# Особенности реализации экспертных систем на базе логической модели знаний

**1. Понятие логической модели знаний.**

В основе лог. модели знаний лежит понятие формальной теории и отношения, которые существуют между единицами знаний можно описывать только с помощью синтаксических правил, допустимых в рамках этой теории.

Формальная теория задается всегда четверкой символов S=<B, F, A, R>, где

В - конечное множество базовых символов, иначе - алфавит теории S;

F - подмножество выражений теории S, называемых формулами теории. Обычно имеется эффективная процедура, которая представляет собой совокупность правил, позволяющих из элементов множества В строить синтаксически правильные выражения.

А - выделенное множество правил, называемых аксиомами теории, т. е. множество априорно истинных формул.

R - конечное множество отношений { r1, r2, ... , rn } между формулами, называемыми правилами вывода. Для любого ri существует целое положительное число j, такое, что для каждого множества, состоящего из j формул, и для каждой формулы F эффективно решается вопрос о том, находятся ли эти j-формулы в отношении ri с формулой F. Если ri выполняется, то F называют непосредственным следствием F-формул по правилу ri.

Следствием (выводом) формулы в теории S называется такая последовательность правил, что для любого из них представленная формула явл-ся либо аксиомой теории S, либо непосредственным следствием.

Правила вывода, которые разрабатываются проектировщиками, позволдяют расширить множество формул, которые явл-ся аксиомами теории.

Формальная теория наз. разрешимой, если существует эффективная процедура, позволяющая узнать для любой заданной формулы, существует ли её вывод в теории S.

Формальная теория S наз. Непротиаворечивой, если не существует такой формулы А, что и А, и не А выводимы в данной теории.

Наиболее распространенной формальной теорией, используемой в системах искуственного интеллекта явл-ся исчисление предикатов, то есть функций, которые могут принимать только 2 значения.

К достоинствам логической модели относят:

- наличие стандартной типовой процедуры логического вывода (доказательства теорем). Однако такое единообразие влечет за собой основной недостаток модели - сложность использования в процессе логического вывода эвристик, отражающих специфику ПО.

К другим недостаткам логической модели относят:

- “монотонность”;

- “комбинаторный взрыв”;

- слабость структурированности описаний.

**2. Характеристика языка предикатов первого порядка. Особенности представления знаний.**

В основе языка предикатов первого порядка лежит понятие предикатов, то есть логическая функция от одной или нескольких нелогических пременных. Функция может принимать значения истина (t) или ложь (f). В рамках логики утверждение считается истинным, если и относящееся к нему предположение считается истинным и заключение самого утверждения тоже истина.

Синтаксис языка предикатов включает: предикативные символы, символы переменных, константы (?), а также разделители ( ), [ ], “, ‘.

Предикативные символы используются для обозначения отношений. Объекты отношений записываются в ( ) после предикативного символа и наз-ся аргументами. Полная запись отношения наз-ся атомной или атомарной формулой.

Атомарная формула:

Является ( Иванов, спец.—поЭВМ)

предикативный терм 1 терм 2

символ

Термы могут представляться констанатами и переменными. Разрешено также в качестве термов использовать функции, к-рые обязательно должны быть определены в рамках ПО. Проектировщик ЭС заранеее определяет, как интерпретировать порядок термов в отношении. Допустимые выражения в исчислении предикатов, в частности атомарные формулы, наз-ся правильно построенными функциями ( ППФ ). В языке предикатов для каждой ППФ обязательно определяется конкретная интерпретация. Как только для ППФ определена интерпретация, говорят, что формула имеет значение “истина”, если соответствующее утверждение ПО истинно, в противном случае ППФ имеет значение “ложь”.

Из формул можно составить предложение с помощью логических связок: конъюнкция, дизъюнкция, импликация, отрицание.

Конъюнкция ( ∧ ) используется для образования составных фраз:

Учится ( Иванов, эк.-университет ) ∧ располагается ( эк.-университет, Киев )

ППФ, построенные с помощью связки конъюнкция, наз-ся просто конъюнкциями.

Дизъюнкция ( ∪ ) реализует функцию не исключающего “или”.

Находятся ( Иванов, аудит.-147) И находится ( Иванов, библиотека ).

ППФ, построенные с помощью связки дизъюнкция, наз-ся дизъюнкциями.

Связка импликация ( → ) используется для представления утверждения типа “если, то”.

Владеть ( Иванов, машина-1) → марка ( машина-1, “BMW”).

ППФ, построенная путем соединения формул с помощью связки импликация, наз-ся импликацией.

Левая сторона импликации наз-ся антецедент, правая - конциквент. Импликация имеет значение “истина”, если антецедент и конциквент имеют значения “истина”, либо антецедент имеет значение “ложь” независимо от конциквента. В остальных случаях импликация имеет значения “ложь”.

ППФ со знаком отрицания ( ~ ) пред ней наз-ся отрицанием.

В языке предикатов атомная формула может принимать только истинные значения, только ложные значения, а также в зависимости от значений переменных, которые в нее входят, либо итсина, либо ложь. Для того, чтобы при исчислении предикатов можно было манипулировать значениями переменных, потребовалось ввести понятие “квантор”.

Квантор - это операция, в которой участвуют все значения переменной одного предиката.

Квантор служит для указания меры, в какой экземпляры переменной (?), то есть константы должны быть истинными, чтобы все значения в целом были истинными.

Различают квантор общности ∀ и квантор сущестовования ∃ . Если перед предикатом записан квантор ∀ для какой-то переменной, напр. ∀(х), то это означает, что значение предиката будет истинным только в том случае, если все значения переменной х будут истинными.

