

Лабораторная работа №1. Представление знаний.

Цель работы. Изучить заданную предметную область и построить модель знаний по одному из предложенных вариантов.

Представление знаний

Характерная особенность экспертных, отличающая их от традиционных систем обработки информации, заключается в оперировании знаниями. Формализм описания такого рода информации определяется как представление знаний. Компонент, который использует для решения проблем знания экспертов, описанные в заранее выбранной для них форме представления, является механизмом вывода. В системах с базами знаний, в том числе и экспертных системах, представление знаний является фундаментальным понятием. Решение о выборе способа представления знаний оказывает существенное влияние на любую их составную часть.

Можно сказать, что представлением знаний определяются возможности системы базы знаний. И наоборот, чтобы система обработки знаний отвечала определенным прикладным потребностям, должно быть создано соответствующее представление знаний. Поскольку представление знаний является средством описания знаний человека, то желательно, чтобы его описательные возможности были как можно выше. С другой стороны, если форма представления становится излишне сложной, то усложняется и механизм выводов, при этом не только затрудняется проектирование ЭС, но и возникает опасность потери достоверности выполняемых ею действий. В конечном итоге проектирование представления знаний предусматривает выработку всех этих условий, а затем и выбор решения на основе некоторого компромисса между ними.

Выделяют три стратегии получения знаний при разработке систем, основанных на знаниях:

1. Приобретение знаний. Это означает получение знаний с использованием компьютера при наличии подходящего программного инструментария.
2. Формирование знаний. Под этим понимают получение знаний с использованием программ обучения при наличии репрезентативной (т.е. достаточно представительной) выборки примеров принятия решений в предметной области и соответствующих пакетов прикладных программ.
3. Извлечение (выявление) знаний. Сюда относят получение знаний без использования вычислительной техники путем непосредственного контакта инженера по знаниям с источником знаний, в результате которого становятся явными структура его представлений о предметной области, а также процесс рассуждений специалистов при принятии решения.

Потенциальные источники знаний включают в себя экспертов, специальную литературу (учебники, справочники, отчеты, истории болезни и т.п.), справочно-нормативные сведения, набор данных (базы данных), личный опыт и др.

Для формирования знаний часто используются следующие модели представления знаний:

- Фреймовая модель
- Семантическая сеть
- Продукционная модель, основанная на использовании специальных правил: ЕСЛИ – ТО.

Выбор метода представления знаний зависит от особенностей предметной области (какие структуры знаний наиболее часто встречаются, присутствуют ли иерархичность или сетевые конструкции, характер входных и выходных данных в задачах и т.д.), опыта когнитолога, выбранного инструментария разработки.

Представление знаний продукционными правилами

Продукции (наряду с сетевыми моделями) являются наиболее популярными средствами представления знаний в информационных системах. Продукционная модель или модель, основанная на правилах, позволяет представить знания в виде предложений типа «Если (условие), то (действие)».

Под “условием” понимается некоторое предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под “действием” – действия, выполняемые при успешном исходе поиска. Чаще всего вывод на такой базе знаний бывает прямой (от данных к поиску цели) или обратный (от цели для ее подтверждения – к данным). Данные – это исходные факты, хранящиеся в базе фактов, на основании которых запускается машина вывода или интерпретатор правил, перебирающий правила из продукционной базы знаний [1].

Если в памяти системы хранится некоторый набор продукций, то они образуют систему продукций. В системе продукций должны быть заданы специальные процедуры управления продукциями, с помощью которых происходит актуализация продукций и выполнение той или иной продукции из числа актуализированных.

Простота и наглядность этого способа обусловили его применение во многих системах. Системы обработки знаний, использующие представление знаний продукционными правилами, получили название продукционных систем [2].

Обычно в знаниях, представленных продукционными правилами, одновременно присутствуют несколько условий в посылке, однако имеется одно единственное заключение. Требования к механизму выводов определяется из условия согласования знаний, используемых для выводов, причем обработка станет особенно легкой, если вывод обходится однократным согласованием. В этом смысле нисходящие выводы являются простыми выводами, однако, существуют задачи, для которых не так просто дать четкое описание цели. Например, в системах медицинской диагностики, когда ставится диагноз по симптомам, трудно получать нисходящий вывод, если неизвестна цель.

