苏 州 大 学 实 验 报 告

院、系	计算机学院	年级专业	21 计科	姓名	方浩楠	学号	2127405048
课程名称	人工智能与知识工程					成绩	
指导教师	杨壮	同组实验者	无		实验日期	2023.9.26	

实 验 名 称　　实验 2 产生式系统实验

一. 实验目的

熟悉一阶谓词逻辑和产生式表示法，掌握产生式系统的运行机制，以及基于规则推理的基本方法。

二. 实验内容

设计并编程实现一个小型产生式系统（如分类，诊断等类型）。

1. 具体应用领域自选，具体系统名称自定。
2. 用一阶谓词逻辑和产生式规则作为知识表示，利用产生式系统实验程序，建立知识库，分别运行正、反向推理。

三. 实验步骤和结果

程序包括了三个 python 文件,分别是

ProductionRule.py

ProductionSystem.py

main.py

三个 python 文件的作用分别如下:

ProductionRule.py

该文件创建了一个名为$ProductionRule$的类,类中包含两个函数,分别为:

```python
class ProductionRule:
    def __init__(self, condition: dict, action: str) -> None:
        """
        构造函数,用于构造一个规则
        :param condition:规则的前提条件,即 IF 语句中的条件,类型是字典,key为条件,value为条件的真假
        :param action:规则的结论,即通过前提条件可以推导得到的东西, THEN 语句中的内容
        :return None
        """
    def evaluate(self, facts: dict) -> str or None:
        """
        该函数判断该规则是否可以与给定的事实匹配
        :param facts:给出的事实
        :return: str or None:如果该规则与给定的事实相匹配,则返回推导出的结论self.action,不然返回None
        """
```

其中,$__init__$为构造函数,作用为构造一个规则.输入的两个形参,其中$condition$为规则的前提条件,$action$为规则的结论

例如,我们有规则

r_1 : IF 该动物有奶　　$THEN$该动物为哺乳动物

根据此规则,我们创建一个$ProductionRule$来描述该规则,其中$condition$为 {"有奶": True} ,$action$为 "哺乳动物"

因此,该$ProductionRule$在构造后,内容为:

$$action = \{str\}\text{"哺乳动物"}$$
$$condition = \{dict\}\{\text{"有奶"},\text{"}True\text{"}\}$$

$evaluate$函数的作用为输入一个事实$facts$,判断该规则能否与该事实相匹配.若匹配则返回推导得到的结论$self.action$,不然则返回$None$

例如,当前规则内容为:

```python
ProductionRule({"有毛发": True}, "哺乳动物")
```

此时执行函数$evaluate$,输入

```
facts = {
    "有毛发": True,
    "吃肉": True,
    "黄褐色": True,
    "有黑色条纹": True
}
```

由于规则中的$conditon$ {"有毛发": True} 与 给出的$facts[1]$相匹配,因此函数$evaluate$返回值为 哺乳动物

ProductionSystem.py

该函数创建了一个名为$ProductionSystem$的类,类内的函数分别为:

```
class ProductionSystem:
    def __init__(self) -> None:
        """
        构造函数,构建一个空的产生式系统
        """
    def addRule(self, rule: ProductionRule) -> None:
        """
        该函数用于向产生式系统中增加一条规则
        :param rule: 新增的规则
        :return: None: 无返回值
        """
    def forwardChaining(self, facts: dict) -> set:
        """
        该函数用于正向推理,给定事实,然后进行正向推理,给出最终推理得到的结论
        :param facts: 给定的用于正向推理的事实,为dict类型,如同{"有奶": True, "有毛发": True},key为条件,value为真伪性
        :return: 最终返回正向推理得到的结论
        """
    def backwardChaining(self, facts: dict, goal: str) -> list or None:
        """
        该函数用于反向推理,给定事实facts,给定最终推导的目标goal来进行反向推理
        :param facts: dict,给定的事实集合,例如{"有奶": True, "有毛发": True},key为条件,value为该条件的真伪
        :param goal: str,给定的最终推导的目标
        :return: 若最终推导成功,则返回推导的路径;若推导不成功,则返回None
        """
```

$__init__$为构造函数,作用为产生一个空的产生式系统

$addRule$函数的作用是向该产生式系统中增加一条类型为$ProductionRule$的规则

$forwardChaining$函数的作用是正向推理,给定事实集合$facts$,然后进行正向推理,最终返回基于$facts$ 和 产生式系统中的规则库 推导得到的结论

