Неклассические логики

2005/2006 учебный год
I семестр

Информационные технологии

курс «Неклассические логики»

Направление *010400 «Информационные технологии»*
Факультет *прикладной математики – процессов управления*

Курс 3
Семестр 5
Цикл *математические и естественнонаучные дисциплины*
Всего часов по учебному плану 112
В том числе:

- **лекции 34 часа**
- **практические занятия 34 часа**
- **самостоятельная работа 44 часа**

Форма итогового контроля 5 семестр, экзамен

Преподаватель:

ПОТАПОВ

Дмитрий Константинович,

доцент кафедры высшей математики

Информационные технологии

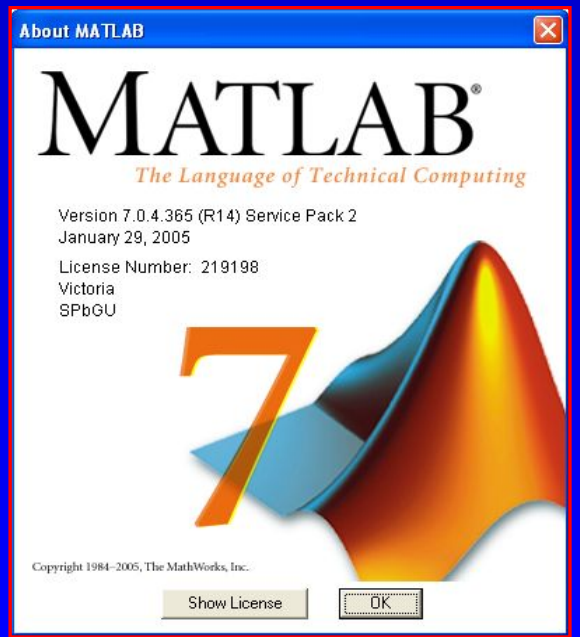
курс «Неклассические логики»

- **Программа курса** www.apmath.spbu.ru
- **Неклассические логики**
- **Нечёткая логика**
- **Пакет Fuzzy Logic Toolbox**
- **Итоги лекций**
- **Практические задания**

Информационные технологии

курс «Неклассические логики»

- **Теоретическая часть**
  - **Неклассические логики**
    - **Пропозициональные логики**
    - **Предикатные логики**
    - **Предикатные временные логики. Приложение к программированию**
    - **Алгоритмические логики**
  - **Нечёткая логика**
    - **Назначение**
    - **Возможности и способы использования**
- **Практическая часть**
  - **Задачи и упражнения**
  - **Работа с пакетом Fuzzy Logic Toolbox**



Логика

классическая

4 век до н.э.

Аристотель

(строгость, полнота, непротиворечивость)

конец 19 века –

Булева логика

неклассическая

конец 19 – начало 20 века

Г. Фреге, Б. Рассел,

Р. Карнап, Я. Лукашевич,

А. Тарский, С. Лесьневский,

Н.А. Васильев, К. Гёдель,

Г. фон Вригт, С. Крипке,

Я. Хинтикку

Неклассические логики

Неклассические логики

фон Вригт, Крипке	модальная
Прайор, Леммон, фон Вригт	временная (темпоральная)
Лукашевич, Пост	многозначная
	релевантная
	паранепротиворечивая
	нефрегевская
	квантовая
	вероятностная
Заде	нечёткая

Zadeh L.A. Fuzzy Sets // Information and Control. – 1965. – Vol. 8. – pp. 338-353.

Нечёткая логика: определение, основные теоремы

Нечёткая логика (fuzzy logic) – одна из разновидностей неклассических логик, в которой допускается непрерывное множество значений истинности высказываний и применяются специальные логические операции или связки

Теорема (Fuzzy Approximation Theorem, B. Kosko, 1993).
Любая математическая система может быть аппроксимирована системой, основанной на нечёткой логике.

Нечёткая логика: основные теоремы

Теорема (Wang, 1992). *Для каждой вещественной непрерывной функции g, заданной на компакте U, и для произвольного $\varepsilon > 0$ существует нечёткая экспертная система, формирующая выходную функцию $f(x)$ такую, что $\sup_{x \in U} \|g(x) - f(x)\| \le \varepsilon$, где $\| \cdot \|$ – символ принятого расстояния между функциями.*

Нечёткая логика: архитектура компонентов процесса нечёткого управления

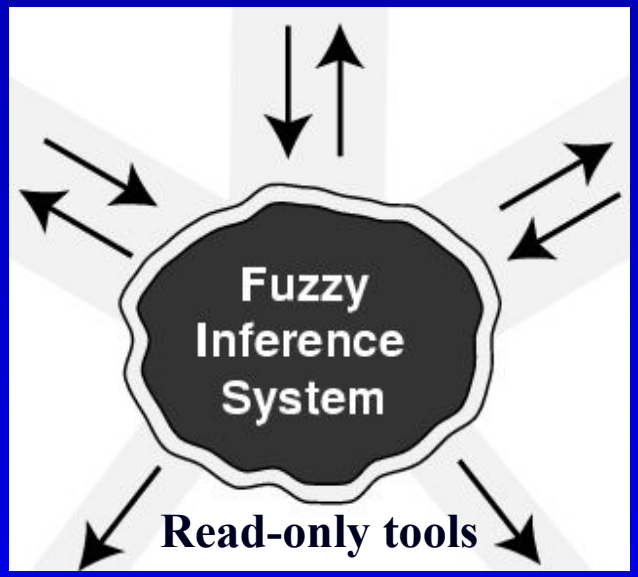
Леоненков А.В. **Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – С. 207.**

