



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
COLEGIADO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Sistema fuzzy para determinação de aprovação na matéria de Computação Gráfica

Alunos: Luiz Felipe Fonseca Rosa e Gustavo Portela Rautenberg

Data: 25/04/2023

1. INTRODUÇÃO

A matéria de computação gráfica na Unioeste do Campus Cascavel sempre foi considerada difícil e com um alto número de reprovações. Isso se deve principalmente à dificuldade da matéria e da alta complexidade dos cálculos que devem ser feitos, além dos trabalhos serem muito desafiadores. Porém este não é o único fator, sendo o aluno o principal responsável por seu desempenho universitário. Neste último tópico, existem diversos pontos que podemos avaliar para determinar a aprovação/desempenho de um aluno dentro desta matéria.

Neste contexto, a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial, em particular a lógica fuzzy, oferece uma abordagem poderosa para modelar a incerteza de aprovações dentro da dada matéria.

Este trabalho propõe um sistema baseado em lógica fuzzy para determinar a situação de um aluno na disciplina de Computação Gráfica, considerando diversas variáveis como quantidade de faltas, notas obtidas em avaliações, presença em sala de aula, participação nas atividades, quantidade de saídas em sala e atrasos.

Ao invés de uma abordagem binária de aprovado ou reprovado, o sistema classificará os alunos em três categorias: aprovado, em exame ou reprovado. A utilização da lógica fuzzy permite capturar a imprecisão e a subjetividade inerentes à avaliação do desempenho dos alunos, tornando o sistema mais robusto e adaptável a diferentes contextos e critérios de avaliação.

O MATLAB é uma poderosa ferramenta de computação numérica e programação amplamente utilizada em uma variedade de campos, incluindo engenharia, ciências físicas, economia e muito mais. Quando se trata de modelagem e simulação de sistemas baseados em lógica fuzzy, o MATLAB oferece uma ampla gama de recursos e funcionalidades que facilitam o desenvolvimento e a implementação de sistemas fuzzy.

O modelo Mamdani é um dos modelos mais comuns de sistemas fuzzy e é amplamente utilizado para mapear entradas linguísticas em saídas linguísticas através de um conjunto de regras fuzzy. Ele é nomeado em homenagem a Ebrahim Mamdani, que o propôs na década de 1970. O modelo Mamdani é composto por três principais componentes: conjuntos fuzzy de entrada, base de regras e conjuntos fuzzy de saída.

Conjuntos Fuzzy de Entrada: Esses conjuntos representam as variáveis de entrada do sistema e são definidos por funções de pertinência que atribuem um grau de pertinência a cada valor possível da variável de entrada. Por exemplo, se estamos modelando a temperatura ambiente, poderíamos ter conjuntos fuzzy como "baixa", "média" e "alta", cada um com sua própria função de pertinência que descreve como os valores de temperatura se relacionam com esses rótulos linguísticos.

Base de Regras: Esta é a parte central do modelo Mamdani, onde as regras linguísticas são definidas para mapear as combinações de valores das variáveis de entrada em valores das variáveis de saída. Cada regra é composta por uma condição (ou antecedente) e uma conclusão. As condições são expressas em termos dos conjuntos fuzzy de entrada, e as conclusões são expressas

em termos dos conjuntos fuzzy de saída. Por exemplo, uma regra poderia ser: "Se a temperatura é alta E a umidade é média, então a velocidade do ventilador é baixa".

Conjuntos Fuzzy de Saída: Assim como os conjuntos de entrada, estes representam as variáveis de saída do sistema e são definidos por suas próprias funções de pertinência. Cada conjunto fuzzy de saída está associado a uma ou mais regras que especificam como calcular o grau de pertinência de cada conjunto fuzzy de saída em relação aos valores das variáveis de entrada.

