

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И.Ульянова (Ленина)

СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ СУДОКУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Выполнила: Лящевская Анастасия Петровна, студ. гр. 7382
Руководитель: Жукова Наталья Александровна д.т.н., доцент каф. МОЭВМ
Консультант: Борисенко Константин Алексеевич к.т.н., ст. преподаватель каф. МОЭВМ

Санкт-Петербург, 2021

Цель и задачи

Актуальность: Подход основанный на принципах эволюции и естественного отбора. Отсутствие требования дополнительной информации о задаче. Нахождение множества “хороших решений”. Широкая применимость.

Цель: Разработка генетического алгоритма, решающего задачу Судоку, исследование его характеристик и реализация приложения использующего его.

Задачи:

- Найти тестовую выборку задач судоку разной сложности и их истинных решений для тестирования алгоритма
- Придумать и реализовать генетический алгоритм и его составляющие подходящие для решения выбранной задачи
- Провести тестирование алгоритма на имеющейся тестовой выборке, проанализировать результат
- Написать приложение с использованием разработанного алгоритма

Тестовая выборка

Количество	Откуда	Сложность
15	Газета Helsingin Sanomat (2006)	От 1 до 5
12	Газета Aamulehti (2006)	E, M, D, SD
9	Газета Raprosom (2006)	Easy, Medium и Hard
9	Созданы с помощью GA (Mantere and Koljonen 2007)	GA-Easy, GA-Medium и GA-Hard
1	AI Escargot от Inkala (2006)	“Самое Сложное Судoku”

Инициализация

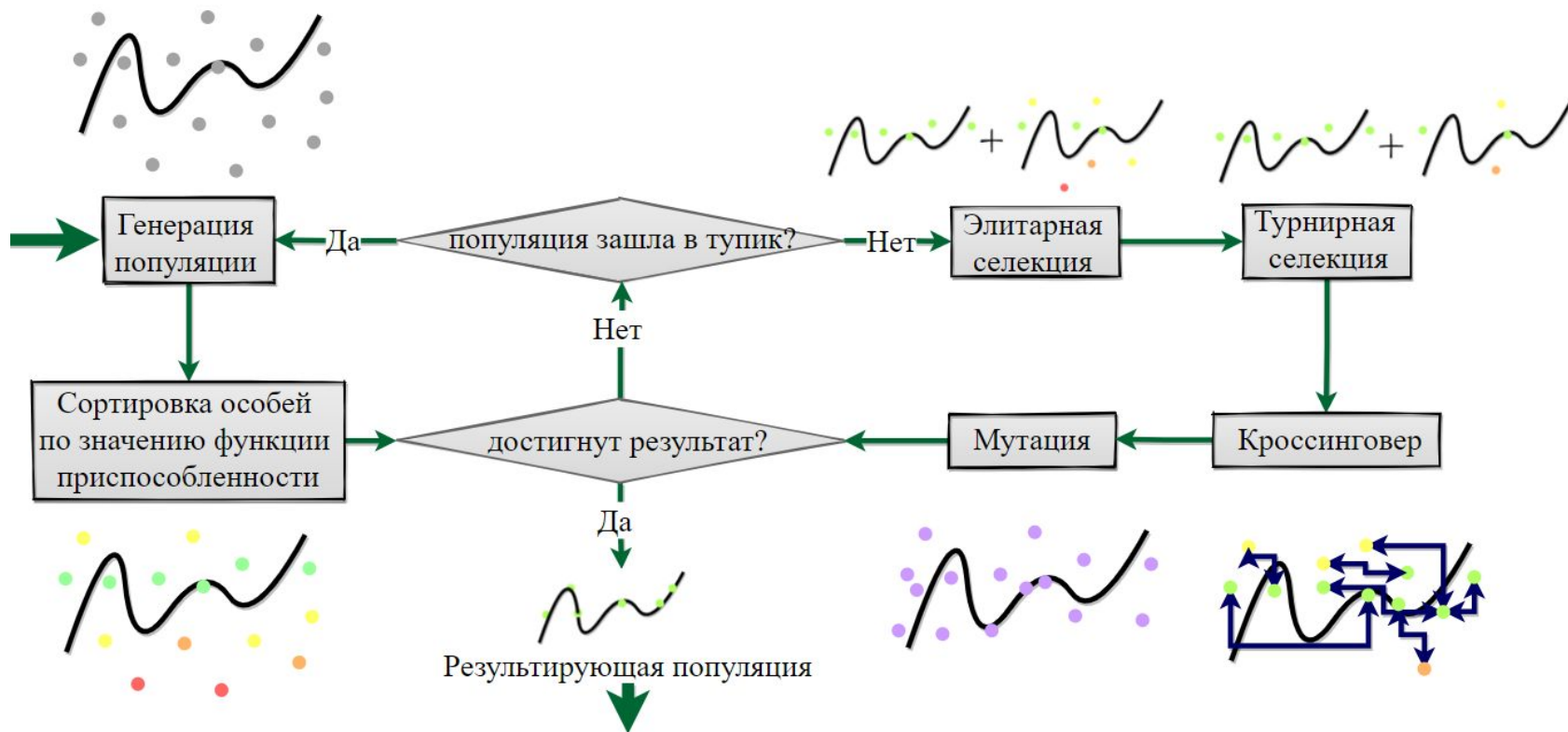
		1		8	5			
		3			1			
		9	4		2			
6	7					3		
		8				5		
9							7	2
1		5		4			2	
4	8							9
				3				

