

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Петра Великого**

Институт Компьютерных Наук и Кибербезопасности

02.03.01 - Математика и Компьютерные Науки

Высшая школа технологий искусственного интеллекта

**Отчет по курсовой работе
по дисциплине «Теория Графов»**

"Разработка экспертной системы
по рекомендации песен по выбору жанров и их
исполнителей"

Студент гр. 5130201/20002:

Салимли А.

Преподаватель: Востров А.В.

«__» _____ 20__ г.

Санкт-Петербург
Весна 2024г.

Содержание

Введение	3
1 Постановка задачи	4
2 Предметная область	5
3 Математическое описание	8
3.1 Экспертная система. Режимы. Схема.	8
3.2 Модель представления знаний.	8
3.3 Дерево решений	8
4 Особенность реализации	11
5 Результаты программы	12
Заключение	14
Источники	15

Введение

В отчете содержится описание курсовой работы по дисциплине - «Теория графов».

Работа включает в себя реализацию экспертной системы на основе продукционной модели представления знаний, которая выводит рекомендации, по выбранным пользователям топ*жанрам и их исполнителей.

Экспертная система - это программное средство, которое воплощает в себе опыт эксперта, который основывается на его знаниях в определенной отрасли. Используется для высокоэффективного решения задач в интересующей пользователя предметной области.

Продукционная модель - это модель, основанная на представлении знания в виде правил «Если (условие), то (действие)»

Работа была выполнена в программной среде CLIPS на языке COOL.

1. Постановка задачи

Требуется:

- Построить продукционную модель экспертной системы по рекомендациям песен по выбранным пользователем жанров и исполнителей в виде бинарного дерева решений.
- Минимальное количество ярусов дерева - 4 (не считая корень), количество узлов не меньше 30.
- На основе построенного дерева реализовать экспертную систему средствами CLIPS.

2 Предметная область

Предметная область экспертной системы - рекомендации песен и/или их исполнителей с учетом того, какой именно жанр и исполнителей предпочитает пользователь.

Жанры и исполнители были подобраны из сайтов ЯндексДзен и Last.fm, с тэгами топ*. Основываясь на выборе пользователя и того, каких исполнителей он слушает и знает, в результате выводится рекомендация с похожим исполнителем и похожим песням.

Рекомендации выдаются по следующим критериям: - *Основываясь какой жанр музыки предпочитает пользователь, выдаются правила о популярных поджанрах выбранного жанра, после чего пользователь выбирает знает ли он популярную группу/ исполнителя. Популярность групп/ исполнителя, на (сайтах взятых в качестве рассмотрения рекомендаций) определяется количеством прослушанных песен групп/исполнителя. Жанры и поджанры так же взятые из сайтов в качестве рекомендации определяются аналогичным способом. После, в фактах выдаются менее популярные песни и их исполнители/ группа, но которые имеют хорошие отзывы (на сайтах).*

Топ* - В контексте данной работы, это те жанры и исполнители, которых слушают чаще всего. (В переводе с англ. Вверх/ вершина).

Ссылки на сайты по подборам в источниках.

1. Жанры:

- Рок

- Металл
- Поп
- К-поп
- Электро

2. Поджанры

- Хард-Рок
- Софт-Рок
- Классический-Рок
- Фолк-Рок
- Индастриал-Металл
- Хэви-Металл
- Техно

3. Исполнители

- Kiss
- AC/DC
- MotorHead
- U2
- George Thoreegood
- Deep Purple
- Bon Jovi
- Пол Уильямс
- Трейси Чапман
- TSP
- Aerosmith
- The Beatles
- The Byrds
- Pink Floyd
- Goo Goo Dolls
- Santana

- Metallica
- Rammstein
- Marlin Manson
- HeldMaschine
- Duft-Punk
- Анна Асти
- Хаммали-Наваи
- 5УТРА
- Моя Мишель
- BTS
- Калинов Мост

3 Математическое описание

3.1 Экспертная система. Режимы. Схемы

Экспертная система - это программа, продукционная модель, которая оперирует знаниями в предметной области для поиска решений.

Продукционная модель – это модель, основанная на представлении знания в виде правил «Если (условие), то (действие)». Под «условием» понимается некоторое предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под «действием» – действия, выполняемые при успешном исходе поиска.

