



### Литература

1. Степаненко И.С. Исследование процесса заполнения пресс-формы при инъекционном литье лопаток из композиционных материалов / И.С. Степаненко, И.Н. Хаймович // *Фундаментальные исследования*. - 2015. - № 7-2. - С. 293-297.
2. Trapet E. The virtual CMM concept / E. Trapet, F. Waldele // *World scientific publ. comp.* - 1996. - P. 238-247.
3. Besl P.J. A method for registration of 3-D shapes / P.J. Besl, N.D. McKay // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 1992. - Vol. 14, № 2. - P. 239-256.
4. Powell, M.J.D. A fast algorithm for nonlinearly constrained optimization calculations, numerical analysis / M.J.D. Powell // *Numerical Analysis*. - 1978. -Vol. 630. - P. 144-157.

С.А. Прохоров, А.А. Столбова, Д.С. Бочаров

### РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА СИГНАЛОВ

(Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва)

### Введение

В настоящее время практически не встречается такой области науки или производства, перед которой не стояла бы задача анализа каких-либо сигналов. Существует ряд методов, позволяющих решать данную задачу, наиболее популярными из которых являются преобразование Фурье, оконное преобразование Фурье и вейвлет-преобразование, являющееся наиболее перспективным в настоящее время.

Вейвлет-анализ широко применяется в задачах [1]:

- распознавания образов;
- обработки и синтеза различных сигналов, например, речевых;
- анализа изображений самой различной природы, например, рентгенограмм или спутниковых изображений;
- свертки больших объемов информации и во многих других случаях.

Цель работы заключается в создании мобильного приложения, осуществляющего непрерывный вейвлет-анализ сигналов.

### Теоретическая часть

Для определенности под словом «сигнал» в дальнейшем будет понимать одномерный сигнал, являющийся функцией времени, а под словосочетанием «вейвлет-преобразование» – непрерывное вейвлет-преобразование.

Вейвлет-преобразование сигнала состоит в его разложении по базису, полученному из обладающей определенными свойствами функции (вейвлета) по-



средством переносов и масштабных изменений. Каждая из функций этого базиса характеризует как пространственную частоту, так и ее локализацию во времени [1]. Функция, служащая прототипом для образования базиса, которую также называют материнским (или базисным) вейвлетом, должна удовлетворять условиям ограниченности и нулевого среднего [2]:

$$\begin{cases} \int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) dt = 0; \\ \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(t)|^2 dt < \infty. \end{cases}$$

Непрерывное вейвлет-преобразование определяется следующей формулой:

$$W(\tau, s) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi^* \left( \frac{t - \tau}{s} \right) dt,$$

где  $s$  – параметр масштаба;

$f(t)$  – исходный сигнал;

$\psi^*$  – комплексно сопряженная к материнскому вейвлету функция преобразования;

$\tau$  – параметр сдвига.

Масштабный коэффициент  $1/\sqrt{|s|}$  вводится для того, чтобы интеграл от квадрата любого вейвлета этого семейства не отличался от такого интеграла для материнского вейвлета.

Вейвлет-анализ основан на выявлении корреляции между анализируемым сигналом и семейством базисных функций, полученных из материнского вейвлета. Процесс анализа сигнала с помощью вейвлет-преобразования может быть описан следующим алгоритмом:

1. Помещение вейвлета в начальный временной интервал анализируемого сигнала;
2. Вычисление коэффициента корреляции между вейвлетом и анализируемым сигналом на данном временном отрезке при заданном масштабе;
3. Сдвиг вейвлета вдоль временной оси на некоторый малый промежуток времени;
4. Повтор пунктов 2 и 3 до тех пор, пока сигнал не будет проанализирован на всей временной области его существования;
5. Изменение масштаба анализирующей функции (материнского вейвлета);
6. Повтор пунктов 1-5 до тех пор, пока сигнал не будет проанализирован на всех требуемых масштабах.



### Описание прототипа системы

Прототип системы организован в виде клиент-серверного приложения. Для разработки прототипа используется язык Java.

Клиентская часть представляет собой мобильное приложение под управлением операционной системы Android и реализует следующий функционал:

- задание анализируемого сигнала;
- выбор базисного вейвлета из предоставленного набора;
- задание параметров преобразования;
- отправка данных в формате JSON на сервер и получение результатов от него;
- визуализация результатов.

Поскольку расчет вейлет-преобразования является достаточно ресурсоемкой задачей, а мобильные устройства обладают более скромной аппаратной базой, чем стационарные ЭВМ, решение этой задачи возложено на серверную часть прототипа приложения.

### Заключение

В результате работы создан прототип системы, реализующей вейвлет-анализ одномерных сигналов. Прототип обеспечивает базовую функциональность для проведения вейвлет-анализа и позволяет задать анализируемый сигнал, параметры преобразования, базисный вейвлет, выполнить расчет преобразования и визуализацию результатов.

В перспективе необходимо предусмотреть ряд возможностей, таких как: авторизация клиента, сохранение результатов и соответствующих им параметров в базу данных, возможность анализа двумерных сигналов, трехмерная визуализация результатов.

### Литература

1. Астафьева, Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения [Текст] / Н.М. Астафьева // Успехи физических наук. -1996. -Т. 166. -Вып. 11. -С. 1145-1170.
2. Нагорнов, О.В. Вейвлет-анализ в примерах [Текст]: учебное пособие / О.В. Нагорнов, В.Г. Никитаев, В.М. Простокишин, С.А. Тюфлин [и др.]. -М.: НИЯУ МИФИ, 2010. -120 с.



С.А. Прохоров, С.А. Сучкова, Е.В. Матыцин, И.М. Куликовских

### СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

(Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва)

Применение технологий анализа данных в области образования привело к формированию новой образовательной модели – адаптивного обучения. Основная идея, положенная в основу адаптивного обучения [1-6], заключается в персонализации процесса обучения через формирование индивидуальных обучающих траекторий. Как правило, в качестве исходных данных для построения обучающей траектории используется следующая информация [7,8]:

- цели и алгоритмы взаимодействия группы обучаемых;
- алгоритмы обработки данных в реальном времени для формирования системы рекомендаций;
- формирование признаков, отражающих знания и умения обучаемых;
- формирование признаков, отвечающих за особенности восприятия информации;
- формирование признаков, оценивающих чувствительность обучаемых к изменениям в преподавании, темпе, обучающем контенте и т.д.

Основным результатом построения обучающей траектории является адаптация процесса обучения на основе следующих количественных показателей:

- статистика успеваемости каждого обучаемого, учитывающая историю обучения;
- результаты предсказания успеваемости, скорости и вероятности достижения цели, а также ожидаемую оценку и уровень знаний.

Следует отметить, что помимо количественных показателей, индивидуальная траектория позволяет проанализировать обучающий контент по множеству показателей: специфика выделения ключевых идей, анализ структуры материала, уровень его сложности, формат и т.д.

Предлагаемые ранее системы адаптивного обучения, главным образом, направлены на анализ демонстрируемых знаний обучаемых с целью их дальнейшего развития. Однако, знания могут быть частичными и, таким образом, выраженными неявно. Одним из способов контроля качества знаний, при котором приходится сталкиваться с проблемой оценивания частичных знаний, является тестирование с множественным выбором. Помимо двух простейших исходов, когда обучаемый знает правильный ответ и отвечает правильно либо не знает и пропускает, могут быть следующие варианты: