Supplementary

Install Docker

Windows

1. https://docs.docker.com/docker-for-windows/install/

2. Get docker desktop for windows (stable)

3. Install Docker Desktop

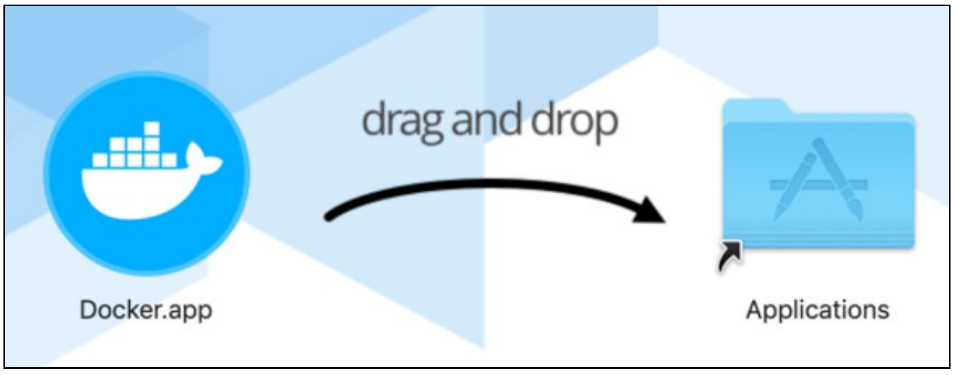
4. Reboot to finish the installation
5. Install WSL (Windows Subsystem for Linux)

6. Open terminal and check docker

```
Usage:  docker [OPTIONS] COMMAND

A self-sufficient runtime for containers

Options:
      --config string      Location of client config files (default
                           "C:\\Users\\User\\.docker")
  -c, --context string     Name of the context to use to connect to the
                           daemon (overrides DOCKER_HOST env var and
                           default context set with "docker context use")
  -D, --debug              Enable debug mode
  -H, --host list          Daemon socket(s) to connect to
  -l, --log-level string   Set the logging level
                           ("debug"|"info"|"warn"|"error"|"fatal")
                           (default "info")
      --tls                Use TLS; implied by --tlsverify
      --tlscacert string   Trust certs signed only by this CA (default
                           "C:\\Users\\User\\.docker\\ca.pem")
```

Mac

1. https://docs.docker.com/docker-for-mac/install/
2. Double-click Docker.dmg to open the installer, then drag the Docker icon to the Applications folder.



3. Open terminal and check docker

```
uca2020@shichengzhide-MacBook-Pro ~ % docker

Usage:  docker [OPTIONS] COMMAND

A self-sufficient runtime for containers

Options:
      --config string      Location of client config files (default
                           "/Users/uca2020/.docker")
  -D, --debug              Enable debug mode
  -H, --host list          Daemon socket(s) to connect to
  -l, --log-level string   Set the logging level
```

Ubuntu

```
$ sudo apt-get install docker.io
$ docker
```

工作站上用docker

https://wslab.csie.ntu.edu.tw/docker_tutorial.html

Setup hw2 Environment using Docker

```
$ docker pull ntuca2020/hw2 (may require sudo on Linux)
$ docker run --name=test -it ntuca2020/hw2
```

```
C:\Users\User>docker pull ntuca2020/hw2
Using default tag: latest
latest: Pulling from ntuca2020/hw2
d72e567cc804: Pull complete
0f3630e5ff08: Pull complete
b6a83d81d1f4: Pull complete
7fac6f750215: Pull complete
```

```
C:\Users\User>docker run --name=test -it ntuca2020/hw2
root@6da5d12dbd44:/# cd root
root@6da5d12dbd44:~# ls
Examples  Problems
root@6da5d12dbd44:~#
```

Docker basic usage

https://docs.docker.com/engine/reference/commandline/stats/

```
$ docker pull [image]                  // 抓image
$ docker images                        // 列出載的image
$ docker run --name=test -it [images]  // 把container跑起來，並取名
$ docker exec -it test bash            // 在test跑bash起來
$ docker stop test                     // 把container關掉
$ docker start test                    // 把container打開
$ docker ps -a                         // 列出所有的container
$ docker rm test                       // 把container移除
$ docker rmi [image]                   // 把image移除
$ docker cp test:/root/Problems .      // 把container裡面的檔案copy出來
```

Example1

https://github.com/riscv/riscv-asm-manual/blob/master/riscv-asm.md

https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc/Extended-Asm.html

用inline方式寫assembly，這裡簡單介紹一下。

```
int main () {
    int a = 123, b = 456, c = 789, d;
    asm volatile(
        "add %[a_], %[a_], %[b_]\n\t" // a = a + b
        "add %[d_], %[a_], %[c_]\n\t" // d = a + c
        : [d_] "=r" (d)
        : [a_] "r" (a), [b_] "r" (b), [c_] "r" (c)
    );
    printf("%d + %d + %d = %d\n", a, b, c, d);
}
```

