

Лабораторная работа №2

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ В ВИДЕ ПРАВИЛ

Цель работы

Изучение основных правил представления знаний в экспертных системах.

Задание

Для предметной области сформировать базу знаний, соответствующую следующим требованиям:

- включить не менее 12 правил, из которых не менее 7 – сложные правила;
- для описания правил использовать, не менее 8 переменных;
- число циклов просмотра правил для прямой цепочки рассуждений должно составлять не менее 3;
- для обратной цепочки рассуждений должны быть логически выведены не менее 4 переменных, прежде чем будет определена переменная вывода;
- пару последовательных правил.

Вариант	Предметная область
1	Микропроцессоры
2	Мобильные устройства
3	Операционные системы
4	Языки программирования
5	Компьютерные игры
6	Компьютерные вирусы
7	Компьютерные сети
8	Алгоритмы сортировки
9	Алгоритмы поиска
10	Неисправности ПЭВМ

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Перечисление переменных, их описание и принимаемые ими возможные значения;
2. Правила, составляющие базу знаний.

Решение

Предметная область – медицина

Переменные:

- 1) СГ – состояние горла
- 2) Н – насморк
- 3) К – кашель
- 4) СМ – состояние миндалин
- 5) Г – голос

- 6) Т – температура
- 7) ГБ – головная боль
- 8) НС – наличие сыпи
- 9) ОИ – общая интоксикация
- 10) ДЛ – давление
- 11) Д – диагноз

Правила:

- 1) ЕСЛИ СГ = *красное* ТО К = *сухой*
- 2) ЕСЛИ К = *сухой* И Т = *невысокая* И Н = *да* ТО Д = *ОРВ*
- 3) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* И СМ = *воспаленные* И ГБ = *да* ТО Д = *ангина*
- 4) ЕСЛИ ДЛ = *высокое* И СГ = *красное* И СМ = *фиброзная пленка* И ГБ = *да* ТО Д = *дифтерия*
- 5) ЕСЛИ Т = *высокая* И Н = *да* И К = *сухой* И НС = *да* ТО Д = *краснуха*
- 6) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* Г = *охрипший* И НС = *да* ТО Д = *корь*
- 7) ЕСЛИ Т = *высокая* ТО ОИ = *тяжелая*
- 8) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* И НС = *да* ТО Д = *оспа*
- 9) ЕСЛИ К = *влажный* И ОИ = *тяжелая* ТО Д = *бронхит*
- 10) ЕСЛИ К = *сухой* ТО Г = *охрипший*
- 11) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* ТО ДЛ = *высокое*

Часть 2

ПРЯМАЯ ЦЕПОЧКА РАССУЖДЕНИЙ

Цель работы

Изучение способа вывода новых знаний с помощью прямой цепочки рассуждений.

Задание

Разработать экспертную систему, реализующую алгоритм прямой цепочки рассуждений на основе базы знаний, разработанной в лабораторной работе 2. Предусмотреть пошаговый логический вывод на экран следующей информации:

- факты, которые были определены пользователем;
- факты, которые выведены из правил (с указанием номеров правил);
- окончательный логический вывод, полученный экспертной системой.

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Правила, составляющие базу знаний;
2. Общую схему алгоритма прямой цепочки рассуждений;
3. Пошаговый вывод, полученный с помощью разработанной экспертной системы;

Решение

Переменные:

- 1) СГ – состояние горла
- 2) Н – насморк
- 3) К – кашель
- 4) СМ – состояние миндалин
- 5) Г – голос
- 6) Т – температура
- 7) ГБ – головная боль
- 8) НС – наличие сыпи
- 9) ОИ – общая интоксикация
- 10) ДЛ – давление
- 11) Д – диагноз

Правила:

- 1) ЕСЛИ СГ = *красное* ТО К = *сухой*
- 2) ЕСЛИ К = *сухой* И Т = *невысокая* И Н = *да* ТО Д = *ОРВ*
- 3) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* И СМ = *воспаленные* И ГБ = *да* ТО Д = *ангина*
- 4) ЕСЛИ ДЛ = *высокое* И СГ = *красное* И СМ = *фиброзная пленка* И ГБ = *да* ТО Д = *дифтерия*
- 5) ЕСЛИ Т = *высокая* И Н = *да* И К = *сухой* И НС = *да* ТО Д = *краснуха*
- 6) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* Г = *охрипший* И НС = *да* ТО Д = *корь*
- 7) ЕСЛИ Т = *высокая* ТО ОИ = *тяжелая*
- 8) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* И НС = *да* ТО Д = *оспа*
- 9) ЕСЛИ К = *влажный* И ОИ = *тяжелая* ТО Д = *бронхит*
- 10) ЕСЛИ К = *сухой* ТО Г = *охрипший*
- 11) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* ТО ДЛ = *высокое*

