



Monitoramento Inteligente em IoT Para Conservação de Alimentos Domésticos

Smart IoT Monitoring For Domestic Food Conservation

Rodrigo Oliveira Badega¹,

Lucio Agostinho Rocha²

RESUMO

No Brasil estima-se que haja um elevado desperdício de alimentos em residências. Com base nisso, o presente projeto tem o objetivo de desenvolver um software de monitoramento em um dispositivo IoT capaz de utilizar regras de inferência para otimizar a conservação de alimentos domésticos. A metodologia utilizada neste projeto foi desenvolver um software capaz de comunicar-se com uma plataforma de gerência Web para conservação de alimentos, onde as informações sobre os produtos são armazenadas, por meio de computação em nuvem. Além disso, para contabilizar o tempo de vida útil dos alimentos, o protótipo conta com uma sincronização do relógio interno utilizando o protocolo Network Time Protocol, de forma a evitar que haja discrepância entre o horário listado no aparelho e o horário real, já que isso afetaria uma medição apropriada da validade dos produtos. Por fim, o sistema embarcado conta com um controlador Fuzzy, cuja função é de processar os dados armazenados no dispositivo e gerar, a partir deles, uma saída, que é o tempo de vida útil do alimento. Os resultados obtidos apontam que é possível ajustar o termostato de um refrigerador para minimizar o consumo de energia elétrica.

Palavras-chave: Internet das Coisas. Conservação de Alimentos. Computação em Nuvem.

ABSTRACT

In Brazil, it is estimated that there is a high waste of food in homes. Based on this, this project aims to develop a monitoring software in an IoT device capable of using inference rules to optimize the conservation of domestic foods. The methodology used in this project was to develop a software capable of communicating with a Web waste platform for food preservation, where information about the products is stored, through cloud computing. In addition, to account for the shelf life of the food, the prototype has an internal clock synchronization using the Network Time Protocol, in order to avoid a discrepancy between the time listed on the device and the actual time, as this would affect an appropriate validity of the products. Finally, the embedded system has a Fuzzy controller, whose function is to process the data stored in the device and generate, from them, an output, which is the shelf life of the food. The results obtained show that it is possible to adjust the thermostat of a refrigerator to minimize electricity consumption.

Keywords: Internet of Things. Food Conservation. Cloud Computing.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil há um elevado desperdício de alimentos em residências (LEIAJA, 2020). Os alimentos domésticos são conservados em refrigeradores que possuem poucas funções para o monitoramento desses produtos, sendo incapazes de dar ao usuário controle sobre a tempo útil das mercadorias consumidas.

Em um mundo que enfrenta mudanças climáticas e escassez de recursos naturais, e ainda convive com o flagelo da insegurança alimentar, a redução das perdas e do desperdício de alimento deve ser uma prioridade (EMBRAPA, 2020). Além disso, o Brasil inclui-se na lista dos dez países que mais desperdiçam alimentos no

¹ Engenharia de Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil; rbadega@alunos.utfpr.edu.br

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana; luciorocha@utfpr.edu.br



mundo, gerando descarte de aproximadamente 30% de tudo que é produzido para o consumo. Isso gera um prejuízo para a economia de quase 940 bilhões de dólares por ano, afetando diversas classes trabalhadoras e o desenvolvimento do país (ALIMENTAÇÃO EM FOCO, 2020).

Essas informações são a motivação para esse projeto de pesquisa, que visa responder a seguinte pergunta: como reduzir o desperdício de alimentos domésticos? O objetivo do projeto é desenvolver um software de monitoramento em um dispositivo IoT capaz de utilizar lógica Fuzzy para otimizar a conservação desses produtos e reduzir desperdícios.

O software desenvolvido deve ser capaz de comunicar-se com uma plataforma de gerência Web para indicar o tempo para conservação dos alimentos. Além disso, o dispositivo IoT deve ser capaz de consultar a temperatura e a maturação remotos do sistema Web, e utilizar regras de inferência para estimar o tempo restante para a conservação do alimento. O tempo de vida útil deverá ser então retornado para o sistema Web.

O restante do trabalho é descrito como segue: a seção Método descreve a metodologia de desenvolvimento do software embarcado no dispositivo IoT; a seção Resultados apresenta considerações sobre os resultados obtidos no projeto; a seção Conclusão faz um resumo das contribuições.

