

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт машиностроения, материалов и транспорта
Высшая школа автоматизации и робототехники

ОТЧЁТ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ № 2

**Разработка нечёткой экспертной системы
с использованием пакета Fuzzy Logic Toolbox в интерактивном режиме**

Выполнил
студент гр. 3331506/60401

<подпись>

Д.Д. Сидоренко

Руководитель
старший преподаватель

<подпись>

Э.А. Абросимов

«5» ноября 2021 г.

Санкт-Петербург
2021

1 Цель

Изучение особенностей применения нечётких методов для решения слабо формализованных задач. Закрепление навыков разработки систем нечёткого вывода в интерактивном режиме с использованием пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox.

2 Содержательное описание задачи.

7	<p>Нечеткая модель управления автомобилем (система торможения)</p> <p>Автомобиль должен двигаться достаточно быстро, но при этом соблюдать дистанцию до автомобиля, едущего впереди.</p> <p>Входные переменные:</p> <ol style="list-style-type: none">1) Расстояние до ближайшего впереди автомобиля;2) Разница в скоростях (между скоростью автомобиля, управляемого нечеткой логикой и скоростью впереди едущего автомобиля);3) Информация с датчика погоды («сухо», «дождь», «снег», «лед»). <p>Выходная переменная – сила торможения.</p>
---	--

Рисунок 1 – Задание

3 Графики функций принадлежности термов входных и выходных переменных

Исходя из логики и ПДД для входных и выходных термов были выбраны следующие значения, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Предельные значения термов

Название терма	Минимальное значение	Максимальное значение	Единица измерения
Дистанция до впереди идущего автомобиля	0	55	м
Разница в скоростях	0	110	км/ч
Погода	0	1	Относительные единицы
Сила торможения	0	1	Относительные единицы

Максимальная дистанция в 55 метров выбрана в соответствии с правилами ПДД. Максимально разрешенная скорость составляет 110 км/ч, а безопасной дистанцией в метрах считается половина от скорости в километрах. Максимальная разница в скорости в 110 км/ч так же выбрана исходя из ПДД.

Графики функций принадлежности терм приведены на рисунках 2, 3, 4 и 5.

