No	Estados Unidos
14	202.158.194.172	405.1	94.3	Si	Australia
15	113.197.15.68	407.4	2.3	No	Australia
16	113.197.15.66	422.0	14.6	No	Australia
17	113.197.15.152	434.4	12.4	No	Australia
18	138.44.5.47	431.6	2.8	No	Australia
19	*****			No	Australia
20	*****				
21	129.78.5.8	427.0	4.6	No	Australia

4.2.2. Noruega

Site: ntnu.edu
País: Noruega
IP : 149.3.183.45
Media: 38.7107142857
Desvío Estándar: 82.9031511478
Modified Thompson: 141.847291614

Salto	IP	RTT	DRTT	Outlier	País
1	192.168.1.1	65.625	65.625	-	Local
2	200.63.148.59	83.8	18.175	No	Argentina
3	200.51.240.181	78.2	5.6	No	Argentina
4	213.140.39.118	81.0	2.8	No	Argentina
5	84.16.15.6	76.6	4.4	No	-
6	213.140.53.77	87.5	10.9	No	-
7	89.221.43.28	313.8	226.3	Si	Reino Unido
8	149.3.183.45	316.6	2.8	No	Noruega

4.2.3. China

Site: shu.edu.cn
País: China
IP : 202.120.127.220
Media: 28.6807189542
Desvío Estándar: 41.2351905289
Modified Thompson: 77.1510414796

Salto	IP	RTT	DRTT	Outlier	País
1	192.168.1.1	62.75	62.75	-	Local
2	200.63.148.59	85.8	23.05	No	Argentina
3	200.51.240.181	91.9	6.1	No	Argentina
4	213.140.39.118	99.8	7.9	No	Argentina
5	5.53.5.62	227.9	128.1	Si	Estados Unidos
6	94.142.120.28	246.4	18.5	No	Estados Unidos
7	213.140.37.13	249.5	3.1	No	Estados Unidos
8	63.243.152.49	267.4	17.9	No	Estados Unidos
9	63.243.152.62	293.75	26.35	No	Canada
10	*****				
11	66.110.57.82	292.88	0.861	No	Canada
12	66.110.59.182	290.2	2.688	No	Estados Unidos
13	101.4.117.213	430.8	140.6	Si	China
14	101.4.117.97	432.2	1.4	No	China
15	101.4.116.146	447.8	15.6	No	China
16	101.4.112.70	488.9	41.1	No	China
17	101.4.116.117	463.4	25.5	No	China
18	101.4.117.29	476.11	12.711	No	China
19	*****				
20	*****				
21	*****				
22	*****				
23	*****				
24	*****				
25	*****				
26	*****				
27	*****				
28	202.120.127.220	460.0	16.111	No	China