

操作系统课程设计实验报告

实验名称： 复制文件

姓名/学号： 卜梦煜/1120192419

一、 实验目的

- 理解 Windows、Linux 文件系统功能与作用，并掌握 Windows、Linux 文件系统各种 API 的原理。
- 使用 Windows、Linux 文件系统提供的 API 函数实现文件复制，并修改文件的读写权限与时间属性，使得复制前后文件属性一致。

二、 实验内容

- 完成一个目录复制命令 `mycp`，包括目录下的文件和子目录。
- 要求复制后，不仅读写权限一致，而且时间属性也一致，Linux 还要求支持软链接。

三、 实验环境

Windows: Windows 10、Dev-C++ 5.7.1.0

Linux: Ubuntu 18.04.3、VSCode 1.62

四、 原理分析

Windows 和 Linux 进行文件复制的原理相同:打开源文件,遍历其中每一项。若为文件夹,则在目标文件中创建文件夹并递归复制该文件夹,递归返回时修改目标文件夹的读写权限和时间属性与源文件夹一致;若为文件,则在目标文件中创建文件,复制文件内容,最后修改读写权限和时间属性。

Windows 与 Linux 使用的文件系统 API 分别如下:

(1) Windows 部分

1) `FindFirstFile()`: 根据文件路径获取第一个文件的文件属性,并保存在 `WIN32_FIND_DATA` 结构对象中。

2) `FindNextFile()`: 用来遍历目录或文件时,判断当前目录下是否有下一个目录或文件,有则将下一个文件的文件属性保存在 `WIN32_FIND_DATA` 结构对象中,并返回 `TRUE`,无则返回 `FALSE`。

3) `CreateDirectory()`: 根据文件路径创建文件夹。

4) **CreateFile()**: 根据文件名打开文件, 并返回文件句柄, 用于文件读写操作。

5) **ReadFile()**、**WriteFile()**: **ReadFile** 从源文件指针指向位置开始将指定大小的数据读取到指定缓存区中, **WriteFile** 将缓存区中指定大小的数据写入目标文件指针处。

6) **SetFileAttributes()**: 根据文件路径修改文件读写权限。

7) **SetFileTime()**: 利用文件句柄修改文件时间属性, 包括创建时间、最后访问时间、最后修改时间。

(2) Linux 部分

1) **opendir()**、**readdir()**: **opendir** 根据文件路径打开文件目录, 成功时返回 **DIR***, 为保存当前正在被读取的目录的有关信息的结构体; 失败的时候返回一个空的指针。 **readdir** 根据 **DIR** 结构体顺序读取文件, 并保存在 **dirent** 结构体中。

2) **mkdir()**: 根据文件路径创建指定权限的文件夹, 权限为源文件的权限。

3) **stat()**、**lstat()**: 根据文件名获取文件属性, 并保存在 **stat** 结构体中。其中 **stat()** 是穿透函数, 处理链接文件时处理的是链接到普通文件, 而不是软链接文件本身, 因此仅用来处理普通文件。 **lstat()** 是非穿透函数, 处理软链接文件时处理的是软链接文件本身, 因此可以用于处理普通文件和链接文件。

4) **S_ISLNK()**: 根据文件属性判断文件是不是链接文件。

5) **realpath()**: 将软链接文件存储的相对路径转化成绝对路径。

6) **symlink()**: 建立软链接文件。

7) **utime()**、**lutimes()**: 用于改变文件时间属性。其中 **utime()** 处理链接文件时会解引用至链接文件指向的文件, 而不是链接文件本身的时间戳, 因此不能处理链接文件。 **lutimes()** 处理的是链接文件本身的时间戳, 因此可以处理链接文件。

