第22讲：文件操作

目录

正文开始

1. 为什么使用文件?

如果没有文件，我们写的程序的数据是存储在电脑的内存中，如果程序退出，内存回收，数据就丢失了，等再次运行程序，是看不到上次程序的数据的，如果要将数据进行**持久化的保存**，我们可以使用文件。

2. 什么是文件?

磁盘（硬盘）上的文件是文件。

但是在程序设计中，我们一般谈的文件有两种：程序文件、数据文件（从文件功能的角度来分类的）。

2.1 程序文件

程序文件包括源程序文件（后缀为.c）,目标文件（windows环境后缀为.obj）,可执行程序（windows环境后缀为.exe）。

2.2 数据文件

文件的内容不一定是程序，而是程序运行时读写的数据，比如程序运行需要从中读取数据的文件，或者输出内容的文件。

本章讨论的是数据文件。

在以前各章所处理数据的输入输出都是以终端为对象的，即从终端的键盘输入数据，运行结果显示到显示器上。

其实有时候我们会把信息输出到磁盘上，当需要的时候再从磁盘上把数据读取到内存中使用，这里处理的就是磁盘上文件。

2.3 文件名

一个文件要有一个唯一的文件标识，以便用户识别和引用。

文件名包含3部分：文件路径+文件名主干+文件后缀

例如：`c:\code\test.txt`

为了方便起见，文件标识常被称为**文件名**。

3. 二进制文件和文本文件?

根据数据的组织形式，数据文件被称为**文本文件**或者**二进制文件**。

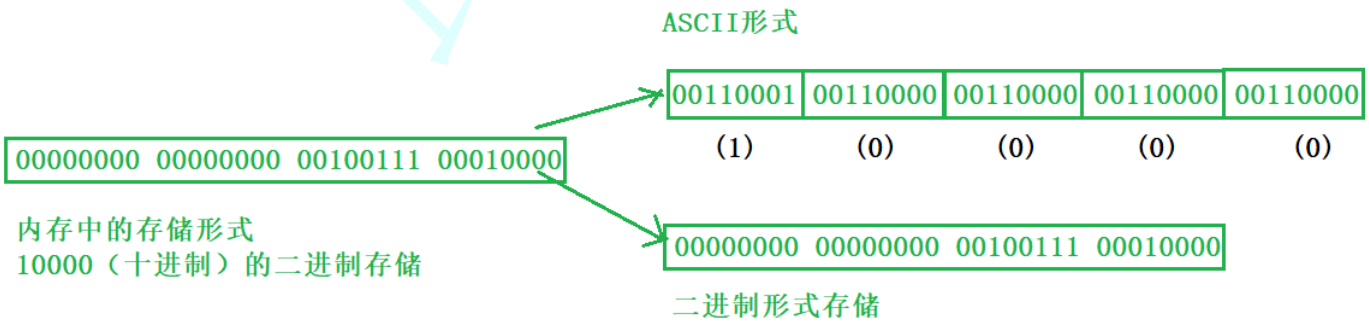
数据在内存中以二进制的形式存储，如果不加转换的输出到外存的文件中，就是**二进制文件**。

如果要求在外存上以ASCII码的形式存储，则需要在存储前转换。以ASCII字符的形式存储的文件就是**文本文件**。

一个数据在文件中是怎么存储的呢?

