Technology Tarena 达内科技

Unix系统高级编程

PART 2

DAY02

内容

上午	09:00 ~ 09:30	作业讲解和回顾
	09:30 ~ 10:20	访问测试与权限掩码
	10:30 ~ 11:20	修改权限与拥有者
	11:30 ~ 12:20	修改大小与内存映射文件
下午	14:00 ~ 14:50	硬链接与符号链接
	15:00 ~ 15:50	目录
	16:00 ~ 16:50	
	17:00 ~ 17:30	总结和答疑

访问测试与权限掩码

Technology Tarena 达内科技

访问测试

访问测试

- 测试调用进程对指定文件是否拥有足够的访问权限

```
#include <unistd.h>

int access (const char* pathname, int mode);
```

成功返回0，失败返回-1

  - *pathname*：文件路径
  - *mode*：访问权限，可取以下值

    `R_OK` - 可读否

    `W_OK` - 可写否

    `X_OK` - 可执行否

    `F_OK` - 存在否

知识讲解

访问测试（续1）

- 例如
  - printf ("文件%s", pathname);
    if (access (pathname, F_OK) == -1)
        printf ("不存在(%m)。\n");
    else {
        if (access (pathname, R_OK) == -1)
            printf ("不可读(%m)，");
        else printf ("可读，");
        if (access (pathname, W_OK) == -1)
            printf ("不可写(%m)，");
        else printf ("可写，");
        if (access (pathname, X_OK) == -1)
            printf ("不可执行(%m)。\n");
        else printf ("可执行。\n"); }

知识讲解

访问测试（续2）

- access函数在测试调用进程对指定文件的访问权限时，使用的是调用进程的实际用户ID和实际组ID，而非有效用户ID和有效组ID，因此如果调用进程的可执行文件带有设置用户ID位或者设置组ID位，access函数返回无权访问并不意味着就真的无权访问

知识讲解

Technology Tarena 达内科技

Technology Tarena 达内科技

访问测试

【参见：TTS COOKBOOK 】

课堂练习

- 访问测试

Technology Tarena 达内科技

权限掩码

权限掩码

- 设置调用进程的权限掩码

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

mode_t umask (mode_t cmask);
```

永远成功，返回原来的权限掩码

  - *cmask*：新权限掩码

- 进程的权限掩码会屏蔽掉该进程创建文件时指定的权限
  - 如创建文件时指定权限0666，进程权限掩码0022，所创建文件的实际权限为：0666&~0022=0644 (rw-r--r--)
- 调用umask函数可以人为改变调用进程的权限掩码，如改为0000，则不屏蔽任何权限

知识讲解

权限掩码（续1）

Technology Tarena 达内科技

- 例如
  - 希望屏蔽掉所有用户对该文件的写和执行权限
    umask (0333);
  - 或者写成
    umask (S_IWUSR | S_IXUSR | S_IWGRP | S_IXGRP |
    S_IWOTH | S_IXOTH);
  - 其中用于表示权限位的宏定义与stat函数完全一致
- 注意，权限掩码是进程的属性之一，umask函数所影响的仅仅是调用该函数的进程，对其父进程，比如Shell进程，没有任何影响

知识讲解

Technology Tarena 达内科技

权限掩码

【参见：TTS COOKBOOK 】

课堂练习

- 权限掩码

修改权限与拥有者

Technology Tarena 达内科技

修改权限

修改权限

Technology Tarena 达内科技

- 修改指定文件的权限

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

int chmod (const char* path, mode_t mode);
int fchmod (int fd, mode_t mode);

                                成功返回0，失败返回-1
```

  - *path*：文件路径
  - *mode*：文件权限
  - *fd*：文件描述符
- 调用进程的有效用户ID必须与文件的拥有者用户ID匹配，或者是root用户，才能修改该文件的权限，且受权限掩码的影响

知识讲解

修改权限（续1）

Technology Tarena 达内科技

- 例如
  - 设置文件的权限为rwSr-sr-T，即拥有者用户可读可写不可执行，拥有者组可读不可写可执行，其它用户可读不可写不可执行，同时带有设置用户ID位、设置组ID位和粘滞位
    fchmod (fd, 07654);
  - 或者写成
    fchmod (fd, S_IRUSR | S_IWUSR | S_IRGRP | S_IXGRP | S_IROTH | S_ISUID | S_ISGID | S_ISVTX);
  - 其中用于表示权限位的宏定义与stat函数完全一致

修改权限

【参见：TTS COOKBOOK 】

课堂练习

- 修改权限

Technology
Tarena
达内科技

修改拥有者

修改拥有者

Technology Tarena 达内科技

- 修改指定文件的拥有者用户和(或)拥有者组

```
#include <unistd.h>

int chown (const char* path, uid_t owner, gid_t group);
int fchown (int fd, uid_t owner, gid_t group);
int lchown (const char* path, uid_t owner, gid_t group);
```

成功返回0，失败返回-1

  - ***path***：文件路径
  - ***owner***：拥有者用户ID， -1表示不修改
  - ***group***：拥有者组ID， -1表示不修改
  - ***fd***：文件描述符
- lchown与另两个函数的区别仅在于它不跟踪符号链接

知识讲解

修改拥有者（续1）

Technology Tarena 达内科技

- 如果调用进程的有效用户ID为root用户，则它可以任意修改任何文件的拥有者用户和组
- 如果调用进程的有效用户ID为普通用户，则它只能把自己名下文件的拥有者组改为自己隶属的某个组
- 例如
  - chown ("readme", -1, 1002);

