



UNIFACS

Feira de Santana

Noberto Maciel

noberto.maciel@ulife.com.br

Sistemas de Controle e Inteligência Artificial

AULA 05

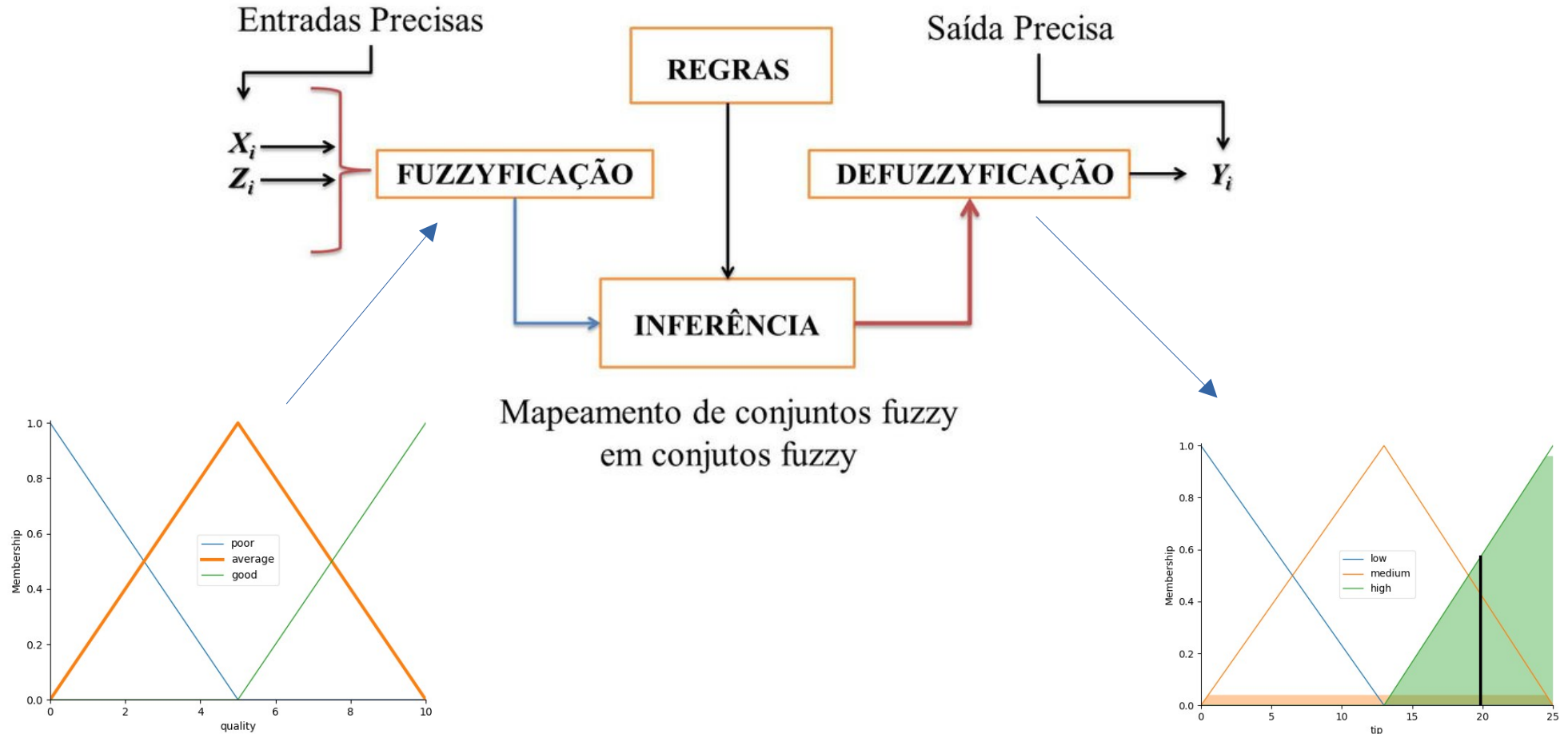
Sistemas baseados na lógica Fuzzy

O que é:

A lógica Fuzzy (ou lógica nebulosa) é uma extensão da lógica clássica (Crisp) que permite trabalhar com valores intermediários entre o verdadeiro (1) e o falso (0). Sistemas Fuzzy utilizam a lógica Fuzzy para controle e automação em inteligência artificial.

