Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ)

Кафедра вычислительной математики и механики

Лабораторная работа № 1

по дисциплине: «Интеллектуальные ИСИТ»

Выполнила:

студентка группы ИСТ-19-1б

Дорогина И.В.

Проверил:

Старший преподаватель

Сопегин Г. В.

Пермь, 2022

**Описание метода**

Продукционная экспертная система основана на правилах. В такой системе знания представлены в форме многочисленных правил, которые указывают, какие заключения должны быть сделаны или не сделаны в различных ситуациях.

Каждое правило обозначается именем (листинг 1). Вслед за именем находится часть IF правила. Участок правила между IF и THEN правила называют антецедентом. Далее следует часть THEN, в которой находится список действий, которые должны быть выполнены после запуска правила, - так называемый консеквент.

|  |
| --- |
| Правило: «Имя правила»  IF «условие» THEN «заключение» |
| Листинг 1. Общий вид правила |

Для более наглядного представления продукционных знаний можно использовать графы И/ИЛИ.

В системе, основанной на правилах, машина логического вывода определяет, какие антицеденты правил выполняются согласно фактам. В качестве стратегий решения задач в экспертных системах обычно используются два общих метода логического вывода: прямой логический вывод и обратный.

Прямой представляет собой метод формирования рассуждений от фактов к заключениям, которые следуют из этих фактов. Обратный логический вывод предусматривает формирование рассуждений в обратном направлении от гипотезы к фактам, которые ее подтверждают.

Для реализации базы знаний (БЗ) можно использовать существующие оболочки экспертных систем. В данной лабораторной работе – CLIPS.

**Описание оболочки экспертной системы (CLIPS)**

CLIPS (C Language Integrate Production System) – программная среда для разработки экспертных систем. CLIPS является продукционной системой. Реализация вывода использует алгоритм Rete.

При использовании алгоритма Rete строится своего рода префиксное дерево, в котором узлы соответствуют части условий правил. Тогда путь от корня до листа дерева образует полное условие некоторой продукции. Алгоритм Rete жертвует объемом памяти ради скорости.

Основная идея CLIPS состоит в представлении знаний в виде формы, представленной в листинге 2.

|  |
| --- |
| Правило1:  IF  (выполняются условия1)  THEN  (выполнить действия1)  Правило2:  IF  (выполняются условия2)  THEN  (выполнить действия2)  ... |
| Листинг 2. Форма записи знаний |

CLIPS – одна из наиболее широко используемых инструментальных сред для разработки экспертных систем благодаря своей скорости, эффективности и бесплатности.

CLIPS включает полноценный объектно-ориентированный язык COOL для написания экспертных систем. Хотя она написана на языке Си, её интерфейс намного ближе к языку программирования LISP. Расширения можно создавать на языке Си, кроме того, можно интегрировать CLIPS в программы на языке Си.

CLIPS разработан для применения в качестве языка прямого логического вывода и в своей оригинальной версии не поддерживает обратного вывода.

Как и другие экспертные системы, CLIPS имеет дело с правилами и фактами.

**Описание задачи**

В рамках лабораторной работы по созданию продукционной экспертной системы для реализации разработана задача по выбору ноутбука.

Критерии, по которым будет осуществляться выбор:

1. Дизайн ноутбука, включая его цвет и наличие подсветки клавиатуры;

2. Предназначение устройства – ноутбук нужен для работы или нет;

3. Диагональ экрана;

4. Наличие сенсорного дисплея;

5. Бюджет.

В результате ранжирования важности выделенных критериев был построен граф И/ИЛИ (Приложение 1), описывающий процесс формирования заключения экспертной системы.

