

1 发现两台服务器的 IPv4 地址和 IPv6 地址，以及对应的默认路由

两台服务器的 IPv4 地址和 IPv6 地址如 Table 1所示。

Table 1: ee01 服务器和 ee02 服务器的 IPv4 地址和 IPv6 地址

服务器地址	IPv4 地址	IPv6 地址
ee01.cngi.edu.cn	103.115.120.249/29	2402:e740:1:0:ddf7:bbd9:abd5:3bb6/64
ee02.cngi.edu.cn	103.115.120.250/29	2402:e740:1:0:e073:f075:555d:3bba/64

ee01 服务器的默认路由为：

```
default via 103.115.120.1 dev ens160 proto static metric 100
103.115.120.1 dev ens160 proto static scope link metric 100
103.115.120.248/29 dev ens160 proto kernel scope link src 103.115.120.249
metric 100
```

ee02 服务器的默认路由为：

```
default via 103.115.120.1 dev ens160 proto static metric 100
103.115.120.1 dev ens160 proto static scope link metric 100
103.115.120.248/29 dev ens160 proto kernel scope link src 103.115.120.250
metric 100
```

2 ping/ping6 本端和另一个虚拟机的地址（10 个报文、研究汇总报告）

ee01 服务器 ping ee02 服务器结果如 Table 2所示：

Table 2: ee01 服务器 ping ee02 服务器的结果

地址类型	ttl	packet loss	rtt min(ms)	rtt avg(ms)	rtt max(ms)	rtt mdev(ms)
IPv4 地址	64	0%	0.073	0.099	0.238	0.047
IPv6 地址	64	0%	0.074	0.095	0.208	0.039

ee02 服务器 ping ee01 服务器结果如 Table 3所示：

Table 3: ee02 服务器 ping ee01 服务器的结果

地址类型	ttl	packet loss	rtt min(ms)	rtt avg(ms)	rtt max(ms)	rtt mdev(ms)
IPv4 地址	64	0%	0.071	0.120	0.193	0.045
IPv6 地址	64	0%	0.078	0.094	0.174	0.028

3 找到你最喜欢的世界上的 10 所大学的网站，列出域名、对应的 IPv4 和 IPv6 地址，ping/ping6 看到这些网站的延时和丢包率，traceroute/traceroute6 看并总结路径的异

所涉及的大学网站、域名、IPv4 地址和 IPv6 地址如 Table 4 所示

Table 4: 大学网站、域名、IPv4 地址和 IPv6 地址表

高校名称	域名	IPv4 地址	IPv6 地址
清华	www.tsinghua.edu.cn	166.111.4.100	2402:f000:1:404:166:111:4:100
上海交大	www.sjtu.edu.cn	202.120.2.119	2001:da8:8000:1::2:119
MIT	www.mit.edu	23.2.132.180	2600:140e:6:388::255e
Stanford	www.stanford.edu	52.2.93.140	无
UCLA	www.ucla.edu	164.67.228.152	2607:f010:2e8:228:0:ff:fe00:152
UC Berkeley	www.berkeley.edu	52.10.203.245	2600:1f14:436:7801:dcd1:212f:cfde:5ac3
CMU	www.cmu.edu	128.2.42.52	无
Harvard	www.harvard.edu	23.185.0.1	2620:12a:8001::1
Columbia	www.columbia.edu	28.59.105.24	无
Yale(耶鲁)	www.yale.edu	104.16.141.133	2606:4700::6810:8d85
Dartmouth	home.dartmouth.edu	104.16.117.63	2606:4700::6810:763f
Brown	www.brown.edu	104.17.84.62	2606:4700::6810:d925
NYU	wustl.edu	52.198.45.18	2607:f600:1002:6113::100
Oxford	www.ox.ac.uk	129.67.242.154	无
Cambridge	www.cam.ac.uk	128.232.132.8	无

ping 高校官网 IPv4 地址结果如 Table 5 所示，ping 高校官网 IPv6 地址结果如 Table 6 所示，从中可以发现：

- ping 国内高校和国外高校的 rtt 的差据还是挺大的，国内网站的 rtt 小并且方差也小，国外网站的 rtt 大并且方差也大；
- 有些国外大学的官网使用 ping6 会出现“未知的名称或服务”的情况；
- 对 NYU 使用 ping6 命令结果正常，但是使用 ping 命令时丢包率却为 100%；

Table 5: ee01 服务器 ping 高校 IPv4 地址的结果

高校名称	域名	tll	packet loss	rtt avg(ms)	rtt mdev(ms)
清华	www.tsinghua.edu.cn	56	0%	0.808	0.076
上海交大	www.sjtu.edu.cn	51	0%	25.979	0.161
MIT	www.mit.edu	47	0%	73.872	0.460
Stanford	www.stanford.edu	238	0%	384.333	11.812
UCLA	www.ucla.edu	48	0%	183.846	5.605
UC Berkeley	www.berkeley.edu	232	0%	319.127	6.901
CMU	www.cmu.edu	239	0%	230.255	1.833
Harvard	www.harvard.edu	49	0%	319.334	21.511
Columbia	www.columbia.edu	232	0%	225.367	5.698
Yale(耶鲁)	www.yale.edu	49	0%	295.020	8.487
Dartmouth	home.dartmouth.edu	50	0%	281.822	6.884
Brown	www.brown.edu	50	0%	285.102	11.091
Oxford	www.ox.ac.uk	48	0%	232.646	0.314
Cambridge	www.cam.ac.uk	47	0%	235.644	0.536

