Тема 1. Технология создания простейших прототипов экспертных систем в режиме приобретения знаний системы ЭКО

Цель: приобретение начальных навыков использования системы ЭКО при создании экспертных систем.

Содержание:

Система ЭКО может быть использована для создания экспертных систем диагностики технических, биологических объектов, вывода эвристических оценок риска или надежности (в строительстве, медицине и т.д.), качественного прогнозирования, обучения.

Средствами ЭКО экспертные системы могут создаваться непосредственно высококвалифицированными специалистами в области приложения (экспертами), не обладающими навыками программирования. В сложных случаях они могут привлекать специалистов в области создания экспертных систем (инженеров по знаниям).

Экспертные системы, создаваемые средствами ЭКО, позволяют решать конкретные прикладные задачи, а также объяснять, ЗАЧЕМ во время решения пользователю задается тот или иной вопрос и КАК получен результат.

Система ЭКО работает в диалоговом режиме. Использование подсказок и управление диалогом с помощью меню обеспечивает доступность средств комплекса для пользователянепрограммиста.

Создание экспертных систем значительно расширило область приложения вычислительной техники, позволив использовать ее для решения неформализованных задач. Различие между формализованными и неформализованными задачами обусловливается характером знаний, используемых для решения этих задач. Знания, которыми владеет специалист в какой-либо области, можно разделить на точные, выраженные формально, и неточные (неформальные). Точные знания формулируются в книгах и руководствах в виде общих, универсальных и строгих суждений, законов, формул, моделей, алгоритмов и т.д. Неформальные знания обычно не попадают в книги и руководства вследствие их субъективности и приблизительности. Знания этого рода являются результатом обобщения многолетнего опыта работы специалиста и представляют собой, как правило, множество эвристических приемов и правил. Они образуют то, что называют опытом и интуицией специалистов.

Задачи, решаемые на основе формальных знаний, называют формальными, а задачи, решаемые с помощью неточных знаний, - неформализованными задачами. Последние, возможно, и допускают формализацию, но точные методы их решения либо еще не получены, либо слишком сложны. В процессе деятельности в описательных областях (т.е. в науках и дисциплинах, не использующих математическую формализацию) специалисты решают, как правило, неформализованные задачи.

Экспертные системы предназначены для решения неформализованных задач на основе неточных знаний, представляющих опыт эксперта по решению задач в области приложения.

В отличие от традиционных программ, ориентированных на решение формальных задач, экспертные системы обладают следующими особенностями:

– алгоритм получения решения не известен заранее, а строится самими экспертными системами с помощью символьных рассуждений на основе знаний экспертов;

– полученные решения обосновываются системой, т.е. экспертная система "осознает" в терминах пользователя, как было получено решение;

- экспертные системы способны анализировать и объяснять свои действия и знания;

– экспертные системы могут приобретать новые знания и менять в соответствии с ними свое поведение;

– эксперты, вводящие знания в экспертные системы, могут не обладать навыками программирования.

Экспертная система считается созданной, если в базе знаний получена соответствующая корректная модель, то есть в ходе проверки ошибки не были обнаружены.

Структура знаний, используемых системой ЭКО при решении задачи, изображена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Структура знаний, используемых системой ЭКО при решении задачи

База знаний может содержать несколько моделей, предназначенных для поддержания работы экспертных систем в различных областях приложения. Каждая модель включает описание предметной области и знания о порядке решения задач (сценарий консультации).

Описание предметной области состоит из описаний атрибутов и правил вывода.

Атрибуты используются для описания состояния предметной области, например атрибуты «возраст», «диагноз» и т.д. Описание предметной области должно содержать описания всех атрибутов, которые будут использоваться при решении задачи. Описание атрибута включает область определения этого атрибута.

Средства системы ЭКО позволяют представлять качественные и количественные характеристики предметной области. Высказывания типа «А есть В», где А - атрибут, представляющий качественную характеристику, а В - элемент области определения этого атрибута, называются утверждениями о состоянии предметной области. Например, высказывание «диагноз - острый бронхит» является утверждением в предметной области, если

в ней определен атрибут «диагноз», одним из возможных значений которого является «острый бронхит». Решение задачи сводится к получению значений некоторых целевых атрибутов (например, «диагноз» или «метод_обезболивания»), и/или определению истинности некоторых целевых утверждений.

Сценарий консультации указывает, значения каких атрибутов должны быть получены в результате консультации, в каком порядке их следует выводить, каким образом сообщать о полученных результатах и т.д. Сценарий и правила вывода образуют процедурные знания, причем сценарий выполняет роль метазнаний по отношению к правилам. Описания атрибутов и исходные данные образуют декларативные знания о предметной области.

Приобретение знаний есть процесс создания или редактирования модели экспертной системы (ЭС), который в системе ЭКО выполняется в собственном редакторе оконного типа. Физически этот редактор выполнен в виде отдельного загрузочного файла EKOED.EXE, однако удобнее использовать основной файл EKO.EXE, который запускает редактор или консультатор EKOCN.EXE в зависимости от выбранного нами режима работы с ЭС - редактирования или консультации.

Редактор, используемый в системе ЭКО, работает с пользователем в диалоговом режиме, и, если пользователь при редактировании модели допустит ошибку в языке приобретения знаний, система немедленно сообщит ему об этом и обязательно потребует ее устранения, не позволяя выйти из текущего окна. Однако, если Вы, например, при написании правила или сценария используете имя атрибута, который Вы еще не успели описать, система выдаст сообщение о несуществующем имени, и Вам придется либо изменить текущее правило, либо удалить его для того, чтобы вернуться в окно атрибутов и создать требуемый атрибут.

Поэтому перед тем, как начать создание ЭС в режиме редактирования непосредственно за компьютером, желательно продумать структуру будущей модели: определить все символьные и числовые атрибуты, используемые в модели, типы и содержание правил для получения значений этих атрибутов, наметить сценарий, т.е. порядок и правила вычисления атрибутов и выведения поставленных целей. Создавать модель следует с описания всех атрибутов, затем правил, и, далее, предложении сценария. Кроме того, в процессе работы, рекомендуется время от времени сохранять редактируемую модель на диск.

Общие сведения

Для представления количественных характеристик предметной области (таких как, например, возраст) в системе ЭКО используются числовые атрибуты — переменные, определяемые на числовых интервалах, том есть при задании числового атрибута необходимо указать его имя и область определения (в виде числового диапазона). Значения числовых атрибутов — действительные числа, содержащие не более двух знаков после десятичной точки и не превышающие по абсолютной величине 64000.00. Например, нам необходимо определить атрибут «возраст_сотрудника». Это можно сделать следующим образом:

1. выбрать свою модель и нажать «Enter» (ВВОД);

2. в меню «Редактировать» выбрать пункт меню «Числовые атрибуты»;

3. в окне «Числовые атрибуты» опустить курсор в самую нижнюю позицию (если в этом окне уже есть имена атрибутов), нажать «*», набрать имя атрибута: *возраст_сотрудника* и нажать «**Enter**» (ВВОД). Имя атрибута не должно содержать пробелы или быть длиннее 20 символов, среди которых могут быть: латинские прописные и строчные буквы, русские прописные и строчные буквы, цифры, символы «_» (нижнее подчеркивание) и #. Имя не должно начинаться с цифры;

4. нажав клавишу **F2**, открываем окно «Значение числового атрибута», в котором задаём граничные значения ОТ =18.0. ДО = 60.0, ПО УМОЛЧАНИЮ - указать значение внутри описанных границ либо забить пробелами, если значение этого атрибута по умолчанию не выводимо;

5. несколько раз нажав клавишу «**Esc**», выйти из всех окон на уровень меню «Редактирование» (и впредь осуществлять выход из окон подобным образом).

