中山大學
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

程序控制结构进阶与练习

中山大学计算机学院

主讲人：黎卫兵　　中山大学MOOC课程组

目录

CONTENTS

实数比较

计算机中连续的实数用 float 或 double 表示。由于离散表示，使得变量中存储的计算结果很多时候是实际实数的**近似值**。

因此，两个实数变量不能使用 == 或 != 直接比较，或判断实数变量为零。

特别是循环语句，循环条件表达式中使用类似 (x==y) 这样的比较，可能导致不确定的死循环（有时能循环中止，有时死循环）

实践中，实数比较运算一般仅使用 > 和 < 两个比较运算符。

两个实数相等使用 fabs(x-y) < eps， eps 是合适的小数如 1e-7

实数等于零使用 fabs(x) < eps，eps 又称精度控制量（值）

实数比较 – 案例研究

计算 PI，精确到小数点后5位。PI的计算公式如下：

$$\pi = 4 * (1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \frac{1}{11} + \cdots + \frac{1}{4n-3} - \frac{1}{4n-1})$$

```
/*pi*/
    pi = 0;
    int i = 1;
    const double eps = 1e-6; //精度保证5位
    while ( 1.0/i > eps) {//不适合用 for 语句
        pi += 1.0/i;
        i++;i++;
        pi -= 1.0/i;
        i++;i++;
    }
    pi *= 4;
    printf("%.5f\n",pi);
```

请打开pi.c

逻辑运算短路

表达式 a && b 如果子表达式 a 为 false 则子表达式 b 结果无论是什么，结果必然为 false。
为了优化程序执行速度，b 不求值，称为 **and 短路**。
表达式 a || b 如果子表达式 a 为 true 则子表达式 b 不求值，结果必然为 true。
称为 **or 短路**。

例如：

```
int a, b, c, d;
a = b = c = 0;
d = a++ || ++b || c++;
printf("%d%d%d%d", a, b, c, d);
```

因此，在 and 表达式中把大概率为 false 的子表达式写在左边有利于提升程序性能。同样 or 表达式把大概率为 true 的子表达式写在左边。

逻辑运算短路

有 int 变量 a 和 b，请问下面的语句是什么意思

b && (c=(double)a/b);

等价于：

```
if (!b) result=false;
else result=(c=(double)a/b);
```

因此，逻辑运算短路等价于 if … else if … 多路分支语句。例如

e1||e2||e3||…||en 等价于

```
if (e1) result=true;
else if (e2) result=true;
else if (e3) result=true;
… …
else result=(en);
```

有副作用（Side effects）的表达式

副作用：如果一个表达式不仅算出一个值，还修改了其他变量，就说这个表达式有副作用。例如：自增减运算、赋值运算、传引用函数

有副作用的表达式并不一定有害，但以下情况会导致表达式难以被理解、测试，甚至被不同编译器解释为不同语义的代码。

- &&、||、?: 表达式包含有副作用的子表达式。例如 a || i++

可能出现在理论考试中

- 子表达式之间因副作用必须用特定顺序编译，会导致未定义行为。例如：
  - i++ +i++; b*2 + 5*(1+b++)
  - a[i++]=i; f(&i) + i
- 函数调用参数中包含有副作用表达式。例如 f(c=d, e++)

理论考试，实际编程，都不该出现

求值顺序 - cppreference.com

bitMASK位操作与应用案例

复习：

- & 可以清零指定的位
- | 可以设置指定位
- ^ 可以使指定的位反相

```
A =    1010 1010
B =    0000 1111    (Mask，掩码)
-------------------
A&B = 0000 1010    屏蔽(清零)高4位
A|B = 1010 1111    置位低4位
A^B = 1010 0101    高4位直通，低4位求反
```

案例用 char 表示文件的权限，对应位为1表示有权限

- 第一位表示可读
- 第二位表示可写
- 第三位表示可执行

请阅读 file-permission.c 解释每一个语句的含义

调试（Debug）与错误（Error）

调试（Debug），又称除错，是发现和减少计算机程序错误的过程。

程序错误的种类：

- **语法（编译）错误**，如语句结束缺少“；”号。这类错误编译器会给出提示
- **运行时错误**，程序运行时异常退出，给出或不给错误信息。如段错误
- **逻辑错误**，程序正常运行，但未得到期望的结果。

调试，是发现后两类错误的重要手段

调试（debug）方法

调试方法一：

Where? What? Which?