Рисунок 1 - Задача sudoku.

[2,7]	[2,4,6]	[1]	[3,6,7,9]	[8]	[5]	[2,4,6,7,9]	[3,4,6,9]	[3,4,6,7]
[2,5,7,8]	[2,4,5,6]	[3]	[6,7,9,]	[6,7,9]	[1]	[2,4,6,7,8,9]	[4,5,6,8,9]	[4,5,6,7,8]
[5,7,8]	[5,6]	[9]	[4]	[6,7]	[2]	[1,6,7,8]	[1,3,5,6,8]	[1,3,5,6,7,8]
[6]	[7]	[2,4]	[1,2,5,8,9]	[1,2,5,9]	[4,8,9]	[3]	[1,4,8,9]	[1,4,8]
[2,3]	[1,2,3,4]	[8]	[1,2,3,6,7,9]	[1,2,6,7,9]	[3,4,6,7,9]	[5]	[1,4,6,9]	[1,4,6]
[9]	[1,3,4,5]	[4]	[1,3,5,6,8]	[1,5,6]	[3,4,6,8]	[1,4,6,8]	[7]	[2]
[1]	[3,6,9]	[5]	[6,7,8,9]	[4]	[6,7,8,9]	[6,7,8]	[2]	[3,6,7,8]
[4]	[8]	[2,6,7]	[1,2,5,6,7]	[1,2,5,6,7]	[6,7]	[1,6,7]	[1,3,5,6]	[9]
[2,7]	[2,6,9]	[2,6,7]	[1,2,5,6,7,8,9]	[3]	[6,7,8,9]	[1,4,6,7,8]	[1,4,5,6,8]	[1,4,5,6,7,8]

Рисунок 2 - “Вспомогательный массив” для sudoku на Рис. 1, используемый в генетическом алгоритме.

Генетический алгоритм ошибка



Генерация особи и ее оценка

column_count[0]=8

block_count[2]=8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	3	2	9	1	8	6	5	4
1	9	6	7	4	8	3	2	5
6	8	3	5	7	4	9	1	2
4	5	7	2	9	1	8	3	6
2	1	9	8	6	3	5	4	7
3	6	1	4	2	9	7	8	5
5	7	4	1	8	6	2	9	3
9	2	8	3	5	7	4	6	1

block_count[8]=9

$$fitness_function = column_sum * block_sum$$

$$column_sum = \sum_{i=0}^8 \left(\frac{1}{9 - column_count[i] + 1} \right) \frac{1}{9}$$

$$block_sum = \sum_{i=0}^8 \left(\frac{1}{9 - block_count[i] + 1} \right) \frac{1}{9}$$

