

Uma abordagem lógica para ampliar o grau de personalização em sistemas de automação residencial

A logical approach to increasing the level of customization in residential automation systems

Enzo Y. Hashimoto
Marcelo Teixeira

RESUMO

Este artigo apresenta uma abordagem formal para a automação residencial sujeita ao reconhecimento e manipulação de contextos para fins de personalização para diferentes perfis de usuários. O objetivo é enriquecer o sistema de automação com cognição, a partir de estratégias calculadas sobre variáveis embarcadas em um modelo formal. O método empregado envolve a modelagem de eventos de automação residencial por meio de Máquinas de Estados Finitos (FSM) estendidas com variáveis. Os resultados obtidos sugerem ser possível customizar ambientes residenciais, carregando configurações específicas aos dispositivos conforme o perfil de usuário. Assim, a abordagem proposta oferece uma alternativa flexível para a automação residencial sujeita à reconfiguração, melhorando a experiência do usuário.

PALAVRAS-CHAVE: abordagem lógica; automação residencial; personalização;

ABSTRACT

This article introduces an approach to home automation using state machines with variables. The objective is to enhance the automation system by incorporating strategies calculated from variables embedded on models. The proposal involves modeling home automation events using Finite State Machines (FSMs) with variables. The approach enabled customization of profiles by loading specific device configurations in automated homes. In summary, the proposed approach offers a robust foundation for home automation, enabling the creation of efficient and adaptable systems that enhance the user experience.

KEYWORDS: logical approach; home automation; customization;

INTRODUÇÃO

A automação residencial é um conceito pautado na ideia de acionar automaticamente um conjunto de dispositivos eletrônicos de uma residência visando simplificar tarefas, agregar comodidade, ou otimizar o uso de recursos da moradia (Feliuss L. C., 2020). Do ponto de vista comercial e técnico, nos últimos anos, essa área tem incorporado avanços significativos no desenvolvimento de dispositivos que podem ser coordenados automaticamente. Tecnologias como *Smart Glass* (Gauzy, 2023), smart TVs, dispositivos de limpeza, de segurança, de climatização, etc., são amostras reais que dimensionam os avanços em automação residencial.

Bolsista Enzo Yutaka Hashimoto. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: enzo.hashimoto.2019@alunos.utfpr.edu.br.

Docente Marcelo Teixeira. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: mtex@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8925349327322997.

Na maior parte dos casos, é comum que os produtos de automação residencial sejam referidos comercialmente como “inteligentes”, embora a lógica de acionamento embarcada no produto não seja, de fato, inteligente. Por exemplo, lâmpadas, cafeteiras, cortinas, alarmes, em geral comercializados como produtos inteligentes, são na verdade programados com lógicas exatas, que simplesmente reagem a sinais de sensores ou temporizadores de natureza exata, sem qualquer recurso inteligente.

Uma técnica que tem se mostrado promissora para o propósito de racionalizar lógicas de automação residencial utiliza-se de modelos em máquinas de estados finitos (ou autômatos) para representar e coordenar o comportamento de dispositivos eletrônicos. A vantagem dessas abordagens é permitir modelar a lógica de coordenação de dispositivos com alto nível de abstração e, assim, teoricamente de modo mais simples. Outra vantagem é que uma solução baseada em autômatos pode ser processada e verificada computacionalmente para a garantia de propriedades sob controle, levando a um software correto para construção.

Na literatura, Flessner e Frenken (2018), utilizam-se desse tipo de abordagem para incorporar flexibilidade e racionalidade a um sistema de automação residencial voltado à qualidade do ar de uma residência e do conforto térmico para os moradores. Também em um trabalho similar, utiliza-se realidade aumentada para automação residencial para auxiliar pessoas com deficiência física e idosos para executar as atividades do cotidiano (Fernandes, Barbosa e Cardoso, 2015).

Diferentemente da literatura, esse trabalho propõe uma abordagem lógica de automação residencial que usa autômatos com variáveis para customizar o acionamento de dispositivos em uma residência, baseando-se em perfis distintos de usuários que usam o ambiente de modo concomitante.

METODOLOGIA

Este capítulo detalha a proposta do trabalho, inspirada no diagrama da figura 1.