- 使用 printf 函数在指定**位置**打印**路径**相关信息或**变量**值

调试方法二：

- **工具**，如 dev-c++（gdb）
- **语句跟踪**，使用**断点（break point）**或执行下一句等指令跟踪程序执行**路径**
- **变量查看**，在跟踪的过程中观察**变量**的变化

因此，需要掌握调试工具的使用以及调试的技巧

调试（debug）过程

调试前：

- 调试工具准备
- **设计测试案例**
- 修改测试程序

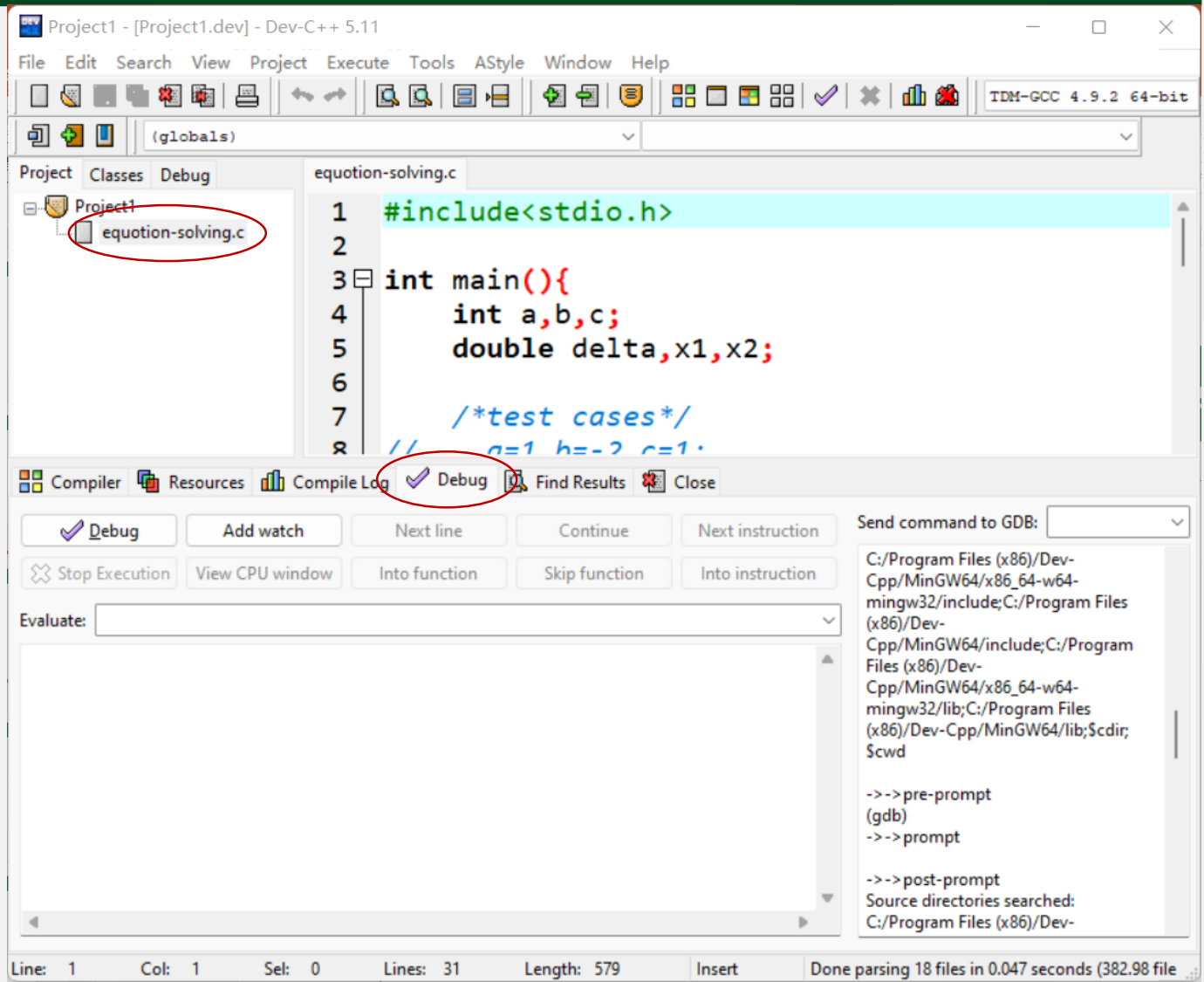
调试中：

- 断点选择
- 变量查看
- 常用调试命令

调试（debug）- 工具 dev c++

调试须知：必须**先创建项目**再调试

- 创建一个**项目（project）**，
- 选择 **控制台应用（console application）**
- 将要调试 c 代码添加到该项目