$$column_count[i] = \bigcup_{j=0}^8 given[i][j], i \in \overline{1,9}$$

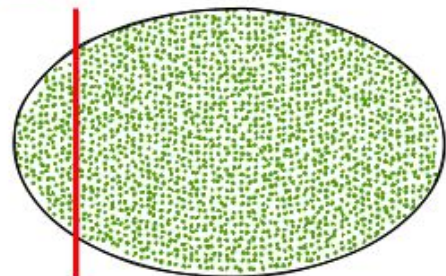
$$block_count[i] = \bigcup_{j=0}^8 given[j][i], i \in \overline{1,9}$$

$$fitness_function \rightarrow (0; 1]$$

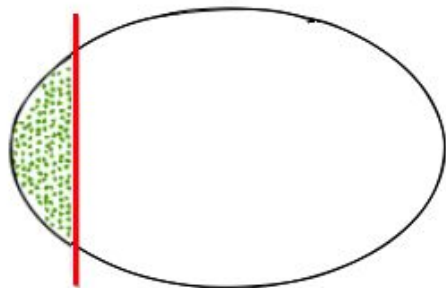
Рисунок 3 - Особь - решение.

Селекция

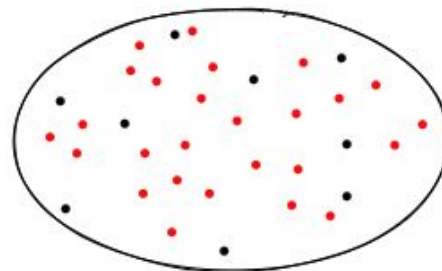
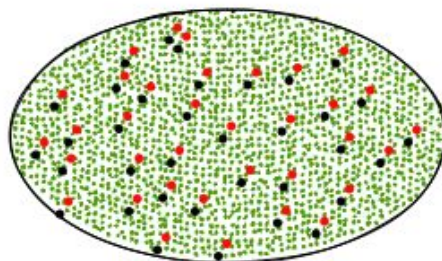
значение функции приспособленности
max ← ————— min