Onde está presente:

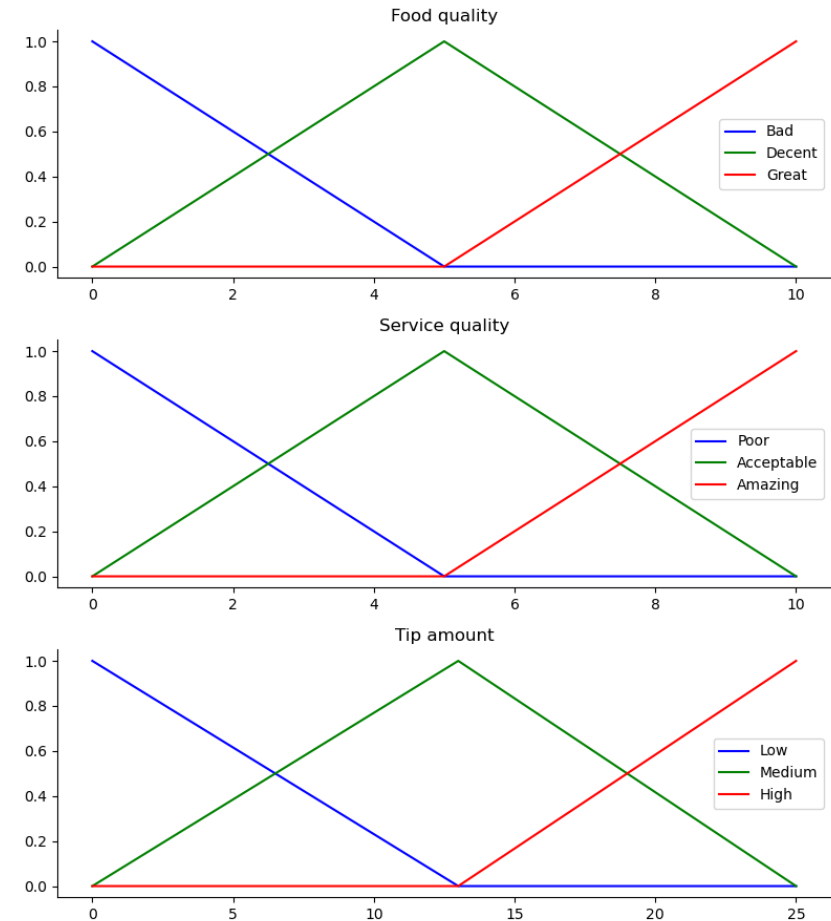
- a) Controle de sistemas: ar-condicionado, câmbio automático, máquinas industriais;
- b) Inteligência Artificial: agentes que tomam decisões em ambientes incertos;
- c) Reconhecimento de padrões: diagnósticos, visão computacional;
- d) Sistemas especialistas: decisões baseadas em regras fuzzy.

