**НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ FUZZYCLIPS**

***Перминова Анастасия Александровна***

*студент магистратуры,* *кафедра И9 «Систем управления и компьютерных технологий»,* *БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург*

Е-mail: nastia-dogf@mail.ru

***Александрова Екатерина Александровна***

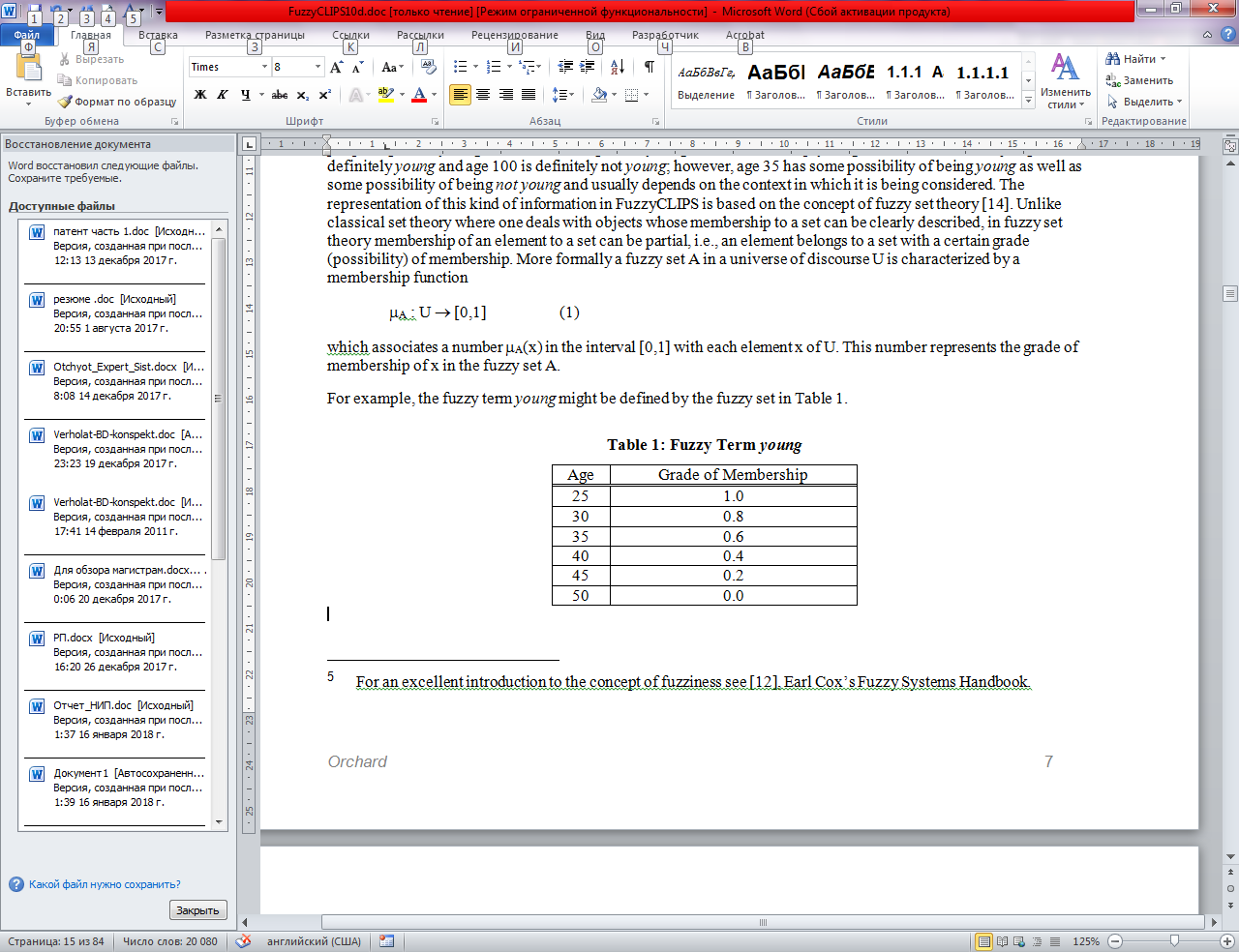
*студент магистратуры,* *кафедра И9 «Систем управления и компьютерных технологий»,* *БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург*

