

AVANÇOS NA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL INTELIGENTE POR MEIO DE SISTEMAS DE LÓGICA DIFUSA

Fabiana de Sá Ferreira
Jammylly Fonseca Silva
Aylton José Netto
Eliomar Gotardi Pessoa



10.56238/rcsv14n5-011

RESUMO

A incorporação de sistemas de lógica difusa na automação residencial inteligente está revolucionando a maneira como interagimos com nossos espaços de convivência, oferecendo maior conforto, eficiência e personalização. A lógica difusa, caracterizada por sua capacidade de lidar com informações imprecisas e incertas, permite que os sistemas domésticos inteligentes tomem decisões mais alinhadas com o raciocínio humano. Essa abordagem é especialmente valiosa em ambientes domésticos, onde as condições e as preferências do usuário estão mudando continuamente. A pesquisa destacada demonstra várias aplicações da lógica difusa na otimização de sistemas domésticos inteligentes. Ain et al. (2018) introduziram um Sistema de Inferência Fuzzy (FIS) que ajusta as configurações do termostato com base nas variações de umidade e temperatura interna, alcançando uma redução de 28% no consumo de energia, mantendo o conforto do usuário. Da mesma forma, Aziza et al. (2021) desenvolveram um protótipo de automação residencial inteligente integrando IoT, tecnologias de nuvem e algoritmos difusos para gerenciar o uso de energia de forma eficaz, demonstrando maior conforto do usuário e eficiência energética. Tinoco, Cruz-Morales e Quevedo (2022) se concentraram em aprimorar a interação do usuário por meio do controle de voz com Alexa, usando controladores difusos para gerenciar a iluminação e a temperatura em casas inteligentes. Enquanto isso, Sharanya e John (2017) criaram um controlador lógico difuso econômico para regular o conforto atmosférico, incorporando sensores macios para medições de temperatura e umidade. Hagenbeck et al. (2016) avaliaram um sistema baseado em lógica difusa para controle de iluminação, obtendo ajustes suaves de brilho sem mudanças abruptas. Esses estudos destacam coletivamente como os sistemas de lógica difusa podem aprimorar os ambientes domésticos inteligentes, oferecendo soluções de automação mais adaptáveis e personalizadas. A integração da lógica difusa não apenas melhora a eficiência energética, mas também garante uma experiência de vida mais confortável, demonstrando seu impacto transformador na tecnologia de automação residencial.

Palavras-chave: Lógica Fuzzy, Automação Residencial Inteligente, Eficiência Energética, Conforto do Usuário, Integração IoT.

1 INTRODUÇÃO

A implementação de sistemas de lógica difusa está revolucionando a automação residencial, introduzindo níveis avançados de conforto, eficiência e personalização. A lógica difusa, conhecida por sua capacidade de lidar com informações imprecisas ou incertas, permite que os sistemas tomem decisões que se assemelham ao raciocínio humano. Essa abordagem é particularmente benéfica em ambientes domésticos, onde as condições e preferências podem mudar sutil e continuamente.

Uma vantagem significativa de integrar a lógica difusa em casas inteligentes é sua capacidade de fornecer automação personalizada. Ao contrário dos sistemas tradicionais que dependem de regras rígidas e limites precisos, a lógica difusa permite ajustes graduais e contínuos. Por exemplo, em um sistema de controle climático inteligente, a lógica difusa pode processar variáveis como temperatura, umidade, hora do dia e ocupação para ajustar o aquecimento ou resfriamento com mais eficiência. Isso resulta em ajustes incrementais que mantêm o conforto ideal enquanto conservam energia.

A lógica difusa também aprimora a tomada de decisões, integrando vários sensores e dispositivos em uma casa inteligente. Sensores de luz, temperatura, movimento e qualidade do ar alimentam dados em um sistema central que usa lógica difusa para determinar os melhores níveis de iluminação, ventilação e aquecimento. Por exemplo, se o sistema detectar muita luz solar e uma temperatura confortável, ele pode reduzir a iluminação artificial e ajustar as cortinas, otimizando o uso de energia e garantindo um ambiente agradável.

Outra característica importante da lógica difusa em casas inteligentes é sua capacidade de aprendizado adaptativo. O sistema pode refinar suas regras com base nos padrões de uso dos residentes ao longo do tempo, tornando-o cada vez mais eficiente e adaptado às suas preferências. Por exemplo, se souber que os residentes preferem uma temperatura mais baixa à noite, ele pode ajustar automaticamente o termostato de acordo.