知识讲解

修改大小与内存映射文件

Technology Tarena 达内科技

修改大小

修改大小

Technology Tarena 达内科技

- 修改指定文件的大小

```
#include <unistd.h>

int truncate (const char* path, off_t length);
int ftruncate (int fd, off_t length);

                                成功返回0，失败返回-1
```

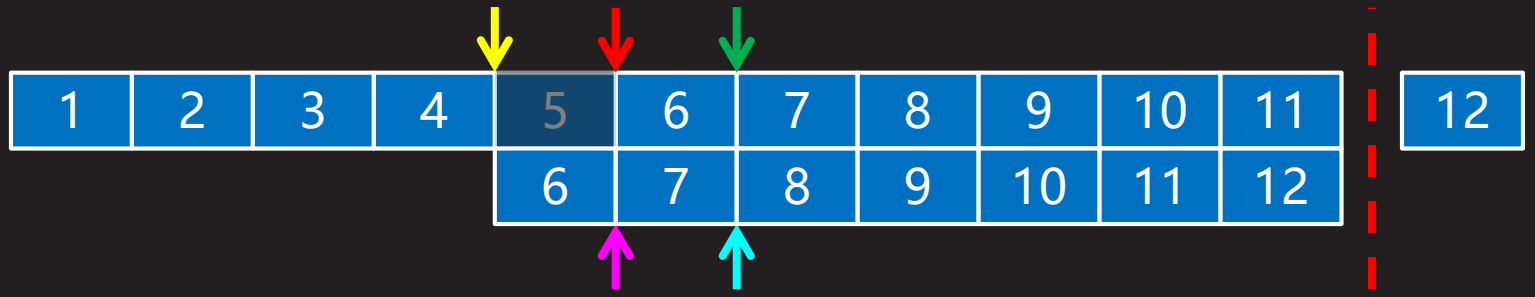
  - *path*：文件路径
  - *length*：文件大小
  - *fd*：文件描述符
- 该函数既可以把文件截短，也可以把文件加长，对于后者，新增加的部分全部用数字0填充

知识讲解

修改大小

- 例如
  - 学生信息文件中存有大量学生记录(STUDENT)，从中删除第5个学生的记录(假设该记录存在)

```
STUDENT student;
lseek (fd, 5 * sizeof (student), SEEK_SET);
while (read (fd, &student, sizeof (student) > 0) {
    lseek (fd, -2 * sizeof (student), SEEK_CUR);
    write (fd, &student, sizeof (student));
    lseek (fd, sizeof (student), SEEK_CUR); }
ftruncate (fd, lseek (fd, 0, SEEK_CUR) - sizeof (student));
```



知识讲解

Technology Tarena 达内科技

内存映射文件

内存映射文件

- 建立虚拟内存到物理内存或文件的映射

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

void* mmap (void* start, size_t length, int prot,
    int flags, int fd, off_t offset);

    成功返回映射区内存起始地址，失败返回MAP_FAILED(-1)
```

  - *start*：映射区内存起始地址，NULL系统自动选定后返回
  - *length*：映射区字节长度，自动按页(4K)圆整

知识讲解

内存映射文件（续1）

- 创建虚拟内存到物理内存或文件的映射
  - *prot*：映射区访问权限，可取以下值

    `PROT_READ` - 映射区可读

    `PROT_WRITE` - 映射区可写

    `PROT_EXEC` - 映射区可执行

    `PROT_NONE` - 映射区不可访问

知识讲解

Technology Tarena 达内科技

内存映射文件（续2）

Technology Tarena 达内科技

- 创建虚拟内存到物理内存或文件的映射
  - ***flags***： 映射标志，可取以下值

    MAP_ANONYMOUS - 匿名映射，将虚拟内存映射到物理内存而非文件，忽略***fd***和***offset***参数

    MAP_PRIVATE - 对映射区的写操作只反映到缓冲区中，并不会真正写入文件

    MAP_SHARED - 对映射区的写操作直接反映到文件中

    MAP_DENYWRITE - 拒绝其它对文件的写操作

    MAP_FIXED - 若在***start***上无法创建映射，则失败(无此标志系统会自动调整)

    MAP_LOCKED - 锁定映射区，保证其不被换出

知识讲解

内存映射文件（续3）

Technology Tarena 达内科技

- 创建虚拟内存到物理内存或文件的映射
  - ***fd***：文件描述符
  - ***offset***：文件偏移量，自动按页(4K)对齐
- 例如
  - ftruncate (fd, 8192);
    char* p = (char*)mmap (NULL, 8192,
    PROT_READ | PROT_WRITE, MAP_SHARED, fd, 0);
    if (p == MAP_FAILED) {
    perror ("mmap");
    exit (EXIT_FAILURE); }
  - strcpy (p, "Hello, File !"); // 看似写内存，实则写文件
    printf ("%s\n", p); // 假读内存之名，行读文件之实

知识讲解

内存映射文件（续4）

Technology Tarena 达内科技

- 解除虚拟内存到物理内存或文件的映射

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

int munmap (void* start, size_t length);

                                成功返回0，失败返回-1
```

