2026 操作系统 Lab0 串讲

操作系统助教组

Linux 基本操作命令

- ls 命令用于列出（list）指定路径下的文件。

```
ls
用法:ls [选项]... [文件]...
选项（常用）:
-a 不隐藏任何以. 开始的项目
-l 每行只列出一个文件，并列出详细信息
```

- touch 命令用于创建一个新的文件。

```
touch
用法:touch [选项]... [文件名]...
```

- mkdir 命令用于创建目录（make directory）。

```
mkdir
用法:mkdir [选项]... 目录...
```

- cd 命令用于进入指定目录（change directory）。

```
cd
用法:cd [选项]... 目录...
```

Linux 基本操作命令

- rmdir 删除空的目录（remove directory）。

```
rmdir
用法:rmdir [选项]... 目录...
```

- rm 命令用于删除（remove）文件，也可以将某个目录及其下属所有文件及其子目录全部删除。

```
rm
用法:rm [选项]... 文件...
选项（常用）:
-r 递归删除目录及其内容，如果不加这个命令，删除一个有内容的文件夹会提示不能删。
-f 强制删除。忽略不存在的文件，不提示确认
```

- cp 与 mv: 复制（copy）与移动（move）

```
cp
用法:cp [选项]... 源文件... 目录
选项（常用）:
-r 递归复制目录及其子目录内的所有内容
```

```
mv
用法:mv [选项]... 源文件... 目录  （也可用于重命名）
```

Linux 基本操作命令

- echo 命令用于输出文本。

```
echo
用法:echo [选项]... [字符串]...
选项（常用):
-n 不输出换行符
-e 解释反斜杠转义字符，如 \n
```

- cat 命令用于拼接（concatenate）文件并输出到标准输出。也可用于查看单个文件内容。

```
cat
用法:cat [选项]... [文件]...
```

Linux 基本操作命令

- head 命令用于输出文件首部内容

```
head
用法:head [选项]... [文件]...
选项（常用）:
-n <n> 显示前 <n> 行内容
-c <n> 显示前 <n> 个字节内容
```

- tail 命令用于输出文件尾部内容

```
tail
用法:tail [选项]... [文件]...
选项（常用）:
-n <n> 显示末尾 <n> 行内容
-c <n> 显示末尾 <n> 个字节内容
-f 当文件增长时，输出后续添加的数据（适用于文件不断变化的情况，如日志文件）
```

Linux 基本操作命令

- ps 命令用于显示当前进程状态（process status）

```
ps
用法:ps [选项]...
选项（常用）:
-e 或 -A 显示所有进程
-f 显示全部信息
```

- htop 命令也用于显示当前进程状态（process status）

```
注：相比ps，htop更加直观
```

- kill 命令用于向进程发送信号（并非仅有杀死进程的功能）

```
kill
用法:kill [选项] [pid]...
选项（常用）:
-s <s> 或 -<s> 指定要发送的信息（-9 为 SIGKILL）
信息列表可以在 htop 按 F9 查看
```

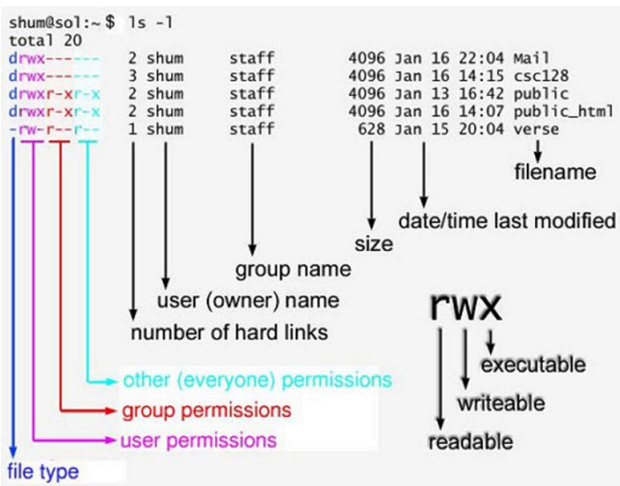
- sudo 命令用于以超级用户（superuser，或称 root）权限执行命令

```
sudo
用法:sudo [命令]
```

Linux 基本操作命令

- chmod 命令用于修改文件或目录的权限（change mode）

```
chmod
用法:
chmod [filename] +(r|w|x) 增加权限
chmod [filename] MODE: 按照权限位二进制表示设置权限
```