Одним из требований к разрабатываемой экспертной системе относится необходимость использования функций (deffunctions). Поэтому в предлагаемом решении использованы универсальные функции *ask-question* (листинг 3) и *yes-or-no* (листинг 4) для взаимодействия с пользователем. На вход данные функции принимают вопрос, который необходимо задать пользователю. На выход же функции выдают полученный ответ, присваивая его соответствующему факту.

|  |
| --- |
| (deffunction ask-question (?question $?allowed-values)  (print ?question)  (bind ?answer (read))  (if (lexemep ?answer)  then (bind ?answer (lowcase ?answer))  )  (while (not (member$ ?answer ?allowed-values)) do  (print ?question)  (bind ?answer (read))  (if (lexemep ?answer)  then (bind ?answer (lowcase ?answer))  )  )  ?answer  ) |
| Листинг 3. Реализация функции *ask-question* |
|  |
| (deffunction yes-or-no (?question)  (bind ?response (ask-question ?question yes no y n))  (if (or (eq ?response yes) (eq ?response y))  then yes  else no  )  ) |
| Листинг 4. Реализация функции *yes-or-no* |

В рамках требования наличия не только логических фактов, то есть тех, которые принимают только значения «да» или «нет», но и целочисленных был реализован факт «Размер дисплея» (*display-size*). У пользователя есть возможность выбрать один из трех предложенных вариантов. Листинг 5 демонстрирует правило по заполнению описанного факта.

|  |
| --- |
| (defrule determenite-display-size  (not (solution ?))  (design no)  (for-work no)  (not (display-size ?))  =>  (assert (display-size (ask-question "Choose the  display size (13.3 / 15.6 / 17.3): " 13.3 15.6 17.3)))  ) |
| Листинг 5. Реализация целочисленного факта *display-size* |

Рассмотрим основные типы правил, реализованных в разработанной экспертной системе.

Первый тип правил – те, которые направлены на присвоение фактам системы значений посредством опроса пользователя. Например, правило *determenite-budget* (листинг 6) необходимо, чтобы узнать у пользователя предпочитает он более бюджетную модель ноутбука или нет.

|  |
| --- |
| (defrule determenite-budget  (not (solution ?)) (not (budget ?)) ;левая часть  =>  (assert (budget (yes-or-no "Do you  need a more budget laptop option?: "))) ;правая часть  ) |
| Листинг 6. Правило *determenite-budget* |

Левая часть правила задана набором условных элементов, необходимых для сопоставления с уже имеющимися фактами В данном примере – *solution* (наличие итогового заключения системы) и *budget* (наличие записанного ответа пользователя).

Правая часть правила содержит список действий, выполняемых при активизации правила механизмом логического вывода. В данном примере – при соблюдении всех условий левой части, пользователю будет задан вопрос, ответ на который будет записан в факт *budget*.

Аналогично устроены все правила, предназначенные для заполнения фактов базы знаний: *design* (наличие особого дизайна ноутбука), *unusual-color* (наличие яркой расцветки), *keyboard-backlight* (наличие подсветки клавиатуры), *budget* (предпочтение более бюджетной модели), *for-work* (необходимость ноутбука для работы), *display-size* (размер дисплея), *touchscreen* (наличие сенсорного дисплея).

Второй тип правил – предназначенные для вывода итогового заключения экспертной системы.

Рассмотрим пример с таким правилом *determenite-answer\_type\_1* (листинг 7).

|  |
| --- |
| (defrule determenite-answer\_type\_1  (not (solution ?))  (and  (budget yes)  (keyboard-backlight yes)  (design yes)  (unusual-color yes)  )  =>  (assert (solution yes))  (print "A laptop will do for you  HP Pavilion 15-eh 1159ur 601D7EA" crlf)  ) |
| Листинг 7. Правило *determenite-answer\_type\_1* |

В данном случае в левой части правила перечислены все факты и значения, которые они должны иметь, чтобы можно было вынести решение в пользу той или иной модели ноутбука. Важным является использование логического оператора *and*.

В правую часть добавлены команды по выводу ответа пользователю и присвоению факту *solution* утвердительного значения, что позволяет остановить процесс логического вывода.

Аналогично прописаны все правила на формирование заключения системы.