У экспертной системы два режима :

1. Режим приобретения знаний - работу с экспертной системой осуществляет эксперт при посредничестве инженера по знаниям. В этом режиме эксперт, используя компонент приобретения знаний, наполняет систему данными, которые, позволяют системе решать задачи из данной предметной области;

2. Режим решения задачи - общение с экспертными системами осуществляет пользователь, не обязательно эксперт, которого интересует конечной итог работы и иногда способ его получения.

Структуру экспертной системы можно изобразить с помощью схемы

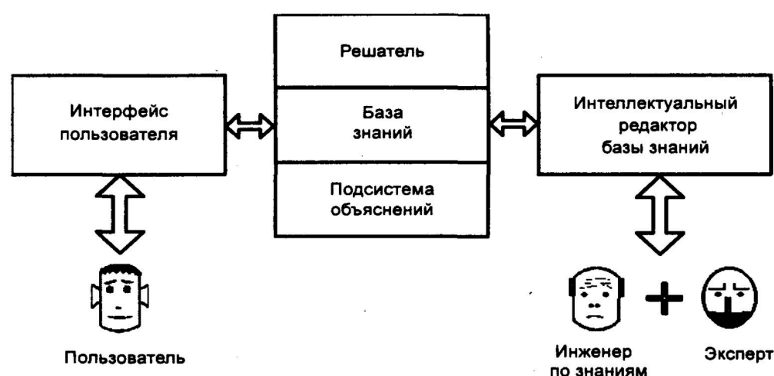


Рис. 1: Структура экспертной системы

3.2 Модель представления знаний

В разработанной экспертной системе пользователю задаются вопросы и в зависимости от ответа, формируются различные правила. В конце работы, в соответствие с имеющимися правилами программа выводит факт-ответ.

3.3 Деревья решений

Экспертную систему можно представить как связный граф, логическое дерево. Алгебраическая структура:

$$G = \langle V, E, B \rangle$$

где V - множество узлов (вопросы), E - множество ребер (связь вопрос-рекомендация), B - атрибут ребер (ответы у/н). Каждая вершина графа помечена уточняющим вопросом экспертной системы к пользователю или ее ответом на задачу. Если вершина помечена вопросом ЭС, то из нее выходят две дуги. Одна дуга помечена одним ответом пользователя, другая - его альтернативным ответом. Вершина, соответствующая ответу ЭС на задачу, не имеет выходящих дуг. Работа экспертной системы сводится к пути по графу. Такой путь состоит из последовательности однотипных шагов, на каждом из которых пользователь должен решить, по какой дуге он пойдет из очередной вершины. На рисунках 2-3 представлено бинарное дерево решений.