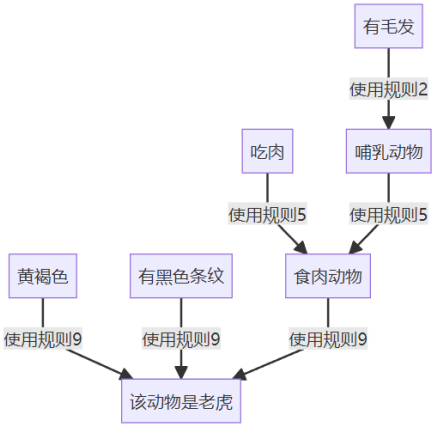
若规则库如下:

```
rules = [
    pr.ProductionRule({"有奶": True}, "哺乳动物"),
    pr.ProductionRule({"有毛发": True}, "哺乳动物"),
    pr.ProductionRule({"有羽毛": True}, "鸟"),
    pr.ProductionRule({"会飞": True, "生蛋": True}, "鸟"),
    pr.ProductionRule({"哺乳动物": True, "有爪": True, "有犬齿": True, "目盯前方": True}, "食肉动物"),
    pr.ProductionRule({"哺乳动物": True, "吃肉": True}, "食肉动物"),
    pr.ProductionRule({"哺乳动物": True, "有蹄": True}, "有蹄动物"),
    pr.ProductionRule({"有蹄动物": True, "反刍食物": True}, "偶蹄动物"),
    pr.ProductionRule({"食肉动物": True, "黄褐色": True, "有黑色条纹": True}, "老虎"),
    pr.ProductionRule({"食肉动物": True, "黄褐色": True, "有黑色斑点": True}, "金钱豹"),
    pr.ProductionRule({"有蹄动物": True, "长腿": True, "长脖子": True, "黄褐色": True, "有暗斑点": True}, "长颈鹿"),
    pr.ProductionRule({"有蹄动物": True, "白色": True, "有黑色条纹": True}, "斑马"),
    pr.ProductionRule({"鸟": True, "不会飞": True, "长腿": True, "长脖子": True, "黑白色": True}, "驼鸟"),
    pr.ProductionRule({"鸟": True, "不会飞": True, "会游泳": True, "黑白色": True}, "企鹅"),
    pr.ProductionRule({"鸟": True, "善飞": True, "不怕风浪": True}, "海燕"),
]
```

现在给定事实集合$facts$,$facts$中的内容为

```
facts = {
    "有毛发": True,
    "吃肉": True,
    "黄褐色": True,
    "有黑色条纹": True
}
```

下面我们使用$forwardChaining$函数进行推理,推理的大致过程如下图所示:



