Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Уральский федеральный университет  
 имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»**

**Институт математики и компьютерных наук  
Кафедра алгебры и дискретной математики**

**Поиск зависимости длины  
кратчайшего синхронизирующего слова  
конечного детерминированного  
автомата определённого вида  
 от количества состояний**

Курсовая работа  
студента гр. КБ-401  
Бравилова Н.А.

Научный руководитель:  
к.ф.-м.н.,   
доцент,  
Ананичев Д.С.

Екатеринбург 2017

Введение

В данной курсовой работе рассматриваются *конечные детерминированные автоматы*, которые представлены тройкой , где

– входной алфавит (конечное множество входных символов), из которого формируются входные слова, воспринимаемые конечным автоматом;

– множество внутренних состояний;

– функция переходов, определенная как отображение  
, такое, что , где то есть значение функции переходов на упорядоченной паре (состояние, входной символ) состояние, в которое из данного состояния возможен переход по данному входному символу,

И имеют вид  
   
, где красная стрелка – переход по букве a, а синяя – по b, т.е. состоящий из *блоков –* конечных детерминированных автоматов имеющих один из видов:  
              
до блока с 10 состояниями, которые соединяются между собой следующим образом:

0

1

2

5

3

4

6

7

8

9

12

10

11

…

n

1

1

4

2

3

1

2

3

4

7

5

6

…

1. Сначала идёт блок, состоящий из 1 состояния с номером 0.
2. К нему присоединяется любой блок таким образом:
3. Добавляется любой блок с k состояниями к текущему полученному автомату с n состояниями следующим образом:
   1. Номер каждого состояния в блоке изменяется по формуле  
       , где .
   2. Если или , то все переходы блока инвертируются, т.е. для всех   
      , и наоборот.
   3. и , если или и , если .
4. Выполняется пункт 3 любое количество раз.

Далее будем называть такие конструкции просто *автоматы* (соответственно *автомат*).

*Синхронизирующее слово (синхрослово)* – это , такое, что .

*Порог синхронизации –* длина кратчайшего синхрослова для данного автомата.

*Серия автоматов* – последовательность натуральных чисел (количества состояний автомата), для которых автоматы строятся по определённому правилу.

*Функция f(n)* – максимальный порог синхронизации среди автоматов с n состояниями.

*Цель данной работы* – выделить серию автоматов с максимальным (или почти) порогом синхронизации и проанализировать их.

*План курсовой работы:*

1. Создание программы, которая для всех количеств состояний , где k – порог количества состояний, который может обработать программа (на данный момент 26), ищет автомат с максимальным порогом синхронизации, путём генерирации различных автоматов с n состояниями и вычислением для каждого из них порога синхронизации.
2. Анализ полученных результатов с целью поиска определённой серии автоматов с максимальным (или максимальным - 1) порогом синхронизации и функции длины синхрослова f(n).

Описание программы для генерации автоматов и поиска кратчайшего синхрослова

Функция (1) для данного ей n генерирует всевозможные последовательности натуральных чисел, где , и (т.к. 0 состояние есть всегда).

Функция (2) по заданной последовательности натуральных чисел строит автомат используя блоки с количеством состояний.

Пример 1. Для n = 9 функция 1 сгенерирует следующие комбинации:

1. (1,1,1,1,1,1,1,1)
2. (1,1,1,1,4)
3. (1,1,1,4,1)
4. (1,1,4,1,1)
5. (1,4,1,1,1)
6. (1,7)
7. (4,1,1,1,1)
8. (4,4)
9. (7,1)

Пример 2. Функция 2 для комбинации (1,1,7,4,4) (n=18) сгенерирует автомат вида:

3

4

5

6

9

7

8

10

13

11

12

14

17

15

16

0

1

2

Функция 3 перебирает n от 1 до порога количества состояний, который может обработать программа, генерирует по ним всевозможные комбинации с помощью функции 1, создаёт для этих комбинаций автоматы с помощью функции 2 и находит в них кратчайшее синхрослово.

Результатом работы программы является текстовый файл, где представлены автоматы с максимальным (или максимальным – 1) порогом синхронизации в следующем виде:

-------------------------------------------------------------------------------

n = <текущее n>

<комбинация k1, k2…>

<кратчайшее синхрослово>

Syncword length: <порог синхронизации>

Пример 3:

-------------------------------------------------------------------------------

n = 5

4

abaabbaba

Syncword length: 9

Т.е. abaabbaba кратчайшее синхрослово с длиной 9 для автомата:   
 , где a – переход по красной стрелке, b – по синей.