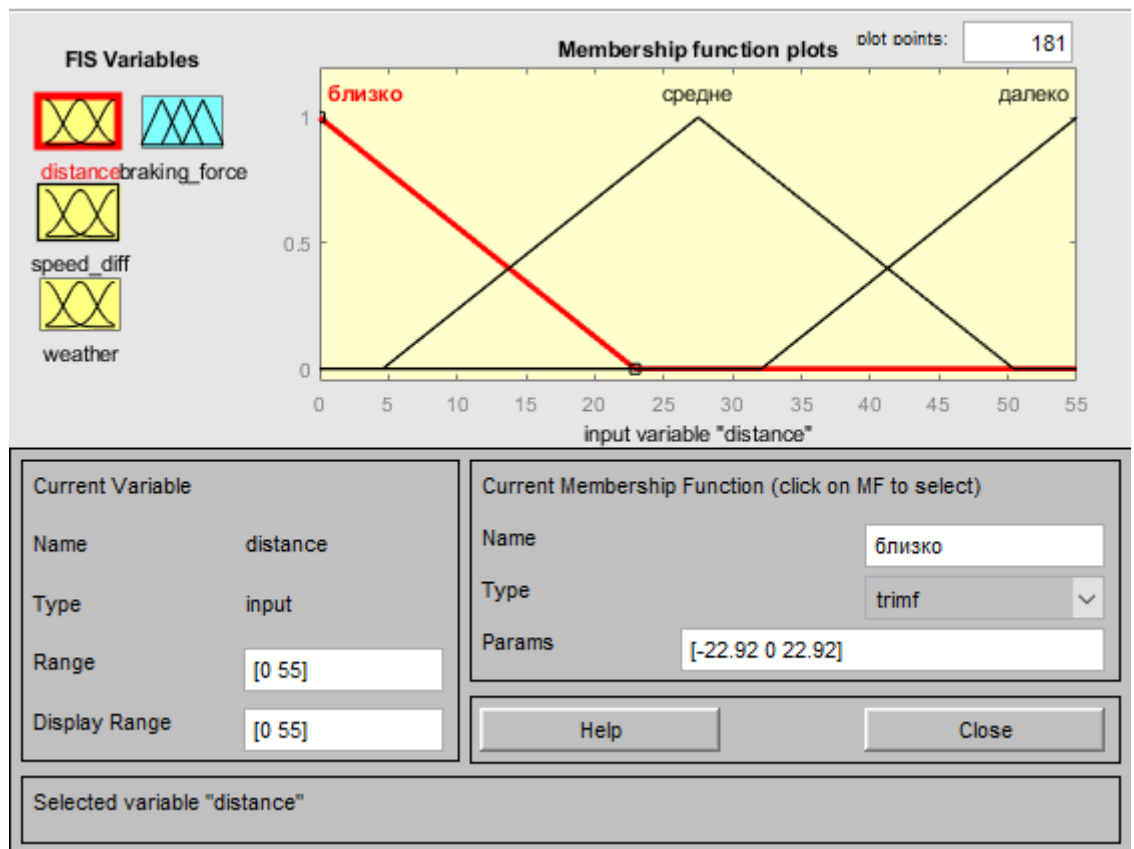


Рисунок 2 - Входной терм расстояние до впереди идущего автомобиля

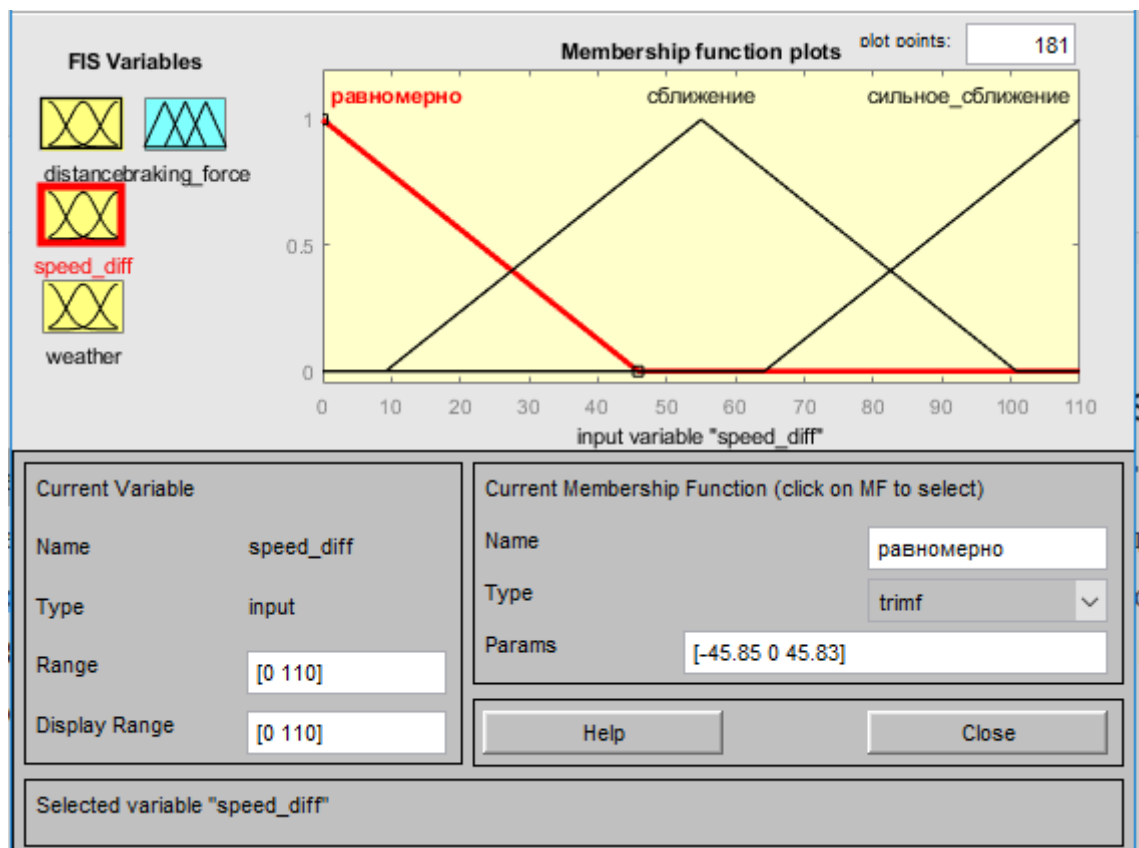


Рисунок 3 – Входной терм разница в скорости автомобилей



Рисунок 4 – Входной терм погода

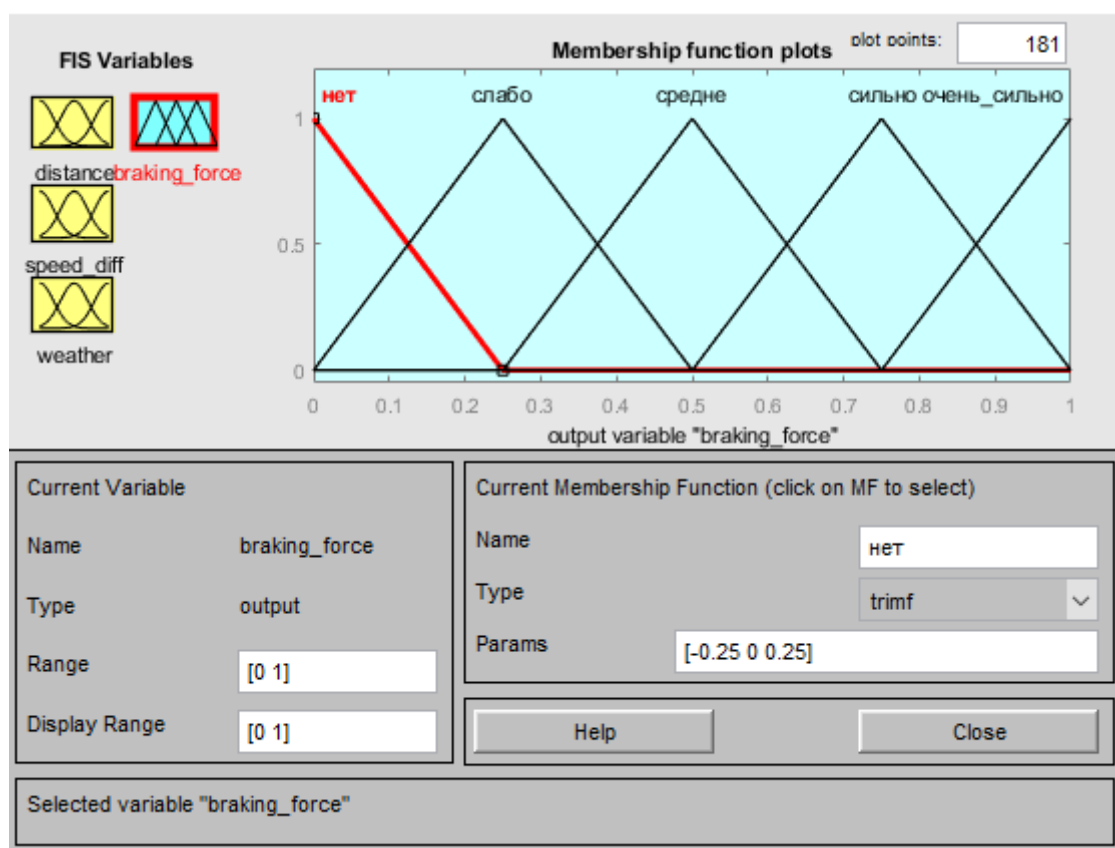


Рисунок 5 – Выходной терм сила торможения

4 База правил нечётких продукций для системы нечёткого вывода.

База правил приведена ниже на рисунке 6.

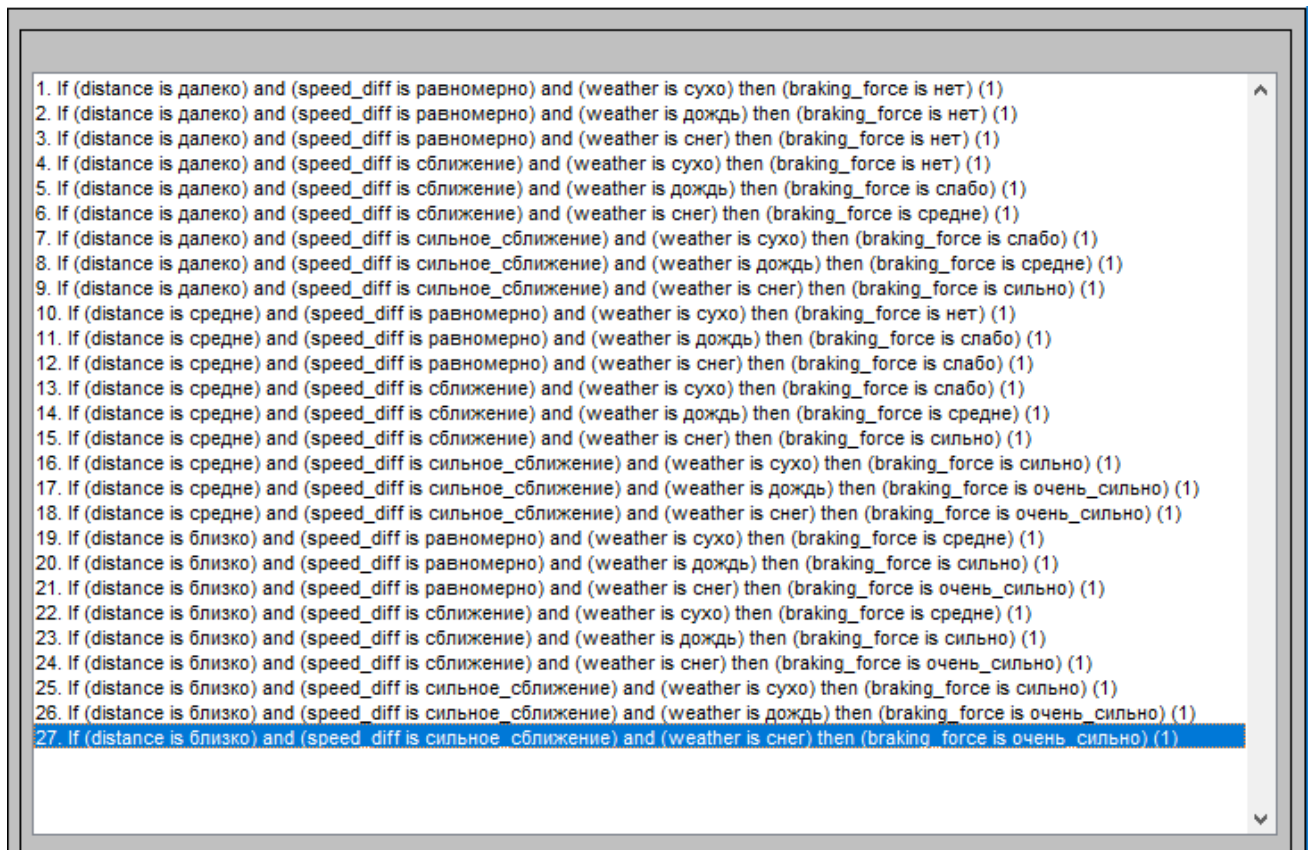


Рисунок 6 - База правил

Мной было составлено 27 правил, что соответствует всем возможным комбинациям входных значений.

```
[System]
Name='rools'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=3
NumOutputs=1
NumRules=27
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='distance'
Range=[0 55]
NumMFs=3
MF1='близко': 'trimf', [-22.92 0 22.92]
MF2='средне': 'trimf', [4.583 27.5 50.42]
```

```

MF3='далеко': 'trimf', [32.08 55 77.93]

[Input2]
Name='speed_diff'
Range=[0 110]
NumMFs=3
MF1='равномерно': 'trimf', [-45.85 0 45.83]
MF2='сближение': 'trimf', [9.163 55 100.8]
MF3='сильное_сближение': 'trimf', [64.17 110 155.8]

[Input3]
Name='weather'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='сухо': 'trimf', [-0.4166666666666667 0 0.4166666666666667]
MF2='дождь': 'trimf', [0.08333333333333333 0.5 0.9166666666666667]
MF3='снег': 'trimf', [0.5833333333333333 1 1.4166666666666667]

[Output1]
Name='braking_force'
Range=[0 1]
NumMFs=5
MF1='нет': 'trimf', [-0.25 0 0.25]
MF2='слабо': 'trimf', [0 0.25 0.5]
MF3='средне': 'trimf', [0.25 0.5 0.75]
MF4='сильно': 'trimf', [0.5 0.75 1]
MF5='очень_сильно': 'trimf', [0.75 1 1.25]

```

```

[Rules]
3 1 1, 1 (1) : 1
3 1 2, 1 (1) : 1
3 1 3, 1 (1) : 1
3 2 1, 1 (1) : 1
3 2 2, 2 (1) : 1
3 2 3, 3 (1) : 1
3 3 1, 2 (1) : 1
3 3 2, 3 (1) : 1
3 3 3, 4 (1) : 1
2 1 1, 1 (1) : 1
2 1 2, 2 (1) : 1
2 1 3, 2 (1) : 1
2 2 1, 2 (1) : 1
2 2 2, 3 (1) : 1
2 2 3, 4 (1) : 1
2 3 1, 4 (1) : 1
2 3 2, 5 (1) : 1
2 3 3, 5 (1) : 1
1 1 1, 3 (1) : 1
1 1 2, 4 (1) : 1
1 1 3, 5 (1) : 1
1 2 1, 3 (1) : 1
1 2 2, 4 (1) : 1
1 2 3, 5 (1) : 1
1 3 1, 4 (1) : 1
1 3 2, 5 (1) : 1
1 3 3, 5 (1) : 1

```


5 Поверхности «входы-выходы» для системы нечёткого вывода.