: [d_] “=r” (d) → d_是inline assembly裡面register的名稱，對應到的是c output的d。

: [a_] “r” (a) → a_一樣是register的名稱，而a對應到的是c input的a。

跑出來的結果：

```
root@6eaa5765abec:~/Examples/Example1# make
riscv64-unknown-elf-gcc -o sum sum.c
root@6eaa5765abec:~/Examples/Example1# make test
spike pk sum
bbl loader
123 + 456 + 789 = 1368
```

Example2

把assembly寫在另一個檔案：

可能會需要看一下calling convention:

```c
int main () {
    int a = 123, b = 456, c = 789;
    printf("%d + %d + %d = %d\n", a, b, c, sum(a, b, c));
}
```

```
.global sum

sum:
    add  a0, a0, a1      # a0 = a0 + a1
    add  a0, a0, a2      # a0 = a0 + a2
    ret                  # return
```

a0-a7是argument，再多就放memory傳；a0和a1可以當作return value。

Example3

這裡簡單介紹一下，在寫assembly時如何使用gdb做debugging。(參考此連結)

要debug的program，用wait先擋起來：

```c
volatile int wait = 1;

int main () {
    while (wait);

    int a = 123, b = 456, c = 789;
    printf("%d + %d + %d = %d\n", a, b, c, sum(a, b, c));

    while (!wait);
}
```

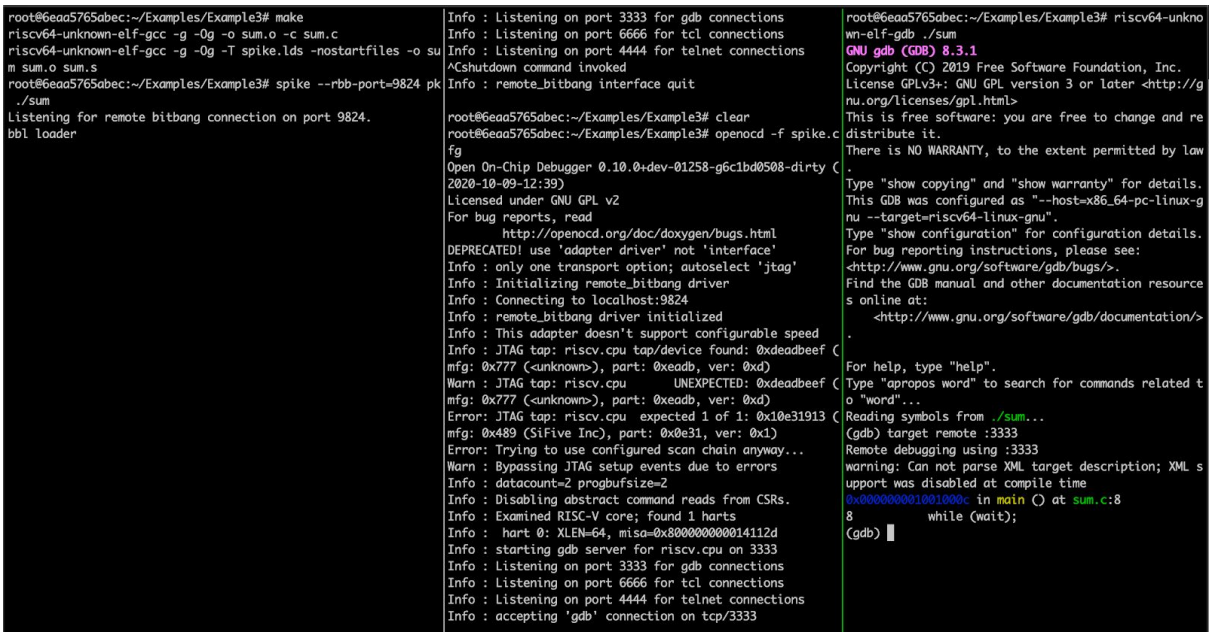
照下面的順序去執行，就可以開始使用gdb debug了。

```
# In first shell
make
spike --rbb-port=9824 pk ./sum

# In second shell
openocd -f spike.cfg

# In third shell
riscv64-unknown-elf-gdb ./sum
(gdb) target remote :3333
```