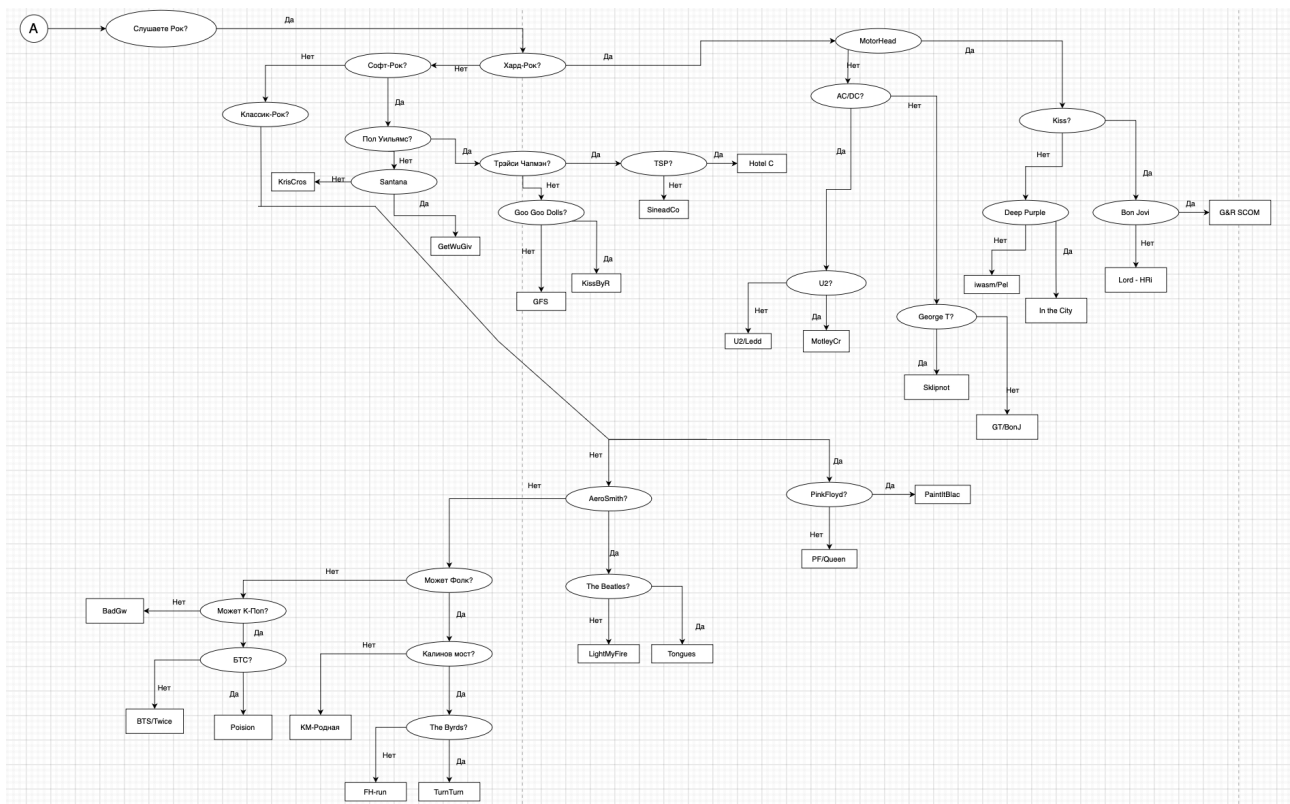


Рис.3 Правая ветка дерева

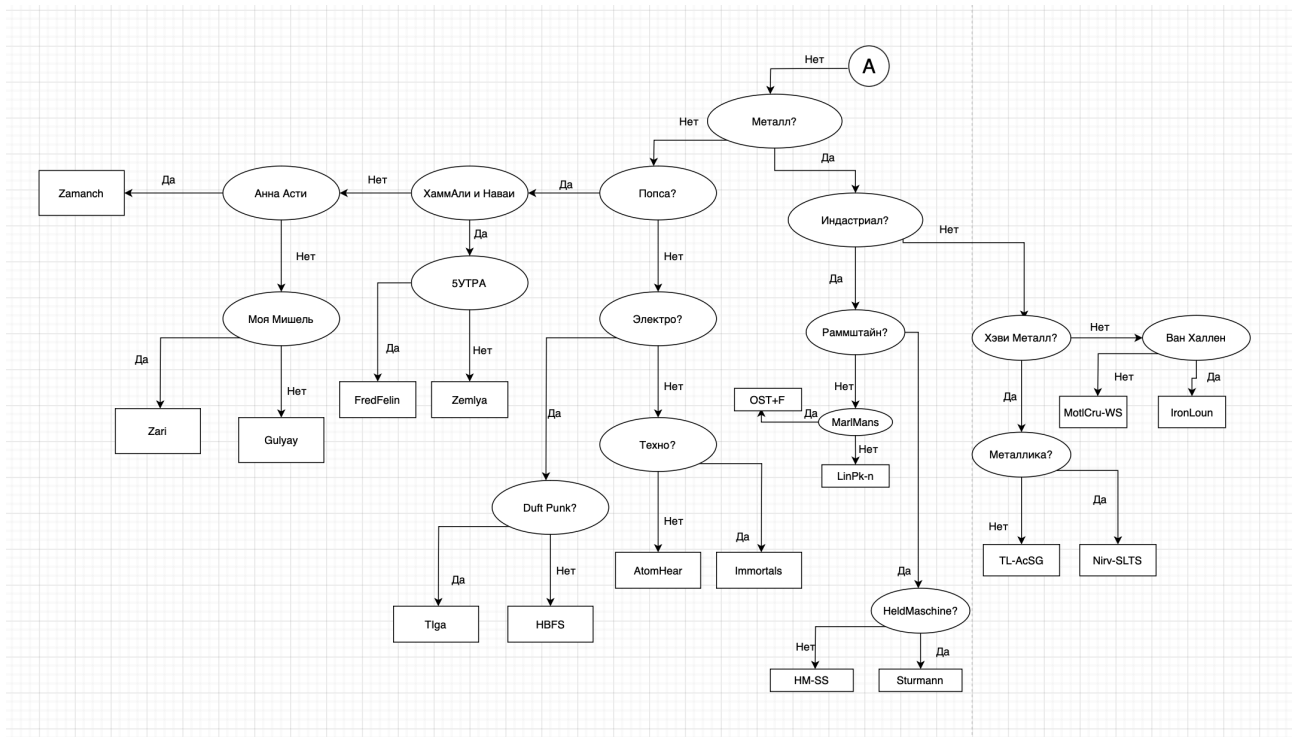


Рис. 4 Левая ветка дерева

Характеристика дерева -

- 38 узлов (правил, вопросов)
- 41 лист (факт, рекомендация)
- ≥ 4 ярусов не считая корня

