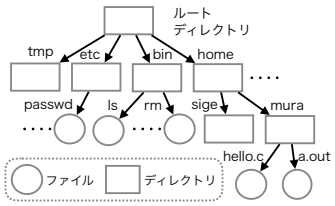
オペレーティングシステムの機能を使ってみよう
第4章 ファイルシステム

ファイルシステム

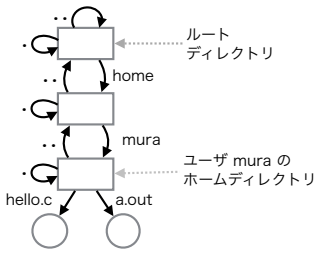
- ファイル
  二次記憶装置に格納された不揮発性のデータ記憶のこと
  (二次記憶：HDD，USB メモリ，CD-ROM，SSD，…)
- ファイルシステム
  二次記憶装置に多数のファイルを記憶・管理する仕組み
  記憶・管理されているファイルの集合
- *UNIX* ファイルシステム
  Windows や macOS のファイルシステムも基本は同じ

ファイル木



- ルートディレクトリを根にした有向の木構造
- 節点（ノード）はディレクトリ（フォルダ）
- 葉（リーフ）はファイル
- 有向枝（エッジ）はリンク
- ファイルとリンクは独立している
- ディレクトリもファイルの一種

特別なディレクトリ

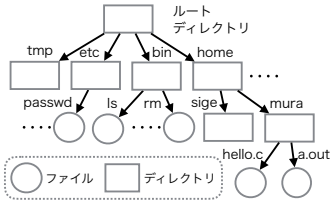


- ルートディレクトリ（ファイル木の根になるディレクトリ）
- 親ディレクトリ（ルートに近いディレクリ，「..」で表す）
- カレントディレクトリ（現在位置，「.」で表す）
- ホームディレクトリ（ログイン時のカレントディレクトリ）

パス（Path）

- パスは径の意味（ファイルへの道）
- ファイルをパスにより特定できる．
- ファイル木のリンクに付いた名前を「/」で区切って書く．
- パスには以下の二種類がある．
  1. 絶対パス
     ルートディレクトリを起点にしたパス
     「/」で書き始める．
     例：`/home/mura/hello.c`
  2. 相対パス
     カレントディレクトリを起点にしたパス「/」以外で書き始める．
     例：`hello.c`

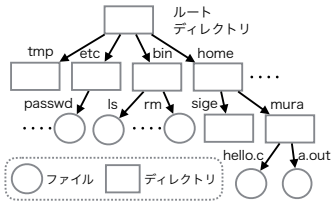
絶対パス



ルートディレクトリを起点にしたパス

- `/etc/passwd`
- `/bin/ls`
- `/home/mura`：ディレクトリへのパス
- `/home/mura/hello.c`
- `/home/sige/../mura/./hello.c`

相対パス



カレントディレクトリを起点にしたパス
（カレントディレクトリが/homeのとき）

- mura/hello.c
- sige：ディレクトリへのパス
- ../bin/ls
- sige/../mura/hello.c

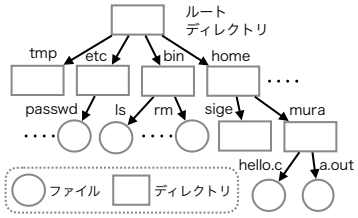
カレントディレクトリ

プロセス毎にカレント（現在の）ディレクトリがある．

- カレントディレクトリの変更は他のプロセスに影響はない．
- 他のターミナル（ターミナルもプロセス）に影響はない．
- 次回のログインにも引継がれない．
- 以下のコマンドで変更と確認ができる．
  - 変更（*cd* コマンド）
    `$ cd パス`
  - 確認（*pwd* コマンド）
    `$ pwd`

cd, pwd コマンドの実行例

```
$ pwd
/home/mura
$ ls
a.out   hello.c
$ ls .
a.out   hello.c
$ cp hello.c h.c
$ cp /home/mura/hello.c i.c
$ ls
a.out    h.c
i.c      hello.c
$ cd ..
$ pwd
/home
$ cd ../bin
$ pwd
/bin
$ cd ~
$ pwd
/home/mura
```

