



Proposal of an IoT Architecture Based on Remote Database for the Development of a Health Smart Home System Using Physical Programming Platforms

Eduardo Batistão and Talía Simões dos Santos Ximenes Talía

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

October 26, 2022

PROPOSTA DE UMA ARQUITETURA IOT BASEADA EM BANCO DE DADOS REMOTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA HEALTH SMART HOME UTILIZANDO PLATAFORMAS DE PROGRAMAÇÃO FÍSICA

E. Batistão¹, T. S. S. Ximenes¹

¹Laboratório de Sistemas Embarcados, Faculdade de Tecnologia, UNICAMP, Limeira, São Paulo.

Abstract - O crescimento demográfico da terceira idade, as limitações físicas causadas pelo tempo e o desejo dessa fatia da população em manter a autonomia em suas atividades diárias, traz consigo uma preocupação por parte dos familiares em manter a segurança e qualidade de vida dos seus entes queridos. Diante dessas situações, é proposta uma solução que seja capaz de manter a liberdade, não deixando de lado os cuidados requeridos pelos idosos. Para isso é proposta uma arquitetura não convencional IoT baseada em banco de dados remoto, aplicada a soluções de casas inteligentes, de baixo custo, escalável e que suporte diversos tipos de sensores, para com isso monitorar eventos que possam apresentar riscos aos idosos em suas casas.

Palavras chaves - Casas Inteligentes, IoT, Programação Física, Sistemas de Cuidados com a Saúde.

I. INTRODUÇÃO

Dentre as pessoas que possuem necessidades especiais, encontra-se o grupo dos idosos. Esse grupo tende a desenvolver doenças físicas e cognitivas com o avanço da idade, no entanto, tendem manter sua independência na velhice.

As tecnologias emergentes *Internet of Things* (IoT), *big data*s, telemedicina, computação distribuída, computação móvel e inteligência artificial vêm oferecendo infraestrutura tecnológica para inúmeras áreas do conhecimento. Essas tecnologias quando aliadas, possuem grandes potencialidades móveis, requeridos para os sistemas denominados *Health Smart Homes* (HSH).

Os sistemas HSH são considerados uma variante do conceito de casas inteligentes integrada com a área de telemedicina. Esses sistemas são compostos por inúmeros dispositivos portáteis, vestíveis (*wearable*) e, muitas vezes, ubíqua, tendo o seu enfoque principal no cuidado da saúde, independência e segurança de pessoas com deficiências físicas e cognitivas [1].

Existem inúmeras plataformas IoTs que oferecem suporte às necessidades de casas inteligentes. No entanto, muitas delas são classificadas como rígidas do ponto de vista de aplicações para sistemas HSH, isto é, diante da especificidade dos sensores utilizados para esse tipo de sistema.

O escopo de aplicações nestes domínios é muito amplo. Com isso cada vez mais vem surgindo pesquisas que propõem arquiteturas HSH baseada em IoT. Grande parte dessas

arquiteturas é dividida em três níveis: Hardware (sensoriamento, pré-processamento e redes sem fio), *Middlewares* (captura de dados, segurança de dados e integração de TI) e Serviços (processamento de sinais, processos centrados em aplicações e serviços) [2].

Alguns dos principais requisitos dos sistemas HSH são: possibilidade de adicionar novos dispositivos ao sistema, ser compatível com outros tipos de sistemas e manter os sistemas *middlewares* mais simples possível. Este trabalho tem como objetivo geral construir uma plataforma genérica, baseada em recursos de banco de dados remoto, customizável, de baixo custo, que seja capaz de oferecer recursos para a construção de sistemas HSH.

Especificamente este trabalho objetiva:

- Criar um banco de dados remoto, estruturado e dinâmico, que seja capaz de oferecer sincronismo temporal, gerar notificações e prover a comunicação entre as camadas das “coisas” / percepção, com a camada de aplicação.
- Criar uma APP (*application*), especificamente em ambientes móveis, para cadastro de parâmetros de sistema, monitoramento de sensores e recepção de notificações de urgência.
- Criar dispositivos IoT, para monitorar queda noturna, verificação de consumo de medicamento e imagem do ambiente caso o sistema detecte queda noturna.