Пример:

Слушаете хард-рок? -answer- нет => Слушаете Металл? - ответ - да =>

Индастриал? -answer- да => Слушаете Раммштайн? -answer- да =>

Слушаете Heldmaschine? -answer- да =>

У вас отличный вкус! Рекомендую послушать Rakketen - Sturmann.

4 Особенности реализации

Экспертная система была реализована в среде разработки CLIPS. Основными компонентами языка описания правил являются база фактов (fact base) и база правил (rule base). На них возлагаются следующие функции:

- база фактов представляет исходное состояние проблемы
- база правил содержит операторы, которые преобразуют состояние проблемы, приводя его к решению. Машина логического вывода CLIPS сопоставляет эти факты и правила и выясняет, какие из правил можно активизировать.

В основе программы взята шаблонная функция, с помощью которой задается вопрос для пользователя, а на экране появляется следующий вопрос или рекомендация.

Корневой узел-вопрос: Вы слушаете рок ?

```
(defrule determ-rok ""  
  
    (not (rok ?)) (not (answer ?)) => (assert (rok (yes-or-no-p "Вы слушаете рок (yes/no)? <)))
```

В зависимости от ответа пользователя ему поступят следующие вопросы: При ответе да:

```
(defrule determine-hard-rok ""  
  
(rok yes) (not (answer ?)) =>  
  
(assert (hard-rok (yes-or-no-p "Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? <))))
```

При ответе нет:

```
(defrule determine-metall "" (rok no)  
  
(not (answer ?)) => (assert (metall (yes-or-no-p "Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? <))))
```

По аналогии строятся остальные вопросы.

5 Результаты программы

На рисунках 4-7 можно увидеть примеры работы реализованной программы.

Пользователь дает ответы yes или no, y или n на задаваемые ему вопросы и получает рекомендацию о песнях которые ему подходят.

```
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Вы слушаете рок (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Вы слушаете рок (yes/no)? " yes no y n)
Вы слушаете рок (yes/no)? yes
DFN << ask-question ED:3 ("Вы слушаете рок (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Вы слушаете рок (yes/no)? ")
=> f-1 (rok yes)
=> Activation 0 determine-hard-rok: f-1,*
FIRE 3 determine-hard-rok: f-1,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? " yes no y n)
Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? yes
DFN << ask-question ED:3 ("Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? ")
=> f-2 (hard-rok yes)
=> Activation 0 determine-Lordi: f-2,*
FIRE 4 determine-Lordi: f-2,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Вы знаете Motörhead (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Вы знаете Motörhead (yes/no)? " yes no y n)
Вы знаете Motörhead (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Вы знаете Motörhead (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Вы знаете Motörhead (yes/no)? ")
=> f-3 (Lordi yes)
=> Activation 0 determine-Kiss: f-3,*
FIRE 5 determine-Kiss: f-3,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Возможно Вам нравится группа Kiss (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Возможно Вам нравится группа Kiss (yes/no)? " yes no y n)
Возможно Вам нравится группа Kiss (yes/no)? n
DFN << ask-question ED:3 ("Возможно Вам нравится группа Kiss (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Возможно Вам нравится группа Kiss (yes/no)? ")
=> f-4 (Kiss no)
=> Activation 0 determine-Grajdán: f-4,*
FIRE 6 determine-Grajdán: f-4,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Возможно Вам нравится группа Deep Purple (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Возможно Вам нравится группа Deep Purple (yes/no)? " yes no y n)
Возможно Вам нравится группа Deep Purple (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Возможно Вам нравится группа Deep Purple (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Возможно Вам нравится группа Deep Purple (yes/no)? ")
=> f-5 (Grajdán yes)
=> Activation 0 Lordi-Kiss-answer5: f-3,f-4,f-5,*
FIRE 7 Lordi-Kiss-answer5: f-3,f-4,f-5,*
Рекомендую послушать Kevin Rudolf, песню In The City
=> f-6 (answer "Рекомендую послушать Kevin Rudolf, песню In The City")
```

