大多数文件系统实现将在 Fs.c 中进行。在这里，您可以定义自己的常量、结构和辅助函数。我们还提供了文件 utility.c 和 utility.h，您可以在其中放置您认为应该放在单独文件中的数据结构和函数。所有代码必须在这三个文件中

准备任务：

FsNew

FsNew 函数的签名如下:

```
Fs FsNew(void);
```

此功能应分配和初始化新的 **struct FsRep**，创建文件系统的根目录，使根目录成为当前的工作目录。然后，它应返回指向分配的 **struct FsRep** 的指针。

FsGetCwd

FsGetCwd 函数的签名如下:

```
void FsGetCwd(Fs fs, char cwd[PATH_MAX + 1]);
```

这个函数应该在给定的 **cwd** 数组中存储当前工作目录的规范路径。它可以假设当前工作目录的规范路径不超过 **PATH_MAX** 字符。

FsFree

FsFree 函数的签名如下:

```
void FsFree(Fs fs);
```

这个函数应该释放与给定 **Fs** 关联的所有内存。在处理每个阶段时，您可能需要更新这个函数，以释放您创建的任何新数据结构。

任务一：

FsMkdir

FsMkdir 函数的签名如下:

```
void FsMkdir(Fs fs, char *path);
```

该函数接受一个路径，并在给定文件系统中的该路径上创建一个新目录。**FsMkdir** 执行的功能与 Linux 中的 **mkdir** 命令大致相同。

Errors

您必须处理以下错误并生成如下所示的错误消息。如果应用了多个错误，则只从应用的表中打印第一个错误的错误消息。

类型	Error Message
文件已存在于指定路径	`mkdir: cannot create directory 'path': File exists`
路径的前缀是一个常规文件	`mkdir: cannot create directory 'path': Not a directory`
路径的正确前缀不存在	`mkdir: cannot create directory 'path': No such file or directory`

请注意，当打印错误消息时，应该使用给定的路径替换 path。例如，如果给定的路径是 **cs/cs01**，并且一个名为 **cs/cs01** 的文件已经存在，那么错误消息应该是:

```
mkdir: cannot create directory 'cs/cs01': File exists
```

所有错误消息(包括其余函数中的错误消息)都应该打印到标准输出，这意味着应该使用 printf 打印它们。还要注意，当出现这些错误之一时，程序不应该退出—函数应该简单地返回文件系统，保持不变。

例：

程序：

```
int main(void) {
        Fs fs = FsNew();
```

```
        FsMkdir(fs, "/tmp");
        FsMkdir(fs, "tmp");
        FsMkdir(fs, "./tmp");
}
```

期望结果：

```
mkdir: cannot create directory 'tmp': File exists
mkdir: cannot create directory './tmp': File exists
```

FsMkfile

FsMkfile 函数的签名如下:

```
void FsMkfile(Fs fs, char *path);
```

该函数接受一个路径，并在给定文件系统中的该路径上创建一个新的空常规文件。这个函数在 Linux 中没有直接等效的命令，但最接近的命令是 **touch**，它可以用来创建空的常规文件，但也有其他用途，如更新时间戳。

Error

您必须处理以下错误并生成如下所示的错误消息。如果应用了多个错误，则只从应用的表中打印第一个错误的错误消息。

类型	Error Message
文件已存在于指定路径	`mkfile: cannot create file 'path': File exists`
路径的前缀是一个常规文件	`mkfile: cannot create file 'path': Not a directory`
路径的正确前缀不存在	`mkfile: cannot create file 'path': No such file or directory`

例：

程序：

```
int main(void) {
        Fs fs = FsNew();
        FsMkfile(fs, "hello");
        FsTree(fs, NULL);
        FsMkfile(fs, "hello/world");
        FsMkdir(fs, "html");
        FsMkfile(fs, "html/index.html");
        FsMkfile(fs, "html/index.html/hi");
        FsTree(fs, NULL);
}
```