A. Desafios na terceira idade

Uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostrou que a partir de 2040 a população brasileira apresentará taxas de crescimento negativas, isso graças ao grande envelhecimento demográfico que vem se intensificando desde os anos 2000 [3].

No Brasil, o indivíduo é considerado idoso caso tenha 65 anos ou mais. Cerca de 31% dos idosos relataram ter sofrido acidentes, entre os mais atingidos, estavam as mulheres, idosos com idade mais avançada, os sedentários e os que necessitavam de medicamentos de uso contínuo [4].

Na terceira idade é comum que haja uma diminuição da saúde, na qual é considerado um estado completo de bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença ou enfermidade.

A partir dos 40 anos de idade, se dá início ao processo de envelhecimento gradual e começam a aparecer degenerações físicas tais como: diminuição da estatura, atrofia muscular, alterações do trânsito gastrointestinal e urinário, modificações osteoarticulares, diminuição do volume cerebral com atenuação dos sistemas cognitivos, perturbação no equilíbrio e propriocepção com conseqüente déficit de coordenação [5].

A degeneração causada pelo avanço da idade tende a influenciar negativamente a capacidade pessoal de ser autônomo em suas atividades diárias, tais como: cozinhar, conduzir, gerir a medicação e as finanças [6].

Mais comum em pessoas que possuem idades avançadas, a queda é a principal causa de morte acidental em pessoas idosas [7]. As lesões causadas por elas estão totalmente relacionadas com a diminuição da qualidade de vida e mortalidade dos idosos, por isso constituem um problema de saúde pública e de grande impacto social e econômico. Cerca de 28% a 35% das pessoas com mais de 65 anos de idade sofrem quedas a cada ano, essa proporção tem aumentado para 32% a 42% para as pessoas com mais de 70 anos [8].

Além das quedas o esquecimento é um fator muito importante a ser considerado como desafio da terceira idade. Com o envelhecimento é natural que haja perdas cognitivas, estes declínios na memória podem ser leves, ou seja, o indivíduo ainda é capaz de realizar as suas atividades de maneira independentes, ou severas, nas quais o indivíduo não é capaz se quer de realizar suas atividades diárias antes realizadas normalmente [9].

B. Internet das Coisas

IoT é um conceito que pode ser utilizado para realizar uma simples conexão de um eletrodoméstico na Internet, realizar a automação em um setor industrial, médico, de transporte e/ou redes financeiras [10].

Basicamente a ideia por trás da IoT é a possibilidade de interação de dispositivos eletrônicos através da internet, tornando possível a comunicação (ativa/passiva) com dispositivos físicos (atuadores e sensores) de forma online [11].

Essa tecnologia possui como principais características: i.) criar novas redes independentes que operam com infraestrutura própria; ii.) implementação de novos serviços e; iii.) diferentes modos de novas aplicações de comunicação entre pessoas e “coisas”, entre “coisas” e “coisas” [12], [13].

Os maiores desafios na construção de sistemas IoT estão no alto grau de heterogeneidade de software e hardware nos ambientes [14]. Apesar de não existir um formalismo rígido para construção desse tipo de sistema, as arquiteturas de duas camadas exibidas na Fig. 1 são as mais populares, dada a simplicidade de implementação. No entanto, suporta menores quantidades de dispositivos (cerca de centenas de dispositivos), assim como não garante heterogeneidade visto que os

dispositivos precisam estar conectados diretamente ao servidor [15].

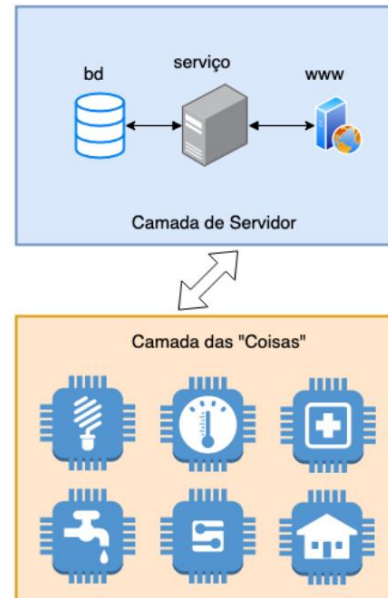


Figura 1: Arquitetura duas camadas

Já na arquitetura de três camadas, disposto na Fig. 2, existe um componente adicional denominado *gateway* no qual garante a heterogeneidade e o escalonamento horizontal do sistema, os dispositivos se comunicam com o *gateway* e somente os *gateways* comunicam-se com o servidor.

