

FSLab

数据结构

1) SuperBlock

在SuperBlock中，使用了3个unsigned int类型变量，分别储存根目录所在的inode、空闲的inode个数、空闲的block个数（此处空闲的block不包括用于储存inode的block）。SuperBlock储存在编号为0的block中。

代码如下所示：

```
struct SUPERBLOCK {  
    unsigned int numInodes;  
    unsigned int numDataBlocks;  
    unsigned int idRootInode;  
};
```

2) Inode

在inode中，储存了模式（文件或文件夹）、大小、创建时间、访问时间、修改时间、该inode指向的block的数量（不包括间接指针指向的block）、12个直接指针、2个间接指针。由于这里只需要储存对应的block的编号，所以这里的指针为unsigned int类型变量即可。

使用宏定义计算一个block可以存放的inode个数。每个block的前8个字节共64位储存了这个block中的第*i*个位置是否已经存放了inode。存放inode的block是第3 ~ 799个block。

代码如下所示：

```

struct INODE {
    mode_t mode;
    off_t size;
    time_t AccessTime;
    time_t CreateTime;
    time_t ModifiedTime;
    unsigned int numBlocks;
    unsigned int DirectPointer[12];
    unsigned int IndirectPointer[2];
};

```

3) Block

如果这个Block存放的是文件名，即对应的inode是文件夹的inode，则该block前8个字节记录每个位置是否有储存文件名，文件名的结构体如下所示，最长支持128位的文件名。其中，filename为文件名，position为该文件的inode。

```

struct FILENAME {
    char filename[MaxFileName];
    unsigned int position;
};

```

如果这个block存放的是指针，即它是通过间接指针到达的，那么它存放 $\frac{4096B}{4B} = 1024$ 个指针，一个位置为0表示这个位置没有储存指针，否则该位置的指向对应编号的block。

4) Bitmap

Bitmap存放在第2 ~ 3个block中，用于检测第*i*个block是否被占用。

代码如下：

```

unsigned int bitmap[maxBitmap]; // First: 0~32767; Second:
32768~65535

```

函数实现

fs_getattr

通过文件路径找到这个文件对应的inode。先通过SuperBlock找到根目录的inode，然后访问目录的block找下一个文件的inode，依次类推。直接指针和间接指针需要分开处理，间接指针需要先访问对应的block，然后再读取其中的指针去访问block。

如果没有找到对应的文件，返回错误信息。否则，使用找到的inode中储存的信息去填写struct stat的内容。

fs_readdir

先找到对应的文件夹的inode，然后查找它的指针获取该文件夹下的所有文件（文件夹）的名称，使用filler将其写道buffer中。

fs_read

需要先计算起点和终点所在的block，然后枚举每一个block。如果这个block不是需要的block，将其跳过。如果这个block与起点所在的block相同，需要使用起点的偏移量作为读取的起点，否则可以使用block的起点作为读取的起点。如果这个block与终点所在的block相同，需要判断文件末尾、block末尾、终点偏移量这三者之间的关系。

获取到相应的数据后，使用memcpy拷贝到buffer上。

fs_mknod

先将路径进行切割处理，取出最后一个斜杠之间的路径为父亲路径，最后的为需要新建的文件的名字。找到父亲的inode，然后在已有的block中寻找一个空的位置，来存放新建的文件。如果找不到，新取一块空闲的block（如果没有则返回错误信息），然后将新建文件的inode的编号和名字（即结构体FILENAME），储存到这个block的位置上，使用disk_write将修改写入磁盘。

fs_mkdir

创建文件夹与创建文件同理，只需要在新建的inode中讲模式修改为文件夹模式（S_IFDIR）即可。

fs_rmdir

先处理出父路径，然后在父路径的inode指向的block中找对应的文件夹的名字，然后从父路径的inode指向的block中将这个位置标记为未占用。然后把这个inode标记为未占用。

fs_unlink

由于保证了文件夹下为空，所以删除文件与删除文件夹类似，同时需要释放占用的block，在Bitmap中将这此block标记为未占用。

fs_rename

该操作相当于rmdir（unlink）和mkdir（mknod）二者的组合。不同之处在于删除之后不用释放这个inode对应的空间及block，只需要在新的位置加入这个inode即可。

