静态测试
Static Testing

提纲

- 静态测试概述
- 静态测试的方法
- 静态白盒测试工具
  - C++ test
  - PC-Lint
  - soot

提纲

- 静态测试概述
- 静态测试的方法
- 静态白盒测试工具
  - C++ test
  - PC-Lint
  - soot

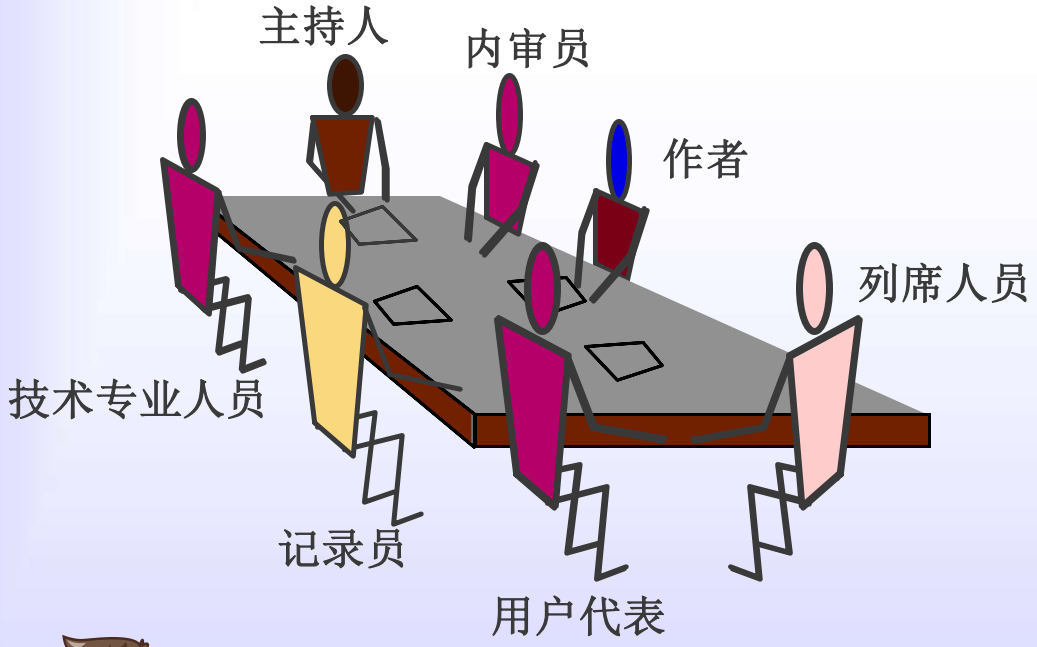
1. 静态测试概述

- 静态测试和动态测试的概念
- 为什么需要静态测试
- 静态测试的重要性

1.1静态测试的概念

- 根据是否需要执行被测软件，分为静态测试和动态测试
- 静态测试（static testing）不执行被测软件，对需求规格说明书和设计说明书进行评审，对源程序代码进行审查和静态分析，等。
  - 对源程序代码进行静态测试，可以找出程序中的欠缺和可疑之处，例如不匹配的参数、不允许的递归、未使用过的变量、空指针的引用等。
- 动态测试（dynamic testing）通过运行软件的组件或系统来测试软件。通过观察代码运行过程，来获取系统行为、变量实时结果、内存、堆栈、线程以及测试覆盖等各方面的信息，来判断系统是否存在问题；或者通过运行测试用例，来发现缺陷。

