

Homework #9

Due Time: 2025/05/04 (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 xml file, 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  
+-- nfs_test_{your_student_id}.sh
```

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.

故事背景

前一天你剛收到滿心期待的 NASA 面試邀約！信的內容說隔天早上 NASA 將會對你進行面試，來檢測你是不是是一個合格的太空人。

沒想到，隔天一早你睜開雙眼，卻發現身處於一座神秘的太空站之中！你看到了桌上有一張紙條，上面寫著：「想加入 NASA 嗎？先想辦法回到地球吧！」

你迅速檢查四周，發現周圍有四台設備：

1. 一台小型 Server：一台資源普通的小型伺服器，打開來發現是 Ubuntu/Debian 系列的 Linux 系統，居然具備好多好多的容量！
2. 兩台看起來非常兇猛的高速運算機器。
3. 還有一台怪怪的太空船，啟動方式是輸入一段神奇的密碼。經過一番研究，你發現你只要能夠讓這三台機器瘋狂運算，就能找到啟動太空船的方法，成功回到地球！

然而，你很快意識到：

- 這兩台兇猛機器在運算程式時，需要同時存取同一批資料。
- 若要讓這些資料集中管理、並行讀寫，就需要 NFS 共享。

第一部分：系統環境與 NFS 基礎安裝 (30pts)

1. 環境說明

- 三台虛擬機 (VM)：
 1. nfs-server：Ubuntu 24.04 Server，可在 nasaws[1-3] 的 /tmp2/hw9-release 複製 qcow2 檔。
 2. hpc1：Ubuntu 24.04 Server，可在 nasaws[1-3] 的 /tmp2/hw9-release 複製 qcow2 檔。
 3. hpc2：Ubuntu 24.04 Server，可在 nasaws[1-3] 的 /tmp2/hw9-release 複製 qcow2 檔。
- nfs-server 是小型 server，在 nfs-server 上已安裝 nfs-kernel-server，但尚未進行任何設定。
- hpc1, hpc2 為此作業的 NFS Clients。
- 三台 VM 皆可使用同一組帳密登入：
 - 帳號：inituser
 - 密碼：nasa2025
- 可使用 /tmp2/hw9-release/run-vm.sh 來啟動三台 VM，請參見 [NASA HW9 IP Table](#) 找到對應的 vde_id。
- 開啟 VM 後，請參見 [NASA HW9 IP Table](#)，手動設定 static IP（設定檔參見 /etc/netplan）。請每個人都使用自己學號對應的 IP，請勿拿取他人的 IP。
- IP 的子網路遮罩為 \16。
- 請將 run-vm.sh 和可能需要的檔案複製到你在 /tmp2 開的資料夾作答。

2. 題目要求

1. NFS Server 端 (nfs-server) 設定 (10pts)

- 建立一個資料夾 `/srv/nfs-share`，做為 NFS 共享目錄。
- 調整並匯出 NFS 設定，讓 `hpc1` 與 `hpc2` 均能以「讀寫 (RW)」模式連線到該共享目錄。
- 完成後，請確保 `nfs-kernel-server` 服務已正常啟動。

2. Client 端掛載

- 在 `hpc1` 及 `hpc2` 分別建立掛載點，取名為 `/mnt/nfs-share` (兩台使用相同掛載路徑)。
- 確保能從 `nfs-server` 正常掛載 `/srv/nfs-share` 到各自的掛載點。
- 測試：
 - 在 `hpc1` 的 `/mnt/nfs-share` 目錄內建立一個測試檔案 (`from_hpc1.txt`)；至 `nfs-server` 或 `hpc2` 驗證該檔案可見且可讀。
 - 在 `hpc2` 的 `/mnt/nfs-share` 目錄內同樣建立一個測試檔案 (如 `from_hpc2.txt`)；至 `hpc1` 或 `nfs-server` 驗證該檔案可見且可讀。

3. 基本確認

- 請確定 `hpc1` 與 `hpc2` 都能正確讀取並寫入共享目錄。
- 這些操作將作為後續「第二部分：LDAP 與權限控管」以及「第三部分：效能與大規模檔案測試」的前提，請務必完成並保留設定。

3. 繳交內容

- 請以簡短文字敘述你在 `nfs-server` 上進行的主要設定 (包含共享目錄路徑與 `/etc/exports` 內容)，以及 `hpc1`、`hpc2` 上的掛載流程。
- 無需詳細列出所有指令，但需讓助教能依此重現設定。
- 請在報告內提供以下要求的截圖：
 1. Screenshot 1：`nfs-server` 的 NFS 服務確認 (可使用 `systemctl status nfs-kernel-server`)，顯示服務已正常啟動。
 2. Screenshot 2：`hpc1` 與 `hpc2` 各自顯示成功掛載 `/srv/nfs-share` (可使用 `mount | grep nfs`、`df -h` 等指令)。
 3. Screenshot 3：`nfs-server` 上的 `/srv/nfs-share` 目錄下的內容 (需至少有 `from_hpc1.txt`，`from_hpc2.txt`)，與 `hpc1`、`hpc2` 上的 `/mnt/nfs-share` 內容。

4. 評分標準

1. NFS Server 端設定 (10 分)
2. Client 端掛載 (10 分)
3. 基本確認 (10 分)

第二部分：多使用者帳號與權限控管 (30 pts)

1. 題目要求

1. LDAP 與 NFS