Продукционная модель чаще всего применяется в промышленных ЭС. Она характеризуется наглядностью, высокой модульностью, легкостью внесения дополнений и изменений и простотой механизма логического вывода.

Можно выделить сильные стороны систем продукций: модульность; единообразие структуры (основные компоненты продукционной системы могут применяться для построения интеллектуальных систем с различной проблемной ориентацией); естественность (вывод заключения в продукционной системе во многом аналогичен процессу рассуждения эксперта); гибкость родовидовой иерархии понятий, которая поддерживается только как связь между правилами (изменение правила ведет за собой изменение в иерархии); простота создания и понимания отдельных правил; простота пополнения и модификации; простота механизма логического вывода.

А также следующие слабые стороны систем продукций: процесс вывода менее эффективен, чем в других системах, поскольку большая часть времени при выводе затрачивается на непроизводительную проверку применимости правил; сложно представить родовидовую иерархию понятий; неясность взаимных отношений правил; сложность оценки целостного образа знаний; отличие от человеческой структуры знаний; отсутствие гибкости в логическом выводе.

Представление знаний с помощью продукций иногда называют «плоским», так как в продукционных системах отсутствуют средства для установления иерархий правил. Объем знаний продукционных систем растет линейно, по мере включения в нее новых фрагментов знаний, в то время как в традиционных алгоритмических системах, использующих деревья решений, зависимость между объемом база знаний и количеством знаний является логарифмической.

Представление знаний семантическими сетями

Семантическая сеть – это один из способов представления знаний. Изначально семантическая сеть была задумана как модель представления долговременной памяти в психологии, но впоследствии стала одним из способов представления знаний в ЭС. Семантика – означает общие отношения между символами и объектами из этих символов.

Семантические сети, по мнению специалистов, реализуют наиболее общий способ представления знаний. Семантическая сеть (semantic network) представляет знания в виде графа, узлы которого соответствуют фактам или понятиям, а дуги – отношениям между понятиями. Как узлы, так и дуги обычно имеют метки. Граф представляет собой множество вершин и множество дуг, соединяющих некоторые пары вершин. Размеченный граф для каждой вершины содержит дескрипторы (метки), благодаря которым вершины графа отличаются между собой. Для графа пространства состояний дескрипторы идентифицируют состояния в процессе решения задачи. Метки дуг в семантических сетях применяются для задания именованных отношений [3].

В ориентированном графе для каждой дуги приписано определенное направление, указанное стрелкой. Путь на графе – это последовательность дуг, соединяющая соседние вершины. Две вершины называются связными, если существует путь, содержащий эти вершины. Если путь включает некоторую вершину более одного раза, то он содержит петлю или цикл.

Корневой граф содержит одну выделенную вершину (корень), от которой существует путь к любой вершине графа. Корень обычно располагается в верхней части рисунка над остальными вершинами. Корень графа не имеет родителей. Вершина, не имеющая потомков, называется концевой вершиной. Примером такого графа является генеалогическое дерево.

Деревом является граф, в котором существует единственный путь между любыми двумя вершинами. Отношения между вершинами для корневого дерева описываются понятиями родителя, потомка и вершин-братьев (имеющих общих родителей). Вершина называется предком всех вершин, расположенных после нее и потомком всех вершин, расположенных на пути к ней.

Таблица 1. Основные виды отношений в семантических сетях.

Тип	Описание
Является наследником (a-kind-of)	Задаёт иерархические связи между классами
Является экземпляром (is-a, например)	Определяет значение, описывает конкретный объект, понятие
Это (are, есть)	Может использоваться вместо связи a-kind-of в отношениях подразумевающих равенство или эквивалентность
Является частью (has-part)	Определяет структурные связи, описывает части или целые объекты.
Функциональные	Определяются обычно глаголами, отражают различные отношения (учить, владеть и т.д.)
Количественные	отражают количественные соотношения между вершинами (больше, меньше и т.д.)
Пространственные	отображают пространственные отношения между вершинами (близко, далеко и т.д.)
Временные	описывают временные связи между вершинами (скоро, долго, сейчас и т.д.)
Атрибутивные	описывают свойства объектов, понятий
Логические	описывают логические связи между вершинами (и, или, не)

Таблица 2. Типы семантических сетей.