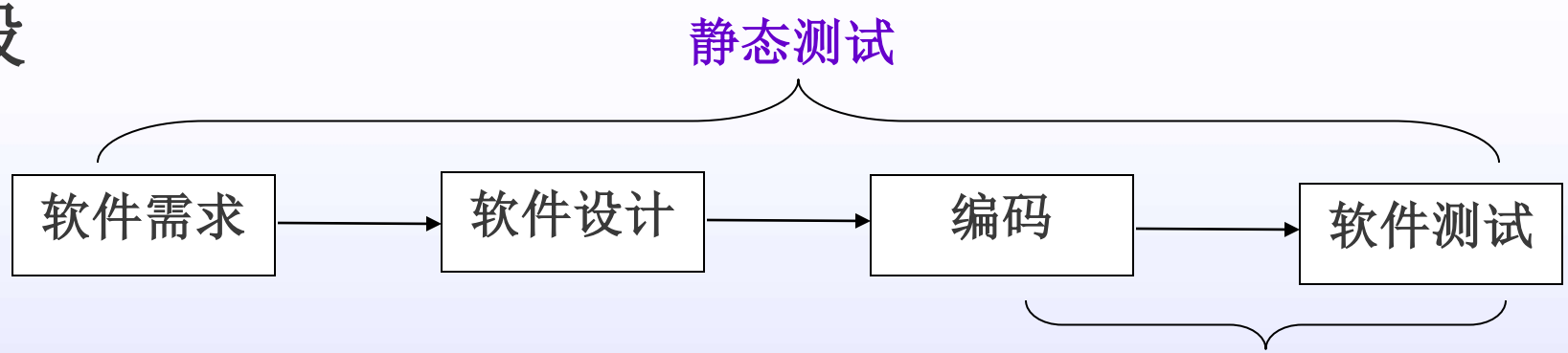
静态的和动态的



运行程序

1.2 为什么需要静态测试

- 狭隘的软件测试只对可运行的软件进行测试，广义的软件测试是将测试遍布于软件生命周期的各个阶段，包括需求、设计、编码、测试及维护等阶段



静态测试具有更长的测试周期

- 静态测试不仅具有更长的生命周期，而且由于其大多数情况下是对软件系统高层次的测试评审，能够在软件开发的早期找出软件缺陷，更能体现测试的经济学原则。

1.3 静态测试的重要性

- 发现设计的方向性问题
- 更早的发现问题
- 避免杀虫剂现象
- 引起程序设计人员的重视
- 静态测试可以训练程序员

提纲

- 静态测试概述
- 静态测试的方法
- 静态白盒测试工具
  - C++ test
  - PC-Lint
  - soot

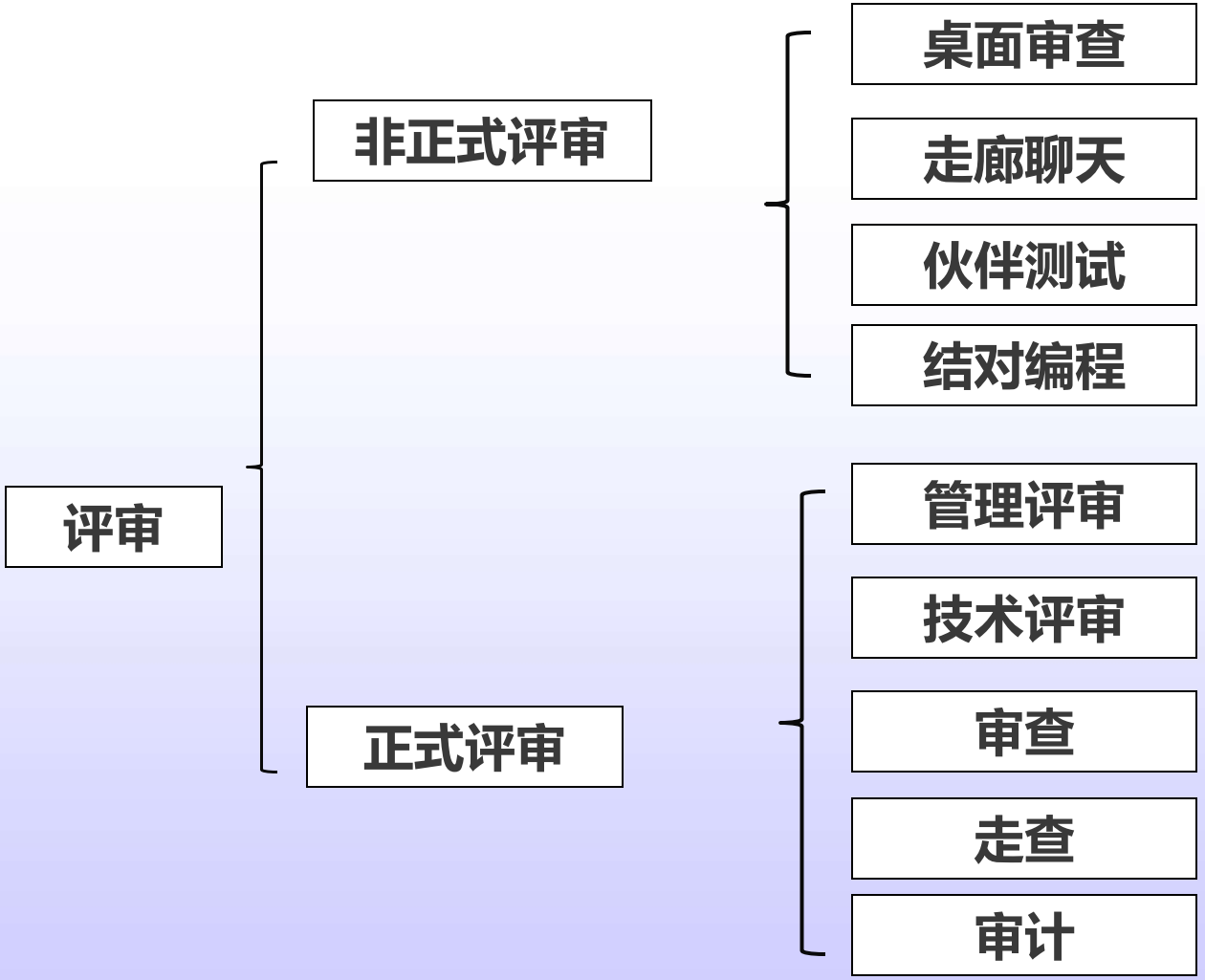
2. 静态测试的方法

- 对于需求规格说明、设计说明等相关文档，一般采用评审的方法进行静态测试
- 对于源代码，目前一般采用自动化工具进行静态白盒测试
  - C++Test：针对C/C++
  - PC-Lint：针对C/C++
  - FindBug：针对Java，开源
  - ……

