



UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
DCA – Departamento de Engenharia de Computação e Automação
Inteligencia Artificial Aplicada

Componentes:

Cássio Daniel Pacheco de Sousa
Evandro Carlos Barbosa dos Santos
Graco Babeuf Vieira Silva

Professor(a):

Sérgio Natan Silva

Lógica *Fuzzy*

Sistema de umidade do solo

Sumário

1	Descrição	2
1.1	Variáveis do Sistema - Variáveis de entrada	2
1.1.1	TPLAN-RAIZ	3
1.1.2	TPLAN-DH	4
1.1.3	ESTAG-C	5
1.1.4	TEMP	6
1.2	Variáveis do Sistema - Variável de saída	6
1.2.1	UMD	6
2	Resultados	7
2.1	Vídeo apresentação	8
	Referências	9

1 Descrição

O projeto de unidade (PU) tem como objetivo a implementação de um sistema *Fuzzy* para se saber a umidade do solo adequada para cada período (Germinação, Crescimento, Floração e Maturação) de um determinado tipo de plantação. Isso se deve ao motivo que cada planta possui as suas próprias características, como o tipo de raiz, o seu coeficiente de crescimento, capacidade de sobreviver a um determinado período sem a quantidade de água adequada.

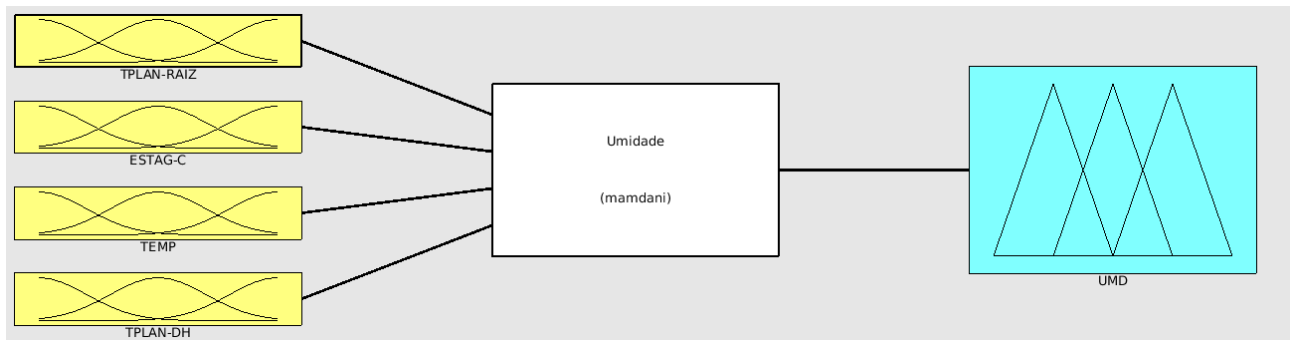


Figura 1: Sistema *Fuzzy*

1.1 Variáveis do Sistema - Variáveis de entrada

As variáveis de entradas utilizadas foram:

- **TPLAN-RAIZ** (tipo-de-planta-raiz);
- **TPLAN-DH** (tipo-de-planta-déficit-hídrico);
- **ESTAG-C** (estágio-de-crescimento-da-planta);
- **TEMP** (temperatura).

1.1.1 TPLAN-RAIZ

TPLAN-RAIZ (TIPO-DE-PLANTA-RAIZ): Essa variável está associada à profundidade do sistema radicular da planta no solo, ou, à Profundidade Efetiva das raízes da planta onde se concentram 80% de suas raízes. Quanto maior a profundidade das raízes, maior a necessidade de dotação hídrica.

Tabela 1: Profundidade efetiva das raízes

Cultura	Gomes (1994)	Pires et al. (1999)
Abacaxi	30-60	20-70
Hortalças (ex. alface)	20-40	10-15
Arroz	-	10-25
Algodão	80-180	30
Cana-de-açúcar	50-100	70
Cítricos (ex. laranja)	90-150	60
Melancia	100-150	-
Melão	70-100	-
Milho	60-120	40
Morango	-	30
Tomate	60-120	50