五、 程序设计与实现

Windows 和 Linux 代码均分为三个模块。

(1) 主函数 **main()** 模块

该模块接收命令行参数, 若源文件路径正确且目标文件未创建, 则创建目标文件, 调用 **mycp()** 模块进行文件复制, 复制完成后修改文件时间属性。

(2) 目录文件复制 **mycp()** 模块

顺序读取源目录文件中的文件。判断文件类型, 若是目录文件, 且不是 “.”、

“..”文件，则拼接源文件与目标文件的路径，创建目录文件，调用 `mycp()` 模块递归复制该目录文件中的文件。该目录文件复制完成后修改时间属性。若是普通文件或链接文件，则拼接源文件与目标文件的路径，调用 `CopyFile()` 模块复制文件。

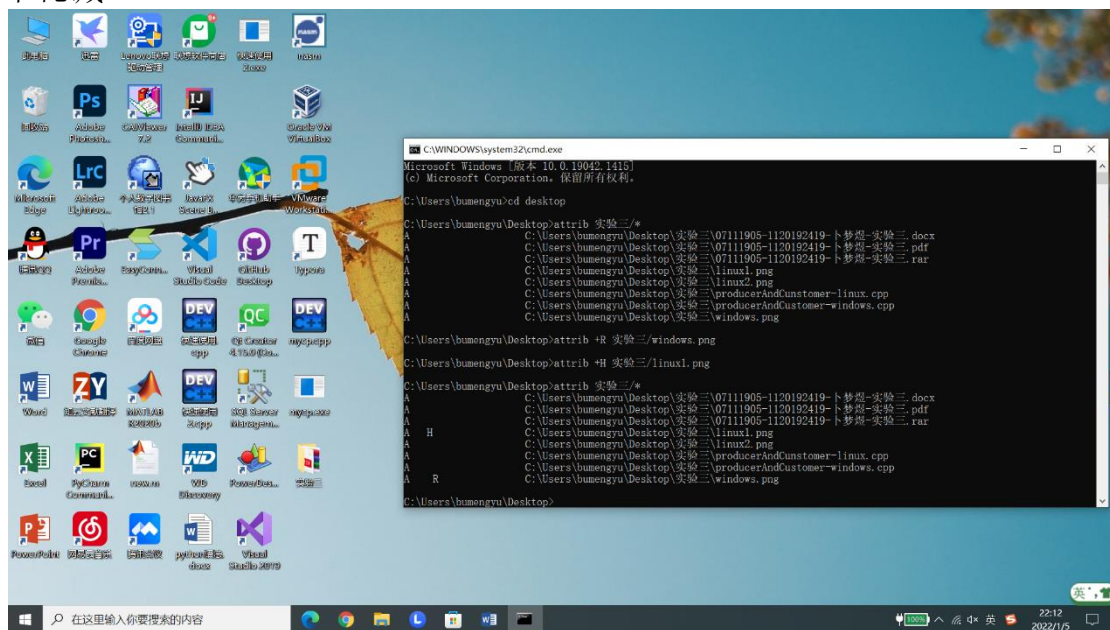
(3) 单一文件复制 `copyFile()` 模块

打开源文件与目标文件，对 Linux 链接文件只需将相对路径转化成绝对路径，存储在目标链接文件中即可。对 Windows 文件和 Linux 普通文件，设置缓冲区，每次从源文件读取指定个数的字串到缓冲区，再从缓冲区将字串写入目标文件，重复操作至整个文件复制完成。最后修改文件读写权限和时间属性。

六、 运行结果与分析

(1) Windows 部分

1) 开始前用 `attrib` 命令将源文件夹中随机两个文件的文件属性修改为只读和隐藏。



```
Microsoft Windows [版本 10.0.19042.1415]
(c) Microsoft Corporation. 保留所有权利。

C:\Users\bumengyu>cd desktop

C:\Users\bumengyu\Desktop>attrib 实验三\*
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\07111905-1120192419-卜梦旭-实验三.docx
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\07111905-1120192419-卜梦旭-实验三.pdf
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\07111905-1120192419-卜梦旭-实验三.rar
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\linux1.png
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\linux2.png
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\producerAndCustomer-linux.cpp
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\producerAndCustomer-windows.cpp
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\windows.png

C:\Users\bumengyu\Desktop>attrib +R 实验三\windows.png
C:\Users\bumengyu\Desktop>attrib +H 实验三\linux1.png

C:\Users\bumengyu\Desktop>attrib 实验三\*
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\07111905-1120192419-卜梦旭-实验三.docx
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\07111905-1120192419-卜梦旭-实验三.pdf
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\07111905-1120192419-卜梦旭-实验三.rar
A H C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\linux1.png
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\linux2.png
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\producerAndCustomer-linux.cpp
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\producerAndCustomer-windows.cpp
A R C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\windows.png

C:\Users\bumengyu\Desktop>
```