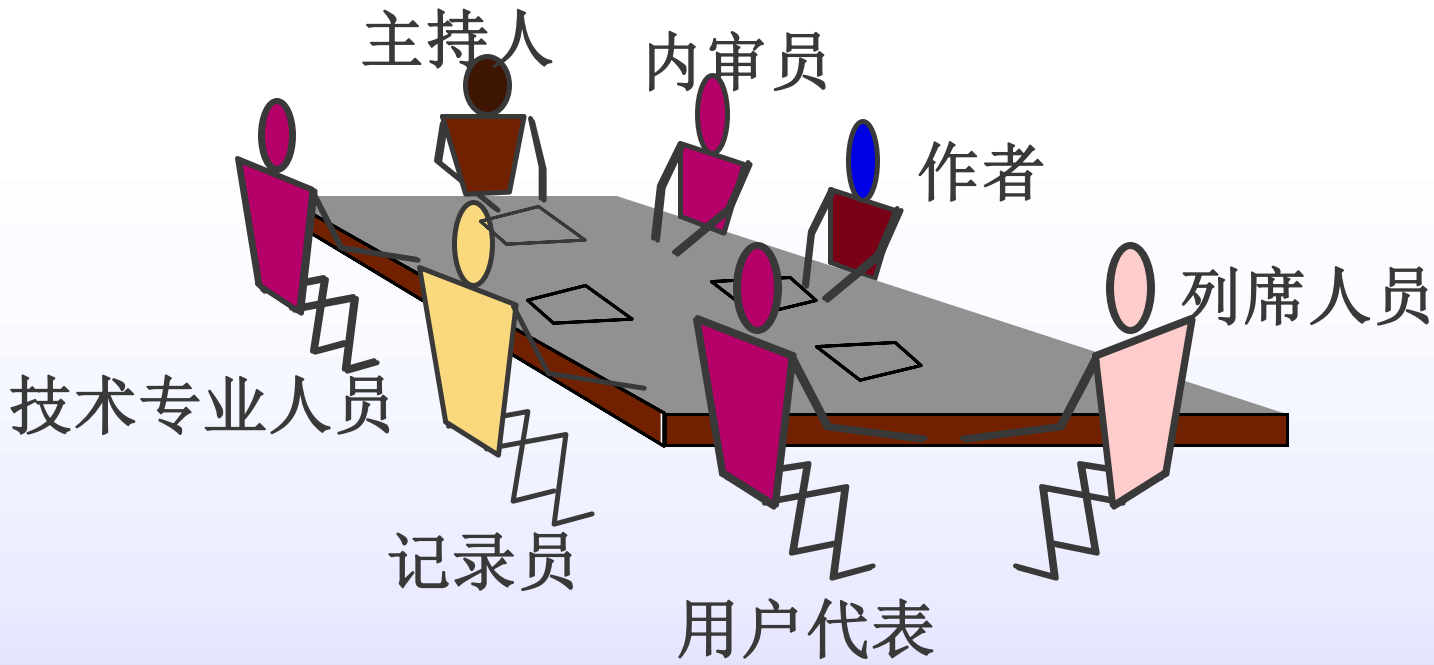
2.1 评审的概念

- 评审（review）：对软件元素或项目状态的一种评估手段，以确定与计划的结果所存在的误差，并提供改进建议。（IEEE Std1028-1988）
- 评审是主要的静态测试技术
- 评审是一个过程或会议，将软件产品或软件过程呈现给工程人员、管理者、使用者、使用者代表、审计人员或其他感兴趣的人员进行检查、评价或建议

2.2 评审的形式



评审



不正式 正式

互审 走查 审查会议

2.3 评审的对象

- **需求评审：**审查需求说明书是否完整、正确、清晰，是否是用户的真正需求。包括对**文档的评审**：文档格式、术语、内容等的检查。
- **设计评审：**对所设计的系统结构的合理性、可测试性、安全性、可用性、……等进行评审；利用关系数据库规范化理论对数据库模式进行审查；等等
- **代码评审：**人工阅读代码，审查程序的结构、代码风格、算法等

提纲

- 静态测试概述
- 静态测试的方法
- 静态白盒测试工具
  - C++ test
  - PC-Lint
  - soot

3. 静态白盒测试工具

- 对源代码进行分析，检查程序逻辑的各种缺陷和可疑的程序构造
  - 如：错误的局部变量和全局变量、不匹配的参数、潜在的死循环、空指针、等
- 还可以用符号代替数值求得程序结果，以便发现缺陷
  - 比如符号化执行工具JPF(Java Path Finder)

3.1 C++ test

- 商业工具，是Parasoft针对C/C++的一款自动化测试工具。

  https://www.parasoft.com/
- 支持静态分析、全面代码走查、单元与组件的测试、……
- 可以申请试用版

C++ test 静态检测

- **静态测试方面：**在不需要执行程序的情况下识别运行时缺陷，包括未初始化的内存、空指针引用、除零、内存泄漏等缺陷。

  可以进行C/C++ 编程规范自动检查，内置了很多业界规则，也可以定制自己的规则。

- BugDetective

  潜在的缺陷：避免访问数组越界……

  资源：确保资源已释放……

- 业界编码规范

  不要在for内使用break……

Parasoft C/C++test: Static Analysis