  - ***start***：映射区内存起始地址，必须是页的首地址
  - ***length***：映射区字节长度，自动按页(4K)圆整

知识讲解

内存映射文件（续5）

Technology Tarena 达内科技

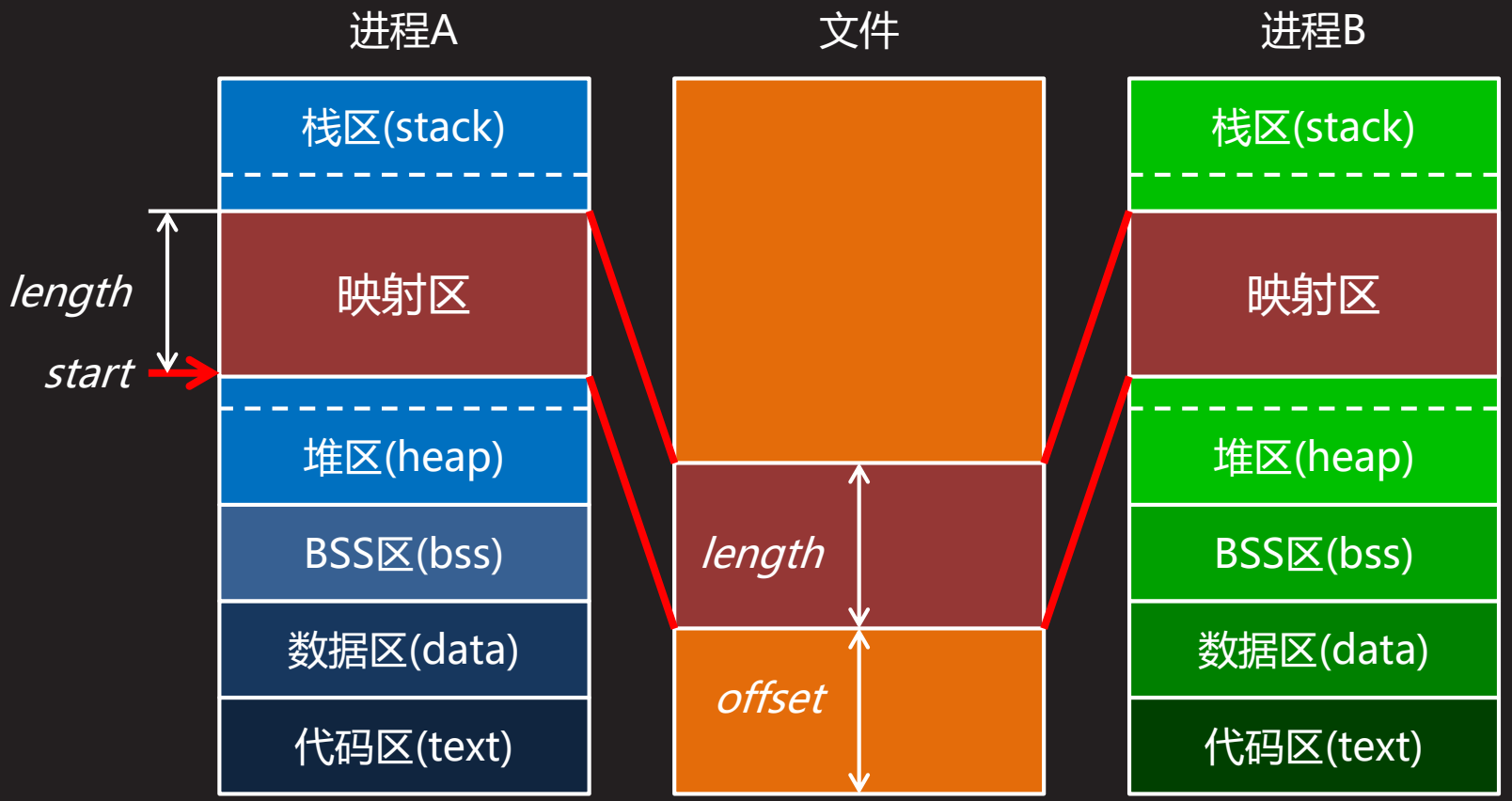
- 例如
  - if (munmap (p, 4096) == -1) {
    perror ("munmap");
    exit (EXIT_FAILURE);
    }
    strcpy (p += 4096, "Hello, File !");
    printf ("%s\n", p);
    if (munmap (p, 4096) == -1) {
    perror ("munmap");
    exit (EXIT_FAILURE);
    }
- munmap允许对映射区的一部分解映射，但必须按页

