

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 09.03.2021
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabb73e9743d14a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра программной инженерии



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДУКЦИОННОЙ МАШИНЫ ВЫВОДА:

методические указания к лабораторным занятиям для студентов на-
правления подготовки 09.03.02 Информационные системы и
технологии

УДК 004

Составитель: Е.А. Титенко

Рецензент

Кандидат технических наук *А. В. Киселев*

Моделирование производственной машины вывода: методические указания к лабораторным занятиям / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.А. Титенко. - Курск, 2022. - 15 с. - Библиогр.: с. 15.

Приводится описание цикла работы машины вывода в интеллектуальных системах и используемых для машины вывода параллельных стратегий для производственных систем. Приведены теоретические положения и практические примеры, основные правила построения конфликтных слов и задания.

Методические рекомендации предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.02 - Информационные системы и технологии очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции.

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 0,83 п.л . Уч.-изд. л. 0,76 . Тираж 100 экз. Заказ.

Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель лабораторной работы:

Изучение цикла работы продукционной машины вывода в интеллектуальных системах, разработка и реализация стратегий параллельных продукционных выводов; приобретение практических навыков распараллеливания вычислений с использованием стратегий выводов.

1 Основные понятия

В теории алгоритмов для задания вычислительных процессов используется два типа генераторов вариантов решений:

- алгоритмы (задают детерминированный вычислительный процесс);

- исчисления (задают недетерминированный вычислительный процесс).

Проблемная ситуация в выборе адекватного дескриптора для проблемно-поисковых задач в интеллектуальных системах заключается в том, что алгоритмическая реализация процессов генерации приводит к непродуктивным затратам времени, вследствие последовательного (полного или неполного) перебора путей в дереве возможных решений с возвратами в вершины альтернативных направлений. Исчислительный дескриптор характеризуется неопределенностью выбора вычислительной команды (операции) и переменным коэффициентом ветвления в графе путей.

Цель лабораторной работы – моделирование продукционной машины вывода, объединяющей основные этапы вычислений и использующей параллельные стратегии вывода типа И-, ИЛИ- вывод на основе продукционных исчислительных систем.

1.1 Цикл работы машины вывода

В теоретическом проектировании интеллектуальная система описывается множеством вида:

$$\{R, B, I\},$$

где R – область данных в рабочем алфавите \mathcal{R} ;

B – база знаний (БЗ) в виде исчислительной системы продукций;

I – интерпретатор продукций (машина вывода).

Машина вывода – это абстрактная модель организации недетерминированного вычислительного, конкретизирующая состав и взаимодействие модулей обработки области данных на основе продукционных правил.

Теоретически компонента I описывается множеством вида:

$$I = \{R, C, V, S, K, W\},$$

где R – модуль проверки корректности распараллеливания;

C – модуль синтеза конфликтных слов;

V – модуль выборки из R и B множества активных данных и множества активных продукций;

S – модуль сопоставления, определяющий множество вхождений образцов продукций и конфликтных слов во входные строки;

K – модуль разрешение конфликтов при сопоставлении;

W – модуль выполнение выбранных продукций.

Цикл работы машины вывода (рис.1) состоит в последовательном выполнении четырех модулей: модуля выборки, модуля сопоставления, модуля разрешения конфликтов и модуля выполнения. Разнообразие конкретных реализаций модулей выборки, сопоставления, разрешения конфликтов и выполнения определяет общую стратегию вывода решений в ЭС. При этом модуль разрешения конфликтов является определяющим в производительности вычислений, так как способен реализовать несколько параллельных путей в графе вычислений.

1.2 Модуль формирования списка конфликтных слов

Результатом работы модуля синтеза конфликтных слов является список L конфликтных слов, упорядоченный по убыванию их длин. Каждый элемент списка имеет следующую структуру:

K_i	N_p
-------	-------

где K_i – конфликтное слово;

N_p – множество номеров конфликтующих продукций.

