

# 第3章 使用批量数据

刘 卉

huiliu@fudan.edu.cn

# 前言

## □ 任务/示例

- 读取学生的考试和家庭作业成绩, 计算最终成绩.
- 学习如何存储所有数据, 即使开始并不知道有多少数据需要存储.

# 3.1 计算学生成绩

## □ 课程成绩

$0.2 * \text{midterm} + 0.4 * \text{final} + 0.4 * \text{homework}$

## □ 标准库

- `<ios>`: 输入输出库, 定义了表示流长度的`streamsize`类型.
- `<iomanip>`: 定义了控制符`setprecision`, 设置输出的精度.

## □ 输入操作符>>

- 左操作数为运算结果 $\Rightarrow$ 链式输入

```
cin >> midterm >> final;
```

## □ 默认初始化——取决于变量的类型

- 1) 内置类型的局部变量: 若没有显式初始化, 则初值不确定, 只能用在 '=' 的左边.

e.g.     `int a, b;`  
          `b = a + 1;   // 错误! a没有值.`

- 2) 类的对象: 类会说明没有指定初值时如何初始化.

e.g.     `string name1, name2;   // name1和name2均为""`  
          `name2 = name1 + "abc"   // name2变为"abc"`

没有显式初始化一个string变量时, 会被string类隐式初始化为空字符串.

## □ 输出

- setprecision: 控制cout的输出精度(<iomanip>).
- 好习惯: 及时恢复cout的精度.
  - 调用cout的成员函数precision()保存原始精度.

```
streamsize prec = cout.precision(); //streamsize⇒<ios>
cout << "Your final grade is " << setprecision(3)
    << 0.2*midterm + 0.4*final + 0.4*sum/count
    << setprecision(prec) << endl;
```

## 3.1.1 检测输入的结束

```
while (cin >> x) {.....}
```

- 隐式使用了istream类的对象cin作为while语句的条件式.
  - istream类提供了一种转换机制:  $\text{cin} \Rightarrow \text{bool}$ 值.  
读取成功: true      读取失败: false
  - 用cin作条件式: 检测从cin的读取是否成功.

## □ 从cin读取失败的三种情况:

- 1) 遇到输入文件的结束标志: Ctrl+z, Ctrl+d(Mac)
- 2) 输入类型与要求类型不匹配;
- 3) 输入设备的硬件故障.

■ 一旦读取流失败, 接下来所有读取流操作都会失败⇒必须重设这个流.

□ Windows: `cin.clear()`

□ MacOS: `cin.clear() + clearerr(stdin)`

## 3.1.2 循环不变式

□ We have read *count* grades so far, *sum* is the sum of the first *count* grades.

■ 在对条件式求值前, 不变式为真.

■ 对条件式求值后:

1) 如果成功读取,

□ 增加count→使得不变式的第一部分为真

□ 执行sum += x→使得不变式的第二部分为真

2) 如果读取失败

□ 并没有读入新的数据, 不变式依然为真.

```
while (cin >> x)
{
    ++count;
    sum += x;
}
```



```

int main()
{
    ..... // ask for and read the student's name, the midterm and final grades
    // ask for the homework grades
    cout << "Enter all your homework grades, followed by end-of-file: ";
    // the number and sum of grades read so far
    int count = 0;
    double sum = 0;
    double x; // a variable into which to read
    while (cin >> x) { // invariant: we have read count grades so far, and
        ++count;      // sum is the sum of the first count grades
        sum += x;
    }
    // write the result
    streamsize prec = cout.precision();
    cout << "Your final grade is " << setprecision(3)
        << 0.2 * midterm + 0.4 * final + 0.4 * sum / count
        << setprecision(prec) << endl;

    return 0;
}

```



## 3.2 使用中值取代平均值

### □ 缺陷

- 不能保存每次家庭作业成绩.

### □ 用中值取代平均值

- 使用中值, 不会因为几次不好的成绩影响最终成绩.

