6.1 Set up metrics

(1) overhead:

Server agent: iMac 2015

ISP proxy: Ubuntu 16.04 LTS Interl Core i7-6700 16GB Memory

Client: 同上

Server: OS同上 server是nginx http server

File Size： 10 M

Tool：wget

(2) scalability:

Server: OS同上 server是用boost asio库写的tcp server

EndtoEnd delay用一个packet从server到client的传输速度衡量

Download time用传输10M大小的随机数据的时间衡量

(3) security:

server: Nodejs express server

6.2

(1) Alexa Top 500:

在server上装了一个Nodejs server作为代理服务器，客户端发请求到server访问top500首页，然后统计response的响应时间。

(2) Break downtable

server和client先tcp三次握手，然后server发一个tcp包给client，我们分别在p1和p2里加入了timer，由此可以得到这个packet以及hash packet在网络中到达各个节点的时间。

(3) Bandwidth-downloadtime

使用linux上的wondershaper程序控制server 端的upload speed从而控制了网络的bandwidth。客户端使用wget请求一个10MB的文件，文件存放在server的nginx根目录里，wget可以返回download这个文件的总时间。

(3) download time – machine cap

调整virtualbox的参数，控制虚拟机处理器的执行能力，从40%-100%，并且控制核心的数量，从1-4

(4) network overhead: client使用wget下载10M的文件，从client的network interface可以看到总共接收到的字节数，从p1的network interface 可以看到data plane和control plane的总字节数。

(5) connection-end to end delay

client 和server implement c++ 程序， 使用boost asio库，client发异步tcp请求到server，tcp或tls握手后，server发一个packet到client，packet的payload是发出的时间，client收到后减去当前时间得到packet 的delay

(6) client – download time

client使用wget模拟，同时起多个wget程序dowanload一个10M的文件，统计平均时间

(7) connection – download time

同4，区别在于server发送10MB大小的随机数据到client。

6.4.1 URL

攻击程序首先修改了http请求中的host子段，使得Gateway认为http请求的destination host是免流量的host. 真正要访问的是DNS解析到的host. 所以只要用户安装一个client agent用于修改host子段，用户就可以免流量访问任何网站。 这种攻击在zfree下无法成功，原因是malicious proxy或者malicious server没有server agent，所有下行流量都会被isp proxy拦截。

6.4.2 Content modifier

非tls加密的流量会被一些恶意的proxy篡改。Packet到达proxy后，proxy会修改packet中的data部分，从而break data integrity. 在zfree下，packet会被server agent或isp proxy哈希。如果packet在server和client之间的某一个节点被篡改，server agent或者isp proxy的哈希值match不上，iso proxy会drop such packet，从而protect data integrity。

6.4.3 TCP retransmission attack

TCP是一种reliable的transport protocol。server或者client收到对方发来的packet 后，会回一个ACK packet，表示已经收到packet。一种针对ISP计费系统的malicious server会故意丢掉ACK packet，从而使得server认为client没有受到packet。当这种情况发生时，server会发出大量的retransmission packet，然而一些isp计费系统会将这些流量加到user的account里。在zfree中，由于malicous server没有可以通过isp proxy验证的拥有certificate的server agent，isp proxy会drop所有的retransmission packet。