

小型代码分析系统的实现方式

题目

一个程序中有 26 个对象，每个对象有 26 个成员指针变量。同时还有 26 个普通的指针变量。给定 n 条赋值语句，询问在以任意顺序执行每条语句无限多次的过程中，每个指针变量可能指向的对象集合。

指针分析[Pointer analysis]是静态程序分析的基本组成部分之一，它的目的是找出在程序执行过程中通过特定指针变量访问哪些对象。现在我们希望您对测试数据执行上下文无关指针分析。

一个程序包含 26 个用小写字母表示的对象，每个对象也有 26 个用小写字母表示的成员变量（又称字段，可能指向某些对象的指针）。同时，程序中有 26 个用大写字母指定的全局指针。

程序中有四种语句。我们使用 [Variable] 表示指针的名称 [Field] 表示成员变量的名称 [Object] 表示对象。

$A = x$ 分配：指针 A 可以指向对象 x 即可以通过 A 访问 x

$A = B$ 转让：指针 A 可以指向通过 B 访问的每个对象

$A.f = B$ 贮存：对于通过 A 访问的每个对象 o 的成员变量 f 可以指向通过 B 访问的每个对象

$A = B.f$ 装载：对于通过 B 访问的每个对象 o A 可以指向通过 o 的成员变量 f 访问的每个对象

上下文无关指针分析假设程序的语句将以任何顺序执行足够的次数。例如，在下面两个程序中 A 和 B 都可以指向对象 x 和对象 o 原因是在现实世界中，语句的确切执行顺序和执行时间很难预测。

```
A = o
A = x
B = A

B = A
A = x
A = o
```

现在，您需要对由 N 个语句组成的给定程序执行上下文无关指针分析，对于每个指针，输出它可以指向的对象。

输入的第一行包含一个整数 N ($1 \leq N \leq 200$) 表示程序中的语句数。等号 “=” 前后只有一个空格。

以下 N 行中的每一行都包含一个语句。

输出应该包含 26 行。

在第 i 行中，输出第 i 个指针的名称（第 i 个大写字母），后跟冒号 “:” 和空格，然后按字母顺序列出可通过该指针访问的对象。

样例

样例一：

5
B.f = A
C = B.f
C = x
A = o
B = o

A: o
B: o
C: oX
D:
E:
F:
G:
H:
I:
J:
K:
L:
M:
N:
O:
P:
Q:
R:
S:
T:
U:
V:
W:
X:
Y:
Z:

样例二：

4
A = o
B.f = A
C = B.f
C = g

A: o
B:
C: g
D:
E:
F:
G:
H:

```
I:  
J:  
K:  
L:  
M:  
N:  
O:  
P:  
Q:  
R:  
S:  
T:  
U:  
V:  
W:  
X:  
Y:  
Z:
```

样例三：

```
3  
A = o  
B = A  
A = x  
  
A: ox  
B: ox  
C:  
D:  
E:  
F:  
G:  
H:  
I:  
J:  
K:  
L:  
M:  
N:  
O:  
P:  
Q:  
R:  
S:  
T:  
U:  
V:  
W:  
X:  
Y:
```

Z:

题解

直接暴力求解即可。本题难点可能只在于处理读入。

这里给出一个简单的暴力框架：令 $pt(x)$ 为指针 x 可能指向的对象集合。

```
Let worklist be a set
For every allocation statement  $A = x$ :
    insert  $x$  into  $pt(A)$ 
    If  $pt(A)$  has been changed, add  $A$  into worklist
While worklist is not empty:
    While worklist is not empty:
        select one element  $X$  from worklist
        delete  $X$  from worklist
        For every assignment statement like  $Y = X$ :
            merge  $pt(X)$  into  $pt(Y)$ 
            If  $pt(Y)$  has been changed, add  $Y$  into worklist
    For every store statement  $Y.f = X$ :
        For every object  $o$  in  $pt(Y)$ :
            merge  $pt(X)$  into  $pt(o.f)$ 
    For every load statement  $Y = X.f$ :
        For every object  $o$  in  $pt(X)$ :
            merge  $pt(o.f)$  into  $pt(Y)$ 
            If  $pt(Y)$  has been changed, add  $Y$  into worklist
```

样例2是说 $\square B$ 没法指向任何对象，是空指针。

这题的重点是，要分清对象和指针：

所有的 $a, b, c, d, e, f, \dots, z$ 都是对象 $\square A, B, C, \dots, Z$ 和 $A.a, A.b, \dots, A.z$ 和 $o.a, o.b, o.c, \dots, o.z$ 这些是指针。

From: <https://wiki.cvbbacm.com/> - CVBB ACM Team

Permanent link: <https://wiki.cvbbacm.com/doku.php?id=2020-2021:teams:namespace:%E5%B0%8F%E5%9E%8B%E4%BB%A3%E7%A0%81%E5%88%86%E6%9E%90%E7%B3%BB%E7%BB%9F%E7%9A%84%E5%AE%E7%8E%B0%E6%96%B9%E5%BC%8F&rev=1596686383>

Last update: 2020/08/06 11:59