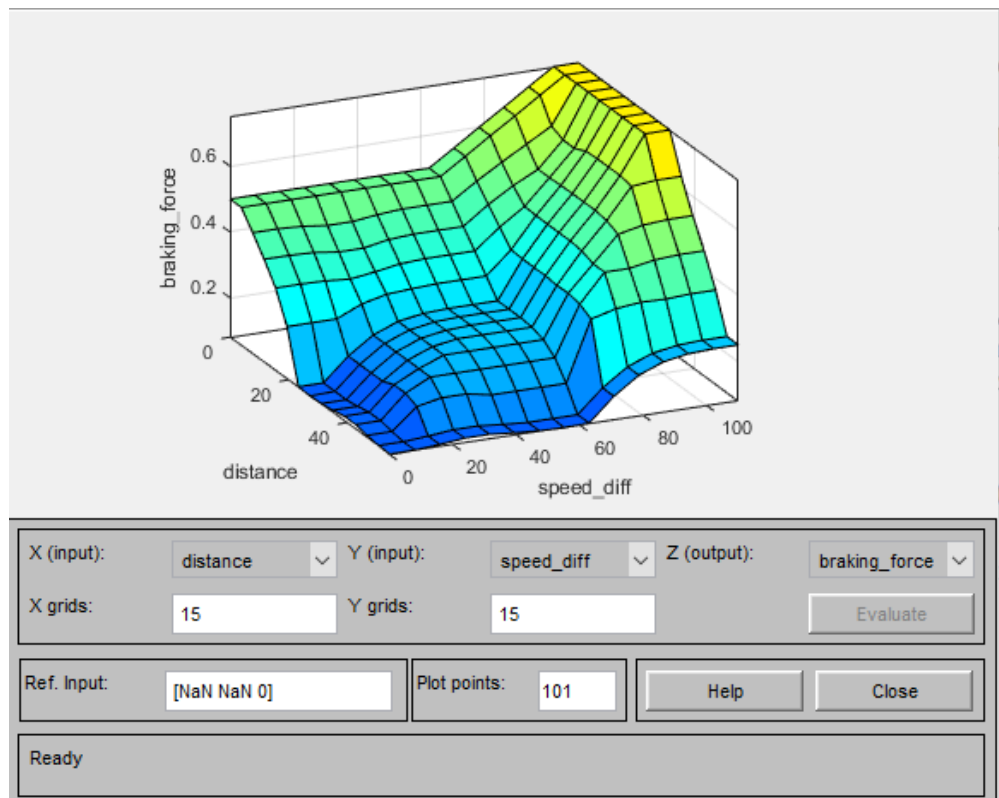


Рисунок 7 – Поверхность «входы-выходы» при сухой погоде

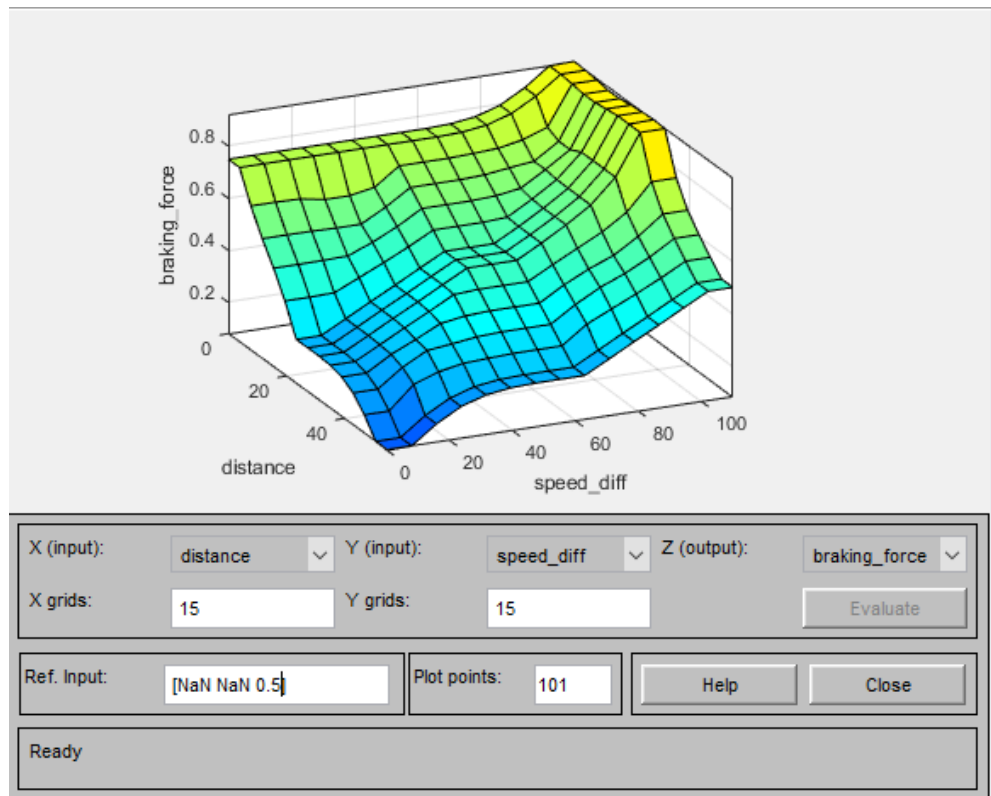


Рисунок 8 – Поверхность «входы-выходы» при дождливой погоде

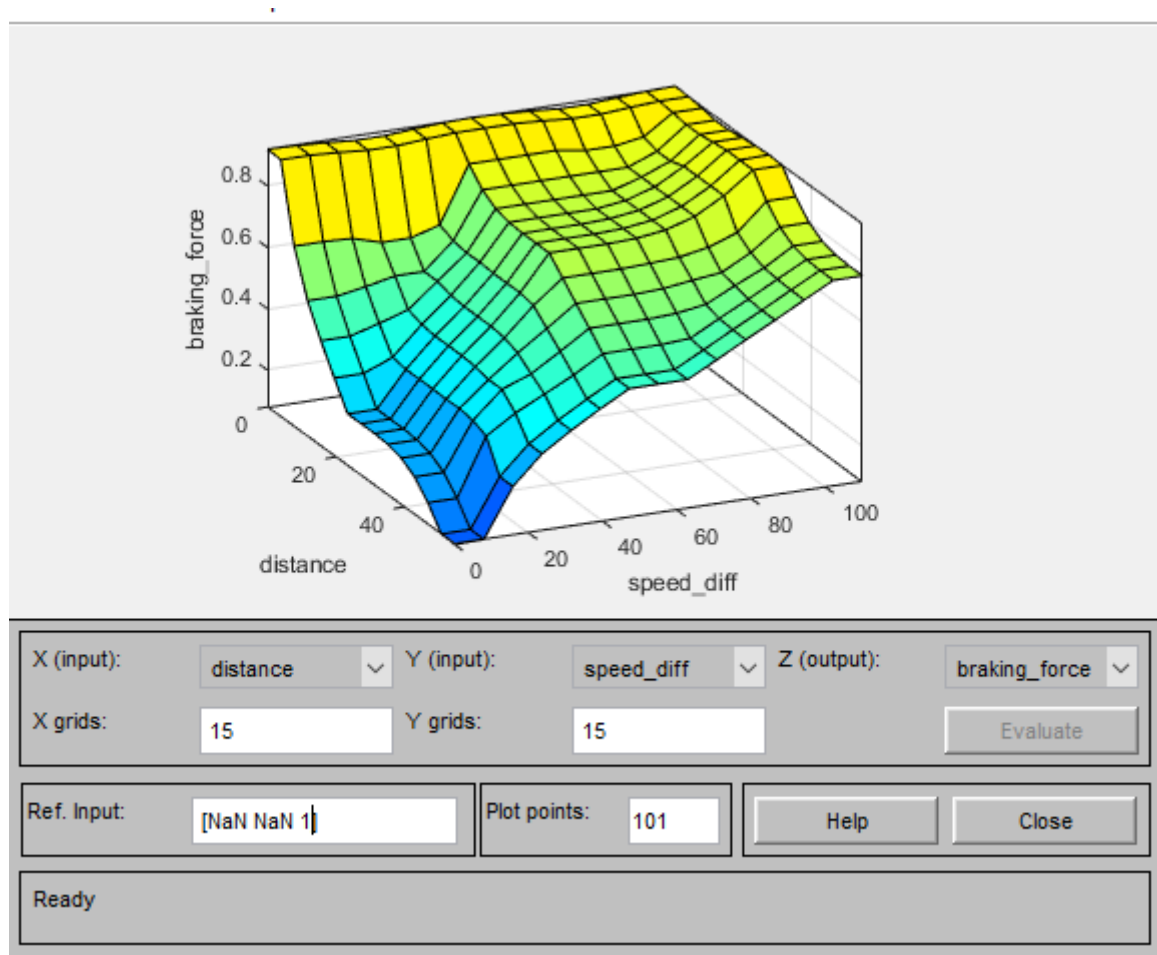


Рисунок 9 – Поверхность «входы-выходы» при снежной погоде

Как видно из рисунков 7, 8 и 9 сила торможения незначительна в сухую погоду при большой дистанции до впереди идущего автомобиля и при незначительной разнице в скорости. В то время как в дождь и в снег сила торможения начинает принимать большие значения уже при малой разницы в скорости и при значительной дистанции.

