



哈爾濱工業大學

人 工 智 能 实 验 报 告

开课学期	大三上学期
课程名称	人工智能
实验名称	知识表示
实验性质	设计
实验时间	2019.10
地 点	T2102
学生专业	计算机
学生学号	SZ170110113
学生姓名	胡博涵
批阅教师	
报告成绩	

实验与创新实践教育中心印制

2019 年 10 月

目录

1 简介/问题描述

1.1 待解决问题的解释

一个房间里，天花板上挂有一串香蕉，房间里有一个箱子，有一只猴子可以到处走动、推移箱子、攀登箱子。当箱子在香蕉下方，猴子在箱子上时，猴子才可以摘到香蕉。求解猴子在某一状态下（设猴子位置为 A，箱子位置为 B，香蕉位置在 C，摘取到香蕉的步骤序列。

1.2 问题的形式化描述

设猴子的位置为 M，香蕉位置为 B，箱子位置为 Box，On 表示猴子是否在箱子上，H 表示猴子是否摘到香蕉，则问题可形式化为：对于给定的 $(M_0, B_0, Box_0, On_0, H_0)$ ，制定一系列状态转移的规则，使状态通过这一系列的规则进行转移，状态达到 $(M_n, B_n, Box_n, On_n, H = 1)$ 的状态，并记录下这一操作序列。

1.3 解决方案介绍（原理）

采用产生式方法解决这个问题。产生式系统的基本结构包括三个组成部分：综合数据库、规则库和控制系统。

其中，综合数据库存储推理过程中的当前信息，作为推理过程中选择可用规则的依据，以决定下一步的操作。存储的信息可以是问题的初始状态（猴子、箱子和香蕉的初始位置）、可以是通过推理规则得到的问题的中间状态（猴子、箱子和香蕉在某一时刻的位置）。

规则库存储推理所需的所有规则，控制系统则选择适用的推理规则进行推理，并记录当前的规则序列。

2 算法介绍

2.1 所用方法的一般介绍

产生式系统 产生式系统的知识表示方法分为状态的表示和推理规则的表示，其中，状态的表示可以使用一个五元组 $(Monkey, Box, Banana, Onbox, HB)$ ，其中 $Monkey, Box, Banana \in A, B, C$ 表示三者各自的位置。 $OnBox, HB \in 0, 1$ ，表示猴子是否在箱子上、猴子是否拿到香蕉。

对于本问题而言，由于解决的方法相对固定，即状态之间转移的形式比较统一，且问题的状态数较少，推理规则较为简单，故适合使用产生式系统来表示。

对于本问题而言，推理规则和其优先级已经拥有了固定的形式，即：

1. 如果猴子已经在箱子上，箱子在香蕉下，则摘香蕉

2. 如果猴子和箱子的位置不同，则猴子需要先移动到箱子的位置
3. 如果猴子、箱子、香蕉位置相同，猴子不在箱子上，则爬箱子
4. 如果猴子、箱子位置相同，而和香蕉位置不同，则移动箱子到香蕉的位置
5. 如果猴子已经在箱子上，然而箱子不在香蕉下面，则先爬下箱子

可以看到，我们充分考虑了各种边界情况，例如，初始状态，猴子在箱子上，而箱子却不在香蕉下面这种情况。

推理规则 上述所列出的人工构造的推理规则形式规整，都是采用 IF P THEN Q 的形式，其中 P 和 Q 分别为状态集合中的状态，P 为产生式的前提，给出产生式能否使用的先决条件，Q 是一组结论或操作，表示 P 得到满足时，应该推出的结论和动作。整个产生式表示如果当前状态为 P，则下一步应该转移到 Q 的状态。这种规则方便计算机表示。产生式系统的一般运行规则如下：

-
- (1) 初始实时放入数据库
 - (2) 对数据库中的事实和事实进行匹配
 - (3) 若匹配成功：
 - a) 将该事实放入数据库
 - b) 执行规定的操作
 - (4) 若匹配不成功：
 - a) 返回 (2)
-

2.2 算法伪代码

```
function solve(step):
    step += 1
    if state.HB == 1:
        return step
    if MonkeyPosition = BoxPosition = BananaPosition and OnBox:
        Monkey Grasp the Banana
        return solve(step)
    if MonkeyPosition != BoxPosition:
        Monkey Moves to the Box
        return solve(step)
    if MonkeyPosition = BoxPosition = BananaPosition and not OnBox:
        Monkey Climbs up the Box
        return solve(step)
    if MonkeyPosition = BoxPosition != BananaPosition and OnBox:
```

```
Monkey Climbs down the Box
return solve(step)
if MonkeyPosition = BoxPosition != BananaPosition and not OnBox:
    Monkey Push the Box to the Position of Banana
    return solve(step)
```

3 算法实现

3.1 实验环境与问题规模

实验环境: Python 3.6

问题规模: 本问题规模较小, 其中, 状态的元组维数只有 5 个, 推理用到的规则数量也只有 5 个。

3.2 数据结构

状态的表示 状态使用五元组表示, $(Monkey, Box, Banana, Onbox, HB)$, 在实现时, 采用一个包含以上变量的类进行实现。

规则的表示 规则的表示如下:

```
r1: IF (x,y,a,0,0) THEN (y,y,a,0,0) 猴子移动
r2: IF (x,x,y,0,0) THEN (y,y,y,0,0) 猴子移动箱子
r3: IF (x,x,y,1,0) THEN (x,x,y,0,0) 猴子爬上箱子
r4: IF (x,x,x,0,0) THEN (x,x,x,1,0) 猴子爬下箱子
r5: IF (x,x,x,1,0) THEN (x,x,x,1,1) 猴子摘取香蕉
```

