

## ПРОДУКЦИОННО-ФРЕЙМОВАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЕРТИЗЫ ТОВАРА

Предлагается продукционно-фреймовая модель представления знаний оценки качества товара.

It is proposed production-frame model of representation of knowledge evaluation the quality of goods.

Экспертная система – компьютерная система, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации. Современные экспертные системы начали разрабатываться исследователями искусственного интеллекта с целью заставить компьютер думать как люди. Интерес к экспертным системам вызван многими причинами: они ориентированы на решение широкого круга задач в неформализованных областях; позволяют специалистам, не имеющим навыков программирования, создавать практические приложения с использованием вычислительной техники и получать правильные, лишенные эмоций, полные ответы при любых обстоятельствах; они могут применяться в качестве интеллектуальной базы данных.

Экспертная система состоит из интерпретатора, рабочей памяти (называемой также базой данных), базы знаний, компонентов приобретения знаний, объяснительного компонента, диалогового компонента. База данных предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи. База знаний в экспертной системе предназначена для хранения долгосрочных данных, описывающих рассматриваемую область (а не текущих данных), и правил, описывающих целесообразные преобразования данных этой области. Интерпретатор, используя исходные данные из рабочей памяти и знания из базы знаний, формирует такую последовательность правил, которая, будучи примененной к исходным данным, приводит к решению задачи. Компонент приобретения знаний автоматизирует процесс наполнения экспертной системы знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом. Эксперт через посредничество инженера по знаниям наполняет систему знаниями, которые позволяют экспертной системе в режиме решения самостоятельно (без эксперта) решать задачи из проблемной области. Эксперт описывает проблемную область в виде совокупности данных и правил. Данные определяют объекты, их характеристики и значения, существующие в области экспертизы. Правила определяют способы манипулирования с данными, характерные для рассматриваемой области. Таким образом, в экспертной системе разработку программ осуществляет не программист, а эксперт, не владеющий программированием. Объяснительный компонент объясняет, как система получила или не получила решение задачи, и какие знания она при этом использовала, что облегчает эксперту тестирование системы и повышает доверие пользователя к полученному результату. Диалоговый компонент ориентирован на организацию дружественного общения с пользователем как в ходе решения задач, так и в процессе приобретения знаний и объяснения результатов работы<sup>1</sup>.

Над созданием экспертной системы работают представители следующих специальностей: эксперт в проблемной области, задачи которой будет решать экспертная система; инженер по знаниям – специалист по разработке экспертной системы; программист по разработке инструментальных средств, предназначенных для ускорения разработки экспертной системы.

Пользователь экспертной системы может не быть специалистом в проблемной области (тогда он обращается к экспертной системе за результатом, не умея получить его сам) или быть специалистом (тогда пользователь может сам получить результат, но он обращается к системе с целью либо ускорить процесс получения результата, либо возложить на нее рутинную работу).

---

<sup>1</sup> **Матвеев, М. Г.** Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике : учеб. пособие / М. Г. Матвеев, А. С. Свиридов, Н. А. Алейникова. – М. : ФИС : Инфра-М, 2008. – 448 с.

База знаний экспертной системы строится на основе различных моделей представления знаний. Наибольшее распространение в системах искусственного интеллекта получила продукционно-фреймовая модель представления знаний в виде правил продукций или продукционных правил (далее – продукций). Знания в искусственном интеллекте – совокупность специализированных, ориентированных на решение многих задач из ограниченной предметной области фактов, правил их обработки, условий применения правил к конкретным фактам, методов получения новых фактов и способов организации процесса логического вывода. Фреймом называется формализованная модель для отображения абстрактного образа объекта. Фрейму присваивается имя, которое должно быть единственным во всей фреймовой системе. Фрейм имеет определенную внутреннюю структуру, состоящую из множества элементов, называемых слотами, которым также присваиваются имена. Каждому слоту соответствуют его значения. Значение слота – конкретная информация, относящаяся к объекту, описываемому этим фреймом.

Продукцией называется логическое правило, представленное в виде следующей импликации: «Если (условие), то (действие)». Под условием понимают утверждение-образец, по которому осуществляется поиск информации в базе знаний. Действие выполняется при успешном исходе поиска.