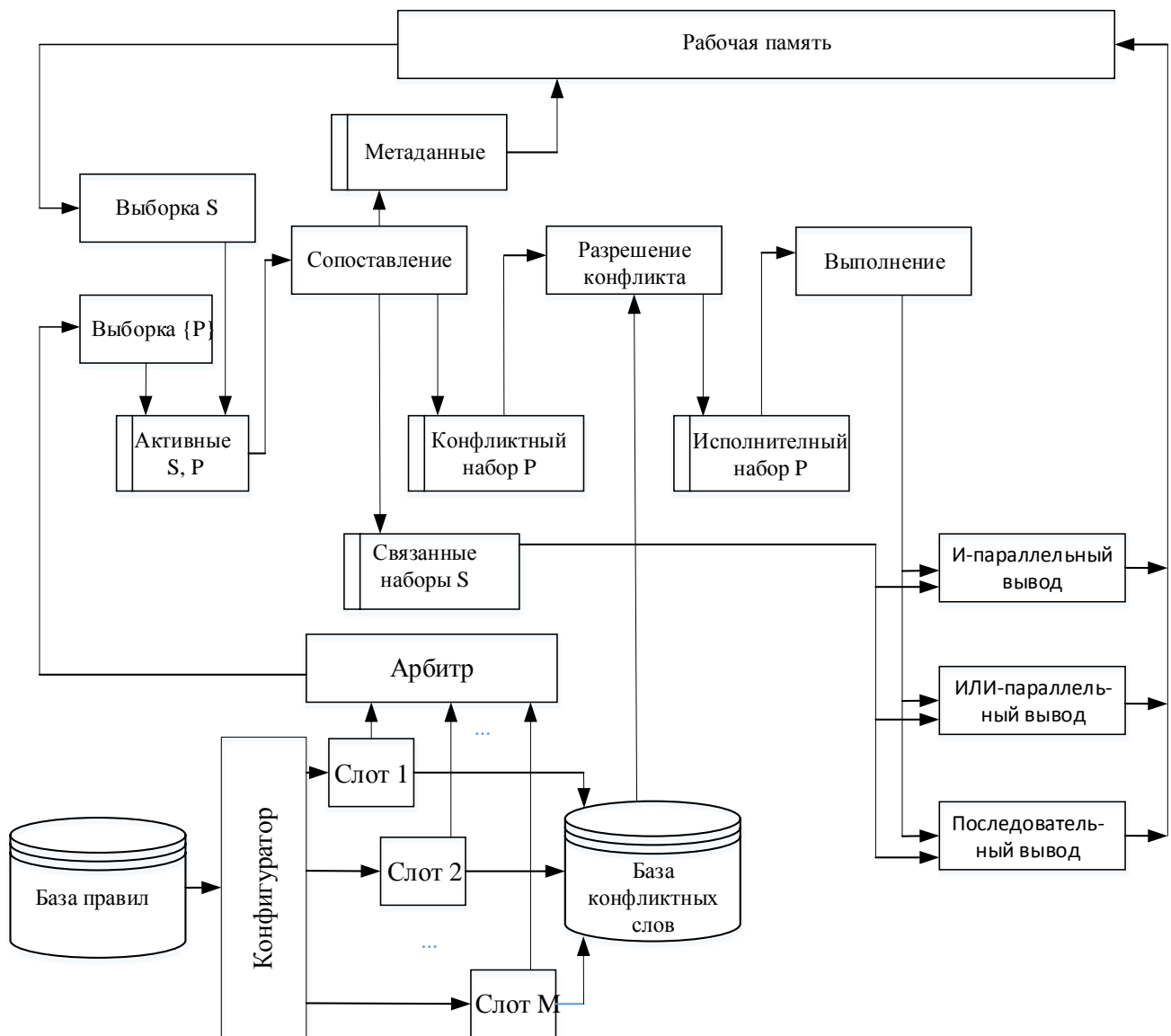


Рис.1 Цикл работы машины вывода

Список L служит основой для составления расширенного списка L' вхождений. Расширенный список L' состоит из упорядоченных по убыванию конфликтных слов, взятых без повторов, и образцов продукций, причем при равенстве длин i -ого конфликтного слова и j -ого образца порядок следования элементов в L' $\{.. K_i, O_j, ..\}$.