На рисунке 10 поверхность «входы-выходы» при использовании гауссовой функции в термах дистанции и разницы в скорости. Как видно из рисунка 10 поверхность стала более платной, что хорошо для системы торможения, но в то же время выходная переменная перестало достигать своих минимальных и максимальных значений, что недопустимо для системы торможения.

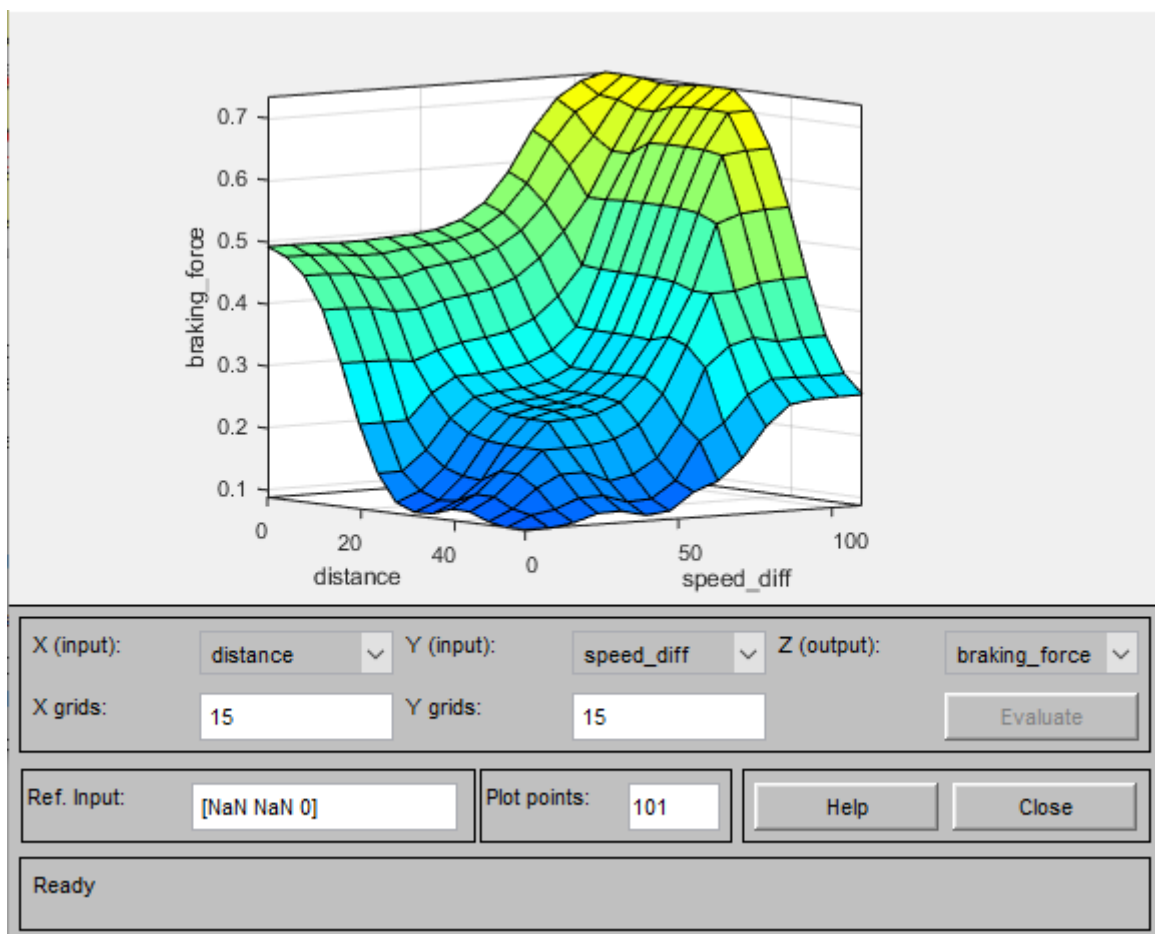


Рисунок 10 – Использование гессиян

Предположим, что на машину установили дождевые шины, соответственно эффективность торможения в дождь увеличилась. Мной были изменены веса правил для дождевой погоды с 1 на 0.5. На рисунке 11 приведена исходная поверхность без изменения весов. На рисунке 12 приведена поверхность с измененными весами. Как видно из рисунков 11 и 12 сила торможения немного снизилась.

