Le système de gestion des fichiers, (II)

Luigi Santocanale

Laboratoire d'Informatique Fondamentale,
Centre de Mathématiques et Informatique,
39, rue Joliot-Curie - F-13453 Marseille

25 octobre 2005

Plan

i-noeud + contenu

Un fichier est un couple :

- noeud d'information (i-noeud),
  avec sa location sur le disque logique,
- son contenu, ses données.

Contenu :

- Fichiers réguliers : notion de données usuelle,
- Répertoire : liste de couples de la forme
  `(nom_de_fichier,numero_de_i-noeud)`
- Lien symbolique : chaîne de caractères
  (i.e. chemin à un autre fichier).

Contenu d'un répertoire (/etc) (Bach 1988)

(2 octets)	
83	.
2	..
1798	init
1276	fsck
85	clri
1268	motd
1799	mount
88	mknod
2114	passwd
1717	umount
1851	checklist
92	fsdb1b
84	config
1432	getty
0	crash
95	mkfs
188	inittab

Session : liens durs

```
[lsantoca@localhost lecture5]$ touch a
[lsantoca@localhost lecture5]$ ls -l a
-rw-r--r--  1 lsantoca lsantoca 0 oct 24 21:31 a
[lsantoca@localhost lecture5]$ ln a b
[lsantoca@localhost lecture5]$ ls -l a b
-rw-r--r--  2 lsantoca lsantoca 0 oct 24 21:31 a
-rw-r--r--  2 lsantoca lsantoca 0 oct 24 21:31 b
[lsantoca@localhost lecture5]$ echo abc > a
[lsantoca@localhost lecture5]$ cat b
abc
[lsantoca@localhost lecture5]$ rm a
[lsantoca@localhost lecture5]$ ls -l a b
ls: a: No such file or directory
-rw-r--r--  1 lsantoca lsantoca 4 oct 24 21:25 b
[lsantoca@localhost lecture5]$ cat b
abc
```

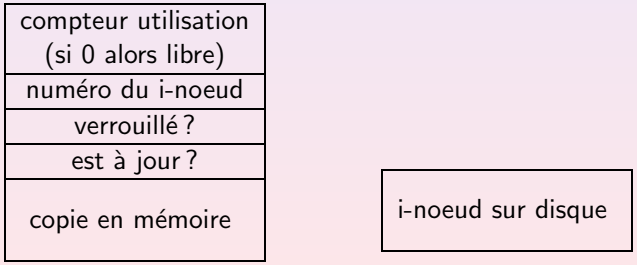

Session : liens symboliques

```
[lsantoca@localhost lecture5]$ touch a
[lsantoca@localhost lecture5]$ ls -l a
-rw-r--r--  1 lsantoca lsantoca 0 oct 24 21:35 a
[lsantoca@localhost lecture5]$ ln -s a b
[lsantoca@localhost lecture5]$ ls -l a b
-rw-r--r--  1 lsantoca lsantoca 0 oct 24 21:35 a
lrwxrwxrwx  1 lsantoca lsantoca 1 oct 24 21:36 b -> a
[lsantoca@localhost lecture5]$ echo abc > a
[lsantoca@localhost lecture5]$ cat b
abc
[lsantoca@localhost lecture5]$ rm a
[lsantoca@localhost lecture5]$ ls -l a b
ls: a: No such file or directory
lrwxrwxrwx  1 lsantoca lsantoca 1 oct 24 21:36 b -> a
[lsantoca@localhost lecture5]$ cat b
cat: b: No such file or directory
```


L'accès aux i-noeuds

Accès au disque physique est couteaux,

solution : les caches.



Les i-noeuds en mémoire

En tète :

- no périphérique, disque logique,
- indice de l'i-noeud dans le table des i-noeuds,
- nombre d'utilisation de l'i-noeud,
- état de l'i-noeud : à jour ou non,
- verrouillé ou non.

Informations copiés du disque:

- no. liens,
- utilisateur propriétaire, group propriétaire,
- droits sur le fichier,
- taille du fichier,
- date de dernier accès,
- date de dernière modification (contenu),
- date de dernière modification (info de l'i-noeud).