知识讲解

内存映射文件（续6）

- 内存映射文件不仅提供了一种以访问内存的方式读写文件的方法，而且还在多个进程之间打通了一条基于文件共享的数据通道

知识讲解



Technology Tarena 达内科技

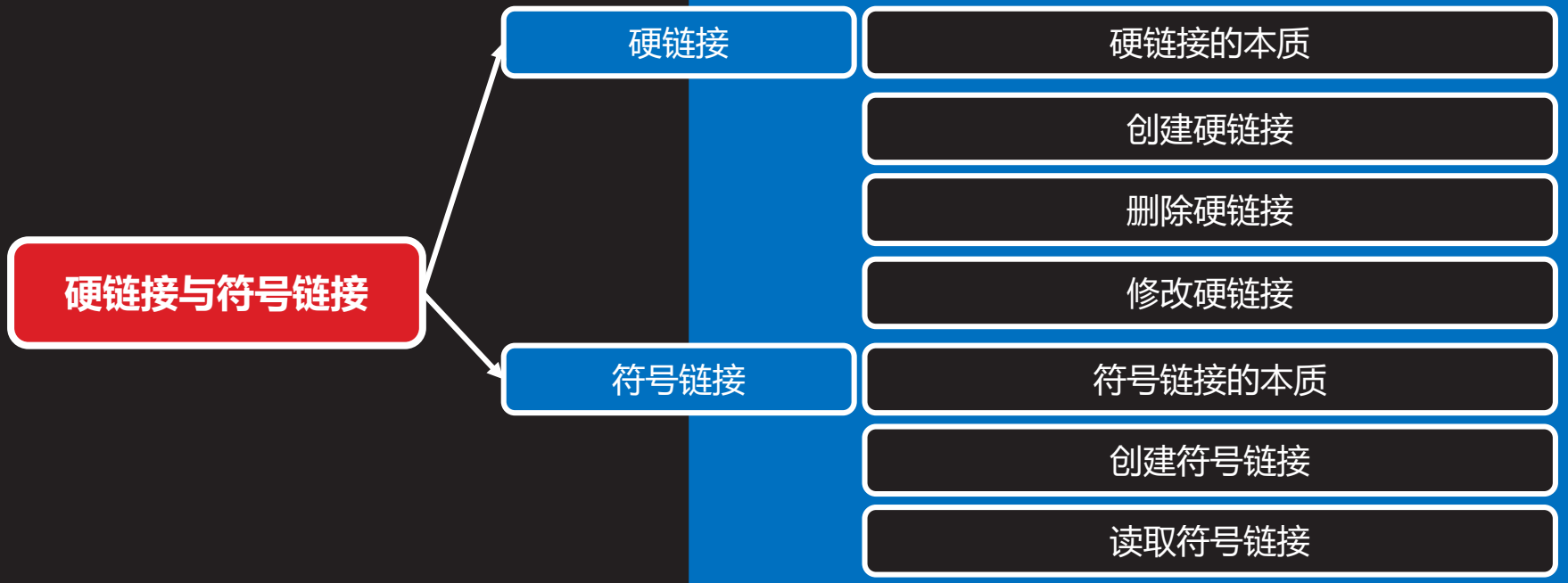
内存映射文件

【参见：TTS COOKBOOK 】

课堂练习

- 内存映射文件

硬链接与符号链接


硬链接与符号链接
硬链接
硬链接的本质
创建硬链接
删除硬链接
修改硬链接
符号链接
符号链接的本质
创建符号链接
读取符号链接

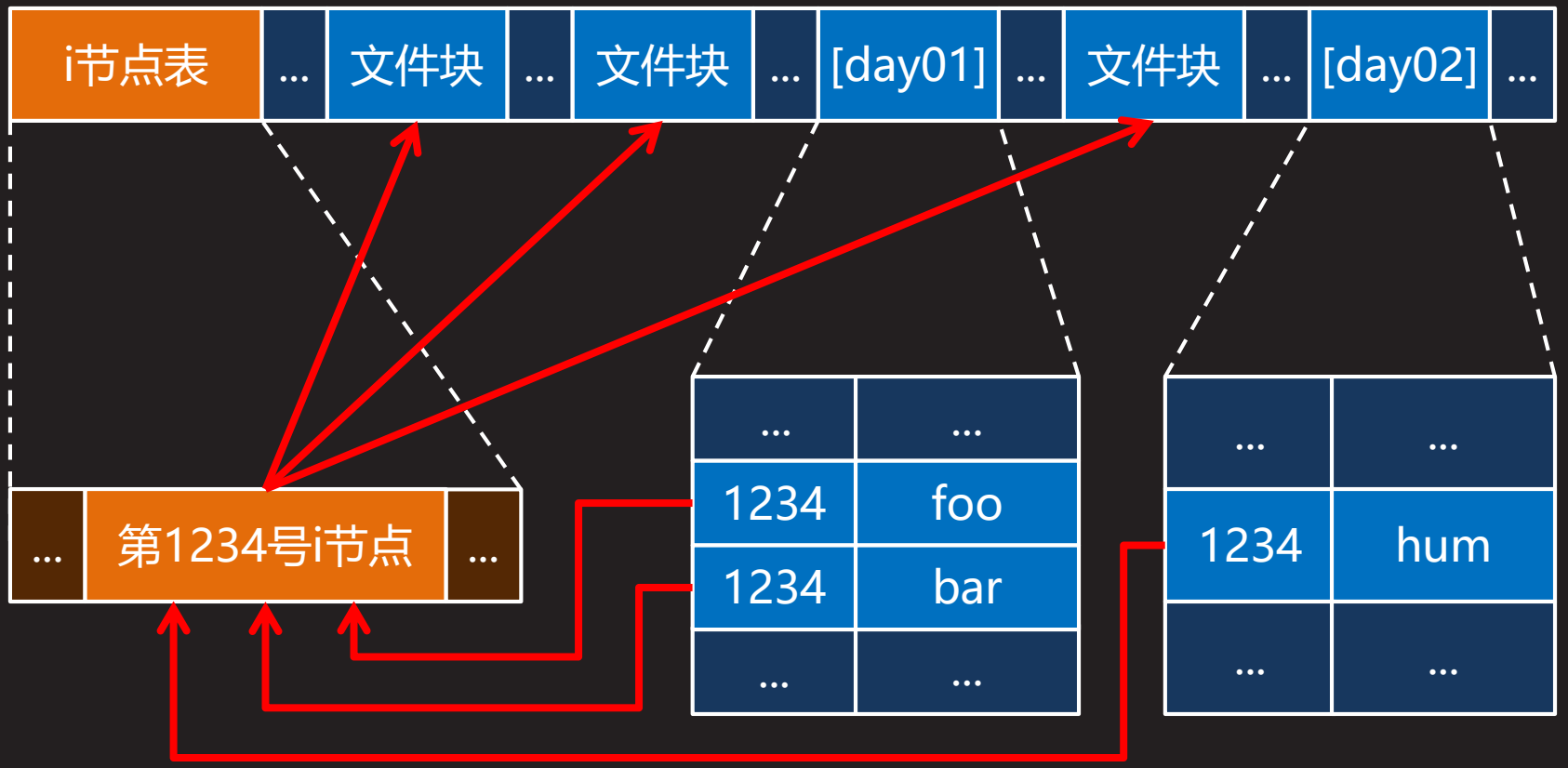
Technology Tarena 达内科技

硬链接

硬链接的本质

- 硬链接的本质就是目录文件里一个文件名和i节点号的对应条目。通过该条目，就可以根据一个文件的文件名迅速地找到与之相对应的i节点号，进而访问该文件的数据

知识讲解



创建硬链接

Technology Tarena 达内科技

- 根据一个已有的硬链接创建一个新的硬链接

```
#include <unistd.h>

int link (const char* oldpath, const char* newpath);

                                成功返回0，失败返回-1
```