Тип	Описание
По типу знания	
экстенциональные	описывает конкретные отношения данной ситуации.
интенциональные	описывают имена классов объектов, а не индивидуальные имена объектов, связи отражают те отношения, которые всегда присущи объектам данного класса.
По типу ограничений на дуги и вершины	
Простые	вершины сети не обладают внутренней структурой

иерархические	вершины обладают внутренней структурой, в иерархической сети есть возможность разделять сеть на подсети и устанавливать отношения не только между вершинами, но и между подсетями (различные подсети, существующие в сети, могут быть упорядочены в виде дерева подсетей, вершины которого—подсети, а дуги — отношения видимости)
динамические (сценарии)	сети с событиями
По количеству типов отношений	
Однородные	обладают только одним типом отношений
Неоднородные	количество типов отношений больше двух
По арности отношений	
Бинарные	все отношения в графе связывают ровно два понятия
N-арные	в сети есть отношения, связывающие более двух объектов

Следует отметить, что, как и в системе, основанной на фреймах, в семантической сети могут быть представлены родовидовые отношения, которые позволяют реализовать наследование свойств от объектов родителей. Это обстоятельство приводит к тому, что в этом случае семантические сети приобретают все достоинства и недостатки представления знаний в виде фреймов [4].

Представление знаний фреймами

Термин “фрейм” (от английского frame, что означает “каркас” или “рамка”) был предложен Марвином Минским в 1979 г. для обозначения структуры данных при восприятии пространственных сцен. Эта модель имеет психологическое обоснование. Фрейм – это абстрактный образ для представления некоего стереотипа восприятия [1].

В качестве идентификатора фрейму присваивается имя фрейма. Это имя должно быть единственным во всей фреймовой системе.

Представление знаний, основанное на фреймах, является альтернативным по отношению к системам продукции: оно дает возможность хранить родовидовую иерархию понятий в БЗ в явной форме.

Во фреймовой системе единицей представления знания является объект, называемый фреймом. Он является формой представления некоторой ситуации, которую можно (или целесообразно) описывать некоторой совокупностью понятий и сущностей. В качестве идентификатора фрейму присваивается имя. Это имя должно быть единственным во всей фреймовой системе. Фрейм имеет определенную внутреннюю структуру, состоящую из множества элементов, называемых слотами, которым также присваиваются имена. Каждый слот, в свою очередь, представляется определенной структурой данных. Иногда слот включает компонент, называемый фасетом, который задает диапазон или перечень его возможных значений. Фасет указывает также граничные значения заполнителя слота (например, максимально допустимое число братьев).

Помимо конкретного значения, в слоте могут храниться процедуры и правила, которые вызываются при необходимости вычисления этого значения.

Фрейм имеет определенную внутреннюю структуру, состоящую из множества элементов, называемых слотами, которым также присваиваются имена. За слотами следуют шпации, в которые помещают данные, представляющие текущие значения слотов. Каждый слот в свою очередь представляется определенной структурой данных. В значение слота подставляется конкретная информация, относящаяся к объекту, описываемому этим фреймом.

Структуру фрейма можно представить так:

ИМЯ ФРЕЙМА:

(имя 1-го слота: значение 1-го слота),

(имя 2-го слота: значение 2-го слота),

- - - -

(имя N-го слота: значение N-го слота).

Ту же запись представим в виде таблицы, дополнив двумя столбцами.

Таблица 3.. Структура фрейма

Имя слота	значение слота	способ получения значения	присоединенная процедура

В таблице дополнительные столбцы предназначены для описания способа получения слотом его значения и возможного присоединения к тому или иному слоту специальных процедур, что допускается в теории фреймов. В качестве значения слота может выступать имя другого фрейма; так образуют сети фреймов.

Различают фреймы-образцы, или прототипы, хранящиеся в базе знаний, и фреймы-экземпляры, которые создаются для отображения реальных ситуаций на основе поступающих данных.