Além de aumentar o conforto e a personalização, a lógica difusa contribui para a economia de custos e maior eficiência energética. Ao operar continuamente e fazer ajustes graduais em vez de ciclos abruptos de liga/desliga, esses sistemas reduzem o consumo de energia e prolongam a vida útil dos aparelhos. Por exemplo, um sistema de irrigação inteligente usando lógica difusa pode otimizar o uso da água com base na umidade do solo, temperatura e previsões meteorológicas, evitando desperdícios e garantindo que as plantas recebam a quantidade certa de água.

O estudo de Ain et al. (2018) explora como os sistemas lógicos difusos podem ser utilizados para otimizar o consumo de energia em casas inteligentes, equilibrando a eficiência energética e o conforto do usuário. Com o consumo de energia residencial representando 25% do total em todos os setores e os sistemas HVAC responsáveis por até 64% desse consumo, o estudo propõe um Sistema de Inferência Fuzzy (FIS) que incorpora a umidade como um parâmetro adicional. Essa abordagem ajusta

as configurações do termostato com base no conforto do usuário e usa variações de temperatura interna para feedback, resultando em uma redução de 28% no uso de energia, mantendo o conforto térmico. O sistema, avaliado por meio de Mamdani e Sugeno FIS, também apresenta baixos requisitos de memória e processamento, tornando-o adequado para plataformas IoT como RIOT.

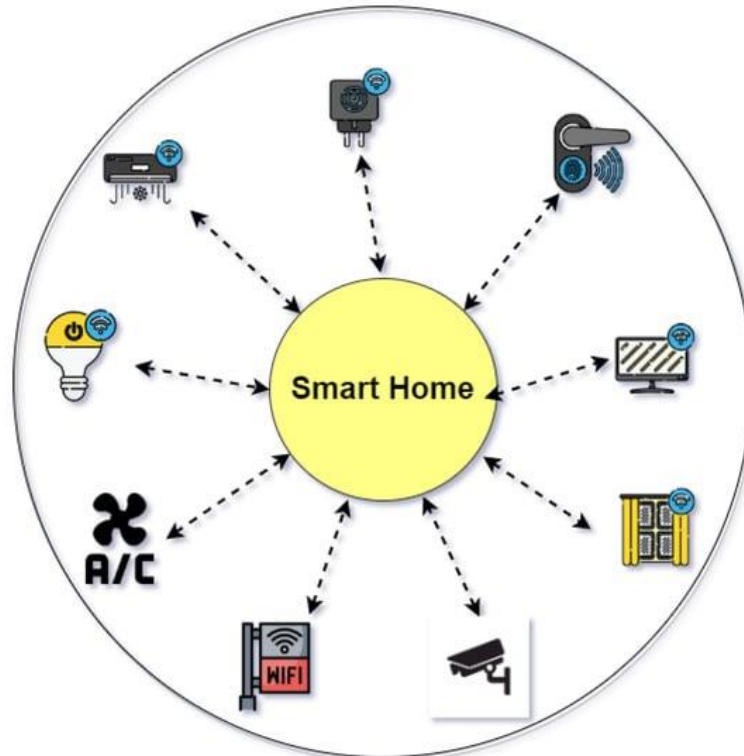
Aziza et al. (2021) propõem um protótipo aprimorado de sistema de automação residencial inteligente que integra IoT, tecnologias de nuvem e inteligência. O sistema usa IoT para permitir o controle remoto de aparelhos e se concentra na eficiência energética. O consumo de energia é monitorado com sensores de corrente e tensão, e os dados são processados por um Raspberry Pi e carregados em um banco de dados em nuvem. Um algoritmo baseado em difusa ajuda a tomar decisões com base nas condições da casa, enquanto os algoritmos K-Means agrupam os padrões de consumo de energia, otimizando o conforto e a eficiência.

O estudo de Tinoco, Cruz-Morales e Quevedo (2022) enfatiza o papel do controle de voz em casas inteligentes, principalmente por meio de plataformas como Alexa. Ele destaca a importância de ajustar as condições internas, como iluminação, umidade e temperatura, com base nas leituras do sensor e nas respostas do atuador. O estudo apresenta um sistema de controle de luz e temperatura usando controladores difusos, que podem ser facilmente integrados a sistemas de automação para melhorar o controle ambiental em edifícios inteligentes.

Sharanya e John (2017) enfocam o papel da automação no gerenciamento do conforto atmosférico em casas inteligentes. Eles desenvolveram um controlador lógico fuzzy usando Arduino e MATLAB para regular a temperatura e a umidade relativa, alcançando níveis de conforto com temperaturas entre 20 a 25 °C e 50% de umidade relativa. Seu inovador sensor macio mede esses parâmetros indiretamente, permitindo o controle preciso de condicionadores de ar e resfriadores com base em porcentagens de conforto. O destaque do projeto é a eficiência de custos.