fs_truncate

先找到文件对应的inode，然后判断文件的大小与新的大小的关系。如果比新的size大，则向后面加入新的block。

fs_write

与fs_read类似。不同之处在于，fs_read将数据从block中读到参数buffer中，而fs_write将数据从buffer写入到对应的block中。同时，在fs_write开始的地方，需要调用fs_truncate开辟足够的内存空间。对于O_APPEND标记符，手动将offset设置到文件末尾（即inode.size）的地方。

fs_utime

找到对应文件的inode，然后修改这个文件的时间信息。

fs_statfs

使用SuperBlock的信息进行修改即可。

此外，fs_open、fs_release、fs_opendir、fs_releasedir这四个函数没有进行修改。

运行结果

0) 0.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$ sh ./traces/0.sh
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$
```

1) 1.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab-handout$ sh ./traces/1.sh
dir1  dir2
dir3
```

2) 2.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab-handout$ sh ./traces/2.sh
file1 file2
abcdefghijklmnopqrstuvwx file1 file2
```

3) 3.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab-handout$ sh ./traces/3.sh
0
32
10000
24
```

4) 4.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab-handout$ sh ./traces/4.sh
2012-12-21 00:00:36.000000000 +08002012-12-21 00:00:36.000000000 +0800
2012-12-21 00:00:36.000000000 +08002012-12-21 00:00:36.000000000 +0800
```

5) 5.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab-handout$ sh ./traces/5.sh
dir1 dir3
dir3
dir1 dir3
```

6) 6.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab-handout$ sh ./traces/6.sh
file1 file2 picture
file1 file2
file1
```

7) 7.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab-handout$ bash ./traces/7.sh
dir2 file1
dir2 file2
dir3 file2
dir
dir3 file2
```

8) 8.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab-handout$ bash ./traces/8.sh
dir1-1 dir1-2
dir1 dir2
dir2
dir2-1
dir1-1 dir1-2
dir1-1 dir2
dir1-2
```

9) 9.sh

该测试点由于奇怪的原因，即使是在服务器的文件系统上（没有使用我写的文件系统），仍然无法运行df相关的指令，故该测试点无法进行测试。

10) 10.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$ sh ./traces/10.sh
12345
23333333333
23333333333
abcdefg
```

11) 11.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$ sh ./traces/11.sh
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$
```

12) 12.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$ sh ./traces/12.sh
File: file1
Size: 0          Blocks: 0          IO Block: 4096   regular empty file
Access: (0644/-rw-r--r--)  Uid: ( 1006/2019201408)   Gid: ( 1006/2019201408)
File: file1
Size: 6          Blocks: 0          IO Block: 4096   regular file
Access: (0644/-rw-r--r--)  Uid: ( 1006/2019201408)   Gid: ( 1006/2019201408)
```

13) 13.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$ bash ./traces/13.sh
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$
```

14) 14.sh

该测试点的输出过多，因此截图只截部分。