- 点击代码，打开代码
- 修改代码
- 按 F5 键开启调试



调试（debug）- 代码修改

调试程序一般没有输入语句，如 scanf

调试程序四段结构

- 变量声明或定义
- **测试案例**
- 结果计算
- 输出结果

程序四段结构

- 变量声明或定义
- **数据输入**
- 结果计算
- 输出结果

常用快捷键：ctrl+/ 触发注释代码，在测试案例或数据输入间切换

调试（debug） - 分支语句测试案例设计

测试案例是一组输入变量，它能**覆盖所有可能的分支**。例如

求方程 $ax^2 + bx + c = 0$ 的实数解。
输入：三个整数a, b, c， |a|, |b|, |c| ∈[0,1000] 。

考虑a, Δ是否为零情况

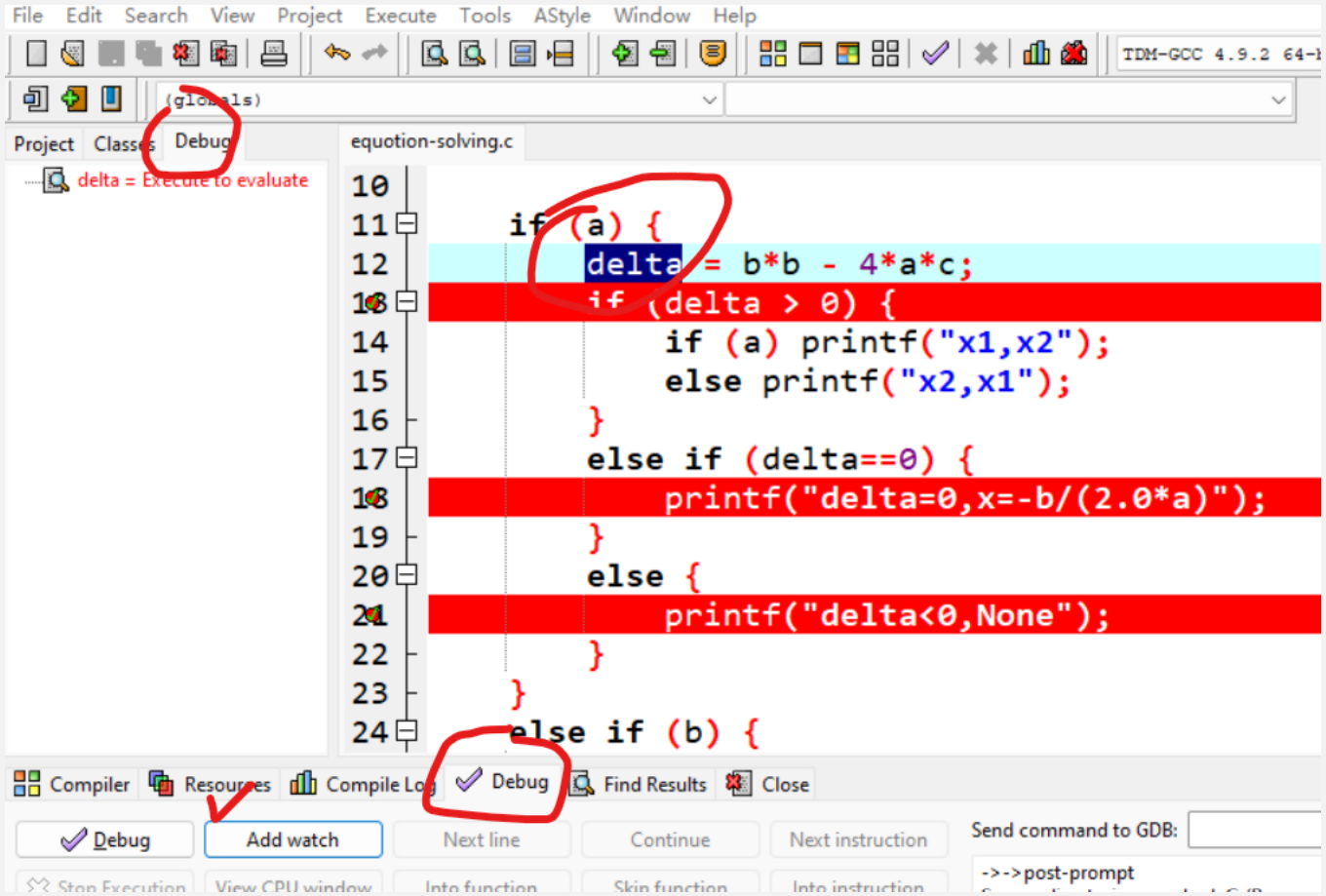
- 左边是分析
- 红色每行是一个案例
- 通常是最典型的输入
- 易于观察各变量值

