ЛЕКЦИЯ 7

Проблемы работы со знаниями и проблема предсказания

Проблемы работы со знаниями:
1. Индуктивно выводимые знания противоречивы;
2. Проблема статистической двусмысленности;
3. Проблема вывода знаний, оценки высказываний резко падают в процессе вывода;
4. Проблема синтеза логики и вероятности;
5. Проблема синтеза логики, вероятности и обучения;
6. Проблема определения предсказания для индуктивных знаний;
7. Проблема формализации когнитивных процессов.

§1. Проблема статистической двусмысленности.

В индуктивном выводе мы можем получить утверждения из которых выводятся противоречивые утверждения. Приведем классический пример. Предположим, что в теории T есть следующие высказывания:

(Л1) - ‘Почти все случаи заболевания стрептококком быстро вылечиваются инъекцией пенициллина’;

(Л2) - ‘Почти всегда устойчивая к пенициллину стрептококковая инфекция не вылечивается после инъекции пенициллина’;

(С1) - ‘Джейн Джонс заболел стрептококковой инфекцией’;

(С2) - ‘Джейн Джонс получил инъекцию пенициллина’;

(С3) - ‘Джейн Джонс имеет устойчивую к пенициллину стрептококковую инфекцию’.

Из этой теории можно вывести два противоречивых утверждения: одно, объясняющее почему Джейн Джонс выздоровеет быстро (E), и другое, объясняющее отрицание первого – почему Джейн Джонс не выздоровеет быстро (¬E).

Объяснение 1			Объяснение 2	
Л1	[r]		Л2	[r]
С1,С2			С2,С3	
E			¬E	

Условия обоих объяснений не противоречат друг другу, оба они могут быть истинны. Тем не менее, их выводы противоречат друг другу. Поэтому набор правил T приводит к противоречивым выводам.

Гемпель надеялся решить эту проблему, требуя что бы статистические законы удовлетворяли требованию максимальной специфичности (они должны содержать всю относящуюся к рассматриваемому вопросу информацию). В нашем примере условие С3 второго объяснения опровергает условие первого объяснения в силу того, что закон L1 не максимально специфичен по отношению ко всей информации относительно Джонса в теории T. Потому теория T может объяснить только утверждение ¬E, но не E.

§2. Модели предсказания.

Вывод предсказания обычно описывается покрывающими моделями (Covering Law Models) состоящими в том, чтобы вывести факт как частный случай закона. Выделяют две модели предсказания:
1. Дедуктивно-номологическую модель (Deductive-Nomological (D-N)), основанную на фактах и дедуктивных законах;

2. Индуктивно-статистическую модель (Inductive-Statistical (I-S)), основанную на фактах и вероятностных законах.

Дедуктивно-номологическая модель может быть представлена следующей схемой.

$L_1,\ldots,L_m$		
$C_1,\ldots,C_n$		
G		

i) $L_1,\ldots,L_m$ - множество законов;
ii) $C_1,\ldots,C_n$ - множество фактов;
iii) G – предсказываемое высказывание;

iv) $L_1,\ldots,L_m, C_1,\ldots,C_n \vdash G$;
v) множество $L_1,\ldots,L_m, C_1,\ldots,C_n$ непротиворечиво;

vi) $L_1,\ldots,L_m \nvdash G$, $C_1,\ldots,C_n \nvdash G$;

vii) Законы $L_1,\ldots,L_m$ содержат только кванторы всеобщности. Множество фактов $C_1,\ldots,C_n$ – бескванторные формулы;

Индуктивно-статистическая модель аналогична предыдущей с тем отличием, что иначе формулируется свойство vii и добавляется свойство RMS:

$L_1,\ldots,L_m$		
$C_1,\ldots,C_n$	[r]	
G		

Удовлетворяет условиям i-vi дедуктивно-номологической модели.

vii) множество $L_1,\ldots,L_m$ содержит статистические законы. Множество фактов $C_1,\ldots,C_n$ – бескванторные формулы;

viii) RMS: Все законы $L_1,\ldots,L_m$ максимально специфичны.

По Гемпелю [Hempel,C.G.,1968] *требование максимальной специфичности* RMS определяется следующим образом: I-S вывод вида

$p(G;F) = r$		
$F(\boldsymbol{a})$	[r]	
$G(\boldsymbol{a})$		

является приемлемым при состоянии знания K, если для каждого класса H, для которого оба нижеследующих высказывания принадлежат K

$\forall x(H(x) \Rightarrow F(x))$,

$H(\boldsymbol{a})$,

существует статистический закон $p(G;H) = r'$ в K такой, что $r = r'$.

Идея требования RMS состоит в том, что если F и H оба содержат объект ***a***, и H является подмножеством F, то H обладает более специфической информацией об объекте ***a***, чем F и следовательно закон $p(G;H)$ должен предпочитаться закону $p(G;F)$. Тем не менее закон $p(G;H)$ имеет ту же вероятность, что и закон $p(G;F)$

§5. Вывод предсказаний в логическом программировании.

Представим процесс предсказания I-S выводом в рамках логического программирования.

В логическом программировании вывод **предсказания можно рассматривать как вычисление**.

