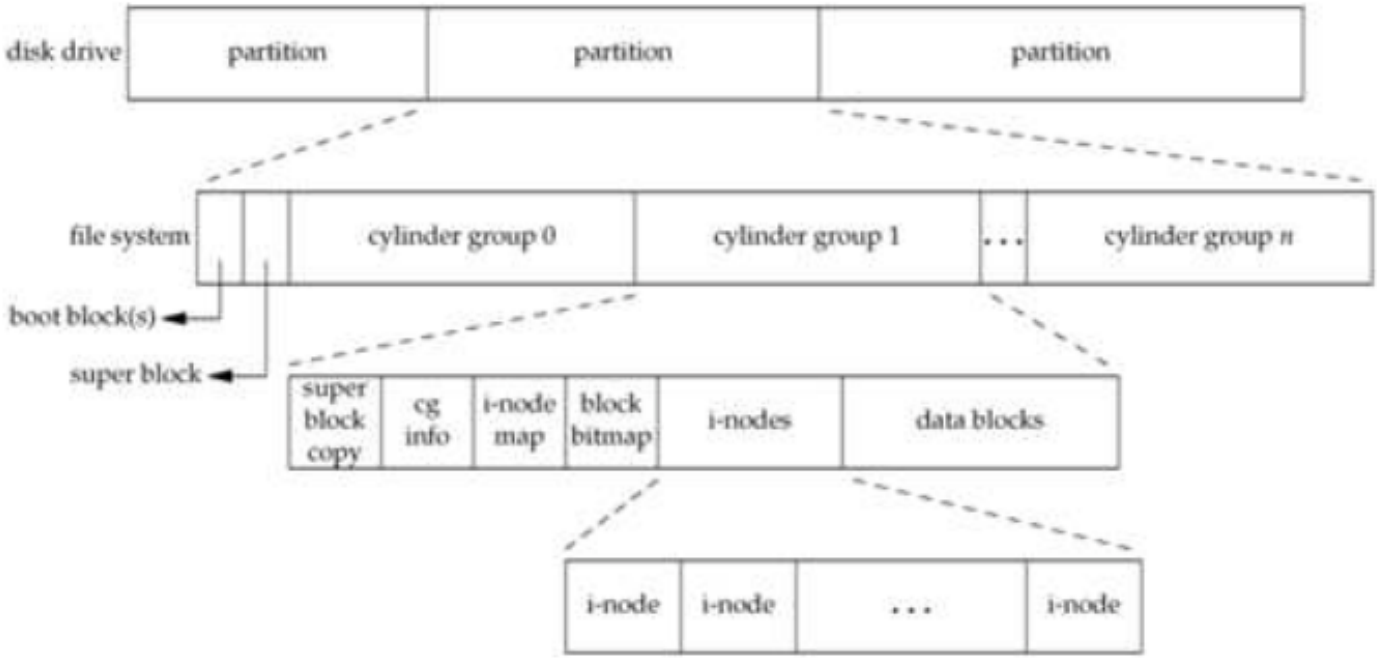
# File System

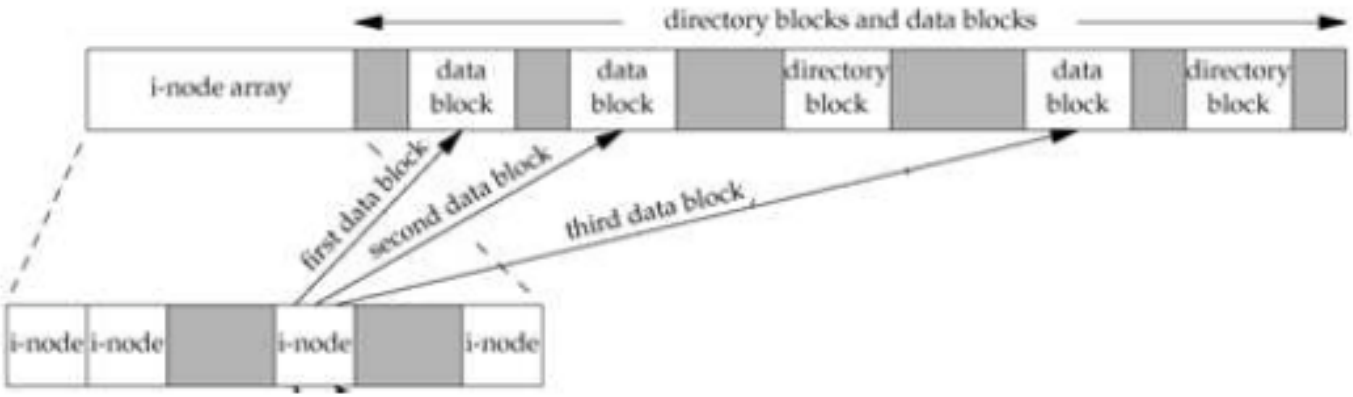
Franco Maria Nardini

# File System

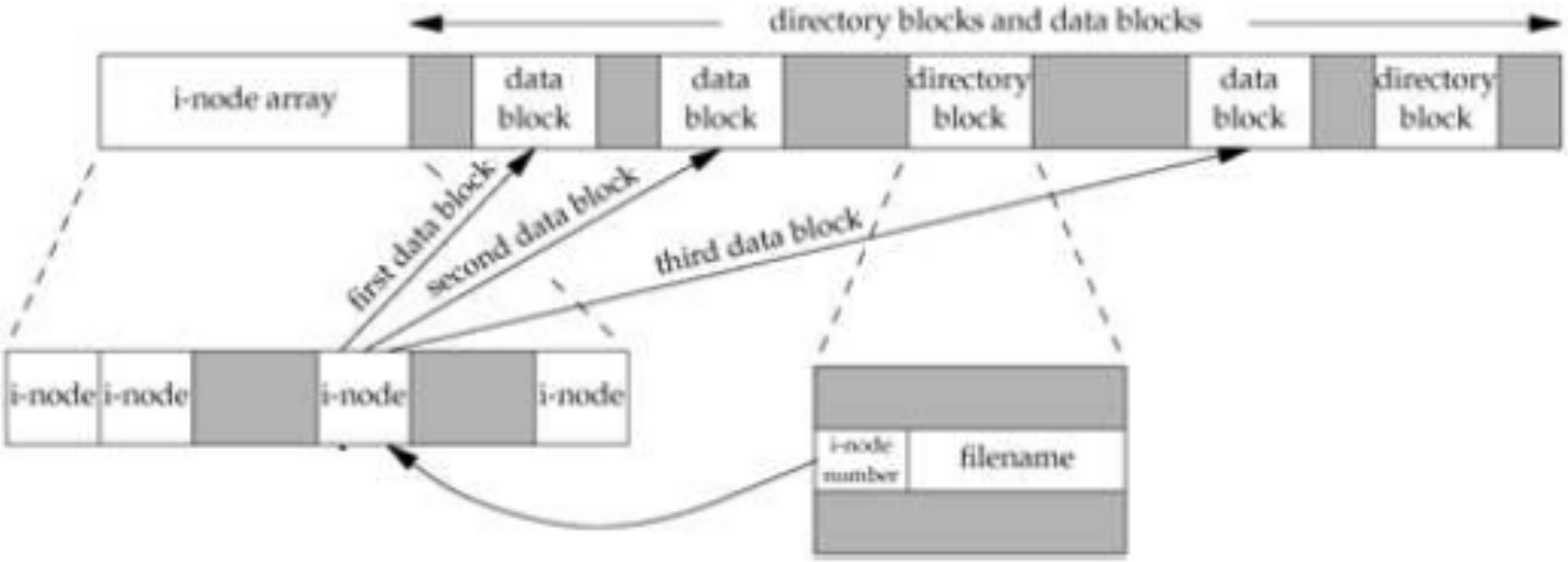



- un disco fisso può essere diviso in *partizioni*
- una *partizione* può contenere un *file system* contenente *cylinder groups*
- ogni *cylinder group* contiene una lista di *i-nodes* (*i-list*), *directory-* e *data blocks*.

