

Система оценивания результатов научно-исследовательской работы

Седова Нелли Алексеевна

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

магистрант

Аннотация

В статье описывается модель для автоматической оценки научно-исследовательских работ на основе нечеткой логики. Модель содержит 8 входных лингвистических переменных и состоит из двух входных подмодулей и одного выходного подмодуля, что позволило сформировать базу правил из 211 правил нечетких продукций. Для модели разработан графический пользовательский интерфейс, который позволяет вводить информацию по полученным за научно-исследовательскую работу критериям и автоматически вычислять значение оценки представленной научно-исследовательской работы. Тестирование показывает работоспособность модели и адекватность ее реакции тестовым примерам.

Ключевые слова: научно-исследовательская работа, автоматическая оценка, нечеткая система

Assessment system of the results of research work

Sedova Nelly Alekseevna

Sholom-Aleichem Priamursky State University

master's student

Abstract

This article describes a fuzzy logic model for automatic assessment of research works. The model contains eight input linguistic variables and consists of two input submodules and one output submodule, which made it possible to form a rule base of 211 fuzzy production rules. A graphical user interface has been developed for the model. It allows you to enter information on the criteria obtained for research work and automatically calculate the value of the assessment of the submitted research work. Testing shows good operability of the model and the adequacy of its response to test examples.

Keywords: research work, automatic assessment, fuzzy system

В материалах [1] приведены критерии для оценки научно-исследовательских работ, при этом указаны восемь критериев, каждый из которых вполне можно задать в виде лингвистической переменной (ЛП). В настоящей работе предлагается модель на базе теории нечётких множеств для автоматической оценки уровня научно-исследовательской работы. Такая модель может использоваться для оценки научно-исследовательских работ

школьников, студентов и магистрантов. Для реализации нечёткой модели оценки научно-исследовательских работ выбрана программная среда FuzzyTECH [2, 3], поскольку она имеет достаточно широкие возможности по реализации нечётких систем.

Структура нечёткой модели, реализованной в FuzzyTech, для оценки научно-исследовательской работы представлена на рис. 1.

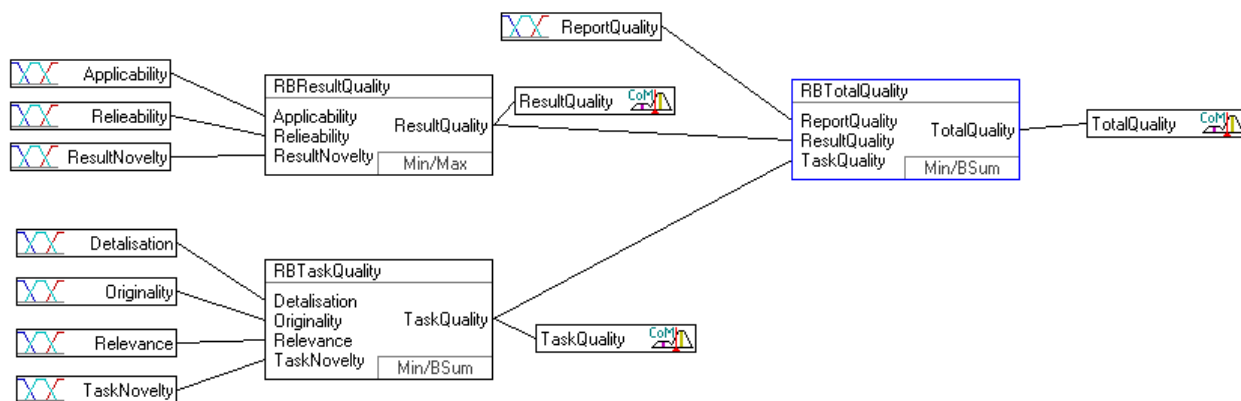


Рисунок 1 – Структура нечёткой модели оценки научно-исследовательской работы

Опишем входные и выходные лингвистические переменные, при этом отметим, что поскольку имеется восемь входных переменных, поэтому даже имея в каждой по три терма, мы имеем общее число правил нечётких продукций, равное три в восьмой степени, т.е. равное 6561, что серьёзно осложняет процесс составления базы правил. Поэтому принято решение разбить структуру нечёткой модели оценки научно-исследовательской работы на три подсистемы, при этом третья выдаёт в качестве выходной лингвистической переменной значение по десятибалльной системе (чем выше балл, тем выше уровень научно-исследовательской работы).

