

2. Богданов Р.М. Расчет норм потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2012. №1. С.47-57. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov_1.pdf
3. Богданов Р.М. Методика расчета структуры потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2012. №1. С.58-68. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov_2.pdf
4. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. М.: Вильямс, 2001. 1072 с.
5. ОАО «АК «Транснефть» Консолидированная финансовая отчетность, подготовленная в соответствии с МСФО и аудиторское заключение за год, закончившийся 31 декабря 2013 г. 51 с.
6. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». URL: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html>.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПИСАНИЙ СЛОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ НЕПРОИЗВОДНЫХ РЕЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Бондарев В.А.

аспирант кафедры систем автоматического управления,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Россия, г. Москва

Рассматриваются аспекты, связанные с применением сетей Петри для формирования слова из цепочек непроеизводных речевых элементов, использующихся для распознавания речи в дикторонезависимых системах. Приводятся схемы преобразования непроеизводных речевых элементов в модель сети, рассматриваются методы оптимальной кластеризации непроеизводных речевых элементов.

Ключевые слова: сети Петри, распознавание речи, непроеизводные речевые элементы, анализ речи, обработка информации.

На этапе построения лексического уровня системы распознавания речи важным этапом является формирование слов из речевых элементов. Каждое слово представляется как цепочка из речевых элементов. Высокой достоверности распознавания слов, при сравнительно небольшом рабочем словаре можно достигнуть лишь выделяя из входного потока речи, путем сравнения с шаблонами отдельных звуков, фонетических моделей. Задача формирования цепочек из речевых элементов является базовой для распознавания слов. В настоящей статье используются сети Петри [1] для построения моделей слов, состоящих из непроеизводных речевых элементов [2].

Математическое описание сети Петри состоит из множества позиций «Р», множества переходов «Т», множества соединяющих дуг «F» и вектора начального состояния «М». Каждый из элементов множества позиций сети Петри «Р» является непроеизводным речевым элементом из размеченной базы данных.

В настоящей статье для построения сети Петри используется база данных, состоящая из речевых элементов слов: «ноль», «один», «два», «три»,

«четыре», «пять», «шесть», «семь», «восемь», «девять». Для выделения непроеизводных речевых элементов использованы записи пяти дикторов по 50 произнесений каждого слова. Записи осуществлялись на частоте 16 кГц [3]. На рисунке 1 изображено расположение непроеизводных речевых элементов в плоскости главных компонент вектора признаков речевых элементов.

