

Реализация системы с нечёткой логикой в SciLab

Комаров Максим Владимирович

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Баженов Руслан Иванович

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

к.п.н., доцент, зав. кафедрой информационных систем, математики и методик обучения

Аннотация

В настоящее время активно развиваются технологии искусственного интеллекта, которые помогают человеку облегчить задачу принятия решений. Очень часто многим компаниям приходится принимать решения в условиях неопределенности. К сожалению, существующие на сегодняшний день методы учета и оценки рисков не лишены субъективизма и существенных предпосылок, приводящих к неправильным оценкам риска проектов. Теория нечеткой логики – это новый, динамично развивающийся подход к оценке риска. В данной статье рассматривается реализация системы с нечёткой логикой в SciLab.

Ключевые слова: SciLab, FuzzyLogicToolbox, Mamdani, Takagi-Sugeno, нечёткая логика, нечёткое множество, функция принадлежности

The implementation of a system with fuzzy logic in SciLab

Komarov Maxim Vladimirovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Bazhenov Ruslan Ivanovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of the Department of Information Systems, Mathematics and teaching methods

Abstract

There are currently actively developing artificial intelligence technologies, which help a person, make it easier for decision-making. Very often, many companies are forced to make decisions under conditions of uncertainty. Unfortunately, the currently existing methods of accounting and risk assessment are not devoid of subjectivity and significant assumptions lead to incorrect assessment of the project risk. The theory of fuzzy logic - a new, dynamic approach to risk assessment. This article discusses the implementation of a system with fuzzy logic in SciLab.

Keywords: SciLab, FuzzyLogicToolbox, Mamdani, Takagi-Sugeno, Fuzzy logic, fuzzy set, accessories function

Нечёткая логика – это метод, являющийся расширением классической логики, который позволяет определить промежуточные значения для таких конкретных оценок как: да/нет, истина/ложь. Нечёткая логика имитирует человеческое мышление и обеспечивает эффективные средства отображения неопределенностей и неточностей реального мира. Например, человек может ответить на вопрос неопределенно: да, скорее всего да, возможно да, не знаю, возможно нет, скорее всего нет, нет. В нечёткой логике такие выражения можно формулировать математически и обрабатывать на компьютере.

Н.Г.Ярушкина и др. в методических указаниях к лабораторным работам подробно объяснили, как работать с инструментами FuzzyLogicToolbox в программе SciLab, и показали на примере процесс моделирования нечёткой системы [1]. О.Белослудцева и Ю. Беляева в своей статье «Нечёткие множества. Нечёткая логика» дают теоретические основы и вводят в курс дела [2]. Также хорошие теоретические сведения были приведены на электронном ресурсе Distanz [3]. Об основных процессах моделирования нечёткой системы, а также о составлении нечётких правил рассказывается на сайте Yuri.ru [4]. Очень много сведений о нечёткой логике и нечётких множествах приведено на электронном ресурсе MATLAB.Exponenta на примерах из программы MatLab [5]. О.Н. Лучко и В.А. Маренко в статье предложили подход к определению соотношения цены товара и покупательского спроса на основе нечёткой логики [6]. I.Subbotin и др. обсудили некоторые предполагаемые пути применения нечёткой логики к оценке результатов учебного процесса [7]. Созданием контура регулирования скорости химической реакции полимеризации в системе управления процессом получения стирол-акриловой дисперсии занимались Э.М. Мончарж и Е.Г. Соболева [8]. В.П. Карелин проанализировал достоинства и недостатки применения нечётко-множественного подхода в моделях принятия решений [9]. В.В.Яворский и др. рассмотрели модель нечёткой логики для банковского кредитного скоринга [10]. Построением модели процесса обезвоживания нефти с использованием аппарата нечёткой логики занимались В.Н.Тарасов и др. [11]. Реализацией актуальных задач искусственного интеллекта в SciLab занималась И.А. Дохтаева [12]. Hui-min Li, Xiao-bo Wang, Shang-bin Song, Hao Li использовали системы нечёткой логики для анализа стратегий управления транспортом [13]. В ходе своего исследования Hinal M. Mudia Miss и Pallavi V. ChavanMiss разработали систему для сокрытия конфиденциальных данных с использованием техники шифрования изображения с нечёткой логикой [14].