Finalmente, Hagenbeck et al. (2016) investigam como os sistemas de controle inteligentes, particularmente aqueles que usam lógica difusa, estão avançando na tecnologia doméstica. O estudo avalia um sistema projetado para regular o brilho da iluminação com base nos níveis de luz ambiente, demonstrando que a lógica difusa facilita ajustes suaves e graduais na iluminação, aumentando o conforto do usuário sem mudanças abruptas.

Figura 1: Ambiente de casa inteligente.



Fonte: Alasmay, Tanveer (2022).

Em conclusão, a integração de sistemas de lógica difusa em casas inteligentes representa um avanço significativo na automação residencial, oferecendo maior conforto, eficiência e personalização. Ao permitir que os sistemas lidem com informações imprecisas e tomem decisões diferenciadas, a lógica difusa aborda a natureza dinâmica dos ambientes domésticos, onde as condições e preferências evoluem constantemente. Os vários estudos discutidos ilustram como a lógica difusa pode otimizar o consumo de energia, mantendo ou mesmo melhorando o conforto do usuário.

De Ain et al. (2018) e seu Sistema de Inferência Fuzzy que equilibra eficiência energética com conforto do usuário, a Aziza et al. (2021) e seu protótipo de casa inteligente baseado em IoT que integra tecnologias de nuvem e monitoramento de energia, é evidente que a lógica difusa contribui para soluções de automação residencial mais eficazes e adaptáveis. O trabalho de Tinoco, Cruz-Morales e Quevedo (2022) destaca o papel do controle de voz no aprimoramento da interação do usuário com ambientes inteligentes, enquanto Sharanya e John (2017) demonstram o gerenciamento econômico do conforto atmosférico. Por fim, Hagenbeck et al. (2016) mostram que a lógica difusa pode regular a iluminação sem problemas, melhorando a experiência do usuário.

No geral, esses estudos ressaltam o potencial transformador da lógica difusa na criação de ambientes domésticos mais inteligentes e responsivos. Ao combinar algoritmos avançados com sensores inteligentes e aprendizado adaptativo, os sistemas de lógica difusa não apenas melhoram a funcionalidade e a eficiência das casas inteligentes, mas também contribuem para uma experiência de

vida mais personalizada e confortável. À medida que a tecnologia continua a evoluir, a exploração e aplicação contínuas da lógica difusa em sistemas domésticos inteligentes provavelmente levará a soluções ainda mais inovadoras, melhorando ainda mais a qualidade de vida dos residentes.

REFERÊNCIAS

- Ain, Q., Iqbal, S., Khan, S., Malik, A., Ahmad, I., & Javaid, N. (2018). IoT operating system based fuzzy inference system for home energy management system in smart buildings. *Sensors (Basel, Switzerland), 18*, <https://doi.org/10.3390/s18092802>
- Ain, Q., Iqbal, S., & Mukhtar, H. (2022). Improving quality of experience using fuzzy controller for smart homes. *IEEE Access, 10*, 11892-11908. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3096208>
- Alasmary, H., & Tanveer, M. (2023). ESCI-AKA: Enabling secure communication in an IoT-enabled smart home environment using authenticated key agreement framework. *Mathematics, 11(16)*, 3450.
- Aziza, R., Siswipraptini, P., Jabbar, M., & Siregar, R. (2021). The IoT and cloud based smart home automation for a better energy efficiency. *2021 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICISS53185.2021.9533211>
- Hagenbeck, E., Santos, N., Cavalcante, R., & Macedo, H. (2016). Using fuzzy logic in smart homes lighting controllers. *2016 8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/EATIS.2016.7520129>
- Sharanya, S., & John, S. (2017). Comfort sensor using fuzzy logic and Arduino. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Computer and Information Engineering, 2*, 155-160. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1645-5_13
- Tinoco, D., Cruz-Morales, R., & Quevedo, J. (2022). Alexa application for lighting and temperature management through fuzzy controllers that can be used in a home automation environment. *Memorias del Congreso Nacional de Control Automático*. <https://doi.org/10.58571/cnca.amca.2022.030>
- Da Silva, G. A. M. (2024). Explorando o turismo cinematográfico por meio da teoria ator-rede: Insights e inovações. *International Seven Journal of Multidisciplinary, 1*(1). <https://doi.org/10.56238/isevmjv1n1-009>
- Pessoa, E. G., Feitosa, L. M., Pereira, A. G., & Padua, V. P. (2023). Efeitos de espécies de al na eficiência de coagulação, Al-residual e propriedade dos flocos no tratamento de águas superficiais. *Brazilian Journal of Health Review, 6*(5), 24814–24826. <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n5-523>
- Pessoa, E. G. (2024). Conventional treatment in the removal of microcontaminants. *Seven Editora*. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/5037>