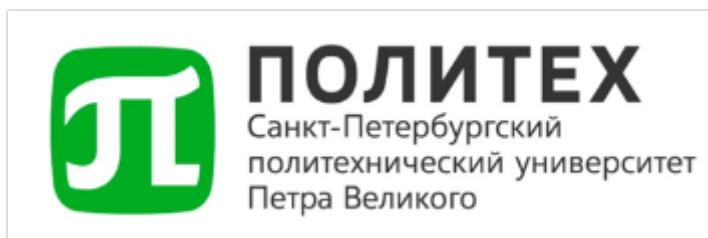


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

Институт компьютерных наук и технологий

Высшая школа программной инженерии



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

по дисциплине «Проектирование интеллектуальных систем управления»

Студент
гр. 3530202/90202

А. М. Потапова

Руководитель

Ю. Н. Кожубаев

Санкт-Петербург
2022 г

Ход работы

В качестве примера мною была выбрано сравнение нечеткой и четкой логики.

В этом примере, чтобы проиллюстрировать ценность нечеткой логики, я исследую как линейный, так и нечеткий подходы к определению правильной суммы чаевых официанту в ресторане. Сначала, я использую обычный нечеткий подход, который определяет кусочно-линейные отношения между входными данными (обслуживание и качество еды) и выходными данными (процент чаевых). Затем реализую четкий подход, используя лингвистические переменные и правила «если-то».

Основная проблема чаевых

Основная проблема чаевых в этом примере выглядит следующим образом: задано число от 0 до 10, которое представляет качество обслуживания в ресторане, где 10 — превосходно, и другое число от 0 до 10, которое представляет качество еды, где 10 вкусно, какие должны быть чаевые?

Поведение при даче чаевых варьируется в зависимости от местных традиций и личных предпочтений. В этом примере проблема основана на чаевых, как это обычно практикуется в Соединенных Штатах. В среднем чаевые за еду в США составляют 15%. Щедрые чаевые могут достигать 25%, а дешевые — 5%.

Фактическая сумма чаевых может варьироваться в зависимости от качества обслуживания и еды.

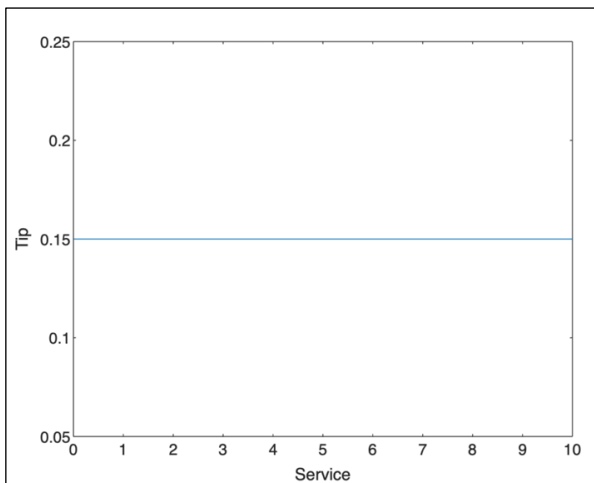
Не нечёткий подход (Nonfuzzy)

Шаг 1

В качестве отправной точки рассматривается максимально простое соотношение, то есть чаевые всегда равны 15% от суммы счета.

```
S = 0:.5:10;  
tip = 0.15*ones(size(S));  
plot(S,tip)  
xlabel('Service')  
ylabel('Tip')  
ylim([0.05 0.25])
```

Результат



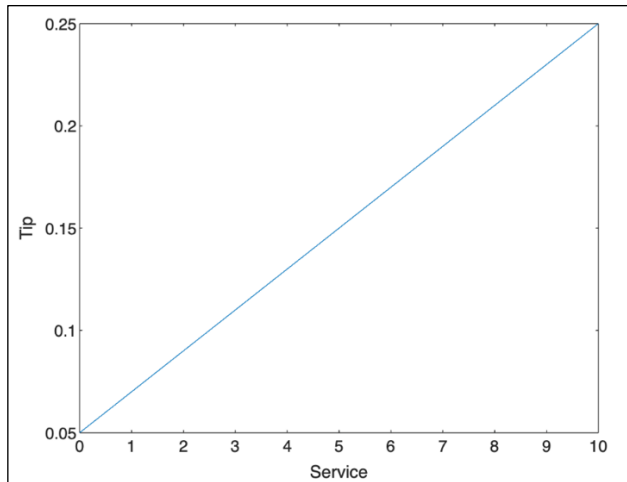
Шаг 2

На первом шаге не учитываем качество услуги, поэтому добавляем термин S к уравнению для чаевых T . Так как услуга оценивается по шкале от 0 до 10, увеличиваем чаевые линейно от 5%, если обслуживание плохое, до 25%, если сервис отличный.

$$T = 0.05 + \frac{0.2 \cdot S}{10}$$

```
tip = (.20/10)*S + 0.05;  
plot(S,tip)  
xlabel('Service')  
ylabel('Tip')  
ylim([0.05 0.25])
```

Результат



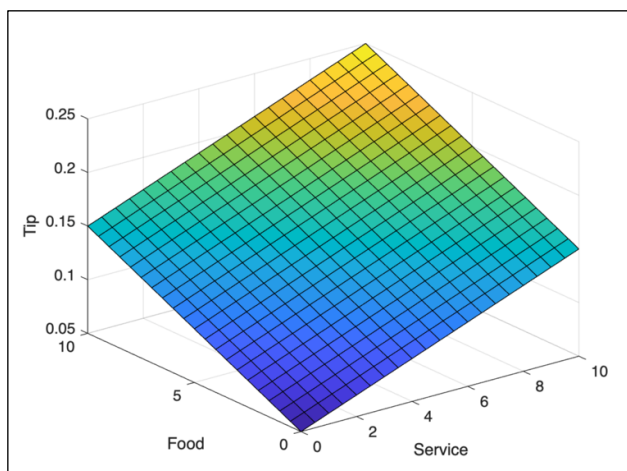
Шаг 3

Чтобы учесть качество пищевых продуктов, добавим термин качества пищевых продуктов F к формуле чаевых. Здесь обслуживание и еда считаются одинаково важными при расчете чаевых.

$$T = 0.05 + \frac{0.2 \cdot (S + F)}{10}$$

```
food = 0:.5:10;
[F,S] = meshgrid(food,S);
tip = (0.20/20).*(S+F) + 0.05;
surf(S,F,tip)
xlabel('Service')
ylabel('Food')
zlabel('Tip')
```

Результат



Шаг 4

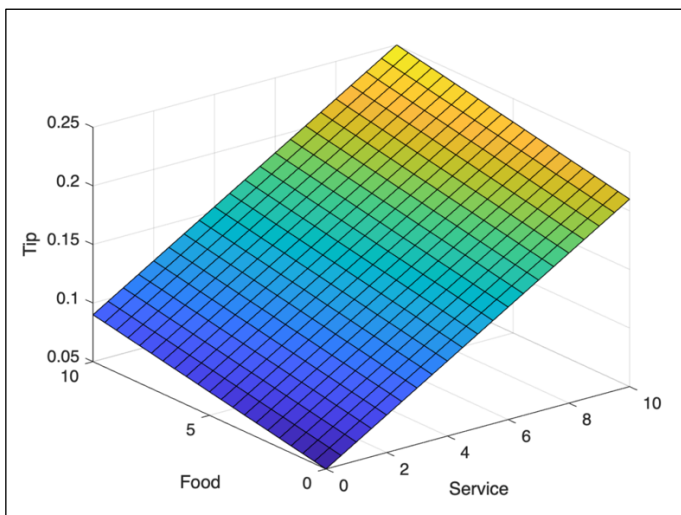
В предыдущем случае результаты выглядят удовлетворительно. Однако предположим, что мы хотим, чтобы обслуживание было более важным фактором, чем качество еды. Для этого в формулу можно добавить коэффициент обслуживания R .

$$T = 0.05 + \frac{0.2 \cdot (R \cdot S + (1 - R) \cdot F)}{10}$$

Укажем, что обслуживание составляет 80% от общей суммы чаевых, а еда составляет остальные 20%.

```
R = 0.8;  
tip = (0.2/10)*(R*S + (1-R)*F) + 0.05;  
surf(S,F,tip)  
xlabel('Service')  
ylabel('Food')  
zlabel('Tip')
```

Результат



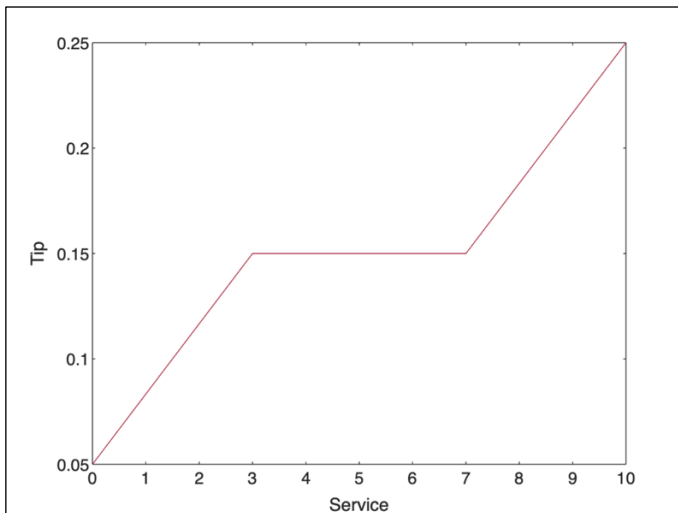
Шаг 5

Предположим, что нам нужен более плоский ответ в середине, то есть мы хотим давать чаевые в размере 15% в целом, но мы также хотим указать вариант, когда обслуживание исключительно хорошее или плохое. В этом

случае предыдущих линейных отображений недостаточно. Вместо этого можно создать кусочно-линейную конструкцию. Возвращаясь к расчету только для обслуживания, создадим условное назначение чаевых, используя логическое индексирование.

```
tip = zeros(size(S));
tip(S<3) = (0.10/3)*S(S<3) + 0.05;
tip(S>=3 & S<7) = 0.15;
tip(S>=7 & S<=10) = ...
    (0.10/3)*(S(S>=7 & S<=10)-7) + 0.15;
plot(S,tip)
xlabel('Service')
ylabel('Tip')
ylim([0.05 0.25])
```

Результат

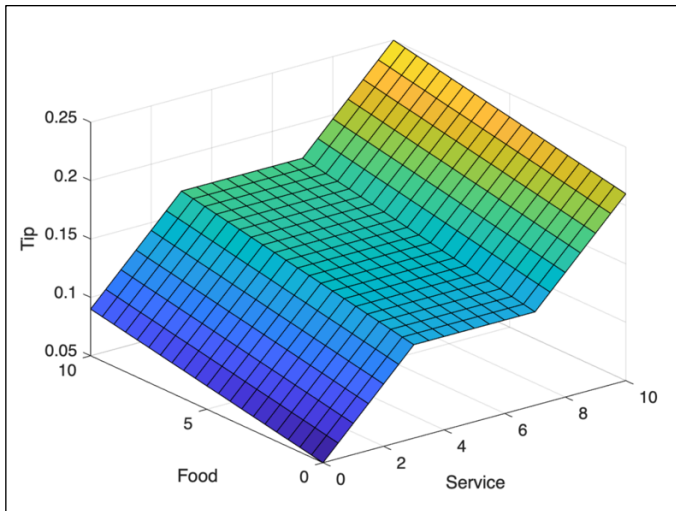


Шаг 6

Добавим к кусочно-линейной формуле обслуживания линейную зависимость от сервиса питания.

```
R = 0.8;
tip = zeros(size(S));
tip(S<3) = ((0.10/3)*S(S<3)+0.05)*R + ...
    (1-R)*(0.20/10*F(S<3)+0.05);
tip(S>=3 & S<7) = (0.15)*R + ...
    (1-R)*(0.20/10*F(S>=3 & S<7)+0.05);
tip(S>=7 & S<=10) = ((0.10/3)*(S(S>=7 & S<=10)-7)+0.15)*R + ...
    (1-R)*(0.20/10*F(S>=7 & S<=10)+0.05);
surf(S,F,tip)
xlabel('Service')
ylabel('Food')
zlabel('Tip')
```

Результат



Результат выглядит хорошо, но расчет сложный. Но тому, кто не видел первоначальный процесс проектирования, непонятно, как работает алгоритм.

Нечетко-логический подход (Fuzzy-Logic)

Чтобы решить эту проблему с помощью нечеткой логики, сначала зафиксируем основы желаемого поведения при опрокидывании, оставив в стороне все факторы, которые могут быть произвольными. Если мы составим список того, что действительно имеет значение в этой проблеме, мы можем создать следующие описания правил для чаевых на основе качества обслуживания.

- Если обслуживание плохое, то чаевые будут дешевыми
- Если обслуживание хорошее, то чаевые средние
- Если обслуживание отличное, то чаевые щедрые

Аналогичным образом, для чаевых, основанных на качестве пищи, вы могли бы создать следующие правила.

- Если еда прогорклая, то чаевые дешевые
- Если еда вкусная, то чаевые щедрые

Затем объедините эти правила в три составных правила "если-то".

- Если обслуживание плохое или еда прогорклая, то чаевые будут дешевыми
- Если обслуживание хорошее, то чаевые средние
- Если обслуживание отличное или еда вкусная, то чаевые щедрые

В правилах используются лингвистические термины, такие как дешево и вкусно, для определения уровня обслуживания, качества еды и чаевых.

Чтобы реализовать решение на основе нечеткой логики, мы создадим систему нечеткого вывода (FIS), которая содержит базу правил if-then и определяет лингвистические термины, используемые в правилах.

Шаг 1

Загрузим систему нечеткого вывода (FIS), которая реализует решение на основе правил.

```
fis = readfis('tipper');
```

Шаг 2

Отообразим правила для FIS, которые соответствуют правилам, определенным ранее.

```
fis.Rules
```

Результат

```
ans =  
1x3 fuzzy array with properties:  
Description  
Antecedent  
Consequent  
Weight  
Connection  
  
Details:  


|   | Description                                                |
|---|------------------------------------------------------------|
| 1 | "service==poor   food==rancid => tip=cheap (1)"            |
| 2 | "service==good => tip=average (1)"                         |
| 3 | "service==excellent   food==delicious => tip=generous (1)" |

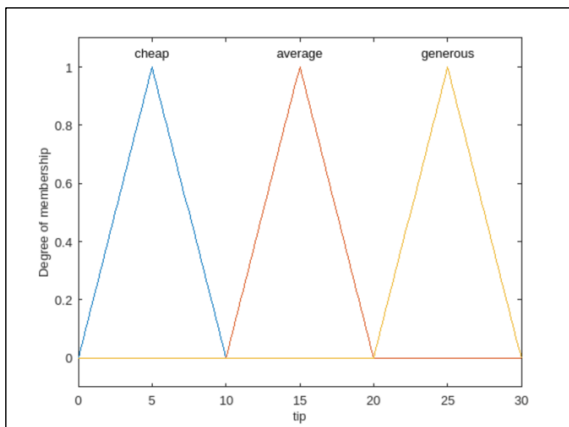

```


Шаг 3

Этот FIS имеет два входа (обслуживание и качество еды) и один выход (процент чаевых). Каждая входная и выходная переменная содержит функции принадлежности, которые определяют лингвистические термины, используемые в правилах «если-то». Например, следующие функции принадлежности представляют процент чаевых.

```
plotmf(fis,"output",1)
```

Результат

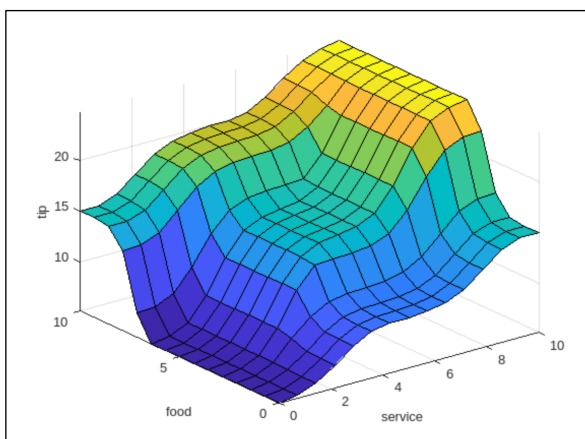


Шаг 4

Отообразим соотношение ввода-вывода, определенное этим IS.

```
gensurf(fis)
```

Результат



Эта нечеткая система основана на наборе правил здравого смысла, которые легко понятны тому, кто не создавал систему.

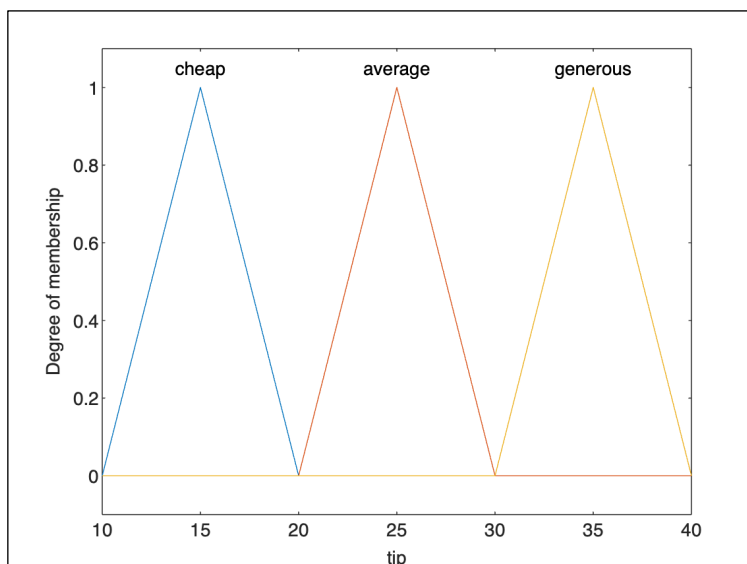
Шаг 5

Чтобы изменить поведение полученной системы для разных регионов или личных предпочтений, мы можем добавлять или изменять правила, диапазоны переменных и определения лингвистических терминов.

Например, чтобы настроить среднее, минимальное и максимальные значения чаевых, мы можем изменить диапазон выходной переменной и соответствующим образом модифицировать функции принадлежности. В качестве примера увеличим диапазон чаевых на десять процентов.

```
fis.Outputs(1).Range = fis.Outputs(1).Range + 10;  
fis.Outputs(1).MembershipFunctions(1).Parameters = ...  
    fis.Outputs(1).MembershipFunctions(1).Parameters + 10;  
fis.Outputs(1).MembershipFunctions(2).Parameters = ...  
    fis.Outputs(1).MembershipFunctions(2).Parameters + 10;  
fis.Outputs(1).MembershipFunctions(3).Parameters = ...  
    fis.Outputs(1).MembershipFunctions(3).Parameters + 10;  
plotmf(fis,"output",1)
```

Результат



Логика чаевых FIS, определенная базой правил «если-то», остается прежней. Однако определение того, что означают разные уровни чаевых, изменилось.

Вывод

В ходе данной лабораторной работы мне удалось успешно сравнить нечеткую и четкую логику.