1

4

2

3

0

Анализ полученных данных

Полученные данные приведены в таблице. По комбинации натуральных чисел может быть построен автомат.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| n | Длина к.с. | Комбинация натуральных чисел | Кратчайшее синхрослово (к.с.) |
| 5 | 9 | 4 | abaabbaba |
| 6 | 11 | 1 4 | abaabaababa |
| 12 | 4 1 | abaabaabbaba |
| 7 | 14 | 1 4 1 | abaabaababaaba |
| 15 | 4 1 1 | abaabaabbabaaba |
| 1 1 4 | abababaabbababa |
| 8 | 19 | 1 4 1 1 | abaabaabababaabaaba |
| 1 1 4 1 | ababaaababaabbababa |
| 20 | 4 1 1 1 | abaabaabbababaabbaba |
| 9 | 22 | 1 4 1 1 1 | abaabaabababbaababaaba |
| 23 | 4 1 1 1 1 | abaabaabbababaabbabaaba |
| 1 1 4 1 1 | abababaabbababaabbababa |
| 4 4 | abaabaababbaababbabaaba |
| 10 | 27 | 4 1 1 1 1 1 | abaabaabbababbbabaabbabaaba |
| 1 4 1 1 1 1 | abaabaabababaabbababaabaaba |
| 1 1 4 1 1 1 | ababaaababaabbababaabbababa |
| 1 4 4 | abaabaababaabababbabaabaaba |
| 1 1 7 | abababaabbabaaababaabbababa |
| 28 | 4 1 4 | abaabaabbabaabababaabbabaaba |
| 11 | 31 | 4 1 1 1 1 1 1 | abaabaabbababaabbababaabbabaaba |
| 1 1 4 1 1 1 1 | abababaabbababaabbababaabbababa |
| 4 1 4 1 | abaabaabbababaabbababaabbabaaba |
| 4 1 1 4 | abaabaabbababaabbababaabbabaaba |
| 1 1 4 4 | abababaabbababaabbababaabbababa |
| 32 | 1 1 7 1 | abababaababbaababaaababbaabababa |
| 12 | 35 | 4 1 1 1 1 1 1 1 | abaabaabbababaabbababbbabaabbabaaba |
| 1 4 1 1 1 1 1 1 | abaabaabababaabbababaabbababaabaaba |
| 1 1 4 1 1 1 1 1 | ababaaababaabbababaabbababaabbababa |
| 1 4 4 1 1 | abaabaababaababaababbababbaababaaba |
| 4 1 1 4 1 | abaabaabbababaabbababbbabaabbabaaba |
| 1 4 1 4 1 | abaabaabababaabbababaabbababaabaaba |
| 1 1 4 4 1 | ababaaababaabbababaabbababaabbababa |
| 1 4 1 1 4 | abaabaabababaabbababaabbababaabaaba |
| 1 1 4 1 4 | ababaaababaabbababaabbababaabbababa |
| 36 | 4 1 4 1 1 | abaabaabbababaabbabaabababaabbabaaba |
| 1 1 7 1 1 | abababaabbabaaabaababaaababbaabababa |
| 4 1 1 1 4 | abaabaabbababaabbababaabbababaabbaba |
| 13 | 40 | 1 1 7 1 1 1 | ababaaababbaababaaabaababaaababbaabababa |
| 41 | 4 1 7 | abaabaabbababaabaaababaabaaababaabbabaaba |
| 14 | 44 | 4 1 4 1 1 1 1 | abaabaabbababaabbabaabababaabbababaabbabaaba |
| 4 1 1 1 4 1 1 | abaabaabbababaabbababaabbababaabbababaabbaba |
| 1 1 10 1 | abababaabaaababaabbabaaababaabbababbaabababa |
| 4 1 4 4 | abaabaabbababaabbababaabbabaabababaabbabaaba |
| 45 | 1 1 7 1 1 1 1 | ababaaababaabbabaaabababbaababaaababbaabababa |
| 4 1 7 1 | abaabaabbabababbabaabaaababaabbababaabbabaaba |
| 1 1 7 4 | ababaaababaabbababbbababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 4 7 | ababaaababaabbababbbabbababbbabbababaabbababa |
| 15 | 49 | 1 1 7 1 1 1 1 1 | ababaaababbaababaaababbbababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 4 7 1 | ababaaababaabbababaabbababbbabbabaabababbaabababa |
| 4 1 1 1 7 | abaabaabbababaabbababaabbababaabbababaabbababaaba |
| 1 1 4 1 7 | ababaaababaabbabababbabaabaaababaabbababaabbababa |
| 50 | 1 1 7 4 1 | ababaaababaabbabaabbababaababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 7 1 4 | ababaaababaabbabaabbabababbabbaababaaababbaabababa |
| 16 | 54 | 4 1 7 1 1 1 | abaabaabbababaabbababbaababaaabaabababbaababaabbabaaba |
| 55 | 1 1 7 4 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbbabbababbbabbabaaababa |
| 4 1 10 | abaabaaabaabababaababbaababaaabaababaaabaabababbaabaaba |
| 17 | 58 | 1 1 4 7 1 1 1 | ababaaababaababbaabababbabbbababbaababaaababaababaabbababa |
| 1 1 7 1 4 1 1 | ababaaababbaababaaababbbababbaababaaabaababaaababbaabababa |
| 1 1 4 1 7 1 1 | ababaaababaabbababaabaaababaabbababbbabbabaabababaabbababa |
| 4 1 10 1 | abaabaabbababaabaaababaabaaababaabaaababaabbababaabbabaaba |
| 1 1 4 10 | abababaabbababaabbababbbabbababbbabbababbbabbababaabbababa |
| 59 | 1 1 7 1 1 1 1 1 1 1 | ababaaababaabbabaaabababbaabababbaababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 7 4 1 1 1 | ababaaababaabbababbbabbababbbabbababbbabbababbbabbabaaababa |
| 4 1 1 1 7 1 1 | abaabaabbababaabbababaabbababbbabbabbabababbaababaabbabaaba |