# File System

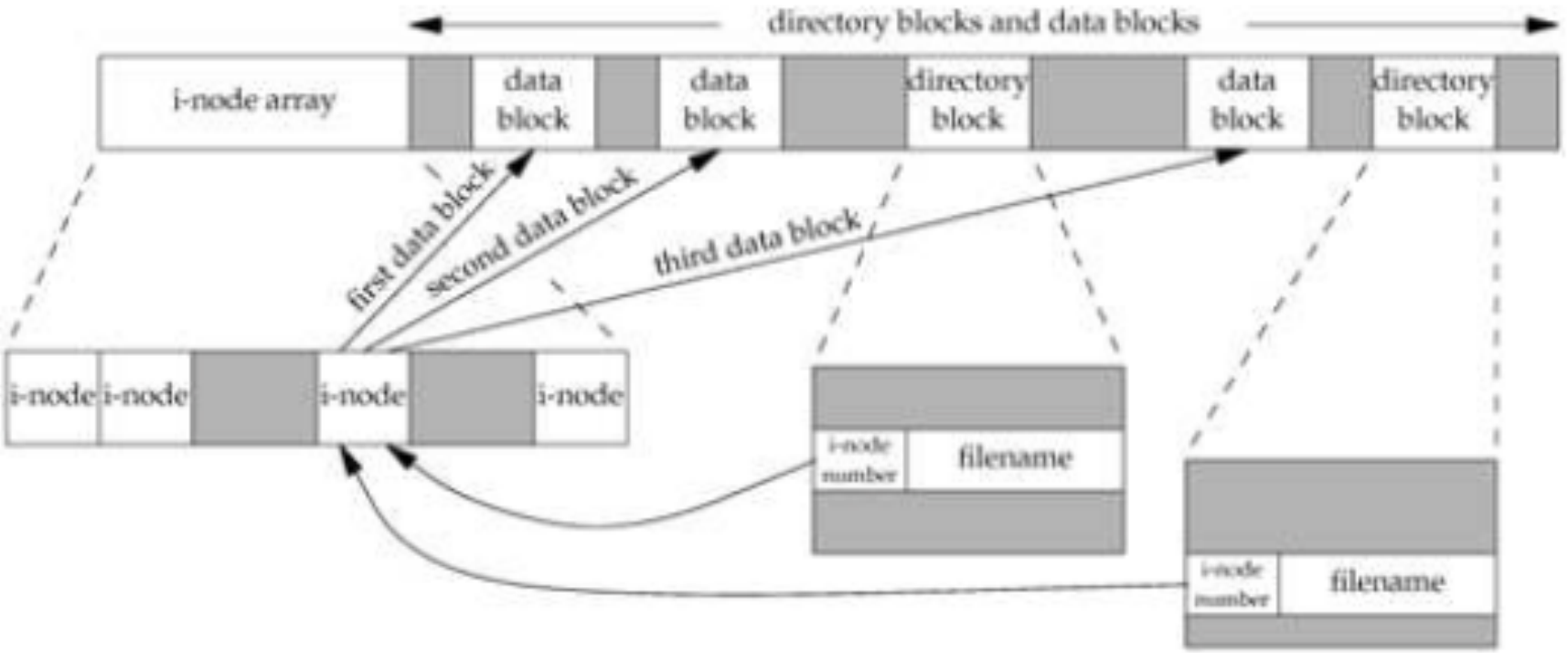

directory blocks and data blocks
i-node array
data block
data block
directory block
data block
directory block
first data block
second data block
third data block
i-node
i-node
i-node
i-node

