

Homework #6

Due Time: 2025/04/06 (Sun.) 21:59

Contact TAs: vegetable@csie.ntu.edu.tw

Instructions and Announcements

- **NO LATE SUBMISSION OR PLAGIARISM IS ALLOWED.**
- Discussions with others are encouraged. However, you should write down your solutions **in your own words**. In addition, for **each and every** problem you have to specify the references (the URL of the web page you consulted or the people you discussed with) on the first page of your solution to that problem.
- Some problems below may not have standard solutions. We will give you the points if your answer is followed by reasonable explanations.

Submission

- Please place your answers in the same order as the problem sheet and do not repeat problem descriptions, just organize them by problem number in a tidy manner.
- Please zip the pdf file and other files, name the zip file “{your_student_id}.zip”, and submit it via NTU COOL. The directory layout should be the same as listed below:

```
{your_student_id}/  
+-- {your_student_id}.pdf
```

Grading

- The total score for the correctness and completeness of your answer is 100 points.
- It's possible you don't get full credits even if you have the correct answer. You should show how you get the answers step by step and list the references.
- Tidiness score: 3 bonus points, graded by TA.
- Final score = correctness score + tidiness score.

1 Short Answer (40%)

1. 請回答以下和 Web server 相關的問題 (12%):

- (a) 請解釋什麼是 Static web server 和 Dynamic web server，並列出兩者之間的差異。
- (b) 請解釋什麼是 Forward proxy 和 Reverse proxy，並列出三項使用 Proxy 的優點。
- (c) 請解釋什麼是 Load balancing，並介紹一種 Load balancing 方法。

2. C10k 問題是指 Web server 需要能同時處理一萬個 Client request。(12%)

- (a) Apache 和 Nginx 為常被使用的網頁伺服器。Nginx 採用 Event-driven architecture，而 Apache 採用 Process-driven architecture，請解釋兩者之間的差異。
- (b) Nginx 使用 Master process 和 Worker process 處理 C10k 問題。請問 Master process 和 Worker process 分別處理的內容是什麼。
- (c) 請說明並解釋在作業系統中，預設執行 Master process 和 Worker process 這兩個 process 的 user 分別為何。

3. 請回答以下和憑證相關的問題 (16%):

- (a) 請解釋什麼是 PKI，並說明 PKI 和 TLS 的關聯。
- (b) 請解釋什麼是 ACME 協議，並說明 ACME 用戶端向 Certificate Authority 申請憑證的流程。
- (c) 在 ACME 協議中，Certificate Authority 會透過 HTTP 或 DNS 等方式驗證用戶端是否控制該憑證中的網域名稱 (參考資料: [Challenge types](#))。請說明以網域名稱發放憑證的好處，以及若以 IP 地址發放憑證會有什麼缺點。
- (d) 請解釋什麼是 SSL termination，以及 Nginx 在經過 SSL termination 後如何確保內部伺服器仍然能夠識別 HTTPS 請求。

2 Web Server Configurations (60 %)

- 請利用 [debian-12.9.0](#) 開 VM，操作接下來的題目，並將你作答的指令/設定記錄在 Report 中。另外，1, 2, 3, 4, 5 題完成後請截圖瀏覽器畫面，要包含網址的部分。Html file 的內容部分，能夠顯示要求字樣即可。

1. Basic Setups (5 %)

- 請安裝 Nginx server 所需的相關套件，並啟動 Nginx service。
- 為了能讓伺服器正常運作且安全無虞，請設定防火牆，限制可以連線的 TCP/IP port 只有 22, 80。
- 連線至 <http://{host}:{port}>，會顯示 Welcome to nginx! 的預設畫面。
- 請附上你如何測試防火牆是有工作的。

2. Default Page (5 %)

- 請建立 index.html 改變預設主畫面，從本機瀏覽器連線至 <http://{host}:{port}>，可以顯示 “{your_id}: Default” 字樣。

3. 403 Forbidden (10 %)

- 請建立 /var/www/html/forbidden 以及 403.html，任何人連線至 <http://{host}:{port}/forbidden> 都會收到 403 status code，並顯示 “{your_id}: 403 Forbidden” 字樣。
- 請附上你如何測試伺服器回傳的 Status code。

4. User directory (10 %)

- CSIE 工作站上，每個使用者的 Home directory 中都有一個 htdocs 資料夾，只要在資料夾中放下 index.html，連上 <https://www.csie.ntu.edu.tw/~username/> 即可以看到 index.html 的內容。在這道題目中，我們將試著在你的 debian VM 中提供類似的服務。
- 試著讓 Nginx 可以讀取到每個使用者 Home directory 的 htdocs 資料夾。
- 設定 VM 讓所有新增使用者的預設家目錄都有 htdocs 資料夾。
- 新增一位使用者 user1，並在 /home/user1/htdocs 下建立 index.html，連線至 <http://{host}:{port}/~user1/> 即可顯示 “user1: UserDir” 字樣。
- 請附上你如何確保每個新增使用者的家目錄中都有 htdocs 資料夾。

