程序设计实习

C++ 面向对象程序设计

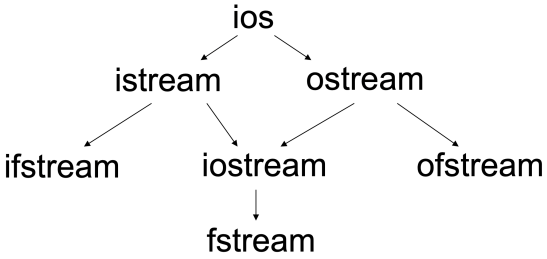
张勤健
zqj@pku.edu.cn

北京大学信息科学技术学院

2024 年 3 月 22 日

大纲

与输入输出流操作相关的类



- istream是用于输入的流类，cin就是该类的对象。
- ostream是用于输出的流类，cout就是该类的对象。
- ifstream是用于从文件读取数据的类。
- ofstream是用于向文件写入数据的类。
- iostream是既能用于输入，又能用于输出的类。
- fstream 是既能从文件读取数据，又能向文件写入数据的类。

标准流对象

- 输入流对象:
  - cin 与标准输入设备相连
    cin对应于标准输入流，用于从键盘读取数据，也可以被重定向为从文件中读取数据。
- 输出流对象：
  - cout 与标准输出设备相连
    cout对应于标准输出流，用于向屏幕输出数据，也可以被重定向为向文件写入数据。
  - cerr 与标准错误输出设备相连
  - clog 与标准错误输出设备相连

cerr和clog的区别在于cerr不使用缓冲区，直接向显示器输出信息；而输出到clog中的信息先会被存放在缓冲区，缓冲区满或者刷新时才输出到屏幕。

判断输入流结束

```
1  int x;
2  while (cin>>x) {
3    //
4  }
```

原理?

判断输入流结束

```
int x;
while (cin>>x) {
  //
}
```

原理?

```
 istream& operator>>(int &a) {
  //
  return *this;
}
```

判断输入流结束

```
int x;
while (cin>>x) {
  //
}
```

原理?

```
 istream& operator>>(int &a) {
  //
  return *this;
}
```

```
operator bool() {
  //
}
```

istream 类的成员函数

```
1  istream &getline(char *buf, int bufSize);
```

从输入流中读取bufSize - 1个字符到缓冲区buf，或读到碰到'\n'为止（哪个先到算哪个）。

```
1  istream &getline(char *buf, int bufSize, char delim);
```

从输入流中读取bufSize - 1个字符到缓冲区buf，或读到碰到delim字符为止（哪个先到算哪个）。

两个函数都会自动在 buf 中读入数据的结尾添加'\0'。,'\n'或delim都不会被读入buf，但会被从输入流中取走。如果输入流中'\n'或delim之前的字符个数达到或超过了bufSize个，就导致读入出错，其结果就是：虽然本次读入已经完成，但是之后的读入就都会失败了。

可以用 if (!cin.getline(...)) 判断输入是否结束

istream 类的成员函数

```
1  bool eof();  //判断输入流是否结束
2  int peek();  //返回下一个字符，但不从流中去掉.
3  istream &putback(char ch); //将字符 ch 放回输入流
4  istream &ignore(int nCount = 1, int delim = EOF);//从流中删掉最多 nCount 个字符，遇到 EOF 时结束。
```

istream 类的成员函数

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
  int x;
  char buf[100];
  cin >> x;
  cin.getline(buf, 90);
  cout << buf << endl;
  return 0;
}
```

输入 1

```
12 abcd
```

输出 1

```
 abcd
```

输入 2

```
12
```

输出 2

```

```

因为getline读到留在流中的'\n'就会返回

输出重定向

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
  int x, y;
  cin >> x >> y;
  freopen("test.txt", "w", stdout); //将标准输出重定向到 test.txt 文件
  if (y == 0)                       //除数为 0 则在屏幕上输出错误信息
    cerr << "error." << endl;
  else
    cout << x / y; //输出结果到 test.txt
  return 0;
}
```