Структура элемента-образца L'

O_j	j
-------	-----

где j – номер продукции.

Под конфликтным словом понимается слово, получаемое как объединение i -ого и j -ого образцов с общей непустой частью ($i \neq j$). Ниже приведен полный перечень вариантов пересечений образцов и вариантов синтеза конфликтных слов на их основе

$$\begin{array}{cccc}
\begin{array}{c} | a b | s d \\ s | a b | \\ \text{absd} \cup^k \text{sab} = \\ \text{sabsd} \end{array} &
\begin{array}{c} a b | s d | \\ | s d | l \\ \text{absd} \cup^k \text{sdl} = \\ \text{absdl} \end{array} &
\begin{array}{c} a | b s | d \\ | b s | \\ \text{absd} \cup^k \text{bs} = \\ \text{absd} \end{array} &
\begin{array}{c} | b s | \\ a | b s | d \\ \text{bs} \cup^k \text{absd} = \\ \text{absd} \end{array}
\end{array}$$

где \cup^k – операция объединения

Таким образом, в основе первого конструктивного процесса синтеза конфликтных слов используется логическое условие пересечения двух слов в виде конструктивной дизъюнкции

$$(O_i^H = O_j^K) \vee (O_i^K = O_j^H) \vee (O_i \subset O_j) \vee (O_j \subset O_i) = 1. \quad (1)$$

Вместе с тем для выявления всех ситуаций конфликтов образцов необходимо применять данный конструктивный процесс объединения слов к уже полученным конфликтным словам, что найдет свое отражение в модифицированной конструктивной дизъюнкции вида (2):

$$(K_i^H = K_j^K) \vee (K_i^K = K_j^H) \vee (K_i \subset K_j) \vee (K_j \subset K_i) = 1. \quad (2)$$

Истинное значение (1) и/или (2) предписывает синтезировать новое конфликтное слово и добавить его в список конфликтных слов к уже существующим.

Таким образом, процесс синтеза конфликтных слов носит итерационный характер с неизвестным количеством повторений, поэтому необходимо дополнительно проверять условие заикливания.

Условия заикливание сформулировано в виде истинной конструктивной конъюнкции вида

$$(O_i^H = O_j^K) \& (O_i^K = O_j^H) = 1 \quad (3)$$

$$(K_i^H = K_j^K) \& (K_i^K = K_j^H) = 1. \quad (4)$$

При истинности (3) или (4) синтез конфликтных слов не завершается за конечное число шагов, т.е. список L является неконечным. В

этом применение параллельных стратегий. Основанных на конфликтных словах невозможно.

1.3 Стратегии параллельных выводов

В лабораторной работе рассматриваются следующие параллельные стратегии выводов: ИЛИ-параллельный продукционный вывод: И - параллельный продукционный вывод, И-ИЛИ-параллельный продукционный вывод.

Стратегия ИЛИ- параллельного вывода

Под стратегией ИЛИ-параллельного продукционного вывода условимся понимать следующие способы инициализации продукций:

1. неконфликтующая продукция однократно применима к обрабатываемому слову с позиции минимального вхождения его образца;
2. конфликтующие продукции равноправно применимы к обрабатываемому слову по его копиям;
3. отсутствие вхождений всех образцов в обрабатываемое слово является признаком прекращения процесса вывода.

Стратегия И- параллельного вывода

Под стратегией И- параллельного продукционного вывода условимся понимать следующие способы инициализации продукций:

1. неконфликтующие продукции независимо применимы к обрабатываемому слову с минимальных позиций независимых вхождений их образцов;
2. конфликтующие продукции последовательно по одной применимы к обрабатываемому слову по его копиям;
3. отсутствие вхождений всех образцов в обрабатываемое слово является признаком прекращения процесса вывода.

