

ТЕМА

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ТЕМЫ

- 1. Формализация знаний в интеллектуальных системах.*
- 2. Количественная спецификация ЕЯ систем.*
- 3. Логико-статистические методы извлечения знаний.*
- 4. Формально-логические модели .*
- 5. Продукционные модели .*
- 6. Сетевые модели*

5. ПРОДУКЦИОННЫЕ МОДЕЛИ

- **Производственные системы**
- **Вероятностные производства**
- **Байесовская стратегия вывода**
- **Метод цен свидетельств**
- **Метод Шортлифа**

ПРОДУКЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (1)

Метод формализации знаний, при котором знания представляются в виде множества правил-продукций:

<условие применения> → <действие>

Задачи продукционных систем:

- Определение возможной или необходимой ситуации (состояния), удовлетворяющей некоторому критерию, которая может быть получена из заданной начальной ситуации
- Определение начальной ситуации (состояния), удовлетворяющей некоторому критерию, из которой может быть получена текущая ситуация
- Отыскание алгоритма преобразования начальной ситуации в конечную

ПРОДУКЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (2)

Достоинства продукционных систем:

- универсальность метода программирования
- модульность организации знаний
- легкость и естественность спецификации продукционных знаний, простоту их модификации и расширения
- синтетические продукционные системы
- асинхронность, недетерминированность и возможная параллельность

Недостатки продукционных систем

- низкая эффективность в сравнении с традиционными методами программирования
- сложность или даже невозможность контроля правильности программ продукционных систем

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ПРОДУКЦИИ

Гипотеза - утверждение, которое необходимо проверить или оценить

$P(H_i)=1$ гипотеза считается истинной,
а при $P(H_i)=0$ – ложной

Свидетельство - истинное или ложное утверждение, дающее оценку гипотезы

$C_j \Rightarrow P(H_i)$ или $C_j \Rightarrow \delta P(H_i)$, $C_j \Rightarrow C_{j+1}$

Факт - априорно истинное утверждение (аксиома) или доказанное утверждение, которое также может выступать в качестве свидетельства

БАЙЕСОВСКАЯ СТРАТЕГИЯ ВЫВОДА (1)

Оценка апостериорной вероятности гипотезы при наличии свидетельств (фактов), подтверждающих или опровергающих гипотезу

$P(H)$ — априорная вероятность гипотезы H при отсутствии каких-либо свидетельств,

$P(H:C)$ — апостериорная вероятность гипотезы H при наличии свидетельства C .

$P(H\&C)$ — вероятность одновременной истинности гипотезы H и свидетельства C .

Если гипотеза и свидетельство независимы, то совместная вероятность вычисляется как произведение вероятностей:

$$P(H\&C)=P(H)*P(C)$$

По теореме Байеса:

$$P(H:C)=\frac{P(H\&C)}{P(C)}$$

$$P(C:H)=\frac{P(C\&H)}{P(H)}$$

БАЙЕСОВСКАЯ СТРАТЕГИЯ ВЫВОДА (2)

Из этих двух выражений можно вывести новую вероятность гипотезы $P(H^*)$ при существовании свидетельства:

$$P(H^*) = P(H : C) = \frac{P(C : H) * P(H)}{P(C)}$$

Вероятность свидетельства C можно также представить через условные вероятности: при наличии гипотезы H , и при ее отсутствии:

$$P(H)^+ = \frac{P(C : H) * P(H)}{P(C : H) * P(H) + P(C : \bar{H}) * P(\bar{H})}$$

Вероятность $P(C:H)$ вычисляется на основании статистического эксперимента. Каждому правилу вывода $C_j \Rightarrow H_i$ ставится в соответствие пара значений, характеризующих "силу" этого отношения:

$R(C_j:H_i)$ — статистическая частота появления j -го свидетельства при свершении гипотезы i .

$R(C_j:\sim H_i)$ — статистическая частота появления j -го свидетельства при отсутствии гипотезы i .

