

Controlador de irrigação de culturas utilizando lógica Fuzzy

Glaysen Visgueira, Fernando Custódio, Ailson Bezerra e Ronaldinho Venâncio
Faculdade Maurício de Nassau – Curso: Sistemas de informação

1. DESCRIÇÃO DA MODELAGEM

1.1. Problema:

Num dos países mais ricos em água doce do planeta, as cidades enfrentam crises de abastecimento, das quais não escapam nem mesmo as localizadas na Região Norte, onde estão perto de 80% das descargas de água dos rios do Brasil. Dados da ANA (Agência Nacional de Águas) de 2007 já indicavam que 40% da água retirada no Brasil era desperdiçada, sendo metade desse desperdício devido à irrigação.

A nível mundial, a agricultura consome cerca de 69% de toda a água derivada das fontes (rios, lagos e aquíferos subterrâneos) e os outros 31% são consumidos pelas indústrias e uso. Sendo este, portanto, o elemento essencial ao desenvolvimento agrícola, sem o controle e a administração adequados e confiáveis, não será possível uma agricultura sustentável. Apesar do grande consumo de água, a irrigação representa a maneira mais eficiente de aumento da produção de alimentos.

Visando o controle, economia de água e automatização do processo de irrigação, este trabalho busca demonstrar a aplicação de conceitos de lógica *fuzzy* para prever a necessidade e potência necessária para irrigadores automáticos em culturas agrícolas.

1.2. Definição das variáveis linguísticas:

a) **Variáveis de entradas:** *temperatura, umidade e luminosidade.*

1. Temperatura

Esta variável de entrada foi definida podendo assumir os valores de 0 a 50 C°. Os valores linguísticos definidos para temperatura são: muitoBaixa, baixa, mediana, alta e muitoAlta.

Temperatura	Conjunto Fuzzy
Muito baixa (muitoBaixa)	[0; 0; 5; 10]
Baixa (baixa)	[6; 10; 18; 22]
Mediana (mediana)	[17; 21; 29; 33]
Alta (alta)	[28; 32; 40; 44]
Muito alta (muitoAlta)	[39; 43; 50]

Tabela 1: variável linguística e universo de valores da variável de entrada: temperatura.

2. *luminosidade:*

A variável foi definida podendo assumir os valores de 0 a 1023, optei por esta faixa de valores, por assumir hipoteticamente que estou utilizando um sensor de luminosidade LDR conectado à uma placa de Arduino, para assim medir a resistência do resistor. Quando maior a resistência obtida, menos luminosidade.

Os valores linguísticos definidos para *luminosidade* são: *alta*, *mediana*, *baixa* e *inexistente*.

Luminosidade	Conjunto Fuzzy
Alta (alta)	[0; 0; 150; 300]
Mediana (mediana)	[150; 300 450; 600]
Baixa (baixa)	[450; 600; 750; 900]
Inexistente (inexistente)	[750; 900; 1023; 1023]

Figura 2: variável linguística e universo de valores da variável de entrada: luminosidade.

3. *umidade:*

A variável foi definida podendo assumir os valores de 0 a 4,2v para assim simular a tensão de saída de uma sonda. O sensor de medição de condução de eletricidade funcionará da seguinte maneira, quando houver mais água, o solo conduzirá mais eletricidade, assim o sensor se encarregará de medir a tensão, quanto maior a tensão de saída, menos eletricidade conduzida e menor a quantidade de água no solo.

Os valores linguísticos definidos para *umidade* são: *muitoUmido*, *umido*, *poucoUmido* e *seco*.

Umidade	Conjunto Fuzzy
Muito úmido (muitoUmido)	[0; 0; 1; 1,5]
Úmido (umido)	[1; 1,5; 2; 2,5]
Pouco úmido (poucoUmido)	[2; 2,5; 3; 3,5]
Seco (seco)	[3; 3,5; 4,2; 4,2]

Tabela 3 : variável linguística e universo de valores da variável de entrada: umidade.

b) Variável de saída: *potencialIrrigacao*.