Современные экспертные системы, представляют собой специальный программный комплекс, который рассматривается в совокупности с базами знаний, в виде модели поведения специалистов-экспертов в определенной сфере знаний с использованием процедур логического вывода, а базы знаний представляют собой сочетание фактов и правил логического вывода в данной предметной области. Такие системы начали разрабатываться еще в 70-х годах 20 века, и только в 1980-х, исследователи искусственного интеллекта, получили коммерческую поддержку. Важно, что еще в 1832 году Корсаковым были созданы механические устройства, «интеллектуальные машины», работающие по тому же принципу, что и экспертные системы, позволяли находить решения по заданным условиям.

«Классическая» концепция экспертных систем основанная на текстовом человеко-машинном интерфейсе, существовавшая в 1970-1980 годах, на данный момент не так актуальна, во времена графического интерфейса. С явными изменениями, такие системы все же находят свое применение до сих пор. Наиболее известные, современные экспертные системы несут в себе разные задачи, например развлекательные («Акинатор» — интернет-игра, где игрок должен загадать любого персонажа, а «Акинатор» должен его отгадать, задавая вопросы. База знаний автоматически пополняется, поэтому программа может отгадать практически любого известного персонажа.) или обучающие ( «WolframAlpha» — база знаний и набор вычислительных алгоритмов, интеллектуальный «вычислительный движок знаний»). Так же существуют оболочки для построения экспертных систем, одна из них CLIPS. Имеется также расширенная версия данной оболочки под названием FuzzyCLIPS, добавлено использование нечеткой логики. Рассмотрим возможности FuzzyCLIPS подробнее.

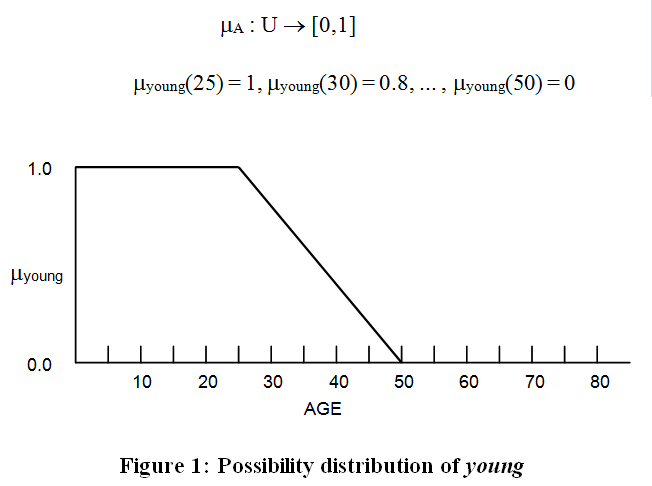
В реальном мире существует огромное количество нечетких знаний, т. е. знаний, которые расплывчаты, неточны, двусмысленны или вероятностны в природе. Человеческое мышление и рассуждения часто включают нечеткую информацию, происходящую из размытых понятий. В системах, основанных на классической теории множеств и двузначной логике очень сложно ответить н некоторые вопросы, потому что эти вопросы не имеют абсолютно верных ответов. Однако, человек может дать удовлетворяющие ответы, которые имеют место быть. Экспертные системы могут не только дать такой ответ, но так же могут дать вероятностную оценку. Эта оценка высчитывается за счет использования высказываний и нечетких фактов и правил, которые были заданы. Экспертные системы также могут работать с ненадежной и неполной информацией и с различными экспертными мнениями. Расплывчатость и неточность – два отчетливых понятия включенных в систему оболочки FuzzyCLIPS.

Например, такие понятия как: молодость, рост (высокий или низкий), хорошо и плохо, и т.п. – расплывчаты. Нет значения, которое точно бы определяло термин молодость. Для некоторых людей, человек молод в 25 лет, для других – в 35. Фактически, понятие молодость не имеет четких границ.1 год это определенно молодость, а 100 лет, определенно, не молодость. Однако, возраст 35 лет имеет некоторую вероятность быть отнесенным к понятию молодости, так же как и имеет вероятность быть отнесенным к понятию не молодости, в зависимости от контекста, в котором он был упомянут. Представление такого вида информации в FuzzyCLIPS основано на концепции теории множеств. На рисунке 1 представлена таблица отображающая зависимость возраста к понятию молодость (young), где 1.0 равно молод, а 0.0 – нет. Остальные значения представляют собой значение причастности к определенном понятию, в данном случае к понятию молодость.