Утверждения и числовые атрибуты называются целями, а символьные атрибуты, представляющие собой множества утверждений, называются сложными целями. Значения целей определяются с помощью правил вывода. Правило вывода указывает, каким образом можно получить значение цели по значениям других атрибутов и утверждений, называемых подцелями правила. В зависимости от типа цели (простая или сложная) правила делятся на простые и сложные.

Для определения значения одной цели разработчик ЭС может задавать несколько правил, образующих в модели упорядоченный список правил вывода данной цели. Порядок правил в списке отражает порядок их рассмотрения во время решения задачи.

В языке представления знаний определены следующие типы правил:

- простой вопрос (Q или П);
- сложный альтернативный вопрос (А или А);
- сложный дистрибутивный вопрос (D или Д);
- арифметическое правило (N или P);
- логическое правило (L или Л);
- байесовское правило (В или Б).

Вопросы к пользователю, которые ЭС должна задавать во время консультации, описываются с помощью правил типа «ПРОСТОЙ ВОПРОС». Такое правило в качестве действия имеет вопрос, в ответ на который пользователь вводит требуемое число. Чтобы определить в модели такое правило, нужно проделать следующее:

1. войти в окно «Числовые атрибуты»;

2. установить курсор на атрибут *«возраст_сотрудника»*, который явится целью создаваемого далее правила, и, нажав «Enter» (ВВОД), войти в окно «Правила»;

3. в окне «Правила» опустить курсор в самую нижнюю позицию (если в этом окне уже есть имена правил), нажать '+', набрать имя правила: *П_возраст* или *Q_age* (первая буква имени правила должна быт 'Q' или 'П', что указывает на тип «простой вопрос», а длина имени должна быть не более 13 символов) и нажать «Enter» (ВВОД);

4. повторно нажав «Enter» (ВВОД), попадаем в окно действия правила «ТО» и ввести в окно вопрос, который явится действием: «Каков возраст сотрудника?».

ПРИМЕЧАНИЯ: если необходимо указать условие выполнения этого правила, то по клавише **F3** следует перейти в окно 'ЕСЛИ' и ввести условия в синтаксисе языка приобретения знаний; по умолчанию правило сработает безусловно.

Помимо описаний атрибутов и правил вывода модель включает сценарий консультации управляющий компонент модели. Сценарий представляет собой последовательность предложений, определяющую порядок действий (пронумерованных начиная с единицы) при решении задачи. Каждое предложение указывает, какое действие должно быть выполнен во время консультации при выполнении некоторого условие называемого условием применимости предложения. Во время консультации предложения сценария рассматриваются по порядку начиная с первого. Предложения, условия применимости которых выполнились, выполняются.

В рассматриваемом примере следует найти значение атрибута *«возраст_compydника»* и выдать, сообщение об этом значении. Для этого можно использовать предложение с действием РЕЗУЛЬТАТ. Предложение должно выполняться в любом случае. Поэтому условие применимости, в соответствии с принятыми в системе ЭКО соглашениями, может быть опущено. Сценарий в этом случае будет состоять из одного предложения, и последовательность его создания будет следующей:

1. войти в окно «Сценарий» из меню «Редактировать»;

- 2. нажать '+' и ввести номер предложения сценария '1' и нажать «Enter» (ВВОД);
- 3. повторно нажать «Enter» (ВВОД) и войти в окно действия сценария «ТО»;

4. ввести строку действия: *PE3VЛЬТАТ 0, возраст_сотрудника.* «PE3VЛЬТАТ» можно получить, нажав в окно «TO» «+». В появившемся окне выбрать «Опер.», где найти «PE3VЛЬТАТ» и нажать «Enter» (BBOД).

Действие «РЕЗУЛЬТАТ» задает список целей, сообщения о значении которых должны быть выданы на экран, а также уровень выдачи результатов. Сообщения будут выдаваться только о тех утверждениях, коэффициенты определенности которых не ниже уровня выдачи. Сообщения выдаются в виде списка развернутых имен целей и их значений. Если параметры действия содержат символьный атрибут, то утверждения о данном атрибуте при выдаче упорядочиваются по убыванию коэффициентов определенности. Утверждения о значениях символьного атрибута строятся исходя из шаблона утверждений и развернутых имен.

Параметры действия «РЕЗУЛЬТАТ», начиная со второго, указывают значения каких атрибутов должны быть получены и выданы на экран пользователю. Первый же параметр указывает коэффициенты определённости, то есть должны быть выданы сообщения о тех значения атрибута «возраст_compydника», коэффициенты определённости которых не ниже указанного. Сообщения будут упорядочены по убыванию их коэффициентов определённости. В нашем примере указан один атрибут.

Методика выполнения

Прежде чем начать работу с системой ЭКО необходимо указать используемый тип кодировки букв русского алфавита. Это делается с помощью команды DOS:

SET EREBUS = <ТИП КОДИРОВКИ>,

где тип кодировки есть: А - для альтернативной, В - для болгарской, М - для основной кодировки (чаще всего используется альтернативная кодировка).

Сформируйте описание требуемой модели. Для этого нужно запустить систему командой DOS: eko.

При запуске система вызывает свой редактор базы знаний (БЗ), который активизирует окно имен моделей. Для того, чтобы создать новую модель, необходимо ввести имя модели, опустив курсор в самую нижнюю позицию (если моделей несколько), нажать '+', нажать «Enter» (ВВОД)). Поскольку модель, после того, как Вы ее создадите, будет записана на диск в виде специального файла, на имя модели накладываются те же ограничения, что и на имена всех файлов в DOS - длина не более 8 символов, рекомендуются буквы латинского алфавита и цифры. При записи модели система ЭКО создаст к имени модели расширение **EXP** (например, MODEL01.EXP) и по этому расширению Вы сможете всегда отличить файлы с моделями от прочих файлов. Поскольку модель в файле записана в сжатой (компилированной) форме, редактировать ее нельзя обычным текстовым редактором; для этих целей используйте собственный редактор БЗ системы ЭКО.

Итак, после того, как Вы создадите имя Вашей модели ЭС, опишите саму модель, используя инструкции и советы, данные выше.

После того, как Вы описали модель, проверьте ее. Для этого в верхнем горизонтальном меню перейдите от режима «Редактировать» к режиму «Проверить» (здесь и далее: войти в режим - подвести курсор к названию режима и нажать ВВОД, выйти из режима - нажать клавишу 'Esc'). Если количество ошибок = 0, т.е. модель составлена правильно, поздравляем Bac! Если же будут ошибки, то их следуем устранить, войдя в режим «Редактирование». Не забудьте сохранить модель на диск.

После того, как Ваша модель ЭС готова, Вы можете перейти в режим «Выполнить» (режим консультации системы ЭКО) и запустит модель. Если модель составлена правильно, то на экран будет выдан текст вопроса о возрасте и указано, в каком виде ожидается ответ. Введите требуемое значение и нажмите на клавишу «Enter» (ВВОД) (для получения помощи может быть использована клавиша F1). Система в ответ должна сообщить о полученном результате и закончить работу.

Чтобы завершить консультацию, нажмите клавишу 'Esc'. Для того, чтобы завершить работу с системой ЭКО, нужно в меню выбрать режим «Выход», нажать «Enter» (ВВОД) и, затем, - 'Esc'.

