

7.4.5 案例：静态结构分析技术的应用

【问题描述】 研究生招生问题

输入四门成绩 a 、 b 、 c 、 d 分别作为政治、英语、数学和专业课成绩,现通过程序判断四门成绩的分数线分别达到自主招生、统一招生和没有考上三种情况。

现在要求输入四个整数 a 、 b 、 c 、 d ,必须满足以下条件。

条件 1: $(a+b+c+d) \geq 310$ & $a \geq 45$ & $b \geq 45$ & $c \geq 75$

条件 2: $(a+b+c+d) \geq 256$ & $a \geq 32$ & $b \geq 32$ & $c \geq 56$

条件 3: $(a+b+c+d) > 0$ & $(a+b+c+d) < 500$

【要求】

(1) 对研究生招生问题进行程序设计。

- (2) 对程序进行静态结构(控制流)分析。
- (3) 计算环形复杂度。
- (4) 给出程序的独立路径集合。
- (5) 设计测试用例。

【解决问题】

1. 设计程序

主要代码如下。

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3  int main()
4  {   int a=0,b=0,c=0,d=0;
5      while(true){
6          cout << "请输入各科成绩: " << endl;
7          cout << "政治: " << endl;
8          cin >> a;
9          cout << "英语: " << endl;
10         cin >> b;
11         cout << "数学: " << endl;
12         cin >> c;
13         cout << "专业课: " << endl;
14         cin >> d;
15         if( (a+b+c+d) > 0 && (a+b+c+d) < 500 )
16         {
17             if( a>100 || b>100 || c>150 || d>150 )
18             {
19                 cout << "输入错误! " << endl;
20                 continue;
21             }
22             if( (a+b+c+d) >= 310 && a>= 45 && b>= 45 && c>= 75 )
23             {
24                 cout << "您达到自主招生规范! " << endl;
25             }
26             else if( (a+b+c+d) >= 256 && a>= 32 && b>= 32 && c>= 56 )
27             {
28                 cout << "您符合统一招生规范! " << endl;
29             }
30             else
31             {
32                 cout << "您没有考上! " << endl;
33             }
34         }
35         else
36         {
37             cout << "输入错误!请重新输入! " << endl;
38             continue;
39         }break; }
40     return 0; }
```

2. 绘制程序流程图

根据代码绘制程序流程图,如图 7.8 所示。

3. 绘制程序控制流图

依据程序流程图绘制的程序控制流图,如图 7.9 所示。

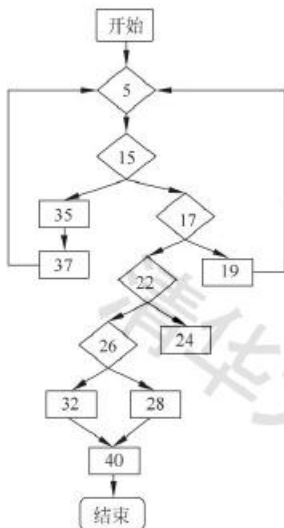


图 7.8 程序流程图

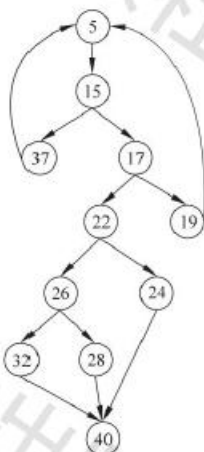


图 7.9 程序控制流图

4. 计算环形复杂度

- (1) 图中区域的个数为 5。
- (2) $V(G) = E - N + 2 = 14 - 11 + 2 = 5$ 。
- (3) $V(G) = P + 1 = 4 + 1 = 5$ 。

3 种方法计算得到的环形复杂度均为 5,则构成基本路径的独立路径应该有 5 条,程序的复杂度为 5。

5. 计算独立路径集合

根据上面的计算方法,可得出以下 5 条独立路径。

路径 1: 5-15-17-22-26-32-40