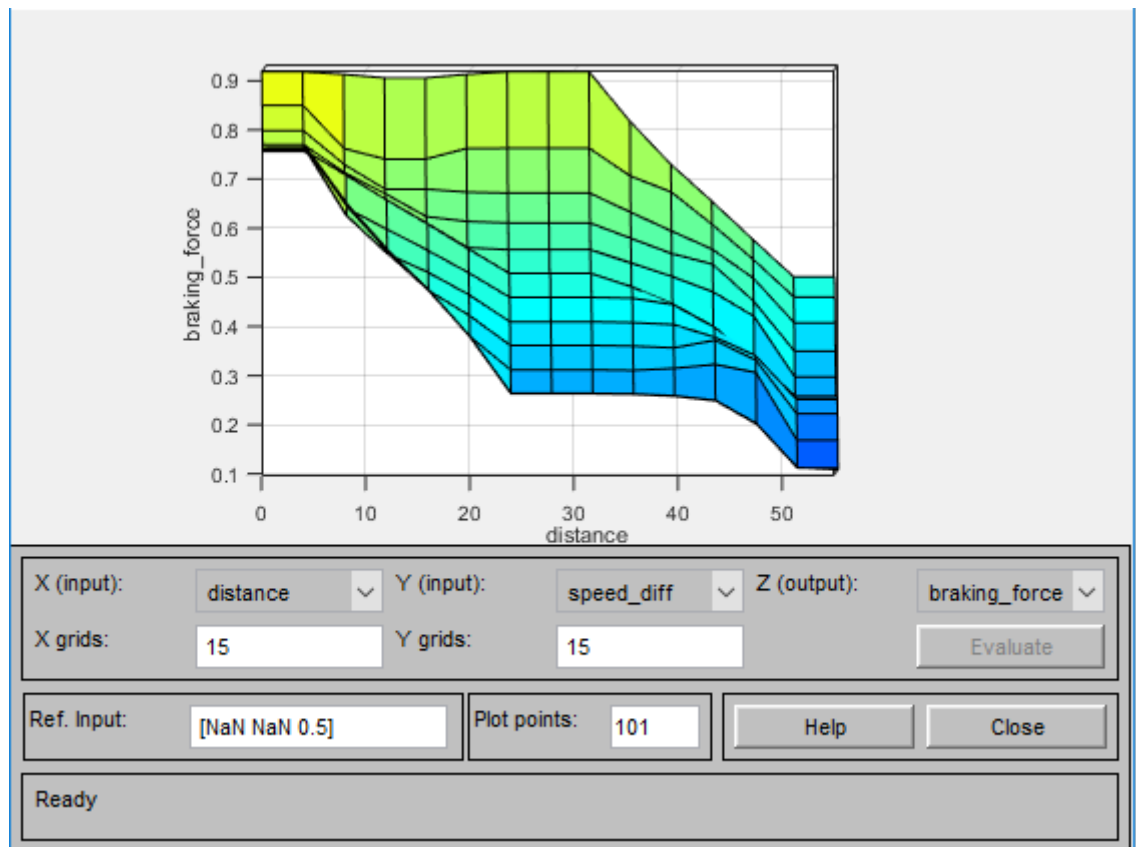


Рисунок 11 – Поверхность без изменения весовых коэффициентов

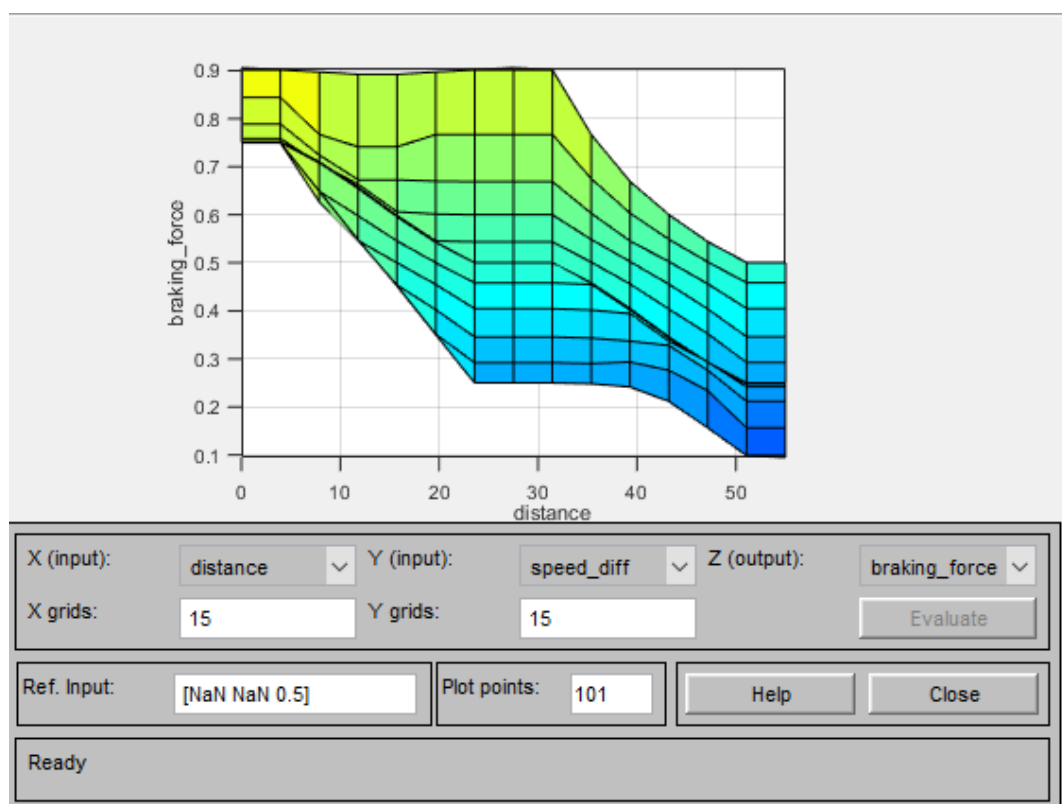


Рисунок 12 – Поверхность с измененными весовыми коэффициентам

6 Численные значения входных и выходных переменных в нескольких контрольных точках