Общая схема алгоритма прямой цепочки рассуждений:

1. Определить исходную переменную, запомнить её значение.
2. Установить признак продолжения цикла в значение ложь.
3. Сделать первое правило текущим.
4. Если текущее правило – простое, то перейти к шагу 6.
5. Если в условной части правила один факт F1 истинен и содержится другой факт F2, в котором содержится неопределенная переменная, то запросить значение переменной из факта F2 у пользователя.
6. Если условная часть правила истинна и переменная из заключительной части не определена, то присвоить значение переменной, исключить правило из дальнейшего рассмотрения и установить признак продолжения цикла в значение истина.
7. Если не достигнуто последнее правило в БЗ, то сделать следующее правило текущим и вернуться к шагу 4.
8. Если все переменные определены, то перейти к шагу 10.
9. Если признак продолжения цикла имеет значение истина, то вернуться к шагу 2.
10. Сообщить пользователю окончательный вывод.
11. Конец алгоритма.

Алгоритм прекращает работу, если выполняется одно из трех условий:

- 1) все значения переменных определены
- 2) при переборе правил в БЗ ни одно из правил не было исключено из рассмотрения
- 3) все правила исключены из рассмотрения

Пошаговый вывод, полученный с помощью разработанной экспертной системы:

Перед началом работы алгоритма все переменные неопределенны:

СГ	Н	К	СМ	Г	Т	ГБ	НС	ОИ	ДЛ	Д
NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL

Больной жалуется на сухой кашель ($K = \text{сухой}$) и высокую температуру ($T = \text{высокая}$):

СГ	Н	К	СМ	Г	Т	ГБ	НС	ОИ	ДЛ	Д
NIL	NIL	сухой	NIL	NIL	высокая	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL
		Факт 1			Факт 2					

Начинаем просмотр правил из БЗ и поиск тех правил, в условной части которых встречается или Факт 1 или Факт 2. Таким правилом является П5. В П5 помимо Факт 1 и Факт 2 имеется факт, содержащий переменную Н, поэтому значение этой переменной запрашиваем у пользователя:

Есть насморк?

1-й цикл просмотра правил в БЗ.

Допустим пользователь отвечает *нет*. Т. о. получаем Факт 3: $H = \text{нет}$.

СГ	Н	К	СМ	Г	Т	ГБ	НС	ОИ	ДЛ	Д
NIL	нет	сухой	NIL	NIL	высокая	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL
	Факт 3	Факт 1			Факт 2					

Условная часть П5 признается ложной, и просмотр правил продолжается.

Факт 2 встречается в условной части П7. Условная часть П7 состоит из одного факта (простое правило), и она истинна. Т. к. переменная вывода П7 ОИ не определена, то присваиваем ей значение ОИ = *тяжелая* (Факт 4) и исключаем правило из дальнейшего рассмотрения.

СГ	Н	К	СМ	Г	Т	ГБ	НС	ОИ	ДЛ	Д
NIL	нет	сухой	NIL	NIL	высокая	NIL	NIL	тяжелая	NIL	NIL
	Факт 3	Факт 1			Факт 2			Факт 4		

Продолжаем просмотр правил.

Факт 1 встречается в условной части П10. Условная часть П10 состоит из одного факта (простое правило), и она истинна. Т. к. переменная вывода П10 Г не определена, то присваиваем ей значение Г = *охрипший* (Факт 5) и исключаем правило из дальнейшего рассмотрения.

СГ	Н	К	СМ	Г	Т	ГБ	НС	ОИ	ДЛ	Д
NIL	нет	сухой	NIL	охрипший	высокая	NIL	NIL	тяжелая	NIL	NIL
	Факт 3	Факт 1		Факт 5	Факт 2			Факт 4		

2-й цикл просмотра правил в БЗ.

Просмотр правил начинаем с первого, с учетом тех фактов, которые были получены на предыдущих шагах алгоритма.

Факт 4 встречается в условной части П3. Условная часть П3 помимо Факта 4 имеет факт содержащий переменную СМ, поэтому значение этой переменной запрашиваем у пользователя:

Каково состояние миндалин?

Допустим пользователь отвечает *фиброзная пленка*. Т. о. получаем Факт 6:
СМ = *фиброзная пленка*.