字符一律以ASCII形式存储，数值型数据既可以用ASCII形式存储，也可以使用二进制形式存储。

如有整数10000，如果以ASCII码的形式输出到磁盘，则磁盘中占用5个字节（每个字符一个字节），而二进制形式输出，则在磁盘上只占4个字节（VS2019测试）。

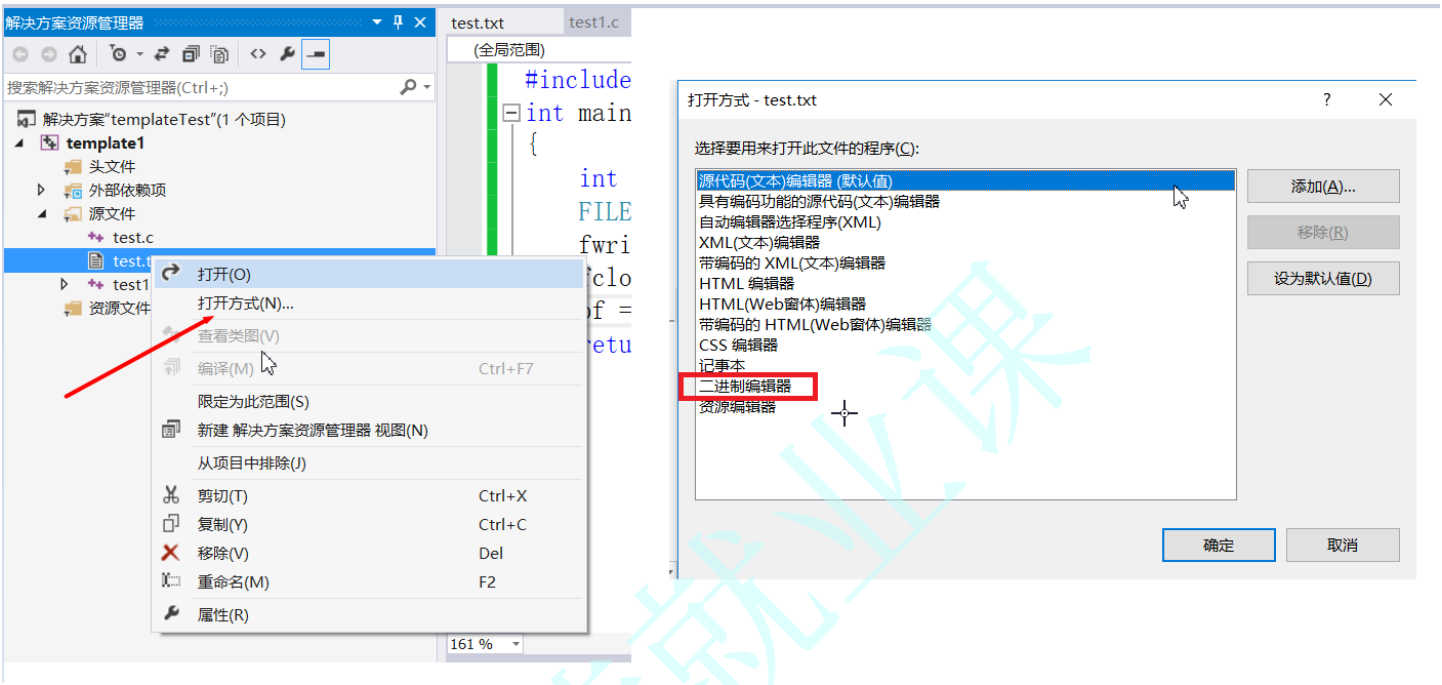


测试代码：

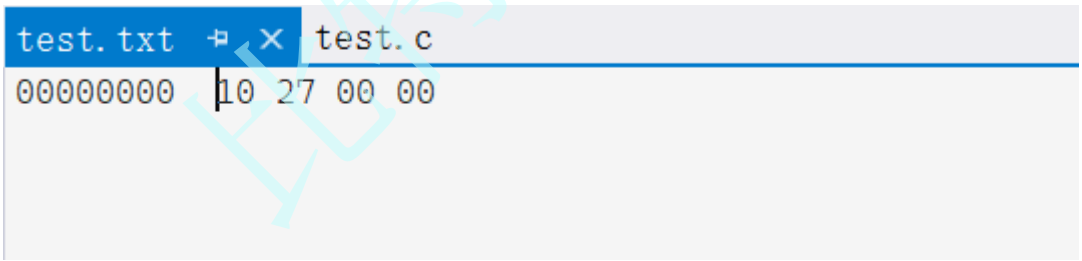
```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     int a = 10000;
```

```
    FILE* pf = fopen("test.txt", "wb");
    fwrite(&a, 4, 1, pf);//二进制的形式写到文件中
    fclose(pf);
    pf = NULL;
    return 0;
}
```