期望结果：

```
/
    hello
mkfile: cannot create file 'hello/world': Not a directory
mkfile: cannot create file 'html/index.html/hi': Not a directory
/
    hello
    html
        index.html
```

FsCd

FsCd 函数的签名如下:

```
void FsCd(Fs fs, char *path);
```

该函数的路径可能为 **NULL**。

如果路径不为 **NULL**，函数应该将当前工作目录更改为该路径。

如果该路径为 **NULL**，则默认为 **root directory** （而不是主目录（home directory），因为在这次任务中我们没有主目录)。

该函数大致相当于 Linux 中的 **cd** 命令。

Errors

您必须处理以下错误并生成如下所示的错误消息。如果应用了多个错误，则只从应用的表中打印第一个错误的错误消息。

类型	Error Message
路径的前缀是一个常规文件	`cd: 'path': Not a directory`
路径的前缀不存在	`cd: 'path': No such file or directory`

例：

程序：

```
int main(void) {
        Fs fs = FsNew();
        FsMkdir(fs, "tmp");
        FsCd(fs, "tmp");
        FsCd(fs, NULL);
        FsMkfile(fs, "hello.txt");
        FsTree(fs, NULL);
}
```

期望输出：

```
/
    hello.txt
    tmp
```

FsLs

FsLs 函数的签名如下:

```
void FsLs(Fs fs, char *path);
```

该函数的路径可能为 NULL。

如果路径不是 NULL 并且指向一个目录，那么函数应该打印该目录中所有文件的名称(除了**.** and **..**)，按照 ASCII 顺序，每行一个。如果路径指向一个文件，那么该函数应该只打印文件系统中存在的给定路径。

如果路径为 NULL，则默认为当前工作目录。

这个函数大致相当于 Linux 中的 ls 命令。

Errors

您必须处理以下错误并生成如下所示的错误消息。如果应用了多个错误，则只从应用的表中打印第一个错误的错误消息。

类型	Error Message
路径的正确前缀(proper prefix)是一个常规文件	`ls: cannot access 'path': Not a directory`
路径的前缀不存在	`ls: cannot access 'path': No such file or directory`

例

程序

```
int main() {
        Fs fs = FsNew();
        printf("---\n"); // marker to separate output
```

```
        FsLs(fs, "/");
        printf("---\n");
        FsMkfile(fs, "hello.txt");
        FsMkdir(fs, "tmp");
        FsLs(fs, "/");
}
```

期待输出

```
---
---
hello.txt
tmp
```

FsPwd

FsPwd 函数的签名如下:

```
void FsPwd(Fs fs);
```

该函数打印当前工作目录的规范路径。

该函数大致相当于 Linux 下的 **pwd** 命令。

例：

程序：

```
int main() {
        Fs fs = FsNew();
        FsPwd(fs);
        FsMkdir(fs, "home");
        FsCd(fs, "home");
        FsPwd(fs);
        FsMkdir(fs, "tim");
        FsCd(fs, "tim");
        FsPwd(fs);
}
```

期望输出:

```
/
/home
/home/tim
```

FsTree

FsTree 函数的签名如下:

```
void FsTree(Fs fs, char *path);
```

该函数的路径可能为 **NULL**。

如果路径为 NULL，则默认为根目录。

该函数以结构化的方式打印给定路径的目录层次结构(见下面)。

这个函数大致相当于 Linux 中的 **tree** 命令。

输出格式：

输出的第一行应该包含给定的路径，如果它存在并指向一个目录。下面的行应该按照 ASCII 顺序显示给定目录下的所有文件，每行一个，用缩进显示哪些文件包含在哪些目录下。每一级缩进增加 4 个空格。请参阅用法示例。

Error:

您必须处理以下错误并生成如下所示的错误消息。如果应用了多个错误，则只从应用的表中打印第一个错误的错误消息。

类型	Error Message
路径的前缀是一个常规文件	`tree: 'path': Not a directory`
路径的前缀不存在	`tree: 'path': No such file or directory`