В процессе компиляции из числовых атрибутов, утверждений и правил строится сеть вывода, в явном виде включающая все связи между атрибутами и утверждениями, обусловленные правилами вывода. Сеть вывода образует И-ИЛИ граф с вершинами двух видов: вершины первого вида соответствуют простым целям (т.е. числовым атрибутам и утверждениям), а вершины второго вида - простым правилам. Все вершины первого вида относятся к типу ИЛИ; второго — к типу И. Дуги представляют связи между простыми целями и простыми правилами: если простая цель G выводится с помощью правила Ri, то в сети имеется дуга, соединяющая вершины, соответствующие G и Ri, направленная от G к Ri; если простая цель Hj является подцелью правила Ri, то в сети имеется дуга, соединяющая соответствующие вершины и направленная от Ri к Hj (рис. 2).



где G - простая цель; R1, R2, ..., Rn - правила вывода значения G; H1, H2, ..., Hk - подцели правила R1.

Рисунок 2-Описание фрагмента сети вывода

Описание модели предметной области включает в себя комментарий к модели. Комментарий вводится в окне комментария при установке курсора на имя атрибута (правила, сценария, модели) нажатии клавиши табуляции 'Таb', повторное нажатие которой возвратит управление в предыдущее окно. Комментарии в модели создают удобства, во-первых, в режиме редактирования, особенно когда много имен и правил, и, во-вторых, в режиме консультации по работе ЭС, когда пользователь использует вопросы «ПОЧЕМУ?», или хочет просмотреть всю модель. Комментарий к числовому атрибуту например, «возраст сотрудника в годах», является расширенным именем этого атрибута, раскрывающим его смысл.

Для отладки моделей, а также для получения развернутых объяснений используются средства трассировки и протоколирования. Средства трассировки позволяют получать интерпретатором сообщения обо всех шагах выполняемых при решении задачи. Протоколирование позволяет сохранять в создаваемом текстовом файле протокол консультации.

Чтобы решить задачу с трассировкой, достаточно в режиме консультации в верхнем меню установить режим «Трасса» в положение «Включена». Для обеспечения ведения протокола следует установить режим «Протокол», нажать ВВОД, ввести имя файла, в который будет записан протокол, и повторно нажать ВВОД для выхода в меню.

Задание:

Создайте простейшую модель, содержащую единственный числовой атрибут («возраст_сотрудника») и позволяющую находить значение этого атрибута с помощью вопроса к пользователю и выводить на экран в качестве решения задачи. Разработанную модель проверьте, сохраните и проведите консультацию. Обратите внимание на изменение выдаваемых

на экран сообщений. Модифицируйте модель, создав ко всем её элементам, то есть к правилу и предложению сценария, комментарии. Введя комментарий к правилу, попробуйте удалить текст вопроса из действия правила, оставив окно действия пустым.

Результатом выполнения работы является отчёт в электронном виде, а так же демонстрация работы, созданной Вами модели.

Тема 2. Использование числовых атрибутов и арифметических правил в системе ЭКО

Цель: изучение организации арифметических правил определения числовых атрибутов в системе ЭКО.

Общие сведения

Для описания действий правил, а также условий применимости правил и предложений сценариев используются арифметические выражения.

Арифметические выражения используются как в правилах, для задания формул, по которым следует вычислять значения числовых атрибутов и утверждений, так и в логических выражениях.

Арифметические выражения строятся стандартным образом с помощью операций сложения (+), вычитания (-), умножения (*), деления (/), получения остатка от деления нацело (%) и скобок, а также следующих арифметических функций:

abs(X) - абсолютное значение X;	tg(X) - тангенс X (X в радианах);
ехр(X,Y) - число X в степени Y;	ctg(X) - котангенс X (X в радианах);
sq(X) - квадратный корень из Х;	asin(X) - арксинус X (X в радианах);
lg(X) - десятичный логарифм X;	atg(X) - арктангенс X (X в радианах);
inth(X) - округление X в большую сторону;	rad(X) - получение значения в радианах (X в градусах);
intl(X) - округление X в меньшую сторону;	grad(X) - получение значения в градусах
sin(X) - синус X (X в радианах);	(Х в радианах).

соs(X) - косинус X (X в радианах);

Арифметические выражения вычисляются слева направо. Порядком выполнения операций можно управлять с помощью круглых скобок.

Пример

Рассмотрим пример арифметического правила. Целью правила явится числовой атрибут с именем «логарифм». Имя правила: «Р_лог» (напомним: первая буква имени правила должна быть 'Р' или 'N', указывая на арифметический тип правила). Комментарий к правилу: «вычисление логарифма положительного числа». Условие выполнения правила (окно 'ЕСЛИ'): «параметр > 0». Действие (окно 'ТО'): «lg(параметр)».

Данное правило позволяет вычислять значение числового атрибута «логарифм» по значению числового атрибута «параметр» в тех случаях, когда последний имеет положительное значение.

Методика выполнения

Создание первой модели, демонстрирующей использование вычислительных функций. Эту модель можно описать следующим образом:

1. создаем числовой атрибут *«параметр»*, а также четыре числовых атрибута с именами *«абс»*, *«степень»*, *«корень»*, и *«логарифм»* для результатов вычислений;

2. значение атрибута «параметр» должно вводиться с помощью простого вопроса к пользователю, а значение остальных атрибутов вычисляться с помощью определенных в системе ЭКО функций.

Как и в предыдущей модели, сценарий может включать единственное предложение с действием «РЕЗУЛЬТАТ» и параметрами «0, абс, степень, корень, логарифм».

Создание второй модели, предназначенной для вычисления площади треугольника по его стороне и прилежащим к ней углам. Необходимо рассмотреть несколько частных случаев:

(1)
$$e c \pi \alpha = 45^{\circ} \ \text{m} \ \beta = 45^{\circ}, \text{ to } S = \frac{a^2}{4}$$
 (3) $e c \pi \alpha = 90^{\circ} \ \text{m} \ \beta = 60^{\circ}, \text{ to } S = \frac{a^2 \sqrt{3}}{2}$.

(2)
$$e_{\text{СЛИ}} \alpha = 90^{\circ} \text{ и } \beta = 45^{\circ}, \text{ то } S = \frac{a^2}{2}.$$
 (4) $e_{\text{СЛИ}} \alpha = 90^{\circ} \text{ и } \beta = 30^{\circ}, \text{ то } S = \frac{a^2}{2\sqrt{3}}.$

В данном примере атрибут «площадь» может быть вычислен одним из нескольких правил. Если в ходе консультации пользователь укажет значение угла α , равное 90°, и значение угла β , равное 45°, то будет применено правило Р2.

Арифметическое правило Р1 к числовому атрибуту «площадь» может иметь следующий вид:

имя правила	<i>P</i> 1
условие	(y = A = 45) & & (y = A = 45)
действие	(сторона × сторона)/ 4

Примечание. Можно использовать свои формулы для расчёта площадей либо одну универсальную для всех видов треугольников.

Сценарий модели ЭС позволяет задавать циклический порядок проведения консультации. Для этого используются действия СБРОС и ПЕРЕХОД. Действие СБРОС отменяет полученные ранее значения тех атрибутов, которые перечислены в списке параметров этого действия. Если параметры не указаны, будут отменены значения всех атрибутов. Действие ПЕРЕХОД указывает, что в качестве следующего предложения сценария следует рассматривать предложение, номер которого указан в параметре действия.

Задание

Задание для первой модели. Проверьте и сохраните полученную модель, проведите консультацию с протоколированием. Посмотрите, каков будет результат, если Вы введете значение параметра меньше нуля.

Задание для второй модели. Постройте модель таким образом, чтобы система в начале консультации задавала вопрос о длине стороны и прилежащих углах, а затем сообщала о полученной площади треугольника.

Общее задание. Разработайте и исследуйте модель, демонстрирующую возможности использования вычислительных функций в системе ЭКО, а так же разработайте и исследуйте модель, решающую задачи о треугольниках.