Рис.4 Результат (а)

```
FIRE 2 determ-rok: *,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Вы слушаете рок (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Вы слушаете рок (yes/no)? " yes no y n)
Вы слушаете рок (yes/no)? n
DFN << ask-question ED:3 ("Вы слушаете рок (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Вы слушаете рок (yes/no)? ")
=> f-1 (rok no)
=> Activation 0 determine-metall: f-1,*
FIRE 3 determine-metall: f-1,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? " yes no y n)
Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? ")
=> f-2 (metall yes)
=> Activation 0 determine-industrial: f-2,*
FIRE 4 determine-industrial: f-2,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Вы любитель Индастриала (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Вы любитель Индастриала (yes/no)? " yes no y n)
Вы любитель Индастриала (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Вы любитель Индастриала (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Вы любитель Индастриала (yes/no)? ")
=> f-3 (industrial yes)
=> Activation 0 determine-Rammstein: f-3,*
FIRE 5 determine-Rammstein: f-3,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Вы любите Рамштайн (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Вы любите Рамштайн (yes/no)? " yes no y n)
Вы любите Рамштайн (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Вы любите Рамштайн (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Вы любите Рамштайн (yes/no)? ")
=> f-4 (Rammstein yes)
=> Activation 0 determine-RamYes: f-4,*
FIRE 6 determine-RamYes: f-4,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Возможно Вы фанат - Heldmaschine (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Возможно Вы фанат - Heldmaschine (yes/no)? " yes no y n)
Возможно Вы фанат - Heldmaschine (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Возможно Вы фанат - Heldmaschine (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Возможно Вы фанат - Heldmaschine (yes/no)? ")
=> f-5 (RamYes yes)
=> Activation 0 Rammstein-answer1: f-4,f-5,*
FIRE 7 Rammstein-answer1: f-4,f-5,*
У Вас ОТЛИЧНЫЙ ВКУС!!! Так же рекомендую послушать на подобие группы Sturmman, начать можно с песни Schwarzer Rabe!
=> f-6 (answer "У Вас ОТЛИЧНЫЙ ВКУС!!! Так же рекомендую послушать на подобие группы Sturmman, начать можно с песни Schwarzer Rabe!")
<== Focus MAIN
```

Рис. 5 Результат (б)

```

DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Вы слушаете рок (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Вы слушаете рок (yes/no)? " yes no y n)
Вы слушаете рок (yes/no)? n
DFN << ask-question ED:3 ("Вы слушаете рок (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Вы слушаете рок (yes/no)? ")
==> f-1 (rok no)
==> Activation 0 determine-metall: f-1,*
FIRE 3 determine-metall: f-1,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? " yes no y n)
Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? n
DFN << ask-question ED:3 ("Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Тогда Вам нравится Металл (yes/no)? ")
==> f-2 (metall no)
==> Activation 0 determine-pop: f-2,*
FIRE 4 determine-pop: f-2,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Тогда... Вы любитель попсы (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Тогда... Вы любитель попсы (yes/no)? " yes no y n)
Тогда... Вы любитель попсы (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Тогда... Вы любитель попсы (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Тогда... Вы любитель попсы (yes/no)? ")
==> f-3 (pop yes)
==> Activation 0 determine-KatyP: f-3,*
FIRE 5 determine-KatyP: f-3,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Слушаете ли Вы ХаммАли и Наваи (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Слушаете ли Вы ХаммАли и Наваи (yes/no)? " yes no y n)
Слушаете ли Вы ХаммАли и Наваи (yes/no)? n
DFN << ask-question ED:3 ("Слушаете ли Вы ХаммАли и Наваи (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Слушаете ли Вы ХаммАли и Наваи (yes/no)? ")
==> f-4 (KatyP no)
==> Activation 0 determine-TaylorS: f-4,*
FIRE 6 determine-TaylorS: f-4,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Наверняка Вы слушаете Анну Асти (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Наверняка Вы слушаете Анну Асти (yes/no)? " yes no y n)
Наверняка Вы слушаете Анну Асти (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Наверняка Вы слушаете Анну Асти (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Наверняка Вы слушаете Анну Асти (yes/no)? ")
==> f-5 (TaylorS yes)
==> Activation 0 TaylorS-answer: f-5,*
FIRE 7 TaylorS-answer: f-5,*
Супер! Тогда рекомендую послушать песню Заманчивая – Мэтрэнг
==> f-6 (answer "Супер! Тогда рекомендую послушать песню Заманчивая – Мэтрэнг")