Нечёткая логика: нечёткое моделирование в среде MATLAB

Building Systems with the Fuzzy Logic Toolbox

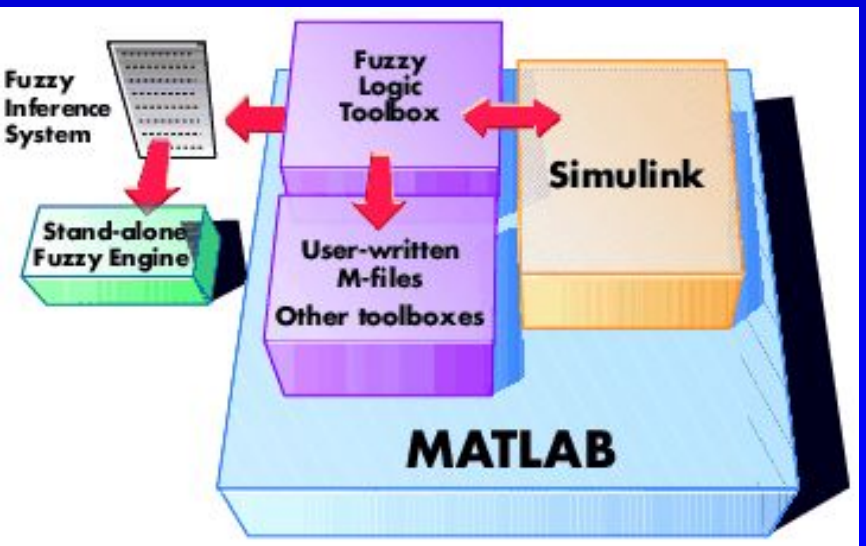
FIS Editor (редактор нечёткой системы вывода)

Rule Editor (редактор правил)



Membership Function Editor (редактор функций принадлежности)

What Can the Fuzzy Logic Toolbox Do?



Rule Viewer (просмотрщик правил)

Surface Viewer (просмотрщик поверхности отклика)

Help ► MATLAB Help ► Fuzzy Logic Toolbox

Нечёткая логика: прогноз погоды

Пример 1

Завтра температура воздуха +5°С, зможен дождь

Это проявление *нечёткой логики*:

погода завтра может быть как пасмурной,

так и дождливой –

события предсказываются с некоторой долей уверенности (рангом)

Нечёткая логика: возраст человека

Пример 2

До 15 лет нельзя однозначно утверждать, что человек молодой (14-летие относится к термину молодой с рангом около 0,9)

Диапазону от 15 до 35 лет можно присвоить ранг 1, т.е. человек в этом возрасте молодой

***Возраст*: 6 34 42**

***Ранг*: 0,1 1 0,8**

После 35 лет человек вроде уже не молодой, но ещё и не старый, здесь принадлежность (ранг) термина молодой возрасту будет принимать значения в интервале от 0 до 1