# File System



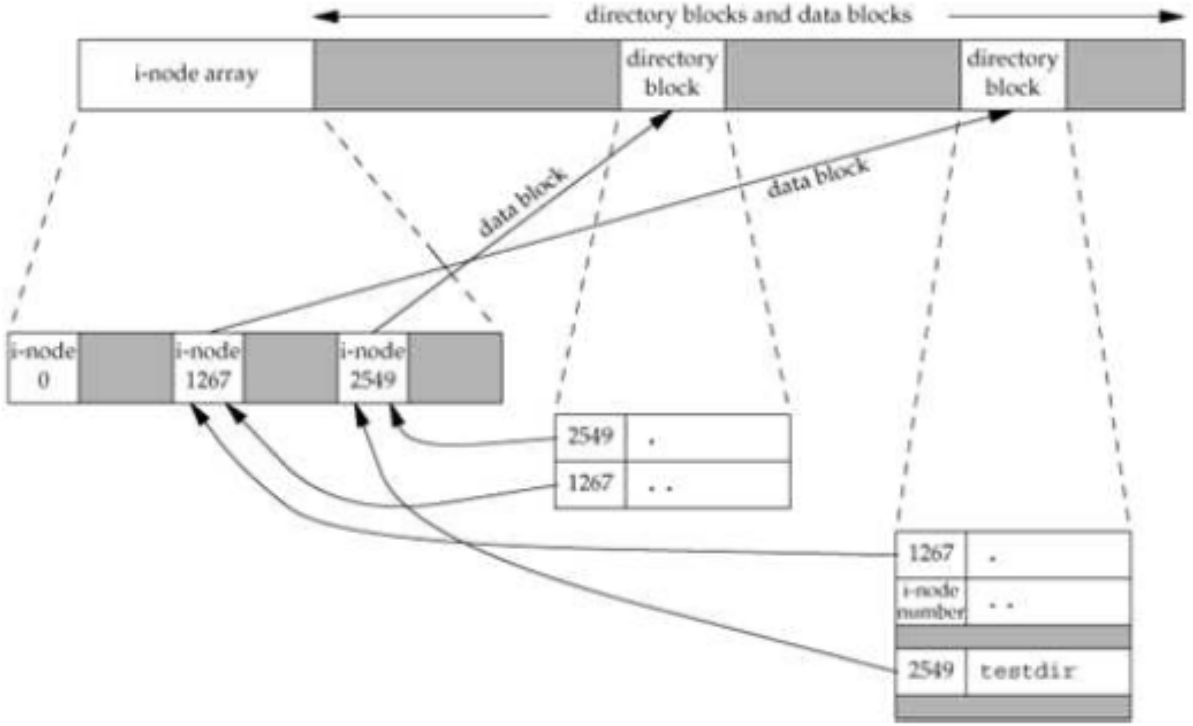

- una directory contiene *hard link* che mappa un nome di file ad un *i-node*

# File System




- possibili vari mapping allo stesso file!