在VS上打开二进制文件：



VS上打开二进制文件的方法



10000在二进制文件中

4. 文件的打开和关闭

4.1 流和标准流

4.1.1 流

我们程序的数据需要输出到各种外部设备，也需要从外部设备获取数据，不同的外部设备的输入输出操作各不相同，为了方便程序员对各种设备进行方便的操作，我们抽象出了流的概念，我们可以把流想象成流淌着字符的河。

C程序针对文件、画面、键盘等的数据输入输出操作都是通过流操作的。

一般情况下，我们要想向流里写数据，或者从流中读取数据，都是要打开流，然后操作。

4.1.2 标准流

那为什么我们从键盘输入数据，向屏幕上输出数据，并没有打开流呢？

那是因为C语言程序在启动的时候，默认打开了3个流：

- **stdin** - 标准输入流，在大多数的环境中从键盘输入，scanf函数就是从标准输入流中读取数据。
- **stdout** - 标准输出流，大多数的环境中输出至显示器界面，printf函数就是将信息输出到标准输出流中。
- **stderr** - 标准错误流，大多数环境中输出到显示器界面。

这是默认打开了这三个流，我们使用scanf、printf等函数就可以直接进行输入输出操作的。

stdin、stdout、stderr 三个流的类型是： `FILE *` ，通常称为**文件指针**。

C语言中，就是通过 `FILE*` 的文件指针来维护流的各种操作的。

4.2 文件指针

缓冲文件系统中，关键的概念是“**文件类型指针**”，简称“**文件指针**”。

每个被使用的文件都在内存中开辟了一个相应的**文件信息区**，用来存放文件的相关信息（如文件的名字，文件状态及文件当前的位置等）。这些信息是保存在一个结构体变量中的。该结构体类型是由系统声明的，取名 **FILE**.

例如，VS2013 编译环境提供的 `stdio.h` 头文件中有以下的文件类型申明：

```
struct _iobuf {
        char *_ptr;
        int   _cnt;
        char *_base;
        int   _flag;
        int   _file;
        int   _charbuf;
        int   _bufsiz;
        char *_tmpfname;
};

typedef struct _iobuf FILE;
```

不同的C编译器的FILE类型包含的内容不完全相同，但是大同小异。

每当打开一个文件的时候，系统会根据文件的情况自动创建一个FILE结构的变量，并填充其中的信息，使用者不必关心细节。

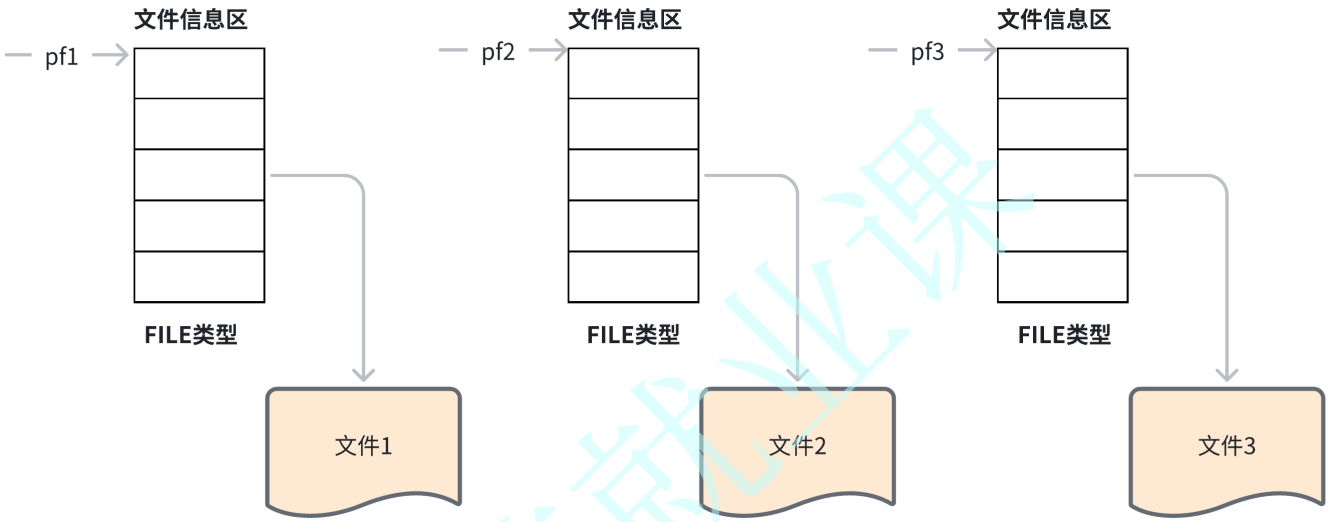
一般都是通过一个FILE的指针来维护这个FILE结构的变量，这样使用起来更加方便。