***Рисунок 1 – Зависимость причастности возраста к понятию молодость***

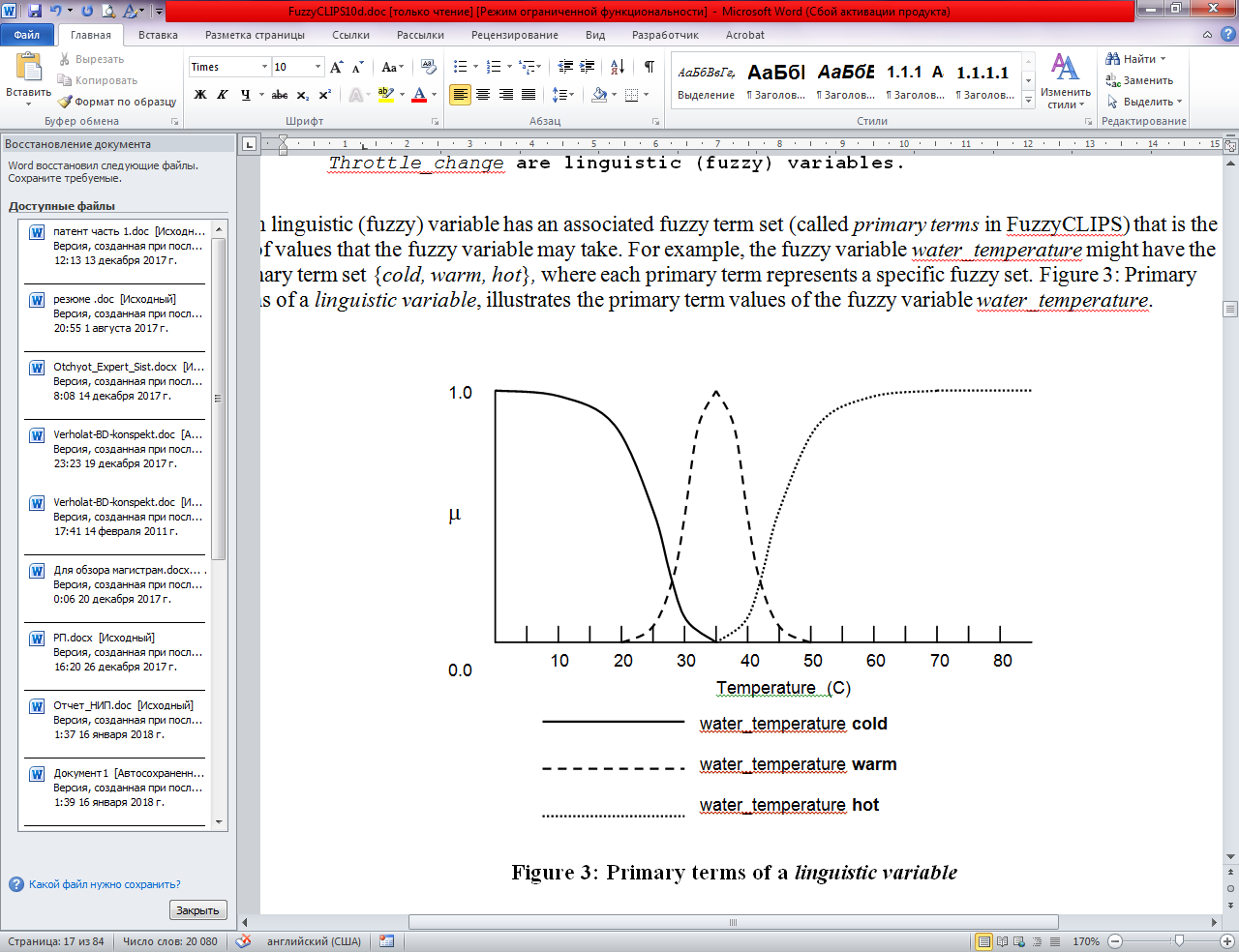
В отличие от классической теории множеств, где принадлежность одного объекта к множеству может быть точно определена, в расплывчатой теории множеств причастность объекта может быть вероятностной, т.е. объект принадлежит к множеству с определенной оценкой причастности. Таким образом, обозначим некое μ, которое будет являться функцией принадлежности. На рисунке 2 представлены формула зависимости функции принадлежности, через расплывчатое множество А принадлежащее, высказыванию U, а также данная зависимость на примере принадлежности возраста к понятию молодость.