A variável de saída do sistema, *potencialIrrigacao*, representa a potência que será aplicada sobre um agente reativo simples que se encarregará de calibrar o irrigador na potência necessária para utilização. Este dado poderá ser representado pelos valores de 0 a 35, quanto maior este valor de saída, maior será a potência exercida pelos irrigadores.

Os valores linguísticos definidos para *potencialIrrigacao* são: *desligada*, *fraca*, *media* e *forte*.

Potência de irrigação	Conjunto Fuzzy
desligada	[0; 5; 10; 10]
fraca	[6; 12; 17; 17]
media	[13; 18; 23; 23]
forte	[19; 24; 29; 35]

Tabela 4: variável linguística e universo de valores da variável de saída *potencialIrrigacao*

2. GRÁFICOS DAS FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA DAS VARIÁVEIS

1. Variáveis de entrada:

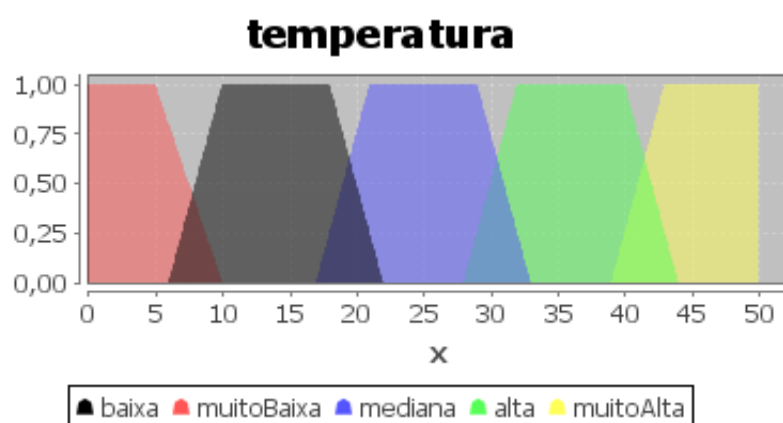


Gráfico 1: Função de pertinência da variável de entrada: temperatura.

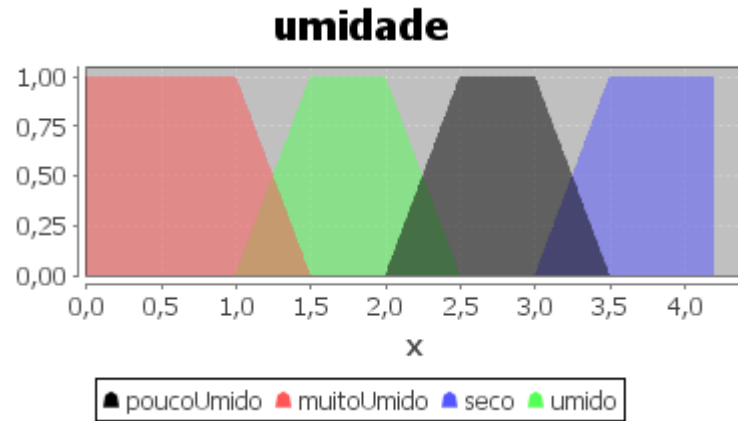


Gráfico 2: Função de pertinência da variável de entrada: umidade.

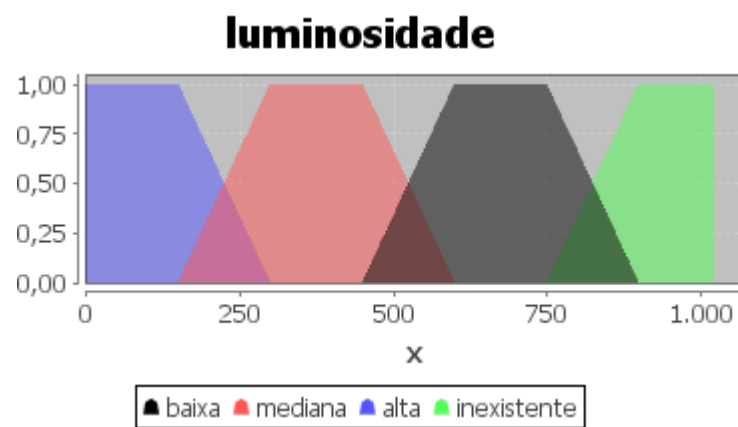


Gráfico 3: Função de pertinência da variável de entrada: luminosidade.