СГ	Н	К	СМ	Г	Т	ГБ	НС	ОИ	ДЛ	Д
NIL	нет	сухой	фиброзная пленка	охрипший	высокая	NIL	NIL	тяжелая	NIL	NIL
	Факт 3	Факт 1	Факт 6	Факт 5	Факт 2			Факт 4		

Условная часть П3 признается ложной, и просмотр правил продолжается.

Факт 4 и Факт 5 встречаются в П6. Условная часть П6 помимо Факта 4 и Факта 5 имеет факт содержащий переменную НС, поэтому значение этой переменной запрашиваем у пользователя:

Есть сыпь?

Допустим пользователь отвечает *нет*. Т. о. получаем Факт 7: НС = *нет*.

СГ	Н	К	СМ	Г	Т	ГБ	НС	ОИ	ДЛ	Д
NIL	нет	сухой	фиброзная пленка	охрипший	высокая	NIL	нет	тяжелая	NIL	NIL
	Факт 3	Факт 1	Факт 6	Факт 5	Факт 2		Факт 7	Факт 4		

Условная часть П6 признается ложной, и просмотр правил продолжается.

Факт 4 встречается в условной части П11. Условная часть П11 состоит из одного факта (простое правило), и она истинна. Т. к. переменная вывода П11 ДЛ не определена, то присваиваем ей значение ДЛ = *высокое* (Факт 8) и исключаем правило из дальнейшего рассмотрения.

СГ	Н	К	СМ	Г	Т	ГБ	НС	ОИ	ДЛ	Д
NIL	нет	сухой	фиброзная пленка	охрипший	высокая	NIL	нет	тяжелая	высокое	NIL
	Факт 3	Факт 1	Факт 6	Факт 5	Факт 2		Факт 7	Факт 4	Факт 8	

3-й цикл просмотра правил в БЗ.

Факт 8 и Факт 6 встречается в условной части П4. Условная часть П4 еще имеет 2 факта, содержащихся в переменных СГ и ГБ, поэтому значение этих переменных запрашиваем у пользователя:

Состояние горла?

Допустим пользователь отвечает *красное*. Т. о. получаем Факт 9: СГ = *красное*.

Есть головная боль?

Допустим пользователь отвечает *да*. Т. о. получаем Факт 10: ГБ = *да*.

СГ	Н	К	СМ	Г	Т	ГБ	НС	ОИ	ДЛ	Д
красное	нет	сухой	фиброзная пленка	охрипший	высокая	да	нет	тяжелая	высокое	NIL
Факт 9	Факт 3	Факт 1	Факт 6	Факт 5	Факт 2	Факт 10	Факт 7	Факт 4	Факт 8	

Условная часть П4 признается истинной и переменная вывода Д не определена. Присваиваем переменной Д = дифтерия (Факт 11).

Все переменные получили свои значения, следовательно, прямая цепочка рассуждений закончена.

СГ	Н	К	СМ	Г	Т	ГБ	НС	ОИ	ДЛ	Д
красное	нет	сухой	фиброзная пленка	охрипший	высокая	да	нет	тяжелая	высокое	дифтерия
Факт 9	Факт 3	Факт 1	Факт 6	Факт 5	Факт 2	Факт 10	Факт 7	Факт 4	Факт 8	Факт 11

Факты, которые определены пользователем:

Факт 3 (Н(насморк) = нет)

Факт 6 (СМ(состояние миндалин) = фиброзная пленка)

Факт 7 (НС(наличие сыпи) = нет)

Факт 9 (СГ(состояние горла) = красное)

Факт 10 (ГБ(головная боль) = да)

Факты, которые выведены из правил:

Правило 7 (ОИ(общая интоксикация) = тяжелая)

Правило 10 (Г(голос) = охрипший)

Правило 11 (ДЛ(давление) = высокое)

Часть 3

ОБРАТНАЯ ЦЕПОЧКА РАССУЖДЕНИЙ

Цель работы

Изучение способа вывода новых знаний с помощью обратной цепочки рассуждений.

Задание

Разработать экспертную систему, реализующую алгоритм обратной цепочки рассуждений на основе базы знаний, разработанной в лабораторной работе 2. Предусмотреть автоматический и пошаговый логический вывод. Разработанная экспертная система должна обеспечивать вывод на экран следующей информации:

- факты, которые были определены пользователем;
- факты, которые были выведены из правил (с указанием номеров правил);
- содержимое стека правил (при пошаговом выводе);
- окончательный логический вывод, полученный экспертной системой.