3.2 PC-Lint

- PC-Lint 是GIMPEL SOFTWARE公司开发的C/C++代码静态分析工具；
- 在全球拥有广泛的客户群，许多大型的软件开发组织都把PC-Lint 检查作为代码走查的第一道工序。
- PC-Lint不仅能够对程序进行全局分析，检验数组下标、报告未初始化变量、警告使用空指针以及冗余的代码等，还能够提出在空间利用、运行效率上的改进点。
- 网上试用版本 http://www.gimpel-online.com/OnlineTesting.html

几个静态代码测试的例子

```
int a[10];

int array1()

{  int k=10;

   return a[k];   }
```

访问a[10]越界

```
int array2( int n )

{  int k;

    if ( n ) k = 10;   else k = 0;

    return a[k];   }
```

在某些执行路径下，a[k]可能越界。并不是每一条执行路径都会发生越界访问

```
int array3( int k, int n )
{return a[k];  }

int array4( int k, int n )
{if ( k >= 10 ) a[0] = n;
  return a[k]; }

int array5()
{  int k;
    k = -1;
    return a[k];
}
```

程序中没有什么语句可以推测出来k是否会>=10

根据程序来看, k还是有可能>=10

访问a[-1]越界

```
int array6( int k)
{  int m = 2;
    if( k >= 10 ) k=9;
    while( m-- ) { k++; }
    return a[k];
}
```

根据程序来看,这里的k应该>10

```
#include <stdlib.h>
void memleak()
{  int *p;
   p = (int *)malloc(10*sizeof(int));
   if (p!=NULL)
            p[0]=12;
   return;
}
```