Выходная ЛП «ResultsQuality» (Качество результатов) включает входные ЛП «Applicability» (Научное и практическое значение результатов работы), «Reliability» (Достоверность результатов) и «ResultNovelty» (Новизна полученных результатов), которые позволяют составить обобщенную оценку качества представленных научно-исследовательских результатов.

Выходная ЛП «TaskQuality» (Качество задачи) включает входные ЛП «Originality» (Оригинальность методов решения задачи, исследования), «Relevance» (Актуальность поставленной задачи) и «TaskNovelty» (Новизна решаемой задачи), которые позволяют составить обобщенную оценку затронутой в исследовании задачи.

Выходная ЛП «TotalQuality» (Общее качество) включает ЛП «ResultsQuality» (Качество результатов), «ReportQuality» (Изложение доклада и эрудированность автора в рассматриваемой области) и «TaskQuality» (Качество задачи), являясь полноценной оценкой научно-исследовательской работы.

Первая входная ЛП «Applicability» (Научное и практическое значение результатов работы) характеризуется базовым терм-множеством {Beneath_notice (Не заслуживают внимания), For_school (Можно использовать в научной работе школьников), For_education (Можно использовать в учебном процессе), For_practice (Результаты заслуживают опубликования и практического использования)}, при этом терм «Beneath_notice» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 4$, терм «For_school» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 4$, $c = 6$, терм «For_education» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 4$, $b = 6$, $c = 8$, терм «Detalisation» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 6$, $b = 8$.

Вторая входная ЛП «Detalisation» (Уровень проработанности исследования, решения задачи) характеризуется базовым терм-множеством {Unacceptable (Решение не может рассматриваться как удовлетворительное), Inadequate (Недостаточный уровень проработанности решения), Detalised (Задача решена полностью и подробно с выполнением всех необходимых элементов исследования)}, при этом терм «Unacceptable» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 5$, терм «Inadequate» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 5$, $c = 8$, терм «Detalised» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 8$.

Третья входная ЛП «Originality» (Оригинальность методов решения задачи, исследования) характеризуется базовым терм-множеством {Traditional (Используются традиционные методы решения), New_methods (Имеет новый подход к решению, использованы новые идеи), Unique_solution (Решена новыми, оригинальными методами)}, при этом терм «Traditional» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 5$, терм «New_methods» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 5$, $c = 8$, терм «Unique_solution» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 8$.

Четвертая входная ЛП «Relevance» (Актуальность поставленной задачи) характеризуется базовым терм-множеством {Not_relevant (Не актуальна), Hard_to_define (Степень актуальности определить сложно), Auxiliary (Носит вспомогательный характер), Highly_relevant (Имеет большой практический и теоретический интерес)}, при этом терм «Not_relevant» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 4$, терм «Hard_to_define» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 4$, $c = 6$, терм «Auxiliary» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 4$, $b = 6$, $c = 8$, терм «Highly_relevant» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 6$, $b = 8$.

Пятая входная ЛП «Reliability» (Достоверность результатов) характеризуется базовым терм-множеством {Unreliable (Недостоверные), Reliable (Достоверные)}, при этом терм «Unreliable» имеет линейную Z-

образную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.5$, $b = 0.5$, терм «Relieable» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 0.5$, $b = 0.5$.

Шестая входная ЛП «ReportQuality» (Изложение доклада и эрудированность автора в рассматриваемой области) характеризуется базовым терм-множеством {Defective (Плохая эрудированность и качество доклада), Average (Средняя эрудированность и качество доклада), Qualitative (Высокая эрудированность и качество доклада)}, при этом терм «Defective» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 5$, терм «Average» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 5$, $c = 8$, терм «Qualitative» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 8$.

Седьмая входная ЛП «ResultNovelty» (Новизна полученных результатов) характеризуется базовым терм-множеством {Nothing_new (Ничего нового нет), New_moments (Имеются элементы новизны), New_approach (Имеется новый подход к решению известной проблемы), New_experiment (Разработан и выполнен оригинальный эксперимент), Unique (Получены новые теоретические и практические результаты)}, при этом терм «Nothing_new» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 1$, $b = 3$, терм «New_moments» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 1$, $b = 3$, $c = 5$, терм «New_approach» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3$, $b = 5$, $c = 7$, терм «New_experiment» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7$, $c = 9$, терм «Unique» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 7$, $b = 9$.