(有: $x, y, a \in -1, 0, 1, x \neq y, a$ 任意)

在具体实现时, 采用一系列的 if 语句判断规则是否满足, 若满足, 则改变当前状态。

3.3 实现方法

在产生式规则中, 由于对于每一个状态, 都有对应的转换规则。所以编写统一的函数 action, 通过一系列的 IF 语句, 判断当前的状态, 并选择相应的操作函数, 改变当前的状态, 并递归调用函数 action 函数, 对下一个状态进行转移操作。

表 1: 操作列表

操作函数	解释
monkeymove	猴子移动到箱子的位置
monkeyclimb	猴子爬上箱子
monkeydown	猴子爬下箱子
monkeypush	猴子推动箱子到香蕉的位置
grasp	猴子摘取香蕉

3.4 实验结果

测试了几种情况，运行结果均正确。

```
初始状态: 猴子位于A处,箱子位于A处,香蕉位于C处,猴子位于箱子上
step1:猴子从箱子上移动到地上
step2:猴子将箱子从A处移动到C处
step3:猴子移动到箱子上
step4:猴子摘得香蕉
```

```
初始状态: 猴子位于A处,箱子位于C处,香蕉位于B处,猴子不在箱子上
step1:猴子从A处移动到C处
step2:猴子将箱子从C处移动到B处
step3:猴子移动到箱子上
step4:猴子摘得香蕉
```

```
初始状态: 猴子位于A处,箱子位于B处,香蕉位于B处,猴子位于箱子上
invalid state!
Process finished with exit code 0
```

```
初始状态: 猴子位于C处,箱子位于C处,香蕉位于C处,猴子位于箱子上
step1:猴子摘得香蕉
Process finished with exit code 0
```

4 总结与讨论

本次实验，我们主要学习了知识表示方法的实现。知识的表示方法分为一阶谓词表示、产生式规则表示、语义网络表示和框架表示。

通过讨论，我们发现猴子摘香蕉问题的结构特征明显，推理规则简单，状态空间小，非常适合使用产生式规则来表示。产生式系统的优点是状态定义方便，转移逻辑实现简单。

产生式系统推理过程十分自然，采用“如果...，则...”的形式，和我们人类的判断基本一致。规则具有模块性，方便添加、删除和修改规则。

但是产生式系统也有一定的缺点，产生式系统效率较低，每次选择规则时，都需要将规则和当前的状态进行一一匹配。

5 附录：源代码及注释、小组分工及贡献度

小组成员都独立完成一版实验一。每个人的贡献度都是100%。

```
state_flag = {-1: "A", 0: "B", 1: "C"}
```

```
class state:
    monkey = -2
    banana = -2
    box = -2
    onbox = -2 #猴子在箱子上
    HB = -2    #猴子摘到香蕉

def init():
    state.monkey = int(input("MONKEY at A:-1/B:0/C:1\n"))
    state.banana = int(input("BANANA at A:-1/B:0/C:1\n"))
    state.box = int(input("BOX at A:-1/B:0/C:1\n"))
    state.onbox = int(input("on box? at Y:1/N:0\n"))
    state.HB = 0
    print("初始状态: 猴子位于%c处,箱子位于%c处,香蕉位于%c处" % (state_flag[state.monkey],
        state_flag[state.box], state_flag[state.banana]),
        end=',')
    if state.onbox:
        print("猴子位于箱子上")
    else:
        print("猴子不在箱子上")

def init_ck():
    if (state.monkey != -1 and state.monkey != 0 and state.monkey != 1) \
        or (state.banana != -1 and state.banana != 0 and state.banana != 1) \
        or (state.box != -1 and state.box != 0 and state.box != 1) \
        or (state.onbox != 0 and state.onbox != 1) \
        or (state.HB != 0 and state.HB != 1):
        print("invalid state!")
        exit(0)

    if state.monkey != state.box and state.onbox == 1:
        print("invalid state!")
        exit(0)

    if state.monkey != state.banana and state.HB == 1:
```

```
    print("invalid state!")
    exit(0)
if state.monkey != state.banana and state.HB == 1:
    print("invalid state!")
    exit(0)

def monkeymove(step):
    print("step%d:猴子从%c处移动到%c处" % (step, state_flag[state.monkey],
        state_flag[state.box]))
    state.monkey = state.box

def monkeyclimb(step):
    state.onbox = 1
    print("step%d:猴子移动到箱子上" % (step,))

def monkeydown(step):
    state.onbox = 0
    print("step%d:猴子从箱子上移动到地上" % (step,))

def monkeypush(step):
    print("step%d:猴子将箱子从%c处移动到%c处" % (step, state_flag[state.box],
        state_flag[state.banana]))
    state.box = state.banana
    state.monkey = state.banana

def grasp(step):
    print("step%d:猴子摘得香蕉" % (step,))
    state.HB = 1

def action(step=0):
    step += 1
    if state.HB == 1:
        return step
    if state.monkey == state.box == state.banana and state.onbox == 1:
        grasp(step)
```



```
        return action(step)
    if state.monkey != state.box:
        monkeymove(step)
        return action(step)
    if state.monkey == state.box == state.banana and state.onbox == 0:
        monkeyclimb(step)
        return action(step)
    if state.monkey == state.box != state.banana and state.onbox == 1:
        monkeydown(step)
        return action(step)
    if state.monkey == state.box != state.banana and state.onbox == 0:
        monkeypush(step)
        return action(step)

if __name__ == "__main__":
    init()
    init_ck()
    action()
```
