

软件测试 Software Testing

12. 数据流测试

程适

cheng@snnu.edu.cn

计算机科学学院

2016 年 10 月 14 日



陕西师范大学
SHAANXI NORMAL UNIVERSITY

Outline

- 定义/使用测试
- 基于程序片的测试

结构性测试

- 逻辑覆盖
- 路径测试
- **数据流测试**：数据流测试指关注变量接受值的点和使用（或引用）这些值的点的结构性测试形式。

数据流测试

- 早期的数据流分析常常集中于现在叫做“**定义/引用异常**”的缺陷：
 - 1 变量被定义，但是从来没有使用。
 - 2 所使用的变量没有被定义。
 - 3 变量在使用之前被定义两次。

数据流测试

- 基于“定义”和“测试覆盖指标”的测试
- 基于“程序片”的测试

定义/使用测试

■ 一些基本的定义

- 程序图 $G(P)$ 、程序 P 、程序变量 V 、 $PATH(P)$

■ 定义1

- 节点 $n \in G(P)$ 是变量 $v \in V$ 的**定义节点**，记做 $DEF(v, n)$ ，当且仅当变量 v 的值由对应节点 n 的语句片段处定义。
- 输入语句、赋值语句、循环控制语句和过程调用，都是定义节点语句的例子。如果执行对应这种语句的节点，那么与该变量关联的存储单元的内容就会改变。

定义/使用测试

■ 定义2

- 节点 $n \in G(P)$ 是变量 $v \in V$ 的**使用节点**，记做 $USE(v, n)$ ，当且仅当变量 v 的值由对应节点 n 的语句片段处使用。
- 输出语句、赋值语句、条件语句、循环控制语句和过程调用，都是使用节点语句的例子。

定义/使用测试

■ 定义3

- 使用节点 $USE(v, n)$ 是一个谓词使用（记做P-use），当且仅当语句 n 是谓词语句；否则， $USE(v, n)$ 是计算使用（记做C-use）。
- 对应于谓词使用的节点永远有外度 ≥ 2 ，对应于计算使用的节点永远有外度 ≤ 1 。

定义/使用测试

■ 定义4

- 关于变量 v 的**定义-使用路径**（记做du-path）是PATHS(P) 中的路径，使得对某个 $v \in V$,存在定义和使用节点DEF(v, m)和USE(v, n), 使得 m 和 n 是该路径的最初和最终节点。

定义/使用测试

■ 定义5

- 关于变量 v 的**定义清除路径**(记做dc-path), 是具有最初和最终节点 $DEF(v, m)$ 和 $USE(v, n)$ 的 $PATHS(P)$ 中的路径, 使得该路径中没有其他节点是 v 的定义节点。

定义/使用测试

■ 如何测试？

- 定义-使用路径和定义-清除路径描述了从值被定义的点到值被使用的点的源语句的数据流。
- 不是定义-清除路径的定义-使用路径，是潜在有问题的地方。

基于程序片的测试

- 程序片是确定或影响某个变量在程序某个点上的取值的一组程序语句。

基于程序片的测试

- 定义：给定一个程序 P 和 P 中的一个变量集合 V ，变量集合 V 在语句 n 上的一个片，记做 $S(V, n)$,是 P 中对 V 中的变量值做出贡献的所有语句集合。

基于程序片的测试

- 给定一个程序 P 和一个给出语句及语句片段编号的程序图 $G(P)$ ，以及 P 中的一个变量集合 V ，变量集合 V 在语句片段 n 上的一个片，记做 $S(V,n)$ ，是 P 中在 n 以前对 V 中的变量值作出贡献的所有语句片段编号的集合。

基于程序片的测试

- 做出贡献的语句片段？
- 五种形式的使用
 - 1 谓词使用用在谓词（判断）中。
 - 2 计算使用用在计算中。
 - 3 输出使用用于输出。
 - 4 定位使用用于定位（指针、下标）。
 - 5 迭代使用迭代（内部计数器、循环指示）。

基于程序片的测试

■ 标识两种定义节点：

- 1 输入定义：通过输入定义
- 2 赋值定义：通过赋值定义

基于程序片的测试

- 现在先假设片 $S(V, n)$ 是一个变量的片，即集合 V 由单一变量 v 组成。
 - 如果语句片段 n 是 v 的一个定义节点，则 n 包含在该片中。
 - 如果语句片段 n 是 v 的一个使用节点，则 n 不包含在该片中。
 - 其他变量的谓词使用和计算使用，要包含其执行会影响变量 v 取值的节点。

格

■ 定义

- 如果偏序集合中，任何两个元素构成的子集 $\{a, b\}$ 都有最小上界和最大下界，则这个偏序集合是格（lattice）。

偏序集合

■ 定义

- 如果集合A上的关系R是自反的、反对称的、传递的，则R称为偏序关系，集合A和这个偏序关系R一起构成偏序集合（partially ordered set, POSET）,可以表示为 (A, R) 。

最小上界和最大下界

■ 定义

- 对于偏序集合A及其子集合B, $a \in A$, 如a为B 的上界, 且对所有B的上界 a' , 存在 $a \leq a'$, 则称a为B的最小上界 (least upper bound, LUB), 写为LUB (B); 如果a为B的下界, 且对所有B的下界 a' , 存在 $a' \leq a$, 则称为a为B的最大下界 (greatest lower bound, GLB), 写为GLB (B)。

风格与技术

- 永远不要在不出现在语句片段 n 里的 V 的变量 v 上建立片 $S(V, n)$ 。
- 在一个变量上建立片。片 $S(V, n)$ 中的集合 V 可以包含多个变量，有时这样的片也是有用的。
- 对所有赋值定义节点都建立片。
- 对谓词使用节点建立片。
- 考虑使片可编译。

小结

- 定义/使用测试
- 基于程序片的测试

小结

- 片不能很好地映射到测试用例上。
- 片的相对补可提供诊断能力。
- 片和DD-路径之间存在多对多关系。
- 片格会永远在一个根节点上终止。
- 片可以反映出定义/引用信息。如果片是相等的，则对应的路径就是定义清除的。

致谢

谢谢，欢迎提问！