Восьмая входная ЛП «TaskNovelty» (Новизна решаемой задачи) характеризуется базовым терм-множеством {Nothing_new (Задача известна давно), New_moments (Задача имеет элементы новизны), New_approach (Решение известной задачи рассмотрено с новой точки зрения, новыми методами), Unique (Поставлена новая задача)}, при этом терм «Nothing_new» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 4$, терм «New_moments» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 4$, $c = 6$, терм «New_approach» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 4$, $b = 6$, $c = 8$, терм «Unique» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 6$, $b = 8$.

Первая выходная ЛП «ResultsQuality» (Качество результатов) характеризуется базовым терм-множеством {Defective (Незавершенный), Average (Средне), Qualitative (Качественно)}, при этом терм «Defective» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 5$, терм «Average» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 5$, $c = 8$, терм «Qualitative» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 8$.

Вторая выходная ЛП «TaskQuality» (Качество задачи) характеризуется базовым терм-множеством {Defective (Незавершенный), Average (Средне),

Qualitative (Качественно)}, при этом терм «Defective» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 5$, терм «Average» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 2$, $b = 5$, $c = 8$, терм «Qualitative» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 8$.

Третья выходная ЛП «TotalQuality» (Общее качество) характеризуется базовым терм-множеством {Defective (Незавершенный), Unacceptable (Неприемлемо), Average (Средне), Acceptable (Приемлемо), Qualitative (Качественно)}, при этом терм «Defective» имеет линейную Z-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 1$, $b = 3$, терм «Unacceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 1$, $b = 3$, $c = 5$, терм «Average» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 3$, $b = 5$, $c = 7$, терм «Acceptable» имеет треугольную функцию принадлежности с параметрами $a = 5$, $b = 7$, $c = 9$, терм «Qualitative» имеет линейную S-образную функцию принадлежности с параметрами $a = 7$, $b = 9$.

Отметим, что универсальное множество для ЛП «Reliability» (Достоверность результатов) представляет собой отрезок $[0; 1]$, так как является логической переменной, а универсальное множество для всех остальных лингвистических переменных представляет собой отрезок $[0; 10]$.

Общее число правил реализованной нечёткой модели рассчитывается от суммы двух промежуточных блоков правил и одного результирующего блока, в сумме вся база правил содержит $27 + 40 + 144 = 211$ правил нечётких продукций, при этом следует отметить, что получившееся число правил значительно меньше, чем если сразу на блок правил подавать все восемь лингвистических переменных.

Приведём примеры правил нечётких продукций.

База правил нечетких продукций RBTotalQuality состоит из 27 правил следующего вида:

Правило № 1: Если «ReportQuality = Defective» И «ResultQuality = Defective» И «TaskQuality = Defective», то «TotalQuality = Defective».

...

Правило № 11: Если «ReportQuality = Average» И «ResultsQuality = Defective» И «TaskQuality = Average», то «TotalQuality = Unacceptable».

...

Правило № 16: Если «ReportQuality = Average» И «ResultsQuality = Qualitative» И «TaskQuality = Defective», то «TotalQuality = Average».

...

Правило № 21: Если «ReportQuality = Qualitative» И «ResultsQuality = Defective» И «TaskQuality = Qualitative», то «TotalQuality = Acceptable».

...

Правило № 27: Если «ReportQuality = Qualitative» И «ResultsQuality = Qualitative» И «TaskQuality = Qualitative», то «TotalQuality = Qualitative».

База правил нечетких продукций RBResultQuality состоит из 40 правил следующего вида:

Правило № 1: Если «Applicability = Beneath_notic» И «Reliability = Unreliable» И «ResultNovelty = Nothing_new», то «ResultQuality = Defective».

...

Правило № 24: Если «Applicability = For_education» И «Reliability = Unreliable» И «ResultNovelty = New_Experiment», то «ResultQuality = Average».

...

Правило № 40: Если «Applicability = For_practice» И «Reliability = Reliable» И «ResultNovelty = Unique», то «ResultQuality = Qualitative».