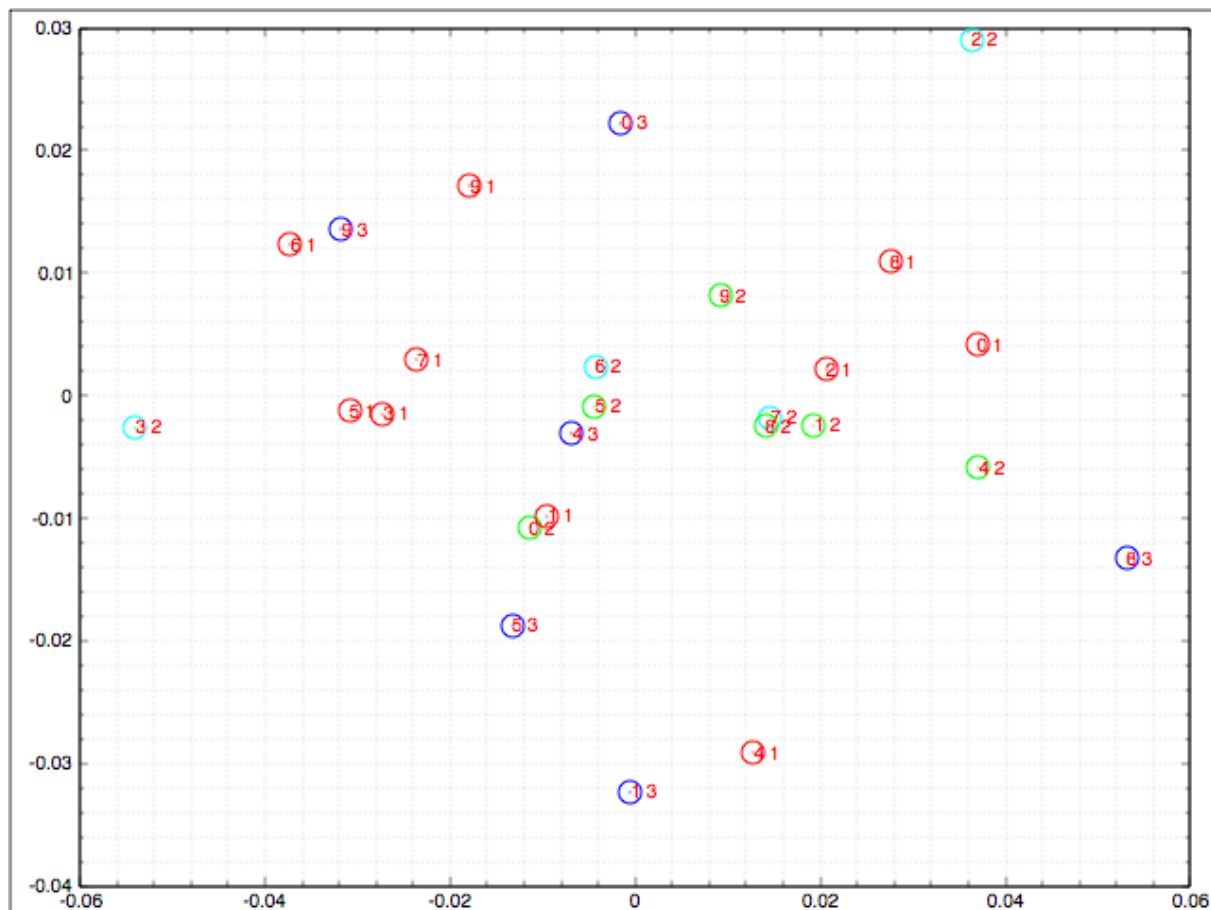


Рис. 1. Цепочки непроеизводных речевых элементов базы данных

Каждой метке «o» на плоскости соответствует два числа. Первое число обозначает слово, в которое входит непроеизводный речевой элемент. Второе число обозначает порядковый номер речевого элемента в слове. База данных содержит 26 непроеизводных речевых элементов. Несложно заметить что многие из элементов на рисунке 1 расположены относительно компактно и образуют кластеры или пересекаются, как, например, элементы «7 2» и «8 2». В целях оптимизации вычислений и для построения сети Петри, непроеизводные речевые элементы разделены на кластеры с помощью процедуры иерархической кластеризации (рисунок 2).

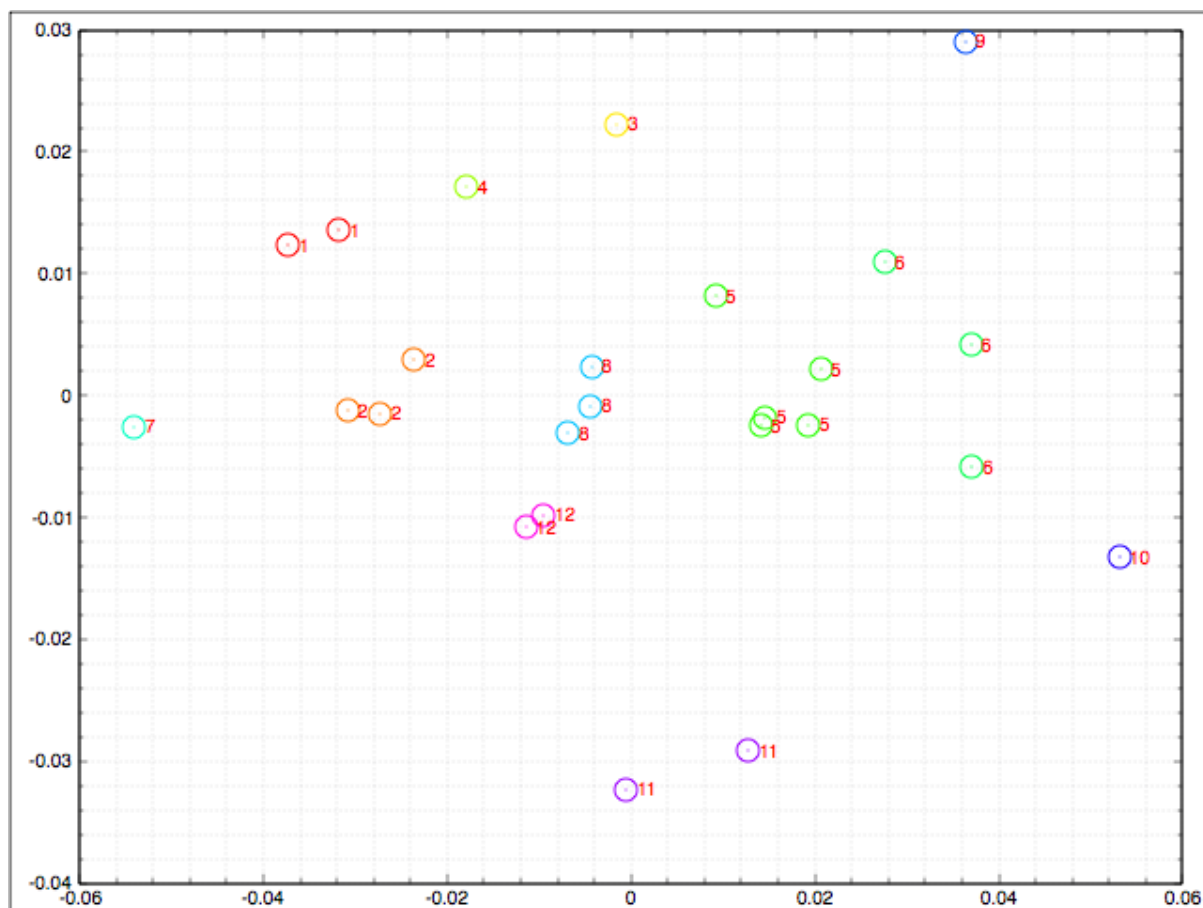


Рис. 2. Результат классификации выделенных непроемных речевых элементов

Для оптимального разбиения на кластеры, с помощью иерархической кластеризации, использовался критерий d-индекса [4]. В результате кластеризации выделено 12 компактных областей, состоящих из непроемных речевых элементов. На рисунке 3 каждой метке «o» соответствует номер компактной области. В результате перехода к новым обобщенным непроемным элементам для каждого слова из базы данных получены модели слов из 12 элементов (таблица 1).