Table 6: ee01 服务器 ping 高校 IPv6 地址的结果

高校名称	域名	tll	packet loss	rtt avg(ms)	rtt mdev(ms)
清华	www.tsinghua.edu.cn	52	0%	0.997	0.123
上海交大	www.sjtu.edu.cn	50	0%	25.866	0.178
MIT	www.mit.edu	53	0%	166.023	0.368
UC Berkeley	www.berkeley.edu	38	0%	187.189	2.666
UCLA	www.ucla.edu	48	0%	160.120	5.585
Harvard	www.harvard.edu	48	0%	166.476	6.417
Yale(耶鲁)	www.yale.edu	52	0%	155.486	0.823
Dartmouth	home.dartmouth.edu	52	0%	160.496	5.288
Brown	www.brown.edu	52	0%	157.436	4.127
NYU	wustl.edu	35	0%	227.763	4.001

使用 traceroute 查看路径可以发现，所有大学网站的路径中均有“42.247.33.65”这个地址，在同一地区的大学路由的路径中相同的地址较多，不同地区的大学路径中相同的地址较小。在北京之外的大学，路径中都经过了“101.4.113.217”这个地址，在此绘制出了其中几所高校官网的路由路径图如图1所示。

使用 traceroute6 查看路径可以发现，所有大学网站的路径前 4 跳均为“2402:e740:1::1”，“2001:da8:23d:1::1”，“2001:da8:257:0:101:4:1:102”，“2001:da8:257:0:101:4:113:6e”，并且清华和上交都经过了“2001:da8:2:701::1”，MIT、UC Berkeley、UCLA、Harvard、Yale 都经过了“cernet2.net (2001:da8:a4:2::2)”，其中 Harvard、UC Berkely 和 Yale 还都经过了“cernet2.net (2001:252:0:302::2)”。在此绘制出了其中几所高校官网的路由路径图如图2所示。