  - *oldpath*：原有路径
  - *newpath*：新建路径
- link函数创建一个与*oldpath*引用相同目标的硬链接*newpath*，若后者已存在则什么也不做
- *oldpath*必须存在，且不能是目录
- *newpath*中不能包含不存在的目录名

知识讲解

创建硬链接（续1）

Technology Tarena 达内科技

知识讲解

- 例如
  - 假设/home/tarena/unixc/day01目录下有foo文件
    link ("foo", "bar");
    link ("bar", "../day02/hum");
    在day01目录下执行进程
  - 第一个link调用，在day01的目录文件里增加了一个条目，i节点号取自foo文件的i节点号，文件名为bar
  - 第二个link调用，在day02的目录文件里增加了一个条目，i节点号取自bar文件的i节点号(也就是foo文件的i节点号)，文件名为hum
  - /home/tarena/unixc/day01/foo
    /home/tarena/unixc/day01/bar
    /home/tarena/unixc/day02/hum
    } 其实都是一个文件

删除硬链接

- 删除目录文件里的一个硬链接条目

```
#include <unistd.h>

int unlink (const char* pathname);

                        成功返回0，失败返回-1
```

  - *pathname*：文件路径
- *pathname*只能是文件的路径，不能是目录的路径，即unlink函数不能删除引用目录的硬链接
- Unix/Linux系统没有直接删除文件的系统调用，所谓删除文件其实就是删除硬链接，硬链接删干净了，文件自然就被删除了

知识讲解

删除硬链接（续1）

Technology Tarena 达内科技

- 一个文件可以同时拥有多个硬链接，通过unlink函数删除其中的一个硬链接并不会导致该文件被删除(释放磁盘上的i节点和数据块)，因为必须保证其它引用该文件的硬链接继续有效，但该文件的硬链接数(作为文件的元数据保存在其i节点中)会被减1
- 如果删除的是该文件的最后一个硬链接，其硬链接数将被减到0，这表示系统中已经没有任何硬链接引用该文件，直到此刻，该文件才会真正被删除
- 即便删除的是该文件的最后一个硬链接，但如果此时该文件正被某些进程打开，其磁盘上的数据也不会立即被删除，直到所有打开它的进程都显式或隐式地关闭了该文件，其在磁盘上的数据才会被删除

知识讲解

删除硬链接（续2）

Technology Tarena 达内科技

- 删除目录文件里的一个硬链接条目

```
#include <stdio.h>

int remove (const char* pathname);

                                成功返回0，失败返回-1
```

  - ***pathname***：文件或目录路径

- remove函数与unlink函数的功能几乎完全一样，唯一的不同是remove函数不但可以删除文件硬链接，也可以删除目录硬链接，唯一的条件是被删除的目录必须为空

知识讲解

修改硬链接

Technology Tarena 达内科技

- 改变一个文件的名字或位置

```
#include <stdio.h>

int rename(const char* oldpath, const char* newpath);

                                成功返回0，失败返回-1
```

  - *oldpath*：源路径
  - *newpath*：目标路径
- 若*newpath*已存在，则被改为引用*oldpath*的目标
- 若*oldpath*和*newpath*本来引用的就是同一个目标，则该函数什么也不做且返回成功
- 若*oldpath*是目录，则*newpath*必须不存在或为空目录