Нечёткая логика: возраст человека

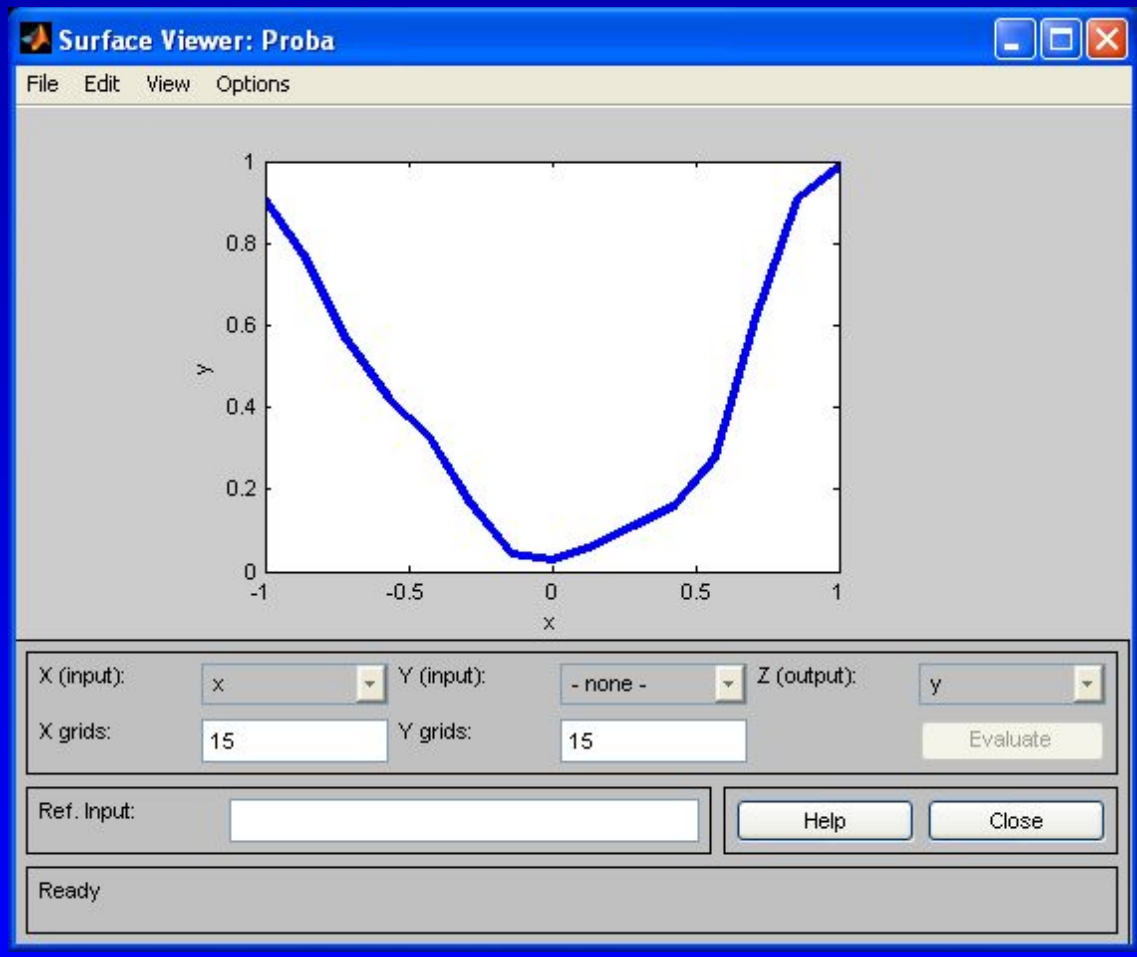
Нечёткое множество для термина молодой

Нечёткая логика: нечёткая аппроксимирующая система

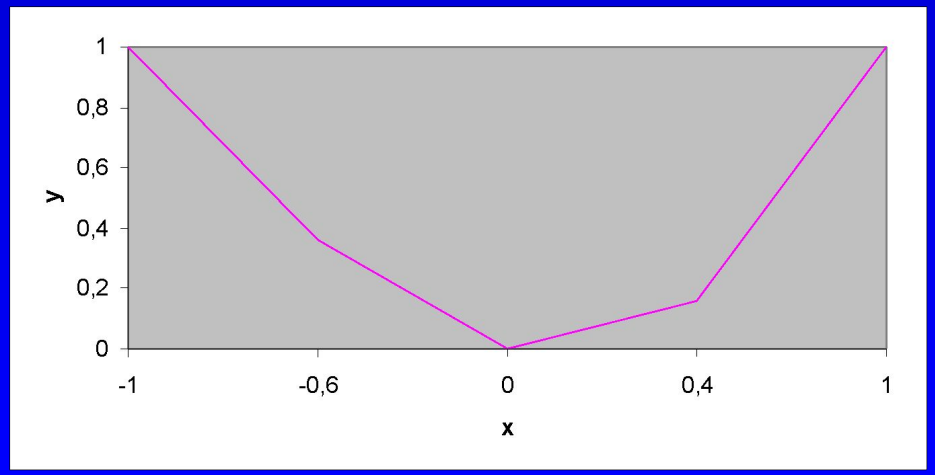
Пример 3 $y = x^2$

x	-1	-0.6	0	0.4	1
y	1	0.36	0	0.16	1

MATLAB (пакет Fuzzy Logic Toolbox)



Microsoft Excel



Нечёткая логика: чаевые в ресторане

Пример 4

Экспертная система: сколько дать на «чай»?

