



$$W_{ip} = W_{ip}(t) - \alpha_i(t) \frac{\partial E}{\partial W_{ip}}, \quad (1)$$

где  $W_{ip}$  – весовой коэффициент, соответствующий  $i$  нейрону слоя  $p$ ;

$\alpha_i$  – адаптивный шаг обучения для скрытого слоя;

$t$  – номер текущей итерации.

Подробно формула (1) обоснована в [3].

Алгоритм обучения синтезированной НСМ СПРЛСП представлен на рисунке 5, где:

- $P$  – общее число слоев НСМ;
- $Q$  – массив всех обучающих выборок;
- $R$  – общее количество всех обучающих выборок в массиве  $Q$ ;
- $u$  – обучающая выборка на текущей итерации.



Рис. 5. Алгоритм обучения синтезированной НСМ СПРЛСП

Следует заключить, что разработанный комплекс алгоритмов реализует на практике типовую нейроструктурную модель системы искусственного интеллекта для решения сетевых проблем. Представленные алгоритмы также могут служить основой для дальнейших исследований в направлении совершенствования модулей автоматизации принятия управленческих решений в различных телекоммуникационных структурах.



### Литература

1. Норткат Стивен. Обнаружение нарушений безопасности в сетях. – 3-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 447 с.
2. Лукацкий А. В. Обнаружение атак. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003 (Акад. тип. Наука РАН). – 596 с.
3. Рудой Г. И. Выбор функции активации при прогнозировании нейронными сетями [Электронный ресурс]. – URL: <http://jmla.org/papers/doc/2011/no1/Rudoy2011Selection.pdf> (дата обращения: 12.03.2016).
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.

П.О. Корчагин

### ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ МЕТОДОМ «УВЕРЕННЫХ СУЖДЕНИЙ ЛПР»

(Самарский государственный архитектурно-строительный университет)

Обеспечение эффективных методов в условиях многокритериальной оценки альтернатив является актуальной задачей. Для её решения предложен целый ряд методов и реализующих их программных продуктов, начиная от Sprinter, MEDIAC и Brandaid[1] и до современных систем Decision Deck[2], diviz[3], MCDA-ULaval[4] и других. Активно работает Европейская рабочая группа по многокритериальному принятию решений (EURO Working Group Multicriteria Decision Aiding)[5], которая организует конференции, встречи, работает с людьми, заинтересованными в практическом применении методов поддержки принятия решений.

Наличие множества различных подходов, как ни парадоксально, осложняет её решение, потому что создаёт у ЛПР неопределённость в обоснованном выборе «лучшего» из них. Так, в перечисленных системах применяются методы осреднённой оценки нескольких привлекаемых экспертов, весовых коэффициентов, попарного сопоставления сравнительной значимости частных критериев. Путём снятия этой неопределённости является формулирование основного критерия эффективности наилучшего подхода. По нашему мнению, что рассматриваются лишь достаточно аргументированные подходы, таким критерием является лёгкость в понимании ЛПРом основных гипотез, лежащих в их основе и отсутствие дополнительных требований к самому лицу принимающему решение, вроде попарного сравнения всех альтернатив или назначения «весовых коэффициентов» частных критериев.

С этих позиций, предпочтительным представляется метод «уверенных суждений ЛПР» [6,7]. Суть метода уверенных суждений заключается в отказе от сужения возможностей по принятию решений, а наоборот, учёт всех возможных вариантов решений задачи.



Сравнительными характеристиками решенной задачи являются мягкий и жёсткий рейтинги. Мягкий рейтинг отражает среднюю сравнительную эффективность этого решения по сравнению с другими решениями, оказавшимися наилучшими при различных способах учета неопределенности для данного варианта. Жёсткий рейтинг есть доля способов учета неопределенности.

В докладе описывается программная система, реализующая метод уверенных суждений. Это веб-приложение, использующее архитектурный паттерн MVC, что позволяет разделить логику от отображения. Сайт написан на языке PHP 5.4. В качестве хранилища данных используется РСУБД Postgresql 9.