A regra triangular é um tipo comum de função de pertinência usada para definir conjuntos fuzzy em sistemas fuzzy. Ela é chamada de triangular porque tem uma forma triangular quando plotada em um gráfico. Essa função tem três parâmetros: o ponto de início, o ponto de pico e o ponto final. O ponto de início e o ponto final indicam os limites do conjunto fuzzy, enquanto o ponto de pico determina o valor máximo de pertinência atribuído ao conjunto fuzzy. Essa função é simples e intuitiva, o que a torna fácil de entender e aplicar em sistemas fuzzy.

O centroide, no contexto de sistemas fuzzy, refere-se ao centro de gravidade de um conjunto fuzzy. Em outras palavras, é um ponto que representa o valor médio ou típico do conjunto fuzzy. O cálculo do centroide é útil para determinar uma representação numérica do conjunto fuzzy, o que pode ser útil em várias aplicações, como controle fuzzy e análise de dados fuzzy.

Para calcular o centroide de um conjunto fuzzy, geralmente é utilizado o método da defuzzificação. Este método envolve a integração da função de pertinência do conjunto fuzzy ponderada pelo valor correspondente da variável de entrada e, em seguida, dividindo pela área total sob a curva da função de pertinência. O resultado desse cálculo é o valor do centroide, que fornece uma medida numérica do "centro" do conjunto fuzzy.

Em resumo, o centroide é uma representação numérica do centro de um conjunto fuzzy e é calculado usando o método de defuzzificação, que integra a função de pertinência ponderada pela variável de entrada. Ele é amplamente utilizado em sistemas fuzzy para transformar a informação fuzzy em valores numéricos que podem ser facilmente interpretados e utilizados em diversas aplicações.

O modelo trapezoidal é um tipo de função de pertinência comum usada em sistemas fuzzy para definir conjuntos fuzzy. Essa função de pertinência recebe esse nome devido à sua forma trapezoidal quando plotada em um gráfico.

Em um modelo trapezoidal, há quatro parâmetros que definem a forma do conjunto fuzzy:

Ponto de início esquerdo (a): Este é o ponto onde a função começa a subir, indicando o início da região de pertinência do conjunto fuzzy.

Ponto de pico esquerdo (b): Este é o ponto onde a função atinge seu valor máximo de pertinência dentro da região de pertinência.

Ponto de pico direito (c): Este é o ponto onde a função começa a descer do seu valor máximo de pertinência.

Ponto de fim direito (d): Este é o ponto onde a função termina, indicando o final da região de pertinência do conjunto fuzzy.

A função de pertinência é 0 antes do ponto de início e após o ponto de fim, e atinge seu valor máximo de pertinência (normalmente 1) na região entre os pontos de pico esquerdo e direito.

O modelo trapezoidal é bastante flexível e pode ser usado para representar uma variedade de conjuntos fuzzy com diferentes graus de inclinação e largura. Ele é especialmente útil quando os conjuntos fuzzy têm uma transição gradual entre os valores nítidos e imprecisos, permitindo uma representação mais precisa de conceitos linguísticos em sistemas fuzzy.

2. DESENVOLVIMENTO

Para desenvolver um sistema fuzzy, necessitamos de três passos principais: os conjuntos de entrada bem definidos, as regras de fuzzificação determinando como serão calculadas as saídas e

é claro, os conjuntos de saída.

```
[System]
Name='mamdani_type1'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=5
NumOutputs=1
NumRules=243
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'
```

Figura 1: definição das regras fuzzy no MATLAB.