請於 `nfs-server` 上設置一個簡易的 LDAP 伺服器，並在 `hpc1`、`hpc2` 上設定為 LDAP 用戶端，讓這三台機器共享同一套使用者資料。

- 在 LDAP 中建立以下三個使用者帳號（並保持 UID/GID 一致）：

- `astro1`
- `astro2`
- `astro3`

- 並確保 `astro1`, `astro2`, `astro3` 能在 `hpc1`、`hpc2` 正常登入。

2. 就算是 root 又怎樣？！

- 延續「第一部分」的 NFS 環境，請額外調整設定，使得在 `hpc1`、`hpc2` 上使用 `root` 帳號存取該 NFS 共享目錄時，**不能**擁有最高權限，亦即 `root` 在 `/srv/nfs-share` 中被視為「普通使用者」。

- 於 `/srv/nfs-share` 下，為 `astro1`, `astro2`, `astro3` 各建立一個「私有目錄」，要求：

- `astro1_dir` 只能由 `astro1` 自己進入與讀寫，`astro2`、`astro3` (以及 `root`) 均不得進入。
- `astro2_dir` 只能由 `astro2` 自己進入與讀寫，`astro1`、`astro3` (以及 `root`) 均不得進入。
- `astro3_dir` 只能由 `astro3` 自己進入與讀寫，`astro1`、`astro2` (以及 `root`) 均不得進入。

- 請確保從 `hpc1`、`hpc2` 任意登入上述三個帳號，都能符合以上權限預期。

2. 繳交內容

- 簡要說明 LDAP 伺服器與用戶端的設定指令，並說明如何新增 `astro1`, `astro2`, `astro3`。

- 請在報告內提供以下內容的截圖：

- Screenshot A：在 `hpc1` 或 `hpc2` 上使用 `id astro1` / `id astro2` / `id astro3` 或類似方式，顯示這些帳號的 UID/GID 來自 LDAP。
- Screenshot B：顯示你在 `/srv/nfs-share` 下為每個使用者所建立的私有目錄 (`astro1_dir`, `astro2_dir`, `astro3_dir`) 及對應的所有者、權限設定。
- Screenshot C：使用 `astro1` 帳號成功在 `astro1_dir` 內寫入檔案的畫面，並嘗試用 `astro2` / `astro3` 帳號及 `root` 帳號進入該目錄，顯示被拒絕或無法操作。

3. 評分標準

第二部分的評分標準：

- LDAP 伺服器與用戶端設置、帳號建立 (15 分)
- Root 權限限制 (Root Squash) 及私有目錄權限 (15 分)

第三部分：效能與大規模檔案測試 (40 pts)

1. 實驗環境說明

1. NFS 參數設定：延續前兩部分所設置的 NFS 共享環境 (nfs-server、hpc1、hpc2)。請針對下列四組參數進行測試，每組參數皆需先在 nfs-server 端與 hpc1/hpc2 的掛載選項上正確設定、重新掛載後才開始測試：
 - 參數組合 A：
 - sync 模式
 - rsize=8192, wsize=8192
 - 參數組合 B：
 - sync 模式
 - rsize=32768, wsize=32768
 - 參數組合 C：
 - async 模式
 - rsize=8192, wsize=8192
 - 參數組合 D：
 - async 模式
 - rsize=32768, wsize=32768
2. 測試檔案大小與模式：請使用 1GB 的檔案做為測試檔案大小。測試時，請分別進行：
 - 單一使用者模式：僅在 hpc1 上執行測試
 - 多使用者模式：同時在 hpc1 與 hpc2 上，各自登入所有帳號 (astro1, astro2, astro3) 執行 shell script，同時讀寫。

2. 題目敘述

- 撰寫一隻 Shell Script `nfs_test_{your_student_id}.sh`，功能包含：
 1. 建立一個大檔 (1GB) 到 NFS 掛載目錄 (/mnt/nfs-share)。
 2. 記錄平均傳輸速率 (MB/s)、以及測試過程中的 CPU 使用率 (或系統 loading)。
 3. 說明：本小題可自行選擇合適的工具測量 (如系統內建的時間統計、效能監控工具等)，但需能呈現寫入時間、讀取時間、CPU 使用率 / 負載、平均傳輸速率等指標。
- 問答題：若在多使用者同時讀寫的情況下，你有觀察到效能下降的趨勢嗎？你認為原因是什麼？如果沒有的話，請提出原因；如果有觀察到的話，請提出原因並且給出一種解決辦法。

3. 繳交內容

1. NFS 參數：請具體說明如何在 /etc/exports 設置「參數組合 A」、「參數組合 B」、「參數組合 C」、「參數組合 D」，以及如何重新掛載或重啟服務使之生效。
2. Shell Script：繳交時請附上你用來測試的 `nfs_test_{your_student_id}.sh`，並且在報告內用不到五句話說明 shell script 的運作流程以及所使用的工具。
3. 請在報告內提供類似以下的表格：

| 測試情境 | 寫入時間 (s) | 讀取時間 (s) | 平均傳輸速率 (MB/s) | CPU 使用率 / 負載 |
|----------------|----------|----------|---------------|--------------|
| 參數組合 A + 單一使用者 | | | | |
| 參數組合 A + 多使用者 | | | | |
| 參數組合 B + 單一使用者 | | | | |
| 參數組合 B + 多使用者 | | | | |

4. 評分標準

第三部分的評分標準：

1. NFS 參數設置與重新掛載 (10 分)
2. 測試腳本 (Shell Script) 及說明 (10 分)
3. 效能測試表格與數據呈現 (10 分)
4. 問答題 (效能下降原因及解決辦法) (10 分)