

Лекция 11

Логика предикатов + графы и-или

Определённые выражения в логике предикатов — импликация в антициденте которой стоит конъюнкция положительных атомов (= литералов), а консиквент — единственный положительный атом. Все переменные связаны связаны кванторами всеобщности и опускаются. Частый случай — просто положительные атомы (будут фактами). Также называются корновскими дизъюнктами. Те же самые правила продукции

Из этого вытекает обобщённое правило продукции.

Обобщённые правила Modus Ponens

$$\frac{R(c), R(x) \rightarrow Q(x)}{Q(c)}, x/c$$

В общем случае антицидент — конъюнкция, которая распространяется на заключение.

В нашем случае, БЗ — система правил продукции, и база фактов (факт — атом, в котором стоят константы).

Факты — закрытые вершины

1. заданные вершины — исходные факты
2. в этот список дописываем новые факты, новые доказанные вершины, которые получим в процессе вывода.

Структуры данных

Переменная

1. имя
2. значение
3. флаг:
 - а. -1 нет значения

b. 0 связано

c. 1 есть значение

Будем считать, что константы задаются большими буквами (РЕТУА)

Переменные в каждом правиле должны быть разными, чтобы они были уникальными значениями для каждого правила продукции.

Создадим динамический массив из переменных.

Атом

1. имя атома/предиката
2. массив переменных, которые в нем используются
3. количество переменных
4. флаг: доказан атом или нет
 - a. доказан — если все переменные в нем получили значения в результате унификации

Всё кроме констант задаются маленькими буквами.

Введём массив атомов,

Правила импликации

1. аналогично правилу и-или
2. заключение правила, которое соответствует выходу правилу продукции, один атом
3. массив атомов, которые стоят в условии правила, они соответствуют входным вершинам нашего правила в графах
4. номер правила
5. метка правила
6. можно ввести флаг: доказано или нет

Дальше вводим список правил — БЗ. Входные вершины передаем как атомы.

Алгоритм поиска в ширину от данных

В рабочую память помечаем факты — заданные вершины.

Цикл пока

пока не получена цель или нет добавлений в рабочую память (либо нашли решение либо нет)

вызываем метод потомков

в нем просматриваем БП (база правил) и для каждого текущего правила должны проверить, что все его входные атомы-вершины покрываются множеством фактов

Если покрываются, то заключение правила добавляем в БФ (база фактов), правила помечаем доказанным и можно удалить из этого списка правил.

чтобы доказать, что все атомы в инцидентенте выполнены последовательно просматриваем каждый атом (т е входную вершину)

Для каждого атома выполняем унификацию (поиск атома в БФ, которая с ним унифицируется), то есть имя предиката и число аргументов совпало. Выполняем унификацию, если

Атом доказан, если все переменные получили значения, флаг — доказан. При этом все переменные имеют значение. Если хоть какой-то атом не доказывается, то мы правило оставляем, смотрим дальше.

Целесообразно, если мы доказали часть атомов сделать их закрытыми, поставить флаг, что они доказаны, и в следующем цикле доказывать только следующие.

В этом методе потомков либо мы получим решение, либо правил не найдем. Если на

Тест для правил и фактов

$O(N, M), M(M_1), A(w), E(N, A_1)$

1) $A(x) \& W(y) \& S(x, y, z) \& H(z) \rightarrow C(x)$

2) $M(x_1) \& O(N, x_1) \rightarrow S(W, x_1, N)$

3) $M(x_2) \rightarrow W(x_2)$

4) $E(x_3, A_1) \rightarrow H(x_3)$

$x, y, z, x_1, x_2, x_3, n = 6$

Вывод

первый ах убрать в конец?????

1. просматриваем БП, первое правило не выполняется. просматриваем второе правило, выбираем первый атом. ищем такой же факт в базе закрытых вершин
2. x_1 — константа, становится M , в этом атоме записали в поле значение x_1 M , поэтому когда будем просматривать второй атом, то x_1 это M , две константы
3. пытаемся доказать
4. в нашу БФ добавляем новый факт $S(W, M, V_1)$. убираем вершину и правило в закрытые
5. правило 2— стало закрытым.
6. второе правило — идет унификация, x_2 получает M_1 , добавляем 3 правило
7. новый факт $W(M_1)$
8. осталось 4 правило, в результате добавляем новый факт и вершину

Цель — какая-то там

если это сделали, то не делаем в ширину на графе

Простейший тест

Знания: Пингвины ловят рыбу под водой. Пингвин это птица. Пингвины не умеют летать. Если птица не умеет летать и ловит рыбу под водой, то она умеет плавать.

Задан: M_1 пингвин

Умеет ли M_1 плавать?

$P_1(x)$ - x =пингвин

$P_2(x)$ - x ловит рыбу под водой

$P_3(x)$ - x =птица

$P_4(x)$ - x не умеет летать

$P_5(x)$ - x умеет плавать

Задан факт $P_1(M_1)$

Правила:

- 1) $\forall x P_1(x) \rightarrow P_2(x)$
- 2) $\forall x P_1(x) \rightarrow P_3(x)$
- 3) $\forall x P_1(x) \rightarrow P_4(x)$
- 4) $\forall x P_3(x) \& P_4(x) \& P_2(x) \rightarrow P_5(x)$

Обратный поиск в глубину от цели

В нем используются

1. сам поиск 2 флага
2. метод поиска потомков
 - a. в методе потомков в результате унификации не только константы, но мы должны хранить связанные переменные
 - b. на каждом шаге поиска мы в стек открытых вершин или в стек атомов дописываем все атомы, которые не входят в БФ
 - c. и параллельно ведем список открытых правил
 - d. т.е. создаем список открытых вершин (атомов), тоже как стек формируем список подстановок (третий список)
 - i. атомы, правила и подстановки
 - e. если на каком-то шаге, все подцели-атомы какого-то правила будут доказаны, это соответствует методу разметки, тогда удаляем из стека доказанный атом, добавляем его в БФ, номер правила переносим в закрытые и из стека подстановок удаляем подстановки удаляем подстановки, которые были для него выполнены