```
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$ bash ./traces/14.sh
dir0 dir154 dir231 dir389 dir397 dir464 dir541 dir619 dir697 dir774 dir851 dir929 file1084 file161 file239 file316 file394 file471 file549 file626 file703 file781 file859 file936
dir1 dir155 dir232 dir31 dir388 dir465 dir542 dir620 dir698 dir775 dir852 dir930 file1085 file162 file240 file317 file395 file472 file555 file627 file704 file782 file86 file937
dir10 dir156 dir233 dir310 dir389 dir466 dir543 dir620 dir699 dir776 dir853 dir938 file1086 file163 file240 file318 file396 file473 file556 file628 file705 file783 file860 file938
dir108 dir157 dir234 dir311 dir39 dir467 dir544 dir621 dir7 dir777 dir854 dir931 file1087 file164 file241 file319 file397 file474 file551 file629 file706 file784 file861 file939
dir1080 dir158 dir235 dir312 dir390 dir468 dir545 dir622 dir78 dir778 dir855 dir935 file1088 file165 file242 file32 file398 file475 file552 file63 file707 file785 file862 file940
dir1081 dir159 dir236 dir313 dir391 dir469 dir546 dir623 dir780 dir779 dir856 dir936 file1089 file166 file243 file320 file399 file476 file553 file630 file708 file786 file863 file940
dir1082 dir16 dir237 dir314 dir392 dir47 dir547 dir624 dir781 dir78 dir857 dir934 file101 file167 file244 file321 file4 file477 file554 file631 file709 file787 file864 file941
dir1083 dir160 dir238 dir315 dir393 dir478 dir548 dir625 dir782 dir780 dir858 dir935 file1010 file168 file245 file322 file40 file478 file555 file632 file71 file788 file865 file942
dir1084 dir161 dir239 dir316 dir394 dir471 dir549 dir626 dir783 dir781 dir859 dir936 file1011 file169 file246 file323 file400 file479 file556 file633 file710 file789 file866 file943
dir1085 dir162 dir24 dir317 dir395 dir472 dir55 dir627 dir784 dir782 dir86 dir937 file1012 file17 file247 file324 file401 file48 file557 file634 file711 file79 file867 file944
dir1086 dir163 dir240 dir318 dir396 dir473 dir550 dir628 dir785 dir783 dir860 dir938 file1013 file170 file248 file325 file402 file480 file558 file635 file712 file790 file868 file945
dir1087 dir164 dir241 dir319 dir397 dir474 dir551 dir629 dir786 dir784 dir861 dir939 file1014 file171 file249 file326 file403 file481 file559 file636 file713 file791 file869 file946
dir1088 dir165 dir242 dir32 dir398 dir475 dir552 dir63 dir787 dir785 dir862 dir94 file1015 file172 file25 file327 file404 file482 file56 file637 file714 file792 file87 file947
dir1089 dir166 dir243 dir320 dir399 dir476 dir553 dir630 dir788 dir786 dir863 dir940 file1016 file173 file250 file328 file405 file483 file560 file638 file715 file793 file870 file948
dir101 dir167 dir244 dir321 dir4 dir477 dir554 dir631 dir789 dir787 dir864 dir941 file1017 file174 file251 file329 file406 file484 file561 file639 file716 file794 file871 file949
dir1010 dir168 dir245 dir322 dir40 dir478 dir555 dir632 dir71 dir788 dir865 dir942 file1018 file175 file252 file33 file407 file485 file562 file64 file717 file795 file872 file95
dir1011 dir169 dir246 dir323 dir400 dir479 dir556 dir633 dir710 dir789 dir866 dir943 file1019 file176 file253 file330 file408 file486 file563 file640 file718 file796 file873 file950
dir1012 dir17 dir247 dir324 dir401 dir48 dir557 dir634 dir711 dir79 dir867 dir944 file1020 file177 file254 file331 file409 file487 file564 file641 file719 file797 file874 file951
dir1013 dir170 dir248 dir325 dir402 dir480 dir558 dir635 dir712 dir790 dir868 dir945 file1021 file178 file255 file332 file41 file488 file565 file642 file72 file798 file875 file952
dir1014 dir171 dir249 dir326 dir403 dir481 dir559 dir636 dir713 dir791 dir869 dir946 file1022 file179 file256 file333 file410 file489 file566 file643 file720 file799 file876 file953
dir1015 dir172 dir25 dir327 dir404 dir482 dir56 dir637 dir714 dir792 dir87 dir947 file1023 file180 file257 file334 file411 file49 file567 file644 file721 file8 file877 file954
dir1016 dir173 dir250 dir328 dir405 dir483 dir560 dir638 dir715 dir793 dir870 dir948 file1024 file181 file258 file335 file412 file490 file568 file645 file722 file80 file878 file955