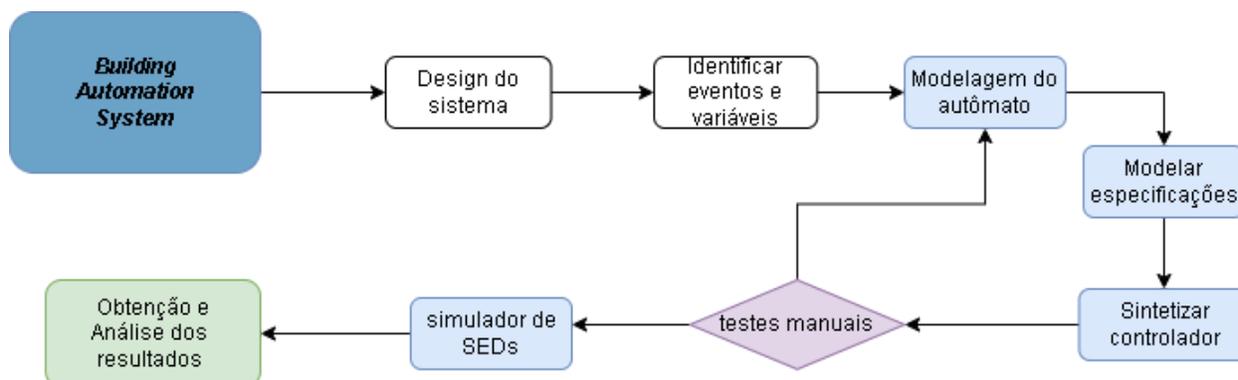


Figura 1 – Fluxograma de condução da pesquisa

Fonte: Autoria própria.

Do ponto de vista metodológico, a proposta visa inicialmente desenvolver estruturas genéricas de modelos para representar cômodos, componentes eletrônicos e usuários de uma residência. Isso visa agregar generalidade à abordagem, que poderá então ser adaptada a diferentes cenários com mínimo esforço de refatoração. Posteriormente, os modelos genéricos serão aplicados para representar um cenário específico de teste: uma residência com alguns cômodos, com usuários que os compartilham e com regras específicas de acionamento para cada usuário. Uma vez concebidos os modelos para este cenário de aplicação, uma solução de controle será calculada com base na *Teoria de Controle Supervisório (TCS)* de (RAMADGE e WONHAM, 1969), uma operação matemática que recebe como entrada os autômatos e devolve uma solução de controle garantidamente correta-por-construção.

Considere o sistema de automação residencial descrito na figura 2.

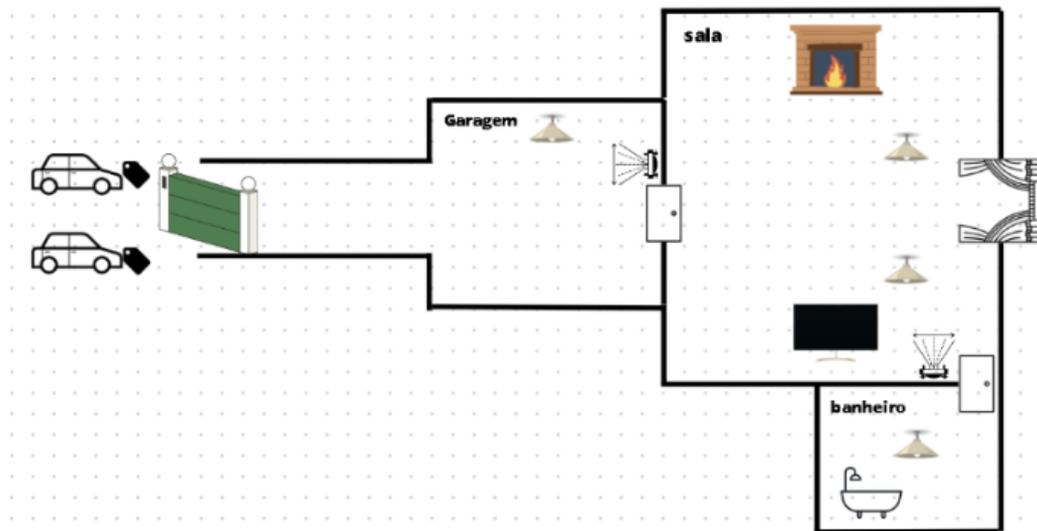


Figura 2 – Design exemplo de um sistema residencial automatizado

Fonte: Autoria própria.

O cenário é composto por um sistema de iluminação de cômodos, TV, sensores, lareira eletrônica, sistema automatizado de manipulação de cortinas e portas. Cada um desses componentes pode ser modelado por um autômato, que expõe a forma como cada componente reage no nível de eventos. Esses autômatos são associados às variáveis que representam dois usuários, U1 e U2. Essas variáveis são responsáveis por armazenar o contexto sob o qual cada componente opera em cada circunstância, com base nos perfis de usuários. A atualização das variáveis é feita por meio de fórmulas lógicas embarcadas nas transições de cada modelo.