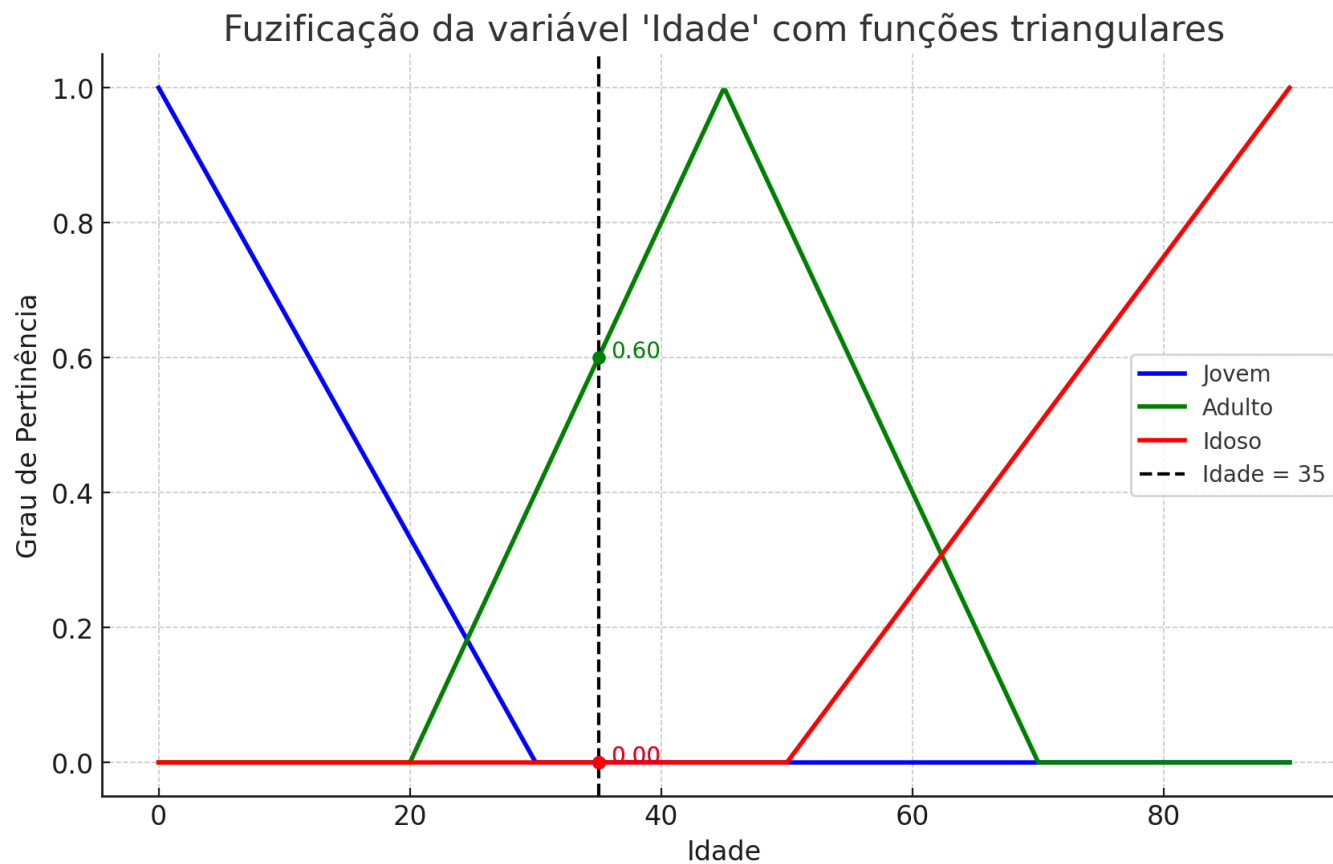


- 1) **Fuzzificação:** transforma os valores numéricos em categorias linguísticas (ex: $30^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{"quente"}$).
- 2) **Aplicação das regras fuzzy e de inferência fuzzy:** usa as regras do tipo "Se... então..." com operadores lógicos fuzzy.
- 3) **Agregação:** fica entre as etapas de inferência (aplicação da base de regras) e defuzzificação, combinando os resultados de todas as regras.
- 4) **Defuzzificação:** converte o resultado fuzzy de volta para um número real (ex: "nível do ar-condicionado" = 7,3 numa escala de 0 a 10).

Fuzificação:

1. O sistema recebe um valor de entrada (um para cada variável, quantas forem);
2. O valor recebido é aplicado nas funções de pertinência;
3. O resultado categórico das funções de agregação é aplicado à base de regras.