На рисунках 13, 14 и 15 приведены скриншоты окна Rule Viewer при различных значениях входных переменных

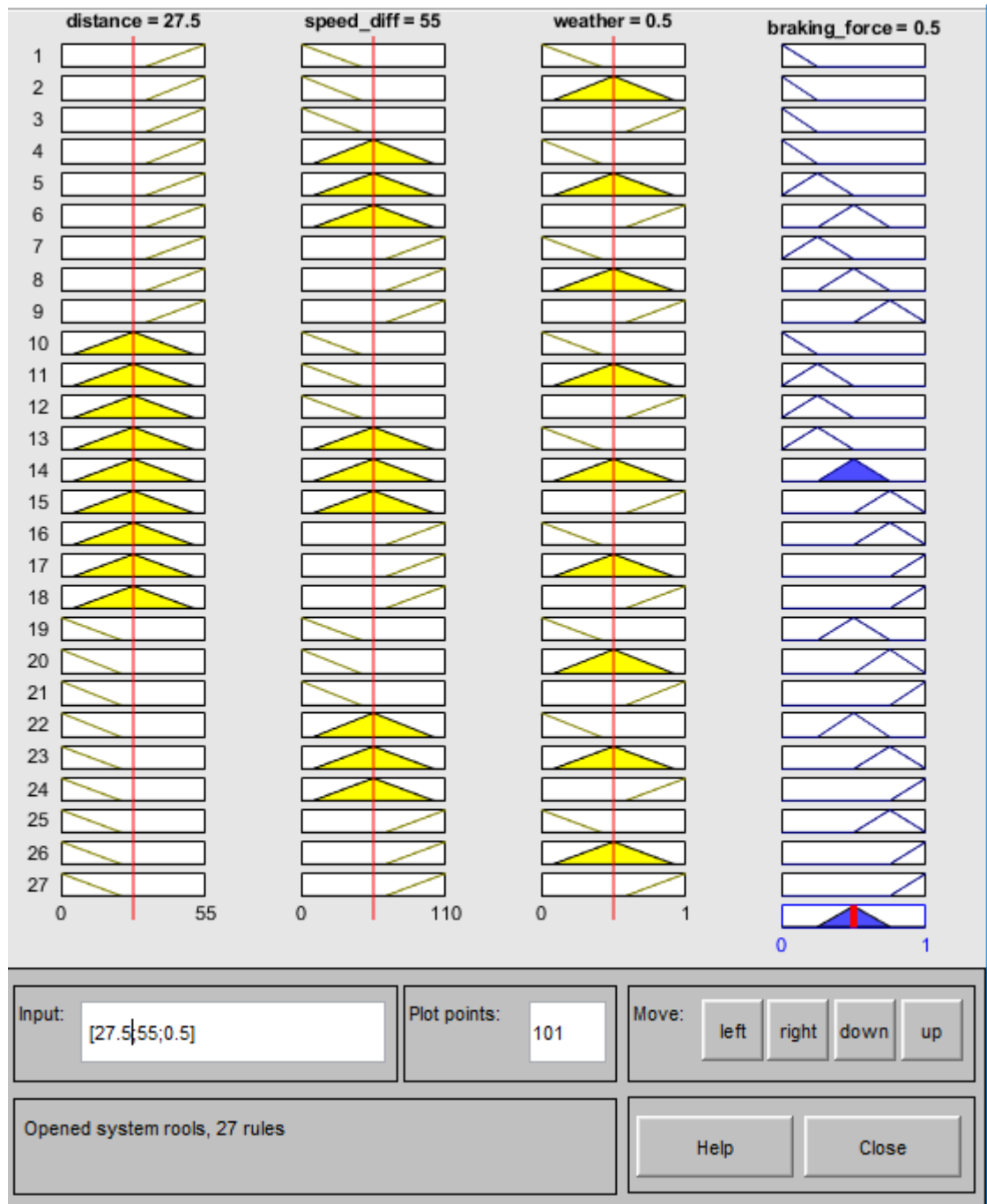


Рисунок 13 – Пример работы системы

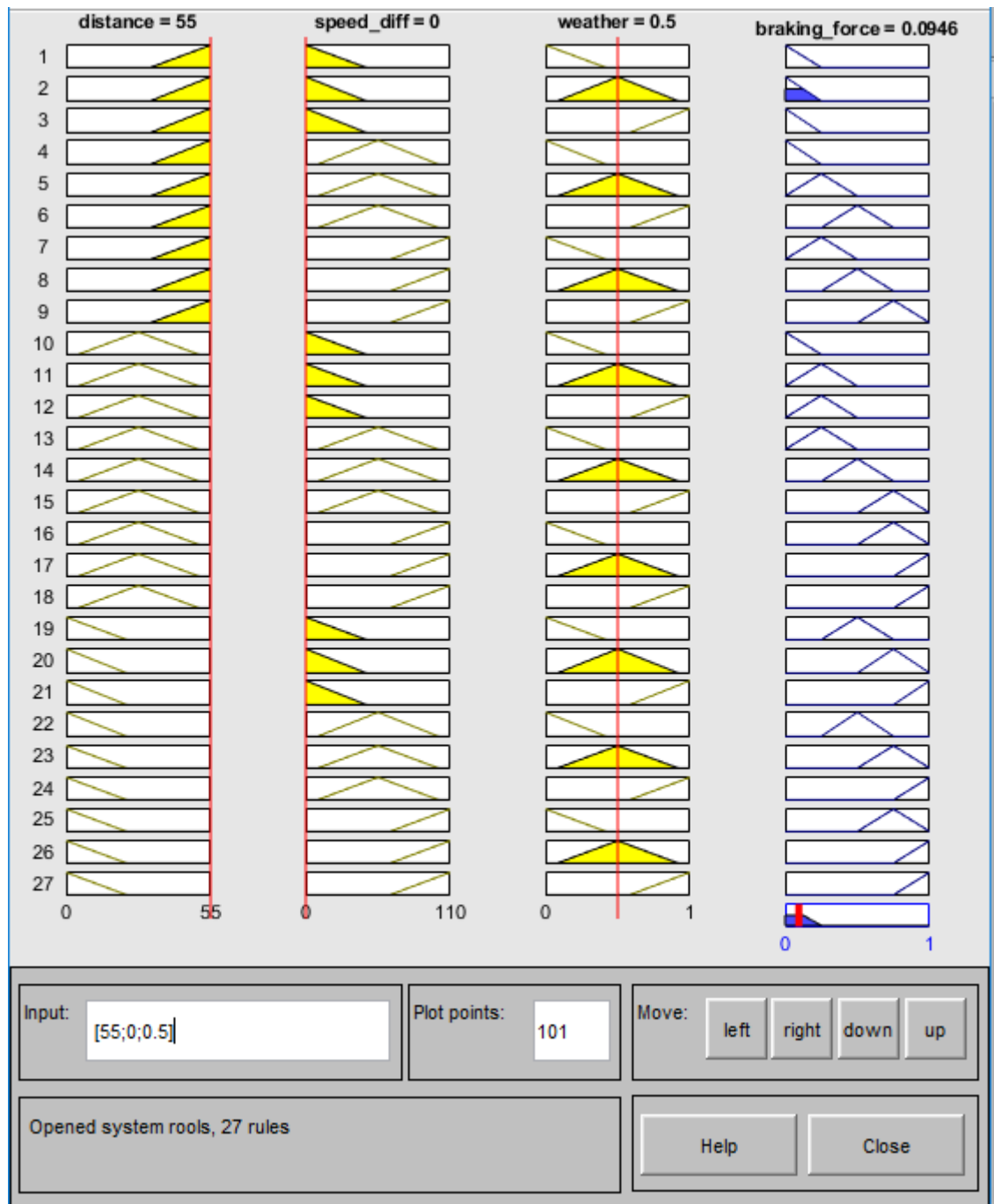


Рисунок 14 – Пример работы системы

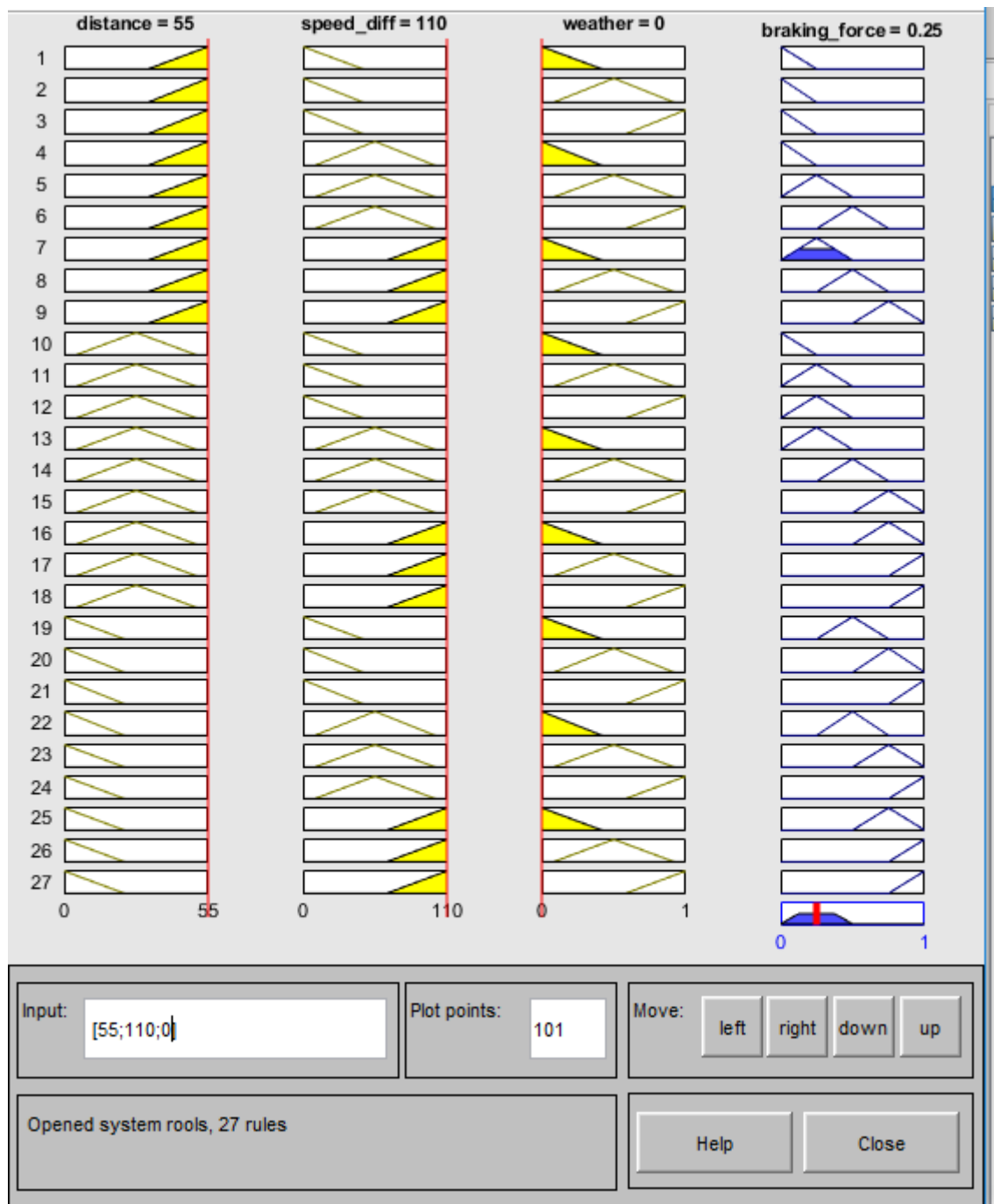


Рисунок 15 – Пример работы системы

Как видно из рисунков 13, 14 и 15 система работает адекватно

7 Выводы по работе

Полученная систем позволяет управлять силой торможения автомобиля основываясь на дистанции до впереди идущего автомобиля, разности скоростей и погоде. Для увеличения эффективности работы системы можно добавить скорость управляемого автомобиля, так как тормозной путь зависит от скорости автомобиля и с увеличением скорости нужно увеличивать дистанцию до впереди идущего автомобиля. Так же следует добавить массу управляемого автомобиля для повышения качества системы.