a	delta	b	a	b	c	期望输出
!=0	>0		1	0	-4	-2，2
	=0		1	-2	1	1
	<0		1	2	2	None
=0	---	!=0	0	1	1	1
	---	0	0	0	1	None

调试（debug） - 分支语句案例

调试步骤：

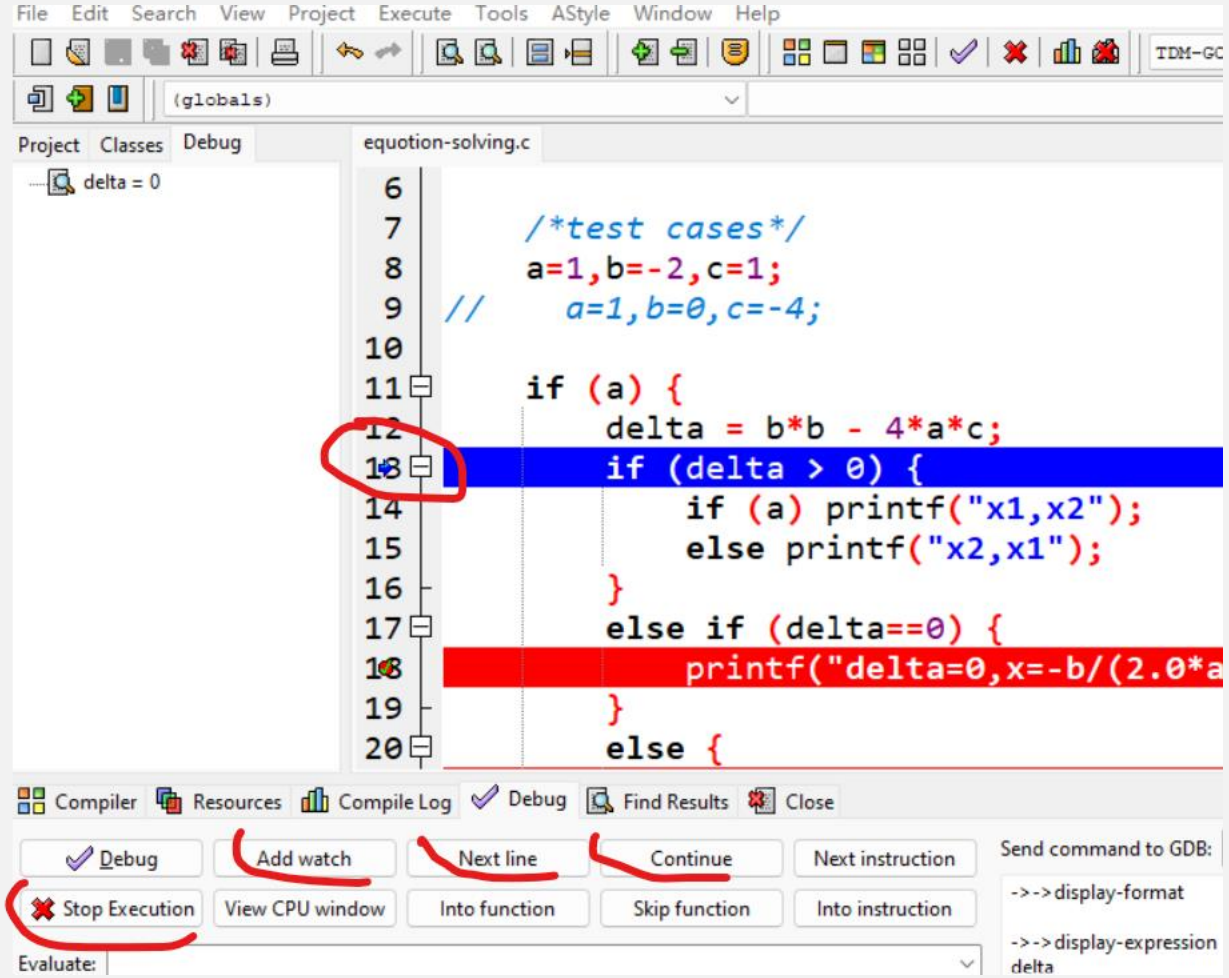
- 创建一个新项目
- 加入案例代码，equotion-solving.c
- 设置断点：点击 13，18，21 行行号，这些行变红
- 查看变量：选中变量 delta，按按钮 Add watch
- 按 F5