输入重定向

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
  double f;
  int n;
  freopen("t.txt", "r", stdin); // cin 被改为从 t.txt 中读取数据
  cin >> f >> n;
  cout << f << "," << n << endl;
  return 0;
}
```

t.txt:

```
3.14 123
```

输入重定向

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
  double f;
  int n;
  freopen("t.txt", "r", stdin); // cin 被改为从 t.txt 中读取数据
  cin >> f >> n;
  cout << f << "," << n << endl;
  return 0;
}
```

t.txt:

```
3.14 123
```

输出:

```
3.14,123
```

流操纵算子

- 整数流的基数：流操纵算子 dec,oct,hex,setbase
- 浮点数的精度（precision,setprecision）
- 设置域宽 (setw,width)
- 用户自定义的流操纵算子

使用流操纵算子需要

```
#include <iomanip>
```

流操纵算子

整数流的基数：流操纵算子dec，oct，hex

```
1  int n = 10;
2  cout << n << endl;
3  cout << hex << n << endl
4       << dec << n << endl
5       << oct << n << endl;
```

输出结果：

```
10
a
10
12
```

控制浮点数精度的流操纵算子

precision, setprecision

- precision是成员函数，其调用方式为：

```
1  cout.precision(5);
```

- setprecision 是流操作算子，其调用方式为：

```
1  cout << setprecision(5); // 可以连续输出
```

它们的功能相同。

- 指定输出浮点数的有效位数（非定点方式输出时）
- 指定输出浮点数的小数点后的有效位数（定点方式输出时）

定点方式：小数点必须出现在个位数后面

控制浮点数精度的流操纵算子

```cpp
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main() {
  double x = 1234567.89, y = 12.34567;
  int n = 1234567;
  int m = 12;
  cout << setprecision(6) << x << endl
       << y << endl
       << n << endl
       << m << endl;
}
```

输出：

```
1.23457e+06
12.3457
1234567
12
```

控制浮点数精度的流操纵算子

```cpp
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main() {
  double x = 1234567.89, y = 12.34567;
  int n = 1234567;
  int m = 12;
  cout << setiosflags(ios::fixed)
       << setprecision(6) << x << endl
       << y << endl
       << n << endl
       << m << endl;
}
```

输出：

```
1234567.890000
12.345670
1234567
12
```

控制浮点数精度的流操纵算子

```cpp
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main() {
  double x = 1234567.89;
  cout << setiosflags(ios::fixed)
       << setprecision(6) << x << endl
       << resetiosflags(ios::fixed) << x << endl;
}
```

输出：

```
1234567.890000
1.23457e+06
```

`resetiosflags(ios::fixed)`取消以小数点位置固定的方式输出

设置域宽的流操纵算子

设置域宽 (setw，width) 两者功能相同，一个是成员函数，另一个是流操作算子，调用方式不同：

```
1  cin >> setw(4); //  cin.width(4);
2  cout << setw(4); //  cout.width(4);
```

设置域宽的流操纵算子

设置域宽 (setw，width) 两者功能相同，一个是成员函数，另一个是流操作算子，调用方式不同：

```
cin >> setw(4); //  cin.width(4);
cout << setw(4); //  cout.width(4);
```

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
  int w = 4;
  char string[10];
  cin.width(5);
  while (cin >> string) {
    cout.width(w++);
    cout << string << endl;
    cin.width(5);
  }
}
```

输入：

```
1234567890
```

输出：

```
1234
 5678
    90
```

设置域宽的流操纵算子

设置域宽 (setw，width) 两者功能相同，一个是成员函数，另一个是流操作算子，调用方式不同：

```
cin >> setw(4); //  cin.width(4);
cout << setw(4); //  cout.width(4);
```

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
  int w = 4;
  char string[10];
  cin.width(5);
  while (cin >> string) {
    cout.width(w++);
    cout << string << endl;
    cin.width(5);
  }
}
```