Используя действия СБРОС и ПЕРЕХОД, напишите сценарий таким образом, чтобы после сообщения о результате система повторяла консультацию. Проверив и сохранив модель, проведите консультацию с протоколированием. Для завершения консультации используйте клавишу "Esc".

Используя трассировку и протоколирование, проследите, как система осуществляет перебор правил при различных значениях углов треугольника.

Пользуясь клавишей F1 (помощь) и документацией, научитесь переходить в окна трассы и объяснения (клавиши 'Tab' и F6) и просматривать содержимое окон.

Тема 3. Символьные атрибуты. Простые и сложные вопросы в системе ЭКО

Цель: Изучение способов представления знаний о состоянии проблемной области с помощью символьных атрибутов. Ознакомление с различными типами вопросов в системе ЭКО.

Общая часть

В системе ЭКО качественные характеристики предметной области представляются с помощью символьных атрибутов. Чтобы описать символьный атрибут, необходимо указать его имя и множество возможных значений, например, «пол»: «мужской», «женский». Система ЭКО способна осуществлять правдоподобный вывод, когда с разной степенью уверенности считается, что атрибут может иметь разные значения. Для выражения веры в то, что атрибут имеет данное значение в системе введен коэффициент определенности, которым снабжается значение символьного атрибута. Пара атрибутзначение называется утверждением и может иметь собственное имя. Значением утверждения является его коэффициент определенности. Получить (вычислить) значение символьного атрибута - значит вычислить значения всех его утверждений. Правилавопросы служат для получения значений атрибутов. Простой вопрос получает значение числового атрибута (см. лаб. раб. по теме 1) и отдельного утверждения. Сложные вопросы (альтернативные и дистрибутивные) позволяют получать значения символьных атрибутов. Альтернативный вопрос используется в тех случаях, когда известно, что атрибут всегда достоверно принимает какое-либо одно из возможных значений. Дистрибутивный вопрос используется в тех случаях. Когда символьный атрибут может иметь одновременно несколько или ни одного значений.

Коэффициент определённости (или априорный коэффициент определённости) по умолчанию задаётся числовой константой в диапазоне от -5.00 до 5.00. Если коэффициент по умолчанию не указан в описании, он будет считаться равным 0, что соответствует неопределённому значению истинности утверждения до начала консультации.

В тех случаях, когда всем значениям символьного атрибута соответствует одна и та же шкала, для сокращения записи эту шкалу можно указать один раз в описании символьного атрибута. Если указан только специальный символ «\$», то будет использована шкала по умолчанию:

«da = 5, скорей всего = 4, возможно = 2, da или нет = 0, наверное нет = -2 маловероятно = -4, нет = -5».

Методика выполнения

Расширяем модель, реализованную в теме 1 (лабораторная работа №1), символьными атрибутами «пол», «комплекция», «здоровье» со значениями, указанными ниже в Задании.

n	U	
PaceMornure	спепилоннии	nnuven.
	следующии	IIDNMCD.

имя символьного атрибута	«пол»
значение атрибута	«мужской»
имя утверждения	«мужчина»
значение по умолчанию	«O»

другое значение атрибута	«женский»
имя утверждения	«женщина»
значение по умолчанию	«O»

Чтобы создать символьный атрибут, необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. в меню «Редактировать» выбрать пункт меню «Символьные атрибуты»;

2. в окне «Символьные атрибуты» создать имя атрибута («пол») и нажать «Enter» (ВВОД);

3. в окне «Значения символьного атрибута» создать значения текущего символьного атрибута («мужской» и «женский»).

4. по нажатию клавиши F2 осуществляется переход в окно «Утверждение», где задаётся имя утверждения («мужчина» или «женщина»), а также его значение поумолчанию. Окно с именем утверждения предполагает возможность задания числового значения утверждения по умолчанию, о котором речь пойдет позже. В нашем случае можно указать значение = 0.

5. далее как и для числового атрибута задаётся правило.

К атрибуту «пол» следует задать альтернативный вопрос, к «комплекции» - дистрибутивный, а к атрибуту «здоровье» - простой.

Если в окне действия («ТО») простого и дистрибутивного вопросов поставить символ «\$», то система будет автоматически осуществлять шкалирование Вашего ответа, а пользователю останется лишь выбрать ответ типа «наверное, да», «нет» и прочие.

Например, к атрибуту «пол» заведите правило типа «альтернативный вопрос» с именем «А_каков_пол?». Действия к правилу можно не задавать - система задаст вопрос сама. Это правило надо создать в окне правил, переход в которое происходит по клавише ВВОД из окна значений символьного атрибута. Обратите внимание на то, что правило со сложным вопросом в качестве цели имеет не значение символьного атрибута, а сам атрибут («пол»). После того как создавая правило, Вы в редакторе пройдете последовательность окон «Символьный атрибут» «Значения символьного атрибута» - «Правила» и обратно, при создании нового значения атрибута, в соответствующем ему окне правила уже будет содержаться Ваш сложный вопрос.

Напомним, что ответ на простой вопрос сводится к вводу цифры из диапазона (-5,+5), являющейся коэффициентом определенности. Давая ответ на альтернативный вопрос, необходимо установить курсор на выбранное значение и нажать «Enter» (ВВОД). В случае дистрибутивного вопроса, после установки курсора на вариант ответа, необходимо клавишами «ВПРАВО» и «ВЛЕВО» выбрать вариант ответа и нажать на клавишу '+' (если в окне действия присутствует символ '\$', иначе следует ввести числовые коэффициенты от -5 до 5). Изменить введенный ответ можно повторным нажатием этой клавиши. Нажатие на «Enter» (ВВОД) завершает выдачу ответа на дистрибутивный вопрос.

Нажатие клавиши F2 при ответе обозначает «Не знаю».

Задание

При выполнении лабораторной работы по теме 3 расширьте модель, полученную в ходе первой работы (тема 1) путем введения информации о «поле» (мужской, женский), «комплекции» (полный, нормальный, худой) и «здоровье» (хорошее). Затем введите в модель разные типы вопросов для определения значений соответствующих атрибутов. В

ходе работы с моделью (в режиме консультации) убедитесь в умении давать ответы на все типы вопросов.

Расширьте сценарий так, чтобы вычислялись все введенные атрибуты. Создайте соответствующую модель ЭС.

Давая разные ответы на вопросы (положительные, отрицательные), посмотрите, как будут изменяться выдаваемые результаты. Измените значение первого параметра в действии сценария РЕЗУЛЬТАТ и посмотрите, как это повлияет на выдаваемые результаты.

Тема 4. Формирование сообщений на основе лингвистических знаний

Цель: освоить способы использования лингвистических знаний при формировании сообщений пользователю.

Общая часть

Система ЭКО позволяет задавать лингвистические знания о проблемной области с различными степенями подробности. Минимально необходимая лингвистическая информация представляется с помощью имен (неразвёрнутых) атрибутов и их значений. При этом тексты вопросов и всевозможных сообщений генерируются системой автоматически. Введением в описание модели развернутых имен атрибутов и их значений, шаблонов утверждений, текстов вопросов, а также комментариев к правилам можно добиться существенного повышения информативности сообщений системы.

Шаблоны утверждений используются при построении сообщений о символьных атрибутах. Они представляют собой тексты, включающие пару символов «^^». При построении сообщения вместо этих символов система подставляет развернутое имя значения атрибута (если развернутое имя не указано, то подставляется простое имя).

В системе ЭКО в сценарии определено действие СООБЩЕНИЕ, позволяющее выдавать информационные сообщения пользователю во время решения задачи. В качестве параметров этого действия следует задать текст сообщения (обязательно) и список числовых атрибутов или утверждений (необязательно). При выполнении действия СООБЩЕНИЕ система вычисляет значения этих атрибутов и утверждений, если они указаны, и подставляет их в текст сообщения. Позиции для подстановки отмечаются в тексте одиночными символами «^^». Значения подставляются в том порядке, в котором они указаны в списке параметров. Заполненный таким образом текст сообщения выдается на экран терминала.

