Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Пермский национальный исследовательский

политехнический университет»

(ПНИПУ)

Кафедра вычислительной математики и механики

Лабораторная работа

по дисциплине: «Моделирование процессов и систем»

по теме: «Основы теории вероятностных автоматов»

Выполнили:

Студенты группы ИСТ-22-1б

Братчиков З.С.

Деменева С.К.

Проверил:

доцент кафедры ВМиМ

Максимов Петр Викторович

Пермь

2024 г

**Цель работы:** составить модель вероятностного автомата, задав его начальное состояние, функции переходов, выходные сигналы и вероятности переходов. Посмотреть, как будет изменяться состояние системы при подаче на вероятностный автомат разных входных сигналов.

**Задание к лабораторной работе:**

1. В рамках выполнения лабораторной работы необходимо научиться выделять основную информацию из формулировки задания: все возможные состояния системы, выходные воздействия, функции переходов и вероятности переходов.
2. Получить навык составления таблицы переходов с вероятностями переходов между состояниями.
3. Необходимо самостоятельно выполнить задание к лабораторной работе с учетом полученного у преподавателя варианта.

***Вариант 1.*** Применение метода вероятностных автоматов для моделирования работы умного электро-чайника. Чайник может быть выключен или находиться в состоянии нагрева или поддержания температуры.

**Основная часть:**

1. Из формулировки задания определим ***входные сигналы*** моделируемой системы, воздействующие на работу чайника:

* Включить
* Температура достигнута
* Охлаждение (вода остыла ниже заданной температуры)
* Выключить

1. Определим ***выходные сигналы***, которые может выдавать чайник:

* Подсветка горит
* Подсветка не горит

1. Составим таблицу переходов и заполним ее вероятностями переходов между состояниями:

Определим ряд выходных сигналов, т.е. что будет делать чайник в определенном состоянии, при наличии определенных входных воздействий:

1. Для построения графа сосредоточим все данные в общей таблице:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Входные сигналы | Состояния | Выходные сигналы |
| S1 – Включить | K1 – Нагрев | Z1 – Горит подсветка |
| S2 – Температура достигнута | K2 – Поддержание температуры | Z2 – Подсветка не горит |
| S3 – Охлаждение (вода остыла ниже заданной отметки) | K3 – Выключен |
| S4 – Выключить |  |
|  |  |

**Заключение:**

В лабораторной работе мы изучили принцип работы конечного автомата. Описали автомат при помощи графов и таблиц. Написали компьютерную программу на языке Python3.12 (Приложение 1), наглядно показывающую работу конечного автомата. Пример работы программы представлен в приложении 2. Научились составлять и описывать конечные автоматы.

Выполнив лабораторную работу, мы изучили основы теории конечного автомата, а также реализовали на практике модель простейшего конечного автомата на примере «Поведения собаки».

Модель включает в себя:

* Табличный способ записи работы алгоритма конечного автомата;
* Графический способ записи работы алгоритма конечного автомата;

Реализация программного кода на языке Python3.12.

# Приложение 1

import random  
  
*# Состояния*states = [  
 "Нагрев-включена подсветка",  
 "Нагрев-выключена подсветка",  
 "Поддержание температуры-включена подсветка",  
 "Поддержание температуры-выключена подсветка",  
 "Выключен-включена подсветка",  
 "Выключен-выключена подсветка"  
]  
current\_state = states[5] *# Начальное состояние "Выключен-выключена подсветка"  
  
# Переходы с вероятностями (на основе таблицы)*transition\_probabilities = {  
 "Выключен-включена подсветка": {  
 "Включить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.4), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.3), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.05), ("Выключен-выключена подсветка", 0.05)],  
  
 "Температура достигнута": [("Нагрев-включена подсветка", 0.02), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.02), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.02), ("Выключен-выключена подсветка", 0.9)],  
 "Охлаждение": [("Нагрев-включена подсветка", 0.02), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.02), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.02), ("Выключен-выключена подсветка", 0.9)],  
 "Выключить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.02), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.02), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.02), ("Выключен-выключена подсветка", 0.9)]  
 },  
 "Выключен-выключена подсветка": {  
 "Включить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.4), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.3), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.05), ("Выключен-выключена подсветка", 0.05)],  
  