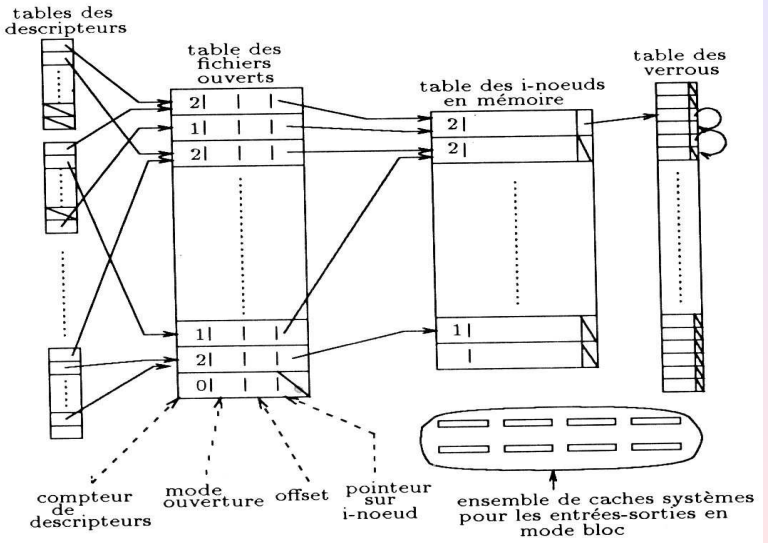
L'accès aux i-noeuds : l'algorithme iget (Bach 1988)

```
algorithme iget
entrée: numéro d'i-noeud dans un système de fichiers
sortie: i-noeud verrouillé
{
    while (non effectué)
    {
        if (i-noeud présent dans le cache des i-noeuds)
        {
            if (i-noeud verrouillé)
            {
                sleep(événement: i-noeud est déverrouillé);
                continue;
            }
            /* traitement spécial pour les points de montage */
                        (voir chapitre 5)
            if (i-noeud dans la liste des i-noeuds libres)
                extraire l'i-noeud de la liste des i-noeuds libres;
            incrémenter le compte référence i-noeud;
            return (i-noeud);
        }
        /* i-noeud n'est pas dans le cache des i-noeuds */
        if (pas d'i-noeuds dans la liste des i-noeuds libres)
            return (erreur);
        extraire un nouvel i-noeud de la liste des i-noeuds libres;
        repositionner numéros d'i-noeud et de système de fichiers;
        extraire l'i-noeud de l'ancienne file, le placer dans la nouvelle;
        lire l'i-noeud depuis le disque (algorithme bread);
        initialiser l'i-noeud (compte référence à 1);
        return (i-noeud);
    }
}
```

Algorithme namei (Bach 1988)

```
algorithme namei /* conversion d'un chemin d'accès en un i-noeud */
entrée: chemin d'accès
sortie: i-noeud verrouillé
{
    if (chemin d'accès commence à la racine)
        i-noeud de travail = i-noeud racine (algorithme iget);
    else
        i-noeud de travail = i-noeud du répertoire courant
                        (algorithme iget);
    while (chemin d'accès non épuisé)
    {
        lire la composante suivante du chemin d'accès
                    passé en paramètre;
        vérifier que l'i-noeud de travail est celui d'un répertoire et
                    que les permissions d'accès sont OK;
        if (i-noeud de travail est celui de la racine
                                        et que la composante est "..")
            continue;
        lire le répertoire (i-noeud de travail) par l'utilisation
                    répétée des algorithmes bmap, bread et brelse;
        if (composante correspond à un élément de répertoire
                                                (i-noeud de travail))
        {
            accéder au numéro de l'i-noeud contenu dans l'élément;
            libérer l'i-noeud de travail (algorithme iput);
            i-noeud de travail = i-noeud de la composante (algorithme iget);
        }
        else /* la composante n'est pas dans le répertoire */
            return (pas d'i-noeud);
    }
    return (i-noeud de travail);
}
```

Tables du SGF (Rifflet 1999)