Методика выполнения

Введите в модель из темы 3 развернутые имена к значениям и атрибутам и комментарии к правилам.

Длина развернутого имени не должна превышать 120 символов. Например, значение символьного атрибута «метод_обезболивания» может иметь развернутое имя «местное обезболивание с премедикацией седуксеном и антигистаминным препаратом». В этом случае в сообщениях, выдаваемых пользователю в ходе консультации, будет использоваться это развернутое имя.

В описании синтаксиса языка представления знаний имена и развернутые имена определяются метапонятиями <имя> и <развернутое имя> соответственно.

Для ввода развернутого имени к атрибуту или к его значению достаточно по клавише «**Tab**» перейти из соответствующих окон в окно комментария, ввести в окно текст и по той же клавише «**Tab**» перейти обратно. Разумеется, так же вводятся и комментарии к правилам.

Проверив и сохранив модель, запустите ее и посмотрите, как при консультации изменятся тексты вопросов и сообщений, выдаваемых ЭС.

Введите шаблон к одному или нескольким атрибутам. Сделать это можно следующим образом:

имя символьного атрибута:	«комплекция»
развернутое имя:	«телосложение сотрудника»
шаблон атрибута:	«сотрудник имеет ^^»
значение:	«полный»
развернутое имя значения:	«лишний вес»
другое значение:	«худой»
развернутое имя значения:	«аскетическое телосложение»

Шаблон вводится в окне, в которое надо перейти по клавише **F2** из окна с именем атрибута. После ввода шаблона нажать «**Esc**».

Замените в сценарии модели действие РЕЗУЛЬТАТ на ЦЕЛЬ, причем в действии ЦЕЛЬ не нужно задавать числовой параметр, как в действии РЕЗУЛЬТАТ. Проверьте модель и посмотрите, как изменится консультация.

Дополните сценарий предложениями с действием СООБЩЕНИЕ, не имеющим условия, так чтобы выдавалась вся полученная информация. Например, одно из предложений сценария может выглядеть так:

номер предложения сценария: «2»

действие (окно «ТО»):

«СООБЩЕНИЕ

[комплекция.нормальный], [комплекция.полный], [комплекция.худой] :»

текст сообщения:	«комплекция сотрудника оценена как
	нормальная - с определенностью ^^, как
	упитанная - с определенностью ^^, как
	аскетическая - с определенностью ^^»

Для того чтобы ввести текст сообщения необходимо из окна «TO» перейти по клавише F2 в окно сообщения. Возврат в окно «TO» происходит по нажатию клавиши «Esc»

Напомним, что условие выполнения действия сценария записывается, как и для правил к атрибутам, в окне «ЕСЛИ», в которое переход из окна сценария «ТО» и обратно осуществляется при нажатии клавиши **F3**. Например:

номер предложения сценария:	«3»
действие:	«СООБЩЕНИЕ»
условие:	«[пол.мужской]»
текст сообщения:	«речь идет о сотруднике мужского пола»
номер предложения сценария:	«4»
действие:	«СООБЩЕНИЕ»

	условие:	«[пол.женский]»
	текст сообщения:	«речь идет о сотруднице»
номе	ер предложения сценария:	«5»
	действие:	«СООБЩЕНИЕ»
	условие:	«(возраст > 35) &(возраст < 55)»
	текст сообщения:	«среднего возраста»

Задание:

В модель, построенную при изучении темы 3, введите развернутые имена атрибутов и значений символьных атрибутов, шаблоны утверждений, тексты вопросов. Изучите, в зависимости от чего изменяются сообщения к вопросы системы во время консультации (используйте режим трассировки). Опишите в сценарии способ выдачи информации о результатах решения задачи с помощью действия СООБЩЕНИЕ.

Проверьте модель, проведите консультацию. Вводя условия в сценарий и увеличив количество предложений сценария, добейтесь, чтобы информация, имеющая отрицательные коэффициенты определенности, не сообщалась пользователю, а некоторая информации при выдаче шкалировалась.

Проверьте и сохраните модель. Обратите внимание на ее работу при различных ответах на задаваемые вопросы. Удалите из модели предложение с действием ЦЕЛЬ, откомпилируйте и посмотрите, как изменится ход консультации. Дайте объяснения работе ЭС.

Тема 5. Решение задач классификации логическими методами

Цель: освоить использование логических и арифметических правил для классификации состояний проблемной области.

Общая часть

Решение задачи классификации с помощью системы ЭКО сводится к соотнесению (с разной степенью определенности в случае правдоподобного вывода) проблемной ситуации с одним или несколькими классами. В системе ЭКО классы задаются с помощью значений символьного атрибута. В нашем случае классифицируются сотрудники, имеющие «хорошее», «удовлетворительное» или «плохое» здоровье.

Использование логических правил для классификации состояний состоит в следующем. Каждое логическое правило приписывается к утверждению, являющемуся целью правила и представляющему некоторый класс. Условие правила позволяет выявлять конкретные проблемные ситуации, которые могут быть отнесены к классу. Если условие правила выполняется недостоверно (т.е. вычисленный коэффициент определенности условия лежит в диапазоне от 0 до 100), то соотнесение проблемной ситуации с классом осуществляется со значением коэффициента определенности.

Если само правило, по мнению эксперта, вводящего знания, недостоверно (т.е. выполнение условия правила недостоверно соответствует цели правила), то в части правила ТО ставится коэффициент определенности правила (от 0 до 1), умножается коэффициент определенности условия, прежде чем он буде присвоен цели.

При решении задач логическими методами, если значение некоторого логического выражения необходимо перенести в заключение, применяются арифметические правила. Для этого в правую часть арифметического правила (окно «TO») записывается логическое выражение. Результатом вычисления этого логического выражения будет коэффициент определенности, который берется как значение цели. Отметим, что условие в арифметическом правиле тоже присутствует.

Использование арифметических правил при решении задачи классификации логическими методами продемонстрируем на примере задачи АЛЛЕРГИЯ (ALLERG).

Задача АЛЛЕРГИЯ моделирует упрощенную схему рассуждения анестезиолога, выбирающего способ обезболивания при проведении стоматологической операции у больного, страдающего аллергией. Задача реализована с помощью правил вывода арифметического типа. Консультация проводится в три этапа. Сначала система определяет, есть ли у больного аллергологический анамнез, т.е. есть ли у него показания к аллергии. На втором этапе выбирается метод обезболивания (местное, местное с премедикацией, общее в поликлинике и т.д.). Третий этап проводится в тех случаях, когда выбрано местное обезболивание, при этом определяется анестетик (лекарственное средство). Особое внимание уделяется выбору метода обезболивания при проведении вмешательств средней тяжести.

Этапы консультации описаны с помощью сценария. Рассмотрим, в качестве примера, схему рассуждений, реализованную на первом этапе. Проблема состоит в трудностях, возникающих при диагностике наиболее тяжелого проявления

непереносимости анестетиков анафилактического шока. Нередко обмороки пациента, при случающиеся проведении местного обезболивания, принимаются за анафилактический шок, в результате чего данному пациенту все хирургические вмешательства рекомендуют проводить в специальных лечебных учреждениях, под наркозом, что переносится тяжелее. Однако обмороки нередко вызываются вегетососудистыми заболеваниями. При различении шока и обычного обморока используется тот факт, что еще не зарегистрировано ни одного случая, когда шоку не предшествовали другие проявления аллергии. Поэтому больному задается вопрос о том, были ли другие, кроме шока, проявления аллергии, и если не было, с большой уверенностью можно считать, что обморок не был вызван анафилактическим шоком.