例：

程序：

```
int main(void) {
        Fs fs = FsNew();
        FsMkfile(fs, "hello");
        FsTree(fs, "hello");
        FsTree(fs, "./hello/world");
}
```

期望输出：

```
tree: 'hello': Not a directory
tree: './hello/world': Not a directory
```

任务 2

FsPut

FsPut 函数的签名如下:

```
void FsPut(Fs fs, char *path, char *content);
```

该函数接受一个路径和一个字符串，并将该路径上的常规文件的内容设置为给定的字符串。如果文件已经有一些内容，那么它将被覆盖。

Error

您必须处理以下错误并生成如下所示的错误消息。如果应用了多个错误，则只从应用的表中打印第一个错误的错误消息。

类型	Error Message
该路径指的是一个目录	`put: 'path': Is a directory`
路径的正确前缀是一个常规文件	`put: 'path': Not a directory`
路径的前缀不存在	`put: 'path': No such file or directory`

例 1

程序

```
int main() {
        Fs fs = FsNew();
        FsMkfile(fs, "hello.txt");
        FsPut(fs, "hello.txt", "hello\n");
        FsPut(fs, "./hello.txt", "world\n"); // overwrites existing content
}
```

此程序无期望输出

例 2

程序

```
int main(void) {
```

```
        Fs fs = FsNew();
        FsMkfile(fs, "hello");
        FsPut(fs, "hello/world", "random-message\n");
}
```

期望输出：

```
put: 'hello/world': Not a directory
```

FsCat

FsCat 函数的签名如下:

```
void FsCat(Fs fs, char *path);
```

该函数接受一个路径，并在该路径上打印常规文件的内容。这个函数大致相当于 Linux 中的 **cat** 命令

Errors

您必须处理以下错误并生成如下所示的错误消息。如果应用了多个错误，则只从应用的表中打印第一个错误的错误消息。

类型	Error Message
该路径指的是一个目录	`cat: 'path': Is a directory`
路径的正确前缀是一个常规文件	`cat: 'path': Not a directory`
路径的前缀不存在	`cat: 'path': No such file or directory`

例

程序

```
int main(void) {
        Fs fs = FsNew();
        FsMkdir(fs, "hello");
        FsCat(fs, "hello");
        FsCat(fs, ".");
        FsCat(fs, "/");
}
```

期望输出

```
cat: 'hello': Is a directory
cat: '.': Is a directory
cat: '/': Is a directory
```

FsDldir

FsDldir 函数的签名如下:

```
void FsDldir(Fs fs, char *path);
```

该函数接受一个指向目录的路径，当且仅当该路径为空时删除该目录。这个函数大致相当于 Linux 中的 **rmdir** 命令。

为简单起见，可以假设给定路径不包含当前工作目录。注意，这意味着给定的路径永远不会是根目录。**如果您愿意(为了完整性起见)，您可以处理这种情况，但是不会对它进行测试。**

Errors

您必须处理以下错误并生成如下所示的错误消息。如果应用了多个错误，则只从应用的表中打印第一个错误的错误消息。

类型	Error Message
该路径指的是一个非空目录	`dldir: failed to remove 'path': Directory not empty`
路径的前缀是一个常规文件	`dldir: failed to remove 'path': Not a directory`

路径的前缀不存在	`dldir: failed to remove 'path': No such file or directory`

例

程序

```
int main(void) {
        Fs fs = FsNew();
        FsMkdir(fs, "hello");
        FsMkdir(fs, "hello/world");
        FsDldir(fs, "hello");
        FsTree(fs, NULL);
}
```

期望输出

```
dldir: failed to remove 'hello': Directory not empty
/
   hello
      world
```