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. правила, составляющие базу знаний;
2. общую сумму алгоритма обратной цепочки рассуждений;
3. пошаговый вывод, полученный с помощью, разработанной экспертной системой.

Решение

Переменные:

- 1) СГ – состояние горла
- 2) Н – насморк
- 3) К – кашель
- 4) СМ – состояние миндалин
- 5) Г – голос
- 6) Т – температура
- 7) ГБ – головная боль
- 8) НС – наличие сыпи
- 9) ОИ – общая интоксикация
- 10) ДЛ – давление
- 11) Д – диагноз

Правила:

- 1) ЕСЛИ СГ = *красное* ТО К = *сухой*
- 2) ЕСЛИ К = *сухой* И Т = *невысокая* И Н = *да* ТО Д = *ОРВ*
- 3) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* И СМ = *воспаленные* И ГБ = *да* ТО Д = *ангина*
- 4) ЕСЛИ ДЛ = *высокое* И СГ = *красное* И СМ = *фиброзная пленка* И ГБ = *да* ТО Д = *дифтерия*
- 5) ЕСЛИ Т = *высокая* И Н = *да* И К = *сухой* И НС = *да* ТО Д = *краснуха*
- 6) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* Г = *охрипший* И НС = *да* ТО Д = *корь*
- 7) ЕСЛИ Т = *высокая* ТО ОИ = *тяжелая*

- 8) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* И НС = *да* ТО Д = *оспа*
- 9) ЕСЛИ К = *влажный* И ОИ = *тяжелая* ТО Д = *бронхит*
- 10) ЕСЛИ К = *сухой* ТО Г = *охрипший*
- 11) ЕСЛИ ОИ = *тяжелая* ТО ДЛ = *высокое*

Общая схема алгоритма обратной цепочки рассуждений:

1. Определить переменную логического вывода.
2. Найти правило, заключительная часть которого содержит переменную вывода.
3. Если такое правило не найдено, то сообщить пользователю, что вывод невозможен, и перейти к шагу 14, иначе поместить правило в стек.
4. Если переменная, соответствующая номеру условия правила в вершине стека, определена, то увеличить номер условия на 1 и перейти к шагу 8.
5. Найти правило, в заключительной части которого встречается переменная, соответствующая номеру условия.
6. Если правило не найдено или предыдущий вывод неверен (см. шаг 9), то запросить значение переменной у пользователя, увеличить номер условия на 1 и перейти к шагу 8.
7. Поместить найденное правило в стек и вернуться к правилу 4.
8. Если номер условия меньше или равен числу фактов в условной части правила, то вернуться к шагу 4.
9. Если условная часть истинна, то присвоить значение переменной из заключительной части правила, иначе предыдущий вывод неверен.
10. Удалить правило из стека.
11. Если переменная вывода определена, то перейти к шагу 13.
12. Если стек пуст, то вернуться к шагу 2.
13. Сообщить пользователю окончательный вывод.
14. Конец алгоритма.

Алгоритм прекращает работу, если выполняется одно из двух условий:

1. значение переменной вывода определено
2. при полученных значениях переменных значение переменной вывода получить невозможно.

Пошаговый вывод, полученный с помощью разработанной экспертной системы:

Работа алгоритма начинается с задания пользователем переменной логического вывода в форме запроса:

Диагноз?

Следовательно, ЭС необходимо определить значение переменной Д. В БЗ производится поиск правил, в заключительной части которых находится переменная Д. Первое такое правило П2 помещается в стек правил:

П2	1(К)
----	------

Определяем переменные из условной части правила П2. Первая переменная – К (кашель). В БЗ производим поиск правил, в заключительной части которых встречается переменная К. Таким правилом является правило П1. Помещаем его на вершину стека правил:

П1	1(СГ)
П2	1(К)

Переменная СГ из условной части правила П1 не определена и не встречается в заключительных частях правил БЗ. Поэтому ЭС запрашивает значение переменной СГ у пользователя:

Состояние горла?

Допустим, пользователь ответил: *красное*. Условная часть правила П1 признается истинной, поэтому переменной К присваивается значение *сухой*, и правило П1 удаляется из стека.

Имеем СГ = *красное*
К = *сухой*

Номер условия правила П2 увеличиваем на 1, что соответствует переменной Т (температура).

П2	2(Т)
----	------

Переменная Т из условной части правила П2 не определена и не встречается в заключительных частях правил БЗ. Поэтому ЭС запрашивает значение переменной Т у пользователя:

Температура?

Допустим, пользователь ответил: *высокая*. Переменной Т присваивается значение *высокая*.