知识讲解

硬链接

【参见：TTS COOKBOOK 】

课堂练习

- 硬链接

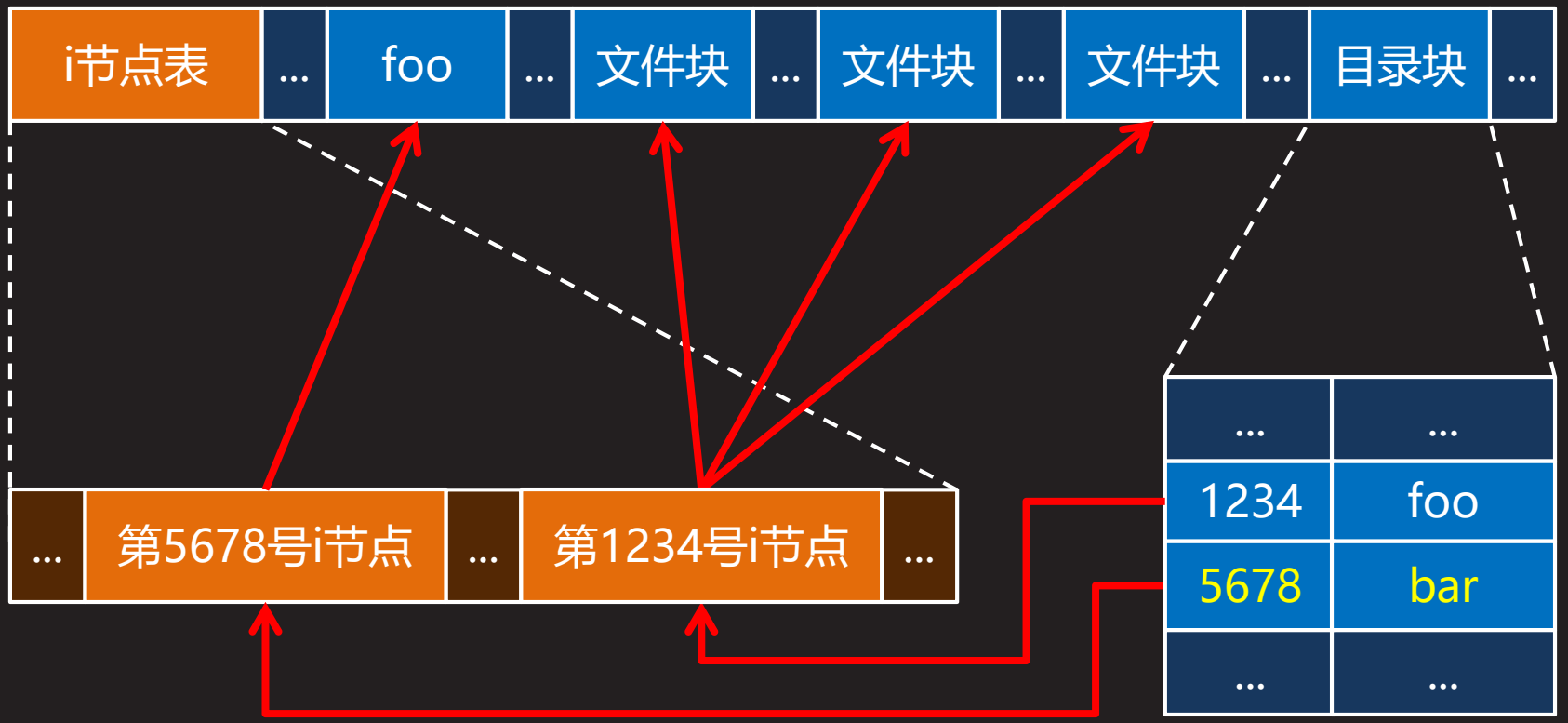
Technology Tarena 达内科技

符号链接

符号链接的本质

- 符号链接的本质就是一个保存着另一个文件或目录的路径的文件。所有针对符号链接文件的访问，最后都会被定向到该符号链接所引用的目标文件或目录

知识讲解



创建符号链接

Technology Tarena 达内科技

- 根据一个已有的硬链接创建一个符号链接

```
#include <unistd.h>

int symlink (const char* oldpath, const char* newpath);

                                成功返回0，失败返回-1
```

  - ***oldpath***：原有路径
  - ***newpath***：新建路径
- symlink函数创建一个保存***oldpath***的符号链接***newpath***，若后者已存在则返回失败
- ***oldpath***可以是文件也可以是目录，甚至可以不存在
- ***newpath***中不能包含不存在的目录名

知识讲解

读取符号链接

Technology Tarena 达内科技

- 读取符号链接文件的内容

```
#include <unistd.h>

ssize_t readlink (const char* path, char* buf,
    size_t size);
```

成功返回拷入*buf*的符号链接文件内容的字节数，失败返回-1

  - ***path***：符号链接文件路径
  - ***buf***：缓冲区
  - ***size***：缓冲区大小(字节)
- 符号链接文件本身不能用open和read函数打开并读取
- readlink函数不负责追加结尾空字符

知识讲解

读取符号链接（续1）

- 例如
  - char buf[PATH_MAX+1] = {0};
    if (readlink (path, buf, sizeof (buf) -
        sizeof (buf[0])) == -1) {
        perror ("readlink");
        exit (EXIT_FAILURE);
    }
    printf ("%s -> %s\n", path, buf);