| 1 1 7 1 1 4 1 | ababaaababaabbabaaabababbaabababbaababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 7 1 1 1 4 | ababaaababaabbabaaabababbaababbaabababbaababaaababbaabababa |
| 4 1 7 4 | abaabaabbababaabaaababaabbababbbabbababbbabaaababaabbabaaba |
| 1 1 7 7 | ababaaababaabbababbbabbababbbabbababbbabbababbbabbabaaababa |
| 18 | 64 | 1 1 7 1 1 1 4 1 | ababaaababaabbababbbabaabbababaabbabaaababaabaaababaabbabaaababa |
| 65 | 1 1 7 4 4 | ababaaababaabbabaabbababaabaabbababaabbababbabbbababbaababaaababa |
| 19 | 68 | 1 1 7 1 1 1 4 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaaababbabbbababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 7 7 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbbabbababbbabaaababaabbababbaabababa |
| 1 1 4 10 1 1 | ababaaababaababaabbabababbabaabbababbbabbababbbabbabaabababbaabababa |
| 1 1 4 7 4 1 | ababaaababaababbaababaaababaababbbabbababbbabbababaabbabaababaaababa |
| 4 1 1 1 10 1 | abaabaabbababaabbababaabbababbbabaabbabaaababaabbababaabbababaabbaba |
| 1 1 7 4 1 4 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbbabbababbbababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 7 1 4 4 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbbabbababbbbbabbaababaaababbaabababa |
| 1 1 1 7 4 4 | ababababbaabaabababbaababbaababbbababbaababaabbababaabbabaabbabababa |
| 69 | 1 1 7 4 1 1 1 1 1 | ababaaababaabbababbbabbababbbabbabaaaaababbbabaaababaabbababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 1 | abababaabbabaababaaababbabbbababbaababbaabababbaabababbaababbaabababa |
| 20 | 74 | 1 1 7 4 1 1 1 1 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaababbaababaaababbbababbabbbabaababaaababbaabababa |
| 75 | 1 1 7 4 4 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbabaababbbabbabaaababaababbabbbababbaababaaababa |
| 21 | 78 | 1 1 7 4 1 1 1 1 1 1 1 | abababaabbabaaababaabbababbbababbabbbababbaababbaabababbaabababbaababbaabababa |
| 1 1 4 7 1 1 1 1 1 1 1 | ababaaababaabaababbaabababbaabababbabbbabaababaaababaabbababbbabbababaabbababa |
| 1 1 4 7 4 1 1 1 | ababaaababaabaababaaababaabbababaabbababbbabbababbbabbababaabbababaabbabaababa |
| 4 1 1 1 10 1 1 1 | abaabaabbabababbaababaaababbbbbabbbababbaababaaabaababbbababaabbababaabbabaaba |
| 4 1 1 1 7 1 4 1 | abaabaabbababaabbababaabbabaabbababaabbababaabaabaaababaabbababaabbababaabbaba |
| 1 1 7 4 1 1 1 4 | ababaaababaabbababbbabbababbaabababbaababbbababbabbbababbabbbababbaababaaababa |
| 1 1 4 7 1 1 1 4 | ababaaababaababbaabababbaababaaababaabaababbbabaaababaabbababaabbababaabbababa |
| 1 1 7 1 1 1 4 4 | ababaaababaabbababbbabaaababaabbababbbabbabaaabababbaababbbbbabaaababbaabababa |
| 4 1 7 4 4 | abaabaabbabababbabaabbababbbabbabaabbababaabbababaabbabaabbababaabbabaababaaba |
| 1 1 4 7 7 | ababaaababaababbaabababbaababaabbababbbaababaabbababaabbababaabbabaababaaababa |
| 1 1 4 4 10 | ababaaababaabaabababbabbbababbaababaabaaabaaababaababbaabababbaabababbaabababa |
| 79 | 1 1 7 4 4 1 1 1 | ababaaababaabbababbbabbababaabbababbabbabbbabaababbaabababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 7 4 7 | abababaabbabaababaaababbabbbabaababbaabababbaababaaababbabbbababbaababbaabababa |
| 22 | 83 | 1 1 4 10 1 1 1 1 1 | ababaaababaabaababaaababaabbabaababaabbbabaaababaabbababbbabbababbbabbababaabbababa |
| 4 1 1 1 10 1 1 1 1 | abaabaabbabababaabbababbbabaaababaabbababababbabaabaaababaabbababaabbababaabbabaaba |
| 1 1 7 4 1 1 1 4 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbbabbababbbabaaababaababbbababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 4 7 1 1 1 4 1 | ababaaababaabaaaaabaababaaababaabbababaabbababbbabbababbbabbababbbabbabaababaaababa |
| 1 1 7 1 1 1 4 4 1 | ababaaababaabbababbbabaaababbbbbabaabbababbaabababbaababbbababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 10 4 4 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbaababbbabaababaaababbabbbababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 4 7 7 1 | ababaaababaababbaababaababaaababaabbababbbabbababbbabbababaabbababaabbabaabaabababa |