Полный набор правил, оформленных в нотации IF–THEN, представлен в Приложении 2.

Листинг разработанной продукционной экспертной системы представлен в Приложении 3.

**Вывод**

В рамках лабораторной работы была сформирована способность проектирования и разработки базы знаний, основанной на продукционной модели их представления.

Результатом работы являются:

* Описание базы знаний в нотации IF–THEN;
* Оформленный граф И/ИЛИ;
* Скрипт правил в системе CLIPS;
* Функционирующая продукционная экспертная система, основанная на составленной базе знаний.

Приложение 1

|  |
| --- |
| E:\PSTU\Интеллектуальные ИСИТ (Столбов)\lab_1\graf_2.png |
| Рисунок 1. Граф И/ИЛИ для задачи выбора ноутбука |

Приложение 2

**Правила в нотации IF–THEN**

1) Правило: HP Pavilion 15-eh 1159ur 601D7EA

IF "Важен внешний вид" = "Да", "Необычный цвет" = "Да", "Наличие подсветки" = "Да", "Бюджетный вариант" = "Да" THEN "Ноутбук" = "HP Pavilion 15-eh 1159ur 601D7EA"

2) Правило: Acer Swift 3 SF314-42-R7EN

IF "Важен внешний вид" = "Да", "Необычный цвет" = "Да", "Наличие подсветки" = "Да", "Бюджетный вариант" = "Нет" THEN "Ноутбук" = "Acer Swift 3 SF314-42-R7EN"

3) Правило: Acer Aspire 1 A115-32-P7AU

IF "Важен внешний вид" = "Да", "Необычный цвет" = "Да", "Наличие подсветки" = "Нет", "Бюджетный вариант" = "Да" THEN "Ноутбук" = "Acer Aspire 1 A115-32-P7AU"

4) Правило: Acer Aspire 3 A315-56-33Z3

IF "Важен внешний вид" = "Да", "Необычный цвет" = "Да", "Наличие подсветки" = "Нет", "Бюджетный вариант" = "Нет" THEN "Ноутбук" = "Acer Aspire 3 A315-56-33Z3"

5) Правило: HP Pavilion Aero 13-be0069ur

IF "Важен внешний вид" = "Да", "Необычный цвет" = "Нет", "Наличие подсветки" = "Да", "Бюджетный вариант" = "Да" THEN "Ноутбук" = "HP Pavilion Aero 13-be0069ur"

6) Правило: Acer Swift 3 SF314-43

IF "Важен внешний вид" = "Да", "Необычный цвет" = "Нет", "Наличие подсветки" = "Да", "Бюджетный вариант" = "Нет" THEN "Ноутбук" = "Acer Swift 3 SF314-43"

7) Правило: Acer Aspire 3 A315-34-C9WH

IF "Важен внешний вид" = "Да", "Необычный цвет" = "Нет", "Наличие подсветки" = "Нет", "Бюджетный вариант" = "Да" THEN "Ноутбук" = "Acer Aspire 3 A315-34-C9WH"

8) Правило: Acer Aspire 3 A315-34

IF "Важен внешний вид" = "Да", "Необычный цвет" = "Нет", "Наличие подсветки" = "Нет", "Бюджетный вариант" = "Нет" THEN "Ноутбук" = "Acer Aspire 3 A315-34"

9) Правило: Lenovo IdeaPad Flex 5 14ITL05

IF "Важен внешний вид" = "Нет", "Ноутбук для работы" = "Да", "Сенсорный дисплей" = "Да", "Бюджетный вариант" = "Да" THEN "Ноутбук" = "Lenovo IdeaPad Flex 5 14ITL05"

10) Правило: MSI Summit E16 Flip Evo A11MT-204RU

IF "Важен внешний вид" = "Нет", "Ноутбук для работы" = "Да", "Сенсорный дисплей" = "Да", "Бюджетный вариант" = "Нет" THEN "Ноутбук" = "MSI Summit E16 Flip Evo A11MT-204RU"