FsDl

FsDl 函数的签名如下:

```
void FsDl(Fs fs, bool recursive, char *path);
```

该功能采取路径并删除该路径上的文件。默认情况下，该功能拒绝删除目录：它只会删除目录（及其所有内容递归），如果递归是真实的。如果路径指常规文件，则递归参数无关紧要。此函数大致对应于 Linux 中的 **rm** 命令，递归真实性与 **rm** 命令中使用的 **-r** 选项相对应。

为简单起见，可以假设给定路径不包含当前工作目录。注意，这意味着给定的路径永远不会是根目录。**如果您愿意(为了完整性起见)，您可以处理这种情况，但是不会对它进行测试。**

Errors

您必须处理以下错误并生成如下所示的错误消息。如果应用了多个错误，则只从应用的表中打印第一个错误的错误消息。

类型	Error Message
路径指向一个目录，但递归为 false	`dl: cannot remove 'path': Is a directory`
路径的正确前缀是一个常规文件	`dl: cannot remove 'path': Not a directory`
路径的前缀不存在	`dl: cannot remove 'path': No such file or directory`

例

程序

```
int main(void) {
        Fs fs = FsNew();
        FsMkdir(fs, "hello");
        FsDl(fs, false, "hello");
}
```

期望输出

```
dl: cannot remove 'hello': Is a directory
```

任务 3

FsCp

FsCp 函数的签名如下:

```
void FsCp(Fs fs, bool recursive, char *src[], char *dest);
```

该函数接受一个以 **NULL** 结尾的路径数组 **src** 和路径 **dest**。如果 **src** 数组恰好包含一个路径，那么它应该将位于 **src** 的文件复制到 **dest**。如果 **src** 数组包含多个路径，那么 **dest** 应该指向一个目录，函数应该将 **src** 数组中所有路径下的文件复制到 **dest** 目录下。默认情况下，函数不复制目录-只有当递归为 **true** 时，它才应该复制目录。

这个函数大致相当于 Linux 中的 **cp** 命令。

Errors

如果您在 Linux 中试验 **cp** 命令，您会发现可能出现许多不同的错误(超过 10 个)。因为我们不想把赋值的重点放在处理错误上，所以可以假设给 **FsCp** 的参数不会导致错误。然而，我们提供了一个可能的错误消息列表，以满足您的好奇心:

cp 可能出现的错误:

```
cp: missing destination file operand after 'path'
cp: -r not specified; omitting directory 'path'
cp: cannot stat 'path': Not a directory
cp: failed to access 'path': Not a directory
cp: cannot stat 'path': No such file or directory
cp: cannot create regular file 'path': No such file or directory
cp: cannot create directory 'path': No such file or directory
cp: 'path1' and 'path2' are the same file
cp: cannot overwrite non-directory 'path1' with directory 'path2'
cp: cannot copy a directory, 'path1', into itself, 'path2'
cp: target 'path' is not a directory
```

例

我们已经提供了 **src** 数组只包含一条路径的例子。

程序

```
int main() {
        Fs fs = FsNew();
        FsMkfile(fs, "hello.txt");
        FsPut(fs, "hello.txt", "hello\n");
        FsMkfile(fs, "world.txt");
        FsPut(fs, "world.txt", "world\n");
        FsCat(fs, "world.txt");
        printf("---\n");
        char *src[] = { "hello.txt", NULL };
        FsCp(fs, false, src, "world.txt");
        FsCat(fs, "world.txt");
        printf("---\n");
        FsTree(fs, NULL);
}
```