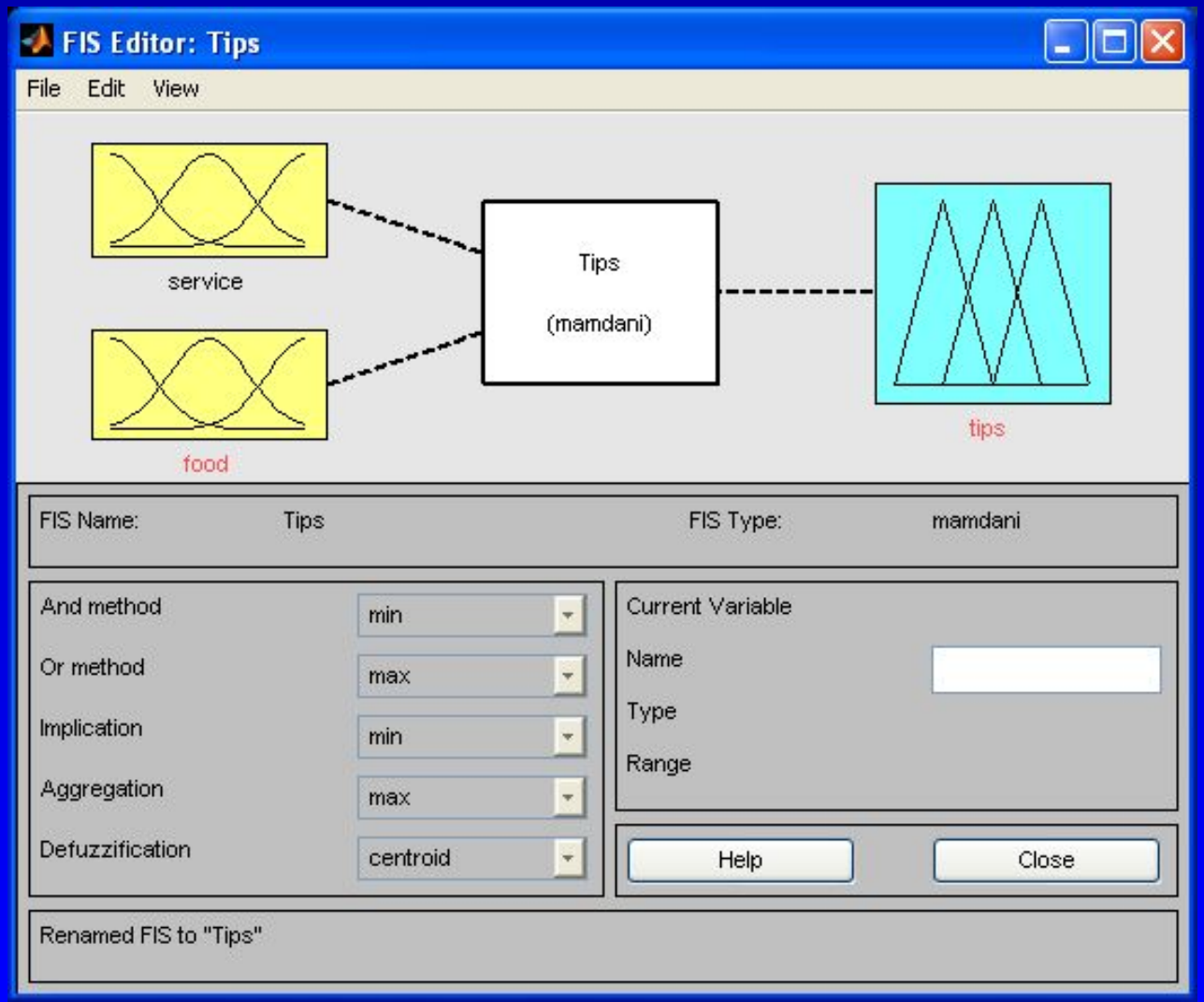
Если обслуживание плохое или еда подгоревшая, то чаевые – малые (5% от стоимости обеда)

Если обслуживание хорошее, то чаевые – средние (15% от стоимости обеда)

Если обслуживание отличное или еда превосходная, то чаевые – щедрые (25% от стоимости обеда)