Linux 基本操作命令

- find 在指定路径下递归查找文件

```
find
用法:find [路径] [选项] [Pattern]
-name [filename]: 指定查找名称的文件
-maxdepth [number]: 指定递归查找深度
```

- wc (word count) 统计文本文件行数、单词数和字节数

```
wc
用法:wc [选项]... [文件]...
选项（常用）:
-l 只显示行数
-w 只显示单词数
-c 只显示字节数
```

- sort 将标准输入按行排序输出

```
sort
用法:sort [选项]... [文件]...
选项（常用）:
-k [number]: 以指定列为关键字排序
-r: 逆序排序
```

Linux 基本操作命令

- `&` 后台执行

```
用法:
[命令] &
```

- `&&` 前一指令正常退出才执行后一指令

```
用法:
[命令1] && [命令2]
```

- `||` 前一指令异常退出才执行后一指令

```
用法:
[命令1] || [命令2]
```

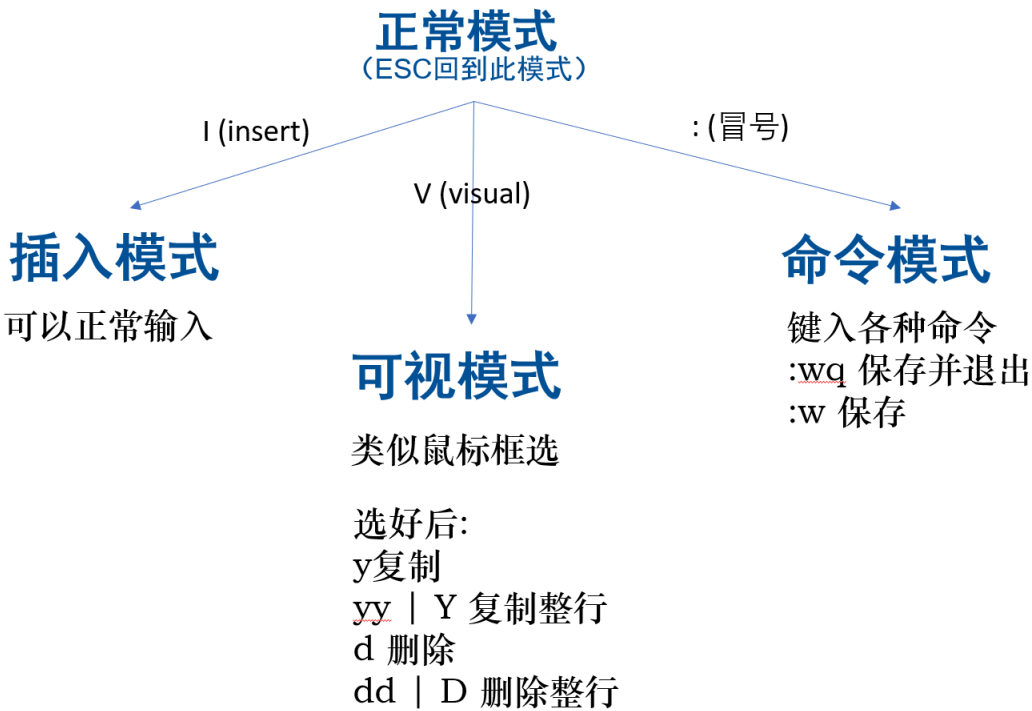
[第三方指令] tldr -（https://tldr.inbrowser.app/）

```
tldr [command]
```

提供清晰度高于man和help手册的简明教程，提供丰富的样例参考 （安装方式等自行查阅）

Vim 常用功能

编辑器的模式



Vim 常用功能

光标移动 - 基本

命令模式下：

操作	含义
<n>G 或 :<n>	n 为数字。移动到这个文件的第 n 行
gg	移动到文件第一行
ctrl+f, ctrl+b	前后翻整页

Vim 常用功能

光标移动 - 拓展

命令模式下：

操作	含义
h, j, k, l	左下上右
Ctrl-U, Ctrl-D	上下滚动半页
Ctrl-E, Ctrl-Y	视图上下滚动一行，但是不移动光标
Ctrl-H, Ctrl-M, Ctrl-L	移动光标到该页面的上中下位置

Vim 常用功能

光标移动 - 拓展

命令模式下：

操作	含义
0, ^, $	跳转到行首、行首个非空字符和行尾
w, e, b	跳转到下个单词开头，单词结尾和上个单词
f, F + `<letter>`	在这一行向前/后查找某个字母
*, #	全文查找下一个/上一个光标指向的单词
%	跳转到匹配的括号
{, }	段落跳转

Vim 常用功能

剪切、复制、粘贴

（删除可以使用与剪切一样的操作）

命令模式下：

操作	含义
[n]dd	删除（delete）游标所在的一行或 n 行，用 p/P 可以粘贴（实际更类似于剪切）
[n]yy	复制（yank）游标所在的一行或 n 行，用 p/P 可以粘贴
p/P	p 将已复制的数据粘贴（paste）在光标下一行，P 则为粘贴在光标上一行
u	复原（undo）前一个动作
ctrl+r	重做（redo）前一个动作

Vim 常用功能

选择 + 剪切、复制、粘贴

可视模式下（命令模式输入 `v/V/ctrl + v`），可以通过鼠标或光标批量选择文本段：

操作	含义
d	剪切选择文本
y	复制选择文本
p	粘贴选择文本

注：`v` 进入基本选择模式，`V` 进入行选择模式，`ctrl + v` 进入块选择模式（块选择在列表形式的替换中很有用）

Vim 常用功能

搜索替换

命令模式下:

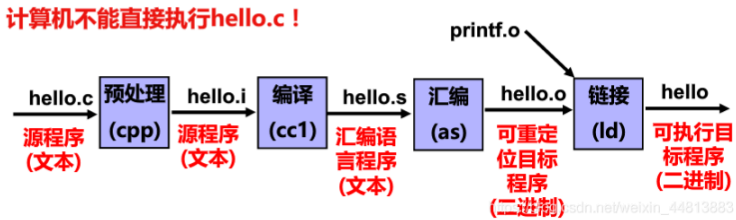
操作	含义
/<word>	文件下寻找名为 <word> 的字符串。
:%s/<word1>/<word2>/g	在全文中寻找 <word1> 字符串，并将该字符串取代为 <word2>

注：在**可视模式**下选择文段，直接键入`:s/word1/word2/g`即可替换文段内的所有word1为word2

常见问题

- 有同学经常手误使用`Ctrl+S`，在某些情况下（如未做过调整的原生终端中）会造成卡死，其实是因为：
  - `Ctrl+S` 暂停终端输出（XOFF）的快捷键，按下后终端不再输出，看起来像卡死了一样
  - 按下 `Ctrl+Q` (ASCII XON) 恢复终端输出。
- 有同学在vim中手误使用`Ctrl+Z`回退操作，但直接回到了终端，其实是因为
  - 按下 `Ctrl+Z` 会将当前进程放到后台，并且暂停运行。
  - 输入 `fg` 即可调回前台
  - `fg`与`bg`：将当前暂停的作业放到前台继续运行和将当前作业放到后台运行。
- 可以在`~/.vimrc`中调整vim设置，在互联网上寻找自己喜欢的配置写入即可

GCC 编译器的使用




```
语法:gcc [选项]... [参数]...
选项（常用):
-o 指定生成的输出文件
-S 将 C 代码转换为汇编代码
-Wall 显示一些警告信息
-c 仅执行编译操作，不进行链接操作，生成可重定位的目标文件
-M 列出依赖
-Ipath 编译时指定头文件目录，使用标准库时不需要指定目录
```

- `gcc test.c` 默认生成名为 a.out 的可执行文件
- `gcc test.c -o test` 使用 -o 选项编译链接生成 test 的可执行文件
- `gcc -c test.c -o test.o` 使用 -o -c 选项仅编译生成名为 test.o 的目标文件

Makefile 编写

target、dependencies、command 是 Makefile 的基础

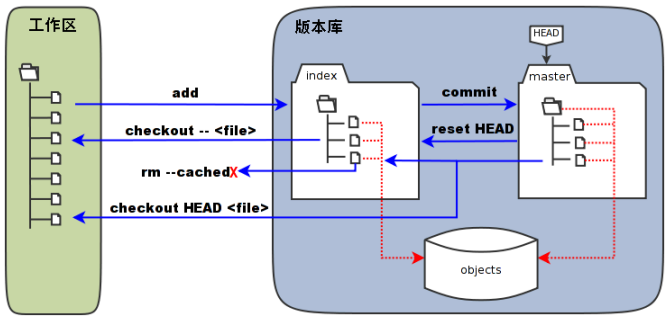
```
target: dependencies
        command 1
        command 2
        ...
        command n
```