Независимое срабатывание не конфликтующих продукций достигается за счет модификации структуры обрабатываемого слова S . Под модификацией условимся понимать возможность разбиения обрабатываемого слова S на независимые фрагменты в позициях вхождения образцов. Фрагментация данных позволит реализовывать процессы подстановки независимо по каждому выделенному фрагменту.

Стратегия И-ИЛИ- параллельного вывода

Под стратегией И-ИЛИ- параллельного продукционного вывода условимся понимать следующие способы инициализации продукций:

1. неконфликтующие продукции независимо применимы к обрабатываемому слову с минимальных позиций независимых вхождений их образцов;
2. конфликтующие продукции равноправно применимы к обрабатываемому слову по его копиям;
3. отсутствие вхождений всех образцов в обрабатываемое слово является признаком прекращения процесса вывода.

Стратегия И-ИЛИ- параллельного вывода является комбинацией стратегий ИЛИ-. И- выводов, реализуя параллельные вычисления при наличии конфликтов или множественных вхождений образцов продукций в обрабатываемые данные (слово S).

2 Примеры реализации параллельных продукционных стратегий выводов

Пусть задано продукционное исчисление B, в котором все продукции являются активными:

$$B = \begin{cases} 1. abs \rightarrow mpk \\ 2. bsd \rightarrow pka \\ 3. ab \rightarrow dlb \\ 4. def \rightarrow bs \\ 5. ad \rightarrow lmp \end{cases}$$

Определим список конфликтных слов и на его основе синтезируем расширенный список вхождений L'

$$K = \begin{cases} \{ab, abs\} = ab \\ \{abs, bsd\} = bs \\ \{def, ad\} = d \\ \{bsd, ab\} = b \\ \{bsd, def\} = d \end{cases} \quad K = \begin{cases} K_1^1 = abs \quad (1,3) \\ K_2^1 = absd \quad (1,2) \\ K_3^1 = adef \quad (4,5) \\ K_4^1 = absd \quad (2,3) \\ K_5^1 = bsdef \quad (2,4) \end{cases} \quad K = \begin{cases} K_1^1 = abs \quad (1,3) \\ K_2^1 = absd \quad (1,2,3) \\ K_3^1 = adef \quad (4,5) \\ K_4^1 = bsdef \quad (2,4) \end{cases}$$

Анализ конфликтных слов 1-ого уровня в соответствии с (2) выявляет ситуации их попарного пересечения, что обуславливает добавление конфликтных слов второго уровня.

$$K = \begin{cases} \{abs, absd\} = abs \\ \{abs, bsdef\} = bs \\ \{absd, bsdef\} = bsd \end{cases} \quad K = \begin{cases} K_1^1 = abs \quad (1,3) \\ K_2^1 = absd \quad (1,2,3) \\ K_3^1 = adef \quad (4,5) \\ K_4^1 = bsdef \quad (2,4) \\ K_1^2 = absd \quad (1,2,3) \\ K_2^2 = absdef \quad (1,2,3,4) \\ K_3^2 = absdef \quad (1,2,3,4) \end{cases} \quad K = \begin{cases} K_1^1 = abs \quad (1,3) \\ K_2^1 = absd \quad (1,2,3) \\ K_3^1 = adef \quad (4,5) \\ K_4^1 = bsdef \quad (2,4) \\ K_1^2 = absdef \quad (1,2,3,4) \end{cases}$$

Расширенный список L' будет иметь следующий вид, при этом конфликтное слово $abs(1,3)$ в нем предшествует равному по длине слову $bsd(2)$

$$L' = \left\{ \begin{array}{c} \boxed{absdef} \quad \boxed{1,2,3,4} \\ \boxed{bsdef} \quad \boxed{2,4}, \quad \boxed{absd} \quad \boxed{1,2,3}, \quad \boxed{adef} \quad \boxed{4,5}, \quad \boxed{abs} \quad \boxed{1,3} \\ \boxed{bsd} \quad \boxed{2} \quad \boxed{ab} \quad \boxed{3} \quad \boxed{def} \quad \boxed{4} \quad \boxed{ad} \quad \boxed{5} \end{array} \right\}$$

Пусть обрабатываемое слово имеет вид $S=absdbs\#adefdefabs$, где $\#$ - метасимвол, не принадлежащий рабочему алфавиту \mathcal{R} и трактуемый как разделитель. Следовательно, $S=S_1\#S_2$, где $S_1=absdbs$, $S_2=adefdefabs$.

