



*ICharts Of Wavelet Transformation View;*

- Презентер *Charts Of Wavelet Transformation Presenter;*
- Модель преобразования осталась прежней.

При применении данных паттернов при реализации комплекса были получены следующие преимущества:

- описание комплекса программ стало более простым и удобным за счет модульной структуры;
- комплекс программ более гибкий, по сравнению с предыдущей системой, появилась возможность добавить модули, необходимые для решения практических задач;
- снизилась трудоемкость при модификации алгоритмов вычисления вейвлет-преобразования, организации имитационного моделирования и др.;
- отладка и тестирование алгоритмов стала проще.

### Литература

1. Добеши, И. Десять лекций по вейвлетам / И. Добеши. – Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 464 с.
2. Приемы объектно-ориентированного программирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влссидес. – СПб : Питер, 2001. – 368 с. : ил. – (Серия «Библиотека программиста»).
3. Прикладной анализ случайных процессов / под ред. С. А. Прохорова. – Самара : СНЦ РАН, 2007. – 582 с.
4. Прохоров С. А., Столбова А. А. Автоматизированная информационная система вейвлет-анализа случайных процессов // Проблемы автоматизации и управления в технических системах: Сб. ст. / Издательство ПГУ. – Пенза, 2013. – С. 159-163.
5. Свид. 2013613175 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Автоматизированная система вейвлет-анализа случайных процессов. / С. А. Прохоров, А. А. Столбова; заявитель и правообладатель С. А. Прохоров (RU), А. А. Столбова (RU) . – №2013613175; заявл. 05.02.2013; опубл. 27.03.2013, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

И.С. Ризаев, Л.М. Шарнин, З.Т. Яхина

### ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

(Казанский национальный исследовательский  
технический университет им.А.Н.Туполева – КАИ)

Задачей классификации является разбиение множества объектов, характеризующиеся определенными признаками, на классы – непересекающиеся



группы множеств. Формально требуется определить значение зависимой переменной на основании значений других переменных, характеризующих данный объект.

Пусть  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$  представляет множество объектов. Каждый объект характеризуется набором переменных:  $x_i = \{a_1, a_2, a_3, \dots, y\}$ , где  $a_j$  – независимые переменные, а  $y$  – зависимая переменная, значение которой и надо определить.

Так как сведения, полученные из различных источников, носят вербальный характер, то для решения данной задачи можно использовать дискриминантный анализ, в основе которого лежит метод «наивного Байеса» [1]. Метод называется наивным, так как исходит из предположения о взаимной независимости признаков. Метод Байесовской классификации является статистическим методом, который позволяет предсказать вероятность принадлежности объекта к заданному классу [3,4].

Пусть имеется объект  $X$ , класс которого неизвестен, а также гипотеза  $H$ , согласно которой  $X$  относится к некоторому классу  $C$ . Для решения задачи классификации определим условную вероятность  $P(H/X)$ . Очевидно  $P(H/X)$  – апостериорная вероятность выполнения гипотезы  $H$  при наблюдении за объектом  $X$ . При заданных вероятностях  $P(X)$ ,  $P(H)$  и  $P(H/X)$  апостериорная вероятность составит:

$$P(H / X) = \frac{P(X / H)P(H)}{P(X)}$$

Пусть исходное множество данных содержит атрибуты  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ . Заданы классы  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ , наблюдения  $X$ , для которого необходимо определить класс. Необходимо определить класс, который имеет наибольшую апостериорную вероятность  $P(H/X)$ . Наивный байесовский классификатор относит наблюдение  $X$  к классу  $C_i$  тогда, когда выполняется условие  $P(C_i/X) > P(C_k/X)$  для любых  $1 \leq i \leq n, i < n$ .

$$P(C_i / X) = \frac{P(X / C_i)P(C_i)}{P(X)}$$

Так как вероятность  $P(X)$  для всех классов одинакова, максимизировать требуется только числитель. Если априорная вероятность  $P(C_i)$  неизвестна, то предполагают, что классы равновероятны. В этом случае выбирают максимальную вероятность  $P(X/C_i) - C_{map}$ .

$$C_{map} = \arg \max_{c \in C} [P(X / C)P(C_i)]$$

Тогда для набора атрибутов  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  будем иметь:

$$P(X / C_i) = P(x_1 / C_i)P(x_2 / C_i) \dots P(x_n / C_i) = \prod_{i=1}^n P(x_i / C_i)$$

Полученное выражение подставим в  $C_{map}$

$$C_{map} = \arg \max_{c \in C} [P(C_i) \prod P(x_i / C_i)]$$

*Пример.* Пусть ставится задача – покупка подержанного автомобиля.



В России все автомобили делятся на классы в зависимости от вида и размера кузова: малогабаритные, переднеприводные («хэтчбэк»), низший средний класс («гольф-класс»), средний класс, высший средний класс, мощные автомобили («люкс», «представительский класс») [2].

Составим таблицу, объединяющую классы машин в три группы: мини-машины; средний класс машин; мощные (табл.1).