Предсказание в логическом программировании формулируется как запрос G к множеству законов $L_1,\ldots, L_m$ вида (1) и фактов $C_1,\ldots,C_n$ представленных правилами $(\Rightarrow C_1),\ldots,(\Rightarrow C_n)$.

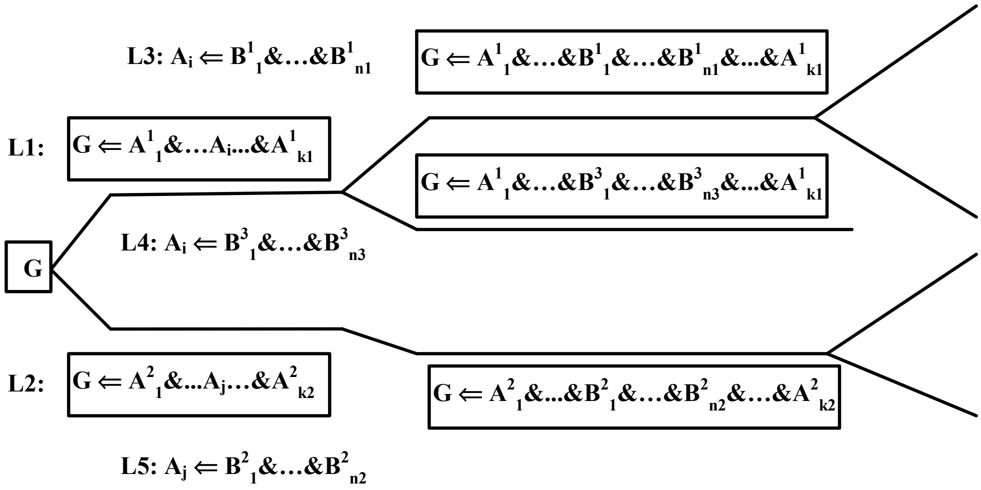

Рис. 1

В процессе вычисления ответа на запрос $G(x_1,\ldots,x_n)$ вычисляется:

1. вывод $\{L_1,\ldots, L_m, C_1,\ldots,C_n\} \vdash \exists x_1,\ldots,x_n G$;

2. набор термов $t_1,\ldots,t_n$ для которых $\{L_1,\ldots, L_m\ C_1,\ldots,C_n\} \vdash G[x_1/t_1,\ldots,x_n/t_n]$.

Процесс вычисления (вывода) предсказания для хорновых формул можно представить в виде дерева рис. 1. В нём запрос G унифицируется с законами L1 и L2 так, чтобы заключение правила совпало с запросом G. В этом случае запрос выводится из истинности атомов посылки $A^1_1\&\ldots A_i\ldots\&A^1_{k1}$ или посылки $A^2_1\&\ldots A_j\ldots\&A^2_{k2}$. Если среди законов $L_1,\ldots, L_m$ есть правила L3, L4, L5, которые унифицируются с некоторыми атомами A_i или A_j, то посылки этих правил $B^1_1\&\ldots\&B^1_{n1}$ или $B^2_1\&\ldots\&B^2_{n2}$ или $B^3_1\&\ldots\&B^3_{n3}$ подставляются вместо соответствующих атомов A_i или A_j . Если какие-то правила L3, L4 или L5 являются фактами вида $\Rightarrow A_i$, то соответствующий атом после унификации удаляется из посылки правила L1. В результате получаются правила, стоящие в правой части дерева вывода. Вывод (вычисление) заканчивается, когда найдена такая ветвь дерева вывода. которая содержит правило ($G \Leftarrow$).

Алгоритм унификации:
Вход: Два терма T_1 и T_2, которые надо унифицировать.
Рузультат: Подстановка θ - наиболее общий унификатор термов T_1 и T_2.
Алгоритм: начальное значение подстановки θ - пусто, стек содержит равенство $T_1 = T_2$

```
failure:= false
Пока стек не пуст и не failure выполнить:
    {считать равенство X=Y из стека
     если X – переменная, не входящая в Y, то
          {заменить все вхождения X в стеке и в θ на Y,
           добавить X=Y к θ}
     если Y – переменная, не входящая в X, то
          {заменить все вхождения Y в стеке и в θ на X,
           добавить Y=X к θ}
     если X и Y – одинаковые константы или переменные, то
          продолжить
     если X = f(X1,…,Xn) и Y = f(Y1,…,Yn), то
          {поместить Xi = Yi для всех i = 1,…,n в стек}
    в остальных случаях failure:= true
```

}
если failure, то результат = отказ;
выдать результат = θ.

Процесс вычисления логической программы:
Вход: Логическая программа P.
Цель G.
Результат: Gθ, если G выводится из P, или отказ.
Алгоритм: Начальная резольвента равна входной цели G.
Пока резольвента непуста выполнить:
{ выбрать такую цель A из резольвенты и такое переименованное
правило $A' \Leftarrow B_1,\ldots,B_n$, $n \geq 0$ из P, что A и A' унифицируемы н.о.у.
θ (если нет таких целей и правила, то выйти из цикла).
Удалить A и добавить $B_1,\ldots,B_n$ к резольвенте.
Применить θ к резольвенте и к G
}
Если резольвента пуста, то результат Gθ,
иначе отказ.