***Рисунок 2 – График зависимости функции принадлежности к высказыванию***

Возможности FuzzyCLIPS позволяют выводить при ответе значение зависимости к определенному высказыванию или даже к нескольким.

Таким образом, при задании одновременно нескольких нечетких высказываний, которые могут пересекаться между собой, образуются различные интерпретации ответа. К примеру, на рисунке 3 представлены такие понятия, относящиеся к температуре воды, как холодный (cold), теплый (warm) и горячий (hot). При выборе температуры 25 градусов, FuzzyCLIPS выдаст принадлежность данной температуры и к значению cold (примерно 0.4), и к значению warm (примерно 0.1) , если это прописано разработчиком.



***Рисунок 3 – График нечетких высказываний о температуре воды***

Все нечеткие переменные должны быть предопределены перед использованием с оператором deftemplate. Это расширение стандартной конструкции deftemplate в CLIPS. Расширенный синтаксис этой конструкции выглядит следующим образом:

(deftemplate <name> [“<comments>”]

<from> <to> [<unit>] ; universe of discourse

( t1

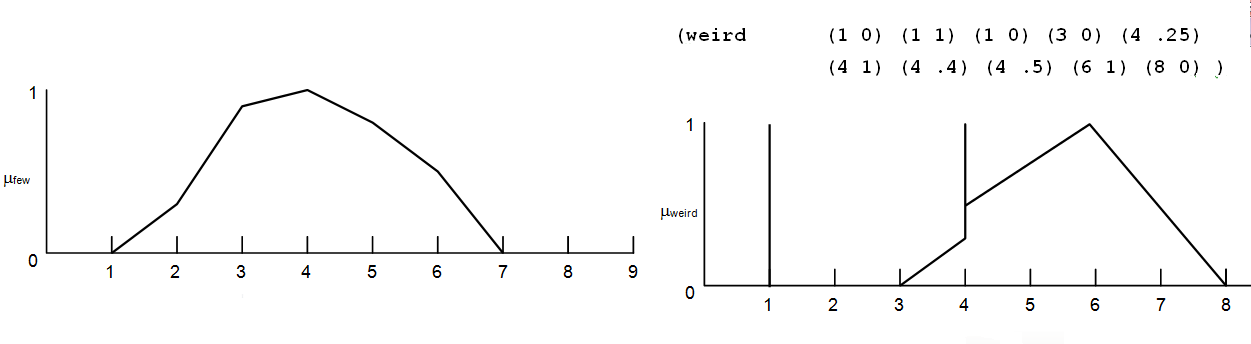
. ; list of primary terms

tn

)

)

Где name – идентификатор, используемый для нечеткой переменной, а from и to должны быть числами с плавающей точкой. Они представляют собой начало и конец интервала, описывающего область нечеткой переменной. Ti-это технические характеристики нечетких терминов (таких как горячее, холодное, теплое), используемых для описания нечеткой переменной. Эти спецификации описывают форму нечеткого множества, связанного с терминами. Термины задаются в виде: (<name> <description of fuzzy set>). К примеру: few (1 0) (2 0.3) (3 0.9) (4 1) (5 0.8) (6 0.5) (7 0), где в скобках первое число соответствует значению на оси абсцисса, а второе на оси ординат – значения функции принадлежности. На рисунке 5 слева представлен график термина few, а справа другой пример графика и определения термина в FuzzyCLIPS.



***Рисунок 5 – Примеры графиков для нечетких множеств***