As ações do sistema, como ligar e desligar uma lâmpada ou outro componente qualquer, são representadas pelas transições dos autômatos que, juntos, compõem modularmente a planta completa do sistema. Uma vez modelado cada componente, a coordenação conjunta destes requer que se construa modelos complementares,



chamados de especificações. Cada especificação modela uma regra a ser obedecida pelos componentes ao atuarem em conjunto. A operação que combina os modelos de componentes às suas especificações é denominada composição síncrona e possui o propósito de permitir a evolução paralela dos modelos sob a coordenação das especificações. Por fim, a TCS é processada para calcular, a partir da composição de modelos, um submodelo que contém tão somente as sequências permitidas de ações. O resultado é o modelo do controlador da residência que, a partir de geradores automáticos de código, dão origem a software implementável.

Nesse cenário, as variáveis do modelo podem ser associadas aos perfis dos moradores, permitindo a manipulação dessas variáveis para aplicar suas preferências e habilitar os dispositivos desejados. As figuras 3, 4 e 5, apresentam exemplos de regras para os usuários U1 e U2. Suponha, por exemplo, que U1 deseje acionar a TV quando da sua presença, e que U2, diferentemente, prefira o ar-condicionado e certa configuração de cortina para iluminação externa. No entanto, quando ambos U1 e U2 estiverem presentes, uma nova configuração deve ser atendida, por exemplo, em relação a outro setup de iluminação ou outro recurso eletrônico. Essas regras podem ser reconfiguradas a critério do usuário, via aplicativo, pela simples seleção de parâmetros para as variáveis. Desse modo, não é necessário recalculer o controlador para cada cenário, sendo este um diferencial determinante da abordagem proposta.

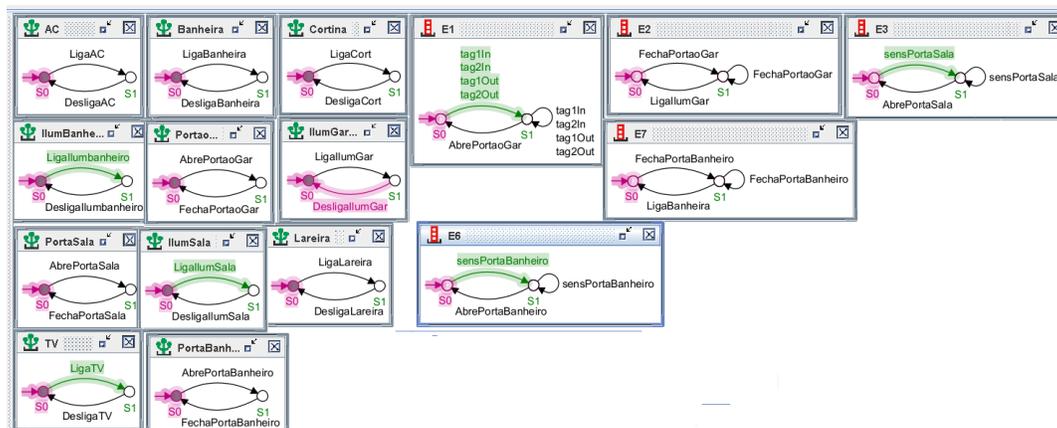


Figura 3 – Simulação em que U1 habilita o acionamento da TV e iluminação
Fonte: Autoria própria.

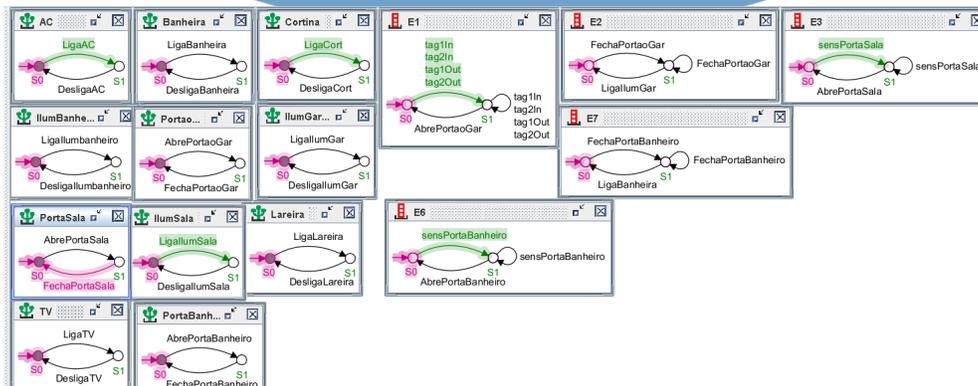


Figura 4– Simulação em que o U2 aciona o ar-condicionado, a iluminação e a cortina
Fonte: Autoria própria.