Предположим, что у нас есть задача нахождения размера чаевых, которые должны достаться официанту, работающему в ресторане. У нас есть две входных переменных – food (еда) и service (сервис), что означает их качество, а также одна выходная переменная – tip (чаевые), означающая размер чаевых. Нам необходимо решить задачу и построить график функции,

на котором можно будет увидеть результат данного исследования и сделать выводы о размере оставляемых официанту чаевых.

Данная система была построена в программе SciLab, которая является бесплатным аналогом MatLab. Для решения подобных задач с нечёткой логикой существует специальный пакет расширения, называемый FuzzyLogicToolbox. Для того, чтобы начать работу с нечёткой логикой, необходимо сначала загрузить данный пакет. Сделать это можно, запустив программу и перейдя по вкладке Applications – ModuleManagers-ATOMS, либо нажав на кнопку с изображением коробки (см. рис. 1).

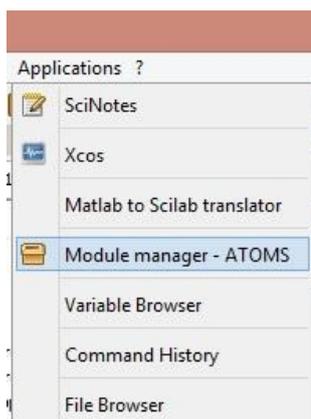


Рисунок 1. Вкладка запуска установки модулей ATOMS

Далее в открывшемся окне следует перейти в папку ModelingandControlTools, выбрать FuzzyLogicToolbox, нажать кнопку Install и дождаться установки расширения, после чего перезапустить программу. После повторного запуска программы в окне консоли должна появиться надпись об успешной загрузке модуля (см. рис. 2).

```
Scilab 5.5.2 Console
Startup execution:
  loading initial environment

Start Fuzzy Toolbox 0.4.6
  Load macros
  Load shared library
  Load gateways
  Load palette
  Load help
  Load demos
  Type "sciFLIdemo" to see demos and examples..

-->
```

Рисунок 2. Вывод в консоли об успешной загрузке модуля FuzzyLogicToolbox

Для открытия инструментов для работы с нечёткой логикой необходимо в консоли набрать команду editfls, после чего откроется новое окно (см. рис. 3).



Рисунок 3. Окно для работы с задачами с нечёткой логикой

Для начала создадим систему с нечёткой логикой по алгоритму Mamdani. Для этого перейдем File – Newfls – Mamdani. Во вкладке Description зададим основные параметры, как показано на рисунке (см. рис. 4).