下面我们可以创建一个FILE*的指针变量：

```
FILE* pf;//文件指针变量
```

定义pf是一个指向FILE类型数据的指针变量。可以使pf指向某个文件的文件信息区（是一个结构体变量）。通过该文件信息区中的信息就能够访问该文件。也就是说，**通过文件指针变量能够间接找到与它关联的文件**。

比如：



4.3 文件的打开和关闭

文件在读写之前应该先**打开文件**，在使用结束之后应该**关闭文件**。

在编写程序的时候，在打开文件的同时，都会返回一个FILE*的指针变量指向该文件，也相当于建立了指针和文件的关系。

ANSI C 规定使用 `fopen` 函数来打开文件， `fclose` 来关闭文件。

```
//打开文件
FILE * fopen ( const char * filename, const char * mode );

//关闭文件
int fclose ( FILE * stream );
```

mode表示文件的打开模式，下面都是文件的打开模式：

文件使用方式	含义	如果指定文件不存在

“r”（只读）	为了输入数据，打开一个已经存在的文本文件	出错
“w”（只写）	为了输出数据，打开一个文本文件	建立一个新的文件
“a”（追加）	向文本文件尾添加数据	建立一个新的文件
“rb”（只读）	为了输入数据，打开一个二进制文件	出错
“wb”（只写）	为了输出数据，打开一个二进制文件	建立一个新的文件
“ab”（追加）	向一个二进制文件尾添加数据	建立一个新的文件
“r+”（读写）	为了读和写，打开一个文本文件	出错
“w+”（读写）	为了读和写，建议一个新的文件	建立一个新的文件
“a+”（读写）	打开一个文件，在文件尾进行读写	建立一个新的文件
“rb+”（读写）	为了读和写打开一个二进制文件	出错
“wb+”（读写）	为了读和写，新建一个新的二进制文件	建立一个新的文件
“ab+”（读写）	打开一个二进制文件，在文件尾进行读和写	建立一个新的文件

实例代码：

```c
/* fopen fclose example */
#include <stdio.h>
int main ()
{
  FILE * pFile;
  //打开文件
  pFile = fopen ("myfile.txt","w");
  //文件操作
  if (pFile!=NULL)
  {
    fputs ("fopen example",pFile);
    //关闭文件
    fclose (pFile);
  }
  return 0;
}
```

5. 文件的顺序读写

5.1 顺序读写函数介绍

函数名	功能	适用于
fgetc	字符输入函数	所有输入流
fputc	字符输出函数	所有输出流
fgets	文本行输入函数	所有输入流
fputs	文本行输出函数	所有输出流
fscanf	格式化输入函数	所有输入流
fprintf	格式化输出函数	所有输出流
fread	二进制输入	文件输入流
fwrite	二进制输出	文件输出流

上面说的适用于所有输入流一般指适用于标准输入流和其他输入流（如文件输入流）；所有输出流一般指适用于标准输出流和其他输出流（如文件输出流）。

5.2 对比一组函数：

> scanf/fscanf/sscanf
>
> printf/fprintf/sprintf

6. 文件的随机读写

6.1 fseek

根据文件指针的位置和偏移量来定位文件指针（文件内容的光标）。

```
1 int fseek ( FILE * stream, long int offset, int origin );
```