2 MÉTODO (OU PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA PESQUISA)

Neste trabalho as funcionalidades do dispositivo foram implementadas da seguinte forma:

2.1 Sincronização de Relógio

Através da utilização do protocolo NTP (Network Time Protocol), o relógio interno do dispositivo, ao ser conectado na internet, é sincronizado com um servidor online. Isso é necessário porque o relógio interno do aparelho reinicia toda vez que o aparelho é desligado. Dessa forma seria impossível de obter um cálculo efetivo da validade dos alimentos.

2.2 Consulta de Temperatura Ambiente e Maturação dos Alimentos

Os dados de temperatura e maturação dos alimentos provém atualmente da plataforma web, recebidos a partir de um arquivo XML (eXtensible Markup Language) e armazenados temporariamente no dispositivo. Após isso os dados são processados no dispositivo e o tempo de vida útil é retornado ao site. Esse método foi escolhido pois o formato XML é um padrão para a troca de dados na Internet.

2.3 Controlador Fuzzy de validade de alimentos

De acordo com Rocha et al. (2011), a lógica Fuzzy é utilizada para desenvolver controladores. Essa lógica permite modelar sistemas lineares e não-lineares, com o agrupamento de estratégias de controle que não podem ser especificadas por uma única equação. Para esse projeto foi utilizado o método de inferência Fuzzy Mandani que define operadores MAX-MIN e defuzificação do tipo centróide.

No módulo NodeMCU foi utilizada a biblioteca Embedded Fuzzy Logic Library (eFLL) (ALVES, 2021) para a criação de regras de inferência Fuzzy embarcadas.

O sistema de controle utiliza regras de inferência “SE-ENTÃO” que imitam as decisões do ser humano. Essas regras são baseadas em experiências empíricas da temperatura do termostato de acordo com a maturação estimada e a temperatura ambiente. O modelo Fuzzy foi escrito em linguagem de controle (vide Apêndice).



Além disso, a mesma modelagem foi realizada com o toolbox Fuzzy Logic Toolbox sciFLT para Scilab (NAHRSTAEDT, GREZ e LUH, 2019) para projetar graficamente as variáveis e regras de inferência.

No processo de fuzificação, as entradas são modeladas em conjuntos Fuzzy de seu respectivo domínio. No caso, as variáveis de entrada definidas são “maturação” e “temperaturaAmbiente”. A variável de entrada “maturação” indica a maturação estimada dos alimentos dentro da geladeira. A variável de entrada “temperaturaAmbiente” indica a temperatura ambiente. A variável de saída “validade” indica o tempo estimado de conservação do alimento a partir das regras de inferência do controlador. O controlador Fuzzy foi utilizado para calcular o tempo estimado de conservação do alimento, que é indicado com um sinal visual (led) que assume as seguintes cores: Verde= validade alta; Amarelo=validade média; Vermelho=validade baixa.

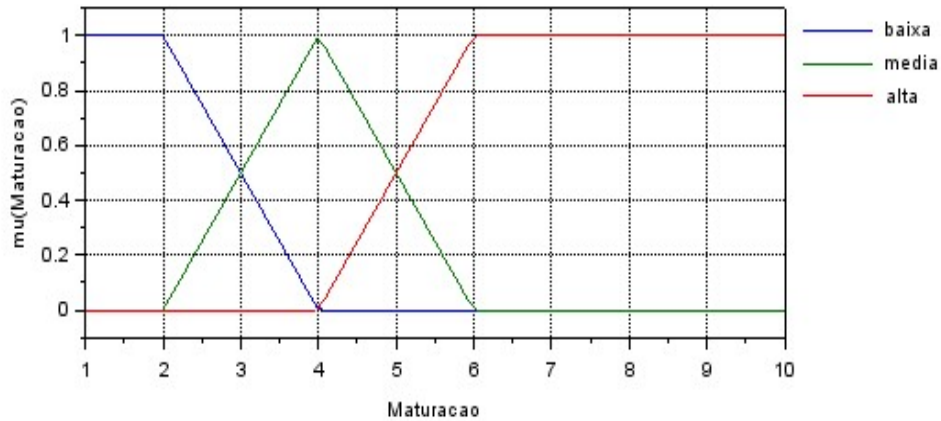
Tabela 1 - Modelo de Controle Fuzzy para Cálculo de Validade dos Alimentos.

Variáveis de Entrada	Termos Linguísticos	Função de Pertinência	Intervalo
Maturação (em unidades) [0--10]	Baixo Médio Alto	Trapezoidal Triangular Trapezoidal	[0--4] [2--6] [4--10]
TemperaturaAmbiente(em Graus Celsius) [0--50]	Baixa Média Alta	Trapezoidal Triangular Trapezoidal	[0--20] [10--30] [20--50]
Variável de Saída			
Validade (em dias) [0--30]	Baixa Média Alta	Trapezoidal Triangular Trapezoidal	[0--15] [10--20] [15--30]

Fonte: Autoria Própria (2021).