```

Рис. 6 Результат (в)

```

DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Вы слушаете рок (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Вы слушаете рок (yes/no)? " yes no y n)
Вы слушаете рок (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Вы слушаете рок (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Вы слушаете рок (yes/no)? ")
==> f-1 (rok yes)
==> Activation 0 determine-hard-rok: f-1,*
FIRE 3 determine-hard-rok: f-1,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? " yes no y n)
Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Любите ли Вы хард-рок (yes/no)? ")
==> f-2 (hard-rok yes)
==> Activation 0 determine-Lordi: f-2,*
FIRE 4 determine-Lordi: f-2,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Вы знаете Motörhead (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Вы знаете Motörhead (yes/no)? " yes no y n)
Вы знаете Motörhead (yes/no)? n
DFN << ask-question ED:3 ("Вы знаете Motörhead (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Вы знаете Motörhead (yes/no)? ")
==> f-3 (Lordi no)
==> Activation 0 determine-ACDC: f-3,*
FIRE 5 determine-ACDC: f-3,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Понял, скорее всего Вы фанат AC/DC (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Понял, скорее всего Вы фанат AC/DC (yes/no)? " yes no y n)
Понял, скорее всего Вы фанат AC/DC (yes/no)? y
DFN << ask-question ED:3 ("Понял, скорее всего Вы фанат AC/DC (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Понял, скорее всего Вы фанат AC/DC (yes/no)? ")
==> f-4 (ACDC yes)
==> Activation 0 determine-U2: f-4,*
FIRE 6 determine-U2: f-4,*
DFN >> yes-or-no-p ED:2 ("Может Вы слушаете U2 (yes/no)? ")
DFN >> ask-question ED:3 ("Может Вы слушаете U2 (yes/no)? " yes no y n)
Может Вы слушаете U2 (yes/no)? n
DFN << ask-question ED:3 ("Может Вы слушаете U2 (yes/no)? " yes no y n)
DFN << yes-or-no-p ED:2 ("Может Вы слушаете U2 (yes/no)? ")
==> f-5 (U2 no)
==> Activation 0 Lordi-ACDC-answer3: f-3,f-4,f-5,*
FIRE 7 Lordi-ACDC-answer3: f-3,f-4,f-5,*
Рекомендую послушать песни U2 если не понравится советую послушать Led Zeppelin.
==> f-6 (answer "Рекомендую послушать песни U2 если не понравится советую послушать Led Zeppelin.")

```

Рис. 7 Результат (г)

Заключение

В результате работы в среде разработки экспертных систем CLIPS была реализована экспертная система «по рекомендации песен по выбору жанров и их исполнителей» на основе продукционной модели представления знаний. Система была представлена в виде бинарного дерева решений, где узлы - это правила, листья - факты. Всего дерево содержит 38 узлов (правил), ≥ 4 ярусов, 41 лист(факт).

Достоинства:

- Использование дерева решений в качестве модели экспертной системы, что способствует простоте интерпретации программы, также алгоритм поиска в дереве эффективен даже для больших наборов данных.
- В отличие от использования специалистов, экспертная система позволяет документировать, наращивать, передавать базу данных.

Недостатки:

- Дерево решений, как модель, является не гибким решением. Добавление или удаление узлов влечет перестройку большей части дерева.
- Субъективное разделение предметной области для построения экспертной системы. Наша система работает по собственным предпочтениям автора, факты могут понравиться, не всем пользователям.

Масштабируемость:

- На основе реализованной модели экспертной системы можно построить более сложную и обширную экспертную систему, к примеру, расширив предметную область, или использовать не дерево, а граф.

Источники:

1. Ф.А.Новиков. Дискретная математика для программистов. СПб: Питер Пресс, 2009г. 364с.
2. Разработка экспертных систем.Среда CLIPS/ А.П.Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л.Белов: Санкт-Петербург. БХВ-Петербург, 2003. – 393с
3. КОМПЬЮТЕРНАЯ МАТЕМАТИКА. Д.Кук, Г.Бейз. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.,1990, 384 с.
4. Яндекс Дзен, режим доступа - <https://dzen.ru/>, (дата обращения - 14.05.2024г.)
5. ЛастФМ, режим доступа - <https://www.last.fm/ru/>, (дата обращения - 14.05.2024г.)