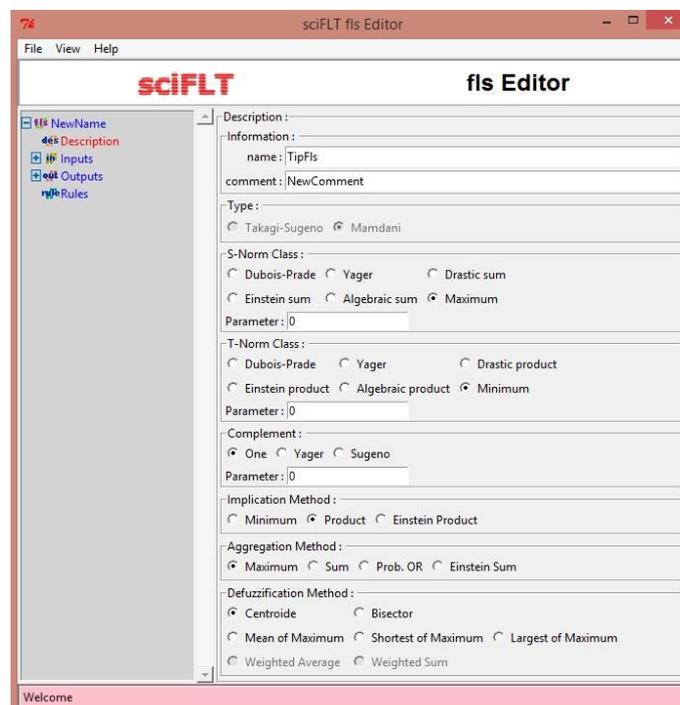


Рисунок 4. Параметры системы по алгоритму Mamdani

Далее создадим две входных переменных food и service. Для того, чтобы создать новую переменную нужно нажать кнопку Add во вкладке Inputs. Для редактирования только что созданной переменной необходимо

нажать кнопку Edit. В поле редактирования доступны такие параметры как: name (имя переменной) и range (интервал значений). Ниже располагается поле редактирования членов функций, которые можно добавить, нажав кнопку Add. Каждому члену функции можно задать name (имя), type (тип), par (параметры).

Назовем новую переменную food, установим интервал от 0 до 10 и добавим два члена – rancid (прогорклый) и delicious (вкусный) с типом trapmf, что означает функцию принадлежности в виде трапеции (см. рис. 5).

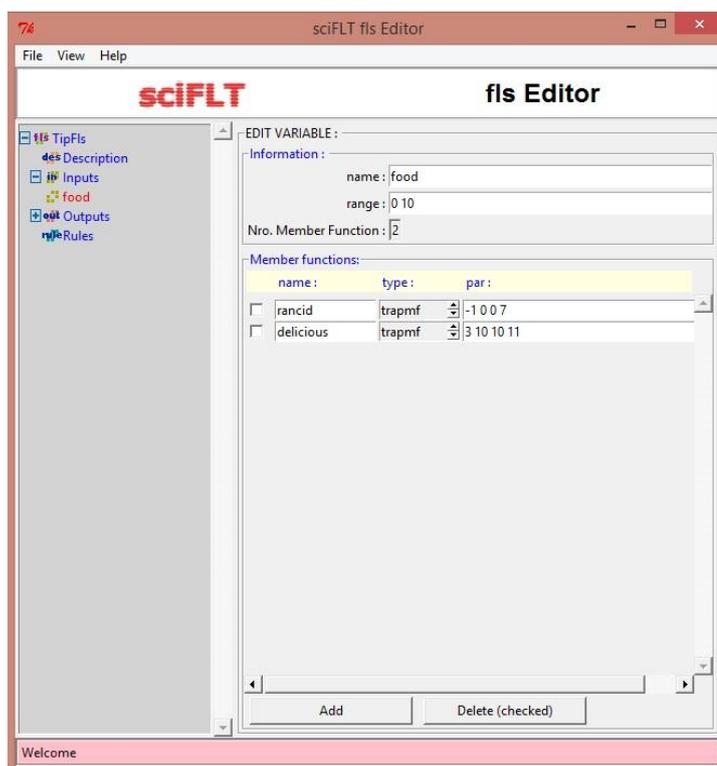


Рисунок 5. Настройки параметров входной переменной food

Подобным образом создадим переменную service и настроим параметры как показано на рисунке (см. рис. 6).