| 1 1 4 4 10 1 | ababaaababaabaababaaababaabaababaaababbabbbabaababbaabababbaabababbaabababbaabababa |
| 1 1 7 4 1 1 1 1 4 | ababaaababaabbabaabbababaabbabaabbababaabbababbbababbabbbababbabbbababbaababaaababa |
| 1 1 7 4 4 4 | abababaabbabaaababaabbababbaabababbaababaabaabbabaaababaababbaabababbaababbaabababa |
| 1 4 1 7 4 4 | abaabaabababaabaaababaabaaababaabaaababaabbabaaaaababaabbabaaabaabaabababbaababaaba |
| 4 1 1 1 10 4 | abaabaabbabababaabaabaaababaabbababbbabaaaaabaaababaabbabaabbababaabbababaabbabaaba |
| 84 | 1 1 7 4 1 1 1 1 1 1 1 1 | ababaaababaabbababbbabbabaababbabababaabaababaaababbbababbabbbabaababaaababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 1 1 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbabaababbaabababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 7 4 7 1 | ababaaababaabbababaabbabaabbabaaababaababbaabababbaababaabaabbabaaababaababbaabababa |
| 23 | 88 | 1 1 7 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | abababaabaaababaabbababbbabbababbbabaaababaabbababbbababbabbbababbaababbaabababbaabababa |
| 1 1 4 10 1 1 1 1 1 1 | ababaaababaababbabbbabaaaaababbabbbababbabbbababbaababaaababaababbbabbabaabababbaabababa |
| 1 1 4 7 4 1 1 1 1 1 | ababaaababaabaaaaababbaabababbabbbabaababaaababbbababbaababaaababaababbbabbababaabbababa |
| 4 1 1 1 10 1 1 1 1 1 | abaabaabbabababaabbababbbabaabbababaabbababbbabaabbabaaababaabbababbaababaabbababaabbaba |
| 1 1 1 7 4 4 1 1 1 1 | ababababbaabababbaababbaababaaabaaaaababbbababbaababaaababaabbabaabababaabbabaabbabababa |
| 1 1 4 7 1 1 1 4 1 1 | ababaaababaababbaabababbaabababbaabaababbabababbaababaabbababbbabbababaabbabaababaaababa |
| 1 1 7 1 1 1 4 4 1 1 | ababaaababaabbababbbabaaababaabbababaabbabaabbababababbabaabbababaabbabaabbababbaabababa |
| 1 1 10 4 4 1 1 | abababaabbabaaababaabbababbbabaaababbabaabbababaabbabaababbbabbabaaababaabbababbaabababa |
| 1 1 4 7 7 1 1 | ababaaababaabaaaaabaaaaababbaabababbabbbababbaababaaababaababbbabbababbbabbababaabbababa |
| 1 1 4 4 10 1 1 | abababaabbababaabbababaabbabaababaaabaaabaababaabbababbbabbabaababbababaabbababaabbababa |
| 1 1 4 7 4 4 1 | ababaaababaabaaaaababbaabababbabbbabaaaaababbabbbabaababaaababaabbababbbabbababaabbababa |
| 4 1 1 1 10 4 1 | abaabaabbabababbaabababbaababbaababaaabaaaaababbbababbaababaaabaabaabababaabbababaabbaba |
| 1 1 7 4 1 1 1 1 1 4 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbbababbaababaaababaabbabaababbbabbabaaababaababbaabababa |
| 1 1 4 7 4 1 4 | ababaaababaabaaaaabaaaaababbaabababbabbbababbaababaaababaababbbabbababbbabbababaabbababa |
| 4 1 1 1 10 1 4 | abaabaabbabababaabbababbbabaabbababaabbababbbabaabbabaaababaabbabaaaaababaabbababaabbaba |
| 1 1 7 4 1 4 4 | ababaaababaabbababbbabbababbbabbabaaaaababbbabbababbbbbabbabbbababbabbbababbaababaaababa |
| 1 1 4 7 1 4 4 | ababaaababaabaababbaabababbaababaaaaababbabbbababbabbbababbabbbababbaabababbaababaaababa |
| 1 1 7 1 4 4 4 | abababaabbababbabbbababbabbbababbabbbababaabaabbababbbabbababbbabbababbbabbababbaabababa |
| 1 1 1 7 4 4 4 | ababaabababbbabaabaaababaabbababbbababbabbabaaabaabaababaabbababaabaaababaabbababbbababa |
| 1 1 4 1 7 4 4 | ababaabababbaababaaababbabbbabaabbababbbbbabaabbababbbabbababbbabaaababaabbababaabbababa |
| 89 | 1 1 7 4 4 1 1 1 1 1 | ababaabbababaabbabaababaaababbaabaababaabbababaabbababbaababaaababbaabababbaababbaabababa |
| 1 1 7 4 7 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbaabaababaabbababaabbabaaababaabbababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 4 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbaabaababaabbababaabbababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 1 4 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbaabaababaabbababaabbabaaababaabbababbaabababa |
| 24 | 94 | 1 1 7 4 4 1 1 1 1 1 1 | abababaabbabaababbaababaaababaabbababaabbababbabbaabaababaabbababaabbabaaababaabbababbaabababa |
| 1 1 7 4 7 1 1 1 | ababaaababbabbbababbabbbabaababaaababbaabababbaababaabaabbabaaababaababbaabababbaababbaabababa |
| 1 1 4 4 10 1 1 1 | abababaabaababaaababaabaaababaababaabbabaababaaababbbaababaabbababbaababbababaabbababaabbababa |