База правил нечетких продукций RBTaskQuality состоит из 144 правил следующего вида:

Правило № 1: Если «Detailisation = Unacceptable» И «Originality = Traditional» И «Relevance = Not_relevant» И «TaskNovelty = Nothing_new», то «TaskQuality = Defective».

...

Правило № 67: Если «Detailisation = Inadequate» И «Originality = New_methods» И «Relevance = Not_relevant» И «TaskNovelty = New_Approach», то «TaskQuality = Average».

...

Правило № 144: Если «Detailisation = Detailed» И «Originality = Unique_solution» И «Relevance = Highly_relevant» И «TaskNovelty = Unique», то «TaskQuality = Qualitative».

На рисунке 2 приведём фрагмент реализованных в FuzzyTech блоков правил нечётких продукций.

На рисунке 3 представлен тестовый пример, при этом большая часть критериев оценены достаточно высоко, а общая результирующая оценка равна 9,5, что означает, что научно-исследовательская работа с такими значениями критериев имеет очень высокую оценку.

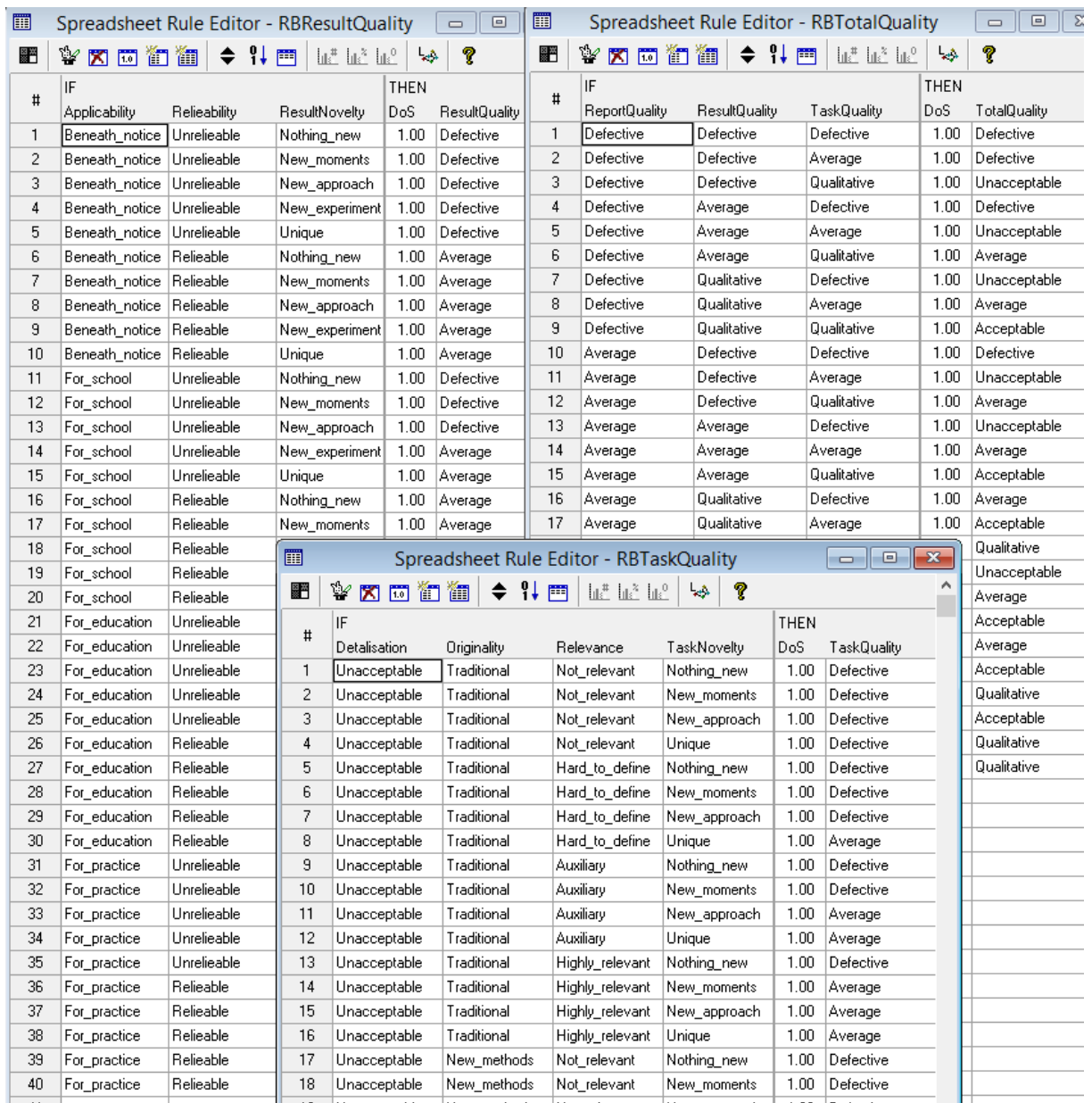


Рисунок 2 – Фрагмент программной реализации нечеткой модели оценки научно-исследовательской работы

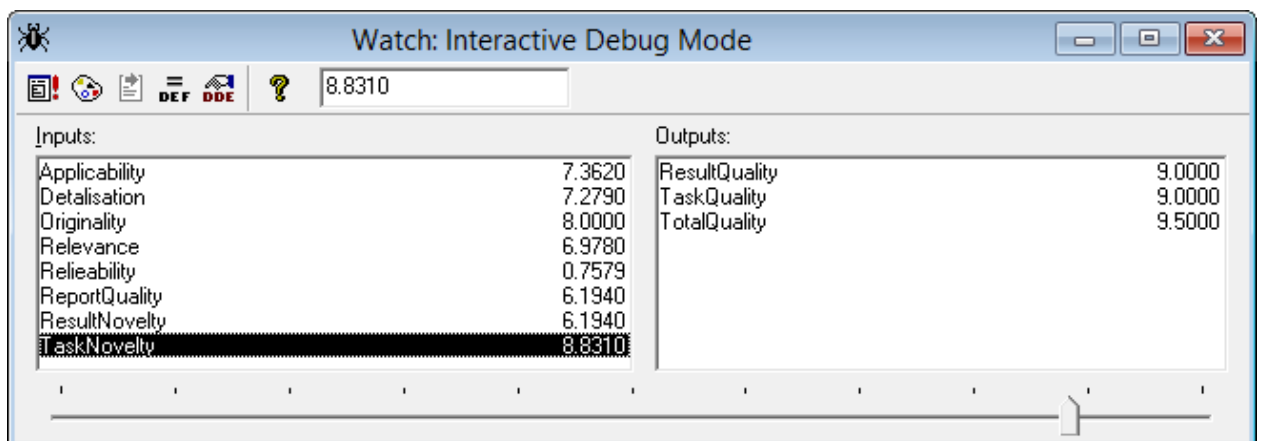


Рисунок 3 – Тестовый пример нечеткой модели оценки научно-исследовательской работы