2. Variável de saída:

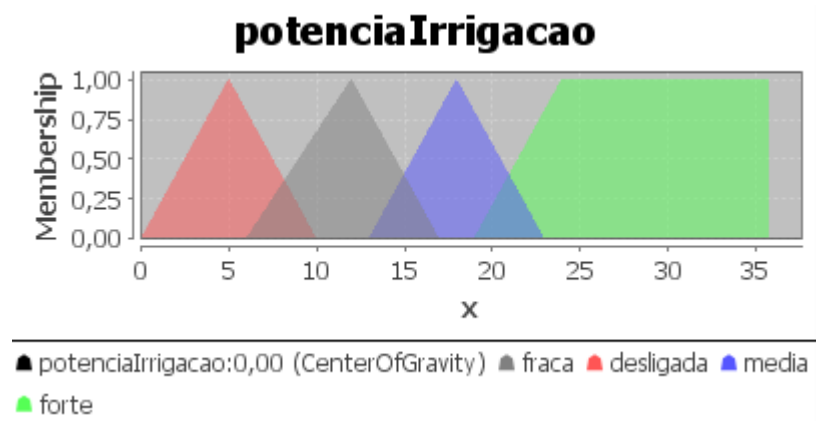


Gráfico 4: Função de pertinência da variável de saída: potenciaIrrigacao.

3. BASE DE REGRAS

Para a construção da base de regras do sistema de inferência *fuzzy*, foram analisados: temperatura, umidade do solo e luminosidade do ambiente.

Ao primeiro momento, pensei em ter como variável de entrada, o horário do dia no momento da medição de temperatura e umidade do solo, para assim identificar o período noturno e amanhecer, porém optamos pela utilização da variável *luminosidade* para ter esta finalidade.

O total de 36 regras modeladas para este projeto utilizam o operador *AND*.

#	Temperatura		Umidade		Luminosidade		Potência de irrigação	
1	temperatura	muitoBaixa	umidade	muitoUmido	luminosidade	inexistente	potencialIrrigacao	desligada
2	temperatura	muitoBaixa	umidade	muitoUmido	luminosidade	baixa	potencialIrrigacao	desligada
3	temperatura	baixa	umidade	muitoUmido	luminosidade	baixa	potencialIrrigacao	desligada
4	temperatura	mediana	umidade	poucoUmido	luminosidade	mediana	potencialIrrigacao	fraca
5	temperatura	mediana	umidade	umido	luminosidade	mediana	potencialIrrigacao	fraca
6	temperatura	alta	umidade	seco	luminosidade	mediana	potencialIrrigacao	forte
7	temperatura	muitoAlta	umidade	seco	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	forte
8	temperatura	alta	umidade	muitoUmido	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	desligada
9	temperatura	alta	umidade	umido	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	fraca
10	temperatura	alta	umidade	poucoUmido	luminosidade	mediana	potencialIrrigacao	media
11	temperatura	muitoAlta	umidade	seco	luminosidade	baixa	potencialIrrigacao	forte
12	temperatura	baixa	umidade	seco	luminosidade	baixa	potencialIrrigacao	fraca
13	temperatura	baixa	umidade	umido	luminosidade	inexistente	potencialIrrigacao	desligada
14	temperatura	alta	umidade	umido	luminosidade	mediana	potencialIrrigacao	fraca
15	temperatura	mediana	umidade	seco	luminosidade	inexistente	potencialIrrigacao	desligada
16	temperatura	baixa	umidade	poucoUmido	luminosidade	mediana	potencialIrrigacao	fraca
17	temperatura	muitoBaixa	umidade	poucoUmido	luminosidade	baixa	potencialIrrigacao	desligada
18	temperatura	muitoBaixa	umidade	seco	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	fraca
19	temperatura	muitoAlta	umidade	poucoUmido	luminosidade	baixa	potencialIrrigacao	fraca
20	temperatura	muitoAlta	umidade	umido	luminosidade	baixa	potencialIrrigacao	fraca
21	temperatura	muitoBaixa	umidade	seco	luminosidade	baixa	potencialIrrigacao	desligada
22	temperatura	alta	umidade	seco	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	forte
23	temperatura	alta	umidade	seco	luminosidade	inexistente	potencialIrrigacao	desligada
24	temperatura	alta	umidade	seco	luminosidade	mediana	potencialIrrigacao	media
25	temperatura	alta	umidade	seco	luminosidade	baixa	potencialIrrigacao	fraca
26	temperatura	mediana	umidade	poucoUmido	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	media
27	temperatura	muitoAlta	umidade	umido	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	media
28	temperatura	muitoBaixa	umidade	umido	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	desligada
29	temperatura	mediana	umidade	seco	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	media
30	temperatura	baixa	umidade	seco	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	fraca
31	temperatura	muitoBaixa	umidade	seco	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	fraca
32	temperatura	alta	umidade	poucoUmido	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	media
33	temperatura	mediana	umidade	poucoUmido	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	fraca
34	temperatura	mediana	umidade	seco	luminosidade	mediana	potencialIrrigacao	fraca
35	temperatura	baixa	umidade	poucoUmido	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	fraca
36	temperatura	muitoAlta	umidade	muitoUmido	luminosidade	alta	potencialIrrigacao	desligada

