

電控所、黃育綸教授

嵌入式作業系統

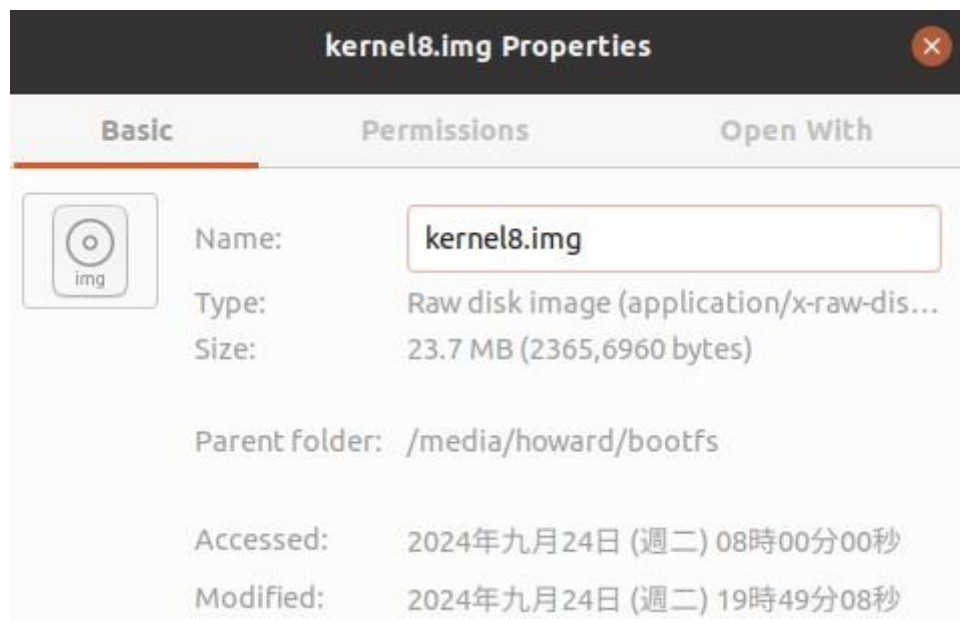
Lab-02

電信所、312513040、陳鴻翔

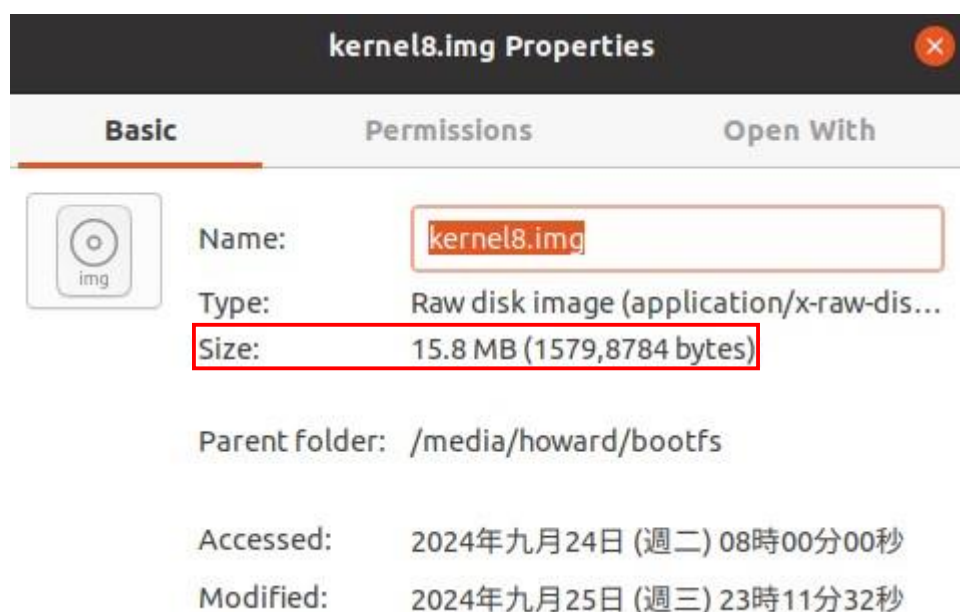
2024/9/26

Q1 : Shrink the size of your kernel image

1. 本次實驗就是要想辦法把 kernel 不必要的功能關掉，使其運行更加快速
2. 經過測試，kernel 版本 rpi-6.1.y 無法連上網路，所以要下載 benchmark 可以先使用 Lab01 的 rpi OS 來做
3. benchmark 會下載至 bootfs，且 kernel 與 bootfs 互不影響，因此抽換掉 kernel，benchmark 依然能保留下來，不會被銷毀
4. 要替換 kernel 可參考講義的 Step 10，在.config 的[ALL]底下新增想要的 boot kernel.img
5. 參考[1]來關閉 kernel 功能，主要是 network device 要保留，否則 Host 會無法 ssh 到樹莓派，另外 SPI 的 driver 也要保留，否則 Arm gcc 會無法編譯 kernel，最終導致 compile error (以上是我的親身經驗)
6. 下面的 kernel 功能我全部關掉了：
 - Process systemcall (如果 CPU 要執行系統程式會用到這個功能)
 - Multi-processing support
 - Multi-core scheduler
 - Memory protection
 - Virtualization (虛擬化的功能)
 - Security
 - keyboard driver、mouse driver、serial driver、sound driver...
 - Graphics support (支援顯示晶片的驅動)
 - Debugging
7. rpi-6.1.y 的 kernel 大小為 23.7MB，如圖一所示，經過一波操作後，我成功將 kernel 壓縮成 15.8MB，如圖二所示