11) Правило: Acer Aspire 3 A315-56

IF "Важен внешний вид" = "Нет", "Ноутбук для работы" = "Да", "Сенсорный дисплей" = "Нет", "Бюджетный вариант" = "Да" THEN "Ноутбук" = "Acer Aspire 3 A315-56"

12) Правило: Acer Aspire 3 A315-23-R384

IF "Важен внешний вид" = "Нет", "Ноутбук для работы" = "Да", "Сенсорный дисплей" = "Нет", "Бюджетный вариант" = "Нет" THEN "Ноутбук" = "Acer Aspire 3 A315-23-R384"

13) Правило: Lenovo ThinkBook 13s G2 ITL

IF "Важен внешний вид" = "Нет", "Ноутбук для работы" = "Нет", "Диагональ" = "13.3", "Бюджетный вариант" = "Да" THEN "Ноутбук" = "Lenovo ThinkBook 13s G2 ITL"

14) Правило: ASUS ZenBook Flip 13 UX363EA-HP785W

IF "Важен внешний вид" = "Нет", "Ноутбук для работы" = "Нет", "Диагональ" = "13.3", "Бюджетный вариант" = "Нет" THEN "Ноутбук" = "ASUS ZenBook Flip 13 UX363EA-HP785W"

15) Правило: ASUS R522MA-BQ862W

IF "Важен внешний вид" = "Нет", "Ноутбук для работы" = "Нет", "Диагональ" = "15.6", "Бюджетный вариант" = "Да" THEN "Ноутбук" = "ASUS R522MA-BQ862W"

16) Правило: HUAWEI MateBook D 15

"Важен внешний вид" = "Нет", "Ноутбук для работы" = "Нет", "Диагональ" = "15.6", "Бюджетный вариант" = "Нет" THEN "Ноутбук" = "HUAWEI MateBook D 15"

17) Правило: HP 17-cp0125ur

"Важен внешний вид" = "Нет", "Ноутбук для работы" = "Нет", "Диагональ" = "17.3", "Бюджетный вариант" = "Да" THEN "Ноутбук" = "HP 17-cp0125ur"

18) Правило: HP 17-CP0138UR

"Важен внешний вид" = "Нет", "Ноутбук для работы" = "Нет", "Диагональ" = "17.3", "Бюджетный вариант" = "Нет" THEN "Ноутбук" = "HP 17-CP0138UR"

Приложение 3

**Листинг продукционной экспертной системы**

; ask the user a question with answer options

(deffunction ask-question (?question $?allowed-values)

(print ?question)

(bind ?answer (read))

(if (lexemep ?answer)

then (bind ?answer (lowcase ?answer))

)

(while (not (member$ ?answer ?allowed-values)) do

(print ?question)

(bind ?answer (read))

(if (lexemep ?answer)

then (bind ?answer (lowcase ?answer))

)

)

?answer

)

; ask the user a question with the answer options "Yes" or "No"

(deffunction yes-or-no (?question)

(bind ?response (ask-question ?question yes no y n))

(if (or (eq ?response yes) (eq ?response y))

then yes

else no

)

)

; rules for determining all the facts necessary for the conclusion

(defrule determenite-design

(not (solution ?))

(not (design ?))

=>

(assert (design (yes-or-no "Is laptop design important?: ")))

)

(defrule determenite-unusual-color

(not (solution ?))

(design yes)

(not (unusual-color ?))

=>

(assert (unusual-color (yes-or-no "Do you want a laptop with an unusual color?: ")))

)

(defrule determenite-keyboard-backlight

(not (solution ?))

(design yes)

(not (keyboard-backlight ?))

=>

(assert (keyboard-backlight (yes-or-no "Do you want a keyboard backlight?: ")))

)

(defrule determenite-budget

(not (solution ?))

(not (budget ?))