Решение о покупке автомобиля основывается на показателях: класс машины, страна производитель, повреждение автомобиля, коробка переключения передач (КПП) –механическая или автоматическая

Таблица 1. Набор данных автомобилей

№	Класс машин	Страна	Повреждения на автомобиле	Вид КПП	Покупать
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$
1	мини	Корея	среднее	МКПП	да
2	мини	Корея	высокое	МКПП	да
3	средний	Корея	среднее	МКПП	нет
4	мощные	Германия	среднее	МКПП	да
5	мощные	Япония	среднее	АКПП	нет
6	мощные	Япония	высокое	АКПП	нет
7	средний	Япония	высокое	АКПП	да
8	мини	Германия	среднее	МКПП	нет
9	мини	Япония	среднее	АКПП	да
10	мощные	Германия	среднее	АКПП	да
11	мини	Германия	высокое	АКПП	да
12	средний	Германия	высокое	МКПП	да
13	средний	Корея	среднее	АКПП	да
14	мощные	Германия	высокое	МКПП	нет

В зависимости от класса, страны, КПП и повреждений все машины делятся на два класса: покупать (да) или не покупать (нет). Здесь  $A = \{A_1, A_2, A_3, A_4\}$  переменные атрибуты.  $A_5$  – решение.

Пусть вероятность очередного автомобиля, выбранного покупателем, определим следующим образом:

$X = (\text{Класс машины} = \text{средний}, \text{ страна} = \text{Япония}, \text{ повреждения} = \text{среднее}, \text{ КПП} = \text{АКПП})$

Обозначим через  $C_1$  класс, обозначающий что Покупатель говорит - Да,  $C_2$  – скорее Нет.

Вероятность классов:  $P(C_1) = 9/14 = 0,643$ ;  $P(C_2) = 5/14 = 0,357$ .

Далее приведем расчет условных вероятностей:

$P(A_1) = \text{мини} / A_5 = \text{Да} = 4/9 = 0,444$ ;

$P(A_1) = \text{мини} / A_5 = \text{Нет} = 1/5 = 0,200$ ;



$$P(A_2)=\text{Япония}/A_5=\text{Да})=4/9=0,444;$$

$$P(A_2)=\text{Япония}/A_5=\text{Нет})=2/5=0,400;$$

$$P(A_3)=\text{среднее}/A_5=\text{Да})=5/9=0,555;$$

$$P(A_3)=\text{среднее}/A_5=\text{Нет})=3/5=0,600;$$

$$P(A_4)=\text{АКПП}/A_5=\text{Да})=5/9=0,555;$$

$$P(A_4)=\text{АКПП}/A_5=\text{Нет})=2/5=0,400;$$

Расчет условных вероятностей  $P(X/C_i)$  составит:

$$P(X/A_5=\text{Да})=P(A_1=\text{мини}/A_5=\text{Да}) \cdot P(A_2=\text{Япония}/A_5=\text{Да}) \cdot P(A_3=\text{среднее}/A_5=\text{Д}$$

$$\text{а}) \cdot P(A_4=\text{АКПП}/A_5=\text{Да})=0,061;$$

$$P(X/A_5=\text{Нет})=P(A_1=\text{мини}/A_5=\text{Нет}) \cdot P(A_2=\text{Япония}/A_5=\text{Нет}) \cdot$$

$$P(A_3=\text{среднее}/A_5=\text{Нет}) \cdot P(A_4=\text{АКПП}/A_5=\text{Нет})=0,019;$$

$$P(X/C=\text{Да}) \cdot P(C_1)=0,039;$$

$$P(X/C=\text{Нет}) \cdot P(C_2)=0,007.$$

Класс  $C_1$  больше  $C_2$ , следовательно, данную машину Покупатель готов купить.

**Заключение.** С помощью данного метода решается задача бинарной классификации, так как все объекты (машины) делятся на два класса: покупать, не покупать. С помощью рассмотренной методики можно проводить классификацию для решения самых различных задач: выделение пожароопасных участков в лесных массивах, экологический мониторинг, отнесение сообщений в интернете в разряд «спам», выделение дорог низкого качества и многое другое.

### Литература

1. Барсегян А.А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP/ А.А.Барсегян, М.С.Куприянов, В.В.Степаненко, И.И.Холод. СПб.:БХВ-Петербург, 2008. – 384 с.

2. [www.pushcar.ru/poleznoe/klassi\\_auto.htm](http://www.pushcar.ru/poleznoe/klassi_auto.htm)

3. Ризаев И.С. Интеллектуальный анализ данных для поддержки принятия решений. / И.С.Ризаев, Я.Рахал. – Казань: Изд-во МОиН РТ, 2011. - 172 с.

4. Ризаев И.С., Осипова А.Л. Компьютерные технологии при решении задач классификации. / И.С.Ризаев, А.Л.Осипова Аналитическая механика, устойчивость и управление: Труды X Международной Четаевской конференции. Т.4. Секция 4. Компьютерные технологии в образовании, управлении производством и тренажеры. Казань, 2012, Изд-во КГТУ с.243-249.

Д.А. Сердобинцева

### РАСЧЕТ СПЕКТРАЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ МАССИВОВ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРОВ

(Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика  
С.П. Королева (национальный исследовательский университет))