### □ 必须从根本上改变程序

- 保存数目不确定的家庭作业成绩→排序→取中值.

## 3.2.1 用vector保存数据集

□ vector——标准库提供的一种容器类型

- 保存多个相同类型的值, 其大小根据需要增长, 且能高效获取每个元素.

```
// revised version
vector<double> homework;
double x;
// invariant: homework contains all the homework grades read
// so far
while (cin >> x)
    homework.push_back(x);
```

## □ vector是一个模版类

- 定义vector对象时, 必须指定它所包含值的类型.

```
vector<double> homework;
```

- push\_back成员函数

- 在当前vector对象的尾部追加一个新元素; 同时, 使vector对象的大小增1.

```
homework.push_back(x);
```

## 3.2.2 产生输出

### □ 找到中值

1) 求homework的长度

```
typedef vector<double>::size_type vec_sz;
```

```
vec_sz size = homework.size();
```

- 再次强调: 使用标准库定义的类型表示容器的大小.
- 局部变量size, vector的成员函数size(): 所处的作用域不同⇒ 同名但不冲突.

## 2) 检测homework是否包含数据

```
if (size == 0) {  
    cout << endl << "You must enter your grades. "  
        "Please try again." << endl;  
    return 1;  
}
```

## 3) 排序

指定排序的元素范围

`sort(homework.begin(), homework.end());`

- `sort`函数在<algorithm>中定义, 非降序排列.
- `homework.begin()`: 返回一个值, 指向homework的第一个元素.
- `homework.end()`: 指向homework末尾元素的下一个位置.
- 原地排序: 移动元素到合适位置, homework发生改变.

#### 4) 找到中间元素

```
vec_sz mid = size/2; // vector<double>::size_type mid = size/2
double median;
median = size%2==0?(homework[mid]+homework[mid-1])/2:homework[mid];
```

- 访问homework的元素: 索引
- 计算最终成绩, 输出.
- 无需担心如何获得内存来存储所有作业成绩
  - 标准库已经为我们做好了这些工作!

```

int main()
{
    .....
    vector<double> homework;
    double x;
    // invariant: homework contains all the homework grades read so far
    while (cin >> x)
        homework.push_back(x);
    // check that the student entered some homework grades
    typedef vector<double>::size_type vec_sz;
    vec_sz size = homework.size();
    if (size == 0) {
        cout << endl << "You must enter your grades.  "
            "Please try again." << endl;
        return 1;
    }
    sort(homework.begin(), homework.end()); // sort the grades
    vec_sz mid = size/2; // compute the median homework grade
    double median;
    median = size % 2 == 0 ? (homework[mid]+homework[mid-1])/2 : homework[mid];
    ..... // compute and write the final grade
    return 0;
}

```





## 3.2.3 值得注意的地方

- vector不会检查索引是否有效
- 程序性能很好
  - 与静态分配内存相比, 使用vector对象可以根据输入, 动态增长大小, 且性能不比前者差.

# 小 结

---

## □ vector类型——<vector>

- `vector<T> v`: 创建一个空的vector, 包含的元素类型为T
- `vector<T>::size_type`: 保证可以存放最大可能的vector元素个数
- `v.begin()`: 返回一个值, 指向v中的第一个元素
- `v.end()`: 指向v中最后一个元素的下一个位置
- `v.push_back(e)`: 把用e初始化的元素追加到v末尾
- `v[i]`: 返回保存在位置i的值
- `v.size()`: 返回v中元素个数

## □ 用输入表达式作为循环条件式

- `while(cin >> x)`

## □ 其它库函数

- `sort(b,e)`:对区间**[b,e)**中的元素按照非降序排列(<algorithm>)
- `s.precision(n)`
- `setprecision(n)`: <iomanip>
- `streamsize`: `setprecision()`需要的参数类型, `precision()`返回的类型. 定义在<ios>中.