Aplicação na Base de Regras e Inferência Fuzzy:

1. A base de regras deve ser criada, previamente, por um especialista;
2. A saída das funções de pertinência, em dados categóricos, é aplicada na base de regras, que usa as instruções **SE** e **ENTÃO** e os operadores lógicos **OR**, **AND**, etc. Exemplo:

SE comida é ruim **OU** atendimento é ruim **ENTÃO** gorjeta é baixa.

SE comida é boa **ENTÃO** gorjeta é média.

SE comida é excelente **OU** atendimento é excelente **ENTÃO** gorjeta é alta.

Agregação:

1. Obtém o resultado da ativação das regras de acordo com as entradas. Ex: comida = 6.5 (Boa=0.7, Excelente=0.3) e atendimento = 8 (Bom=0.4, Excelente=0.6):

Regra 1 → “ruim OU ruim” = 0 → não ativa.

Regra 2 → “comida boa (0.7)” → ativa gorjeta média com intensidade 0.7.

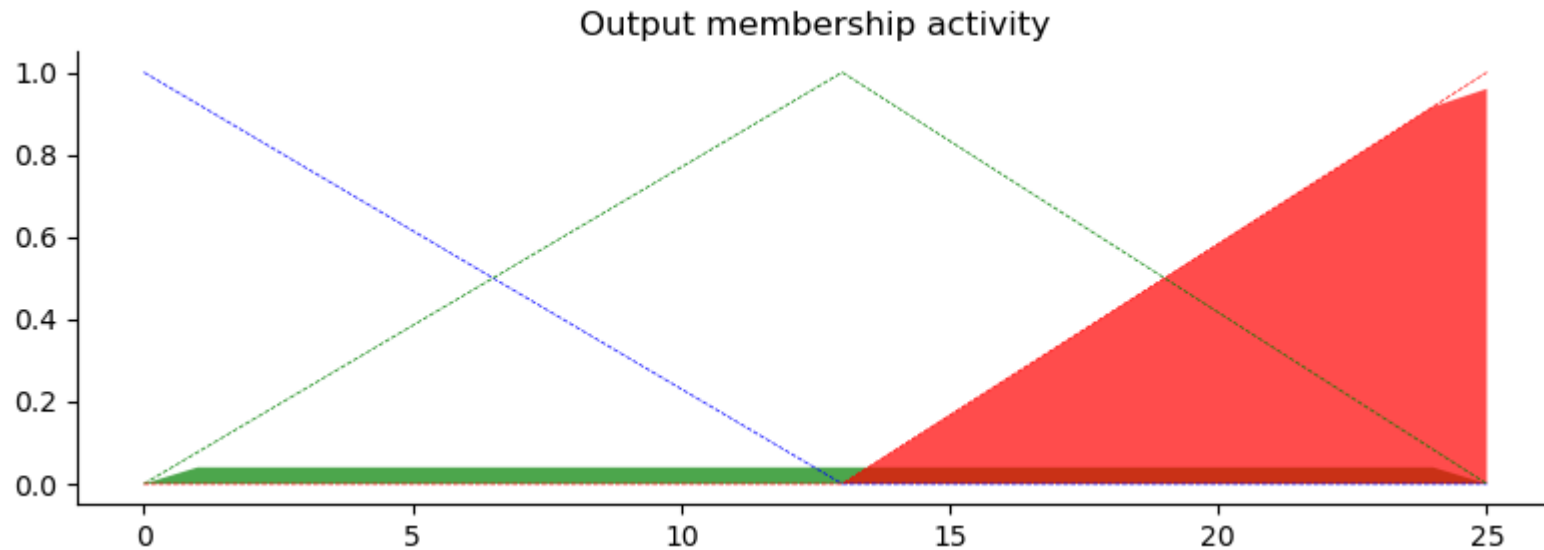
Regra 3 → “comida excelente (0.3) OU atendimento excelente (0.6)” = 0.6 → ativa gorjeta alta com intensidade 0.6.