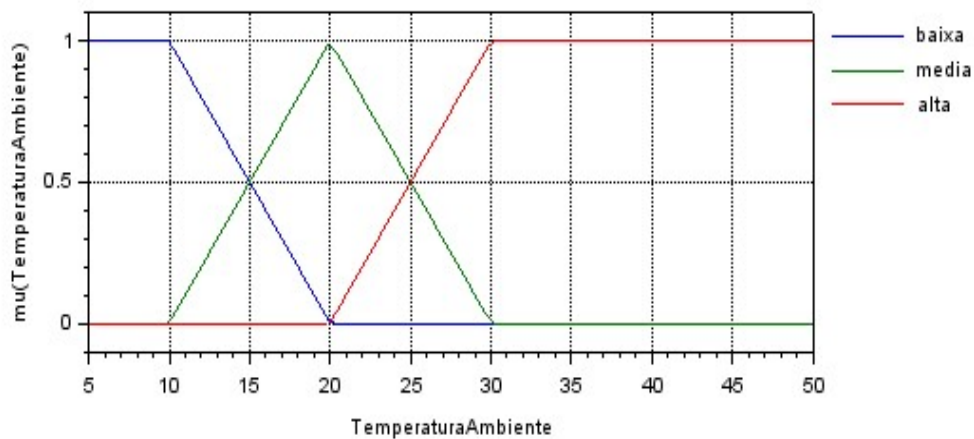
Cada termo linguístico foi modelado com uma função de pertinência do tipo triangular ou trapezoidal. As Figuras 1 e 2 mostram a modelagem dessas funções de pertinência.

Figura 1 - Variável de Entrada Maturação. Eixo Y indica o “grau de pertinência”. Eixo X indica o grau de maturação do alimento.



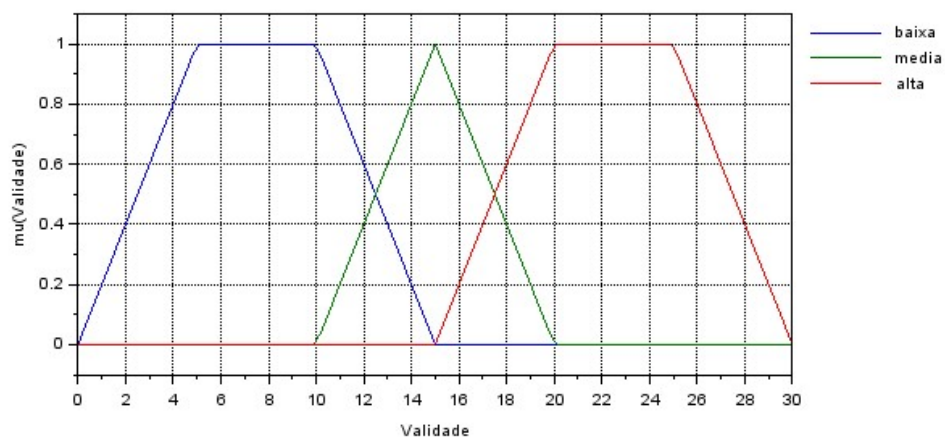
Fonte: Autoria Própria (2021).

Figura 2 - Variável de Entrada TemperaturaAmbiente. Eixo Y indica o “grau de pertinência”. Eixo X indica a temperatura do ambiente.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Figura 3 - Variável de Saída: Abertura. Eixo Y indica o “grau de pertinência”. Eixo X indica a estimativa de validade do alimento.



Fonte: Autoria Própria (2021).

3 RESULTADOS

O método de inferência calcula o valor da variável de saída a partir dos valores fornecidos nas variáveis de entrada. Defuzificar é representar um valor obtido nas regras de inferência em um conjunto fuzzy da variável de saída. Como há diversos valores que podem ser obtidos no conjunto de saída com a aplicação das regras de inferência, a defuzificação utilizou o processo de centro de gravidade (centróide) com o método de inferência Mandani do tipo MIN que corresponde ao operador AND lógico.