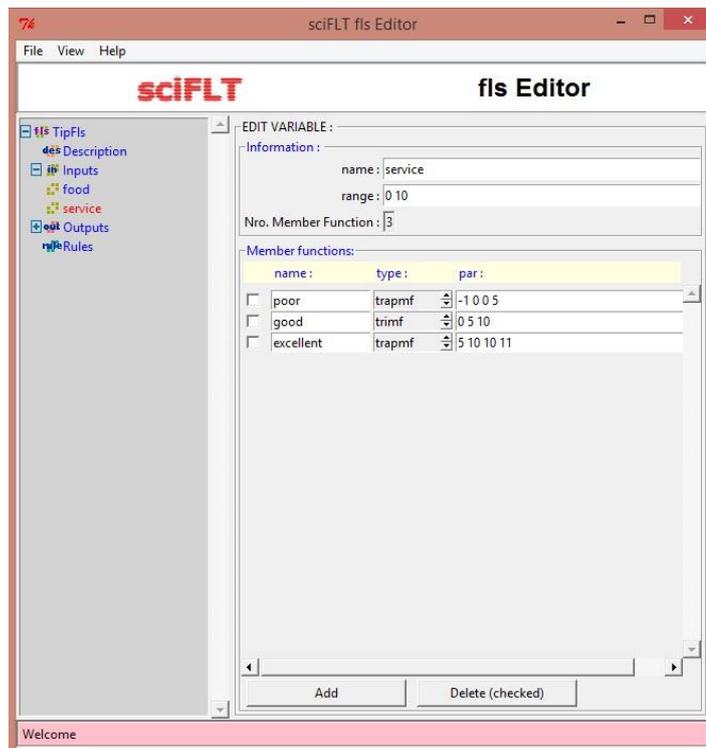


Рисунок 6. Настройки параметров входной переменной service

Для добавления выходной переменной существует вкладка Outputs и процесс создания ничем не отличается от входных переменных. Добавим переменную tip и установим значения параметров как показано на рисунке (см. рис. 7).

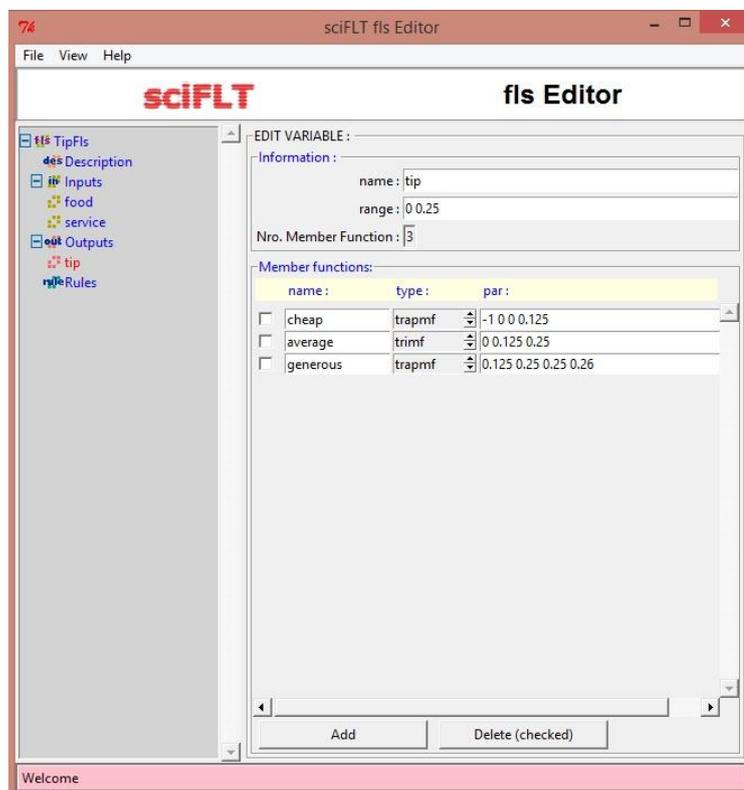


Рисунок 7. Настройка параметров выходной переменной tip

Как можно было заметить в переменных `service` и `tip` некоторые члены функций имеют ещё один тип под названием `trimf`, который определяет функцию принадлежности в форме треугольника.

Завершающим этапом создания системы с нечёткой логикой является составление правил во вкладке `Rules`. Создадим три правила, на основе которых будет формироваться степень начисления чаевых (см. рис. 8).