Les tables du système

- Tables des descripteurs, appartenant à un processus.
  Descripteurs conventionnels :
  - 0 STDIN_FILENO
  - 1 STDOUT_FILENO
  - 2 STDERR_FILENO
- Table des fichiers ouverts (appartenant au noyau) :
  - compteur des descripteurs,
  - mode d'ouverture,
  - position courante,
  - pointeur sur le i-noeud en mémoire.
- Cache des i-noeuds (noyau):
  - nombre total d'ouvertures,
  - id du disque logique,
  - numéro de l'i-noeud sur ce disque,
  - état de l'i-noeud.

open

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
int
open(const char * fic, int mode, mode_t droits);
```

fic : le nom du fichier à ouvrir
mode : disjonction bit-à-bit de :
O_RDONLY, O_WRONLY, O_RDWR,
O_APPEND, O_TRUNC,
O_CREAT, O_EXCL,
...
droits : voir page suivante.

Retourne : erreur -1, descripteur de fichier sinon.

Algorithme open (Rifflet 1999)

algorithme open
entrée: (1) nom de fichier
(2) type d'ouverture
(3) permissions fichier
sortie: descripteur de fichier
{
convertir le nom du fichier en un i–noeud (algorithme namei);
if (fichier inexistant ou accès non permis)
return (erreur);
attribuer à l'i–noeud un élément de la table des fichiers,
initialiser le compte et le déplacement;
attribuer un descripteur de fichier utilisateur,
positionner un pointeur vers l'élément associé
de la table des fichiers;
if (type d'ouverture spécifie une troncature du fichier)
libérer tous les blocs du fichier (algorithme free);
déverrouiller l'i–noeud; /* verrouiller dans namei */
return (descripteur de fichier);
}

stat

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

struct stat {
  dev_t   st_dev;      /* Device.  */
  ino_t   st_ino;      /* File serial number.  */
  mode_t  st_mode;     /* File mode.  */
  nlink_t st_nlink;    /* Link count.  */
  uid_t   st_uid;      /* User ID of the file's owner. */
  gid_t   st_gid;      /* Group ID of the file's group.*/
  off_t   st_size;     /* Size of file, in bytes.  */
  time_t  st_atime;    /* Time of last access.  */
  time_t  st_mtime;    /* Time of last modification.  */
  time_t  st_ctime;    /* Time of last status change.  */
};
```


stat, lstat, fstat

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

int stat(const char * *ref*, struct stat * *pstat*);
ref : chemin au fichier
pstat : pointeur à une structure stat à remplir
Retourne : 0 succès, -1 échec

int lstat(const char * *ref*, struct stat * *pstat*);
Sommaire : Comme stat, sauf pour les
liens symboliques : les informations portent sur les liens.

int fstat(int *desc*, struct stat * *pstat*);
desc : descripteur du fichier
pstat : pointeur à une structure stat à remplir

Test du type fichier

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

type fichier	MACRO
régulier	S_ISREG
périphérique bloc	S_ISBLK
périphérique caractère	S_ISCHR
répertoire	S_ISDIR
tube	S_ISFIFO
lien symbolique	S_ISLNK
socket	S_ISSOCK

Exemple :

```
struct stat fic_info;
assert( (ret = stat("nomfichier",&fic_info)) == 0 );
if ( IS_REG(fic_info.st_mode) )
  desc = open("nomfichier",O_RDONLY);
```


Programme : estrep.c

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <fcntl.h>
4  #include <errno.h>
5
6  extern int errno;
7  int main(int argc,char *argv[])
8  {
9    if(argc != 2) exit(EXIT_FAILURE);
10   if(open(argv[1],O_WRONLY) == -1
11      && errno == EISDIR)
12     printf("Répertoire.\n");
13   else
14     printf("Pas un répertoire.\n");
15   exit(EXIT_SUCCESS);
16 }
```


Programme : estrep2.c

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <sys/types.h>
4  #include <sys/stat.h>
5
6  int main(int argc,char *argv[])
7  {
8    struct stat buf;
9
10   if(argc != 2) exit(EXIT_FAILURE);
11   if(stat(argv[1],&buf) == -1)
12     { perror("stat"); exit(EXIT_FAILURE); }
13
14   if( S_ISDIR(buf.st_mode) )
15     printf("Répertoire.\n");
16   else
17     printf("Pas un répertoire.\n");
18   exit(EXIT_SUCCESS);
19 }
```


access

```
#include <unistd.h>
int access(char * ref, int acces);
```

ref : chemin au fichier
acces : disjonction bit-à-bit de types d'accès suivants :
- R_OK : accès en lecture
- W_OK : accès en écriture
- X_OK : accès en exécution
- F_OK : fichier existe ?