2. Agrega os resultados e apresenta a saída Fuzzy:

Média ativada a 0.7

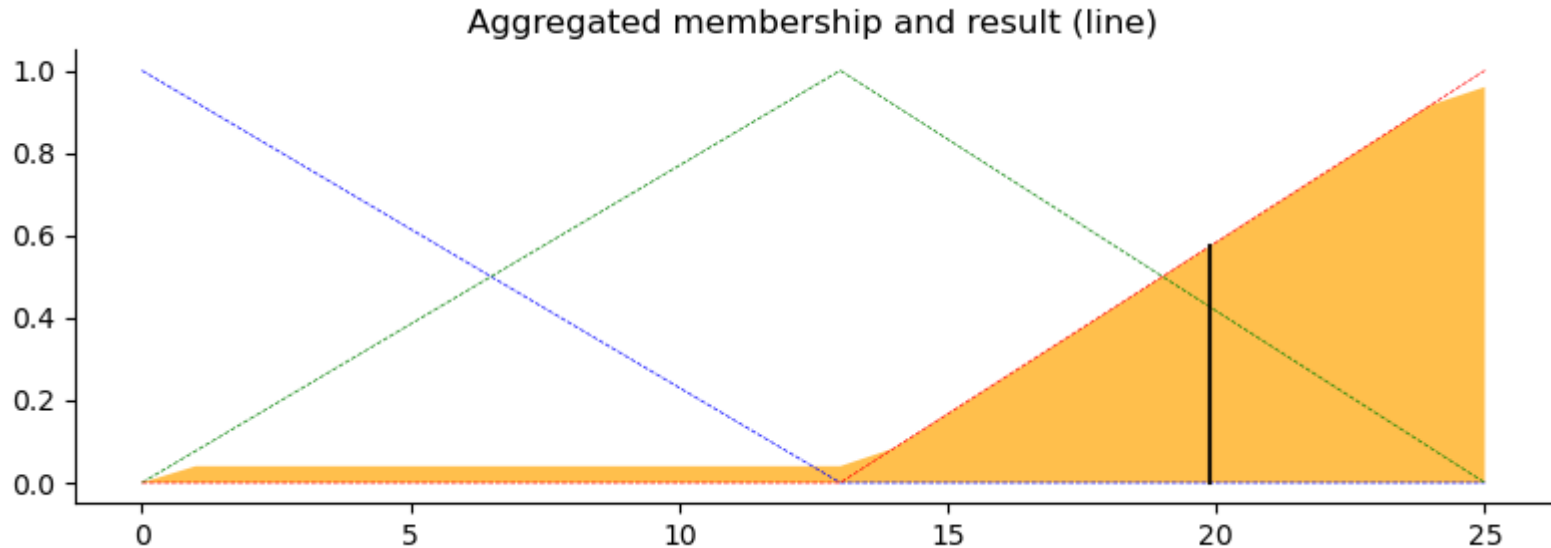
Alta ativada a 0.6

Agregação:



Defuzificação:

1. Transforma o resultado da agregação em uma saída combinada através de algum método como o centróide, apresentando um valor final.