- target 是构建 (build) 的目标，可以是目标文件、可执行文件，也可以是一个标签。
- dependencies 是构建该目标所需的其他文件或其他目标。
- command 是构建该目标所需执行的指令。**每一个指令 (command) 之前必须按一次制表符键来控制间隔，而不能是空格**，否则 make 会报错。
- .PHONY：用.PHONY 伪目标来定义一个伪目标，伪目标的特点是总是被执行的(不会受到目录下同名文件影响)，`clean` 等一般都是伪目标。

如果想要构建 target，那么首先要准备好 dependencies，接着执行 command 中的命令，最终完成构建 target。

Git 使用方法

常用命令

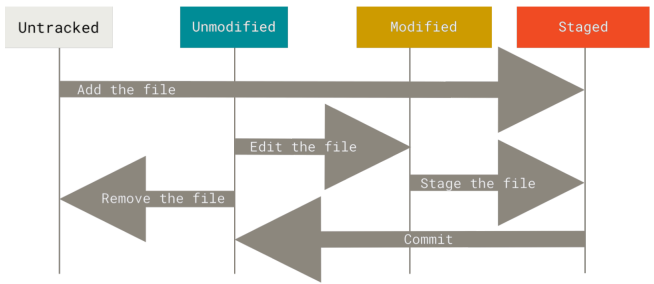


- `git status`

  这个命令可以查看当前分支的状态，以及当前工作区的变动和暂存区的内容，便于我们对工作区的概况进行掌握。使用`--short`可以查看状态简化版本。

Git 使用方法

常用命令



- `git add <filename>` 添加进暂存区，可以使用 `git add .` 或 `-A` 将你当前目录下的所有修改加入暂存区。
- `git commit` 使用 `git commit -m <message>` 这个命令将暂存区的修改提交到储存库中。在提交时，要求给出一段说明性文字。这段文字可以任意填写，但建议按照提交内容填写，以保证可读性。
- `git push` 这个命令将本地的 commit 推送到一个远程仓库。在实验中，可以将你的 commit 推送到 GitLab。
- `git fetch` 拉取远程分支的最新版本

Git 使用方法

常用命令 - 分支

- `git branch`

  `git branch <branch-name>` 本地创建一个基于当前分支产生的分支。

  `git branch -d(D) <branch-name>` 删除本地对应分支。

  `git branch -a` 查看所有的远程与本地分支。

- `git pull`

  这个命令将远程新建的分支下载到本地，并且将远端的更改合并到当前的分支。在利用评测机进行实验分支的初始化之后，可以在开发机中使用这个命令来将新的分支下载到本地。

- `git checkout`

  请注意，在切换时，需要保证目前所有文件的状态均为“未修改”（没有修改过，或者已经提交）。

Git 使用方法

常用命令 - 分支

- `git checkout <branch-name>`

  切换分支，加 `-b` 可以创建并切换分支。

- `git merge <branch>`

  将分支合并到当前分支，`--abort` 将终止合并操作

- `git rebase <branch>`

  将当前分支变基到目标分支

Git 使用方法

常用命令 - 版本管理

- `git log`

  查询提交记录，可以看到各版本hash，加`--graph`可以使用自带的TUI查看提交记录，加`--oneline`可以用一行表示一次提交记录

- `git restore .`

  清除所有修改退回上次commit(暂存区)

- `git checkout <hash>`

  切到指定版本

- `git reset <Path>` 将文件移出暂存区

  `--hard <commit>` 将整个仓库退回到某一个提交

- `git rm --cached <Path>` 取消对文件的追踪

Git 使用方法

实验中使用流程

- 我们在一次实验结束，新的实验代码下发时，一般是按照以下流程的来开启新的实验之旅。

  `git add .`，`git commit -m "xxxx"` 如果当前分支的暂存区还有东西的话，先提交。

  `git pull` 这一步很重要！要先确保服务器上的更新全部同步到本地版本库！

  `git checkout lab<n>` 检出新实验分支并进行实验。

- 此后我们就可以开始写代码，代码写好后

  `git add <modified-file>`

  `git commit -m "yyyy"` 提交到本地版本库。

  `git push` 将本地版本库推送到服务器。

grep、sed、awk 文本处理三剑客

当你需要在整个项目目录中查找某个函数名、变量名等特定文本的时候，`grep` 将是你手头一个强有力的工具。

```
grep
用法：grep [选项] PATTERN FILE
（PATTERN是匹配字符串，FILE是文件或目录的路径）
作用：输出匹配PATTERN的文件和相关的行。
选项（常用）：
-a          不忽略二进制数据进行搜索。
-i          忽略大小写差异。
-r          从目录中递归查找。
-n          显示行号。
```