| 1 1 7 4 4 1 4 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbabaababbaabababbaababaaababbbababbaababaaababa |
| 1 1 7 1 4 4 4 1 | abababaabbabaaababaabaaababaabbabaabaabababaabbabaabaabababaabbababbbabbababbbabbababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 1 1 4 | ababaaababaabbabaabbababaabaaababaabbababaabbabaababbbabbabbababbaabababbabbbababbaababaaababa |
| 1 1 7 4 1 1 1 7 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbbabaababaaababaabbabaabbababbbababbaabababbaababbaababaaababa |
| 95 | 1 1 7 4 10 | ababaaababaabbababbbabbabaabababbaababbaabaababaababbaabababbaababaaababbaabababbaababbaabababa |
| 25 | 99 | 1 1 7 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | ababaaababaabbabaabaabababbaababaaababbbababbabbbababbabbbababbaababbaabababbaabababbaababbaabababa |
| 1 1 7 4 7 1 1 1 1 | ababaaababaabbababbbababbaababaaababbaabababbaababbbbbabaabaabbabaaababaababbaabababbaababbaabababa |
| 1 1 4 4 10 1 1 1 1 | ababaaababaababbaabababbaababaabaaabaaababaababbaababaaaaabaabaabbabaaababaabbababaabbababaabbababa |
| 4 1 1 1 4 10 1 1 1 | abaabaabbababaabbababaabbabaaaaababbbababbabbbababbaabaaaaabaaaaababaabbababaabbababaabbababaabbaba |
| 1 1 7 4 1 1 1 1 1 4 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbabaaaaababbbababbaababaaababbbabaaaaababbabbbababbabbbababbaababaaababa |
| 1 1 7 1 4 4 4 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbabaabaabababaabbababbbabbabaaaaababbbabbababbbabbababbbabbababbaabababa |
| 4 1 10 4 4 1 | abaabaabbababaabaaababaabbababbbabbabaaaaababbbabbababbbabaaababbaabababbaababbaabaabababaabbabaaba |
| 1 1 7 4 1 1 1 7 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbbababbaabababbaababaabbabaababbbabbababbbabbababbbabbababbaabababa |
| 1 1 7 4 10 1 | ababaaababaabbababbbabbababaabbabaabbabaaababaababbaabababbaababaabaabbabaaababaababbaabababbaababa |
| 1 1 7 4 1 1 1 1 1 1 1 4 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbbabaaababbbbbabaababbabbbababbaababbaabababbaabababbaababbaabababa |
| 1 1 7 4 1 1 1 4 4 | ababaaababaabbabaabbababaabbababbbabbababbbabbbbbabaabbababaabbabaababaaababbaabababbaababbaabababa |
| 1 1 7 1 1 1 4 4 4 | ababaaababaabbababbbabaaababaabaaabababbbabbababaabbabaabbabababaababbabbbababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 4 4 10 4 | ababaaababaababaabbababbbabbabaabababbabaabaaababaabbabaababaaabaaabaababaabbabaabababbaababaaababa |
| 100 | 1 1 7 4 4 1 1 1 1 1 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbababbaababbabbababaababbaabababbaababaaababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 1 4 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbabaababbaababaabbababaabbababaabbabaabbababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 1 1 4 1 | ababaaababaabbababbbabbababaabbababbabbabbbababbaababbabbabababbaababbaabababbaabababbaababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 1 1 1 4 | abababaabbabaababaaababbaabaababaabbababaabbababbaababaaabaaaaabaababbaabababbaababbaabababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 7 | ababaaababaabbabaabbababaabaaababaababbbabaaaaabaaababaabbababaabbabaababbbabbabaaababaababbaabababa |
| 26 | 105 | 1 1 7 4 4 1 1 1 1 1 1 1 1 | abababaabbabaaababaabbababaabbabaababbbabbabbababbaabababbaabababbaababaabaabbabaabbababaabbababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 1 4 1 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbabaababbaabababbaababaaabaababbbbbababbaababbaababaaababa |
| 1 1 7 1 4 4 4 1 1 1 | abababaabbabaaaaabaabbababaabbababbaababbabaaababbbabaabbababaabbababbbabbababbbabbababbbabbababbaabababa |
| 1 1 7 4 4 1 1 4 1 1 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbabaababbaababbbbbabaabbababaabbababbabbbababbaababaaababa |
| 1 1 7 4 4 1 1 1 1 4 | ababaaababaabbabababbabbabaabbababaabbababbabbaabaababaabbababaabbabaaababaabbababbaabababbaababbaabababa |
| 106 | 1 1 7 4 4 1 1 1 4 1 | ababaaababaabbababbbabbabababbabbabaabbababaabbababbabbabbbababbaababbaababaababaaabaabababbaababbaabababa |