5. Reverse Proxy (15 %)

- 請開設另外兩台虛擬機，並在上面架設 Nginx 服務（後續稱為 ServerA, ServerB），連線至這兩個服務的主畫面時，分別應顯示 I am Server A 與 I am Server B 的字樣。
- 請確保前一題的虛擬機（後續稱為 ServerMain）可以正常的和這兩台虛擬機通訊。
- 以下敘述中的 <http://{host}:{port}> 指的皆是運行在 ServerMain 上的服務。
- 請在 ServerMain 上設定 Reverse proxy，使向 <http://{host}:{port}/serverA> 的連線能夠存取到 ServerA；而向 <http://{host}:{port}/serverB> 的連線能夠存取到 ServerB。
- 此 Reverse proxy 要能繼續傳遞 Host、IP、Protocol 和 Header 到 ServerA 和 ServerB。
- 請附上 Reverse proxy 的設定，以及成功透過 Reverse proxy 連線至 ServerA 與 ServerB 的截圖。
- Hint: NASA 工作站上虛擬機 Bridge 的設定可以參考最後一頁的指引。

6. Load Balancing (15 %)

- 請開設另外一台虛擬機，並在上面架設 Nginx 服務（後續稱為 ServerC），連線至這個服務的主畫面時，應顯示 I am Server C 的字樣（實務上我們可能會希望這些服務都是一模一樣的，但為了練習方便，我們在三台機器上顯示不同的文字）。
- 請確保 ServerMain 可以正常的和這台虛擬機通訊。
- 在 ServerMain 上設定 Load Balancer，在連線 <http://{host}:{port}/balance> 時，Load Balancer 應將流量分配至 ServerA 與 ServerB，並以 ServerC 作為 Backup Server。
- 此 Load Balancer 能繼續傳遞 Host、IP、Protocol 和 Header 到 ServerA、ServerB 和 ServerC。
- 設定 Load Balancer，若與 ServerA 或 ServerB 在 30 秒內通訊失敗超過 3 次，就會讓該伺服器暫停服務。
- 使用 Round Robin 作為 Load Balancing 的方式。
- 請附上 Load Balancer 的設定，以及成功透過 <http://{host}:{port}/balance> 連線至 ServerA 與 ServerB 的截圖。
- 請模擬 ServerA 與 ServerB 下線的情況（最簡單的方式就是把他們關起來），然後附上此情況下成功連線至 ServerC 的截圖。

3 Hint

NASA 工作站上有提供 VDE 供同學使用，在未來的作業我們可能會常常使用到，有興趣的同學可以去了解一下這個東西的介紹。

重點其實就只是要在開啟虛擬機時插上一張使用 VDE 的網卡，因此你的 qemu 指令可以這麼下：

```
qemu-system-x86_64 -cpu host -m 8G \
  -drive file=your_disk.qcow2,format=qcow2 \
  -monitor stdio \
  -net nic,macaddr=<MAC_ADDR> -net vde \
  -vnc :<VNC_PORT>,password=on
```

重點在於 `-net nic` 那行，他會為你的虛擬機新增一張使用 vde 的網卡，他的 MAC Address 為你指定的樣子，這裡要特別注意，你給定的 MAC Address 必須是 52:54 開頭的，且不可以跟其他機器的網卡撞名。

以上處理完成後，就可以利用 VNC 進入虛擬機接著進行後續的設定了。

一般來說，如果你在安裝機器時就已經有插入這張網卡，那麼安裝程序應該會自己幫你設定好 DHCP 等網路設定，但如果你搞砸了什麼也可能需要自己設定。

設定的部分，首先你要先找到使用 VDE 的網卡，以下假設為 `enp3`，且使用的虛擬機為 Debian Base 的發行版，你很大機率會需要編輯虛擬機裡面的 `/etc/network/interfaces` 檔案，加入以下內容：

```
auto enp3
iface enp3 inet dhcp
```

簡單來說就是要這張卡自己去跟 DHCP 要 IP，設定完成後請重啟網路服務以使設定生效：

```
systemctl restart networking
```

但我們提供的 VDE 並沒有外網，所以如果你需要外網的話就必須在額外插上一張使用 userspace network 的網卡，指令大概會像這樣：

```
qemu-system-x86_64 -cpu host -m 8G \  
-drive file=your_disk.qcow2,format=qcow2 \  
-monitor stdio \  
-nic user \  
-net nic,macaddr=<MAC_ADDR> -net vde \  
-vnc :<VNC_PORT>,password=on
```

這張網卡的設定也可以在虛擬機中的相同檔案做類似的設定，但一般來說我們會用 static ip（假設他叫 ens4 的話）：

```
auto ens4  
iface ens4 inet static  
    address 10.0.2.15/24  
    gateway 10.0.2.2
```

這裡的遮罩跟閘道器等等跟 QEMU 內部的預設值有關，有興趣可以去參考相關文件。