路径 2: 5-15-17-22-26-28-40

路径 3: 5-15-17-22-24-40

路径 4: 5-15-17-19-5-15-17-22-24-40

路径 5: 5-15-37-5-15-17-22-24-40

根据上面的独立路径,去设计输入数据,使程序分别执行到上面 5 条路径。

6. 设计测试用例

为了确保基本路径集中的每一条路径的执行,根据判断节点给出的条件,选择适当的数

据以保证某一条路径可以被测试到,满足上面例子基本路径集的测试用例如下。

路径 1: 5-15-17-22-26-32-40

输入数据: $a=30, b=40, c=60, d=60$

$((a+b+c+d)>0 \ \&\& \ (a+b+c+d)<500)$ 为 True

$(a>100 \ || \ b>100 \ || \ c>150 \ || \ d>150)$ 为 False

$((a+b+c+d)>=310 \ \&\& \ a>=45 \ \&\& \ b>=45 \ \&\& \ c>=75)$ 为 False

$((a+b+c+d)>=256 \ \&\& \ a>=32 \ \&\& \ b>=32 \ \&\& \ c>=56))$ 为 False

预期结果: 您没有考上!

路径 2: 5-15-17-22-26-28-40

输入数据: $a=60, b=60, c=60, d=80$

$((a+b+c+d)>0 \ \&\& \ (a+b+c+d)<500)$ 为 True

$(a>100 \ || \ b>100 \ || \ c>150 \ || \ d>150)$ 为 False

$((a+b+c+d)>=310 \ \&\& \ a>=45 \ \&\& \ b>=45 \ \&\& \ c>=75)$ 为 False

$((a+b+c+d)>=256 \ \&\& \ a>=32 \ \&\& \ b>=32 \ \&\& \ c>=56))$ 为 True

预期结果: 您符合统一招生规范!

路径 3: 5-15-17-22-24-40

输入数据: $a=80, b=80, c=80, d=80$

$((a+b+c+d)>0 \ \&\& \ (a+b+c+d)<500)$ 为 True

$(a>100 \ || \ b>100 \ || \ c>150 \ || \ d>150)$ 为 False

$((a+b+c+d)>=310 \ \&\& \ a>=45 \ \&\& \ b>=45 \ \&\& \ c>=75)$ 为 True

预期结果: 您达到自主招生规范!

路径 4: 5-15-17-19-5-15-17-22-24-40

第一次输入数据: $a=101, b=60, c=60, d=80$

$((a+b+c+d)>0 \ \&\& \ (a+b+c+d)<500)$ 为 True

$(a>100 \ || \ b>100 \ || \ c>150 \ || \ d>150)$ 为 True

第一次预期结果: 输入错误!

第二次输入数据: $a=80, b=80, c=80, d=80$

$((a+b+c+d)>0 \ \&\& \ (a+b+c+d)<500)$ 为 True

$(a>100 \ || \ b>100 \ || \ c>150 \ || \ d>150)$ 为 False

$((a+b+c+d)>=310 \ \&\& \ a>=45 \ \&\& \ b>=45 \ \&\& \ c>=75)$

为 True

第二次预期结果: 您达到自主招生规范!

路径 5: 5-15-37-5-15-17-22-24-40

第一次输入数据: $a=0, b=0, c=0, d=0$

$((a+b+c+d)>0 \ \&\& \ (a+b+c+d)<500)$ 为 False

第一次预期结果: 输入错误! 请重新输入!

第二次输入数据: $a=80, b=80, c=80, d=80$

$((a+b+c+d)>0 \ \&\& \ (a+b+c+d)<500)$ 为 True

$(a>100 \ || \ b>100 \ || \ c>150 \ || \ d>150)$ 为 False

$((a+b+c+d)>=310 \ \&\& \ a>=45 \ \&\& \ b>=45 \ \&\& \ c>=75)$
为 True

第二次预期结果: 您达到自主招生规范!

案例介绍了运用静态结构分析方法进行静态测试的过程: 先设计程序的算法, 再设计程序流程图, 然后将程序流程图转换为程序控制流图, 计算程序复杂度和独立路径, 最后设计测试用例, 进行测试。