Продукционная база знаний состоит из упорядоченной совокупности (последовательности) продукций. Заключение или постусловия одних продукций могут быть посылкой для других – так образуются сложные цепочки продукционной базы знаний, которые используются для решения задачи пользователя. Если заключение одной продукции является посылкой для другой продукции, то можно вывести третью продукцию с посылкой из первой продукции и заключением из второй: «Если  $X$ , то  $Y$ » и «Если  $Y$ , то  $Z$ »  $\rightarrow$  «Если  $X$ , то  $Z$ ».

Целенаправленный перебор и вывод правил в продукционной базе знаний с целью решения задачи пользователя называется продукционным выводом на знаниях, который имеет три разновидности: прямой вывод (от знаний к цели) управляется знаниями, когда по известным фактам отыскивается заключение (решение задачи); обратный вывод (от цели к знаниям) управляется целью, когда отыскиваются факты, подтверждающие достижение заданной цели; циклический вывод сочетает в себе прямой и обратный выводы на знаниях.

Распространенность продукций объясняется следующими причинами: большинство человеческих знаний можно представить в виде продукций; модульность продукций позволяет добавлять в базу знаний новые продукты без изменения предыдущих продукций; продукты могут реализовать любые эвристические алгоритмы решения задач в системах искусственного интеллекта; параллелизм и асинхронный принцип действия продукций делают их удобной моделью вычислений, отвечающей современным требованиям к созданию программного обеспечения интеллектуальных компьютеров нового поколения.

Оценка качества потребительских товаров, при которой устанавливаются качественные характеристики товаров и сопоставляются с базовыми характеристиками, – вид деятельности, который существует и постоянно развивается в товароведении. Оценка качества может проводиться как специалистом, так и потребителем товаров. Оценка экспертом-товароведом основана на знаниях и опыте, которыми он обладает. Товаровед должен знать стандарты и технические условия на товарно-материальные ценности, основные их свойства и качественные характеристики, определять соответствие материальных ресурсов нормативным документам. На помощь товароведу может прийти экспертная система. Создание экспертной системы невозможно без знаний, которыми обладает эксперт-товаровед. С другой стороны, товаровед должен иметь представление о том, как создается экспертная система, чтобы иметь возможность оценить качество предлагаемых экспертных систем, участвовать в их создании и совершенствовании. Оценка качества товара, имеющего много качественных характеристик, является неформализованной задачей. Эта задача не может быть задана в числовой форме, ее цели не могут быть выражены в терминах точно определенной целевой функции, не существует алгоритмического решения этой задачи, пространство ее решений имеет большую размерность, что при поиске решения приводит к перебору большого количества вариантов. Неформализованные задачи представляют большой и очень важный класс задач. Эти задачи являются наиболее массовым классом задач, для решения которых используются информационные технологии: экспертные системы и системы искусственного интеллекта. Они отличаются от систем обработки данных символьным, а не числовым способом представления данных, символьным выводом и эвристическим поиском решения без исполнения алгоритма.

Рассмотрим проведение товароведом экспертизы товара на соответствие стандарту на примере овсяных хлопьев «Экстра», предназначенных для пищевых целей. Согласно стандарту СТБ 2324-

2013 «Хлопья овсяные «Экстра». Технические условия» в зависимости от времени варки овсяные хлопья кремового цвета с коричневым оттенком подразделяют на три группы: № 1 – с развариваемостью 15 мин., получаемые путем пропаривания и плющения целой овсяной крупы; № 2 – с развариваемостью 10 мин., получаемые путем пропаривания и плющения резаной овсяной крупы; № 3 – хлопья от светло серого до светло-коричневого цвета с развариваемостью 5 мин., получаемые путем пропаривания и плющения мелкорезаной овсяной крупы.

Хлопья каждой группы оцениваются такими характеристиками, как внешний вид, цвет, вкус, запах, влажность, зольность, кислотность, процент содержания сорных и металломагнитных примесей. При этом внешний вид и цвет должны соответствовать заявленной группе, вкус и запах должны соответствовать овсяным хлопьям. Не должно быть превышения влажности более чем 12%, зольности – 2,1%, градуса кислотности – 5, содержания сорных примесей – 0,3%, металломагнитных – не более 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг – 3 мг/кг, присутствие более крупных металломагнитных примесей не допускается.