2) 命令行运行程序，源文件为“实验三”，目标文件为“111”。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Users\bumengyu\Desktop>mycp.exe 实验三 111
创建文件夹开始
创建文件夹成功
开始复制
实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三 111\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三
实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.pdf 111\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.pdf
yes
实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三\producerAndCustomer-linux.cpp 111\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三\producerAndCustomer-linux.cpp
yes
实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三\producerAndCustomer-windows.cpp 111\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三\producerAndCustomer-windows.cpp
yes
实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.docx 111\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.docx
yes
实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.pdf 111\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.pdf
yes
实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.rar 111\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.rar
yes
实验三\linux1.png 111\linux1.png
yes
实验三\linux2.png 111\linux2.png
yes
实验三\producerAndCustomer-linux.cpp 111\producerAndCustomer-linux.cpp
yes
实验三\producerAndCustomer-windows.cpp 111\producerAndCustomer-windows.cpp
yes
实验三\windows.png 111\windows.png
yes
复制成功
C:\Users\bumengyu\Desktop>
```

3) dir 命令检查源文件与目标文件的文件、字节数、时间属性是否一致。有结果可知，源文件与目标文件属性一致。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Users\bumengyu\Desktop>dir 实验三
驱动器 C 中的卷是 Windows
卷的序列号是 7252-D6F2

C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三 的目录
2021/12/30 15:16 <DIR> .
2021/12/30 15:16 <DIR> ..
2021/12/04 00:52 987,959 07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.docx