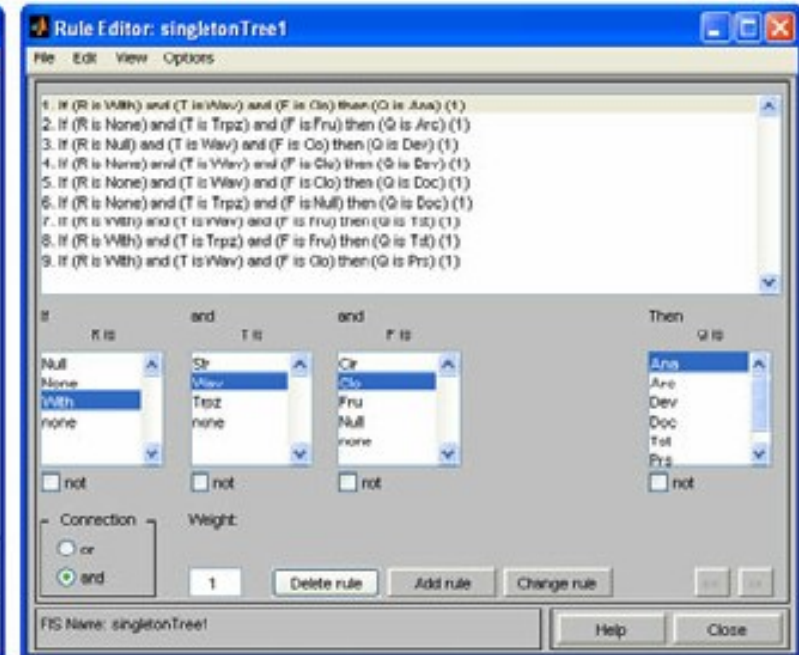
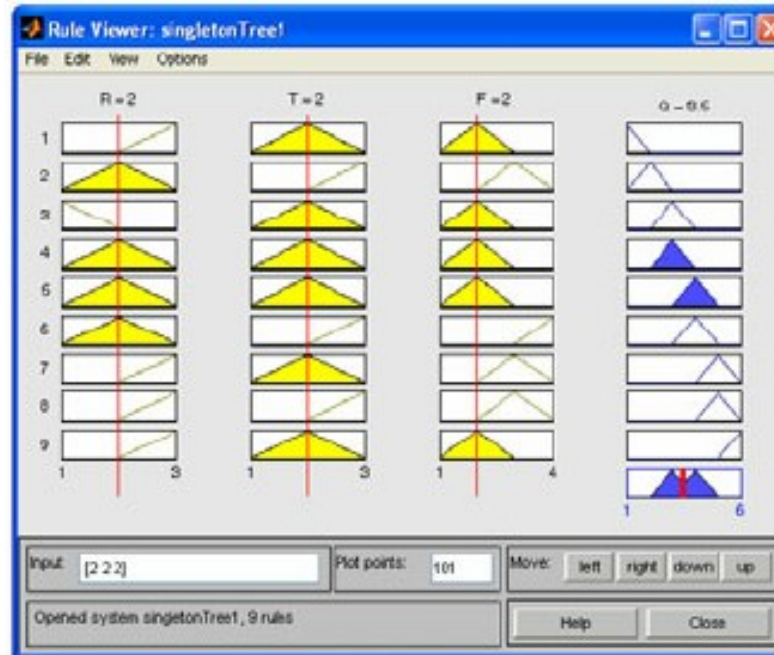


Vantagens:

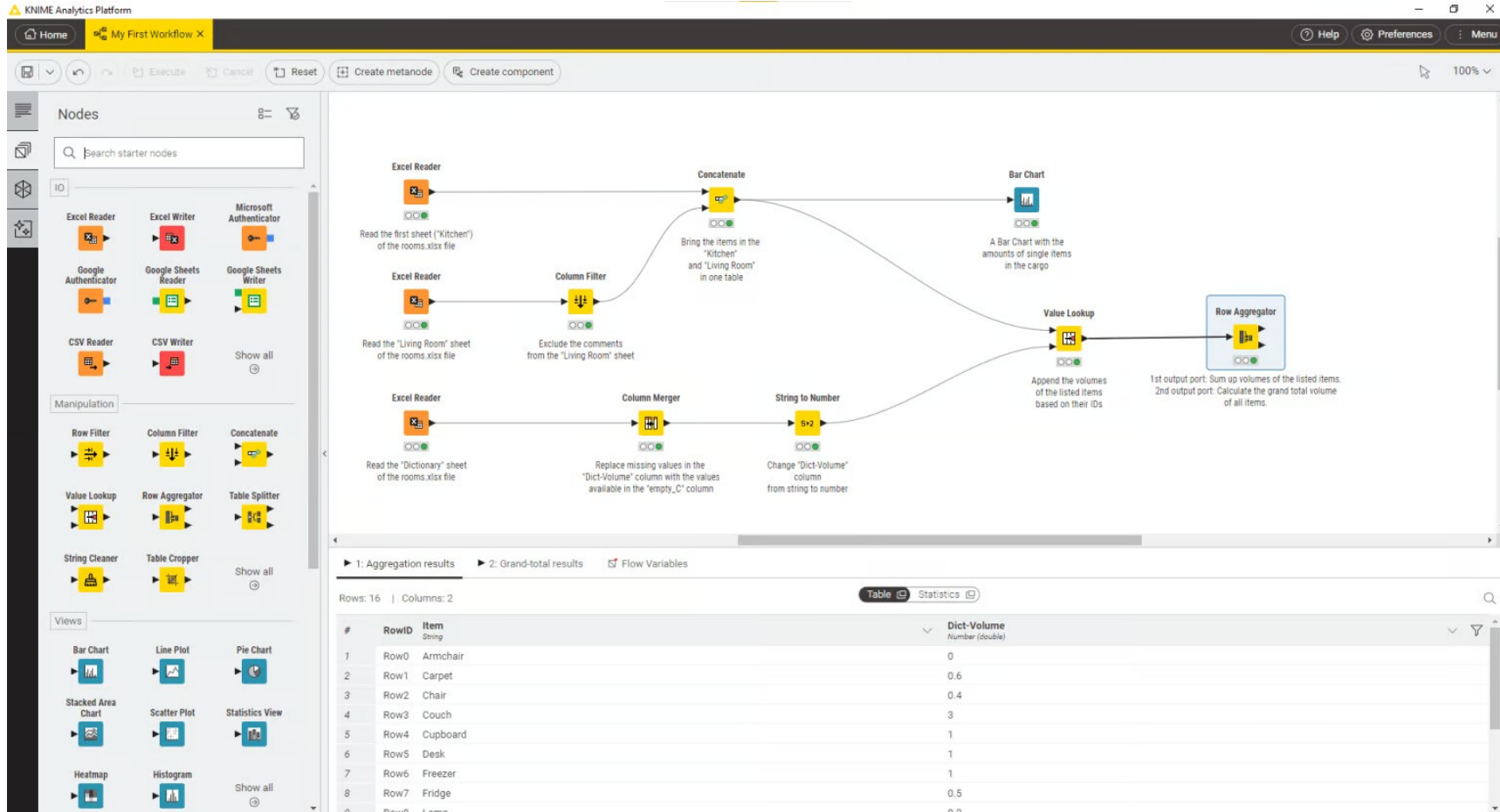
- Trabalha no campo da incerteza;
- Tolerância a ruído nos dados;
- Fácil de implementar;
- Aplicável em tempo real;
- Não necessita de um pré-treinamento para aprendizado;
- Bom para sensores e atuadores.

Desvantagens:

- Necessita de um especialista para definir as regras;
- Número de regras pode ser alto;
- Não aprende sozinho;
- As definições podem ser excessivamente subjetivas.



Softwares de simulação



Aplicações práticas dos algoritmos de aprendizado de máquina

-

- [1] Haykin, Simon S. "Neural networks and learning machines/Simon Haykin." (2009). <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788577800865/pageid/0>
- [2] FACELI, Katti; LORENA, Ana C.; GAMA, João; AL, et. Inteligência Artificial - Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021. <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521637509/>.
- [3] <https://computacaointeligente.com.br/algoritmos/mapas-auto-organizaveis/>
- [4] <https://community.revelo.com.br/inteligencia-artificial-com-logica-fuzzy-e-sua-aplicacao-no-mundo-real/>
- [5] <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
- [6] <https://www.knime.com/>
- [7] <https://www.desmos.com/>
- [8] https://scikit-fuzzy.github.io/scikit-fuzzy/auto_examples/plot_tipping_problem_newapi.html