例子：

```
1 /* fseek example */
2 #include <stdio.h>
```

```
3
4  int main ()
5  {
6    FILE * pFile;
7    pFile = fopen ( "example.txt" , "wb" );
8    fputs ( "This is an apple." , pFile );
9    fseek ( pFile , 9 , SEEK_SET );
10   fputs ( " sam" , pFile );
11   fclose ( pFile );
12   return 0;
13 }
```

6.2 ftell

返回文件指针相对于起始位置的偏移量

```
1 long int ftell ( FILE * stream );
```

例子：

```
1  /* ftell example : getting size of a file */
2  #include <stdio.h>
3
4  int main ()
5  {
6      FILE * pFile;
7      long size;
8      pFile = fopen ("myfile.txt","rb");
9      if (pFile==NULL)
10         perror ("Error opening file");
11     else
12     {
13         fseek (pFile, 0, SEEK_END);   // non-portable
14         size=ftell (pFile);
15         fclose (pFile);
16         printf ("Size of myfile.txt: %ld bytes.\n",size);
17     }
18     return 0;
19 }
```

6.3 rewind

让文件指针的位置回到文件的起始位置

```
void rewind ( FILE * stream );
```

例子：

```
/* rewind example */
#include <stdio.h>

int main ()
{
    int n;
    FILE * pFile;
    char buffer [27];

    pFile = fopen ("myfile.txt","w+");
    for ( n='A' ; n<='Z' ; n++)
        fputc ( n, pFile);
    rewind (pFile);

    fread (buffer,1,26,pFile);
    fclose (pFile);

    buffer[26]='\0';
    printf(buffer);
    return 0;
}
```

7. 文件读取结束的判定

7.1 被错误使用的 `feof`

牢记：在文件读取过程中，不能用feof函数的返回值直接来判断文件的是否结束。

`feof` 的作用是：当文件读取结束的时候，判断是读取结束的原因是否是：遇到文件尾结束。

1. 文本文件读取是否结束，判断返回值是否为 `EOF` （`fgetc`），或者 `NULL` （`fgets`）

例如：

- `fgetc` 判断是否为 `EOF` .
- `fgets` 判断返回值是否为 `NULL` .

2. 二进制文件的读取结束判断，判断返回值是否小于实际要读的个数。

例如：

- fread判断返回值是否小于实际要读的个数。

文本文件的例子：

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main(void)
{
    int c; // 注意：int，非char，要求处理EOF
    FILE* fp = fopen("test.txt", "r");
    if(!fp) {
        perror("File opening failed");
        return EXIT_FAILURE;
    }
    //fgetc 当读取失败的时候或者遇到文件结束的时候，都会返回EOF
    while ((c = fgetc(fp)) != EOF) // 标准C I/O读取文件循环
    {
       putchar(c);
    }
    //判断是什么原因结束的
    if (ferror(fp))
        puts("I/O error when reading");
    else if (feof(fp))
        puts("End of file reached successfully");

