

# Исследование методов восстановления частично заданных схем из функциональных элементов

Трубицын Юрий Алексеевич

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.В.  
ЛОМОНОСОВА  
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И  
КИБЕРНЕТИКИ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ

Москва, 2017



# Постановка задачи

1. Выделить набор признаков СФЭ, которые будут использоваться для решения задачи распознавания, а также реализовать и протестировать алгоритмы вычисления признаков СФЭ;
2. Построить регрессионную модель;
3. Протестировать построенную модель на примере класса мультиплексорных функций.

# Исследование методов восстановления частично заданных схем из функциональных элементов

Обозначим  $X_\Sigma = \{x_1, \dots, x_n\}$  – множество входов схемы  $\Sigma$ ,  
 $Z_\Sigma = \{z_1, \dots, z_m\}$  – множество выходов схемы  $\Sigma$ .

Введем также  $X^* = \{x_1^*, \dots, x_n^*, \dots\}$  – счетный  
упорядоченный алфавит заходов удаленных контактов,  
 $Z^* = \{z_1^*, \dots, z_n^*, \dots\}$  – счетный упорядоченный алфавит  
исходов удаленных контактов.

# Исследование методов восстановления частично заданных схем из функциональных элементов

## Определение

*Частично заданной СФЭ (замаскированной СФЭ)  $\Sigma$  будем называть такую схему  $\Sigma'$ , которая получается путем удаления одного или нескольких ребер из исходной схемы  $\Sigma$ . При этом вершины, инцидентные удаленным ребрам помечаются некоторой переменной из множеств  $X^*$  и  $Z^*$  в зависимости от того, было ли ребро заходящим или исходящим.*

# Исследование методов восстановления частично заданных схем из функциональных элементов

Таким образом, формальная постановка задачи звучит так: реализовать алгоритмы, на вход которых подается частично заданная СФЭ, а выходом алгоритма должно быть решение о принадлежности объекта заданному классу.

Для тестирования алгоритма в качестве идентифицируемого класса взят класс схем, реализующих мультиплексорные функции.

# Исследование методов восстановления частично заданных схем из функциональных элементов

Были выделены следующие признаки:

- 1 доля каждого возможного функционального элемента;
- 2 максимальная полустепень исхода вершин, нормированная на количество контактов в СФЭ;
- 3 максимальная полустепень захода вершин;
- 4 минимальная полустепень исхода/захода вершин;
- 5 средняя полустепень исхода/захода вершин;
- 6 средняя глубина, нормированная на максимальную глубину;
- 7 среднее количество присоединенных переменных, нормированное на общее количество переменных;

# Исследование методов восстановления частично заданных схем из функциональных элементов

Использовались следующие алгоритмы машинного обучения:

- метод опорных векторов (поиск разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором в этом пространстве);
- метод ближайших соседей (простейший метрический классификатор, основанный на оценивании сходства объектов; классифицируемый объект относится к тому классу, которому принадлежат ближайшие к нему объекты обучающей выборки.);
- случайный лес (алгоритм машинного обучения, заключающийся в использовании комитета (ансамбля) решающих деревьев);
- логистическая регрессия (метод построения линейного классификатора, позволяющий оценивать апостериорные вероятности принадлежности объектов классам).

# Исследование методов восстановления частично заданных схем из функциональных элементов

Тестирование построенной модели проводилось на классе мультиплексорных функций.

Обучающая выборка состояла из схем следующего вида:

- Мультиплексоров;
- Схем, «близких» к мультиплексорам (это мультиплексоры, на некоторые входы которых подаются мультиплексоры порядка 2, 3 или 4);
- Случайные схемы, не являющиеся мультиплексорами.

Размер обучающей выборки равен примерно 600 схемам.

Количество немультимплексорных и мультиплексорных схем равное.



# Исследование методов восстановления частично заданных схем из функциональных элементов

Для проверки точности полученных моделей использовался скользящий контроль. На рис. 1 показаны результаты скользящего контроля.

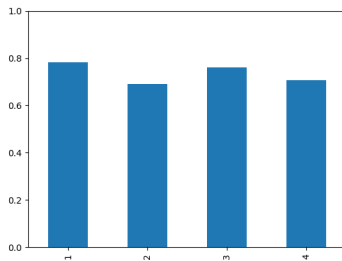


Рис. 1: 1 - случайный лес, 2 - метод ближайших соседей, 3 - логистическая регрессия, 4 - метод опорных векторов.

# Полученные результаты

Класс	Процент удаленных проводов	Случайный лес	Логистическая регрессия
Мультиплексоры	5%	0.997996	1.0
	10%	0.997996	1.0
	15%	0.997996	1.0
	20%	0.998024	1.0
	25%	0.997996	1.0
	30%	0.998004	1.0
	35%	0.998008	1.0
	40%	0.998016	1.0
	45%	0.998028	1.0
	50%	0.998043	1.0
	55%	0.998047	1.0
	60%	0.998047	0.998054
	65%	0.998058	0.997665
	70%	0.998058	0.997005
	75%	0.998095	0.996076
Не мультиплексоры	-	0.994616	0.913862

# Полученные результаты

1. Выделен набор признаков СФЭ, которые использовались для решения задачи распознавания, а также реализованы и протестированы алгоритмы вычисления признаков СФЭ;
2. Построена регрессионная модель;
3. Построенная модель протестирована на примере класса мультиплексорных функций.

# Исследование методов восстановления частично заданных схем из функциональных элементов

Трубицын Юрий Алексеевич

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.В.  
ЛОМОНОСОВА  
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И  
КИБЕРНЕТИКИ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ

Москва, 2017