=>

(assert (budget (yes-or-no "Do you need a more budget laptop option?: ")))

)

(defrule determenite-for-work

(not (solution ?))

(design no)

(not (for-work ?))

=>

(assert (for-work (yes-or-no "Do you need a laptop for work?: ")))

)

(defrule determenite-display-size

(not (solution ?))

(design no)

(for-work no)

(not (display-size ?))

=>

(assert (display-size (ask-question "Choose the display size (13.3 / 15.6 / 17.3): " 13.3 15.6 17.3)))

)

(defrule determenite-touchscreen

(not (solution ?))

(design no)

(for-work yes)

(not (touchscreen ?))

=>

(assert (touchscreen (yes-or-no "Need a touchscreen display?: ")))

)

; rules for the general conclusion of the expert system

(defrule determenite-answer\_type\_1

(not (solution ?))

(and

(budget yes)

(keyboard-backlight yes)

(design yes)

(unusual-color yes)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you HP Pavilion 15-eh 1159ur 601D7EA" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_2

(not (solution ?))

(and

(budget no)

(keyboard-backlight yes)

(design yes)

(unusual-color yes)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you Acer Swift 3 SF314-42-R7EN" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_3

(not (solution ?))

(and

(budget yes)

(keyboard-backlight no)

(design yes)

(unusual-color yes)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you Acer Aspire 1 A115-32-P7AU" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_4

(not (solution ?))

(and

(budget no)

(keyboard-backlight no)

(design yes)

(unusual-color yes)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you Acer Aspire 3 A315-56-33Z3" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_5

(not (solution ?))

(and

(unusual-color no)

(keyboard-backlight yes)

(design yes)

(budget yes)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you HP Pavilion Aero 13-be0069ur" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_6

(not (solution ?))

(and

(budget no)

(keyboard-backlight yes)

(design yes)

(unusual-color no)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you Acer Swift 3 SF314-43" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_7

(not (solution ?))

(and

(budget yes)

(keyboard-backlight no)

(design yes)

(unusual-color no)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you Acer Aspire 3 A315-34-C9WH" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_8

(not (solution ?))

(and

(budget no)

(keyboard-backlight no)

(design yes)

(unusual-color no)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you Acer Aspire 3 A315-34" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_9

(not (solution ?))

(and

(design no)

(for-work no)

(display-size 13.3)

(budget yes)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you Lenovo ThinkBook 13s G2 ITL" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_10

(not (solution ?))

(and

(design no)

(for-work no)

(display-size 13.3)

(budget no)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you ASUS ZenBook Flip 13 UX363EA-HP785W" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_11

(not (solution ?))

(and

(design no)

(for-work no)

(display-size 15.6)

(budget yes)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you ASUS R522MA-BQ862W" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_12

(not (solution ?))

(and

(design no)

(for-work no)

(display-size 15.6)

(budget no)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you HUAWEI MateBook D 15" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_13

(not (solution ?))

(and

(design no)

(for-work no)

(display-size 17.3)

(budget yes)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you HP 17-cp0125ur" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_14

(not (solution ?))

(and

(design no)

(for-work no)

(display-size 17.3)

(budget no)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you HP 17-CP0138UR" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_15

(not (solution ?))

(and

(design no)

(for-work yes)

(touchscreen yes)

(budget yes)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you Lenovo IdeaPad Flex 5 14ITL05" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_16

(not (solution ?))

(and

(design no)

(for-work yes)

(touchscreen yes)

(budget no)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you MSI Summit E16 Flip Evo A11MT-204RU" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_17

(not (solution ?))

(and

(design no)

(for-work yes)

(touchscreen no)

(budget yes)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you Acer Aspire 3 A315-56" crlf)

)

(defrule determenite-answer\_type\_18

(not (solution ?))

(and

(design no)

(for-work yes)

(touchscreen no)

(budget no)

)

=>

(assert (solution yes))

(print "A laptop will do for you Acer Aspire 3 A315-23-R384" crlf)

)