内存泄漏

```
int *pointer1( int *p )
{
    if ( p )  printf( "\n" );
    printf( "%d", *p );
    return p + 2;
}

int *pointer2( int *p )
{    printf( "%d", *p );
    return p + 2;
}
```

看来，p可能为NULL

之前没有针对p是否为NULL的判断

```
#include <string.h>

void f1(int n, int m)
{   if( n > 0 ) n = 5;
    else if ( n <= 0 ) n = -1;
    if( m ) m = 0;
    else if(!m)  m--;  }


void f2()
{  char buf[4],  *p;
    strcpy(buf, "abc" );
    p = buf + strlen( buf );
    p++;     *p = 'd';
}
```

else后面的if条件冗余，可以不写

p所指位置不能访问。

静态测试没有找出这个缺陷。

缺陷漏报：系统不能够确切知道变量的具体值，不能判断p运行时的具体值。

你来试试？

```
void foo1(int a)
{
    int k;

   k = 100+a*a;
   if(k=200)
            printf("k=%d", k);
   else
            printf("hello");
}

void foo2(char grade)
{
   switch (grade)
   {
            case 'A': printf("85~100\n");
            case 'B': printf("70~84\n");
            case 'C': printf("60~69\n");
            case 'D': printf("<60\n");
            default:printf("error\n");
   }
}
```

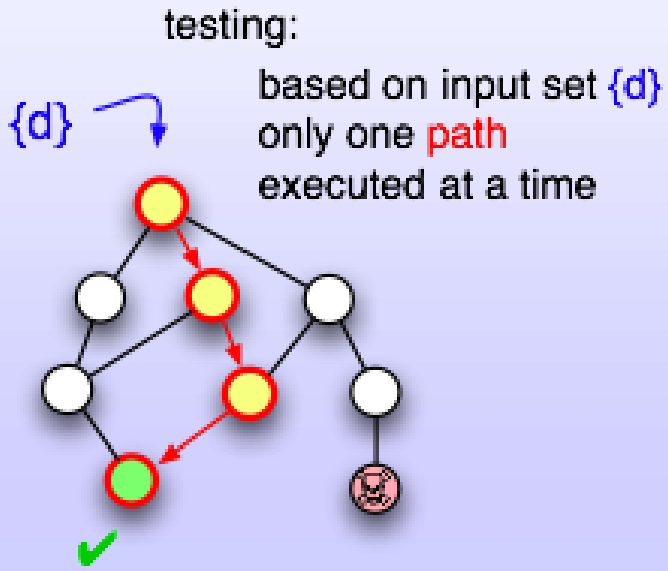
```
void foo3( )
{
   char str1[10], str3[10], *str2="0123456789";
   int i;

   strcpy(str1, str2);
   for(i=0;i<10;i++)   str3[i]='a’;
   strcpy(str1, str3);
}

void foo4()
{
  int *p1, *p2, *p3;
  p1=(int *)malloc(2*sizeof(int));
  if(!p1) return;
  p2 = p1;
  p2[0]=1;
  p3=(int *)malloc(2*sizeof(int));
  if(!p3) return;
  p3[0]=4;
}
```