调试（debug） - 分支语句案例

调试步骤：

- 这时程序会停在第一个断点（蓝色行）
- 选中任何变量，点 Add watch 观察变量值
- 点击行号，添加/去除断点
- Next line 执行下一条语句
- Continue 执行到下一个断点或程序结束
- Stop Execution 调试结束



调试（debug）-分支语句练习

任务一：记录执行路径

- 断点设在11行
- 用 next line 执行到函数结束
- 记录执行完后经过的行号

任务二：拦截所有可能

- 断点设置在 if 或 else 后一行，思考为什么不要把语句与if，else写在一行上
- 修改测试案例，如 1 2 2，观察执行情况

任务三：检测分支

- 断点设置在 13 行
- 按 next line ，请分析这个案例下 if 条件的结果

调试（debug）-分支语句练习

任务四：设计测试案例

- 请给出 a && delta > 0 时的两个测试案例
- 它们确保打印 x1,x2 或 x2,x1 两种情况

任务五：完善该程序代码

- 分别用设计的 6 个案例检测程序
- 调试并得到期望结果
- 最后用 ctrl+/ 屏蔽调式代码，给出数据输入代码

调试（debug） - 循环语句案例

用牛顿法计算平方根

- 代码 newton.c 来源于网上，经过适当修改。

测试案例设计

- 循环案例设计较复杂，不要求掌握，作业题中都会给出。这里是 2 的平方根

断点选择和 watch 变量

- 循环调试断点一般选择3处：while，for 关键字所在行，
- 循环体的第一行，循环语句的下一行
- Watch 是 **条件表达式**、关键变量
- 使用 Next line 跟踪一次迭代
- 使用 Continue 跟踪每个迭代关键变量的变化，观察迭代是否趋向结束（收敛）

调试（debug） - 循环语句调试练习

任务一：使用 next line 观察第一次迭代

任务二： 使用 Continue 记录每次迭代后 x0 的变化，3-5个值

任务三： 找到导致死循环的 bug

任务四：完善程序，使它能计算你输入的数

课堂练习

剪刀石头布，对战计算机。采用 2n+1轮决定胜负：

- 首先输入n决定比赛轮数，如 n=1 则表示3轮2胜制
- 每轮规则如下：
  - 计算机随机产生0-2数
  - 玩家输入 0，1，2 分别表示剪刀、石头和布
  - 石头砸剪刀、布包石头、剪刀裁布则玩家胜本轮，否则计算机胜
  - 输出本轮胜者，累计获胜次数
  - 最先达到胜（n+1）次者获得最终胜利

请用 C 语言实现该游戏

中山大學
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

谢 谢

中山大学计算机学院

编制人：课题组