输入：

```
1234567890
```

输出：

```
1234
 5678
    90
```

宽度设置有效性是一次性的，在每次读入和输出之前都要设置宽度。

流操纵算子

```
5  int main() {
6    int n = 141;
7    //1) 分别以十六进制、十进制、八进制先后输出 n
8    cout << "1) " << hex << n << " " << dec << n << " " << oct << n << endl;
9    double x = 1234567.89,y = 12.34567;
10   //2) 保留 5 位有效数字
11   cout << "2) " << setprecision(5) << x << " " << y << " " << endl;
12   //3) 保留小数点后面 5 位
13   cout << "3) " << fixed << setprecision(5) <<  x << " " << y << endl ;
14   //4) 科学计数法输出，且保留小数点后面 5 位
15   cout << "4) " << scientific << setprecision(5) <<x << " " << y << endl ;
16   //5) 非负数要显示正号，输出宽度为 12 字符，宽度不足则用'*'填补
17   cout << "5) " << showpos << fixed << setw(12) << setfill('*') << 12.1 << endl;
18   //6) 非负数不显示正号，输出宽度为 12 字符，宽度不足则右边用填充字符填充
19   cout << "6) " << noshowpos << setw(12) << left << 12.1 << endl;
20   //7) 输出宽度为 12 字符，宽度不足则左边用填充字符填充
21   cout << "7) " << setw(12) << right << 12.1 << endl;
22   //8) 宽度不足时，负号和数值分列左右，中间用填充字符填充
23   cout << "8) " << setw(12) << internal << -12.1 << endl;
24   cout << "9) " << 12.1 << endl;
25   return 0;
26 }
```

流操纵算子

输出

```
1) 8d 141 215
2) 1.2346e+06 12.346
3) 1234567.89000 12.34567
4) 1.23457e+06 1.23457e+01
5) ****12.10000
6) 12.10000****
7) ****12.10000
8) -***12.10000
9) 12.10000
```

用户自定义流操纵算子

```
1  ostream &tab(ostream &output){
2    return output << '\t';
3  }
4  cout << "aa" << tab << "bb" << endl;
```

输出：

```
aa	bb
```

为什么可以?

用户自定义流操纵算子

```
1  ostream &tab(ostream &output){
2    return output << '\t';
3  }
4  cout << "aa" << tab << "bb" << endl;
```

输出：

```
aa  bb
```

为什么可以？因为 iostream 里对 << 进行了重载 (成员函数)

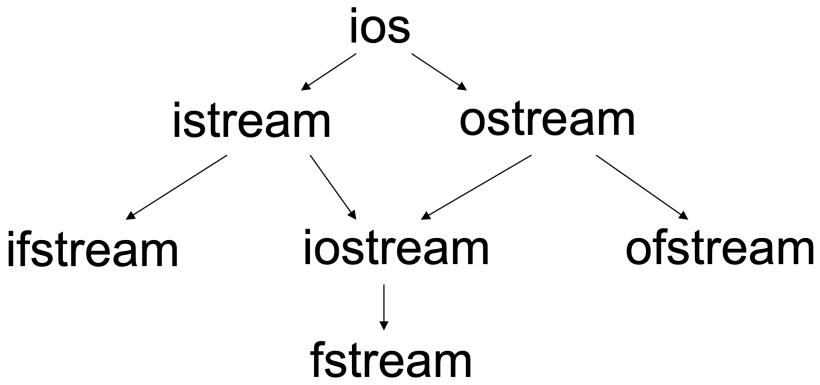
```
1  ostream &operator<<(ostream &(*p)(ostream &));
```