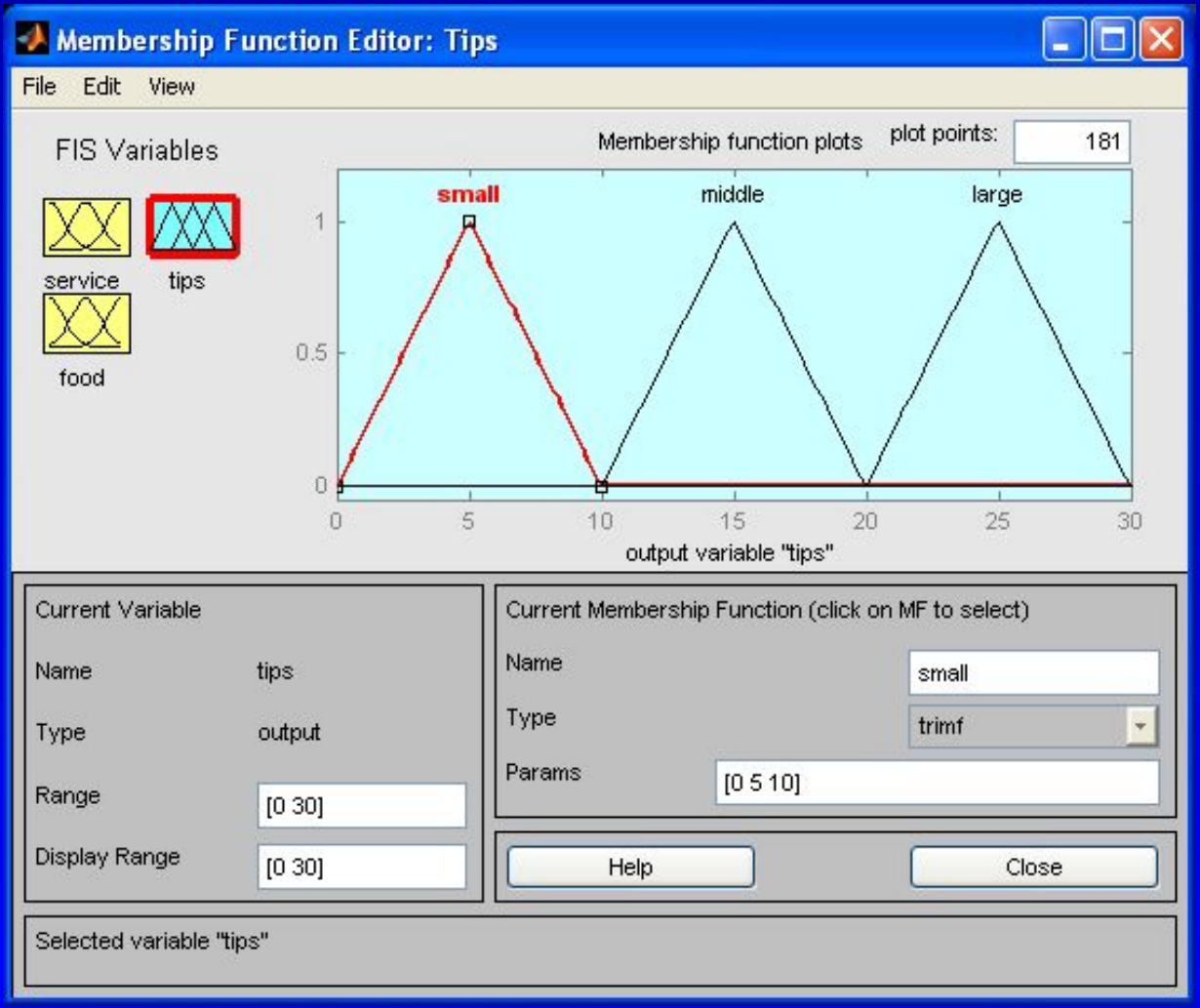
Нечёткая логика: чаевые в ресторане

Вид окна FIS-редактора после задания структуры системы (графический интерфейс редактора FIS, вызываемый функцией fuzzy('Tips'))



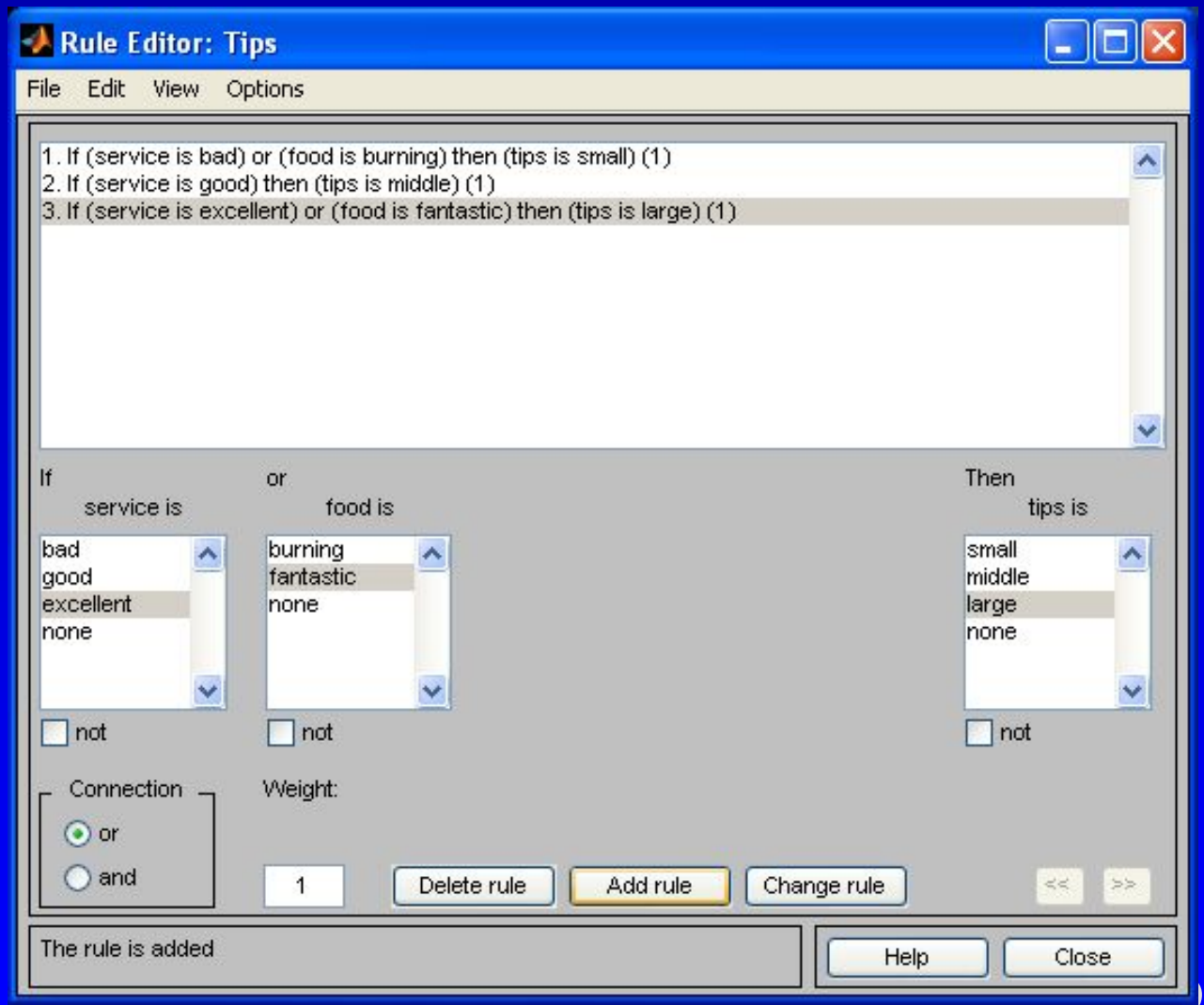
Нечёткая логика: чаевые в ресторане

Функции принадлежности переменной «tips» (редактор функций принадлежности, вызываемый функцией mfedit('Tips'))



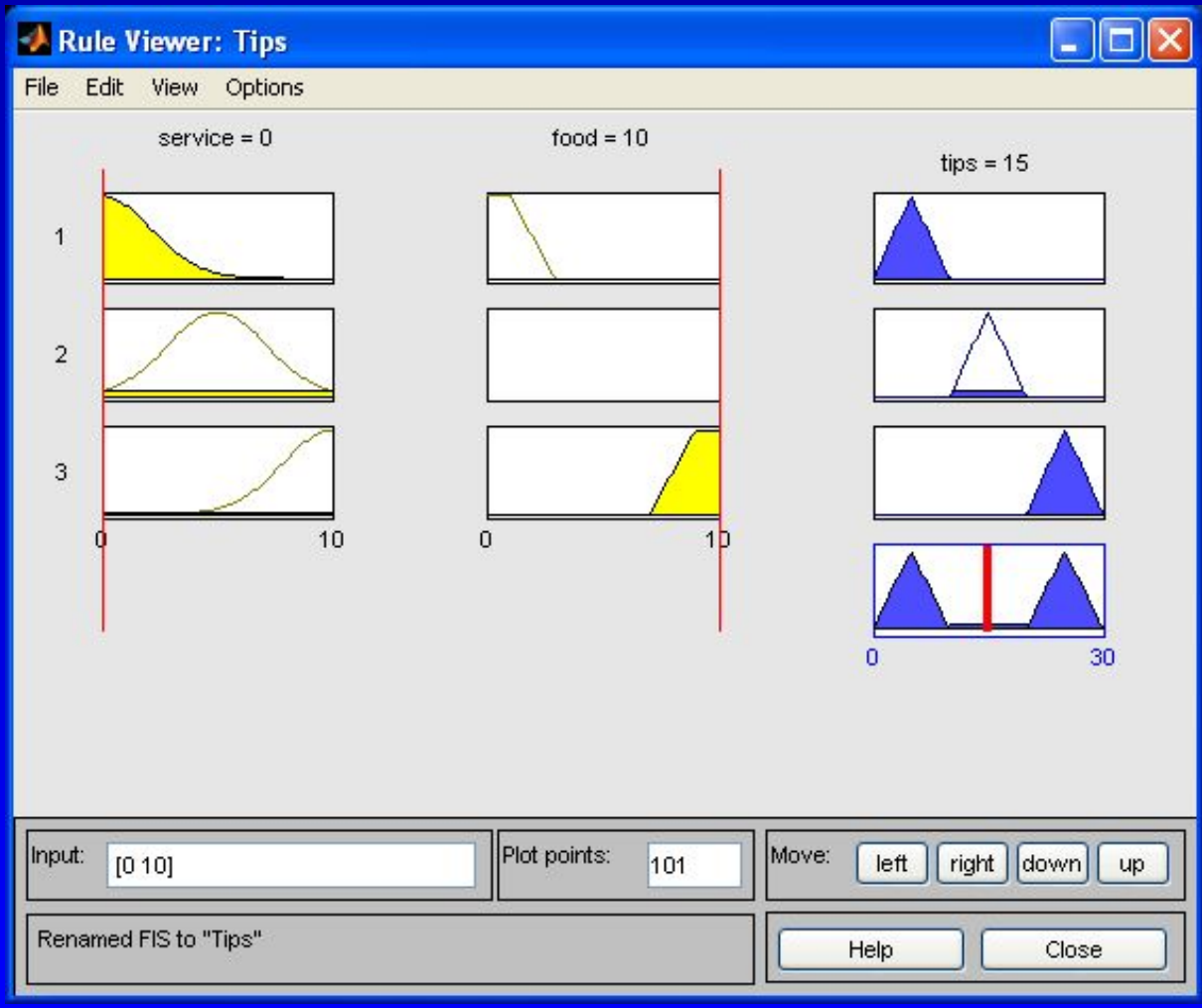
Нечёткая логика: чаевые в ресторане

Итоговый набор правил в задаче о чаевых (редактор правил, вызываемый функцией ruleedit('Tips'))