Рассматривается ИЛИ- параллельный продукционный вывод над S_1 (рис.2)

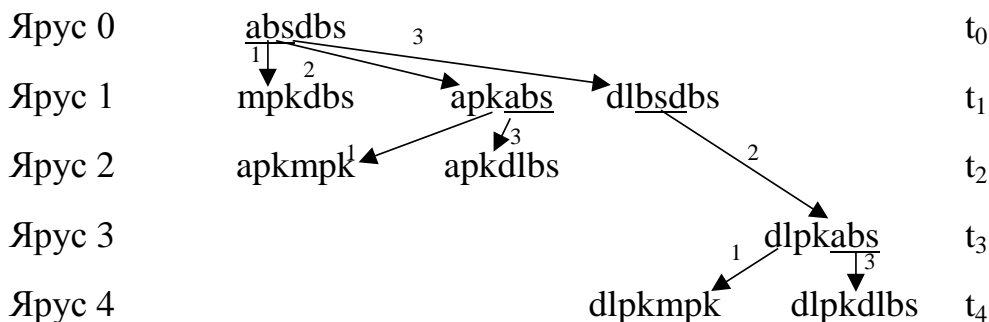


Рис.2 Дерево ИЛИ-вывода над S_1

Далее рассматривается ИЛИ- параллельный вывод над вторым словом S_2 (рис.3)