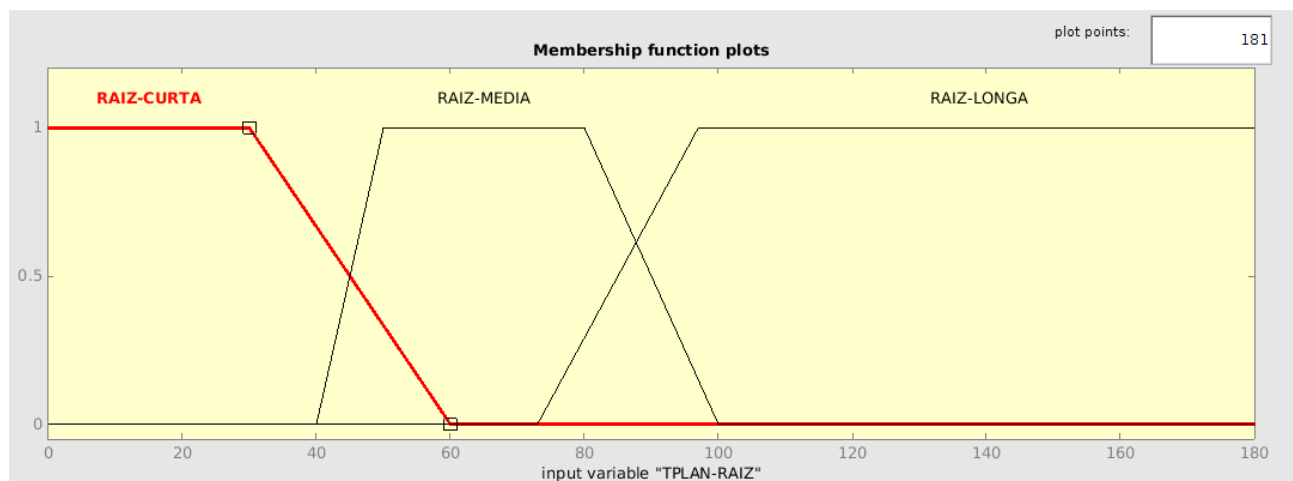


Figura 2: Tipo de raiz de cada planta

1.1.2 TPLAN-DH

TPLAN-DH (TIPO-DE-PLANTA-DÉFICIT-HÍDRICO): O deficit hídrico tolerável representa a tolerância das plantas à redução do conteúdo de água no solo, mantendo, ainda, sua capacidade de absorção de água.

Tabela 2: Déficit hídrico tolerável para diferentes culturas

Cultura	Déficit Hídrico Tolerável (%) Gomes(1994)
Alface	35
Cana-de-açúcar	15
Feijão	50
Laranja	35
Melão	20
Milho	40
Morango	10
Tomate	45

Exemplificando para o milho: a absorção de água pelas suas raízes fica comprometida quando a retirada é maior que 40% da capacidade de água disponível no solo.