# File System

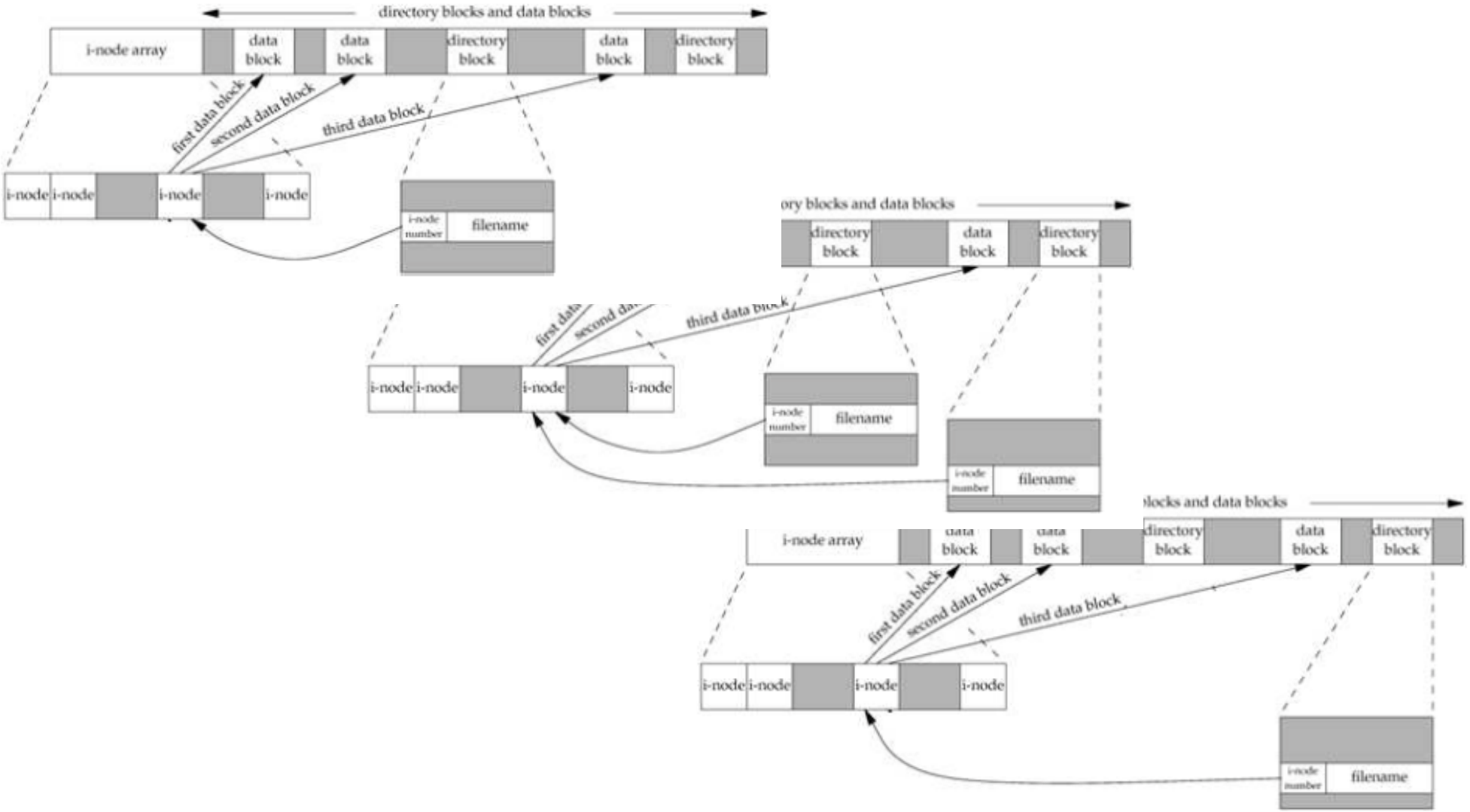



- le directory sono file speciali contenenti *hard link*!
- ogni directory contiene almeno due entry: “.”, “..”
- il link count di ogni directory (`st_nlink`) è sempre almeno 2

# File System

- ogni i-node contiene la gran parte delle informazioni viste nella **`struct stat`**
- ogni i-node ha un contatore di link (**`st_nlink`**)
  - rivela quanti oggetti puntano all'i-node
  - reference counting: se il contatore è 0 (e nessun processo ha il file aperto) si può liberare il data block.
  - il riferimento all'i-node in una directory deve puntare all'i-node sullo stesso file system (no hard link tra filesystem)
- per muovere un file, basta muovere la directory entry
  - fatto con creazione di una nuova a destinazione e cancellazione della sorgente

# File System


directory blocks and data blocks
i-node array
data block
data block
directory block
data block
directory block
first data block
second data block
third data block
i-node
i-node
i-node
i-node
i-node number
filename
directory block
data block
directory block
i-node
i-node
i-node
i-node
i-node number
filename
i-node number
filename
i-node array
data block
data block
directory block
data block
directory block
first data block
second data block
third data block
i-node
i-node
i-node
i-node
i-node number
filename

# link(2)

```
#include <unistd.h>

int link(const char *name1, const char *name2);

                                        Returns: 0 if OK, -1 on error
```

- crea un link ad un file esistente (hard link)
- POSIX.1 consente la creazione di hard link tra filesystem diversi.
  - Le principali implementazioni no (SVR4, BSD).
- solo `uid(0)` può creare link a directory (loop!)