Совокупность фреймов, моделирующая какую-либо предметную область, представляет собой иерархическую структуру, в которую фреймы соединяются с помощью родовидовых связей. На верхнем уровне иерархии находится фрейм, содержащий наиболее общую информацию, истинную для всех остальных фреймов.

Фреймы обладают способностью наследовать значения характеристик своих родителей, находящихся на более высоком уровне иерархии.

Различают статические и динамические системы фреймов. В системах первого типа фреймы не могут быть изменены в процессе решения задачи, в системах второго типа это допустимо.

О системах программирования, основанных на фреймах, говорят, что они являются объектно-ориентированными системами. Каждый фрейм соответствует некоторому объекту предметной области, а слоты содержат данные, описывающие этот объект, т.е. в слотах находятся значения признаков объекта. Фрейм может быть представлен в виде списка свойств, а если использовать средства БД, то в виде записи (кортежа).

Выводы во фреймовой системе исполняются обменами сообщений между фреймами.

Наиболее ярко достоинства фреймовых систем представления знаний проявляются в том случае, если родовидовые связи изменяются не часто и предметная область насчитывает немного исключений. Во фреймовых системах данные о родовидовых связях хранятся явно, т.е. так же, как и знания всех других типов. Значения слотов представляются в системе в единственном экземпляре, поскольку включаются только в один фрейм, описывающий наиболее общее понятие из всех тех, которые содержат слот с данным именем. Такое свойство систем фреймов дает возможность уменьшить объем памяти, необходимый для их размещения в компьютере. Еще одно достоинство фреймов состоит в том, что значение любого слота при необходимости может быть вычислено с помощью соответствующих процедур или найдено эвристическими методами. Для этого инженер знаний должен заранее разработать все требуемые процедуры и эвристические методы, чтобы включить их в систему на этапе ее проектирования.

Как недостаток фреймовых систем, следует отметить их относительно высокую сложность, что проявляется в снижении скорости работы механизма вывода и в увеличении трудоемкости внесения изменений в родовидовую иерархию.

Примеры построения моделей представления знаний

Ниже представлены примеры построения продукционной, семантической и фреймовой моделей представления знаний в предметной области «Супермаркет» (посещение супермаркета).

Пример построения продукционной модели представления знания

Предположим, что требуется построить продукционную модель представления знаний в предметной области «Супермаркет» (посещение супермаркета).

Для построения продукционной модели представления знаний необходимо выполнить следующие шаги:

- 1) Определить целевые действия задачи (являющиеся решениями).

2) Определить промежуточные действия или цепочку действий, между начальным состоянием и конечным (между тем, что имеется, и целевым действием).

3) Опередить условия для каждого действия, при котором его целесообразно и возможно выполнить. Определить порядок выполнения действий.

4) Добавить конкретики при необходимости, исходя из поставленной задачи.

5) Преобразовать полученный порядок действий и соответствующие им условия в продукции.

6) Для проверки правильности построения продукций записать цепочки продукций, явно проследив связи между ними.

Этот набор шагов предполагает движение при построении продукционной модели от результата к начальному состоянию, но возможно и движение от начального состояния к результату (шаги 1 и 2).

На основании приведенных выше шагов выполним построение продукционной модели:

1) Обязательное действие, выполняемое в супермаркетах – выбор товаров и их покупка. На основе этих данных можно выделить два целевых действия «выбрать товар» и «оплатить», они взаимосвязаны и следуют друг за другом.

2) Прежде чем выбрать товар в супермаркете, туда необходимо добраться. Кроме того, нужно выбрать, в какой именно супермаркет пойти. Следовательно можно выделить промежуточные действия: «выбор супермаркета и дорога туда».

3) Прежде чем идти в супермаркет, необходимо убедиться, что есть необходимая сумма денег. Выбор супермаркета может обуславливаться многими причинами, выберем территориальный признак – к какому ближе в тот и идем. Кроме того, разные супермаркеты специализируются на различных категориях товаров, поэтому их ассортимент отличается. Также в супермаркетах могут действовать различные акции на определенные группы товаров. Значит вначале идут действия, позволяющие выбрать супермаркет, затем характеризующие супермаркет, а уже после выбор товара и оплата.