Таким образом, в результате работы нечёткая модель разбита на несколько подмоделей, которые в сумме дают оптимальную оценку научно-исследовательской работы. Сформирована база правил нечетких продукций, состоящая из 211 правил, реализован алгоритм нечеткого вывода, а также разработан пользовательский интерфейс приложения для автоматического получения оценки научно-исследовательской работы. Пользовательский интерфейс позволяет вносить информацию по полученным за научно-исследовательскую работу критериям и автоматически вычислять значение оценки представленной научно-исследовательской работы. Реализованное программное приложение протестировано на многочисленных тестовых примерах. Тестирование показало работоспособность разработанного приложения и адекватность реакции приложения на тестовые примеры.

Библиографический список

1. Требования по содержанию и оформлению научно-исследовательской работы участника научно-практической конференции школьников // Pandia. URL: <https://pandia.ru/text/80/356/91147.php>
2. Radwan M. N., Senousy M. B., Riad A. E. D. M. A new expert system for learning management systems evaluation based on neutrosophic sets //Expert Systems. 2016. Т. 33. №. 6. С. 548-558.
3. Dorokhov O., Dorokhova L. Fuzzy model in fuzzy-tech environment for the evaluation of transportation's quality for cargo enterprises in Ukraine //Transport and Telecommunication. 2011. Т. 12. №. 1. С. 25-33. URL: http://www.tsi.lv/sites/default/files/editor/science/Research_journals/Tr_Tel/2011/V1/12_1-4.pdf