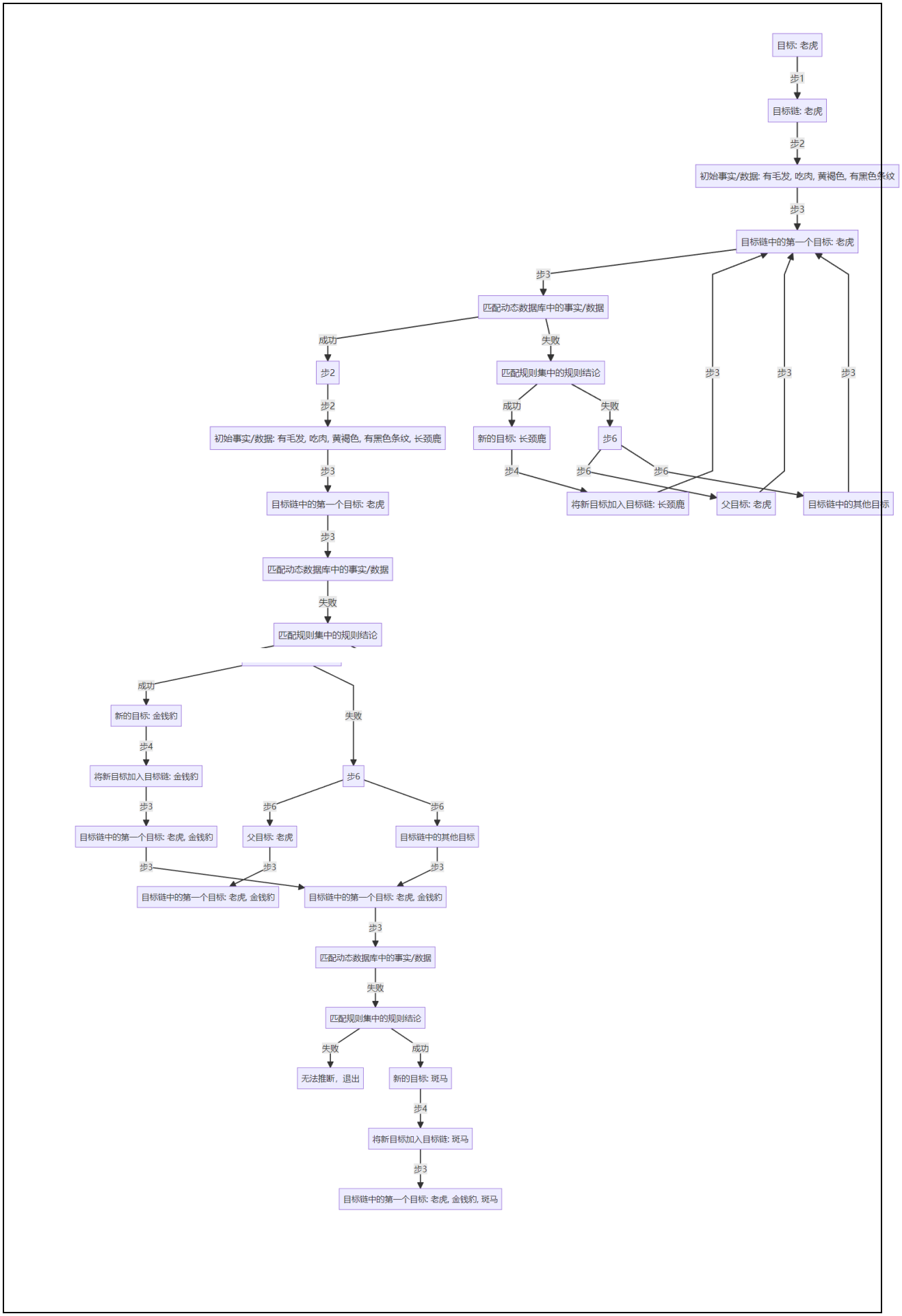
通过给定的$facts$推理得到的结论有

- 该动物是哺乳动物 r_2
- 该动物是食肉动物 $r5$
- 该动物是老虎 $r9$

因此推理得到的结论集合$conclusions = \{老虎, 食肉动物, 哺乳动物\}$

> $backwardChaining$函数的作用是给定事实集合$facts$,给定最终结论$goal$
>
> 假设我们给定的$facts = \{有毛发 : True, 吃肉 : True, 黄褐色 : True, 有黑色条纹 : True\}$,给定的$goal = 老虎$.
>
> 那么$backwardChaining$函数的推导过程如下图所示:

教务处制


目标: 老虎
步1
目标链: 老虎
步2
初始事实/数据: 有毛发, 吃肉, 黄褐色, 有黑色条纹
步3
目标链中的第一个目标: 老虎
步3
匹配动态数据库中的事实/数据
成功
失败
步2
匹配规则集中的规则结论
步3
步3
步3
步2
成功
失败
初始事实/数据: 有毛发, 吃肉, 黄褐色, 有黑色条纹, 长颈鹿
新的目标: 长颈鹿
步6
步3
步4
步6
步6
目标链中的第一个目标: 老虎
将新目标加入目标链: 长颈鹿
父目标: 老虎
目标链中的其他目标
步3
匹配动态数据库中的事实/数据
失败
匹配规则集中的规则结论
成功
失败
新的目标: 金钱豹
步4
将新目标加入目标链: 金钱豹
步6
步3
步6
步6
目标链中的第一个目标: 老虎, 金钱豹
父目标: 老虎
目标链中的其他目标
步3
步3
步3
目标链中的第一个目标: 老虎, 金钱豹
目标链中的第一个目标: 老虎, 金钱豹
步3
匹配动态数据库中的事实/数据
失败
匹配规则集中的规则结论
失败
成功
无法推断，退出
新的目标: 斑马
步4
将新目标加入目标链: 斑马
步3
目标链中的第一个目标: 老虎, 金钱豹, 斑马

教务处制

main.py

main.py的作用是创建规则库$rules$和事实库$facts$,然后进行正向推理和反向推理,并且输出结果

```python
import ProductionRule as pr
import ProductionSystem as ps

rules = [
    pr.ProductionRule({"有奶": True}, "哺乳动物"),
    pr.ProductionRule({"有毛发": True}, "哺乳动物"),
    pr.ProductionRule({"有羽毛": True}, "鸟"),
    pr.ProductionRule({"会飞": True, "生蛋": True}, "鸟"),
    pr.ProductionRule({"哺乳动物": True, "有爪": True, "有犬齿": True, "目盯前方": True}, "食肉动物"),
    pr.ProductionRule({"哺乳动物": True, "吃肉": True}, "食肉动物"),
    pr.ProductionRule({"哺乳动物": True, "有蹄": True}, "有蹄动物"),
    pr.ProductionRule({"有蹄动物": True, "反刍食物": True}, "偶蹄动物"),
    pr.ProductionRule({"食肉动物": True, "黄褐色": True, "有黑色条纹": True}, "老虎"),
    pr.ProductionRule({"食肉动物": True, "黄褐色": True, "有黑色斑点": True}, "金钱豹"),
    pr.ProductionRule({"有蹄动物": True, "长腿": True, "长脖子": True, "黄褐色": True, "有暗斑点": True}, "长颈鹿"),
    pr.ProductionRule({"有蹄动物": True, "白色": True, "有黑色条纹": True}, "斑马"),
    pr.ProductionRule({"鸟": True, "不会飞": True, "长腿": True, "长脖子": True, "黑白色": True}, "驼鸟"),
    pr.ProductionRule({"鸟": True, "不会飞": True, "会游泳": True, "黑白色": True}, "企鹅"),
    pr.ProductionRule({"鸟": True, "善飞": True, "不怕风浪": True}, "海燕"),
]

facts = {
    "有毛发": True,
    "吃肉": True,
    "黄褐色": True,
    "有黑色条纹": True
}
```

python

四. 实验总结

通过本次实验，我们深入了解了产生式系统的工作原理，学会了如何使用产生式规则进行推理，并且能够应用这些知识来解决实际问题。这为进一步研究和应用人工智能领域提供了坚实的基础。