Методика выполнения

В модели, построенной при работе по теме 4, расширяем описание атрибута «здоровье» со значениями «хорошее» и «плохое». Вводим ко всем утверждениям всех атрибутов имена для их использования в правилах.

Имя утверждения в виде краткого буквосочетания идентифицирует утверждение для простоты ссылки на него в правилах: так, в приведенном ниже примере, утверждение [здоровье.хорошее] получило короткое имя «зх». Вводя имя утверждения, не обходимо задавать значение по умолчанию, то есть априорный коэффициент определенности утверждения.

Пример:

имя символьного атрибута:	«здоровье»
шаблон:	«Здоровье сотрудника определено как $^{\wedge\wedge}$ с
	определенностью –»
значение атрибута:	«хорошее»
имя утверждения:	«3X»
по умолчанию:	«0»
значение атрибута:	«плохое»
имя утверждения:	«3П»
по умолчанию:	«0»

В окно шаблона переход осуществляется по нажатию клавиши F2 из окна с именами символьных атрибутов. Выход из окна шаблона осуществляется нажатием на клавишу «**Esc**».

В окно имени утверждения перейти по клавише **F2** из окна значений символьного атрибута. Выход из окна имени утверждения осуществляется нажатием на клавишу «**Esc**».

Оставляем в сценарии единственное предложение с действием РЕЗУЛЬТАТ и параметрами: «0, здоровье». Проверяем модель и посматриваем ее функционирование.

Удалить из модели правило-вопрос с целью «здоровье.хорошее». Ввести логические правила к целям зх, зп например:

правило к утверждению:

имя правила:	«Лзп1»	
условие:	«пм & (возраст < 33) & кп»	
комментарий:	«Если мужчина моложе 33 лет и имеет	
	полное телосложение, то здоровье	
	плохое»	
правило к утверждению:	«3П»	
имя правила:	«Лзп2»	
условие:	«пм & (возраст > 60) & (кп : кх)»	
действие:	«0.4»	
комментарий:	«Если мужчина старше 60 лет и полон или	
	худ, то есть небольшая вероятность, что	
	здоровье плохое»	
правило к утверждению:	«3X»	
имя правила:	«Лзх1»	
условие:	«кн»	
комментарий:	«Если комплекция нормальная, то	
	здоровье хорошее»	

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. В данных правилах мы исходим из того, что введены следующие имена утверждений: «пм» и «пж» - для обозначения мужского и женского пола; «кн», «кп» и «кх» - для нормальной, полной и худой комплекции.

2. Если действие логического правила не указывается, то система подставляет коэффициент 1.

3. Если к утверждению относится более одного правила, то эти правила должны быть расположены в том порядке, в котором система должна их использовать для выведены цели.

Отметим, что в большом числе правил используется сочетание пола и возраста. Чтобы это исключить, введите атрибут «возр_катег» (возрастная категория: «молодой», «средн_возр», «пожилой»). В правилах, имеющих сочетание «пм & (возраст < 33)», замените условие на «вкм», где «вкм» - имя утверждения, что значение атрибута «возр_катег» является «молодой». Введите правила:

1) любой сотрудник, моложе 30 лет, молодой;

2) мужчина, моложе 33 лет, молодой:

и т.д.

Выясните, какие правила для определения здоровья окажутся одинаковы, так что их можно будет уничтожить.

Задание

В ходе выполнения работы постройте ЭС, классифицирующую сотрудников по состоянию здоровья (хорошее, плохое) на основе пола, комплекции и возраста в годах. Атрибут «состояние_здоровья» используйте при решении задач во всех правилах, где раньше использовался «возраст».

Составьте и проверьте модель. Проанализируйте её функционирование при различных ответах на вопросы. Модифицируйте правила, добейтесь «разумного» функционирования модели.

Тема 6.Использование эмпирических формул для вычисления коэффициентов определенности утверждений

Цель: научиться использовать арифметические правила для эмпирического нахождения коэффициентов определенности (задания функций распределения) и сокращения количества задаваемых вопросов.

Общая часть

С точки зрения языка представления знаний значения утверждений и числовых атрибутов являются равноценными. Это дает возможность легко определять различные эмпирические функции для задания распределения коэффициентов определенности.

Методика выполнения

В модели, полученной при выполнении темы 5 удалить правила, вычисляющие значения атрибута «возр_катег» (возрастная категория). Будем считать, что характеристики «молодой_возраст», «средний_возраст» и «пожилой_возраст» определяются, как показано на рисунке ниже:



молодой; сред-: пожилой

В этом случае функция распределения коэффициента определенности имеет вид:

для молодого возраста:	$\left(1 - abs\left(\frac{x - 20}{20}\right)\right) \cdot 100$
для среднего возраста:	$\left(1 - abs\left(\frac{x - 40}{20}\right)\right) \cdot 100$
для пожилого возраста:	$\left(1 - abs\left(\frac{x - 60}{20}\right)\right) \cdot 100$

где х – возраст.

ПРИМЕЧАНИЕ. Формулы, приведенные выше, актуальны только для шкалы со значениями от -100 до +100.

Для введения указанной функции распределения в модель требуется поместить в нее три арифметических правила, одно из которых имеет следующий вид:

правило к утверждению: имя правила: условие: действие:

```
вкм
Рвк1
пм & (возраст<20)
\left(1-abs\left(\frac{возрасm-20}{20}\right)\right) \cdot 100
```

Правило вычисляет коэффициент определенности того, что возрастная категория сотрудника «молодой».

комментарий:

ПРИМЕЧАНИЕ: вкм – возрастная категория: молодой.

Введите требуемые правила и исследуйте построенную модель.

Отметим, что более логичной была бы функция, график которой показан на рисунке:



Для того, чтобы привести способ вычисления возрастной категории к указанному виду следует перед введенными ранее правилами (перемещение имен правил в их окне выполняется при помощи клавиш Ctrl+↑ и Ctrl+↓) ввести следующие два арифметических правила:

правило к утверждению:	BKM
имя правила:	P_вкм1
условие:	возраст < 20
действие:	100
правило к утверждению:	ВКП
имя правила:	Р_вкп1
условие:	возраст > 60
действие:	100
Введите правила и исследуй	те поведение полученной модели.

Полученную модель скопируйте на диск под другим именем, чтобы у Вас была старая версия для сравнения. Усовершенствуйте модель таким образом, чтобы для мужчин и женщин возрастная категория вычислялась по-разному. Удалите из модели правило-вопрос для вычисления значений атрибута «комплекция». Введите в модель числовые атрибуты «рост» и «вес» и правила-вопросы для получения их значений.

В качестве формулы для определения комплекции можно использовать, например, следующие формулы (для шкалы от -100 до +100):

нормальная комплекция:	abs(рост - 100 - вес) < 10
аскетическая комплекция (худой):	(рост - 100 - вес) > 10
полная комплекция:	(рост - 100 - вес) < -10

Используя в качестве основы эти или похожие формулы, постройте две модели такие, чтобы в одной модели комплекция вычислялась бы логическими правилами, а в другой – с помощью арифметических эмпирических формул, например:

правило к утверждению:	КН
имя правила:	Л_кн1л
условие:	abs(рост - 100 - вес) < 10
комментарий:	Правило вычисляет, что комплекция –
	«нормальная» (кн).

ПРИМЕЧАНИЕ. Другие правила аналогичны этому.

правило к утверждению:	КП
имя правила:	Р_кп1а

действие:	(рост - 100 - вес) * 10 + 100
комментарий:	Правило вычисляет, что комплекция –
	«полная» (кп).