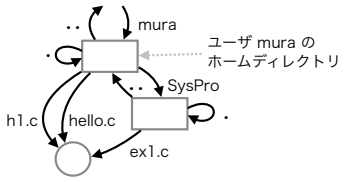


演習 4-1

ファイル木を理解する

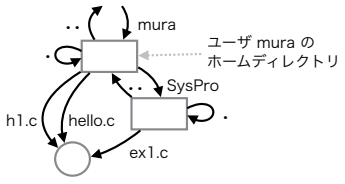
- *Linux* の人: 0410_演習1_...(Linux版).pdf をやってみる．
- *Mac* の人: 0420_演習1_...(Mac版).pdf をやってみる．

リンク（ハードリンク）



- ファイルに別名を付ける．
- ハードリンクとシンボリックリンクの二種類がある．
- ハードリンク
  - 従来のリンクと同じもの
  - 一つのファイル本体に複数のリンクが可能
  - 元々あったリンク，後で追加したリンクに区別はない

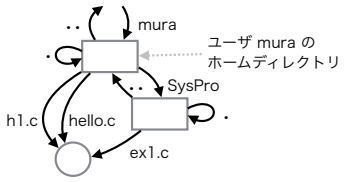
リンク（ハードリンクの作成）



ln コマンドを用いる．

```
$ pwd
/home/mura                  # カレントディレクトリはここ
$ ln hello.c h1.c           # hello.c にリンク h1.c を追加
$ mkdir SysPro              # SysPro ディレクトリを作る
$ ln hello.c SysPro/ex1.c # リンク ex1.c を追加
$ cat h1.c                  # hello.c の内容が表示される
$ cat SysPro/ex1.c          # hello.c の内容が表示される
```

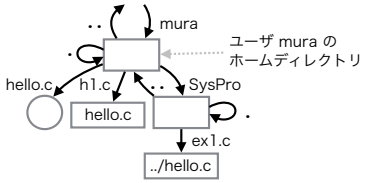
リンク（ハードリンクの削除）



rm コマンドを用いる．

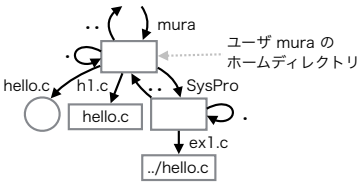
```
$ pwd
/home/mura          # カレントディレクトリはここ
$ rm h1.c           # リンク h1.c を削除
$ rm SysPro/ex1.c   # リンク ex1.c を削除
$ rmdir SysPro      # SysPro ディレクトリを削除
```


リンク（シンボリックリンク）



- シンボリックリンク
  - パスを格納した特殊なファイル
  - ソフトリンクとも呼ぶ
  - パス名の解釈時に字面で評価される
  - 字面での評価なので制約が少ない（別ディスク，リンク切）
  - ファイルが置換わると新しいファイルを参照する

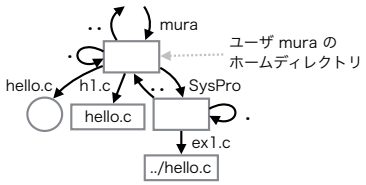
リンク（シンボリックリンクの作成）



ln -s コマンドを用いる．

```
$ pwd
/home/mura                      # カレントディレクトリはここ
$ ln -s hello.c h1.c            # リンク h1.c を作成
$ mkdir SysPro                  # SysPro ディレクトリを作る
$ ln -s ../hello.c SysPro/ex1.c # ex1.c を作成
$ cat h1.c                      # hello.c の内容が表示される
$ cat SysPro/ex1.c              # hello.c の内容が表示される
```


リンク（シンボリックリンクの削除）



rm コマンドを用いる．

```
$ pwd
/home/mura          # カレントディレクトリはここ
$ rm h1.c           # リンク h1.c を削除
$ rm SysPro/ex1.c   # リンク ex1.c を削除
$ rmdir SysPro      # SysPro ディレクトリを削除
```