∀(х) ( специалист-по-ЭВМ (х) → программист )

Если перед предикатом записан квантор ∃, напр. ∃(х), то для истинности предиката достаточно, чтобы только некотрые значения переменной, по крайней мере одно, были истинными.

∃(х) ( специалист-по-ЭВМ(х) → оптимист(х) )

В рамках одного предиката можно использовать и кванторы общности, и кванторы существования, но для разных переменных.

∀(х) ∃(y) ( служащий (х) → руководитель (y, х))

Если некотрая переменная в ППФ проквантифицирована, то она называется связанной. В противном случае переменная называется свободной. Любое выражение, которое получается путем квантифицирования правильной формулы, является также ППФ.

Предикатами первого порядка наз-ся предикаты, в которых не допускается квантификация по предикатным или функциональным символам, а можно квантифицировать только переменные.

**3. Аппарат логического вывода.**

В языке предикатов процедуры логического вывода производятся над знаниями, представленными во внутренней форме по отношению к тем описаниям, к-рые выполнил проектировщик, отражая специфику ПО, т. о. проектировщик работает с внешней формой представления знаний, а процедуры логического вывода - со внутренней.

Перевод внешней формы во внутреннюю производится в системах, реализующих язык предикатов, автоматически на основе таблиц истинности для вычисления отдельных предикатов и логических операций, а также на основании целого ряда эквивалентности ( законы де Моргана, дистрибутивные законы, ассоциативные законы ). В процессе логического вывода языка предикатов используются операции, к-рые применяются к существующим ППФ с целью построения новых ППФ.

“Modus ponens” - используется для создания из ППФ вида А ППФ вида В

( А ⎣ В). ⎣ (“турникет”) интерпретируется как “следовательно”.

Операция специализации. Суть — позволяет доказать, что если некоторому классу обьектов присуще к.-л. свойство, то любой обьект данного класса будет обладать этим свойством. Для всех обьектов класса исп. свойство А, следовательно

∀(x) W(x), A L\*W(A) (?)

Операция — унификация. Использ-ся для док-ва теории, содержащих квантиоризированные формулы приводят в соответствие определенные подвыражения формы путем нахождения подстановок.

Операция резолюция. Используется для порождения новых предположений. В основе метода резолюции лежит опровержение гипотезы и доказательство, что это неверно. В процессе реализации метода используется операция исключения высказывания, если эти высказывания в даных предположениях отрицаются, а вдругих — нет. Врезультате доказательства если опровержение ложно, формируется пустая резольвента.

Для применения резолюции ППФ должны быть переведены в клаузальную форму путем упрощения, а затем представлено в форме дизьюнкции. Процесс преобразования сводится к следующ. основным этапам:

1 — исключение символов импликации из формул и ограничение области действия символа отрицания

2 — разделение переменных, т.е. замена одной связанной квантором переменной, кот. встречается в выражении несколько раз — различными именами

3 — исключение кванторов существования путем их замены функциями, аргументами которых являются переменные, связанные квантором общности, область действия кот. включает область действия исключенного квантора существования.

4 — преобразование предположений в префиксную форму, т.е. в ППФ не остается кванторов существования. Каждый квантор общности имеет свою переменную, поэтому все кванторы общности можно переместить в начало ППФ и считать, что область действия каждого квантора включает всю ППФ.

5 — приведение матрицы к коньюнктивной нормальной форме, т.е. коньюнкции конечного множества дизьюнкций.

6 — исключение кванторов общности. Это возможно, т.к. все переменные, оставшиеся на этом этапе относятся к квантору общности.

7 — исключение символов коньюнкции. В результате матрица остается только в виде дизьюнкций, над которыми возможно проведение операций резлюции.

**4. Особенности машинной реализации языка предикатов первого порядка.**

Машинная реализация языка предиката первого порядка имеет ряд серьезных проблем, которые связаны с универсальностью аппарата логического вывода. 1-я проблема — монотонность рассуждений (в процессе логического вывода нельзя отказаться от промежуточного заключения, если становятся известными дополнительные факты, которые свидетельствуют о том, что полученные на основе этого заключения решения не приводят к желаемому результату. 2-я проблема — комбинаторный взрыв ( в процессе логического вывода невозможно применять оценочные критерии для выбора очередного правила. Безсистемное применение правил в рассчете на случайное доказательство приводит к тому, что возникает много лишних цепочек ППФ , активных в определенный момент времени. Это чаще всего приводит к переполнению рабочей памяти.

В процессе исследований по отысканию эффективных процедур машинной реализации языка предиката наметилось 2 основных подхода(кон. 60-х гг.):

1 — Отбрасывается принцип универсальности языка предиката и производится поиск конкретных процедур, эффективных для конкретной предметной области. В этом случае в БЗ вводились обширные знания предметной области. Наиболее типичный представитель — LISP

2 — развивался в рамках традиционной логики и был направлен на сохранение универсальности , свойственной языку- предикату путем разработки эффективных процедур логического вывода универсальных по своему характеру, но позволяющих нейтрализовать монотонность и комбинаторный взрыв.

Наиболее эффективной разработкой этого подхода явл. язык PROLOG. В нем принята обратная стратегия вывода. Полностью реализованы все средства описания знаний языка-предиката, в т.ч. и кванторами для порождения новых высказываний используется операция резолюции.В качестве процедуры поиска решения, позволяющей устранить монотонность и комбинаторный взрыв используют поиск в иерархически упорядоченном пространстве состояний.