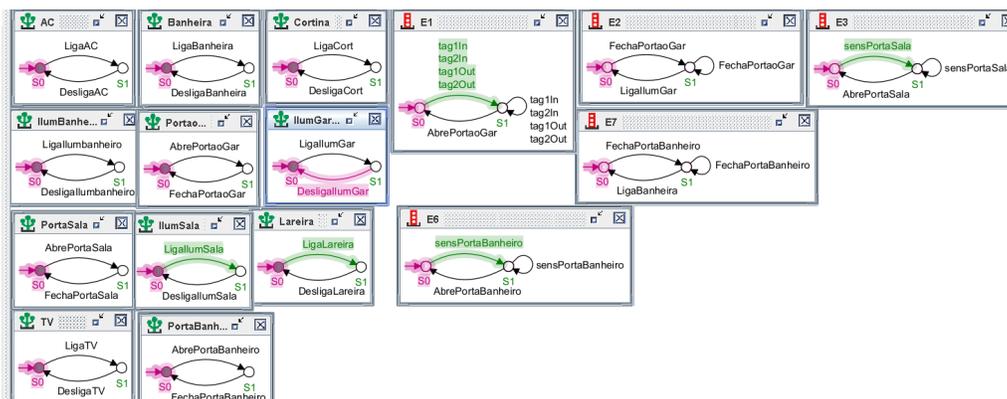


Figura 5 – Simulação sob a presença de ambos U1 e U2, habilitando um setup específico
Fonte: Autoria própria.

Usando o recurso de simulação, da ferramenta Supremica, é possível testar as regras aplicadas ao modelo para verificar o seu funcionamento. Com a modelagem satisfazendo empiricamente os requisitos esperados, pode-se proceder com a síntese do controlador, que adicionalmente computa um modelo formal que garantidamente satisfaz a todas as propriedades teóricas esperadas, como a controlabilidade de eventos, o não-bloqueio, a máxima permissividade e a garantia do cumprimento de todos e somente os requisitos impostos ao sistema via modelo. Sob todas essas características, o controlador é dito ser ótimo, e pode ser usado para fins de implementação em hardware e posterior integração ao sistema físico. A implementação, neste caso, se dá por meio da conversão da máquina de estados resultante do processo de síntese em código C, Python ou outro de interesse.

CONCLUSÃO

A abordagem proposta neste trabalho, que usa autômatos com variáveis para modelar cenários na automação residencial, oferece diversas vantagens em relação aos métodos convencionais de programação de controladores. Ela permite uma

modelagem mais abstrata e simplificada da lógica de coordenação dos dispositivos; personalizar a lógica para atender a diferentes perfis de usuários; carregar e atualizar configurações específicas dos dispositivos sem refatoração do código; dentre outras. Espera-se que tais vantagens possam enriquecer a experiência dos usuários ao interagirem com o ambiente pervasivo que os cerca. Além disso, autômatos permitem o processamento e a verificação computacional para garantir propriedades ao sistema controlado, melhorando a eficiência e segurança do sistema de automação, o que pode ser decisivo, especialmente para cenários onde a segurança é um requisito crítico, como em sistemas de health care. Em resumo, espera-se que essa abordagem ofereça uma base teórica para a construção de sistemas de automação residencial eficientes, adaptáveis e personalizados, que aprimorem a experiência do usuário sem desprender dos aspectos de segurança operacional.

Agradecimentos

Agradeço ao professor Marcelo Teixeira, pela expertise e dedicação à orientação. Agradeço ainda à UTFPR pela bolsa, pelos recursos e demais suporte.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse a reportar.

REFERÊNCIAS

FLESSNER, J.; FRENKEN, M. High level modeling of building automation and control systems based on perceptual knowledge. **2018 IEEE Life Sciences Conference (LSC)**, p. 89–92, 2018.

Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:56170273>.

RAMADGE, P. J.; WONHAM, W. M. The control of discrete event systems. IEEE, 1969.

FELIUS, L. C. et al. The impact of building automation control systems as retrofitting measures

on the energy efficiency of a typical norwegian single-family house. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, IOP Publishing, v. 410, n. 1, p. 012054, jan 2020. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/410/1/012054>.

GAUZY. **Smart Glass**. 2023. Disponível em: <https://www.gauzy.com/>. Acesso em: 07-07-2023.

FERNANDES, Flávia Gonçalves; BARBOSA, João Ludovico Maximiano; CARDOSO, Alexandre. Aplicação para auxílio às pessoas com deficiência física utilizando

automação residencial e realidade aumentada. In: **CEEL–XIV Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica, Uberlândia–MG**. sn, 2015.