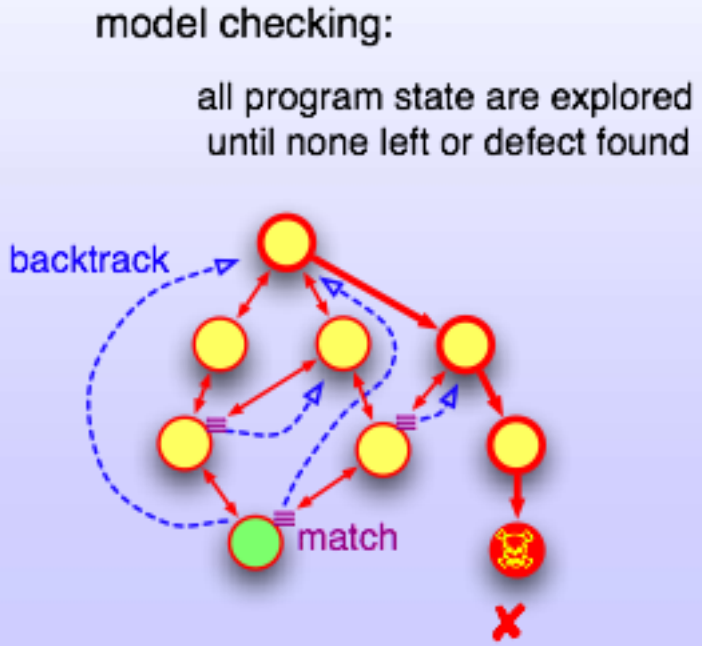
3.3 soot

- Soot是McGill大学的Sable研究小组自1996年开始开发的Java字节码分析工具，它提供了多种字节码分析和变换功能，可以进行过程内和过程间的分析优化，以及程序流图的生成.

静态测试中的研究问题

- 目标代码检查（较难）
- 模型检测（model checking）技术
- 符号化执行（symbolic execution）技术





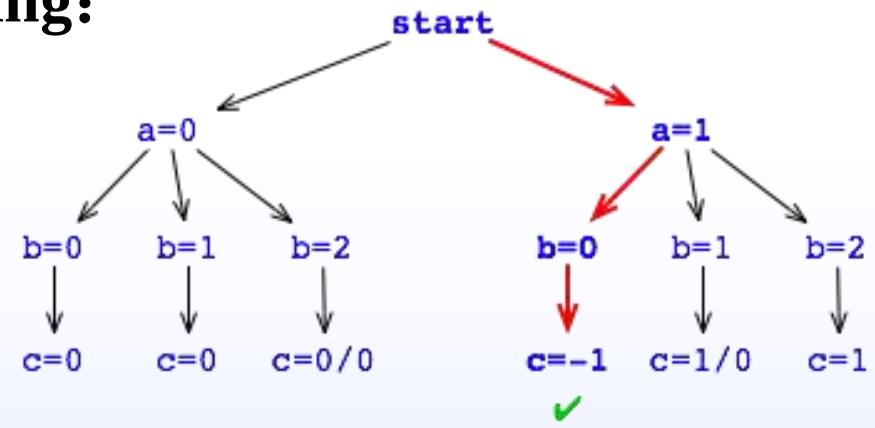
模型检测技术

- **JPF (Java Path Finder)是一个典型的使用模型检测技术的检测工具，也有符号化执行能力；**
- **它可以验证Java程序，可以对Java程序的不同方面进行检测、验证。**
- **是一个开源项目**

http://javapathfinder.sourceforge.net/

使用JPF 进行检测，发现程序缺陷的一个例子：

Testing：



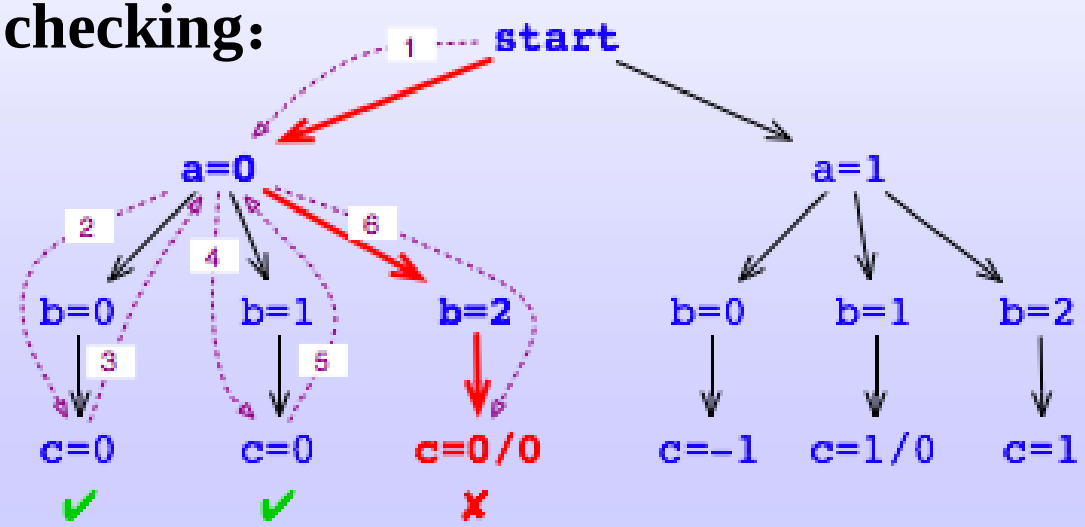
① Random random = new Random()