该函数内部会调用p所指向的函数，且以 *this 作为参数

hex，dec，oct 都是函数

文件和流

可以将顺序文件看作一个有限字符构成的顺序字符流，然后像对 cin, cout 一样的读写。回顾一下输入输出流类的结构层次：



创建文件

```
1  #include <fstream> // 包含头文件
2
3  ofstream outFile("clients.dat", ios::out | ios::binary); //创建文件
```

clients.dat 要创建的文件的名字，文件名可以给出绝对路径，也可以给相对路径

`ios::out` 文件打开方式

- `ios::out` 输出到文件，删除原有内容
- `ios::app` 输出到文件，保留原有内容，总是在尾部添加

`ios::binary` 以二进制文件格式打开文件 (二进制跟普通的文本格式最大差别在于对换行符的处理方式不同)

创建文件

也可以先创建ofstream对象，再用 open函数打开

```
ofstream fout;
fout.open("test.out", ios::out | ios::binary);
```

判断打开是否成功：

```
if (!fout) {
  cout << "File open error!" << endl;
}
```

文件名的绝对路径和相对路径

- 绝对路径:
  - windows:

```
"c:\\tmp\\mydir\\some.txt"
```

  - linux、macos:

```
"/tmp/same.txt"
```

- 相对路径:
  - windows:

```
"\\tmp\\mydir\\some.txt" //当前盘符的根目录下的 tmp\dir\some.txt
"tmp\\mydir\\some.txt" //当前文件夹的 tmp 子文件夹里面的.....
"..\\tmp\\mydir\\some.txt" //当前文件夹的父文件夹下面的 tmp 子文件夹里面的
```

  - linux、macos:

```
"tmp/same.txt"
"../tmp/mydir/some.txt"
```

文件的读写指针

对于输入文件, 有一个读指针;
对于输出文件, 有一个写指针;
对于输入输出文件, 有一个读写指针;
标识文件操作的当前位置, 该指针在哪里, 读写操作就在哪里进行。

```
1  ofstream fout("a1.out", ios::app); //以添加方式打开
2  long location = fout.tellp();      //取得写指针的位置
3  location = 10;
4  fout.seekp(location);           // 将写指针移动到第 10 个字节处
5  fout.seekp(location, ios::beg); //从头数 location
6  fout.seekp(location, ios::cur); //从当前位置数 location
7  fout.seekp(location, ios::end); //从尾部数 location
```

location 可以为负值

显式关闭文件

```
1  ifstream fin("test.dat", ios::in);
2  fin.close();
3
4  ofstream fout("test.dat", ios::out);
5  fout.close();
```

字符文件读写

因为文件流也是流，所以流的成员函数和流操作算子也同样适用于文件流。
写一个程序，将文件 in.txt 里面的整数排序后，输出到 out.txt
例如，若 in.txt 的内容为：

```
1 234 9 45 6 879
```

则执行本程序后，生成的 out.txt 的内容为：

```
1 6 9 45 234 879
```

字符文件读写

```cpp
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <vector>
#include <algorithm>
using namespace std;
int main() {
  vector<int> v; // v 是一个可变长整型数组
  ifstream srcFile("in.txt", ios::in);
  ofstream destFile("out.txt", ios::out);
  int x;
  while (srcFile >> x)
    v.push_back(x);          //往 v 末尾添加一个元素
  sort(v.begin(), v.end()); //排序
  for (int i = 0; i < v.size(); i++)
    destFile << v[i] << " ";
  destFile.close();
  srcFile.close();
  return 0;
}
```

二进制文件读写

- 二进制读文件：

```
1  istream &read(char *s, long n);
```

将文件读指针指向的地方的 n 个字节内容，读入到内存地址 s，然后将文件读指针向后移动 n 字节 (以ios::in方式打开文件时，文件读指针开始指向文件开头) 。

二进制文件读写

- 二进制读文件：

```
1  istream &read(char *s, long n);
```

将文件读指针指向的地方的 n 个字节内容，读入到内存地址 s，然后将文件读指针向后移动 n 字节 (以ios::in方式打开文件时，文件读指针开始指向文件开头) 。

- 二进制写文件：

```
1  ostream &write(const char *s, long n);
```

将内存地址 s 处的 n 个字节内容，写入到文件中写指针指向的位置，然后将文件写指针向后移动 n 字节 (以ios::out方式打开文件时，文件写指针开始指向文件开头，以ios::app方式打开文件时，文件写指针开始指向文件尾部) 。