dir1017 dir174 dir251 dir329 dir406 dir484 dir561 dir639 dir716 dir794 dir871 dir949 file1025 file182 file259 file336 file413 file491 file569 file646 file723 file800 file879 file956
dir1018 dir175 dir252 dir33 dir407 dir485 dir562 dir64 dir717 dir795 dir872 dir95 file1026 file183 file260 file337 file414 file492 file57 file647 file724 file801 file88 file957
dir1019 dir176 dir253 dir330 dir408 dir486 dir563 dir640 dir718 dir796 dir873 dir950 file1027 file184 file261 file338 file415 file493 file570 file648 file725 file802 file880 file89 file958
dir102 dir177 dir254 dir331 dir409 dir487 dir564 dir641 dir719 dir797 dir874 dir951 file1028 file185 file262 file339 file416 file494 file571 file649 file726 file803 file881 file959
dir1020 dir178 dir255 dir332 dir41 dir488 dir565 dir642 dir72 dir798 dir875 dir952 file1029 file186 file263 file340 file417 file495 file572 file650 file727 file804 file882 file96
dir1021 dir179 dir256 dir333 dir410 dir489 dir566 dir643 dir720 dir799 dir876 dir953 file1030 file187 file264 file341 file418 file496 file573 file651 file728 file805 file883 file960
dir1022 dir18 dir257 dir334 dir411 dir49 dir567 dir644 dir721 dir8 dir877 dir954 file1031 file188 file265 file342 file419 file497 file574 file652 file729 file806 file884 file961
dir1023 dir180 dir258 dir335 dir412 dir490 dir568 dir645 dir722 dir80 dir878 dir955 file1032 file189 file266 file343 file420 file498 file575 file653 file730 file807 file885 file962
dir103 dir181 dir259 dir336 dir413 dir491 dir569 dir646 dir723 dir800 dir879 dir956 file1033 file190 file267 file344 file421 file499 file576 file654 file731 file808 file886 file963
dir104 dir182 dir26 dir337 dir414 dir492 dir57 dir647 dir724 dir801 dir880 dir957 file1034 file191 file268 file345 file422 file500 file577 file655 file732 file81 file888 file965
dir105 dir183 dir260 dir338 dir415 dir493 dir570 dir648 dir725 dir802 dir881 dir958 file1035 file192 file269 file346 file423 file501 file578 file656 file733 file810 file889 file966
dir106 dir184 dir261 dir339 dir416 dir494 dir571 dir649 dir726 dir803 dir882 dir959 file1036 file193 file270 file347 file424 file502 file579 file657 file734 file811 file890 file967
dir107 dir185 dir262 dir34 dir417 dir495 dir572 dir65 dir727 dir804 dir883 dir960 file1037 file194 file271 file348 file425 file503 file580 file658 file735 file812 file891 file968
dir108 dir186 dir263 dir340 dir418 dir496 dir573 dir650 dir728 dir805 dir884 dir961 file1038 file195 file272 file349 file426 file504 file581 file659 file736 file813 dir962
dir109 dir187 dir264 dir341 dir419 dir497 dir574 dir651 dir729 dir806 dir885 dir963 file1039 file196 file273 file350 file427 file505 file582 file660 file737 file814 file892 file97
dir110 dir188 dir265 dir342 dir42 dir498 dir575 dir652 dir73 dir807 dir886 dir964 file1040 file197 file274 file351 file428 file506 file583 file661 file738 file815 file893 file970
dir111 dir19 dir267 dir343 dir421 dir50 dir576 dir653 dir730 dir808 dir887 dir965 file1041 file198 file275 file352 file429 file507 file584 file662 file739 file816 file894 file971
dir112 dir190 dir268 dir344 dir422 dir501 dir577 dir654 dir731 dir809 dir888 dir966 file1042 file199 file276 file353 file430 file508 file585 file663 file740 file817 file895 file972
dir113 dir191 dir269 dir345 dir423 dir502 dir578 dir655 dir732 dir810 dir889 dir967 file1043 file200 file277 file354 file431 file509 file586 file664 file741 file818 file896 file973
dir114 dir192 dir27 dir347 dir424 dir503 dir579 dir656 dir733 dir811 dir890 dir968 file1044 file201 file278 file355 file432 file510 file587 file665 file742 file819 file897 file974
dir115 dir193 dir270 dir348 dir425 dir504 dir580 dir657 dir734 dir812 dir891 dir969 file1045 file202 file279 file356 file433 file511 file588 file666 file743 file820 file898 file975
dir116 dir194 dir271 dir349 dir426 dir505 dir581 dir658 dir735 dir813 dir892 dir970 file1046 file203 file280 file357 file434 file512 file589 file667 file744 file821 file899 file976
```

15) 15.sh

```
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$ bash ./traces/15.sh
2019201408@pmem:~/fslab/fslab-handout$
```

注：该实验的程序已经通过make handin提交。