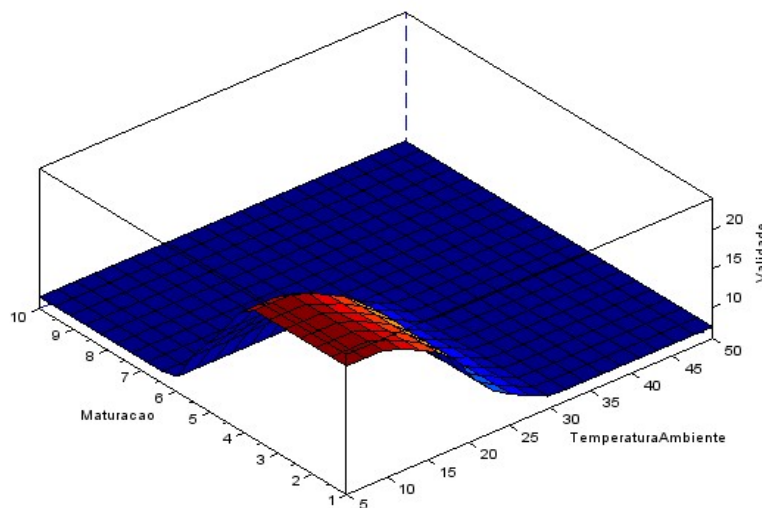
Em termos práticos, a defuzificação aplica as regras de inferência e obtém uma área para cada regra que combina com os valores de entrada. A seguir, essas áreas são combinadas para produzir uma única área de saída. Finalmente, o método centróide aplica o valor médio sobre a área final obtida.

Tabela 2 - Defuzificação: Validade

		Maturação		
		Baixa	Média	Alta
TemperaturaAmbiente	Baixa	Alta	Alta	Baixa
	Média	Média	Média	
	Alta	Baixa	Baixa	

Fonte: Autoria Própria (2021).

Figura 4 - Superfície de Defuzificação do Controlador Fuzzy



Fonte: Autoria Própria (2021).

4 CONCLUSÃO



Dispositivos IoT oferecem meios de baixo custo para a comunicação entre equipamentos na Internet. Nesta pesquisa, um hardware NodeMCU foi utilizado para estimar a validade de um alimento orgânico baseado em dados de maturação e temperatura ambiente. Foi utilizado um controlador Fuzzy para estimar a validade de acordo com os dados de maturação e temperatura ambiente. Este dispositivo IoT realiza comunicação com um sistema Web de gerência de um refrigerador inteligente por meio de uma conexão de Internet convencional. Os resultados obtidos mostram que é possível estimar a temperatura do termostato de uma geladeira inteligente com dispositivos IoT, contribuindo para reduzir o consumo de energia. Alimentos com menor maturação em temperatura ambiente precisarão de menos energia elétrica para serem conservados.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a oportunidade do trabalho voluntário PIVIC realizado conforme o edital PROPPG-05/2020-PIVICT. Agradece, também, à instituição Universidade Tecnológica Federal do Paraná e ao orientador Lucio Agostinho Rocha, por todo o apoio no desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

- LEIAJA. “Brasil é um dos 10 países que mais jogam comida fora”. [Online], 2020. Disponível em: <<https://m.leija.com/noticias/2020/12/29/brasil-e-um-dos-10-paises-que-mais-jogam-comida-fora/>>. Acesso em: 02 de jul. de 2021.
- EMBRAPA. “Perdas e desperdício de alimentos”. [Online], 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-perdas-e-desperdicio-de-alimentos/sobre-o-tema>. Acesso em: 02 de jul. de 2021.
- ALIMENTAÇÃO EM FOCO. “O que o Brasil está fazendo contra o desperdício de alimentos”. [Online], 2020. Disponível em: <<https://alimentacaoemfoco.org.br/o-que-o-brasil-esta-fazendo-contra-o-desperdicio-de-alimentos/>>. Acesso em: 02 de jul. de 2021.
- ZLK DOC. eFLL-A Fuzzy Library for Arduino and Embedded Systems. [Online], 2012. Disponível em: <<https://blog.zerokol.com/2012/09/arduinofuzzy-fuzzy-library-for-arduino.html>>. Acesso em: 02 de julho de 2021.
- A. J. ALVES et al. Embedded Fuzzy Logic Library, 2012. Disponível em <<https://github.com/zerokol/eFLL>>. Acesso em: 20 de jun. de 2021.
- NAHRSTAEDT, H.; GREZ, J. U.; LUH, T. C. sciFLT TOOLBOX. [Online], 2019. Disponível em:<<https://github.com/holgern/sciflt>>. Acesso em: 06 de outubro de 2021.va. 2017.