4) Пусть в задаче будут рассматриваться два супермаркета: «Натуральные продукты» и «Все для дома». Первый – продовольственный супермаркет, где представлены фермерские продукты, ассортимент второй – бытовая химия и товары для дома.

5) Выше описанное можно преобразовать в следующие предложения типа «Если, то»:

Если субъекту необходимо сделать покупки и у субъекта есть достаточная сумма денег, то субъект может пойти в супермаркет.

Если субъект ближе к супермаркету «Натуральные продукты», чем к супермаркету «Все для дома» и субъект может пойти в супермаркет, то субъект идет в супермаркет «Натуральные продукты».

Если субъект ближе к супермаркету «Все для дома», чем к супермаркету «Натуральные продукты» и субъект может пойти в супермаркет, то субъект идет в супермаркет «Все для дома».

Если субъект выбрал товар и в супермаркете действует скидка на молочную продукцию, то субъект потратил на 100 рублей меньше.

Если субъект выбрал товар и в супермаркете действует скидка на выпечку, то субъект потратил на 50 рублей меньше.

Если субъект выбрал товар, то субъект должен оплатить покупку.

Введем обозначения для фактов (Ф), действий (Д) и продукций (П), тогда:
 Субъект = Иван;
 Ф1 = субъекту необходимо сделать покупку;
 Ф2 = у субъекта есть достаточная сумма денег;
 Ф3 = субъект ближе к супермаркету «Натуральные продукты», чем к «Все для дома»;
 Ф4 = в супермаркете «Натуральные продукты» действует скидка на молочную продукцию;
 Ф5 = в супермаркете «Натуральные продукты» действует скидка на выпечку;
 Ф6 = субъект выбрал товар;
 Д1 = субъект может пойти в супермаркет;
 Д2 = субъект идет в супермаркет «Натуральные продукты»;
 Д3 = субъект идет в супермаркет «Все для дома»;
 Д4 = в супермаркете действует скидка на молочную продукцию;
 Д5 = в супермаркете действует скидка на выпечку;
 Д6 = субъект потратил на 100 рублей меньше.
 Д7 = субъект потратил на 50 рублей меньше.
 Д8 = после выбора товара субъект должен оплатить товар.
 Для продукций установим приоритет (в скобках перед запятой, чем выше приоритет, чем раньше проверяется правило):
 П1(4, Ф1 и Ф2)= Д1;
 П2(5, Ф3 и Д1)= Д2;
 П3(4, не Ф3 и Д1)= Д3;
 П4(3, Д3 и Ф4)= Д4;
 П5(3, Д2 и Ф5)= Д5;
 П6(2, Д4)= Д6;
 П7(2, Д5)= Д7;
 П8(1, Д6 или Д7)= Д8;
 6) Для отображения взаимосвязи продукций построим граф (рис. 1).

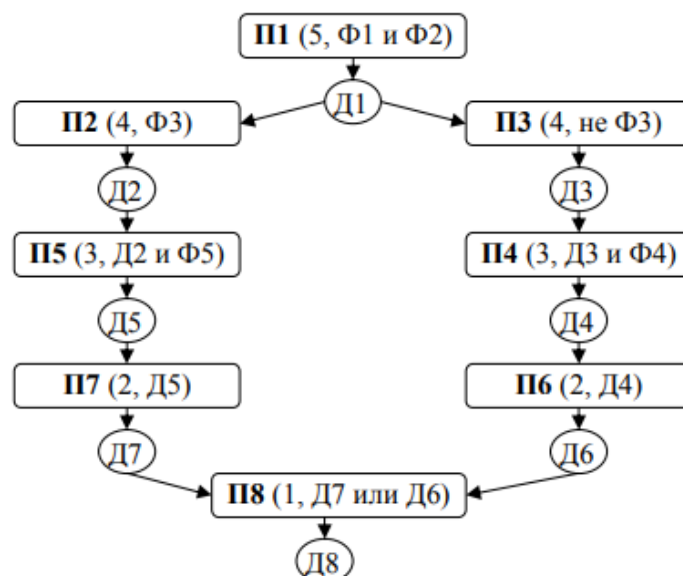


Рис. 1. Схема продукций предметной области «Супермаркет».

Пример построения семантической модели представления знания

Предположим, что требуется построить сетевую модель представления знаний в предметной области «Супермаркет» (посещение супермаркета).