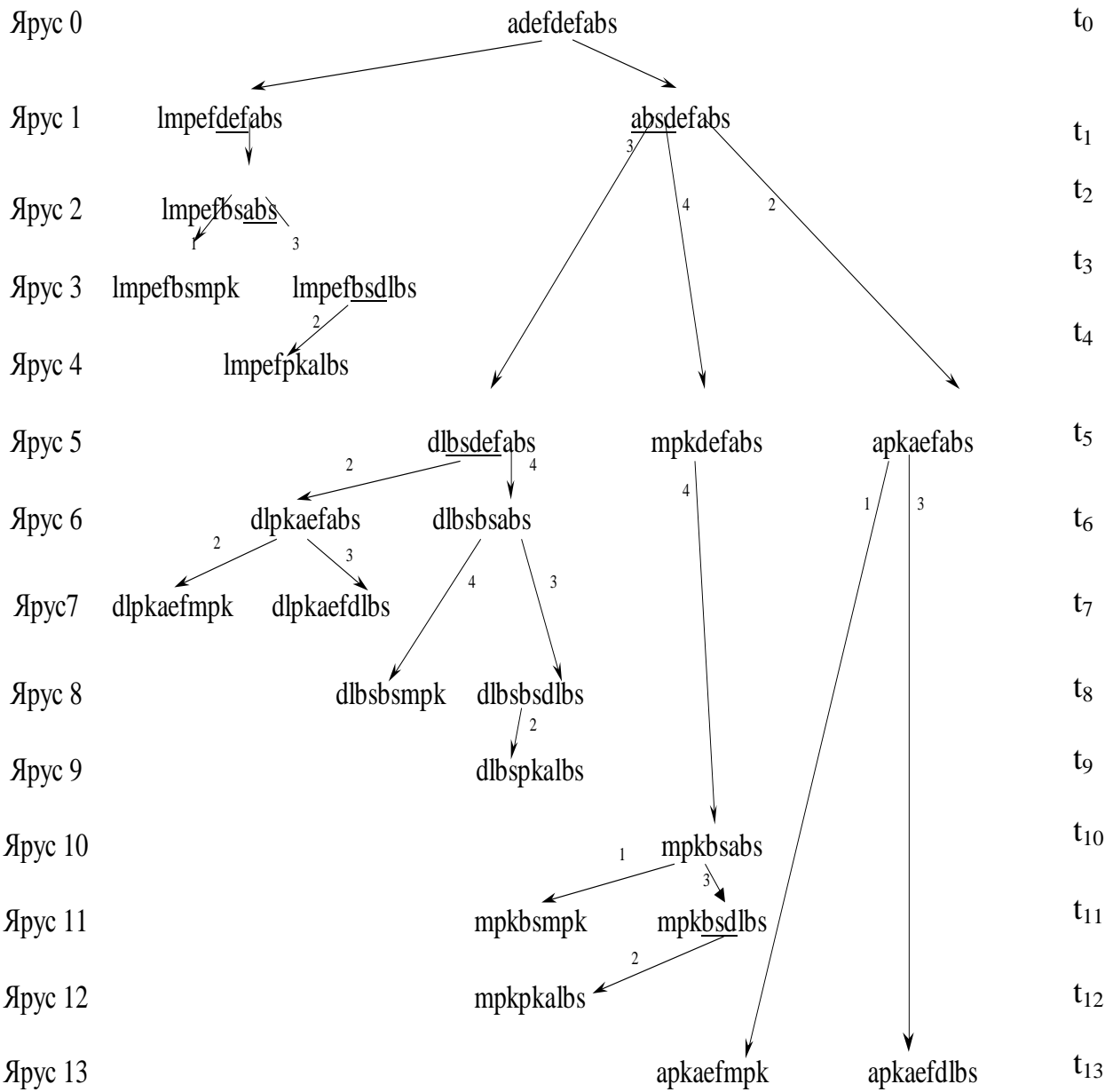


Рис.3 Дерево ИЛИ-вывода над S_2

Пусть для стратегии И- параллельного продукционного вывода обрабатываемое слово имеет вид $S=absdbs\#adefdefab$, где # - метасимвол.

Тогда дерево вывода для данной стратегии имеет вид, представленный на рис.4 и рис.5, а общее количество ярусов вычисляется как сумма ярусов по каждому слову S_1 и S_2

