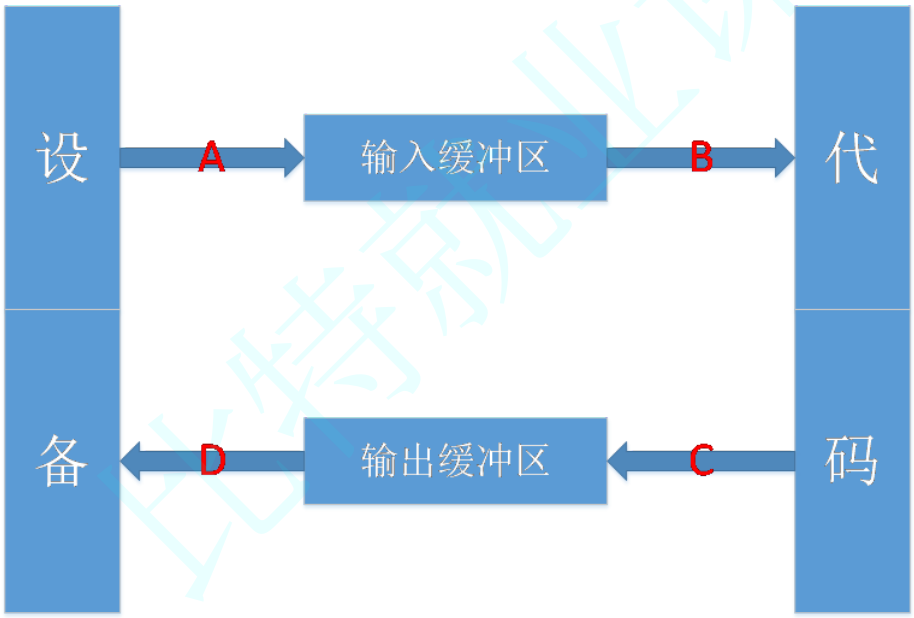
Lesson13---C++的IO流

【本节目标】

- **1. C语言的输入与输出**
- **2. 流是什么**
- **3. C++IO流**
- **4. stringstream的简单介绍**

1. C语言的输入与输出

> C语言中我们用到的最频繁的输入输出方式就是**scanf ()与printf()。 scanf(): 从标准输入设备(键盘)读取数据，并将值存放在变量中。printf(): 将指定的文字/字符串输出到标准输出设备(屏幕)。注意宽度输出和精度输出控制。**C语言借助了相应的缓冲区来进行输入与输出。如下图所示：
>
> 
>
>
> 对**输入输出缓冲区**的理解：
>
> 1.可以**屏蔽掉低级I/O的实现**，低级I/O的实现依赖操作系统本身内核的实现，所以如果能够屏蔽这部分的差异，可以**很容易写出可移植的程序。**
>
> 2.可以**使用这部分的内容实现"行"读取的行为**，对于计算机而言是没有"行"这个概念，有了这部分，就可以定义"行"的概念，然后解析缓冲区的内容，返回一个"行"。

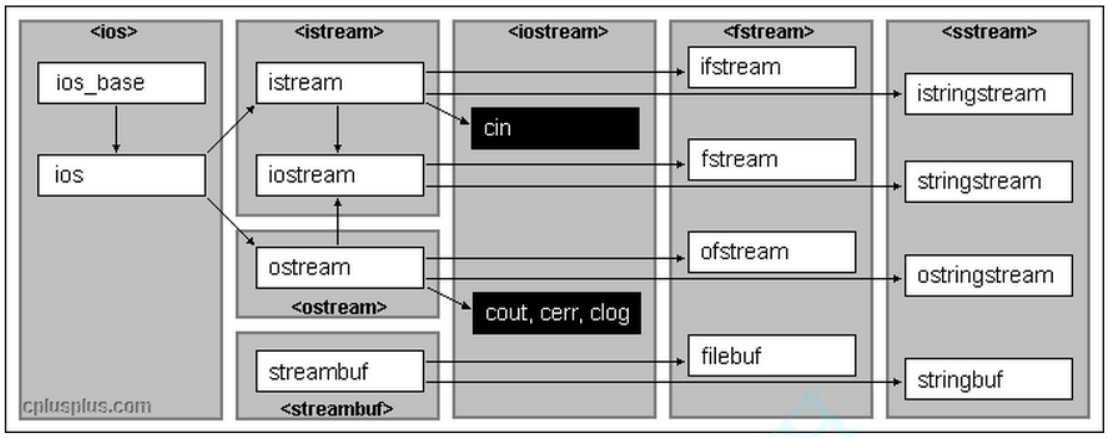
2. 流是什么

> "流"即是流动的意思，是物质从一处向另一处流动的过程，**是对一种**有序连续**且**具有方向性**的**数据（`其单位可以是bit,byte,packet`）**的**抽象描述。
> C++流是指信息从外部输入设备（如键盘）向计算机内部（如内存）输入和从内存向外部输出设备（显示器）输出的过程。这种输入输出的过程被形象的比喻为"流"。
>
> 它的**特性**是：**有序连续、具有方向性**