%



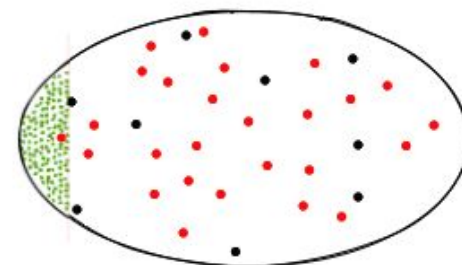
Элитарная селекция



+

=

- более слабый кандидат
- более сильный кандидат

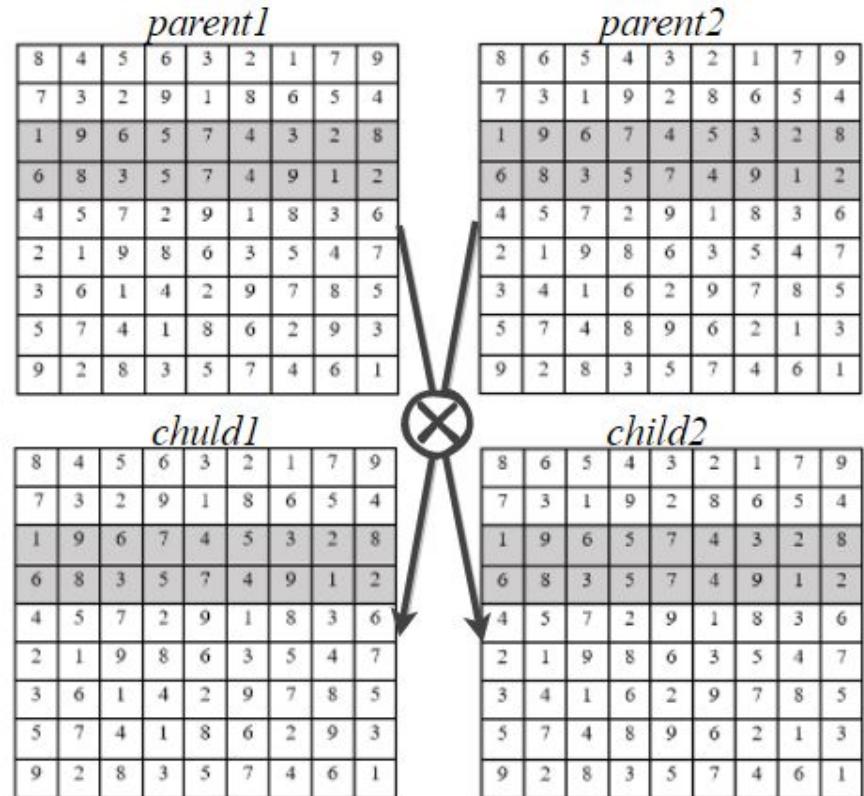


Турнирная селекция

Полученная селекция

Кроссинговер

Прошедшие этап селекции *parent1* и *parent2* принимают участие в создании потомства. Их дети, *child1* и *child2*, будут иметь случайные блоки строк их родителей.



Мутация

Исходная строка:

1	9	2	3	6	4	8	5	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Вспомогательный массив:

[1, 5, 4]	[9]	[4, 2]	[3]	[6]	[4, 2, 5]	[8]	[5, 7]	[7, 1]
-----------	-----	--------	-----	-----	-----------	-----	--------	--------

Возможная мутация:

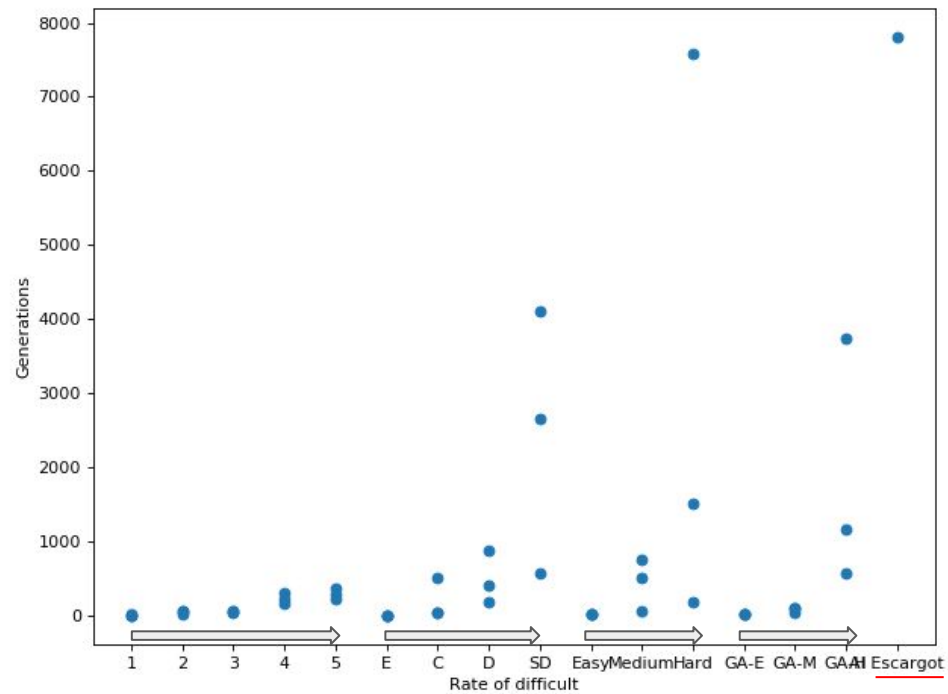
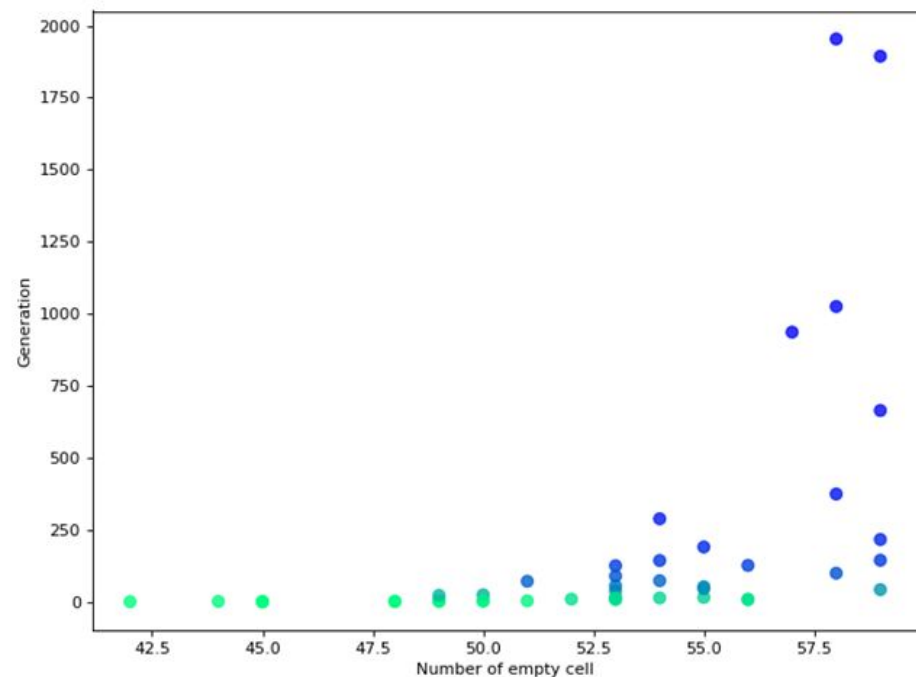
1	9	4	3	6	2	8	5	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Невозможные мутации:

1	9	2	3	6	4	8	5	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	9	2	3	6	4	8	5	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Тестирование алгоритма и анализ



Интерфейс приложения

SUDOKU SOLVER USING GENETIC ALGORITHM

7	6				9		1	
8						7	2	4
			7	1	4			9
4		6				3		2
	7		4	5	6			
	5	1					7	6
1			2	9			4	
2		7	6	3		1		
	9	8			5	2		7

PRESS D TO RESET TO DEFAULT / R TO EMPTY
ENTER VALUES AND PRESS ENTER TO VISUALIZE



SUDOKU SOLVER USING GENETIC ALGORITHM

7	6	4	8	2	9	5	1	3
8	1	9	5	6	3	7	2	4
5	2	3	7	1	4	8	6	9
4	8	6	9	7	1	3	5	2
3	7	2	4	5	6	9	8	1
9	5	1	3	8	2	4	7	6
1	3	5	2	9	7	6	4	8
2	4	7	6	3	8	1	9	5
6	9	8	1	4	5	2	3	7

PRESS D TO RESET TO DEFAULT / R TO EMPTY
ENTER VALUES AND PRESS ENTER TO VISUALIZE

FINISHED PRESS R or D

Апробация работы

Исходный код выложен в открытый доступ в репозитории проекта:

http://github.org/Anastasiyalp/genetic_sudoku

Заключение

- Разработаны неотъемлемые составляющие для генетического алгоритма такие как, кроссинговер, мутация, инициализация первого поколения, функция приспособленности и турнир, подобраны оптимальные параметры.
- Добавлена новая составляющая – вспомогательный массив, благодаря которому были улучшены результаты алгоритма.
- Было проведено тестирование алгоритма на достаточной выборке, а также проанализирован результат.
- Разработано приложение решающее sudoku с использованием генетических алгоритмов, описан принцип работы.

Судоку

Судоку - головоломка с числами, где требуется заполнить клетки таблицы 9x9, поделенной на 9 квадратов 3x3, цифрами от 1 до 9 так, чтобы в каждой строке, в каждом столбце и в каждом выделенном квадрате 3x3 каждая цифра встречалась бы только один раз.

8		2			3	5	1	
	6			9	1			3
7		1				8	9	4
6		8			4		2	1
			2	5	8		6	
9	2		3	1		4		
			4		2	7	8	
		5		8	9			
2					7	1		

8	9	2	7	4	3	5	1	6
5	6	4	8	9	1	2	7	3
7	3	1	6	2	5	8	9	4
6	5	8	9	7	4	3	2	1
1	4	3	2	5	8	9	6	7
9	2	7	3	1	6	4	5	8
3	1	9	4	6	2	7	8	5
4	7	5	1	8	9	6	3	2
2	8	6	5	3	7	1	4	9