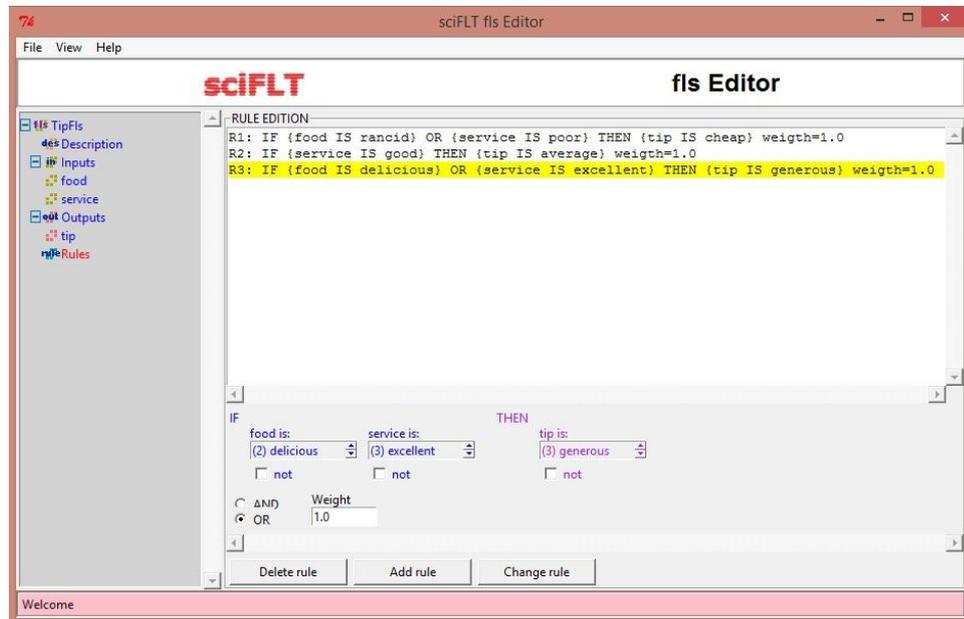


Рисунок 8. Правила для определения степени начисления чаевых

На этом создание системы с нечёткой логикой по алгоритму Mamdani закончено. Всё что осталось сделать – это экспортировать систему в рабочее пространство SciLab. Для этого необходимо перейти по вкладке `File – Export – to workspace`, после чего ввести имя переменной, по которой SciLab будет определять нашу систему, например, `tipfls`.

С помощью команды `plotsurf` (“имя переменной”) есть возможность построить конечный график, по которому можно будет сделать выводы. После ввода в окне консоли `plotsurf(tipfls)` откроется новое окно для настройки отображения графика (см. рис. 9).

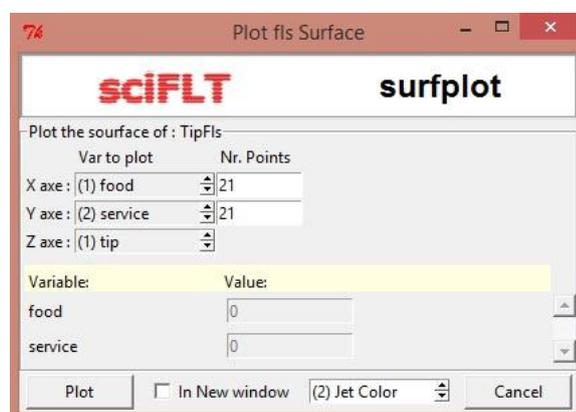


Рисунок 9. Окно с настройками для отображения графика

После нажатия кнопки Plot будет получен следующий результат (см. рис. 10).