为了实现这种流动，C++定义了I/O标准类库，这些每个类都称为流/流类，用以完成某方面的功能

3. C++IO流

C++系统实现了一个庞大的类库，其中ios为基类，其他类都是直接或间接派生自ios类



3.1 C++标准IO流

C++标准库提供了4个全局流对象cin、cout、cerr、clog，使用**cout进行标准输出，即数据从内存流向控制台(显示器)。**使用**cin进行标准输入即数据通过键盘输入到程序中**，同时C++标准库还提供了**cerr用来进行标准错误的输出**，以及**clog进行日志的输出**，从上图可以看出，cout、cerr、clog是ostream类的三个不同的对象，因此这三个对象现在基本没有区别，只是应用场景不同。

在使用时候必须要包含文件并引入std标准命名空间。

注意：

1. cin为缓冲流。**键盘输入的数据保存在缓冲区中，当要提取时，是从缓冲区中拿。**如果一次输入过多，会留在那儿慢慢用，**如果输入错了，必须在回车之前修改，如果回车键按下就无法挽回了。只有把输入缓冲区中的数据取完后，才要求输入新的数据。**
2. **输入的数据类型必须与要提取的数据类型一致**，否则出错。出错只是在流的状态字state中对应位置位（置1），程序继续。
3. 空格和回车都可以作为数据之间的分格符，所以多个数据可以在一行输入，也可以分行输入。但如果是**字符型和字符串，则空格（ASCII码为32）无法用cin输入，字符串中也不能有空格。**回车符也无法读入。
4. cin和cout可以直接输入和输出内置类型数据，原因：**标准库已经将所有内置类型的输入和输出全部重载了**：

member functions	ostream& operator<< (bool val); ostream& operator<< (short val); ostream& operator<< (unsigned short val); ostream& operator<< (int val); ostream& operator<< (unsigned int val); ostream& operator<< (long val); ostream& operator<< (unsigned long val); ostream& operator<< (float val); ostream& operator<< (double val); ostream& operator<< (long double val); ostream& operator<< (const void* val); ostream& operator<< (streambuf* sb); ostream& operator<< (ostream& (*pf)(ostream&)); ostream& operator<< (ios& (*pf)(ios&)); ostream& operator<< (ios_base& (*pf)(ios_base&));
global functions	ostream& operator<< (ostream& out, char c); ostream& operator<< (ostream& out, signed char c); ostream& operator<< (ostream& out, unsigned char c); ostream& operator<< (ostream& out, const char* s); ostream& operator<< (ostream& out, const signed char* s); ostream& operator<< (ostream& out, const unsigned char* s);

member functions	istream& operator>> (bool& val); istream& operator>> (short& val); istream& operator>> (unsigned short& val); istream& operator>> (int& val); istream& operator>> (unsigned int& val); istream& operator>> (long& val); istream& operator>> (unsigned long& val); istream& operator>> (float& val); istream& operator>> (double& val); istream& operator>> (long double& val); istream& operator>> (void*& val); istream& operator>> (streambuf* sb); istream& operator>> (istream& (*pf)(istream&)); istream& operator>> (ios& (*pf)(ios&)); istream& operator>> (ios_base& (*pf)(ios_base&));
global functions	istream& operator>> (istream& is, char& ch); istream& operator>> (istream& is, signed char& ch); istream& operator>> (istream& is, unsigned char& ch); istream& operator>> (istream& is, char* str); istream& operator>> (istream& is, signed char* str); istream& operator>> (istream& is, unsigned char* str);

