Введение в ИИ на примере языка Prolog

Ресурсия в Prolog

https://github.com/Inscriptor/IntroductionToAI/tree/master/pdf

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»

18 сентября 2019 г.

Определения и примеры

Рекурсия в Prolog

Простой пример

```
переваривает(Хищник,Добыча) :- съел(Хищник,Добыча).
переваривает(Хищник,Добыча) :- съел(Хищник,ДругойХищник),
переваривает(ДругойХищник,Добыча).
съел(комар,кровь).
съел(лягушка, комар).
съел(цапля, лягушка).
```

Уровни понимания программ

Декларативный и процедурный

Декларативный смысл Prolog-программы касается только *отношений*, определенных в программе. Другими словами, декларативный смысл определяет, что должно быть результатом работы программы с точки зрения математической логики.

Процедурный смысл программы определяет еще и как этот результат был получен, т.е. как отношения реально обрабатываются пролог-системой.

Правила описания рекурсивных предикатов

База и шаг рекурсии

База рекурсии

```
переваривает(Хищник,Добыча) :- съел(Хищник,Добыча).
переваривает(Хищник,Добыча) :- съел(Хищник,ДругойХищник),
переваривает(ДругойХищник,Добыча).
съел(комар,кровь).
съел(лягушка, комар).
съел(цапля, лягушка).
```

Правила описания рекурсивных предикатов

База и шаг рекурсии

Шаг рекурсии

```
переваривает(Хищник,Добыча) :- съел(Хищник,Добыча).
переваривает(Хищник,Добыча) :- съел(Хищник,ДругойХищник),
переваривает(ДругойХищник,Добыча).
съел(комар,кровь).
съел(лягушка, комар).
съел(цапля, лягушка).
```

Правила описания рекурсивных предикатов

descending.pl

```
child(adam,cain).
child(adam,abel).
child(adam,seth).
child(cain,enoch).
child(enoch,irad).
child(irad,mehujael).
child(seth,enos).
child(enos,kenan).
child(kenan,mahalalel).
```

Правила описания рекурсивных предикатов

descending.pl

```
child(adam,cain).
child(adam,abel).
child(adam,seth).
child(cain,enoch).
child(enoch,irad).
child(irad,mehujael).
child(seth,enos).
child(enos,kenan).
child(kenan,mahalalel).
descend(A,D) :- child(A,D).
descend(A,D) :- child(A,C), descend(C,D).
```

Правила описания рекурсивных предикатов

arithmetic.pl

```
num(0).
num(s(N)) :- num(N).
```

Правила описания рекурсивных предикатов

arithmetic.pl

```
num(0).
num(s(N)) :- num(N).
plus(0,N,N).
plus(s(M),N,s(Sum)) :- plus(M,N,Sum).
```

Рекурсия и хвостовая рекурсия

Численная арифметика: вычисление факториала числа

```
f(0,1).
f(X,Y) :- X>0,X1 is X-1,f(X1,Y1),Y is Y1*X.
```

Рекурсия и хвостовая рекурсия

Численная арифметика: вычисление факториала числа

```
f(0,1).
f(X,Y) :- X>0,X1 is X-1,f(X1,Y1),Y is Y1*X.

f(N,N,F):-write(F),!.
f(N,N1,F1):- N2 is N1+1,F2 is F1*N2,f(N,N2,F2).
factorial(N):- f(N,1,1).
```

Последовательность целей и остановка программ

Возможные источники ошибок

```
child(adam,cain).
child(adam,abel).
child(adam,seth).
child(cain,enoch).
child(enoch,irad).
child(irad,mehujael).
child(seth,enos).
child(enos,kenan).
child(kenan,mahalalel).

descend(A,D) :- child(A,D).
descend(A,D) :- child(A,C), descend(C,D).
```

Последовательность целей и остановка программ

Возможные источники ошибок

```
child(adam,cain).
child(adam,abel).
child(adam,seth).
child(cain,enoch).
child(enoch,irad).
child(irad,mehujael).
child(seth,enos).
child(enos,kenan).
child(kenan,mahalalel).

descend(A,D) :- descend(C,D), child(A,C).
descend(A,D) :- child(A,D).
```