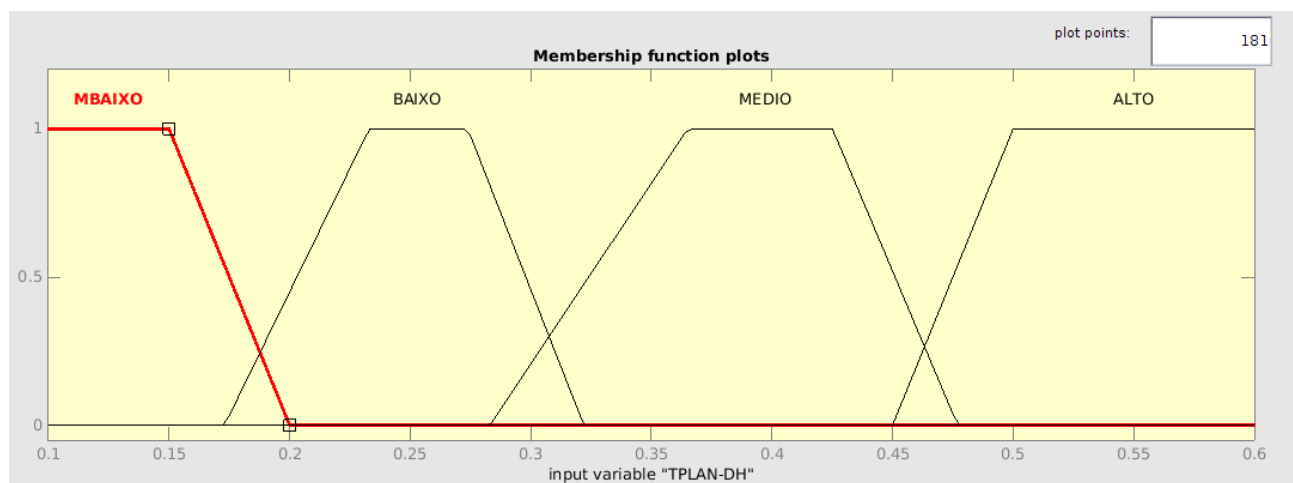


Figura 3: Déficit hídrico da planta

1.1.3 ESTAG-C

ESTAG-C (ESTÁGIO-DE-CRESCIMENTO-DA-PLANTA): Em geral, a planta tem um aumento progressivo de consumo hídrico até o período de floração e frutificação. A variável **ESTAG-C**, assume diferentes valores de acordo com o tipo de cultura e a fase de crescimento da planta.

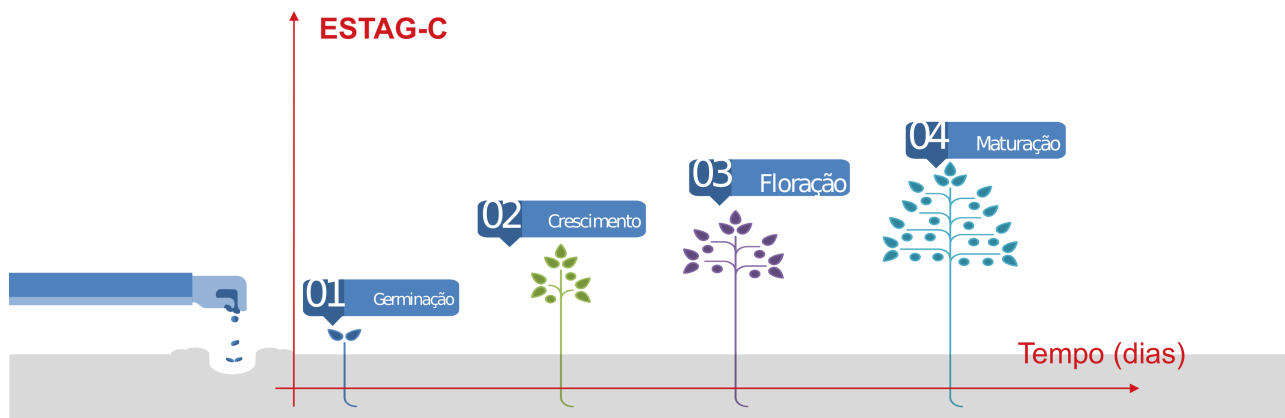


Figura 4

Tabela 3: Valores médios do coeficiente de cultivo

Cultura	Plantio-Germinação Período 1	Crescimento Período 2	Floração Período 3	Maturação Período 4
Alface	0,45	0,6	1	0,9
Cana-de-açúcar	0,5	1	1,1	0,65
Cítricos (ex. laranja)	0,65	0,7	1,7	0,65
Melão	0,45	0,75	1	0,75
Milho	0,4	0,8	1,15	1
Tomate	0,45	0,75	1,15	0,8