ПРИМЕЧАНИЕ. Другие правила аналогичны, но в качестве формул можно взять «abs(poct-100-вес)*10+100» и «(poct-100-вес) * 5».

Сравните результаты, получаемые обеими ЭС при одних и тех ж ответах на вопросы. Усовершенствуйте модели так, чтобы при вычислении комплекции учитывался пол, а возможно, и возрастная категория. Используя трассировку, исследуйте процесс решения задач.

Задание:

В модели, построенной при выполнении темы 5, измените метод вычисления атрибута «возр_катег» (возрастная категория) с логического на эмпирический, заданный арифметическими функциями. Затем обеспечьте вычисление атрибута «комплекция» по значениям числовых атрибутов «рост» и «вес». Постройте две модели, вычисляющие «комплекцию» логическим и эмпирическим способами. При этом вместо трех альтернатив задавайте только два вопроса.

Тема 7. Решение задач классификации байесовскими методами

Цель: приобрести опыт использования байесовских правил при решении задач классификации.

Общая часть

Как известно, теорема Байеса определяет способ получения апостериорной вероятности гипотезы при условии, что некоторое событие произошло, или имеют место наблюдения некоторого признака. При этом апостериорная вероятность определяется по априорной вероятности гипотезы и вероятности события, если гипотеза имеет место. Байесовские правила системы ЭКО основаны на этом факте. Их использование состоит в следующем. Под гипотезой понимается соотнесение проблемной ситуации с одним из интересующих нас классов, которые представляются как утверждения, в данном случае, – с классом состояния здоровья.

Вообще говоря, требуется задание априорного распределения ситуаций по классам, что в системе ЭКО задается путем указания у утверждения значения «по умолчанию». Затем к каждому утверждению (гипотезе) приписывается таблица, доставляющая основу байесовского правила, в которой указываются утверждения (наблюдения), определенности которых влияют на определенность гипотезы, и связанные с ними два веса. Первый вес определяет степень влияния на гипотезу в случае, если значение коэффициента определенности больше нуля, второй – в противоположном случае. Веса задаются в диапазоне (-100, +100). В результате применения правила определенность утверждения (гипотезы) вычисляется как сумма влияния определенности наблюдений. Суммирование осуществляется по формулам, вытекающим из теоремы Байеса.

Байесовские правила применяются для вычисления коэффициентов определенности тех утверждений, об истинности которых можно судить по выполнению ряда факторов (симптомов), имеющих разную значимость.

В случае байесовского правила действие имеет вид:

<действие правила> ::= <описание фактора> {<описание фактора> ;= <описание фактора> ;:= <ссылка на утверждение> <разделитель> <вес> <разделитель> <вес> <разделитель> ;:= <пробелы> | <запятая> <вес> ::= <число> | <имя числового атрибута>

Действие байесовского правила задается в виде таблицы с тремя столбцами. В первом столбце перечисляются утверждения-факторы, коэффициенты определенности которых влияют на коэффициенты определенности целевого утверждения. Во втором столбце указываются подтверждающие, а в третьем - опровергающие веса факторов. Подтверждающий вес утверждения-фактора должен быть равен такому коэффициенту определенности, который, по мнению эксперта, следует приписать целевому утверждению в случае истинности утверждения-фактора. Опровергающий вес равен коэффициенту, приписываемому целевому утверждению экспертом в случае ложности утверждения-фактора.

Использование байесовских правил удобно в тех случаях, когда имеется некоторое число признаков, появление или отсутствие которых изменяет веру в гипотезу, а четкие логические зависимости неизвестны.

В нашем случае за признаки, влияющие на определение состояния здоровья, условно примем значения атрибутов «комплекция» и «возр_катег», а за гипотезы – утверждения «[здоровье.хорошее]», «[здоровье.удовл]» и «[здоровье.плохое]».

Прежде чем приступать к выполнению лабораторной работы, рекомендуется изучить модель ЦВЕТОК (PLANT) в системе ЭКО.

Задача PLANT предназначена для поиска причин заболеваний комнатных растений. В возможных задаче рассматриваются три группы причин: неправильный уход. неудовлетворительное окружение и внешние факторы. Во время консультации для каждой причины вычисляется коэффициент определенности, при этом используются правила вывода байесовского типа. Эти правила позволяют вычислять коэффициенты определенности гипотез (в данном случае гипотез о причине заболевания) на основании коэффициентов определенности подтверждающих и/или опровергающих гипотезу наблюдений (симптомов, в данном случае ~ симптомов заболевания растения). Рассмотрим, например, гипотезу о том, что причиной заболевания является слишком сухой воздух (см. символьный атрибут «неудовлетворительное окружение»). Данная гипотеза выводится с помощью правила Bda. Наблюдения (симптомы) «листья стали коричневыми по краям», «листья свернулись», «цветы быстро вянут» и «цветы и/или бутоны опали» в равной степени подтверждают данную гипотезу, что представлено с помощью соответствующих весов в правиле. Симптом «листья имеют желтые или коричневые пятна», наоборот, опровергает гипотезу.

Во время вывода решения система задает пользователю вопросы о симптомах и получает соответствующие коэффициенты определенности. По умолчанию, в тех случаях, когда пользователь не смог ответить на вопрос системы, принимается нулевой коэффициент, при котором симптом не оказывает влияния на дальнейший вывод. Затем по байесовским правилам оцениваются все гипотезы о возможных причинах заболевания. Коэффициент определенности для группы причин находится как максимальный коэффициент по этой группе. В результате консультации выдается сообщение о коэффициенте определенности групп; пользователь может выбрать интересующую его группу и ознакомиться с коэффициентами определенности всех входящих в нее причин.

Методика выполнения

В качестве основы для выполнения работы возьмите одну из моделей, использующих эмпирические (полученные опытным путём) формулы и полученных в результате выполнения темы 6. Удалите из модели все правила, вычисляющие атрибут «здоровье». Введите к каждому утверждению атрибута «здоровье» байесовское правило, например:

правило к утверждению:	3П		
имя правила:	Б_зп1		
действие:	кп,	+50,	-30
	KХ,	+10,	0
	кн,	-70,	+30
	вкм,	-20,	+10
	вкп,	-10,	0
	вкср,	-5,	0

Правила для утверждений о том, что здоровье хорошее и удовлетворительное определите сами.

Задание:

На основе одной из моделей, использующей эмпирические формулы и полученной в результате выполнения темы 6, проведите классификацию состояний здоровья с применением байесовского правила. При классификации используются атрибуты «возр_катег» и «комплекция». Проверьте влияние априорных определенностей на результат: осуществите подборку весов в правиле. Введите различные байесовские правила для «мужчин» и «женщин». Подбирая веса правил, добейтесь «разумного», с Вашей точки зрения, поведения системы

Введите ко всем утверждениям атрибутов «здоровье», «комплекция» и «возр_катег» априорные определенности (значения по умолчанию), откомпилируйте полученную модель и проанализируйте, как изменились вырабатываемые системой решения.

Проанализируйте байесовские правила. Посмотрите, какой результат получает система при ответе на все вопросы «НЕ ЗНАЮ» (F2). Посмотрите, как влияют Ваши ответы на какой-то один вопрос и выдаваемые системой результаты.

Тема 8. Решение задач планирования действий

Цель: освоить методы решения задач по планированию действий с помощью системы ЭКО.

Общая часть

Решение задачи планирования действий с помощью инструментальных средств, аналогичных системе ЭКО, состоит в выборе одного из ранее предусмотренных планов действий в зависимости от сложившейся ситуации. Для выбора плана проводится либо классификация ситуации, либо задаются уточняющие вопросы пользователю (предусмотренные заранее), позволяющие осуществить правильный выбор.