Рассмотрим базу знаний экспертной системы «Хлопья», использующую продукционно-фреймовую модель представления знаний. Структуру обязательного фрейма *Цель* экспертной системы «Хлопья» можно представить следующим образом:

*Frame=Цель*

*Parent:*

*Стандарт: (Овсяные хлопья не соответствуют стандарту СТБ 2324-2013; Овсяные хлопья соответствуют стандарту СТБ 2324-2013; Не допускается зараженность и загрязненность продукта вредителями; Несоответствие по времени развариваемости; Превышен процент содержания сорной примеси; Превышена кислотность; Превышена зольность; Превышена влажность)*

*EndF*

*Frame=Требования*

*Parent:*

*Группа [К какой группе относятся хлопья?]: (№ 2 Развариваемость 10 мин.; № 3 Развариваемость 5 мин.; № 1 Развариваемость 15 мин.)*

*Вкус [Какой вкус имеют хлопья?]: (С посторонними привкусами; Свойственный овсяным хлопьям, без постороннего привкуса, не кислый, негорький)*

*Вид: (Овальные или круглые крупных размеров хлопья кремово-коричневого цвета; Овальные или круглые средних размеров хлопья кремово-желтого цвета; Различной формы мелкие хлопья от светло-серого до светло-коричневого цвета)*

*Кислотность [Градус кислотности?](численный): ()*

*Влажность [Влажность, %?](численный): ()*

*Запах [Каков запах хлопьев?]: (Затхлый, плесневый или другой посторонний запах; Свойственный овсяным хлопьям, без затхлого, плесневого или другого постороннего запаха)*

*Зараженность [Наблюдается ли заражение или загрязнение вредителями?]: (Не наблюдается; Наблюдается)*

*Развариваемость [Время развариваемости, мин.?]: (Другое время; 5 мин.; 10 мин.; 15 мин.)*

*Примесь 2 [Имеется ли металломагнитная примесь размером более 0,3 мм и (или) массой более 0,4 мг, мг/кг?]: (Не имеется; Имеется)*

*Примесь 1 [Процент металломагнитной примеси размером не более 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг?](численный): ()*

*Зольность [Зольность, %?](численный): ()*

*Сорная примесь [Каков процент сорной примеси?](численный): ()*

*EndF*

Фрейм *Требования* в качестве слотов содержит все характеристики товара, входящие в СТБ. Фиксирование значения соответствующей характеристики отводится системе. Товароведу-эксперту достаточно определить собственное мнение о значении конкретного свойства.

Правила используются в базе знаний для описания отношений между объектами, событиями, ситуациями. В условиях и заключениях правил присутствуют ссылки на фреймы и их слоты. Формат представления правила принятия решения о соответствии товара стандарту выглядит следующим образом:

*Rule 1*  
*EQ(Требования.Группа; № 1 Развариваемость 15 мин.)*  
*EQ(Требования.Запах; Свойственный овсяным хлопьям, без затхлого, плесневого или другого*  
*постороннего запаха)*  
*<(Требования.Влажность; 12,01)*  
*<(Требования.Зольность; 2,11)*  
*<(Требования.Кислотность; 5,01)*  
*<(Требования.Сорная примесь; 0,31)*  
*EQ(Требования.Развариваемость; 15 мин.)*  
*EQ(Требования.Зараженность; Не наблюдается)*  
*<(Требования.Примесь 1; 3,01)*  
*EQ(Требования.Примесь 2; Не имеется)*  
*Do*  
*MS(Стандарт; Овсяные хлопья соответствуют стандарту СТБ 2324-2013)*  
*EndR*

В приведенном правиле определены условия соответствия овсяных хлопьев группы № 1 требованиям СТБ и сформулирован вывод. В правиле для одних характеристик хлопьев указано точное соответствие (*EQ*) слота одному из его значений, для других проверяется требование того, чтобы введенное экспертом значение слота не превышало (<) указанной по СТБ величины.

Товароведу-эксперту при пользовании экспертной системой достаточно ввести значения конкретных свойств товара, а выводы о соответствии стандарту или нарушении требований стандарта (с указанием каких именно) сформулирует экспертная система на основании заложенных в ней знаний.

Таким образом, продукционные модели чаще других применяются в экспертных системах в связи с наглядностью, высокой модульностью, легкостью внесения дополнений и изменений в базу знаний, а также простотой механизма вывода на знаниях.