2.1.: CONJUNTOS:

Os conjuntos de entrada foram definidos conforme a seguinte listagem e serão explicados logo abaixo:

2.1.1.: CONJUNTOS DE ENTRADA:

Porcentagem de Faltas:

- Baixa
 - Trapezoidal: [0, 0, 10, 25]
- Média
 - Trapezoidal: [20, 30, 50, 60]
- Alta
 - Trapezoidal: [50, 75, 100, 100]

Notas:

- Baixa
 - Trapezoidal: [0, 0, 50, 70]
- Média
 - Trapezoidal: [60, 70, 75, 85]
- Alta
 - Trapezoidal: [80, 90, 100, 100]

Minutos de atraso médio:

- Baixa
 - Trapezoidal: [0, 0, 10, 20]
- Média
 - Trapezoidal: [15, 20, 30, 35]
- Alta
 - Trapezoidal: [30, 45, 60, 60]

Participação em sala de aula:

- Baixa
 - Trapezoidal: [0, 0, 1, 2]
- Média
 - Trapezoidal: [2, 3, 3.5, 4]

- Alta
 - Trapezoidal: [4, 5, 6, 6]

Saídas de sala:

- Baixa frequência
 - Triangular: [0, 0, 1, 2]
- Média frequência
 - Triangular: [2, 3, 3.5, 4]
- Alta frequência
 - Triangular: [4, 5, 6, 6]

O conjunto de porcentagem de faltas diz respeito a uma porcentagem do total de faltas possíveis. Por exemplo, se o total de faltas na matéria de CG é 30, então o valor 50 na tabela representa 50% de 30 faltas, significando que o aluno faltou 15 vezes.

O conjunto de participação em sala indica quantas vezes um aluno fez alguma pergunta, questionamento ou comentário em sala de aula, sobre o conteúdo explicado.

O conjunto de saídas de sala de aula indica quantas vezes em média o aluno sai da aula (para ir ao banheiro, encher a garrafinha, comer, ou etc.)

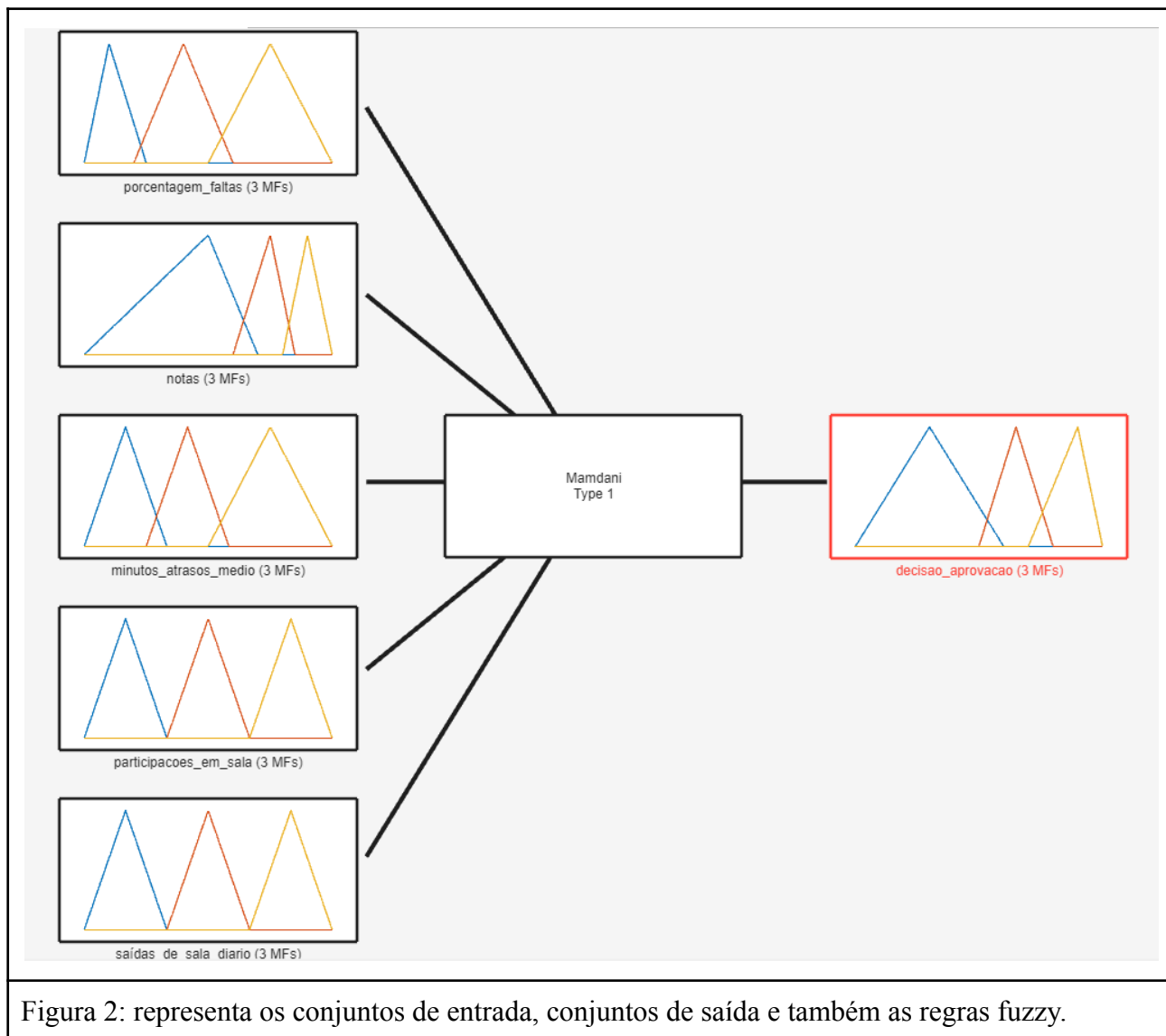
É importante deixar claro que tivemos que fazer uma alteração dos conjuntos de entrada de triangular para trapezoidal. Isso se deu principalmente por conta dos ranges, se usássemos um range de limite, o MATLAB não sabia se este range existia ou não.