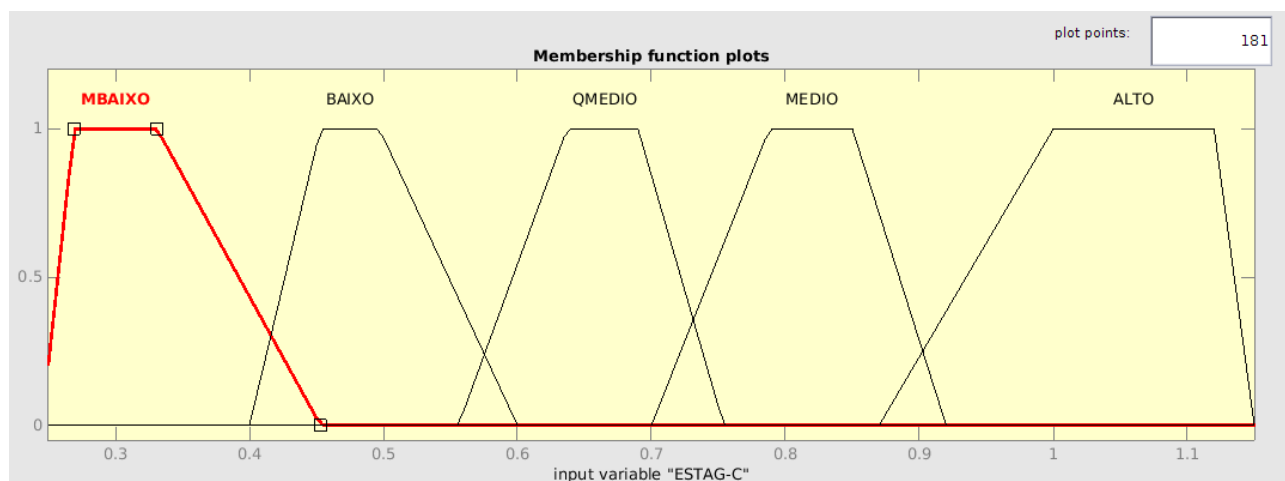


Figura 5: Estágio de crescimento da planta

1.1.4 TEMP

TEMP (TEMPERATURA): Essa variável está associada à temperatura (em graus Celsius).

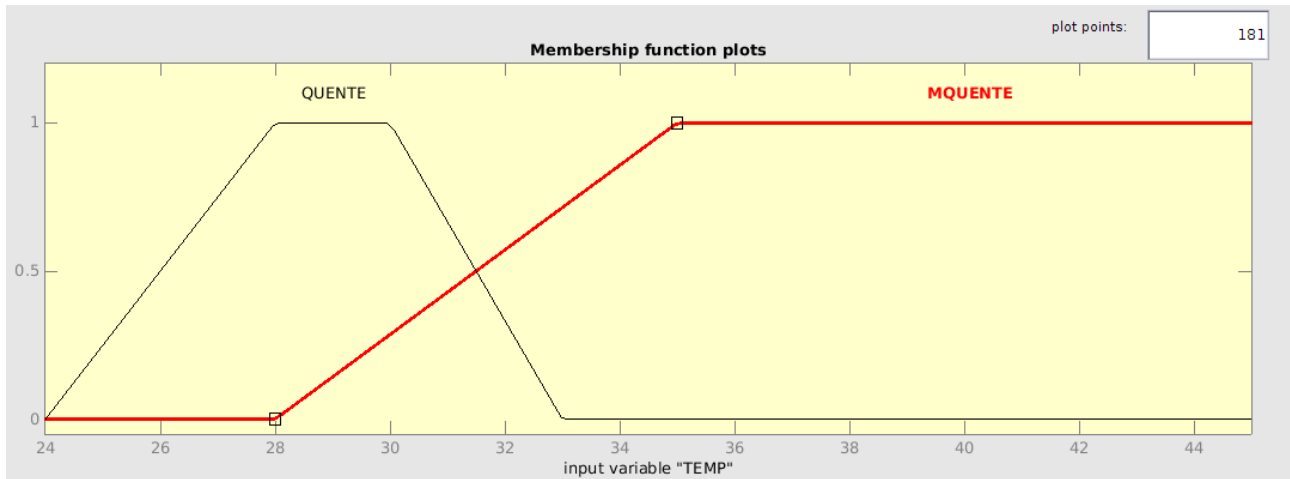


Figura 6: Temperatura do ambiente na plantação

1.2 Variáveis do Sistema - Variável de saída

1.2.1 UMD

UMD (UMIDADE-DO-SOLO): Esta variável estabelece a referência de umidade que o solo deve possuir para o tipo de plantação em conjunto com todas as variáveis de entrada para um determinado momento da vida da planta (Germinação, Crescimento, Floração e Maturação).