期望输出

```
world
---
hello
```

```
---
/
    hello.txt
    world.txt
```

描述:如果 **src** 和 **dest** 路径都指向普通文件，那么 **src** 文件的内容应该简单地复制到 **dest** 文件，覆盖它的内容。

任务 4

FsMv

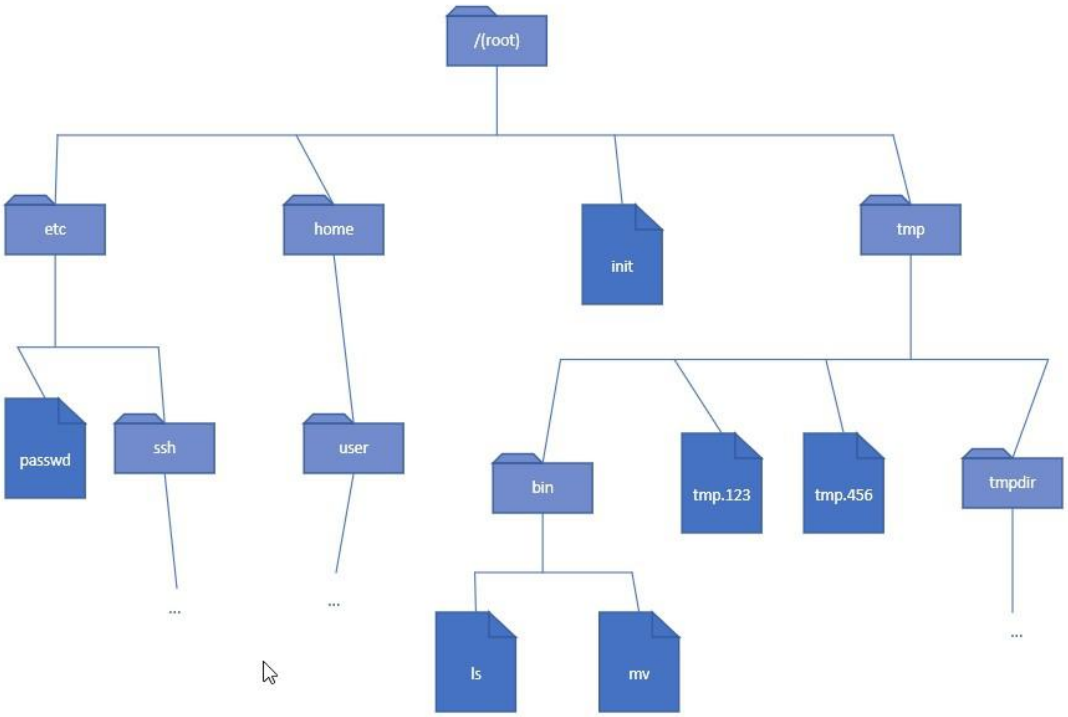
FsMv 功能具有如下特征:

```
void FsMv(Fs fs, char *src[], char *dest);
```

该函数接受以 **null** 结尾的 **src** 路径数组和 **dest** 路径。它应该将 **src** 中所有路径所指向的文件移动到 **dest**。

该函数大致相当于 Linux 中的 **mv** 命令。

例如，考虑背景部分中显示的文件系统。如果 bin 目录被移动到 **tmp** 目录，那么文件系统现在看起来像:



这个移动可以通过 testFs.c 中的以下代码实现:

```
char *src[] = { "/bin", NULL };
FsMv(fs, src, "/tmp");
```

Errors

与任务 3 类似，为了将重点放在实现上，可以假设给 **FsMv** 的参数不会导致错误。

与任务 3 类似，我们已经提供了 **src** 数组只包含一条路径的示例。当 **src** 数组包含多个路径时，由您来决定正确的行为。

例

程序

```
int main() {
        Fs fs = FsNew();
        FsMkfile(fs, "hello.txt");
        FsPut(fs, "hello.txt", "hello\n");
        FsTree(fs, NULL);
```

```
        printf("---\n");
        char *src[] = { "hello.txt", NULL };
        FsMv(fs, src, "world.txt");
        FsTree(fs, NULL);
        printf("---\n");
        FsCat(fs, "world.txt");
}
```

期待输出:

```
/
    hello.txt
---
/
    world.txt
---
hello
---
```

描述:如果 **dest** 路径不存在，但它的所有正确前缀都存在，那么 **src** 文件应该简单地移动到 **dest** 路径。