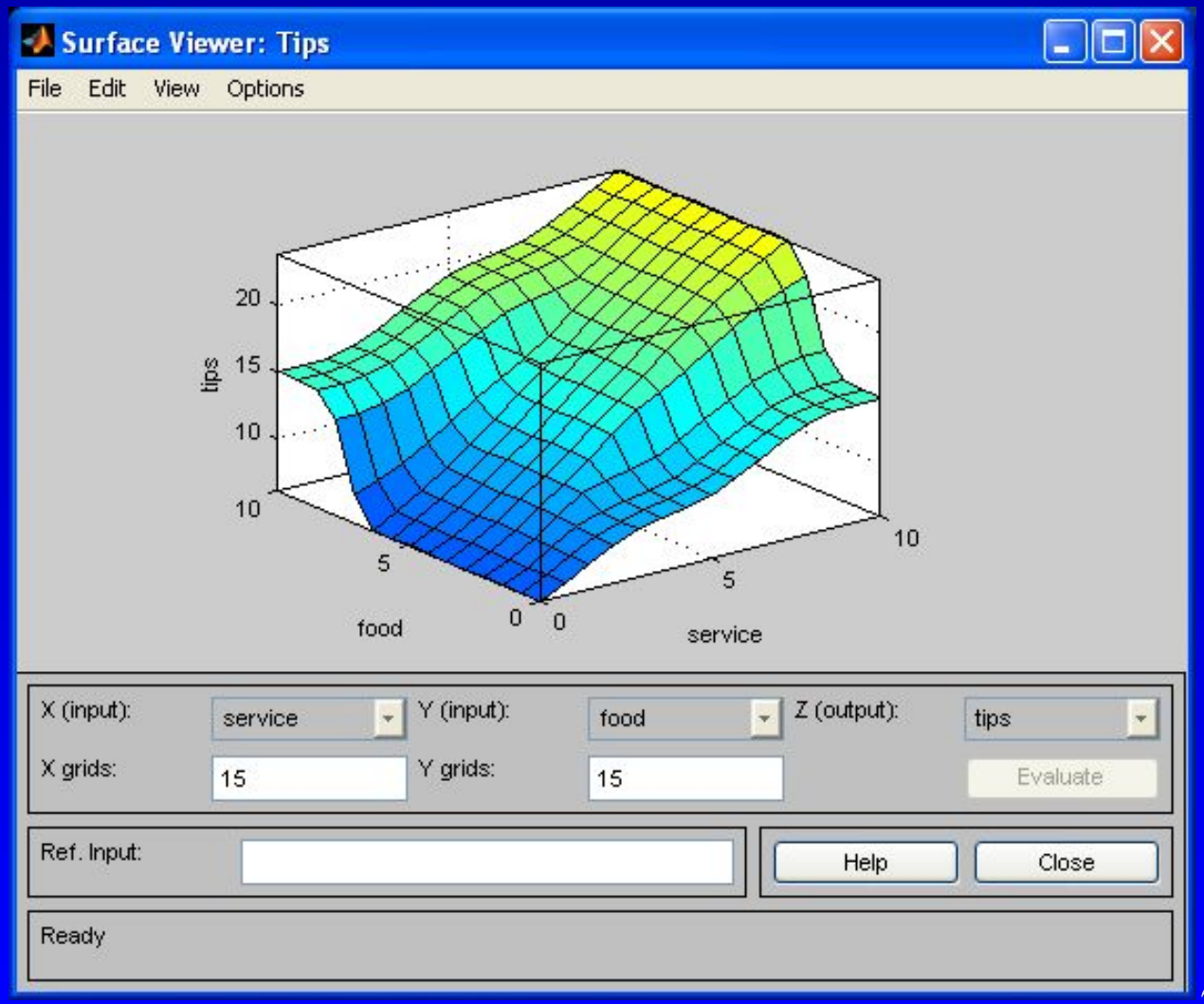
Нечёткая логика: чаевые в ресторане

Окно просмотра правил в задаче о чаевых (программа просмотра правил, вызванная функцией ruleview('Tips'))