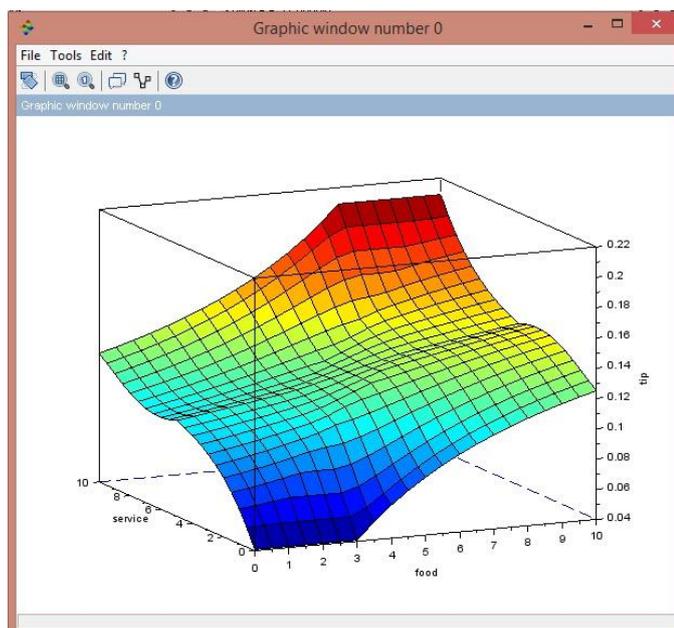


Рисунок 10. График вывода системы по алгоритму Mamdani

По осям x и y графика располагаются входные переменные $food$ и $service$, по оси z – выходная переменная tip .

По данному графику можно сделать следующие выводы:

- если качества еды и сервиса будут ужасными, то чаевых будет мало;
- если качество еды будет высокое, а качество сервиса низкое, то чаевые будут средними;
- максимальными чаевые будут соответственно при максимальном качестве еды и сервиса.

Также по этому графику можно сделать еще множество других промежуточных рассуждений и подобрать самые оптимальные характеристики качества еды и сервиса при которых чаевые будут наибольшие.

Теперь рассмотрим разработку системы по алгоритму Takagi-Sugeno. Перейдем по вкладке File – Newfls – Takagi-Sugeno и настроим систему так как показано на рисунке (см. рис. 11).

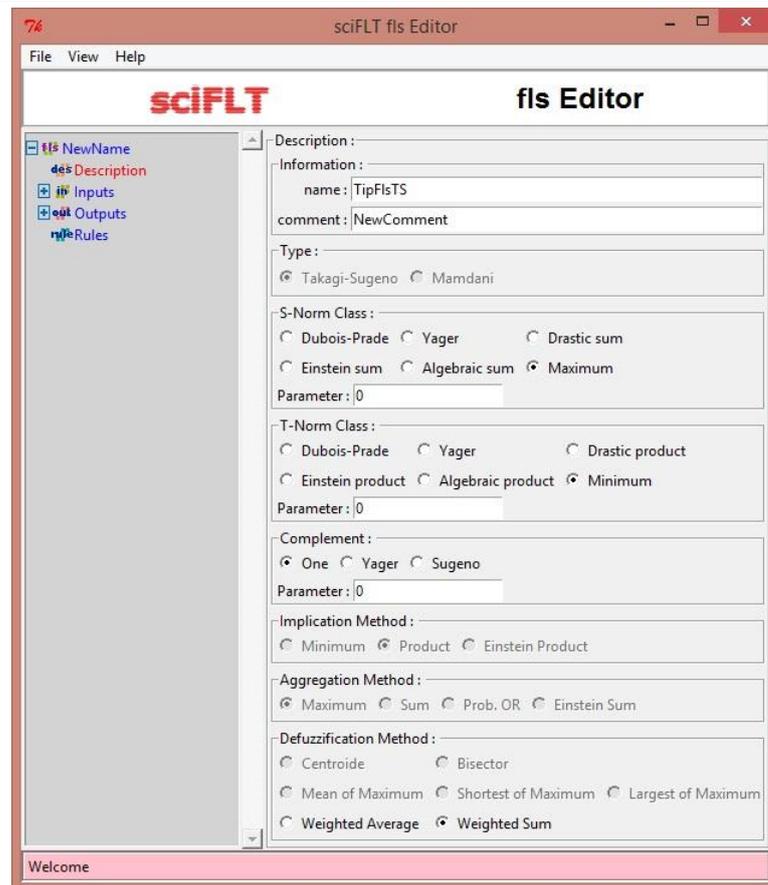
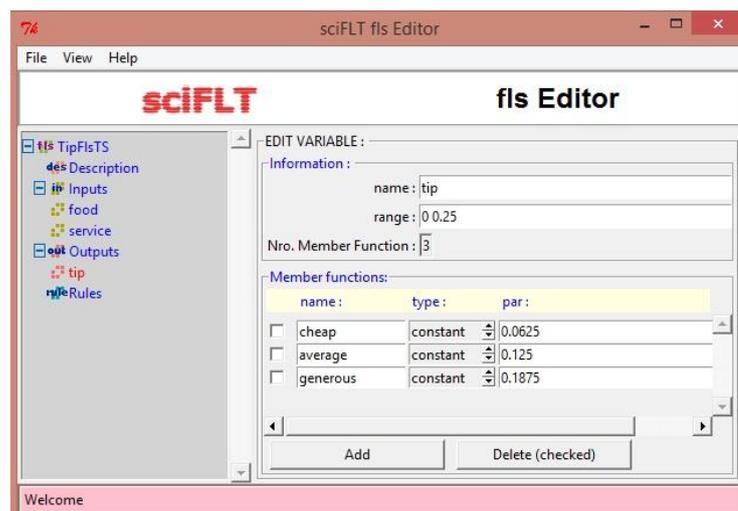