Tabela 5: base de regras modeladas para o sistema de irrigação automática.

4. DESEMPENHO/DISCUSSÃO

A validação da modelagem consiste em demonstrar que ele é uma representação razoável do sistema, é mostrar que ele reproduz o comportamento real com fidelidade o suficiente para satisfazer os objetivos da análise desejada.

A variável *luminosidade* auxilia a identificar o horário atual de medição, das 36 regras criadas, 4 contém a variável *luminosidade* = *inexistente*, para assim simular o período noturno em que o irrigador não deve ter funcionamento.

O valor escalar de saída da variável *potencialIrrigacao* deve utilizar os valores de referência da tabela 6 demonstrada abaixo, para ativar a rotina e definir o funcionamento e potência do irrigador da cultura.

Valores de referência		
Ação	Valor mínimo	Valor máximo
DESLIGADO	0	10
FRACA	11	16
MÉDIA	17	25
FORTE	26	35

Tabela 6: valores de referência para funcionamento do irrigador.

Na tabela 7, demonstro a simulação de 15 testes efetuados com base nas regras expostas anteriormente. Quando a modelagem de diversos fenômenos deve levar em conta possíveis incertezas, o sistema de inferência *fuzzy* mostra-se bastante eficaz para aplicação de maneira eficiente.

A modelagem criada atende a maioria das necessidades necessárias para gerar um ciclo regular de irrigação, reduzindo os gastos desnecessários de água e otimizando a produção.

O modelo seria mais eficiente se os conjuntos fuzzy utilizados fossem calibrados de maneira mais sensível, podendo até utilizar diversas outras variáveis de entrada, como por exemplo o tipo de solo, tipo de cultura praticada e etc. Então conclui-se que a utilização de lógica *fuzzy* além de atender as necessidades, pode ser melhorado utilizando dados de outras variáveis, validando assim sua implementação.

Situação	Temperatura	Umidade	Luminosidade	Valor de saída	Potência de irrigação
1	muitoAlta	seco	alta	28,16	forte
2	mediana	seco	alta	15,01	fraca
3	alta	muitoUmido	alta	5	desligada
4	alta	seco	alta	24,07	media
5	alta	umido	alta	11,61	fraca
6	muitoAlta	umido	alta	18	media
7	mediana	seco	inexistente	5	desligada
8	muitoBaixa	seco	alta	11,67	fraca
9	baixa	poucoUmido	alta	11,67	fraca
10	muitoAlta	muitoUmido	alta	5	desligada
11	mediana	muitoUmido	alta	5	desligada
12	alta	seco	alta	28,16	forte
13	alta	seco	mediana	25,61	forte
14	alta	seco	baixa	11,67	fraca
15	alta	seco	inexistente	9,36	desligada

Tabela 7: análise de desempenho do sistema proposto.

5. **SCRIPTS (Anexos)**
Códigos em anexo no Google Classroom.