② int a = random.nextInt(2)

③ int b = random.nextInt(3)

④ int c = a/(b+a -2)

Model checking：



符号化执行技术

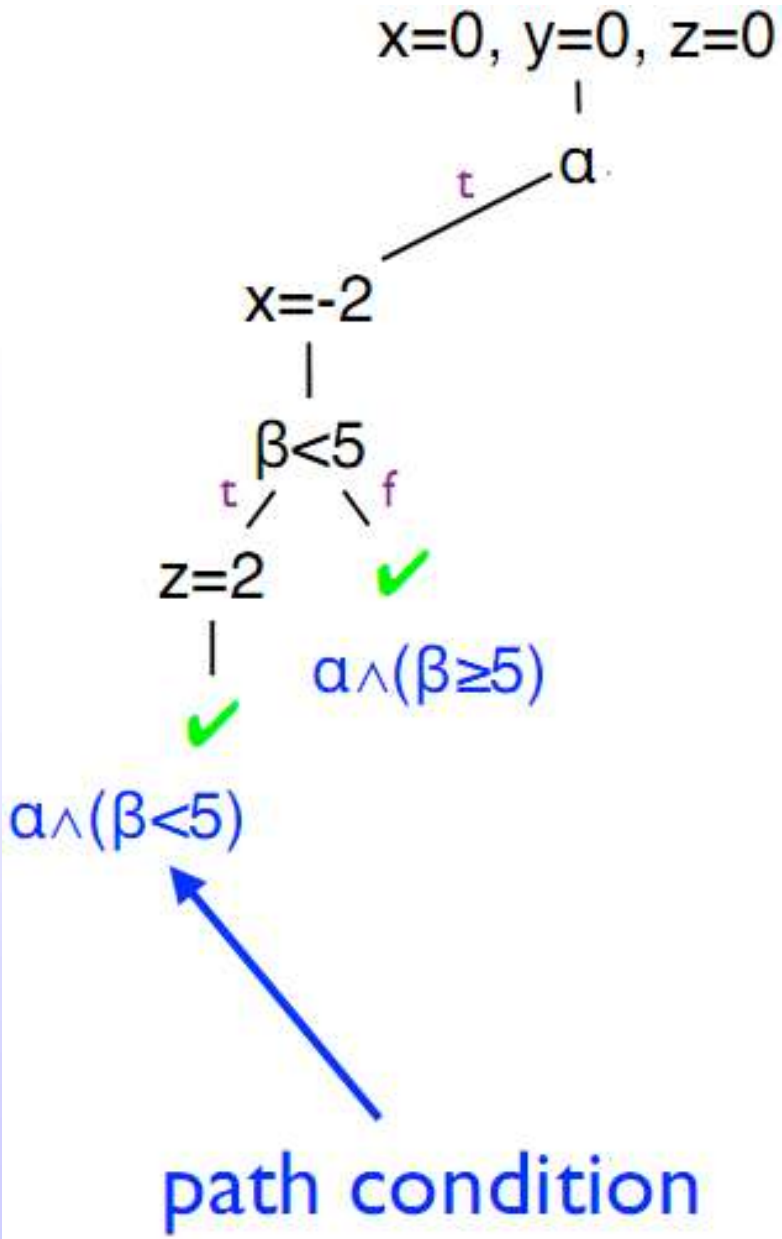
```
1.  int a, b, c;
2.
3.  int x = 0, y = 0, z = 0;
4.  if (a)  x = -2;
5.  if (b < 5) {
6.      if (!a && c)   y = 1;
7.      z = 2;
8.   }
9. assert(x+y+z!=3)
```

符号化

```
1.  int a = α, b = β, c = γ;
2.                    // symbolic
3.  int x = 0, y = 0, z = 0;
4.  if (a)  x = -2;
5.  if (b < 5) {
6.      if (!a && c)   y = 1;
7.      z = 2;
8.   }
9. assert(x+y+z!=3)
```