知识讲解

Technology Tarena 达内科技

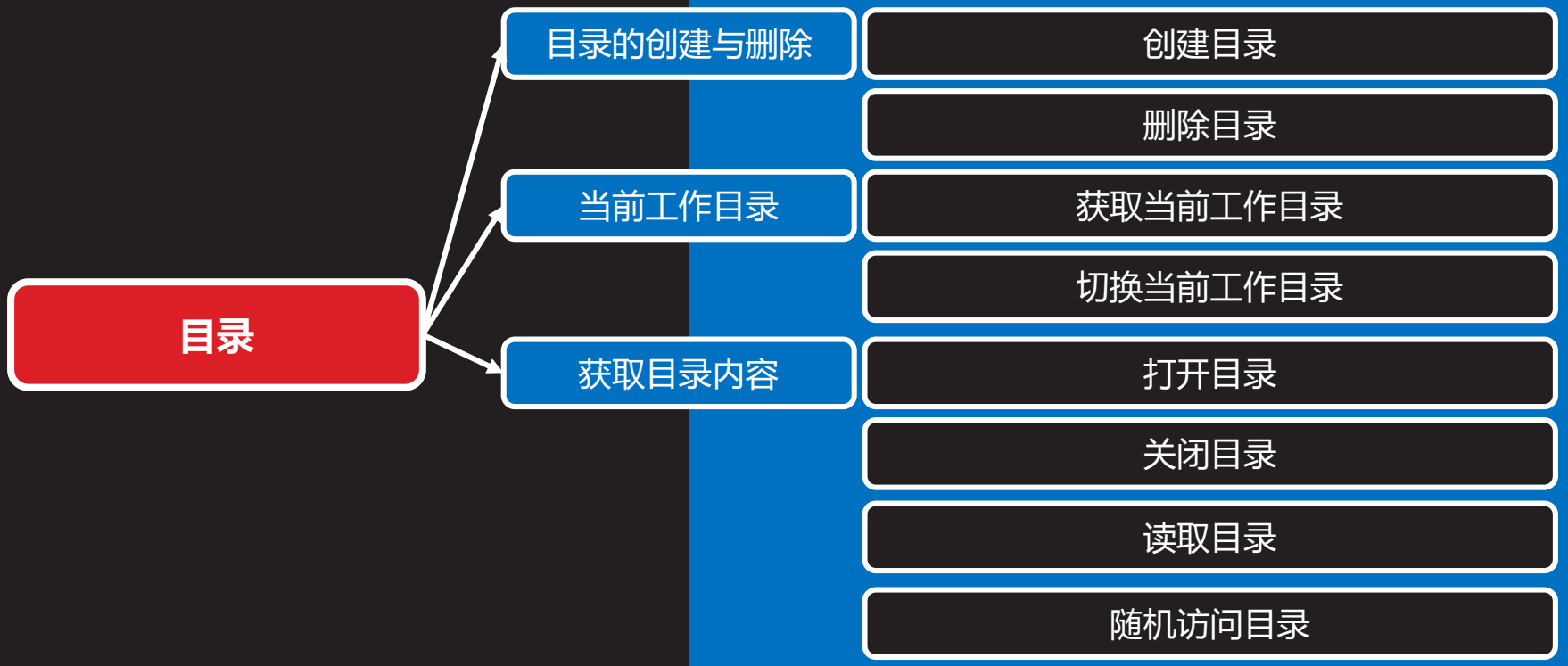
符号链接

【参见：TTS COOKBOOK 】

课堂练习

- 符号链接

目录


目录
目录的创建与删除
当前工作目录
获取目录内容
创建目录
删除目录
获取当前工作目录
切换当前工作目录
打开目录
关闭目录
读取目录
随机访问目录

Technology Tarena 达内科技

目录的创建与删除

创建目录

- 创建一个空目录

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

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

成功返回0，失败返回-1

  - *pathname*：目录路径
  - *mode*：访问权限，目录的执行权限(x)表示可进入

知识讲解

删除目录

- 删除一个空目录

```
#include <unistd.h>

int rmdir (const char* pathname);

                                成功返回0，失败返回-1
```

  - *pathname*：目录路径
- *pathname*不能是文件只能是目录，且必须为空
- remove函数可以看成是unlink函数和rmdir函数的合并

知识讲解

Technology Tarena 达内科技

目录的创建与删除

【参见：TTS COOKBOOK 】

课堂练习

- 目录的创建与删除

Technology Tarena 达内科技

当前工作目录

获取当前工作目录

Technology Tarena 达内科技

- 获取当前工作目录的路径

```
#include <unistd.h>

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

        成功返回当前工作目录路径字符串指针，失败返回NULL
```

  - ***buf***：缓冲区
  - ***size***：缓冲区大小(字节)
- getcwd函数在将当前工作目录的路径字符串拷入缓冲区***buf***时，会自动追加结尾空字符
- 当前工作目录是每个进程的属性之一，保存在进程表中，它是系统内核为进程解析相对路径的起点

知识讲解

切换当前工作目录

Technology Tarena 达内科技

- 将当前工作目录切换到指定路径

```
#include <unistd.h>

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

成功返回0，失败返回-1

  - ***path***：目标工作目录路径
  - ***fd***：目标工作目录文件描述符(由open函数返回)
- 该函数只切换调用进程的当前工作目录，对其父进程，如Shell进程的当前工作目录，不构成任何影响

知识讲解

当前工作目录

【参见：TTS COOKBOOK 】

课堂练习

- 当前工作目录

Technology
Tarena
达内科技

获取目录内容

打开目录

Technology Tarena 达内科技

- 打开指定的目录

```
#include <dirent.h>

DIR* opendir (const char* name);
DIR* fdopendir (int fd);

                    成功返回目录流指针，失败返回NULL
```

  - name：目录路径
  - fd：目录文件描述符(由open函数返回)
- 目录流类似于标准库中的文件流(通过FILE*引用)，所有后续针对所打开目录的函数调用，皆需传入此参数

知识讲解

关闭目录

- 关闭指定的目录

```
#include <dirent.h>

int closedir (DIR*dirp);

                                成功返回0，失败返回-1
```

  - *dirp*：目录流指针
- 例如
  - DIR* dirp = opendir ("/usr/bin");
    if (! dirp) {
        perror ("opendir"); exit (EXIT_FAILURE); }
    ...
    closedir (dirp);

知识讲解

读取目录

- 读取目录中的一个条目

```
#include <dirent.h>

struct dirent* readdir (DIR* dirp);

    成功返回目录条目指针，读完(不置errno)或失败返回NULL
```

  - *dirp*：目录流指针

- 目录由若干条目组成，每个条目均包含文件名、文件类型、i节点号等信息。readdir函数可以连续调用，调用一次返回一个条目，再调用一次返回下一个条目，直到返回NULL表示已读完整个目录或者发生错误，为了区分这两种情况，可以通过检查errno是否被重置来进行判断

知识讲解

Technology Tarena 达内科技

读取目录（续1）

Technology Tarena 达内科技

- 目录条目结构
  - struct dirent {