5. 对于自定义类型，如果要支持cin和cout的标准输入输出，需要对<<和>>进行重载。
6. 在线OJ中的输入和输出：
    - 对于IO类型的算法，一般都需要循环输入：
    - 输出：严格按照题目的要求进行，多一个少一个空格都不行。
    - 连续输入时，vs系列编译器下在输入ctrl+Z时结束

```
// 单个元素循环输入
while(cin>>a)
{
    // ...
}

// 多个元素循环输入
while(c>>a>>b>>c)
{
    // ...
}

// 整行接收
while(cin>>str)
{
    // ...
}
```

7. istream类型对象转换为逻辑条件判断值

```
istream& operator>> (int& val);
explicit operator bool() const;
```

http://www.cplusplus.com/reference/istream/istream/operator%3E%3E/

http://www.cplusplus.com/reference/ios/ios/operator_bool/

实际上我们看到使用while(cin>>i)去流中提取对象数据时，调用的是operator>>，返回值是istream类型的对象，那么这里可以做逻辑条件值，源自于istream的对象又调用了operator bool，operator bool调用时如果接收流失败，或者有结束标志，则返回false。

```
class Date
{
    friend ostream& operator << (ostream& out, const Date& d);
    friend istream& operator >> (istream& in, Date& d);
public:
    Date(int year = 1, int month = 1, int day = 1)
        :_year(year)
        , _month(month)
        , _day(day)
    {}

    operator bool()
    {
        // 这里是随意写的，假设输入_year为0，则结束
        if (_year == 0)
            return false;
        else
            return true;
    }
private:
    int _year;
    int _month;
    int _day;
};

istream& operator >> (istream& in, Date& d)
{
    in >> d._year >> d._month >> d._day;
    return in;
}

ostream& operator << (ostream& out, const Date& d)
{
    out << d._year << " " << d._month <<" "<< d._day ;
    return out;
}

// C++ IO流，使用面向对象+运算符重载的方式
// 能更好的兼容自定义类型，流插入和流提取
int main()
{
    // 自动识别类型的本质--函数重载
    // 内置类型可以直接使用--因为库里面ostream类型已经实现了
    int i = 1;
    double j = 2.2;
    cout << i << endl;
    cout << j << endl;

    // 自定义类型则需要我们自己重载<< 和 >>
    Date d(2022, 4, 10);
    cout << d;
```

```
    while (d)
    {
        cin >> d;
        cout << d;
    }

    return 0;
}
```

3.2 C++文件IO流

C++根据文件内容的数据格式分为**二进制文件**和**文本文件**。采用文件流对象操作文件的一般步骤：

1. 定义一个文件流对象

- ifstream ifile(只输入用)
- ofstream ofile(只输出用)
- fstream iofile(既输入又输出用)

2. 使用文件流对象的成员函数打开一个磁盘文件，使得文件流对象和磁盘文件之间建立联系
3. 使用提取和插入运算符对文件进行读写操作，或使用成员函数进行读写
4. 关闭文件

```
struct ServerInfo
{
    char _address[32];
    int _port;

    Date _date;
};

struct ConfigManager
{
public:
    ConfigManager(const char* filename)
        :_filename(filename)
    {}

    void WriteBin(const ServerInfo& info)
    {
        ofstream ofs(_filename, ios_base::out | ios_base::binary);
        ofs.write((const char*)&info, sizeof(info));
    }

    void ReadBin(ServerInfo& info)
    {
        ifstream ifs(_filename, ios_base::in | ios_base::binary);
        ifs.read((char*)&info, sizeof(info));
    }

    // C++文件流的优势就是可以对内置类型和自定义类型，都使用
    // 一样的方式，去流插入和流提取数据
    // 当然这里自定义类型Date需要重载>> 和 <<
    // istream& operator >> (istream& in, Date& d)
```

```
    // ostream& operator << (ostream& out, const Date& d)
    void WriteText(const ServerInfo& info)
    {
        ofstream ofs(_filename);
        ofs << info._address << " " << info._port<< " "<<info._date;
    }

    void ReadText(ServerInfo& info)
    {
        ifstream ifs(_filename);
        ifs >> info._address >> info._port>>info._date;
    }

private:
    string _filename; // 配置文件
};

int main()
{
    ServerInfo winfo = { "192.0.0.1", 80, { 2022, 4, 10 } };

    // 二进制读写
    ConfigManager cf_bin("test.bin");
    cf_bin.WriteBin(winfo);

    ServerInfo rbinfo;
    cf_bin.ReadBin(rbinfo);
    cout << rbinfo._address << "  " << rbinfo._port <<"  "
<<rbinfo._date << endl;

    // 文本读写
    ConfigManager cf_text("test.text");
    cf_text.WriteText(winfo);

    ServerInfo rtinfo;
    cf_text.ReadText(rtinfo);
    cout << rtinfo._address << "  " << rtinfo._port << "  " <<
rtinfo._date << endl;

    return 0;
}
```

4 stringstream的简单介绍

在C语言中，如果想要将一个整形变量的数据转化为字符串格式，如何去做?