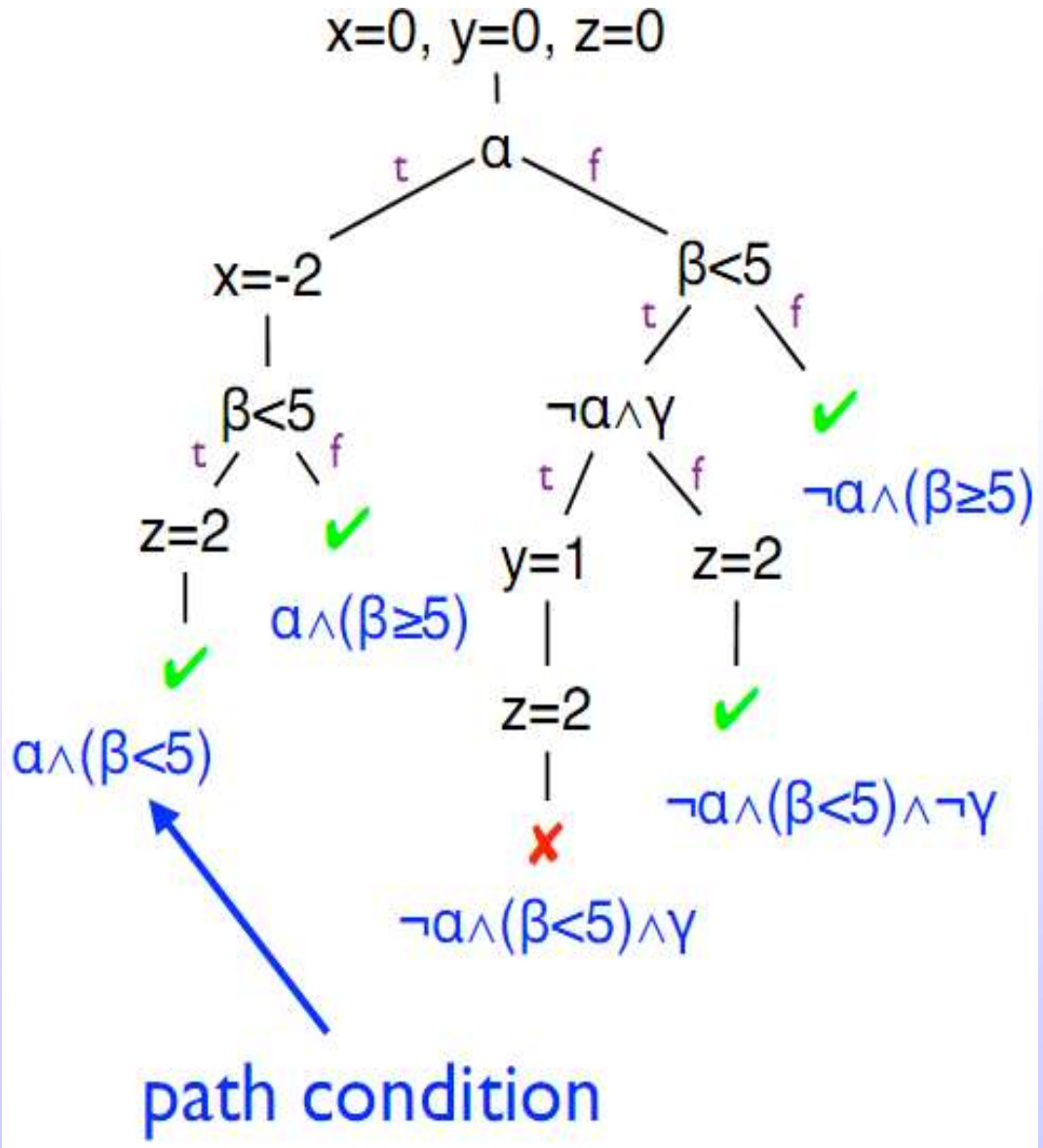
符号化执行技术

```
1.  int a = α, b = β, c = γ;
2.                    // symbolic
3.  int x = 0, y = 0, z = 0;
4.  if (a)  x = -2;
5.  if (b < 5) {
6.      if (!a && c)   y = 1;
7.      z = 2;
8.   }
9. assert(x+y+z!=3)
```



符号化执行技术

```
1.  int a = α, b = β, c = γ;
2.                          // symbolic
3.  int x = 0, y = 0, z = 0;
4.  if (a)  x = -2;
5.  if (b < 5) {
6.      if (!a && c)   y = 1;
7.      z = 2;
8.   }
9.  assert(x+y+z!=3)
```



The End

Any Question?