```
    ino_t          d_ino;       // i节点号
    off_t          d_off;       // 下一条目位置
    unsigned short d_reclen;    // 记录长度
    unsigned char  d_type;      // 文件类型
    char           d_name[256]; // 文件名
  };
```

知识讲解

读取目录（续2）

Technology Tarena 达内科技

- 目录条目结构
  - 其中，表示文件类型的d_type成员，可取以下值

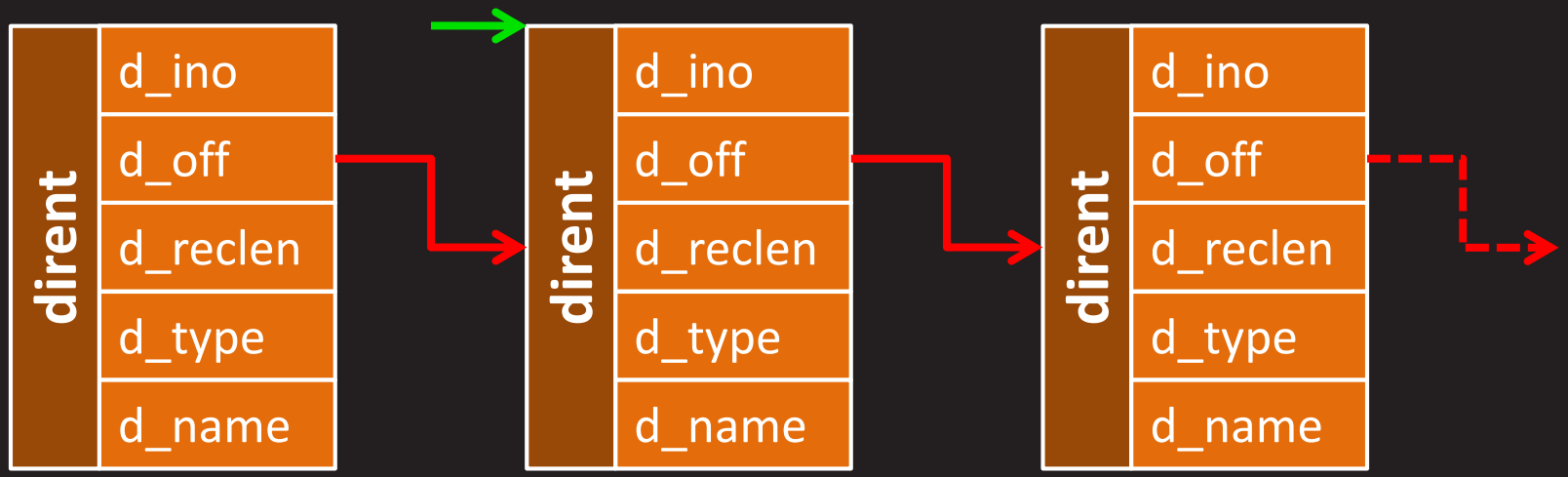
    DT_REG - 普通文件
    DT_DIR - 目录
    DT_SOCK - 本地套接字
    DT_CHR - 字符设备
    DT_BLK - 块设备
    DT_LNK - 符号链接
    DT_FIFO - 有名管道
    DT_UNKNOWN - 未知

    这与该记录在文件i节点中的文件类型是一致的

读取目录（续3）

- 每个目录中还有两个特殊的条目，其d_name成员的值为“.”和“..”分别表示该目录本身和其父目录。根目录没有父目录，故其“..”和“.”一样都表示根目录本身
- 每个目录中的目录条目在目录流中以类似链表的形式被组织成一个数据结构，链表中的每个节点即是一个dirent类型的结构体，因此dirent结构中表示下一条目位置的d_off成员即可被看做是链表节点中的后指针

知识讲解



读取目录（续4）

Technology Tarena 达内科技

- 例如
  - for (;;) {

```
errno = 0;
struct dirent* direntp = readdir (dirp);
if (! direntp) {
    if (! errno)
        break;
    perror ("readdir");
    exit (EXIT_FAILURE);
}
printf ("%s\n", direntp->d_name);
```

}

随机访问目录

Technology Tarena 达内科技

- 设置目录流读取位置

```
#include <dirent.h>

void seekdir (DIR* dirp, long offset);

                                    无返回值
```

  - *dirp*：目录流指针
  - *offset*：目录流读取位置

- 默认情况下readdir函数是一条挨一条地读取目录流中的目录条目的，每读取一个目录条目即用相应dirent结构中的d_off成员设置下一次读取的位置。通过seekdir函数，可以人为设置对目录流的读取位置，实现随机访问

知识讲解

随机访问目录（续1）

Technology Tarena 达内科技

- 获取目录流读取位置

```
#include <dirent.h>

long telldir (DIR* dirp);
```

成功返回目录流当前读取位置，失败返回-1

  - *dirp*：目录流指针

- 刚刚通过opendir函数打开目录流，telldir函数返回0
- 刚刚通过readdir函数读取目录流，telldir函数返回最近一次读到的dirent结构中d_off成员的值
- 刚刚通过seekdir函数设置目录流读取位置，telldir函数返回传递给seekdir函数的***offset***参数的值

知识讲解

随机访问目录（续2）

Technology Tarena 达内科技

- 复位目录流读取位置

```
#include <dirent.h>

void rewinddir (DIR* dirp);

                                    无返回值
```

  - *dirp*：目录流指针
- 任何时候调用rewinddir函数，都可以立即将目录流读取位置恢复到目录流的最开始处(通常是0)，即读取第一个目录条目的位置

知识讲解

获取目录内容

【参见：TTS COOKBOOK 】

课堂练习

- 获取目录内容

Technology Tarena 达内科技

总结和答疑