2.1.2.: CONJUNTO DE SAÍDA:

Decisão de Aprovação:

- Não Aprovado
 - Triangular: [0, 30, 60]
- Exame
 - Triangular: [50, 65, 80]
- Aprovado
 - Triangular: [70, 90, 100]

Caso o total do aluno tenha dado abaixo de 60, provavelmente este aluno deve estar reprovado. Caso tenha dado entre 50 e 80, significa que ele tem a chance de ficar em exame. Por fim, caso seja maior que 70, significa que, muito provavelmente, este seja um bom aluno que deve ser aprovado.



2: Todos os conjuntos foram modelados na ferramenta MATLAB, conforme indica a figura

```

[Input1]
Name='porcentagem_faltas'
Range=[0 100]
NumMFs=3
MF1='baixa': 'trimf', [0 10 25]
MF2='media': 'trimf', [20 40 60]
MF3='alta': 'trimf', [50 75 100]

[Input2]
Name='notas'
Range=[0 100]
NumMFs=3
MF1='baixa': 'trimf', [0 50 70]
MF2='media': 'trimf', [60 75 85]
MF3='alta': 'trimf', [80 90 100]

[Input3]
Name='minutos_atrasos_medio'
Range=[0 60]
NumMFs=3
MF1='baixa': 'trimf', [0 10 20]
MF2='media': 'trimf', [15 25 35]
MF3='alta': 'trimf', [30 45 60]

[Input4]
Name='participacoes_em_sala'
Range=[0 6]
NumMFs=3
MF1='baixa': 'trimf', [0 1 2]
MF2='media': 'trimf', [2 3 4]
MF3='alta': 'trimf', [4 5 6]

[Input5]
Name='saídas de sala diario'
Range=[0 6]
NumMFs=3
MF1='baixa': 'trimf', [0 1 2]
MF2='media': 'trimf', [2 3 4]
MF3='alta': 'trimf', [4 5 6]

[Output1]
Name='decisao_aprovacao'
Range=[0 100]
NumMFs=3
MF1='nao_aprovado': 'trimf', [0 30 60]
MF2='exame': 'trimf', [50 65 80]
MF3='aprovado': 'trimf', [70 90 100]

```

Figura 3: modelagem dos conjuntos no MATLAB.