Рисунок 11. Параметры системы по алгоритму Takagi-Sugeno

Настройки входных переменных *food* и *service*, а также правила остаются такими же, как и в системе по алгоритму Mamdani. Необходимо изменить только выходную переменную *tip*, где у всех членов функции будет тип *constant* (см. рис. 12).

Рисунок 12. Настройка параметров выходной переменной *tip*

Экспортируем систему в рабочее пространство SciLab и используем функцию *plotsurf* таким же образом, как и в прошлый раз. В результате получим следующий график (см. рис. 13).

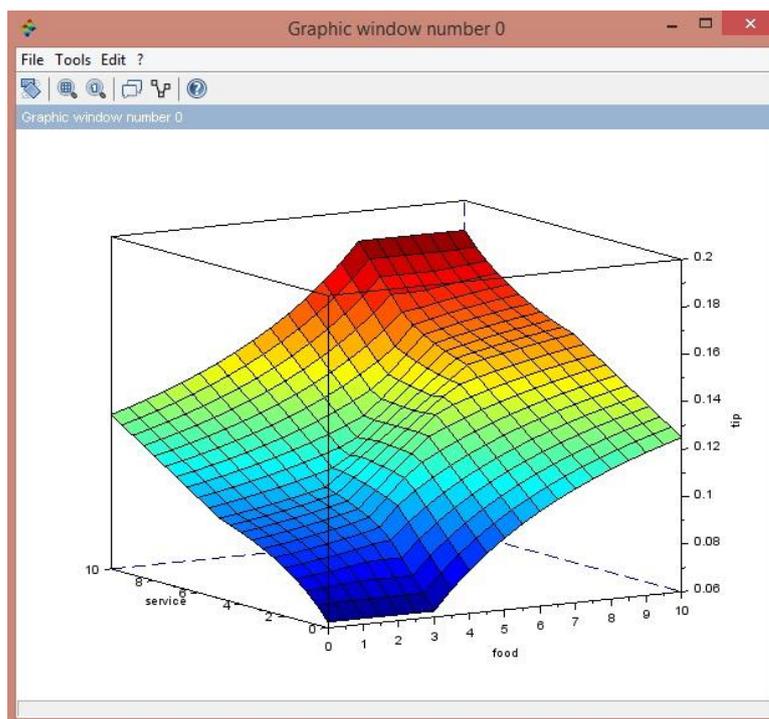


Рисунок 13. График вывода системы по алгоритму Takagi-Sugeno

В итоге получился очень похожий результат. Единственное визуальное отличие – по алгоритму Takagi-Sugeno график получился не таким гладким как в алгоритме Mamdani.