Для построения сетевой модели представления знаний необходимо выполнить следующие шаги:

- 1) Определить абстрактные объекты и понятия предметной области, необходимые для решения поставленной задачи. Оформить их в виде вершин.
- 2) Задать свойства для выделенных вершин, оформив их в виде вершин, связанных с исходными вершинами атрибутивными отношениями.
- 3) Задать связи между этими вершинами, используя функциональные, пространственные, количественные, логические, временные, атрибутивные отношения, а также отношения типа «являться наследником» и «являться частью».
- 4) Добавить конкретные объекты и понятия, описывающие решаемую задачу. Оформить их в виде вершин, связанных с уже существующими отношениями типа «являться экземпляром», «есть».
- 5) Проверить правильность установленных отношений (вершины и само отношение при правильном построении образуют предложение, например «Двигатель является частью автомобиля»).

На основании приведенных выше шагов выполним построение сетевой модели:

- 1) Ключевые понятия данной предметной области – супермаркет, тот, кто посещает супермаркет (покупатель), товары, представленные в супермаркете, и тип товаров, представленных в супермаркете. Продукцией супермаркета являются товары, которые приобретают покупатели.

Исходя из этого, вершины графа будут следующими: «Супермаркет», «Покупатель», «Тип товаров», «Товар»

- 2) У этих объектов есть определенные свойства и атрибуты. Например, супермаркеты располагаются по определенным адресам, каждый товар имеет свою цену. Поэтому добавим вершины «Адрес» и «Цена»

- 3) Определим для имеющихся вершин отношения и их типы, используя таблицу 2.

- 4) Добавим знание о конкретных фактах решаемой задачи. Пусть имеется два супермаркета: «Натуральные продукты» и «Все для дома», в первом представлена категория товаров «Продукты», а во втором «Бытовая химия». Иван решил пойти в супермаркет «Натуральные продукты» и сделал покупку из двух товаров: пакет молока за 50 р., булку хлеба за 30 р. Также известны адреса этих супермаркетов и их специфика.

Исходя из этого, добавим соответствующие вершины в граф и соединим их функциональными отношениями и отношениями типа «например или являться экземпляром». Полученный в результате граф изображен на рис. 2.

5) Добавить фреймы-объекты сценариев и сцен, которые отражают данные конкретной задачи.

На основании приведенных выше шагов выполним построение фреймовой модели:

1) Ключевые понятия данной предметной области – супермаркет, тот, кто посещает супермаркет (покупатель), а также товар, представленный в супермаркете. Кроме покупателей в супермаркете обычно присутствует и работники, поэтому целесообразно выделить общее абстрактное понятие – человек. Тогда фреймы «Супермаркет», «Человек» и «Товар» являются прототипами-образцами, а фрейм «Покупатель» - прототипами-ролями. Также нужно определить основные слоты фреймов – характеристики, имеющие значения для решаемой задачи.

ЧЕЛОВЕК			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Пол	мужской\женский	Из внешних источников	
возраст	0-120 лет	Из внешних источников	

СУПЕРМАРКЕТ			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Название		Из внешних источников	
Адрес		Из внешних источников	
Время работы		Из внешних источников	
Тип товаров		Из внешних источников	

ТОВАР			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Название		Из внешних источников	
Цена		Из внешних источников	

Фреймы-наследники содержат все слоты своих родителей, они явно прописываются только в случае изменения какого-либо параметра.

ПОКУПАТЕЛЬ (АКО ЧЕЛОВЕК)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Способ оплаты	Наличные или картой	По умолчанию (наличные)	
Форма покупки	Покупка есть или нет	По умолчанию (покупки нет)	

2) Фреймы-образцы описывают конкретную ситуацию: какие супермаркеты имеются в городе, как именно организовывается посещение, кто является посетителем, какие товары представлены и т.д. Поэтому определим следующие фреймы-образцы, являющиеся наследниками фреймов-прототипов:

“Натуральные продукты” (АКО СУПЕРМАРКЕТ)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Название	Натуральные продукты	Из внешних источников	
Адрес	улица Гоголя, 18	Из внешних источников	
Время работы	8:00-23:00	Из внешних источников	
Тип товаров	Продовольственные товары	Из внешних источников	