    fclose(fp);
}
```

二进制文件的例子：

```c
#include <stdio.h>

enum { SIZE = 5 };
int main(void)
{
    double a[SIZE] = {1.,2.,3.,4.,5.};
    FILE *fp = fopen("test.bin", "wb"); // 必须用二进制模式
```

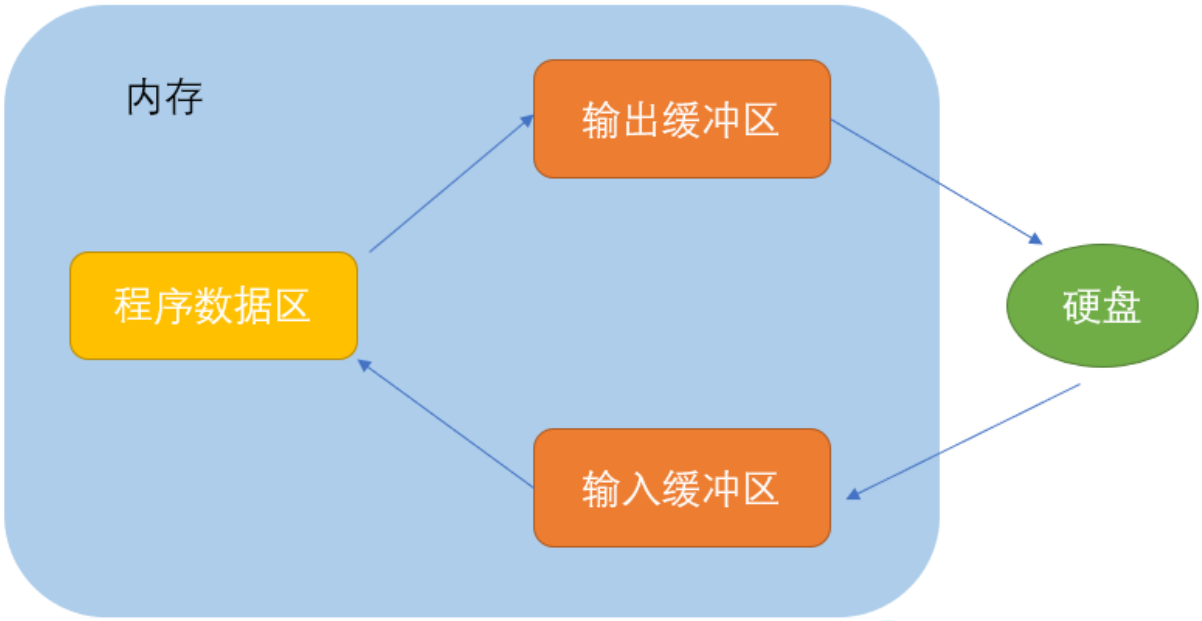
```c
    fwrite(a, sizeof *a, SIZE, fp); // 写 double 的数组
    fclose(fp);

    double b[SIZE];
    fp = fopen("test.bin","rb");
    size_t ret_code = fread(b, sizeof *b, SIZE, fp); // 读 double 的数组
    if(ret_code == SIZE) {
        puts("Array read successfully, contents: ");
        for(int n = 0; n < SIZE; ++n)
            printf("%f ", b[n]);
        putchar('\n');
    } else { // error handling
       if (feof(fp))
          printf("Error reading test.bin: unexpected end of file\n");
       else if (ferror(fp)) {
           perror("Error reading test.bin");
       }
    }

    fclose(fp);
}
```

8. 文件缓冲区

ANSIC 标准采用**“缓冲文件系统”**处理的数据文件的，所谓缓冲文件系统是指系统自动地在内存中为程序中每一个正在使用的文件开辟一块**“文件缓冲区”**。从内存向磁盘输出数据会先送到内存中的缓冲区，装满缓冲区后才一起送到磁盘上。如果从磁盘向计算机读入数据，则从磁盘文件中读取数据输入到内存缓冲区（充满缓冲区），然后再从缓冲区逐个地将数据送到程序数据区（程序变量等）。缓冲区的大小根据C编译系统决定的。




```c
#include <stdio.h>
#include <windows.h>
//VS2022 WIN11环境测试
int main()
{
	FILE*pf = fopen("test.txt", "w");
	fputs("abcdef", pf);//先将代码放在输出缓冲区
	printf("睡眠10秒-已经写数据了，打开test.txt文件，发现文件没有内容\n");
	Sleep(10000);
	printf("刷新缓冲区\n");
	fflush(pf);//刷新缓冲区时，才将输出缓冲区的数据写到文件（磁盘）
	//注：fflush 在高版本的VS上不能使用了
	printf("再睡眠10秒-此时，再次打开test.txt文件，文件有内容了\n");
	Sleep(10000);
	fclose(pf);
	//注：fclose在关闭文件的时候，也会刷新缓冲区
	pf = NULL;

	return 0;
}
```

这里可以得出一个**结论**：

因为有缓冲区的存在，C语言在操作文件的时候，需要做刷新缓冲区或者在文件操作结束的时候关闭文件。

如果不做，可能导致读写文件的问题。

完