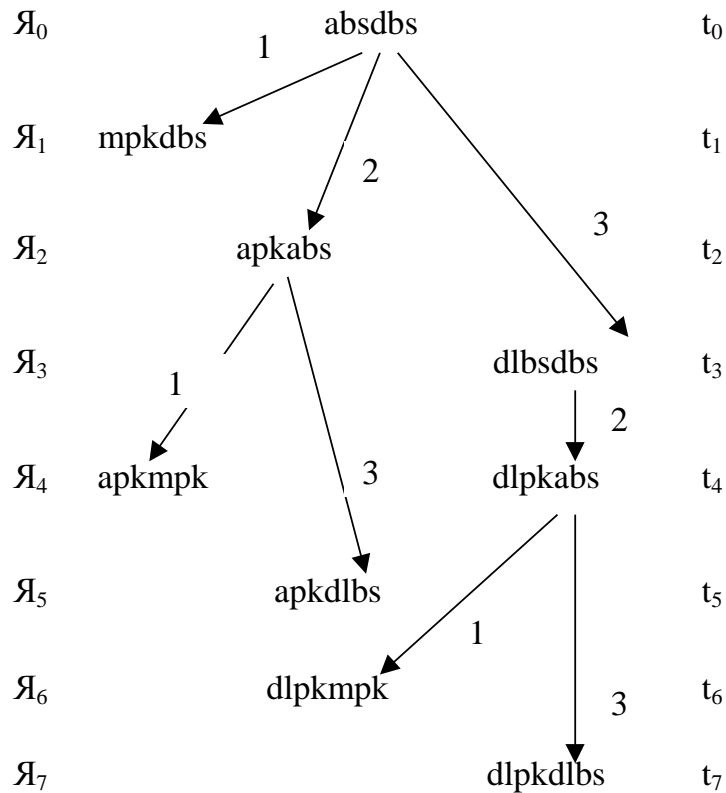


Рис.4 Дерево И-вывода над S_1

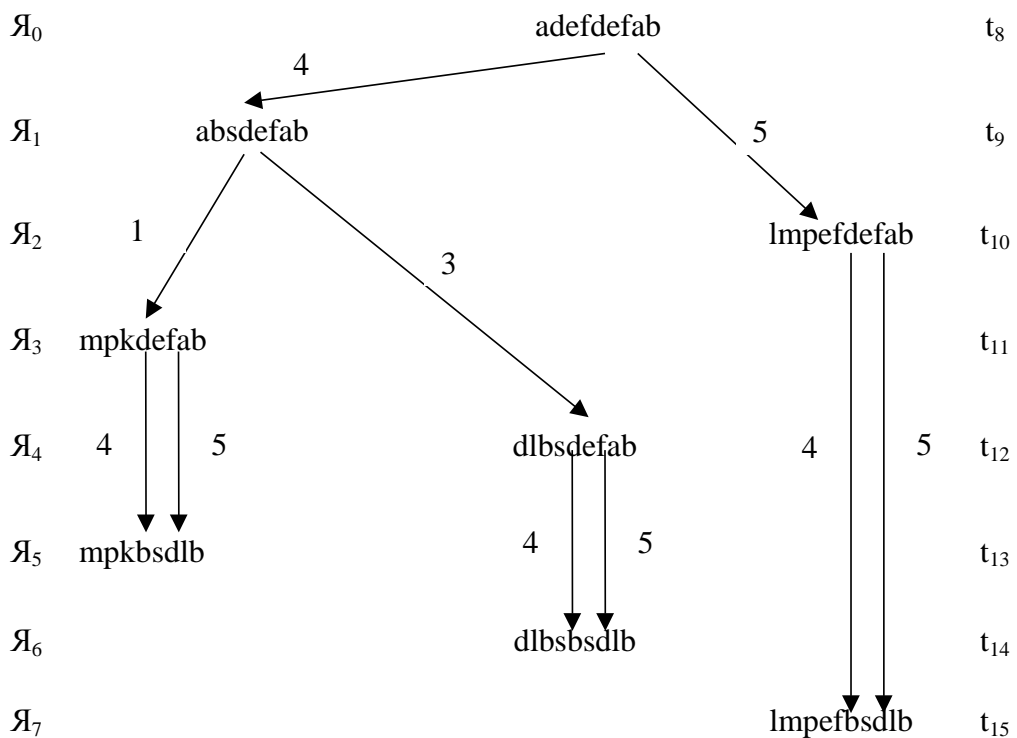


Рис.5 Дерево И-вывода над S_2

Равноправное срабатывание конфликтующих продукций и независимое срабатывание неконфликтующих продукций достигается за счет создания необходимого числа копий для альтернативных и независимых путей в дереве вывода.

3 Индивидуальные задания

Создать программу, моделирующую работу машины вывода с заданной стратегией выводов.

1. Для заданной системы продукций и входного мультислова S реализовать ИЛИ-, И- параллельные стратегии выводов:

1. $fsk \rightarrow tir$
2. $sk \rightarrow mol$ $S=absdsk\#skbsd$
3. $bsd \rightarrow pm$
4. $skb \rightarrow pf$

Взяв за основу первую продукцию, предложите модификацию системы продукций (левая часть), чтобы возникла ситуация зацикливания пересечений конфликтных слов.

2. Для заданной системы продукций и входного мультислова S реализовать ИЛИ-, И- параллельные стратегии выводов:

1. $som \rightarrow fish$
2. $fres \rightarrow us$ $S=asomaf\#afresom$
3. $af \rightarrow mok$
4. $frs \rightarrow god$

Взяв за основу вторую продукцию, предложите модификацию системы продукций (левая часть), чтобы возникла ситуация зацикливания пересечений конфликтных слов.

3. Для заданной системы продукций и входного мультислова S реализовать ИЛИ-, И- параллельные стратегии выводов:

1. $knut \rightarrow um$
2. $tok \rightarrow ad$ $S=aknutokxlp\#xlpdtok$
3. $xlk \rightarrow mir$
4. $nutx \rightarrow ir$

Взяв за основу третью продукцию, предложите модификацию системы продукций (левая часть), чтобы возникла ситуация зацикливания пересечений конфликтных слов.