Таблица 1

Цепочки речевых элементов для каждого из слов

Слово	Цепочки из речевых элементов
Ноль	12 – 8 – 3
Один	12 – 5
Два	5 – 9
Три	2 – 7
Четыре	11 – 6 – 8
Пять	2 – 8
Шесть	1 – 8 – 10
Семь	2 – 5
Восемь	6 – 5 – 10
Девять	4 – 5 – 1

Результаты моделирования

Для построения модели сети Петри и описаний числительных от «но-ля» до «девятой» преобразуем таблицу 1. Число мест в сети равно количеству уникальных речевых элементов 12. Дуги в сети состоят из переходов между

речевыми элементами в цепочке каждого из слов. В результате построена сеть Петри для базы знаний слов. Графическое представление полученного результата представлено на рисунке 3.

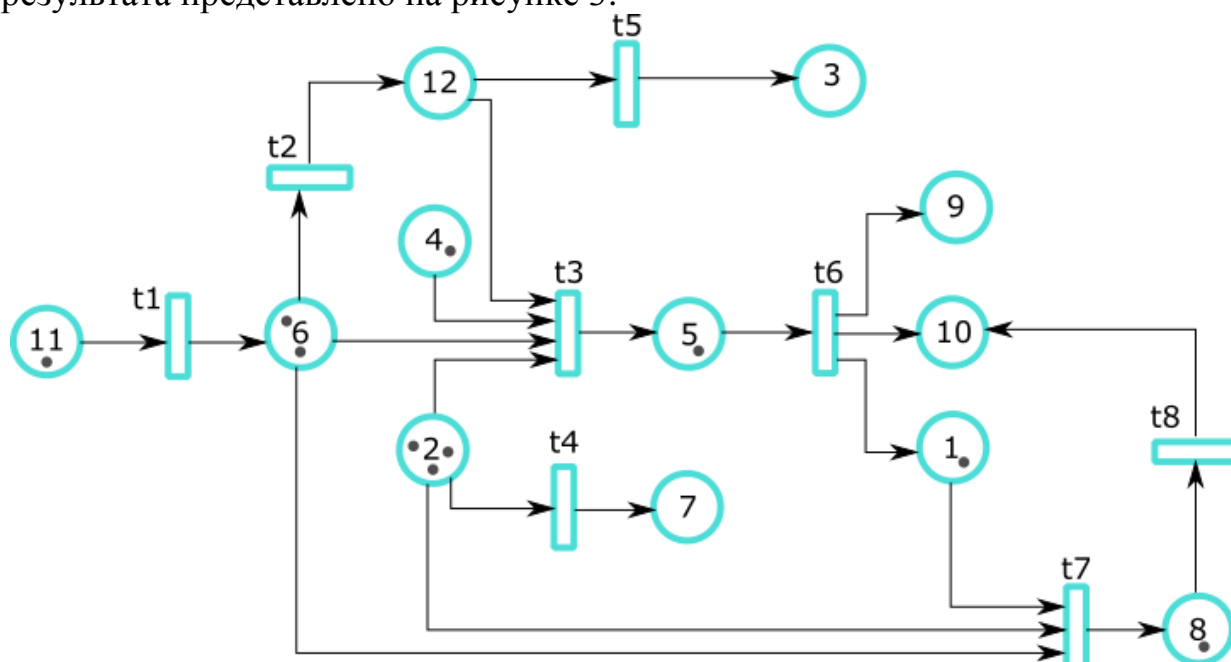


Рис. 3. Схема сети Петри для числительных от «ноля» до «девяти»

Результат преобразования всех слов из обучающей выборки подтверждает правильность построенной модели для дикторов, участвующих в обучении.

Список литературы

1. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.: Мир, 1984. – 264 с.
2. Плотников В. Н., Суханов В. Н., Жигулевцев. Речевой диалог в системах управления. – М.: Машиностроение, 1988. – 224 с.
3. Рабинер Л.Р. Цифровая обработка речевых сигналов: [пер. с англ.] / Л.Р. Рабинер, Р.В. Шафер. – М.: Радио и связь, 1981. – 251 с.
4. Lebart L., Morineau A., Piron M. Statistique Exploratoire Multidimensionnelle. – Paris: Dunod, 2006. – 480 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОВАРЯ РЕЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Бондарев В.А.

аспирант кафедры систем автоматического управления,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Россия, г. Москва

В настоящей статье приведено экспериментальное исследование методов выделения непроектируемых речевых элементов с помощью автоматической классификации. Также приводится описание метода оптимального определения числа непроектируемых речевых элементов в слове. В статье большое внимание уделяется экспериментальным под-