Имеем СГ = *красное*
К = *сухой*
Т = *высокая*

Номер условия правила П2 увеличиваем на 1, что соответствует переменной Н (насморк).

П2	3(Н)
----	------

Переменная Н из условной части правила П2 не определена и не встречается в заключительных частях правил БЗ. Поэтому ЭС запрашивает значение переменной Н у пользователя:

Есть насморк?

Допустим, пользователь ответил: *нет*. Переменной Н присваивается значение *нет*.

Имеем СГ = *красное*
К = *сухой*
Т = *высокая*
Н = *нет*

Условное выражение правила П2 признается ложным и удаляется из стека, т. о. из БЗ выбираем следующее правило, в заключительной части которого встречается переменная вывода Д.
Это правило П3. Заносим его в стек вывода и делаем текущим первую переменную из условной части правила П3.

П3	1(ОИ)
----	-------

Переменная ОИ из условной части правила П3 встречается в заключительной части правила П7, поэтому правило П7 заносим на вершину стека правил вывода.

П7	1(Т)
П3	1(ОИ)

Переменная Т определена и имеет значение *высокая*. Следовательно условная часть правила П7 – истинна, и переменной ОИ присваиваем значение *тяжелая*, и правило П7 удаляем из стека. Номер условия правила П3 увеличиваем на 1, что соответствует переменной СМ (состояние миндалин).

Имеем СГ = *красное*
К = *сухой*
Т = *высокая*
Н = *нет*
ОИ = *тяжелая*

П3	2(СМ)
----	-------

Переменная СМ из условной части правила П3 не определена и не встречается в заключительных частях правил БЗ. Поэтому ЭС запрашивает значение переменной СМ у пользователя:

Состояние миндалин?

Допустим, пользователь ответил: *фиброзная пленка*. Переменной СМ присваивается значение *фиброзная пленка*.

Номер условия правила П3 увеличиваем на 1, что соответствует переменной ГБ (головная боль).

Имеем СГ = *красное*
 К = *сухой*
 Т = *высокая*
 Н = *нет*
 ОИ = *тяжелая*
 СМ = *фиброзная пленка*

ПЗ	З(ГБ)
----	-------

Переменная ГБ из условной части правила ПЗ не определена и не встречается в заключительных частях правил БЗ. Поэтому ЭС запрашивает значение переменной ГБ у пользователя:

Есть головная боль?

Допустим, пользователь ответил: *да*. Переменной ГБ присваивается значение *да*.

Условное выражение правила П2 признается ложным и удаляется из стека, т. о. из БЗ выбираем следующее правило, в заключительной части которого встречается переменная вывода Д.

Имеем СГ = *красное*
 К = *сухой*
 Т = *высокая*
 Н = *нет*
 ОИ = *тяжелая*
 СМ = *фиброзная пленка*
 ГБ = *да*

П4	1(ДЛ)
----	-------

Переменная ДЛ из условной части правила П4 встречается в заключительной части правила П11, поэтому правило П11 заносим на вершину стека правил вывода.

П11	1(ОИ)
П4	1(ДЛ)

Переменная ОИ определена и имеет значение *тяжелая*. Следовательно, условная часть правила П11 – истинна, и переменной ДЛ присваиваем значение *высокое*, и правило П11 удаляем из стека. Номер условия правила П4 увеличиваем на 1, что соответствует переменной СГ (состояние горла).

Имеем СГ = *красное*
 К = *сухой*
 Т = *высокая*
 Н = *нет*

ОИ = *тяжелая*
СМ = *фиброзная пленка*
ГБ = *да*
ДЛ = *высокое*

П4	2(СГ)
----	-------

Переменная СГ определена и имеет значение *красное*.

Номер условия правила П4 увеличиваем на 1, что соответствует переменной СМ (состояние миндалин).

П4	3(СМ)
----	-------

Переменная СМ определена и имеет значение *фиброзная пленка*.

Номер условия правила П4 увеличиваем на 1, что соответствует переменной ГБ (головная боль).

П4	4(ГБ)
----	-------

Переменная ГБ определена и имеет значение *фиброзная пленка*.

Условная часть правила П4 истинна, поэтому переменной Д присваиваем значение *дифтерия*.

Значение переменной Д определено, следовательно, обратная цепочка рассуждений закончена.

Факты, которые определены пользователем:

СГ = *красное*

Т = *высокая*

Н = *нет*

СМ = *фиброзная пленка*

ГБ = *да*

Факты, которые выведены из правил:

Правило 1: К = *сухой*

Правило 7: ОИ = *тяжелая*

Правило 11: ДЛ = *высокое*