Вспомогательная часть

В качестве демонстрационного примера для исследования предлагается система (модель) ЭКОЛОГИЯ, настроенная в соответствии с задачей, описанной в книге: Хайес Рот и др. «Построение экспертных систем», М.:Мир,1987г.

Основное назначение системы - выработка действий в критической ситуации утечки нефтепродуктов или вредных химических веществ. Место использования - водный бассейн реки, протекающей через Окриджскую национальную лабораторию (ОкНЛ). Предполагаемый пользователь - дежурный по ОкНЛ. Предметная область ЭКО включает по экологии:

- канализационную сеть с множеством колодцев.
- хранилища,
- водосбросы,
- ручьи,
- хранимые вещества.

План решения задачи состоит из двух пунктов:

1) первоначальная оценка ситуации.

2) определение порядка действий в этой ситуации и советы по их осуществлению.

Первоначальная оценка ситуации имеет четыре степени опасности:

- опасно,
- существует реальная возможность опасности,
- существует возможность опасности,
- безопасно.

В каждой ситуации возможны следующие действия:

— оповещение системы контроля окружающей среды о заявленной утечке в районах лаборатории, округа, штата, государства;

- вызов аварийных бригад по устранению утечки и ликвидации ее последствий;
- локализация места утечки;
- принятие мер для предотвращения дальнейшего распространения вредных веществ;

документирование заявленной утечки.

Порядок действия существенно зависит от первоначальной оценки, например, в опасной ситуации прежде всего необходимо сделать оповещение, а затем переходить к другим действиям. В других случаях сначала принимаются меры по локализации источника, а затем уже идет оповещение. В системе явно отражены только первые четыре действия.

Реализация вышеуказанного плана в пределах одной модели оказалась слишком громоздкой и, поэтому, трудно реализуемой. Разбиение всей задачи на отдельные функционально независимые подмодели позволило значительно упростить и, что более важно, запараллелить процесс ее создания. В конечном варианте задача состоит из трех информационно связанных подсистем:

- 1. Первоначальная оценка ситуации.
- 2. Локализация утечки.
- 3. Меры по остановке распространения.

Первоначально оценка ситуации проводится на основе степени вредности вещества, объема этого вещества и песта, где обнаружено наличие вещества. Степень вредности вещества выводится с помощью байесовских правил по наблюдаемым признакам утечки (пленка, запах и т.д.). Объем оценивается пользователем в терминах нечеткого знания. Место указывается пользователем на графической схеме водного бассейна ОкНЛ.

Локализация проводится с помощью логических правил методом отслеживания от места обнаружения вредного вещества к источнику. Система задает вопросы пользователю, ответы на которые позволяют локализовать источник утечки.

Меры по остановке распространения зависят от вида вещества и места локализации, выявленного на втором этапе. Предлагаемые меры поясняются графическими схемами мест установки защитного оборудования (изображения появляются при нажатии клавиши **F10**).

Методика выполнения

При выполнении первой задачи будем использовать модель, осуществляющую классификацию состояний здоровья сотрудника, которая была получена в результате выполнения задания по теме 7.

При планировании действий по подготовке отъезда на отдых будем исходить из того, что для поездки в санаторий необходимо взять льготную путевку на предприятии, а если ее нет - то путевку за полную стоимость. Для подготовки к турпоходу необходимо договориться с друзьями, а если это не удается - попытаться купить путевку в туристическом бюро. Чтобы отправиться в путешествие, рекомендуется купить путевку на плановый маршрут на предприятии или в экскурсионном бюро. Для отдыха на даче необходимо, если у сотрудника нет дачи, снять ее.

В ходе выполнения работы необходимо изменить сценарий модели и расширить ее содержание в соответствии со сказанным.

символьный атрибут:	вид_отдыха
значение:	санаторий
значение:	турпоход
значение:	дача
значение:	экскурсия

Приведем фрагменты возможного изменения модели:

символьный атрибут:	пожелания
значение:	с_друзьями
значение:	в_одиночестве

символьный атрибут:	план
значение:	основной
значение:	запасной

предложение сценария:	9
условие:	[вид_отдыха.санаторий]
действие:	СООБЩЕНИЕ
текст сообщение:	Вам рекомендуется отдых в санатории.

ПРИМЕЧАНИЕ: Предложения сценария 10, 11, 12 аналогичны предложению 9, но применяются для других видов отдыха.

правило к атрибуту:	пожелания
имя правила:	A1
действие:	Вы хотите отдыхать:
правило к утверждению:	[вид_отдыха.санаторий]
има правила.	D1

имя правила.	r1
действие:	ЗП
комментарий:	Рекомендуется санаторий с коэффициентом
	определённости того, что здоровье – плохое.

правило к утверждению:	[вид_отдыха.турпоход]
имя правила:	P2
условие:	[вид_отдыха.санаторий]
действие:	ВКМ>ВКП

ПРИМЕЧАНИЕ: Если возможность попасть в санаторий отвергнута, рекомендуется турпоход - в том случае, когда коэффициент определённости того, что возрастная категория сотрудника относится к молодой больше, чем - к пожилой.

правило к утверждению:	[вид_отдыха.турпоход]
имя правила:	NP2A
действие:	-100
комментарий:	В остальных случаях в турпоход нельзя.
правило к утверждению:	[вид_отдыха.дача]
имя правила:	P3
условие:	("[вид отдыха.санаторий]) ("

	[вид_отдыха.турпоход])
действие:	(вкп вп)&[пожелания.в_одиночестве]
комментарий:	В остальных случаях в турпоход нельзя.

ПРИМЕЧАНИЕ: РЗА аналогично правилу Р2А.

правило к утверждению:	[вид_отдыха.экскурсия]
имя правила:	Л4
условие:	("[вид_отдыха.санаторий]) &
	("[вид_отдыха.дача]) &
	(" [вид_отдыха.турпоход])

ПРИМЕЧАНИЕ: Р4А аналогично правилу Р3А.

правило к утверждению:	[план.основной]
имя правила:	Π_1
условие:	[вид_отдыха.санаторий]
действие:	Можите ли Вы достать путёвку на
	предприятии?

ПРИМЕЧАНИЕ: По аналогии введите различные вопросы для других видов отдыха.

Задание:

Разработайте задачу по выбору вида отдыха и планированию действий по подготовке к отъезду.

Рассмотрите следующие виды отдыха: санаторий, турпоход, путешествие-экскурсия, дача и дом.

Выберите те виды отдыха, которые наиболее подходят сотруднику. Санаторий рекомендуется при плохом здоровье. Турпоход молодым людям, а экскурсия или дача - во всех остальных случаях (при этом учитывается, хочет ли сотрудник отдыхать с друзьями или он предпочитает провести отдых в одиночестве). Отдых дома на данном этапе не рекомендуется.

Затем постройте план действий по подготовке к отпуску. Если план не удается реализовать, рекомендуйте провести отпуск дома.

В качестве примера осуществите исследование и работу с системой ЭКОЛОГИЯ, состоящей из трех экспертных систем: первая осуществляет эвристическую классификацию проблемной области, вторая - ее логический анализ, а третья решает задачу планирования действий по устранению аварийной ситуации.

Тема 9. Самостоятельное создание демонстрационного прототипа ЭС на заданную тему

Цель: Освоить технологию разработки ЭС с помощью системы ЭКО.

Общая часть

В качестве решаемой задачи можете взять задачу классификации.

Методика выполнения

Работа выполняется самостоятельно с использованием опыта, полученного при выполнении предыдущих лабораторных работ.

Задание:

В ходе работы над темой, последовательно выполняя этапы концептуализации, формализации, выполнения и тестирования, создайте демонстрационный прототип ЭС на собственную или предложенную тему.