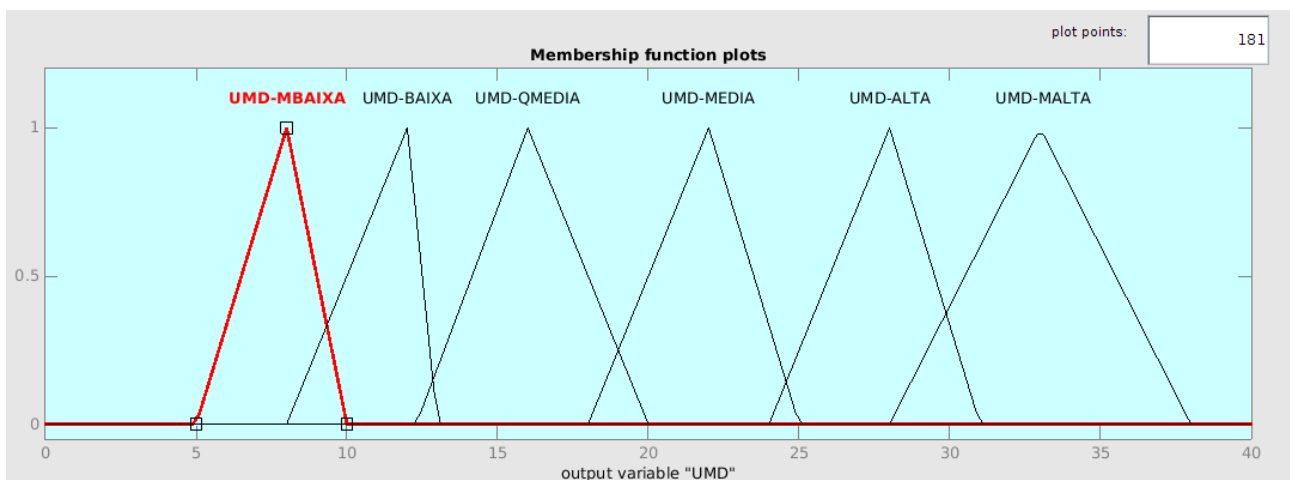


Figura 7: Umidade que se deseja para um determinado tipo de plantação

2 Resultados

O tipo de plantação base usado para esse trabalho foi a Cana-de-açúcar, mas outros tipos de plantio foram testados e se obteve o resultado desejado. Por esse motivo os resultados que serão apresentados, tem como plantio base a Cana-de-açúcar.

Segue abaixo algumas das regras de produção utilizadas:

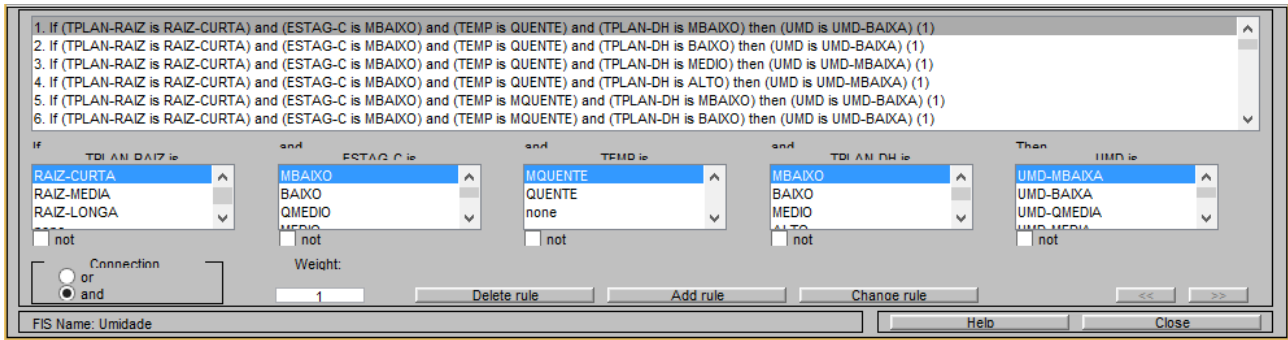


Figura 8: Regras de produção

Como exemplo começaremos atribuindo os seguintes valores para as variáveis de entrada:

TPLAN-RAIZ: RAIZ-MEDIA (onde há uma necessidade de água maior em relação a **RAIZ-CURTA** e menor que a **RAIZ-LONGA**).

ESTAG-C: BAIXO (estágio de germinação, momento onde a planta necessita de menos água durante a sua vida).

TEMP: QUENTE (necessita de mais água devido a temperatura).

TPLAN-DH: BAIXO (possui uma baixa resistência a perda de água do solo).