Из данных результатов можно заметить следующее:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| k | 1 | 3 | 5 | 9 | 12 | 15 | 20 | 23 | 28 |
| w | 1 | 1 1 | 1 1 1 | 4 | 4 1 | 4 1 1 | 4 1 1 1 | 4 4 | 4 1 4 |

1. При , автоматы, построенные по последовательности (w) , где , где и , имеют максимальный (с длиной k) порог синхронизации.
2. При , максимальный порог синхронизации имеют автоматы вида 1 1 7 \*, где , где и . В частности, для , \* строится так же, как в пункте 1 (если рассматривать построение для просто из единиц)
3. При , почти все автоматы построенные по последовательности вида {1,1,7,4,4,} (с порогом синхронизации ) имеют максимальный (k) порог синхронизации, кроме n = 24 и n = 26. Для значения n=24 автомат с максимальным порогом синхронизации имеет вид 1 1 7 4 10. Для значения n=26 автомат с максимальным порогом синхронизации имеет вид 1 1 7 4 4 1 1 1 4 1. А для значений максимальный порог синхронизации вычислить не удалось.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|  | 65 | 69 | 75 | 79 | 84 | 89 | 94 | 100 | 105 | 108 | 116 | 121 | 124 | 132 |
| k | 65 | 69 | 75 | 79 | 84 | 89 | 95 | 100 | 106 | - | - | - | - | - |