Последовательность целей и остановка программ

Возможные источники ошибок

```
child(adam,cain).
child(adam,abel).
child(adam,seth).
child(cain,enoch).
child(enoch,irad).
child(irad,mehujael).
child(seth,enos).
child(enos,kenan).
child(kenan,mahalalel).

descend(A,D) :- child(A,D).
descend(A,D) :- descend(C,D), child(A,C).
```

Последовательность целей и остановка программ

Возможные источники ошибок

```
child(adam,cain).
child(adam,abel).
child(adam,seth).
child(cain,enoch).
child(enoch,irad).
child(irad,mehujael).
child(seth,enos).
child(enos,kenan).
child(kenan,mahalalel).

descend(A,D) :- child(A,C), descend(C,D).
descend(A,D) :- child(A,D).
```

Последовательность целей и остановка программ

Возможные источники ошибок

```
num(0).
num(s(N)) :- num(N).

num(s(N)) :- num(N).
num(0).
```

Упражнения

Упражнения

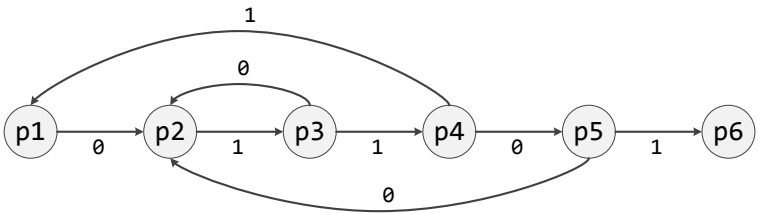
- Скачайте или перепишите листинг программы `descending.pl`. Рассмотрите каждый случай рекурсии (см. слайды ранее). Какие запросы работают, какие нет? Почему?
- Скачайте или перепишите листинг программы `arithmetic.pl`. Реализуйте следующие операции над числами, определенными в программе:
  1. **Умножение**: реализуйте предикат `times/3`, такой, чтобы последним аргументом было произведение двух первых.
  2. **Возведение в степень**: реализуйте предикат `exp(N,X,R)`, такой, чтобы $R = X^N$.
  3. **Сравнение**: реализуйте предикаты `gt/2, lt/2`, истинные тогда, когда первый аргумент больше (меньше), чем второй.
  4. **Равенство**: реализуйте предикат `eq/2`, истинный тогда и только тогда, когда его аргументы равны.
  5. **Максимум и минимум двух чисел**: реализуйте предикаты `max/3, min/3`, где третий аргумент — это максимум (минимум) из двух первых.

Упражнения

- Реализуйте программу для вычисления факториала числа (в обычной численной арифметике). Сравните время работы и количество операций в зависимости от значения входных параметров.
- Реализуйте программу для вычисления чисел Фибоначчи. Реализуйте предикат `getFibN/2 = getFibN(N, Fn)`, такой, что F_n — N-е число Фибоначчи.
- Используя предыдущую программу, реализуйте предикат `getNearestFibonacci/3`, возвращающий по заданному числу номер ближайшего к нему числа Фибоначчи и его номер.

Упражнения

Опишите следующий граф в виде базы знаний. Реализуйте предикат `fromTo/2 = fromTo(Begin,End)`, который по заданным началу и концу маршрута будет выяснять, существует ли путь между заданными вершинами и печатать в консоли слово, которое получается при следовании по найденному пути.



Упражнения

Скачайте базу знаний `travel.pl` или перепишите.

```
byCar(auckland,hamilton).
byCar(hamilton,raglan).
byCar(valmont,saarbruecken).
byCar(valmont,metz).
byTrain(metz,frankfurt).
byTrain(saarbruecken,frankfurt).
byTrain(metz,paris).
byTrain(saarbruecken,paris).
byPlane(frankfurt,bangkok).
byPlane(frankfurt,singapore).
byPlane(paris,losAngeles).
byPlane(bangkok,auckland).
byPlane(losAngeles,auckland).
```

Реализуйте предикат `travel/2`, который по заданным началу и концу маршрута определял бы, существует ли способ добраться из начала в конец и печатал пункты маршрута, а также виды транспорта, которыми осуществляется перемещение между промежуточными пунктами.