Obtemos o seguinte resultado:

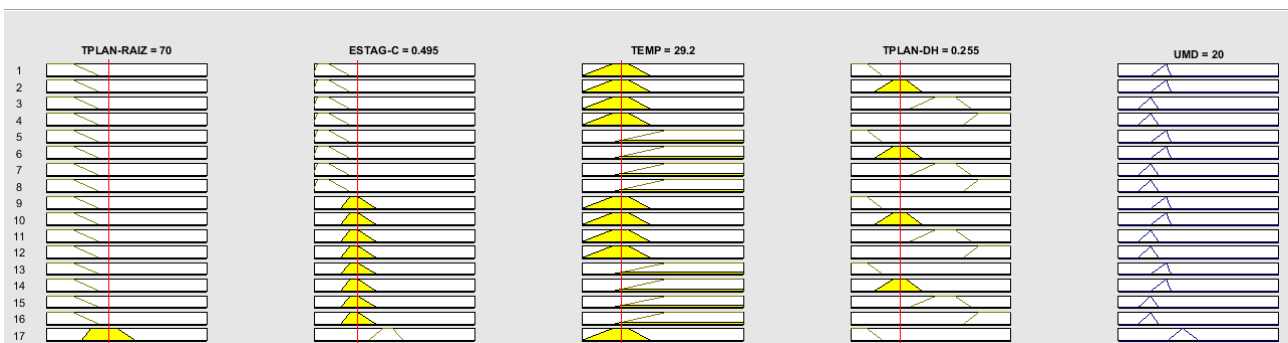


Figura 9: Resultado 1

Nessas condições a variável de saída **UMD** é igual a 20 (umidade média). Se alterarmos as variáveis de entrada da seguinte forma:

TPLAN-RAIZ: RAIZ-MEDIA (requer a mesma quantidade de água da configuração anterior).

ESTAG-C: ALTO (estágio de floração, onde a planta necessita de mais água).

TEMP: MQUENTE (necessita ainda mais água devido a temperatura).

TPLAN-DH: BAIXO (mesma valor da configuração anterior).

Obtemos o seguinte resultado:

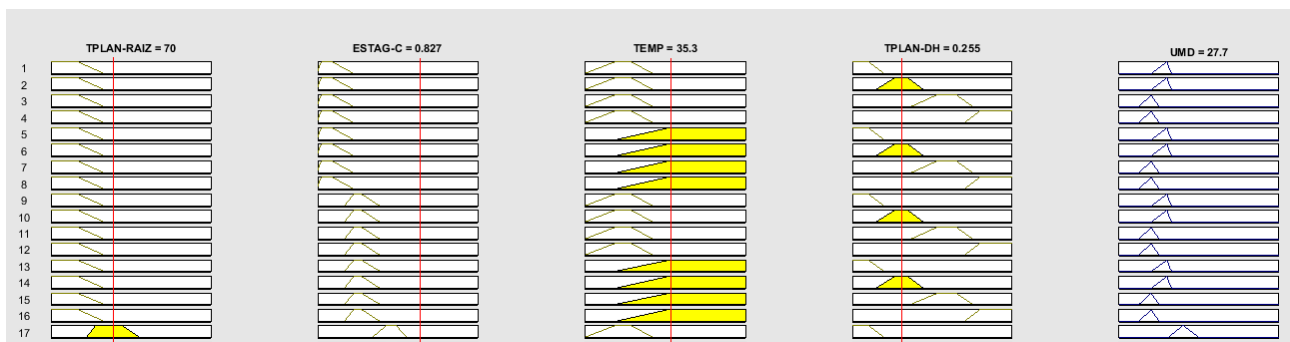


Figura 10: Resultado 2

Como esperado com o estágio de crescimento da planta alterado para alto, o qual requer um maior consumo hídrico, e a temperatura alterada para muito quente, a umidade ideal para o solo aumenta para 27,7 (umidade alta). Com base nesses resultados concluímos que o sistema *Fuzzy* implementado correspondeu as expectativas do projeto.

2.1 Vídeo apresentação

Link: https://youtu.be/Mbm_Qy1ufrY

Referências

- [Feliciano, 2012] Feliciano, R. d. A. C. (2012). Controle fuzzy espacialmente diferenciado para um sistema de irrigação. Master’s thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- [Jantzen, 1998] Jantzen, J. (1998). Tutorial on fuzzy logic. *Technical University of Denmark, Dept. of Automation, Technical Report*.
- [Mendel, 1995] Mendel, J. M. (1995). Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial. *Proceedings of the IEEE*, 83(3):345–377.
- [Siler and Buckley, 2005] Siler, W. and Buckley, J. J. (2005). *Fuzzy expert systems and fuzzy reasoning*. John Wiley & Sons.