4. Для заданной системы продукций и входного мультислова S реализовать ИЛИ-, И- параллельные стратегии выводов:

1. mal→lim
2. Iso→mil S=losalmal#dals
3. als→dom
4. oda→net

Взяв за основу четвертую продукцию, предложите модификацию системы продукций (левая часть), чтобы возникла ситуация зацикливания пересечений конфликтных слов.

5. Для заданной системы продукций и входного мультислова S реализовать ИЛИ-, И- параллельные стратегии выводов:

1. ira→tm
2. ad→lpt S=iradirad#adira
3. adi→som
4. rad→mor

Взяв за основу первую продукцию, предложите модификацию системы продукций (левая часть), чтобы возникла ситуация зацикливания пересечений конфликтных слов.

6. Для заданной системы продукций и входного мультислова S реализовать ИЛИ-, И- параллельные стратегии выводов:

1. som→more
2. best→mel S=bestol#mstsom
3. sts→tn
4. ms→tok

Взяв за основу вторую продукцию, предложите модификацию системы продукций (левая часть), чтобы возникла ситуация зацикливания пересечений конфликтных слов.

7. Для заданной системы продукций и входного мультислова S реализовать ИЛИ-, И- параллельные стратегии выводов:

1. sokrat→um
2. ats→tol S=sokraats#asoatsok

3. sok→tree
4. asok→lm

Взяв за основу третью продукцию, предложите модификацию системы продукций (левая часть), чтобы возникла ситуация зацикливания пересечений конфликтных слов.

8. Для заданной системы продукций и входного мультислова S реализовать ИЛИ-, И- параллельные стратегии:

1. abs→tmp
 2. qa→sor
 3. bsda→ura
 4. daqa→spor
- S=absdaqa#bsdaqa

Взяв за основу четвертую продукцию, предложите модификацию системы продукций (левая часть), чтобы возникла ситуация зацикливания пересечений конфликтных слов.

9. Для заданной системы продукций и входного мультислова S реализовать ИЛИ-, И- параллельные стратегии выводов:

1. klp→ab
 2. pol→fsa
 3. sak→bp
 4. akp→sak
- S=klpol#akpolsak

Взяв за основу первую продукцию, предложите модификацию системы продукций (левая часть), чтобы возникла ситуация зацикливания пересечений конфликтных слов.

10. Для заданной системы продукций и входного мультислова S реализовать ИЛИ-, И- параллельные стратегии выводов:

1. plk→ba
 2. lop→asp
 3. ops→pbp
 4. ksb→as
- S=plksbsb#lopsbk

Взяв за основу вторую продукцию, предложите модификацию системы продукций (левая часть), чтобы возникла ситуация зацикливания пересечений конфликтных слов.

4 Контрольные вопросы

1. Что такое алгоритмическая система
2. Что такое исчислительная система.
3. Что такое машина вывода и как реализуется цикл вывода.
4. Дайте определение конфликтного слова и укажите способы его построения.
5. Опишите алгоритм построения расширенного списка конфликтных слов.
6. Какие существуют способы разрешения конфликтов.
7. Опишите стратегию ИЛИ-параллельных продукционных выводов. Каковы ее недостатки.
8. Опишите стратегию И-параллельных продукционных выводов. Каковы ее недостатки.
9. Дайте определение стратегии вывода. Какие существуют стратегии.
10. Как выглядит условие зацикливания машины вывода.

Библиографический список

1. Сидоркина, И. Г. Системы искусственного интеллекта [Текст] : учебное пособие / И. Г. Сидоркина. – Москва : КНОРУС, 2016. - 246 с.
2. Кухаренко, Б. Г. Интеллектуальные системы и технологии: учебное пособие / Б. Г. Кухаренко. - Москва: Альтаир : МГАВТ, 2015. - 115 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429758> (дата обращения 09.02.2023). - Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный
3. Основы построения интеллектуальных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие/ Г.В. Рыбина. М.: Финансы и статистика, 2010. - 432 с.