Главный экран системы содержит ссылки: пользователи, задачи, доработки, администратор. Вход в систему осуществляется вводом логина и пароля. Регистрация осуществляется через обращение к администратору системы. Система содержит банк пользователей, каждый из зарегистрированных пользователей имеет в своём распоряжении банк своих задач, которые может создавать, инициализировать, редактировать.

Отдельная задача представляет собой таблицу, строки которой отвечают альтернативам, а столбцы частным критериям, по которым оценивается эффективность альтернатив. По каждому критерию задаётся направление оптимизации (на минимум, нейтрально, на максимум), шкала измерения значений критериев (количественная или порядковая) и группа важности. Введение групп важности является положительной отличительной особенностью метода уверенных суждений, поскольку позволяет ЛППРу отражать свои предпочтения в порядковой, а не в количественной шкале, поскольку измерение своих предпочтений в количественной шкале является невыполнимым требованием к ЛППРу.

Система обеспечивает добавление и исключение альтернатив вариантов, ввод и редактирование их названий, ввод значений критериев для различных альтернатив непосредственно на экране. Кроме того возможна подготовка по аналогичному шаблону исходной информации в формате электронных таблиц OpenOffice Calc, Microsoft Excel и импорт их в систему. При нажатии на кнопку «Расчёт» происходит вычисление жёсткого и мягкого рейтингов альтернатив, причём объём случайной выборки моделирующей множество неопределённой весовых коэффициентов в методе уверенных суждений устанавливается пользователем в зависимости от желаемого им времени получения результатов. При нажатии на заголовок любого столбца таблицы происходит её упорядочение по элементам этого столбца.

Результаты решения могут быть сохранены в базе задач пользователя и выведены для документирования и дальнейшей работы с ними в формате электронных таблиц OpenOffice Calc, Microsoft Excel. Кроме того, реализована функция версионности. Этот механизм позволяет лицу принимающему решение углубляться в раздумия, корректировать условия решаемой задачи, сопоставляя соответствующие результаты в виде дерева возможных модификаций задачи принятия решения.



Система использовалась при сравнительной оценке структуры проектных решений по беспилотным летательным аппаратам (совместно с В. С. Брусовым) и сравнении эффективности национальных исследовательских университетов РФ (совместно с В. В. Малышевым), а также в ряде других приложений.

### Литература

1. A Brief History of Decision Support Systems // Decision Support Systems Resources URL: <http://dssresources.com/history/dsshistory.html> (дата обращения: 13.03.2016)
2. The Decision Deck project URL: <http://www.decision-deck.org/project/> (дата обращения: 13.03.2016).
3. Design, execute and share MCDA methods URL: <http://www.decision-deck.org/diviz/> (дата обращения: 13.03.2016).
4. Multi-Criteria Decision Aiding tool // MCDA-ULaval URL: <http://cersvr1.fsa.ulaval.ca/mcda/?q=en> (дата обращения: 13.03.2016).
5. EURO Working Group Multicriteria Decision Aiding URL: <http://www.cs.put.poznan.pl/ewgmcda/> (дата обращения: 13.03.2016).
6. С.А.Пиявский Два новых понятия верхнего уровня в онтологии многокритериальной оптимизации
7. Малышев В.В., Пиявский С.А. Метод “уверенных суждений” при выборе многокритериальн, Известия Российской академии наук., серия «Теория и системы управления», №5. 2015 – с. 90-101

О.Г. Костянян, А.В. Куприянов

### КЛАСТЕРИЗАЦИЯ БОЛЬШИХ ОБЪЁМОВ ДАННЫХ

(Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва,  
Институт систем обработки изображений РАН)

На сегодняшний день в мире накоплено огромное количество разной неструктурированной информации, из которой не сразу можно получить сколь-нибудь значимые знания. С целью упрощения восприятия огромных объемов данных разработано много алгоритмов кластеризации.

Кластеризация позволяет упростить дальнейшую обработку данных, сократить объём хранимых данных, выделить нетипичные объекты, построить иерархию множества объектов.

Кластеризация – это объединение схожих объектов в группы. В области анализа данных и Data Mining, кластеризация является фундаментом. Область применения кластеризации очень широка:

- сегментация изображений;
- анализ текстов;
- борьба с мошенничеством;