2021/12/09 12:38 680,210 07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.pdf
2021/12/09 12:38 610,512 07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.rar
2021/12/03 13:53 500,517 linux2.png
2021/12/03 16:34 5,236 producerAndCustomer-linux.cpp
2021/12/03 10:55 6,880 producerAndCustomer-windows.cpp
2021/12/03 15:47 443,957 windows.png
7 个文件 3,235,271 字节
3 个目录 7,388,827,648 可用字节

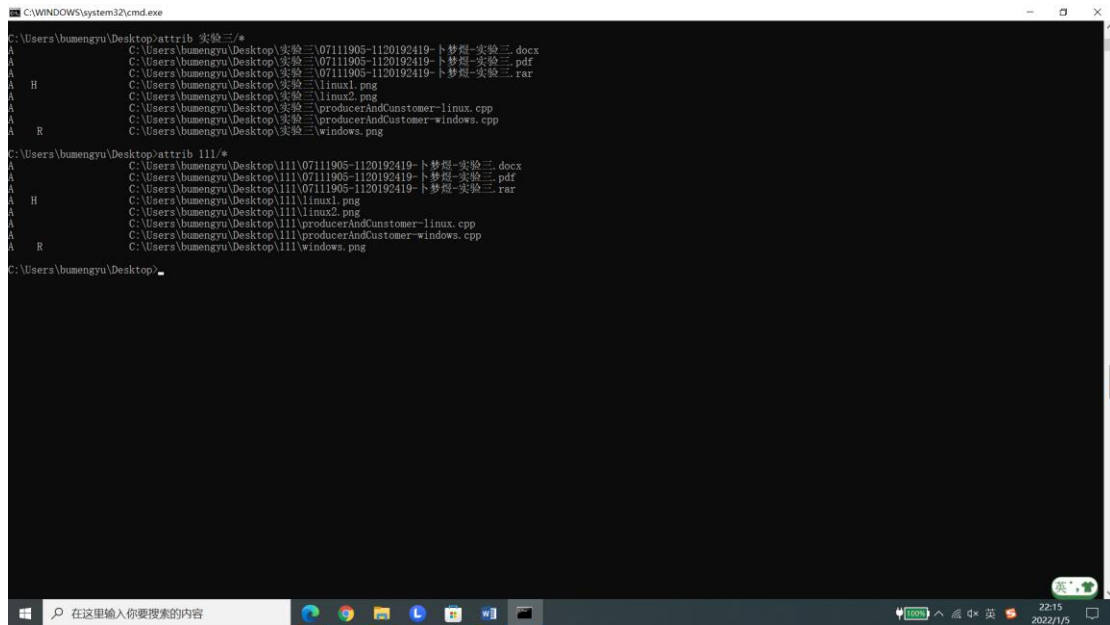
C:\Users\bumengyu\Desktop>dir 111
驱动器 C 中的卷是 Windows
卷的序列号是 7252-D6F2

C:\Users\bumengyu\Desktop\111 的目录
2021/12/30 15:16 <DIR> .
2021/12/30 15:16 <DIR> ..
2021/12/04 00:52 987,959 07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.docx
2021/12/09 12:38 680,210 07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.pdf
2021/12/09 12:38 610,512 07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.rar
2021/12/03 13:53 500,517 linux2.png
2021/12/03 16:34 5,236 producerAndCustomer-linux.cpp
2021/12/03 10:55 6,880 producerAndCustomer-windows.cpp
2021/12/03 15:47 443,957 windows.png
7 个文件 3,235,271 字节
3 个目录 7,388,827,648 可用字节

C:\Users\bumengyu\Desktop>attrib 实验三/*
C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.docx
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.pdf
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.rar
A H C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\linux1.png
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\linux2.png
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\producerAndCustomer-linux.cpp
A C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\producerAndCustomer-windows.cpp
A R C:\Users\bumengyu\Desktop\实验三\windows.png

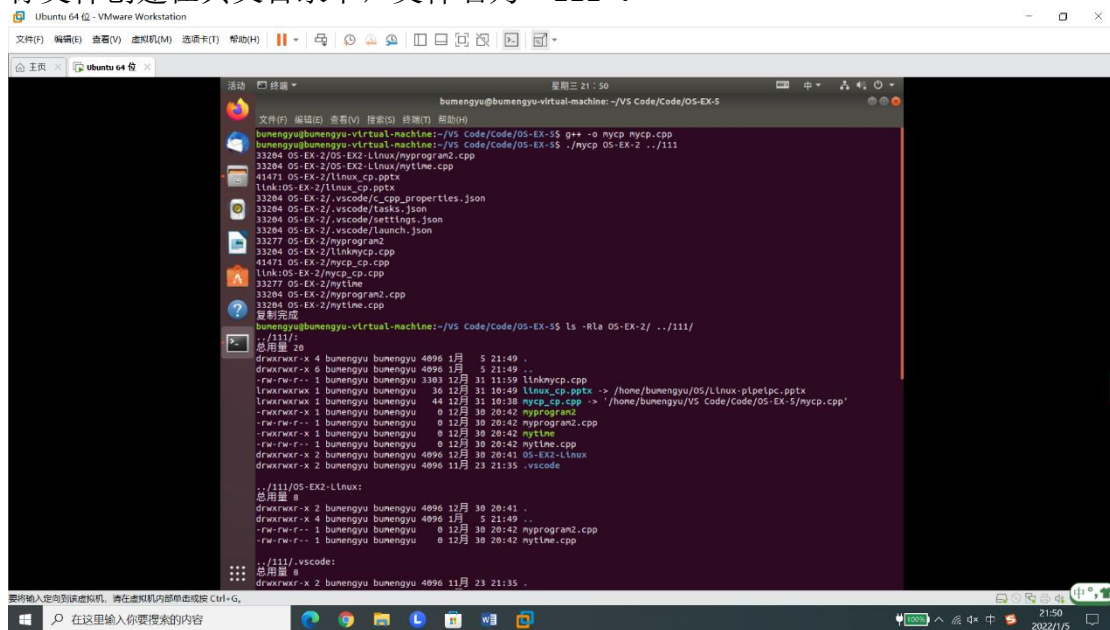
C:\Users\bumengyu\Desktop>attrib 111/*
A C:\Users\bumengyu\Desktop\111\07111905-1120192419-卜梦煜-实验三.docx
```