Sommaire : Teste les droits par rapport au propriétaire/groupe réels

Droits d'exécution sur les répertoires

```
[lsantoca@localhost lecture2]$ mkdir rep
[lsantoca@localhost lecture2]$ echo "abc" > rep/fic
[lsantoca@localhost lecture2]$ chmod u-x rep
[lsantoca@localhost lecture2]$ cat rep/fic
cat: rep/fic: Permission denied
[lsantoca@localhost lecture2]$ ls rep/
ls: rep/fic: Permission denied
[lsantoca@localhost lecture2]$ ls -d rep
rep/
```


Droits de lecture sur les répertoires

```
[lsantoca@localhost lecture2]$ chmod u+x rep
[lsantoca@localhost lecture2]$ chmod 300 rep
[lsantoca@localhost lecture2]$ ls -ld rep
d-wx------    2 lsantoca lsantoca     4096 oct  8 12:10 rep
[lsantoca@localhost lecture2]$ ls rep/
ls: rep/: Permission denied
[lsantoca@localhost lecture2]$ cat fic/rep
cat: fic/rep: No such file or directory
[lsantoca@localhost lecture2]$ cat rep/fic
abc
```


link

```
#include <unistd.h>
int link(char * ref1, char * ref2);
```

ref1 : chemin à un fichier existante.
ref2 : chemin à la référence à créer.

Remarques : on obtient un erreur si une de ces conditions s'avère :

- ref1 est un répertoire,
- ref2 existe dèja,
- ref2 se trouve sur un disque logique autre que celui de ref1.

unlink, rename

```
#include <unistd.h>
```

int unlink(char * *ref*);
ref : chemin à un fichier existante.
Sommaire : détruit un lien

Remarques : le i-node n'est pas détruit tant que:

- le nombre de liens physiques sur ce inode est > 0, ou
- le nombre d'ouverture de ce fichier est > 0.

int rename(char * *old*, char * *new*);
old : vieux chemin
new : nouveau chemin

Remarques : atomique.

chmod, chown

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

int chmod(char * ref, mode_t mode);
```

ref : chemin au fichier
mode : mode d'acces

```
int
chown(char * ref,
                uid_t id_proprietaire, gid_t id_groupe);
```

ref : chemin au fichier

stat

```
#include <dirent.h>

struct dirent {
     ...
  char d_name[NAME_MAX];
     ...
};
```



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

int mkdir(const char * ref, mode_t mode);

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


opendir, readdir, rewinddir, closedir

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

DIR * opendir(const char * *chemin*);
Retourne : Le flot ouvert en lecture, et NULL si échec.

struct dirent * readdir(DIR * *rflot*);
Retourne : Pointeur, et NULL si fin du répertoire ou échec.

void rewinddir(DIR * *rflot*);

int closedir(DIR * *rflot*);
Retourne : 0/-1.

Programme : repertoires.c

```
 1  #include <dirent.h>
 2  #include <stdio.h>
 3
 4  int main(int argc, char *argv[])
 5  {
 6    DIR *flot = opendir(argv[1]);
 7    struct dirent *entree;
 8
 9    if (flot == NULL){
10      perror(argv[1]); return 0;
11    }
```


Programme : repertoires.c(II)

```
13    for (;;){
14      entree = readdir(flot);
15      if (entree == NULL)
16        {
17          closedir(flot);
18          break;
19        }
20      printf("%s\n",entree->d_name);
21    }
22
23    close(flot);
24    return 0;
25  }
```