grep、sed、awk 文本处理三剑客

sed 是一个文件处理工具，以行为单位处理数据，可以将数据行进行替换、删除、新增、选取等特定工作。

```
sed
sed [选项] '命令' 输入文本
选项（常用）：
-n：安静模式，只显示经过sed处理的内容。否则显示输入文本的所有内容。
-i：直接修改读取的档案内容，而不是输出到屏幕。否则，只输出不编辑。
命令（常用）：
[行号]a[内容]：新增，在行号后新增一行相应内容。行号可以是“数字”，在这一行之后新增，
               也可以是“起始行，终止行”，在其中的每一行后新增。当不写行号时，在每一
               行之后新增。使用$表示最后一行。后面的命令同理。
[行号]c[内容]：取代。用内容取代相应行的文本。
[行号]i[内容]：插入。在当前行的上面插入一行文本。
[行号]d：删除当前行的内容。
[行号]p：输出选择的内容。通常与选项-n一起使用。
s/re（正则表达式）/string：将re匹配的内容替换为string。
```

grep、sed、awk 文本处理三剑客

awk 是一种处理文本文件的语言，是一个强大的文本分析工具，常用于列级（切分列）处理。这里只举几个简单的例子，学有余力的同学可以自行深入学习。

```
awk '$1>2 {print NR, $1,$3}' my.txt
```

这个命令的格式为 `awk 'pattern action' file`，pattern 为条件，action 为命令，file 为文件。

命令中出项的 `$n` 代表每一行中用空格分隔后的第 n 项， `NR` 表示行号。

该命令的意义是文件 my.txt 中所有第一项大于 2 的行，输出行号，第一项和第三项。

```
awk -F, '{print $2}' my.txt
```

-F 选项用来指定用于分隔的字符，默认是空格。所以该命令的 \$n 就是用 `,` 分隔的第 n 项了。

重定向和管道

- 三种流重定向

```
command < input.txt > output.txt     # >表示清空后再写入
command < input.txt >> output.txt    # >>表示追加写入
command < input.txt 1> output.txt 2> err.txt # 0 为标准输入，1 为标准输出，2 为错误输出
```

- 管道

```
command1 | command2 | command3 | ...
```

以上内容是将 command1 的 stdout 发给 command2 的 stdin，command2 的 stdout 发给 command3 的 stdin。例如：

```
ps -ef | grep qemu
```

以上命令的意思是列出所有进程，然后过滤出带有 qemu 的进程。

shell 脚本编程

简易脚本（简单命令拼合）

```
#!/bin/bash
echo "Hello World! -- 1"
echo "Hello World! -- 2"
```

`bash <script-file>` 即可执行

修改权限使之具有可执行权限后可直接 `./<script-file>` 执行

shell 脚本编程

- 一般变量

定义变量（变量名为 `var_name`，值为 `value`）的方式是：

```
var_name=value
```

请注意，等号两边不允许有空格。

使用 `$var_name` 可以获取变量的值。在使用时，建议在变量名的两端加一个花括号（形如 `${var_name}`），以帮助解释器识别变量的边界，避免歧义。

可以使用形如 `let a=a+1`，`((a=a+1))`，或 `a=$((a+1))` 的方式来实现变量更新。

- 拓展-使用数组

```
arr=(ele1 ele2 ele3) # 定义数组
echo ${#arr[*]} # 数组长度
echo ${arr[0]} # 数组第一个元素
echo ${arr[@]} # 数组所有元素
echo ${arr[*]} # 数组所有元素
```

shell 脚本编程

脚本参数——特殊的变量

我们用一个实例来说明参数的传递。我们将 `hello.sh` 的内容修改为：

```
#!/bin/bash
str="Hello, $1 and $2!"
echo $str
```