Очевидно, последовательность {1,1,7,4,4,} вызывает интерес.

Анализ последовательности {1,1,7,4,4,}

Далее *автоматом* называется автомат вида {1,1,7,4,4,}

n

18

…

3

4

5

6

9

7

8

10

13

11

12

14

17

15

16

0

1

2

Рассмотрим синхрослова минимальной длины для *автоматов* с (удалось построить с помощью программы):

|  |  |
| --- | --- |
| 19 | abababaabbabaababaaababbabbbababbaababbaabababbaabababbaababbaabababa |
| 20 | ababaaababaabbabaabbababaabbabaababbbabbabaaababaababbabbbababbaababaaababa |
| 21 | ababaaababaabbababbbabbababaabbababbabbabbbabaababbaabababbaababaaababbaabababa |
| 22 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbabaababbaabababbaababaaababbaabababa |
| 23 | ababaabbababaabbabaababaaababbaabaababaabbababaabbababbaababaaababbaabababbaababbaabababa |
| 24 | abababaabbabaababbaababaaababaabbababaabbababbabbaabaababaabbababaabbabaaababaabbababbaabababa |
| 25 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbababbaababbabbababaababbaabababbaababaaababbaabababa |
| 26 | abababaabbabaaababaabbababaabbabaababbbabbabbababbaabababbaabababbaababaabaabbabaabbababaabbababbaabababa |
| 27 | abababaabbabaababbaababaaababaabbababaabbababbabbaabaababaabbababaabbabaaababaabbababbaabababbaababbaabababa |
| 28 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbababbaababbabbabababbaababbabbababaababbaabababbaababaaababbaabababa |
| 29 | ababaaababaabbababbbabbababbbababbaababbabababbaababbaabababbaababbbabbabbababbaabababbaababaabaabbabaaababaababbaabababa |
| 30 | abababaabbabaababbaababaaababaabbabababbabbabaabbababaabbababbabbaabaababaabbababaabbabaaababaabbababbaabababbaababbaabababa |
| 31 | ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbababbaababbabbabababbaababbabbabababbaababbabbababaababbaabababbaababaaababbaabababa |

Как видно из таблицы, каждое минимальное синхрослово для *автоматов* с имеют следующую конструкцию:

1. Префикс ababaaababaabbabaabbababaabbababaabbababbabbabbbab, которая состояние (0,1,2,…,n-1) "автомата на множествах" для данного *автомата* переводит в состояние (0,2,4,7,9,12,14,15,17,18,20,22,24,26,27,…,n-1)

…

3

4

5

6

9

7

8

10

13

11

12

14

17

15

16

0

1

2

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

n-2

n-1

1. После чего идут части bbaababbabbababa, которые делает следующие переходы (далее m – номер состояния, ):
   1. Для :
   2. Для состояний (*m* – номер текущего состояния):
      1. Для нечётных , например:
         1. Если , то новое состояние =
      2. Для чётных , например:
2. Суффикс ababbaabababbaababaaababbaabababa, который синхронизирует оставшееся состояние (0,2,4,7,9,12,14,15,17) "автомата на множествах".

Таким образом, для *автомата* с числом состояний   
, слова, построенные по данной конструкции, являются синхрословами, длина которых: .

Минимальность синхрослов, построенных по данной конструкции, пока доказать не удалось. (но для n<=31 длина синхрослова, построенного по данной конструкции, точно наименьшая).