# unlink(2)

```
#include <unistd.h>

int unlink(const char *path);
```

Returns: 0 if OK, -1 on error

- rimuove una directory entry e decrementa *link count*
- se il file ha *link count* == 0 E nessun processo lo tiene aperto:
  - il kernel libera i data blocks associati

# Esempio

```
$ wget http://hpc.isti.cnr.it/~nardini/siselab/06/wait-
unlink.c

$ cc -Wall wait-unlink.c

$ ./a.out
```

# rename(2)

```
#include <stdio.h>

int rename(const char *from, const char *to);
```

Returns: 0 if OK, -1 on error

- se *oldname* riferisce ad un file
  - se *newname* esiste e NON è una directory, è rimosso e *oldname* diventa *newname*
  - se *newname* esiste e è una directory: errore!
  - permessi w+x sulle directory contenenti *oldname* e *newname*

# rename(2)

```
#include <stdio.h>

int rename(const char *from, const char *to);
```

Returns: 0 if OK, -1 on error

- se *oldname* riferisce ad una directory
  - se *newname* esiste ed è vuota, è rimossa e *oldname* è rinominato in *newname*
  - se *newname* esiste ed è un file: errore!
  - se *oldname* è un prefisso di *newname*: errore!
  - permessi w+x sulle directory contenenti *oldname* e *newname*

# Symbolic Links

```
#include <unistd.h>

int symlink(const char *name1, const char *name2);
```

Returns: 0 if OK, -1 on error

- un file i cui dati sono il path ad un altro file
- tutti possono creare simlinks a directory e files
- alcune funzioni operano sul link, altre sulla destinazione

# Symbolic Links

```
#include <unistd.h>

int readlink(const char *path, char *buf, size_t bufsize);
```

Returns: number of bytes placed into buffer if OK, -1 on error

- Combina **`read(2)`**, **`open(2)`** e **`close(2)`**.
- NOTA: **`buf`** non termina con NUL

# mkdir(2)

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>

int mkdir(const char *path, mode_t mode);
```

Returns: 0 if OK, -1 on error

- Crea una directory vuota
  - Permessi di accesso specificati da **`mode`**
  - **`umask(2)`** li può cambiare nel processo chiamante

# rmdir(2)

```
#include <unistd.h>

int rmdir(const char *path);
```

Returns: 0 if OK, -1 on error

- se *link count* == 0 E nessun processo ha la directory aperta, è rimossa
  - deve essere vuota (solo “.” e “..”)

# Leggere directory

```
#include <sys/types.h>
#include <dirent.h>

DIR *opendir(const char *filename);
```

Returns: pointer if OK, NULL on error

```
struct dirent *readdir(DIR *dp);
```

Returns: pointer if OK, NULL at end of dir or on error

```
void rewinddir(DIR *dp);
int closedir(DIR *dp);
```

Returns: 0 if OK, -1 on error

# Posizionamento

```
#include <unistd.h>

char *getcwd(char *buf, size_t size);
```

Returns: *buf* if OK, `NULL` on error

```
#include <unistd.h>

int chdir(const char *path);
int fchdir(int fd);
```

Returns: 0 if OK, -1 on error

# Esempio

```
$ wget http://hpc.isti.cnr.it/~nardini/siselab/06/cd.c

$ cc -Wall cd.c

$ ./a.out
```

# Homework

- Costruire un file system virtuale usando uno o più file.
- Pagine `man` delle funzioni viste.
- Stevens, cap 4, 6.
- Testare hard links, simbolic links: creazione, modifica e rimozione.
- Stessa cosa con le directory.