1. 使用itoa()函数
2. 使用sprintf()函数

但是两个函数在转化时，都得**需要先给出保存结果的空间**，那空间要给多大呢，就不太好界定，而且**转化格式不匹配时，可能还会得到错误的结果甚至程序崩溃。**

```
int main()
{
    int n = 123456789;
    char s1[32];
    _itoa(n, s1, 10);

    char s2[32];
    sprintf(s2, "%d", n);

    char s3[32];
    sprintf(s3, "%f", n);
    return 0;
}
```

在C++中，可以使用stringstream类对象来避开此问题。

在程序中如果想要使用stringstream，必须要包含头文件。在该头文件下，标准库三个类：istringstream、ostringstream 和 stringstream，分别用来进行流的输入、输出和输入输出操作，本文主要介绍stringstream。

stringstream主要可以用来：

1. 将数值类型数据格式化为字符串

```
#include<sstream>
int main()
{
    int a = 12345678;
    string sa;

    // 将一个整形变量转化为字符串，存储到string类对象中
    stringstream s;
    s << a;
    s >> sa;

    // clear()
    // 注意多次转换时，必须使用clear将上次转换状态清空掉
    // stringstreams在转换结尾时(即最后一个转换后),会将其内部状态设置为badbit
    // 因此下一次转换是必须调用clear()将状态重置为goodbit才可以转换
    // 但是clear()不会将stringstreams底层字符串清空掉

    // s.str("");
    // 将stringstream底层管理string对象设置成"",
    // 否则多次转换时，会将结果全部累积在底层string对象中

    s.str("");
    s.clear();   // 清空s，不清空会转化失败
    double d = 12.34;
    s << d;
    s >> sa;

    string sValue;
    sValue = s.str();   // str()方法：返回stringsteam中管理的string类型
    cout << sValue << endl;
    return 0;
}
```

2. 字符串拼接

```
int main()
{
    stringstream sstream;

    // 将多个字符串放入 sstream 中
    sstream << "first" << " " << "string,";
    sstream << " second string";
    cout << "strResult is: " << sstream.str() << endl;

    // 清空 sstream
    sstream.str("");
    sstream << "third string";
    cout << "After clear, strResult is: " << sstream.str() << endl;

    return 0;
}
```

3. 序列化和反序列化结构数据

```
struct ChatInfo
{
    string _name; // 名字
    int _id;      // id
    Date _date;   // 时间
    string _msg;  // 聊天信息
};

int main()
{
    // 结构信息序列化为字符串
    ChatInfo winfo = { "张三", 135246, { 2022, 4, 10 }, "晚上一起看电影吧"
};
    ostringstream oss;
    oss << winfo._name << " " << winfo._id << " " << winfo._date << " "
<< winfo._msg;
    string str = oss.str();
    cout << str << endl<<endl;

    // 我们通过网络这个字符串发送给对象，实际开发中，信息相对更复杂，
    // 一般会选用Json、xml等方式进行更好的支持
    // 字符串解析成结构信息
    ChatInfo rInfo;
    istringstream iss(str);
    iss >> rInfo._name >> rInfo._id >> rInfo._date >> rInfo._msg;
    cout << "-----------------------------------------------------"
<< endl;
    cout << "姓名: " << rInfo._name << "(" << rInfo._id << ") ";
    cout <<rInfo._date << endl;
    cout << rInfo._name << ":>" << rInfo._msg << endl;
    cout << "-----------------------------------------------------"
<< endl;

    return 0;
}
```

注意：

1. **stringstream实际是在其底层维护了一个string类型的对象用来保存结果。**
2. **多次数据类型转化时，一定要用clear()来清空，才能正确转化**，但clear()不会将stringstream底层的string对象清空。
3. 可以**使用s. str("")方法将底层string对象设置为""空字符串。**
4. 可以**使用s.str()将让stringstream返回其底层的string对象。**
5. **stringstream使用string类对象代替字符数组，可以避免缓冲区溢出的危险，而且其会对参数类型进行推演，不需要格式化控制，也不会出现格式化失败的风险**，因此使用更方便，更安全。