2.2.: REGRAS FUZZY:

As regras fuzzy foram construídas utilizando a ferramenta MatLab. Todas foram feitas à mão, com base no conhecimento de mundo e experiência dos desenvolvedores. Ao total, foram 243 regras modeladas (3^5 possibilidades) e ajustadas pelos programadores.

Veja uma amostra das regras:

```
[Rules]
1 1 1 1 1, 2 (1) : 1
2 1 1 1 1, 2 (1) : 1
3 1 1 1 1, 1 (1) : 1
1 2 1 1 1, 2 (1) : 1
2 2 1 1 1, 2 (1) : 1
3 2 1 1 1, 2 (1) : 1
1 3 1 1 1, 3 (1) : 1
2 3 1 1 1, 3 (1) : 1
3 3 1 1 1, 3 (1) : 1
1 1 2 1 1, 1 (1) : 1
2 1 2 1 1, 1 (1) : 1
3 1 2 1 1, 1 (1) : 1
1 2 2 1 1, 2 (1) : 1
2 2 2 1 1, 2 (1) : 1
3 2 2 1 1, 2 (1) : 1
```

Figura 4: regras do arquivo .fis do MATLAB.

3. CONCLUSÃO

A aplicação da lógica fuzzy neste estudo demonstrou ser uma abordagem eficaz para avaliação do desempenho dos alunos na disciplina de Computação Gráfica. Através da consideração de múltiplos fatores e da modelagem da incerteza e imprecisão inerentes aos processos de avaliação, o sistema desenvolvido foi capaz de classificar os alunos de forma mais flexível e realista.

```
Responda as informacoes do aluno:
Qual a porcentagem de faltas do aluno? (0-100) Obs: das faltas permitidas 20
Qual a média de nota do aluno? (0-100)82
Qual o atraso médio do aluno? (0-60 minutos) 22
Participações do aluno em sala? (0-6) 1
aluno sai muito de sala? (0-6)1
Status: Aprovado
```

Figura 5: status de um aluno aprovado.

```
Responda as informacoes do aluno:
Qual a porcentagem de faltas do aluno? (0-100) Obs: das faltas permitidas 62
Qual a média de nota do aluno? (0-100)71
Qual o atraso médio do aluno? (0-60 minutos) 32
Participações do aluno em sala? (0-6) 0
aluno sai muito de sala? (0-6)5
Status: Não Aprovado
```

Figura 6: status de um aluno não aprovado.

```
Responda as informacoes do aluno:
Qual a porcentagem de faltas do aluno? (0-100) Obs: das faltas permitidas 54
Qual a média de nota do aluno? (0-100) 69
Qual o atraso médio do aluno? (0-60 minutos) 10
Participações do aluno em sala? (0-6) 2.3
aluno sai muito de sala? (0-6) 4.5
Status: Exame
```

Figura 7: status de um aluno em exame.

Ao permitir uma categorização em três níveis - aprovado, em exame ou reprovado - o sistema fuzzy ofereceu uma visão mais abrangente e contextualizada do desempenho dos alunos, levando em conta nuances que uma abordagem binária não seria capaz de capturar. Além disso, a adaptabilidade da lógica fuzzy permitiu que o sistema fosse facilmente ajustado para considerar diferentes critérios de avaliação e pesos atribuídos a cada variável, tornando-o altamente personalizável para diferentes contextos educacionais.

Portanto, concluímos que a lógica fuzzy se mostrou uma ferramenta poderosa e eficaz para a avaliação do desempenho em Computação Gráfica, contribuindo para uma análise mais precisa e justa do progresso dos alunos nesta disciplina.

BIBLIOGRAFIA

[1]

https://pessoal.dainf.ct.utfpr.edu.br/andreoliveira/lib/exe/fetch.php?media=aula_logica_fuzzy_v2.pdf

[2] 7/Cursos-ICA/LN-Sistemas%20Fuzzy.pdf