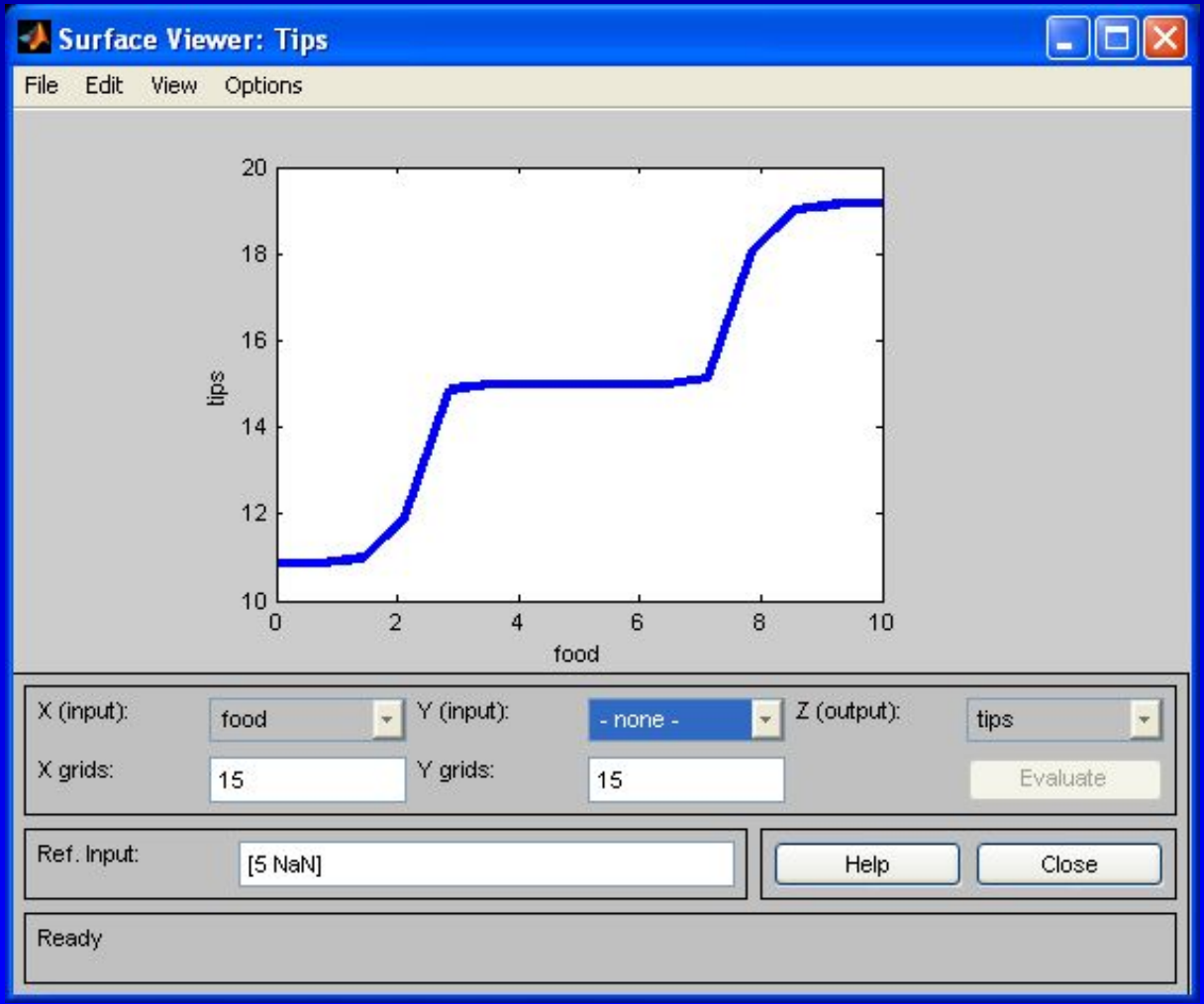
Нечёткая логика: чаевые в ресторане

Графический вид зависимости выходной переменной («tips») от входных («service» и «food») (программа просмотра поверхности вывода, вызываемая функцией surfview('Tips'))



Нечёткая логика: чаевые в ресторане

Одномерная зависимость размера чаевых («tips») от качества еды («food») (график зависимости выходной переменной от второй входной переменной для разработанной нечёткой модели)



Нечёткая логика: безопасность судна

Пример 5

Применить аппарат нечёткой логики для анализа эффективности системы управления безопасностью в судоходных компаниях

Входные переменные:

человек
судно
измерение и методы
внешний фактор
ресурсы

опыт
знания
возраст
профессионализм

Выходная переменная – *эффективность системы управления безопасностью*

Нечёткий поиск

Нечёткий поиск – возможность найти достаточно близкое приближение к запрошенному термину или фразе (технология APRP)

Применение:

- слова с опечатками
- правильное написание фамилий, организаций…
- данные, введённые с помощью оптического распознавания символов

нечоткая

Ленекспо

APRP (Adaptive Pattern Recognition Processing) – адаптивное распознавание образов

Пример 6

Запрос: ЦЦЦТЕРМАРГМАСАРИТАЭЭЭЭЭЭЭ

- ✔ запрос конвертируется в бинарную форму
- ✔ игнорируется шум, т.е. отбрасываются ЦЦЦ и ЭЭЭЭЭЭЭ
- ✔ проводится нечёткий поиск

Результат поиска: МАСТЕР И МАРГАРИТА