МЕТОД ЦЕН СВИДЕТЕЛЬСТВ (1)

Наилучшим считается свидетельство, имеющее наибольшее значение показателя ЦС, равного сумме влияний свидетельства на все множество гипотез

$$ЦС(C_j) = | P^+(H_i : C_j) - P^+(H_i : \sim C_j) |$$

$P^+(H_i : C_j)$, $P^+(H_i : \sim C_j)$ — значения вероятностей, которые будут достигнуты в случае применения правила.

Для вывода выбирается свидетельство с максимальным показателем ЦС.
 $j = \text{index max } (ЦС(C_j))$

Если используется вычисление нескольких (n) гипотез одновременно, то выбор оптимального свидетельства определяется по следующей формуле:

$$ЦС(C_j) = \frac{\sum_{i=1}^n | P^+(H_i : C_j) - P^+(H_i : \sim C_j) |}{n}$$

МЕТОД ЦЕН СВИДЕТЕЛЬСТВ (2)

Выполнение всех правил продукции на шаге k , содержащих в качестве антецедента свидетельство C_j , осуществляется по следующим формулам:

1. Вычисляется вероятность гипотезы H_i при наличии свидетельства C_j :

$$P_{k+1}(H_i : C_j) = \frac{P_k(H_i) * R(C_j : H_i)}{P_k(H_i) * R(C_j : H_i) + P_k(\sim H_i) * R(C_j : \sim H_i)}$$

2. Вычисляется вероятность гипотезы H_i при отсутствии свидетельства C_j :

$$P_{k+1}(H_i : \sim C_j) = \frac{P_k(H_i) * (1 - R(C_j : H_i))}{P_k(H_i) * (1 - R(C_j : H_i)) + P_k(\sim H_i) * (1 - R(C_j : \sim H_i))}$$

3. Учитывается вероятность наличия свидетельства C_j :

$$P_{k+1}(H_i) = P_{k+1}(H_i : \sim C_j) + P(C_j) * (P_{k+1}(H_i : C_j) - P_{k+1}(H_i : \sim C_j))$$

МЕТОД ЦЕН СВИДЕТЕЛЬСТВ (3)

Окончания логического вывода:

1. Осуществлен перебор всех свидетельств
2. $\forall (m \neq i) (PP_{\min}(H_i) > \text{ПОРОГ}) \ \& \ (PP_{\min}(H_i) \geq PP_{\max}(H_m))$

Наименьшая и наибольшая достижимая вероятности:

$$PP_{\min}(H_i) = \min(P_{\text{end}}(H_i)), \ \forall (m \neq i) \ PP_{\max}(H_m) = \max(P_{\text{end}}(H_m))$$

$\min(P_{\text{end}}(H_i))$ и $\max(P_{\text{end}}(H_m))$ — минимальная и максимальная вероятности соответственно H_i и H_m гипотезы после выполнения всех продукций (правил)

МЕТОД ШОРТЛИФА (1)

Подход для выбора свидетельства Шортлифа (Shortliffe)

q — коэффициент уверенности правила (вероятностная величина)

$$p + (1 - p) * q$$

Метод, базирующийся на формуле Шортлифа:

Каждому продукционному правилу соответствует некоторая эмпирическая величина $Q(H_i:C_j)$, интерпретированная как вероятность подтверждения H_i гипотезы при наличии C_j свидетельства.

Выбор свидетельства аналогичен процедуре выбора по методу ЦС.

Вычисление значений новых вероятностей гипотез $P_{k+1}(H_i:C_j)$, $P_{k+1}(H_i:\sim C_j)$:

- $P_{k+1}(H_i:C_j) = P_k(H_i) + (1 - P_k(H_i)) * Q(H_i:C_j)$
- $P_{k+1}(H_i:\sim C_j) = P_k(H_i)$

Выполнение всех правил продукции, содержащих в качестве антецедента свидетельство C_j , и установление факта окончания логического вывода осуществляется аналогично с предыдущим методом.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Дайте определение производственной системы
2. Перечислите основные задачи производственных систем
3. Перечислите достоинства и недостатки производственных систем
4. Что такое вероятностные производства?
5. Опишите Байесовскую стратегию вывода
6. В чем состоит метод цен свидетельств?
7. Опишите подход для выбора свидетельства Шортлифа
8. Опишите метод выбора свидетельств, базирующийся на формуле Шортлифа