 "Температура достигнута": [("Нагрев-включена подсветка", 0.02), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.02), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.02), ("Выключен-выключена подсветка", 0.9)],  
 "Охлаждение": [("Нагрев-включена подсветка", 0.02), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.02), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.02), ("Выключен-выключена подсветка", 0.9)],  
 "Выключить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.02), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.02), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.02), ("Выключен-выключена подсветка", 0.9)]  
 },  
 "Нагрев-включена подсветка": {  
 "Включить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.8), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.025), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.025), ("Выключен-выключена подсветка", 0.025)],  
  
 "Температура достигнута": [("Нагрев-включена подсветка", 0.025), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.8), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.05), ("Выключен-выключена подсветка", 0.05)],  
 "Охлаждение": [("Нагрев-включена подсветка", 0.8), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.025), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.025), ("Выключен-выключена подсветка", 0.025)],  
 "Выключить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.02), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.02), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.02), ("Выключен-выключена подсветка", 0.9)]  
 },  
 "Нагрев-выключена подсветка": {  
 "Включить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.8), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.025), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.025), ("Выключен-выключена подсветка", 0.025)],  
  
 "Температура достигнута": [("Нагрев-включена подсветка", 0.025), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.8), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.05), ("Выключен-выключена подсветка", 0.05)],  
 "Охлаждение": [("Нагрев-включена подсветка", 0.8), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.025), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.025), ("Выключен-выключена подсветка", 0.025)],  
 "Выключить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.02), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.02), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.02), ("Выключен-выключена подсветка", 0.9)]  
 },  
 "Поддержание температуры-включена подсветка": {  
 "Включить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.025), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.8), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.025), ("Выключен-выключена подсветка", 0.025)],  
  
 "Температура достигнута": [("Нагрев-включена подсветка", 0.025), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.8), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.025), ("Выключен-выключена подсветка", 0.025)],  
 "Охлаждение": [("Нагрев-включена подсветка", 0.8), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.025), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.025), ("Выключен-выключена подсветка", 0.025)],  
 "Выключить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.02), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.02), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.02), ("Выключен-выключена подсветка", 0.9)]  
 },  
 "Поддержание температуры-выключена подсветка": {  
 "Включить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.025), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.8), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.025), ("Выключен-выключена подсветка", 0.025)],  
  
 "Температура достигнута": [("Нагрев-включена подсветка", 0.025), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.8), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.025), ("Выключен-выключена подсветка", 0.025)],  
 "Охлаждение": [("Нагрев-включена подсветка", 0.8), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.1),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.025), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.025),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.025), ("Выключен-выключена подсветка", 0.025)],  
 "Выключить": [("Нагрев-включена подсветка", 0.02), ("Нагрев-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Поддержание температуры-включена подсветка", 0.02), ("Поддержание температуры-выключена подсветка", 0.02),  
 ("Выключен-включена подсветка", 0.02), ("Выключен-выключена подсветка", 0.9)]  
 }  
}  
  
*# Выходы (индикаторы состояния)*outputs = {  
 "Выключен-включена подсветка": "Горит подсветка",  
 "Выключен-выключена подсветка": "Подсветка не горит",  
 "Нагрев-включена подсветка": "Греется с включенной подсветкой",  
 "Нагрев-выключена подсветка": "Греется с выключенной подсветкой",  
 "Поддержание температуры-включена подсветка": "Поддержание температуры с включенной подсветкой",  
 "Поддержание температуры-выключена подсветка": "Поддержание температуры с выключенной подсветкой"  
}  
  
*# Функция для выполнения перехода в зависимости от текущего сигнала*def handle\_signal(*signal*):  
 global current\_state  
 if *signal* in transition\_probabilities[current\_state]:  
 transitions = transition\_probabilities[current\_state][*signal*]  
  
 if transitions:  
 states, probabilities = *zip*(\*transitions)  
 new\_state = random.choices(states, probabilities)[0]  
 probability = *dict*(transitions)[new\_state]  
 current\_state = new\_state  
 *print*(f"Переход в состояние: {current\_state} ({outputs[current\_state]} с вероятностью {probability})")  
  
 else:  
 *print*(f"Для сигнала {*signal*} в состоянии {current\_state} переходов нет.")  
 else:  
 *print*(f"Сигнал {*signal*} не поддерживается в состоянии {current\_state}")  
  
  
*# Цикл для ввода сигналов*while True:  
 *print*(f"\nТекущее состояние: {current\_state} ({outputs[current\_state]})")  
 signal = *input*("Введите сигнал (Включить, Температура достигнута, Охлаждение, Выключить) или 'стоп' для завершения: ")  
  
 if signal.lower() == 'стоп':  
 *print*("Программа завершена.")  
 break  
  
 handle\_signal(signal)

# Приложение 2