演習 4-2

リンクに関する演習

- 0440_演習２_リンクと....演習.pdf の「1. リンクを作る」をやってみる．

ファイルの属性

主な属性

種類 普通ファイル，ディレクトリ，シンボリックリンク等

保護モード open システムコールで紹介した `rwxrwxrwx`．

リンク数 ファイルを指しているハードリンクの数．リンク数が 0 になるとファイル本体が削除される．（例えば，ハードリンク例の `hello.c` ファイルの場合は 3 になる）

所有者 所有者のユーザ番号．

グループ 属するグループのグループ番号．

ファイルサイズ ファイルの大きさ（バイト単位）．

最終参照日時 最後にアクセスした時刻．

最終変更日時 内容を最後に変更した時刻．

最終属性変更時刻 属性を最後に変更した時刻．

属性の表示方法

ls -l コマンドを用いる．

```
$ ls -l a.txt
-rw-r--r--  1 mura  staff 10 May  1 18:18 a.txt
```

ファイルの種類 一文字目の「-」はファイルが普通のファイルであることを表している．一文字目が「d」はディレクトリであること，「l」はシンボリックリンクであることを表す．

ファイルの保護モード open システムコールで紹介したもの（rwxrwxrwx）．

リンク数 1 はリンク数が 1 であることを表している．

所有者 mura はファイルの所有者がユーザ mura であることを表している．メタ情報の内部表現はユーザ番号であるが，ls コマンドがユーザ名に変換して表示している．

属性の表示方法

ls -l コマンドを用いる．

```
$ ls -l a.txt
-rw-r--r--  1 mura  staff 10 May  1 18:18 a.txt
```

グループ staff はファイルがグループ staff に属することを表している．メタ情報の内部表現はグループ番号であるが，ls コマンドがグループ名に変換して表示している．

ファイルサイズ 10 はファイルのサイズが 10 バイトであることを表している．

最終変更日時 May 1 18:18 はファイルの最終変更日時である．

パス a.txt はファイルへ到達するために使用したパスである．パス名（ファイル名）はファイルの属性ではない．

属性の変更方法

chmod コマンドを用いる．

```
$ chmod 000 ファイル...      # 書式1
$ chmod ugo+rwx ファイル...  # 書式2
$ chmod ugo-rwx ファイル...  # 書式3
```

文字	意味
u	所有者（ユーザ）
g	グループ
o	その他のユーザ
+	権利を与える
-	権利を取上げる
r	読出し
w	書込み
x	実行

書式1 000 は3桁の8進数である．8進数で保護モードを指定する．8進数の値のは open システムコールの書式2と同じである．

書式2，3 ugo+-rwx の文字を組合せて保護モードの変更方法を記述する．各文字の意味は上の通りである。例えば，所有者とグループに書込み権と実行権を与える場合なら ug+wx のように書く．その他のユーザの読出し権を取上げるなら o-r のように書く．

属性の変更方法

chmod コマンドの使用例

```
$ ls -l a.txt
-rw-r--r--  1 mura  staff 10 May  1 19:42 a.txt
$ chmod 640 a.txt
$ ls -l a.txt
-rw-r-----  1 mura  staff 10 May  1 19:42 a.txt
$ chmod g+w a.txt
$ ls -l a.txt
-rw-rw----  1 mura  staff 10 May  1 19:42 a.txt
$ chmod g-r a.txt
$ ls -l a.txt
-rw--w----  1 mura  staff 10 May  1 19:42 a.txt
```


演習 4-3

保護属性に関する演習

- 0440_演習2_リンクと....演習.pdf の「2. 保護属性（rwxrwxrwx）の効果を確認する」をやってみる．

課題 No.3

ファイルシステム

1. 演習 4-1，4-2，4-3 を行う．
2. 0440_演習2_リンクと....演習.pdf の「3. 1,2 の結果を提出する」に従い Github に結果を提出する．