输入如下命令运行，看看控制台输出了什么：

```
$ ./hello.sh world OS
```

请在双引号中引用变量。如果将上述的双引号改成单引号，则会原文输出引号内的内容，你可以尝试一下。

需要补充的是，对于传递的参数，不仅有 `$1`、`$2` 这样的特殊变量，还提供了其他的特殊变量：

- `$#` 传递的参数个数；
- `$*` 一个字符串，内容是传递的全部参数。
- `$?` 上一个命令的退出状态。

shell 脚本编程

流程控制

`if` 语句块的格式如下，注意在条件和命令间不能缺少 `then`。

```
if test-commands
then
  consequent-command
[elif more-test-commands
then
  more-consequents]
[else alternate-consequents]
fi
```

`test-commands` 其实是一条命令，可以在里面放指令，也可以像这样比较:

```
if [[ $a -ne 1 ]]; then echo ok; fi
```

其中 `[[conditional expr]]` 表示条件。 **需要注意，返回值为 0 表示真。** `[[conditional expr]]` 中，当表达式为真时，返回值为0。

注: `-eq` 表示等于， `-ne` 表示不等于， `-gt` 表示大于， `-lt` 表示小于， `-ge` 表示大于等于， `-le` 表示小于等于。

shell 脚本编程

流程控制

```
case word in
  [ [(] pattern [| pattern]…) command-list ;;]…
esac
```

例如：

```
case $ANIMAL in
  horse | dog | cat) echo -n "four";;
  man | kangaroo ) echo -n "two";;
  *) echo -n "an unknown number of";;
esac
```

shell 脚本编程

流程控制

`while` 语句块的格式如下：其中循环变量运算赋值可以用 `let i=i+1`、`i=$[$i+1]`、`i=$(($i+1))` 实现。其中 `(())` 是用于整数运算比较的常用运算符：

```
while condition
do
  command1
  ...
done
```

同样注意在条件和命令间不能缺少 `do`。

shell 脚本编程

流程控制

`for` 语句块的格式如下：

```
for (( expr1 ; expr2 ; expr3 ))
do
  commands
done
```

或者

```
for name [ [in [words …] ] ; ]
do
  commands
done
```

示例：

```
for ((i=1; i<=5; i++)); do
    echo "Number: $i"
done
# 等价于
for i in {1..5}; do
```

shell 脚本编程

函数 函数的定义格式如下：

```
function_name() {
  commands
}
```

函数调用格式如下：

```
function_name
```

例如：

```
function hello() {
  echo "Hello, World!"
}
hello
```

shell 脚本编程

括号（汇总）

- `(())`：算术运算，如 `((a=3+5))`，算术运算结果非零时返回0
- `$(())`：算术扩展，如 `a=$((3+5))`，返回算术运算结果
- `[]`，`[[]]`：条件运算，后者功能更丰富。条件为真时返回0
- `$(command)`，`command`：调用外部 shell，新版本使用前者避免歧义，返回执行输出结果 如 `echo $(cat a.txt)`

课下习题提示

- Exercise 0.1

  1. 考察 C 语言
  2. 考察 gcc 用法 `-o` 实现指定生成的输出文件
  3. 考察 sed 用法：`sed -n '3p;5p' test.c` 可以输出第3行、第5行的内容
  4. 考察 cp 用法：`-r` 实现递归复制

- Exercise 0.2

  1. 考察 shell 脚本循环控制语句与 rm, mv 命令

- Exercise 0.3

  1. 考察 grep 查找功能 和 awk 分割功能：关注 `grep -n` 显示行号搜索和 `awk -F` 分割并打印行号

课下习题提示

- Exercise 0.4
  1. 考察 sed 替换字符串功能：`sed 's/str1/str2/g' test`
  2. 考察 Makefile 编写，command 中可以使用 `$(MAKE) -C subdir`

参考资料

- Bash Reference：https://www.gnu.org/software/bash/manual/bash.html
- Make Reference：https://www.gnu.org/software/make/manual/make.html
- Git：https://git-scm.com/doc
- Vim User Manual：https://vimdoc.sourceforge.net/htmldoc/usr_toc.html
- MIT Missing Semester：https://missing-semester-cn.github.io/
- Makefile博客：https://seisman.github.io/how-to-write-makefile/
- vimrc配置博客：https://www.ruanyifeng.com/blog/2018/09/vimrc.html