在文件中写入和读取一个整数

```cpp
#include <iostream>
#include <fstream>
using namespace std;

int main() {
  ofstream fout("some.dat", ios::out | ios::binary);
  int x = 120;
  fout.write((const char *)(&x), sizeof(int));
  fout.close();
  ifstream fin("some.dat", ios::in | ios::binary);
  int y;
  fin.read((char *)&y, sizeof(int));
  fin.close();
  cout << y << endl;
  return 0;
}
```

二进制文件读写

从键盘输入几个学生的姓名的成绩，并以二进制文件形式保存

```
1  #include <iostream>
2  #include <fstream>
3  using namespace std;
4
5  struct Student {
6    char name[20];
7    int score;
8  };
9  int main() {
10   Student s;
11   ofstream OutFile("students.dat", ios::out | ios::binary);
12   while (cin >> s.name >> s.score)
13     OutFile.write((char *)&s, sizeof(s));
14   OutFile.close();
15   return 0;
16 }
```

二进制文件读写

输入：

```
Tom 60
Jack 80
Jane 40
```

则形成的 students.dat 为 72 字节，用 windows 记事本打开，呈现：
Tom 烫烫烫烫烫烫烫烫 < Jack 烫烫烫烫烫烫烫蘼 Jane 烫烫烫烫烫烫烫?

二进制文件读写

将 students.dat 文件的内容读出并显示

```
1  #include <iostream>
2  #include <fstream>
3  using namespace std;
4  struct Student {
5    char name[20];
6    int score;
7  };
8  int main() {
9    Student s;
10   ifstream inFile("students.dat", ios::in | ios::binary);
11   if (!inFile) {
12     cout << "error" << endl;
13     return 0;
14   }
15   while (inFile.read((char *)&s, sizeof(s))) {
16     int readedBytes = inFile.gcount(); //看刚才读了多少字节
17     cout << s.name << " " << s.score << endl;
18   }
19   inFile.close();
20   return 0;
21 }
```

二进制文件读写

将 students.dat 文件的 Jane 的名字改成 Mike

```
5  struct Student {
6    char name[20];
7    int score;
8  };
9  int main() {
10   Student s;
11   fstream iofile("students.dat", ios::in | ios::out | ios::binary);
12   if (!iofile) {
13     cout << "error";
14     return 0;
15   }
16   iofile.seekp(2 * sizeof(s), ios::beg); //定位写指针到第三个记录
17   iofile.write("Mike", strlen("Mike"));
18   iofile.seekg(0, ios::beg); //定位读指针到开头
19   while (iofile.read((char *)&s, sizeof(s)))
20     cout << s.name << " " << s.score << endl;
21   iofile.close();
22   return 0;
23 }
```

文件拷贝程序 mycopy 示例

```
1  /* 用法示例:
2    mycopy src.dat dest.dat
3    即将 src.dat 拷贝到 dest.dat   如果 dest.dat 原来就有，则原来的文件会被覆盖
4  */
5  #include <iostream>
6  #include <fstream>
7  using namespace std;
8  int main(int argc, char *argv[]) {
9    if (argc != 3) {
10     cout << "File name missing!" << endl;
11     return 0;
12   }
13   ifstream inFile(argv[1], ios::binary | ios::in); //打开文件用于读
14   if (!inFile) {
15     cout << "Source file open error." << endl;
16     return 0;
17   }
18   ofstream outFile(argv[2], ios::binary | ios::out); //打开文件用于写
19   if (!outFile) {
20     cout << "New file open error." << endl;
21     inFile.close(); //打开的文件一定要关闭
22     return 0;
23   }
24   char c;
25   while (inFile.get(c)) //每次读取一个字符
26     outFile.put(c);     //每次写入一个字符
27   outFile.close();
28   inFile.close();
29   return 0;
30 }
```