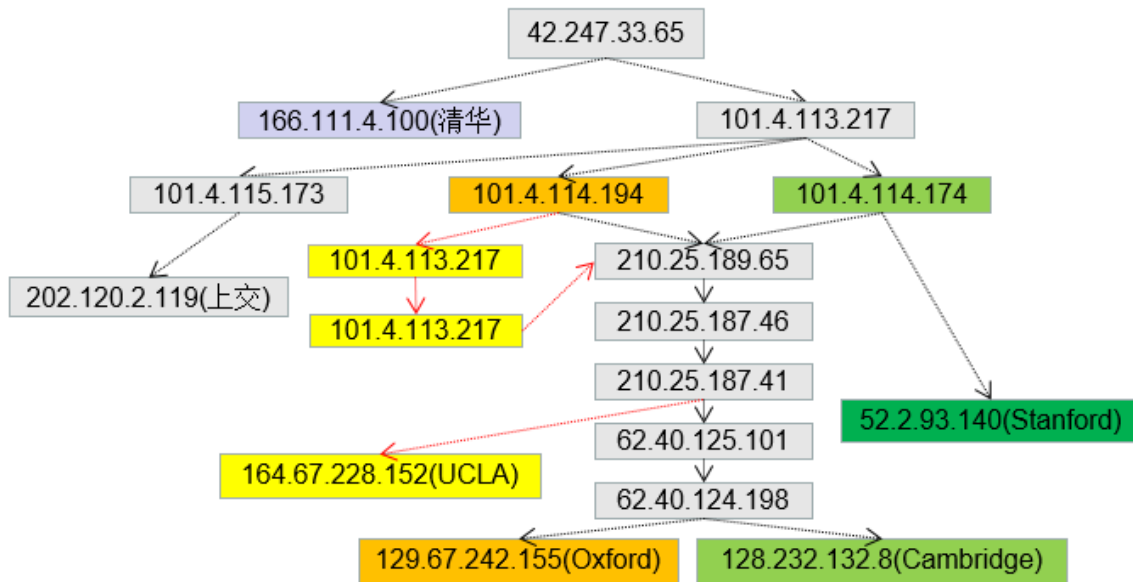


Figure 1: 高校官网的 traceroute 路径图

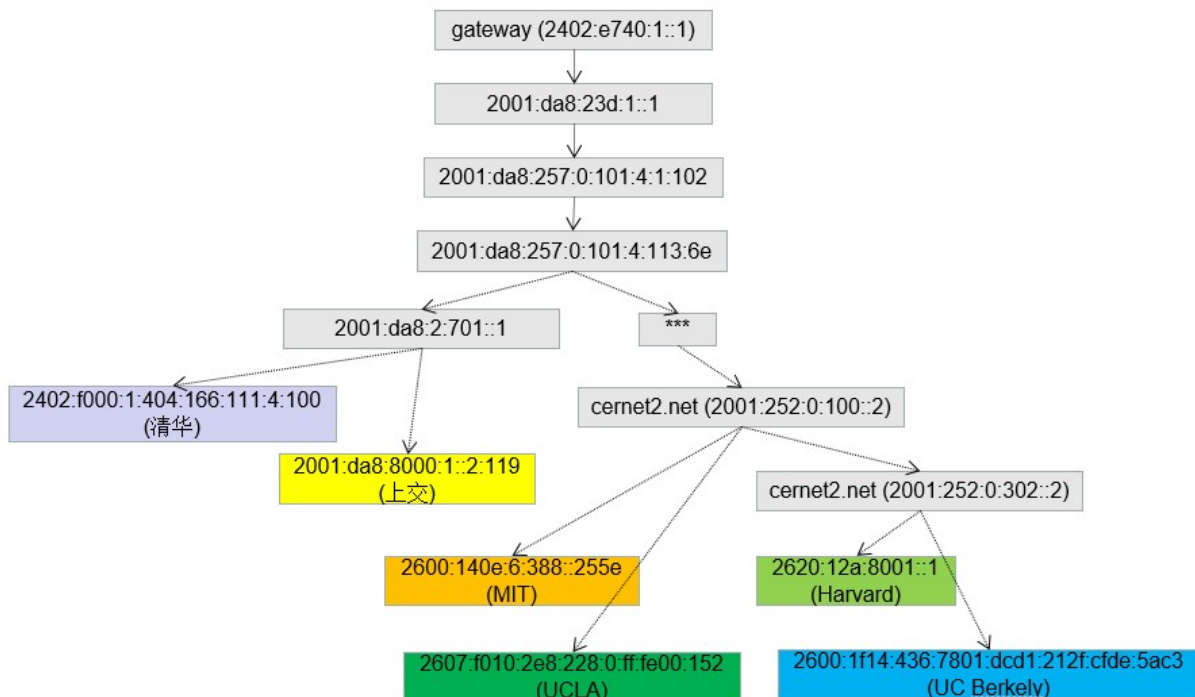


Figure 2: 高校官网的 traceroute6 路径图

4 根据网上找到的 IP 地址库，分析每一跳的地址属性

对于 traceroute，我们在此分析到 MIT 官网的每一跳的地址属性如表7所示。

Table 7: ee01 服务器 traceroute 到 MIT 官网每一跳的地址属性

IPv4 地址	属性
42.247.33.65	亚洲，中国，北京，海淀，教育网，经度 116.298，纬度 39.959
101.4.113.217	亚洲，中国，北京，教育网，经度 116.405，纬度 39.905
101.4.116.14	亚洲，中国，北京，教育网，经度 116.405，纬度 39.905
219.158.42.41	亚洲，中国，北京，联通/骨干网，经度 116.405，纬度 39.905
219.158.5.129	亚洲，中国，北京，联通/骨干网，经度 116.405，纬度 39.905
219.158.8.86	亚洲，中国，广东，广州，联通/骨干网，经度 113.281，纬度 23.125
219.158.8.118	亚洲，中国，广东，广州，联通/骨干网，经度 113.281，纬度 23.125
219.158.103.26	亚洲，中国，广东，广州，联通/骨干网，经度 113.281，纬度 23.126
219.158.10.30	亚洲，中国，安徽，合肥，联通/骨干网，经度 117.283，纬度 31.861
219.158.34.194	亚洲，中国，香港，联通/骨干网，经度 114.173，纬度 22.320
***	***
23.13.184.222(www.mit.edu)	亚洲，中国，香港，联通/骨干网，经度 114.173，纬度 22.320

对于 traceroute6，我们在此分析到 MIT 官网的每一跳的地址属性如表8所示。

Table 8: ee01 服务器 traceroute6 到 MIT 官网每一跳的地址属性

IPv6 地址	属性
2402:e740:1::1	中国
2001:da8:23d:1::1	中国北京市赛尔网络有限公司
2001:da8:257:0:101:4:1:102	中国北京市赛尔网络有限公司网络运行部
2001:da8:257:0:101:4:113:6e	中国北京市赛尔网络有限公司网络运行部
2001:252:0:100::2	中国教育网 (CNGI 国际网,CNGIIGN)
2001:252:0:302::2	中国教育网 (CNGI 国际网,CNGIIGN)
2001:470:0:2a2::1	美国 California 州 Los Angeles Hurricane Electric, Inc. 骨干网 - Los Angeles - 中国 CNGI 国际网 (AS23911)
2001:504:13::210:65	美国 Colorado 州 Denver 骨干交换网 - CoreSite
2403:e800:ff00:110::4d	中国香港区 Telstra International Limited
2403:e800:218:5::2	中国香港区 Telstra International Limited
***	***
2600:140e:6:381::255e(www.mit.edu)	美国 Akamai Technologies, Inc.