“Все для дома” (АКО СУПЕРМАРКЕТ)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Название	Все для дома	Из внешних источников	
Адрес	улица Ленина, 10	Из внешних источников	
Время работы	10:00-20:00	Из внешних источников	
Тип товаров	Бытовая химия	Из внешних источников	

ИВАН (АКО ПОКУПАТЕЛЬ)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Пол	мужской	Из внешних источников	
возраст	20 лет	Из внешних источников	
Способ оплаты	Картой	По умолчанию (наличные)	
Форма покупки	Покупки нет	По умолчанию (покупки нет)	

3) Фреймы-ситуации описывают возможные ситуации. В супермаркете покупатель попадает в несколько типичных ситуаций: выбор товара и оплата. Рассмотрим типичные ситуации (их может быть больше):

ВЫБОР ТОВАРА			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Перечень товаров		Из внешних источников	IF-ADDED (изменяет слот “Перечень цен” и “Перечень скидок”)
Перечень цен		Присоединенная процедура	IF-ADDED (изменяет слот “Сумма покупки”)
Перечень скидок		Присоединенная процедура	IF-ADDED (изменяет слот “Сумма покупки”)
Сумма покупки		Присоединенная процедура	

ОПЛАТА			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура

Вид платежа		Из внешних источников	
Оплатил	Фрейм-образец	Присоединенная процедура	

4) Ситуации возникают после наступления каких-то событий, выполнения условий и могут следовать одна за другой. Динамику предметной области можно отобразить в фреймах-сценариях. Их может быть множество, опишем наиболее общий и типичный сценарий посещения супермаркета:

ПОСЕЩЕНИЕ СУПЕРМАРКЕТА			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Посетитель	Фрейм-объект	Из внешних источников	
Супермаркет	Фрейм-образец	Из внешних источников	
Сцена 1	Выбор товара	Из внешних источников	
Сцена 2	Оплата	Из внешних источников	

5) Пусть в рамках нашей задачи Иван посетил супермаркет «Натуральные продукты». Тогда фреймы будут заполнены следующим образом:

ПОСЕЩЕНИЕ “НАТУРАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ” (АКО ПОСЕЩЕНИЕ СУПЕРМАРКЕТА)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Посетитель	ИВАН	Из внешних источников	
Супермаркет	НАТУРАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ	Из внешних источников	
Сцена 1	ВЫБОР ТОВАРА ИВАНА	Из внешних источников	
Сцена 2	ОПЛАТА ИВАНА	Из внешних источников	

ВЫБОР ТОВАРА ИВАНА (АКО ВЫБОР ТОВАРА)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура

Перечень товаров	Пакет молока, булка хлеба	Из внешних источников	IF-ADDED (изменяет слот “Перечень цен” и “Перечень скидок”)
Перечень цен	50, 30	Присоединенная процедура	IF-ADDED (изменяет слот “Сумма покупки”)
Перечень скидок	10%, 0	Присоединенная процедура	IF-ADDED (изменяет слот “Сумма покупки”)
Сумма покупки	75	Присоединенная процедура	

ОПЛАТА ИВАНА (АКО ОПЛАТА)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Присоединенная процедура
Вид платежа	Картой	Из внешних источников	
Оплатил	ИВАН	Присоединенная процедура	

Задание к лабораторной работе

Составить одну из трех моделей представления знаний (продукционную модель, семантическую сеть и фреймовую модель) для одной из приведенных ниже предметных областей:

1. Персональный компьютер
2. Смартфон
3. Умный дом
4. Видеоигры
5. Маркетплейс
6. Мобильное приложение
7. Блокчейн
8. Большие данные
9. Цифровое искусство
10. Искусственный интеллект
11. Виртуальная реальность
12. Социальная сеть
13. Поисковая система
14. Интернет
15. Цифровое образование

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова Т.А. , Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – Санкт-Петербург: Питер, 2000. – 382 с.
2. Осуга С. Обработка знаний / пер. с японск. – М.: Мир, 1989. – 293 с.
3. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 864 с.
4. Таунсенд К., Фохт Д. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ / пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 320 с.