圖(一) : rpi-6.1.y 的 kernel 檔案大小



圖(二)：rpi-6.1.y_commpression 的 kernel 檔案大小

Q2：Benchmark your kernel, revise it, and improve its performance. Rerun the benchmark to prove your performance

1. 我使用 nbench 來做為我的 benchmark 測試軟體[2]
2. nbench 會經過 8 個跑分測試，並與 CPU Pentium 90、AMD K6/233 比較性能

測試項目	測試項目描述
NUMERIC SORT	Sorts an array of long integers
STRING SORT	Sorts an array of strings of arbitrary length
BITFIELD	Executes a variety of bit manipulation functions
FP EMULATION	A small software floating-point package
FOURIER	A numerical analysis routine for calculating series approximations of waveforms
ASSIGNMENT	A well-known task allocation algorithm
IDEA	A well-known text and graphics compression algorithm
HUFFMAN	A relatively new block cipher algorithm

3. 經過測試後，我發現數字排序的性能有明顯提升，跑分從原本的 1176.4 上升至 1236.2，如圖(三)所示。另外，除了字串排序、大數乘法、傅立葉級數的跑分有下降之外，其餘的 5 項測試，例如：數字排序、浮點數模擬、指派特定任務測試、壓縮演算法測試、HUFFMAN 加密測試，rpi-6.1.y_commpression 皆取得更好的性能，如圖(四)所示

```

pi@raspberrypi:~ $ nbench

BYTEmark* Native Mode Benchmark ver. 2 (10/95)
Index-split by Andrew D. Balsa (11/97)
Linux/Unix* port by Uwe F. Mayer (12/96,11/97)

TEST                : Iterations/sec.    : Old Index    : New Index
                    :                : Pentium 90*  : AMD K6/233*
-----
NUMERIC SORT        :          1176.4 :          30.17 :          9.91
STRING SORT         :          171.36 :          76.57 :         11.85
BITFIELD            :      2.5474e+08 :          43.70 :          9.13
FP EMULATION        :          254.16 :         121.96 :         28.14
FOURIER             :         18729 :          21.30 :         11.96
ASSIGNMENT          :          24.183 :          92.02 :         23.87
IDEA                :          3738 :          57.17 :         16.97
HUFFMAN             :         1955.3 :          54.22 :         17.31
NEURAL NET          :

```

圖(三)：rpi-6.1.y 的 kernel 跑分

```

BYTEmark* Native Mode Benchmark ver. 2 (10/95)
Index-split by Andrew D. Balsa (11/97)
Linux/Unix* port by Uwe F. Mayer (12/96,11/97)

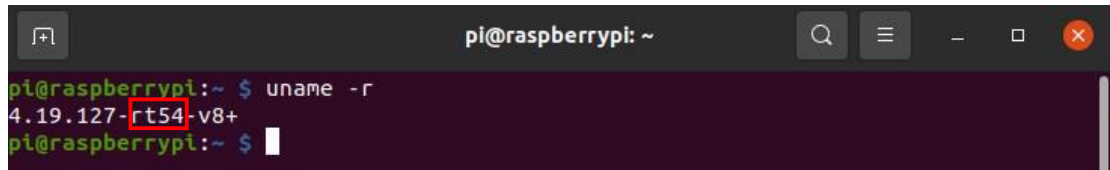
TEST                : Iterations/sec.    : Old Index    : New Index
                    :                : Pentium 90*  : AMD K6/233*
-----
NUMERIC SORT        :          1236.2 :          31.70 :         10.41
STRING SORT         :          170.24 :          76.07 :         11.77
BITFIELD            :      2.5433e+08 :          43.63 :          9.11
FP EMULATION        :          254.32 :         122.03 :         28.16
FOURIER             :         18670 :          21.23 :         11.93
ASSIGNMENT          :          24.221 :          92.16 :         23.91
IDEA                :          3745 :          57.28 :         17.01
HUFFMAN             :         1955.3 :          54.22 :         17.31
NEURAL NET          :

```

圖(四)：rpi-6.1.y_commpression 的 kernel 跑分

Q3：Patch your kernel to support real-time tasks

1. 我挑選了 rpi-4.19.y 來做為新的 linux kernel，patch 使用 patch-4.19.127-rt54.patch.gz
2. 注意不能選擇已經有 real-time 功能的 kernel，例如：rpi-4.19.y-rt，否則在做 patch 時會出現，Reversed (or previously applied) patch detected! Assume -R?的錯誤訊息，這個訊息主要是在告訴使用者有重複補丁的問題
3. 進入 linux 目錄，執行 cat patch-4.19.127-rt54.patch | patch -p1
4. patch 完畢後需重新編譯 kernel，如講義 Step 4、5
5. 最後樹莓派的 kernel 即可完成 real-time tasks，如圖(五)所示



```
pi@raspberrypi: ~  
pi@raspberrypi:~$ uname -r  
4.19.127-r54-v8+  
pi@raspberrypi:~$
```

圖(五)：具有 real-times 功能的 kernel

參考資料

- [1] M. Outlaw. "Configuring a Custom Linux Kernel (5.6.7-gentoo)."
<https://www.youtube.com/watch?v=NVVWHlX1sU&list=LL&index=6&t=1003s>
(accessed.
- [2] aikoncwd. "Raspberry Pi Benchmark." <https://github.com/aikoncwd/rpi-benchmark> (accessed.