В результате работы была построена система с нечёткой логикой и решена задача по определению размера чаевых в программе SciLab с инструментарием FuzzyLogicToolbox. Для реализации этой задачи были использованы оба алгоритма: Mamdani и Takagi-Sugeno. Результаты данного исследования можно использовать при разработке собственных нечётких систем для решения подобных задач. Сегодня многие компании и фирмы нуждаются в подобного рода услугах для оценки рисков и принятия оптимального решения. Именно это и позволяет делать пакет FuzzyLogicToolbox для SciLab. Тщательная проработка и учет рисков являются важными и неотъемлемыми составляющими успеха деятельности каждой компании. Именно поэтому данная тема представляет из себя особую ценность на сегодняшний день.

Библиографический список

1. Ярушкина Н.Г., Ястребова Н.Н., Чекина А.В. Нечеткие интеллектуальные системы в среде SciLab. Ульяновск: Типография УлГТУ, 2009. 28 с.
2. Белослудцева О., Беляева Ю. Нечеткие множества. Нечеткая логика // Дискретная математика: алгоритмы. 2006. №1.
3. Понятие нечеткой логики. Операции с нечеткими множествами. Лингвистическая переменная. // Distanz сетевая система обучения URL: <http://www.distanz.ru/videoLecture/3400/> (дата обращения: 03.04.2016).

4. Нечеткая логика в системах управления // Yurii.ru URL: <http://yurii.ru/ref7/text-1314-2.html> (дата обращения: 03.04.2016).
5. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику // MATLAB.Exponenta URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php> (дата обращения: 03.04.2016).
6. Лучко О.Н., Маренко В.А. Нечеткая логика в управлении компонентами маркетинга // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2007. №7. С. 56-58.
7. Subbotin I., Vadkoobehi N., Bilotskii N. Нечеткая логика и оценка результатов обучения // Дидактика математики: проблемы и исследования. 2005. №24. С. 116-121.
8. Мончарж Э.М., Соболева Е.Г. Управление процессом синтеза стирол-акриловой дисперсии с использованием алгоритма с нечёткой логикой // Фундаментальные исследования. 2013. №10-6. С. 1219-1222.
9. Карелин В.П. Модели и методы представления знаний и выработки решений в интеллектуальных информационных системах с нечёткой логикой // Вестник таганрогского института управления и экономики. 2014. №1 (19). С. 75-83.
10. Яворский В.В., Сагинтаева Ж.Н., Кудряшов Н.Н. Модель нечёткой логики для банковского кредитного скоринга // Автоматика. Информатика. 2006. №1-2. С. 16-19.
11. Тарасов В.Н., Тугов В.В., Куликов Д.В. Оптимизация процесса обезвоживания нефти с использованием аппарата нечёткой логики // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2013. №2. С. 4-9.
12. Дохтаева И.А. Scilab для решения задач искусственного интеллекта // Наука и образование в XXI веке. М.: АР-Консалт, 2015. С. 34-36.
13. Hui-min Li, Xiao-bo Wang, Shang-bin Song, Hao Li Vehicle Control Strategies Analysis Based on PID and Fuzzy Logic Control // Procedia Engineering. 2016. №137. С. 234-243.
14. Hinal M. Mudia Miss, Pallavi V. Chavan Miss Fuzzy Logic Based Image Encryption for Confidential Data Transfer Using (2, 2) Secret Sharing Scheme // Procedia Computer Science. 2016. №78. С. 632-639.