4) attrib 命令查看源文件与目标文件的读写权限是否一致。由结果可知，源文件与目标文件文件权限一致。

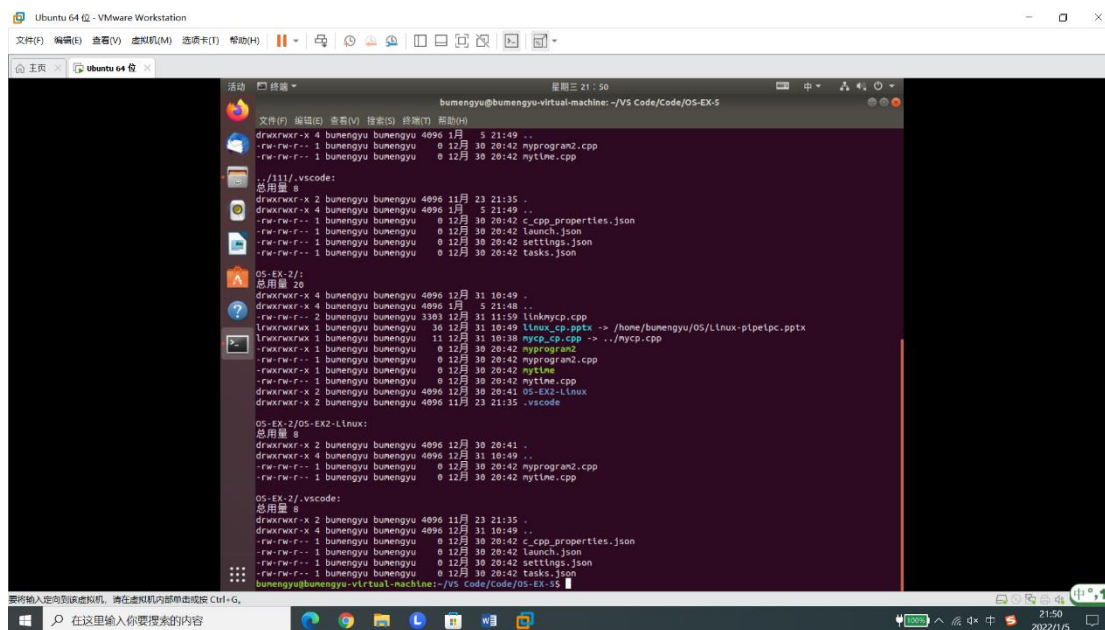


(2) Linux 部分

1) 编译.cpp 文件为 mycp 程序, 运行 mycp 程序, 源文件为“OS-EX-2”, 目标文件创建在其父目录下, 文件名为“111”。



2) 调用 ls -lRa 命令, 查看源文件与目标文件的详细信息。可以看到, 源文件与目标文件的目录文件、普通文件、链接文件的时间、权限属性都是一致的。对链接文件, 由于采用的是将相对路径转化成绝对路径的方法, 因此链接文件内容有所区别, 源文件为相对路径或绝对路径, 目标文件为绝对路径。文件大小栏存放的是文件字符数。



七、实验收获与体会

通过本次实验,我对 Windows 和 Linux 文件系统有了更加直观、深入的理解,也掌握了进行文件操作的系统调用函数。

在实验中也遇到过一些问题,大都是因为对系统函数不熟悉。比如实验之初并没有意识到 `stat()`和 `lstat()`函数的区别,导致 Linux 链接文件的复制操作复制的是链接文件指向的文件,而不是链接文件本身。再比如修改文件时间时 `utime()`和 `lutimes()`的区别,因为 `utime()`具有穿透性,会导致复制的时间属性为链接文件指向的文件的时间属性,而不是链接文件本身的时间属性,进而导致时间属性不一致的问题。后通过查资料解决了这些问题。