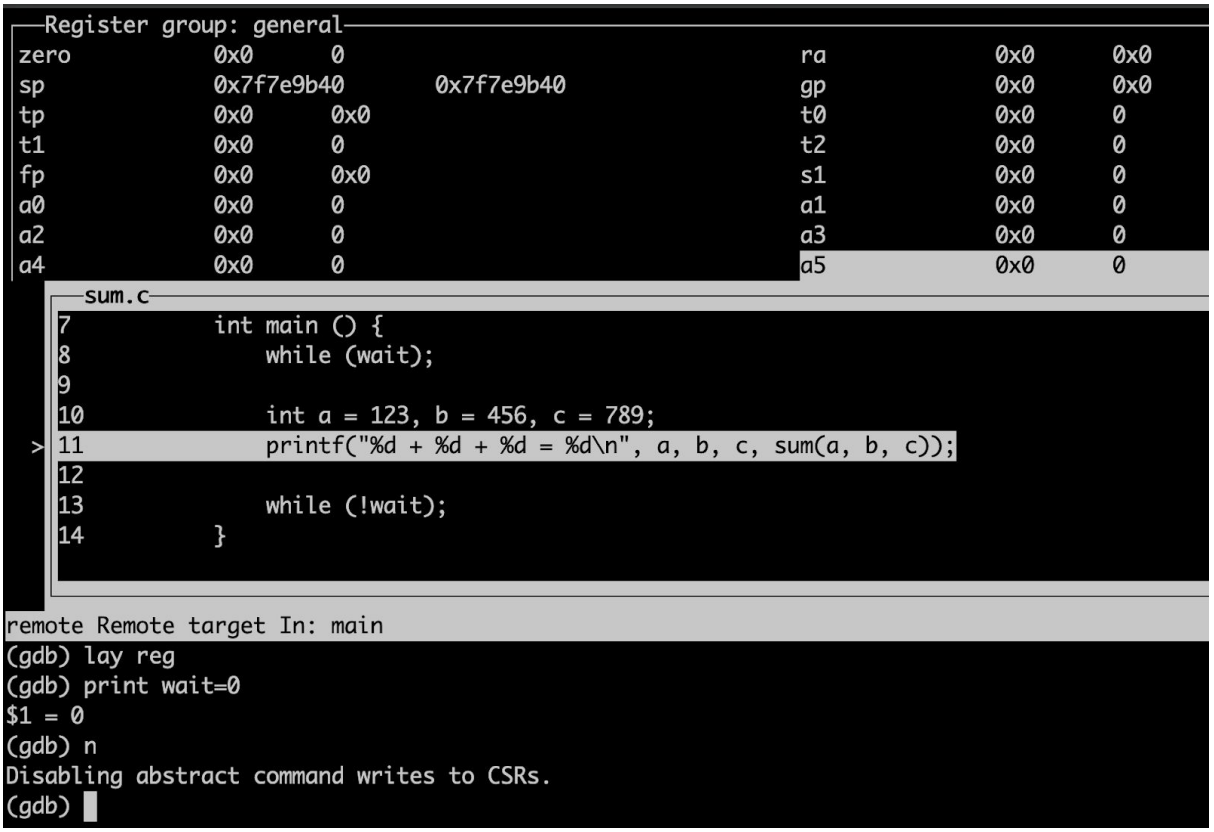
(如果要copy到Problems裡面去做debug時，要稍微看一下Makefile, spike.cfg, spike.lds, sum.c這些寫法，和是怎麼link在一起的。或是參考上面的連結。)

多個shell可以用tmux, 或是多個shell exec進去。

以下是實際操作一次:



最右邊就停在wait那裏，有把他擋起來。等一下在gdb把wait設成0去debug。



目前執行到11行了，照著gdb的操作，我們就可以debug，看assembly有沒有寫錯。

gdb basic usage

```
$ riscv64-unknown-elf-gdb ./sum
(gdb) target remote :3333       // attach到remote process
(gdb) lay src                   // layout把source code叫出來
(gdb) lay reg                   // 把register叫出來
(gdb) lay asm                   // 把assembly叫出來
(gdb) p $a0                     // 把a0 register的內容print出來
(gdb) p/x $a0                   // 把a0 register的內容以hex方式print出來
(gdb) x/10 $a0                  // 在a0所指到的地方print 10個word
(gdb) n                         // 下一行
(gdb) ni                        // assembly的下一行
(gdb) s                         // step進去
(gdb) si                        // assembly的step進去
(gdb) b sum                     // 在sum這個function設breakpoint
(gdb) c                         // continue直到碰到下一個breakpoint
(gdb) quit                      // 離開
```

tmux basic usage

```
$ tmux                          // start tmux
$ ctrl + B 放開，再按c           // 新增一個tmux session
$ ctrl + B 放開，再按p           // 回到上一個session
$ ctrl + B 放開，再按n           // 到下一個session
$ exit                          // 離開
$ ctrl + B 放開，再按"           // 水平分割出一個新的視窗
$ ctrl + B 放開，再按%           // 垂直分割出一個新的視窗
$ ctrl + B 放開，再按方向鍵      // 在視窗間移動
```