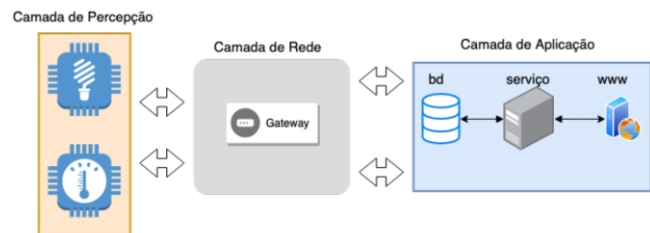


Figura 2: Arquitetura três camadas

Nas arquiteturas três camadas, a camada de percepção é composta por sensores e tem como objetivo identificar os objetos e realizar a aquisição de sinais no ambiente [16].

A camada de rede é composta por um elemento denominado *gateway* que faz uso de protocolos IoT específicos, tais como: HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) e CoAP (*Constrained Application Protocol*). Sua comunicação na maioria das vezes faz uso de tecnologias sem fio, tais como: 3G, Wi-Fi, Blu-

etooth, infravermelho ou ZigBee, tendo como objetivo realizar a transmissão dos dados coletados pela camada de percepção para a camada de aplicação [16].

C. Casas Inteligentes

O conceito de casas inteligentes se dá através da integração de diferentes serviços, oferecendo uma infraestrutura local, compartilhando um mesmo meio de comunicação, garantindo economia, segurança e conforto, além de incluir um alto grau de funcionalidade e flexibilidade [17]. Considerando as tendências atuais de pesquisas, casas inteligentes são aplicações de computação ubíqua, que são capazes de fornecer aos usuários, automatização e serviços sob a forma de inteligência do ambiente, controle remoto da casa ou automação residencial [18].

Extensões das casas inteligentes, as aplicações HSH têm como objetivo fornecer uma maior qualidade de vida, bem estar e segurança para pessoas com limitações físicas, seja por conta da idade avançada ou problemas motores diversos. Esse tipo de aplicação pode incluir produtos, conceitos e infraestrutura tecnológica, sendo cada vez mais requisitados à medida que o crescimento demográfico em países industrializados aumenta e taxa de natalidade diminui [1]. Muitas vezes os sistemas HSH, são controlados por intermédio de um *Remote Control Center* (RCC), como ilustra a Fig. 3.

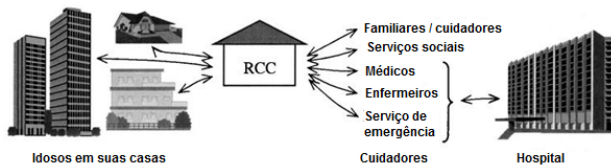


Figura. 3 Relação entre os elementos que compõem um sistema HSH

O RCC é responsável por dar suporte, caso o sistema detecte alguma anomalia com o indivíduo. O RCC pode ser composto por: familiares, médicos ou serviço de emergência e hospital [19].

D. Plataformas de computação física

Computação Física ou *Physical Computing* pode ser definida como a união da computação com a eletrônica, com o objetivo de criar protótipos de sistemas microcontrolados, sensores e atuadores que podem interagir com os seres humanos, realizando uma ligação entre elementos físicos e virtuais. Dessa forma, é possível interagir tais tecnologias com as tecnologias emergentes, incentivando assim, o desenvolvimento de soluções que possam ser utilizadas no cotidiano [20].

Comercialmente existem inúmeras plataformas de prototipagem que compartilham desse conceito, são capazes de

disponibilizar diversos tipos de serviços, tais como: comunicação sem fio, possibilitando o envio de datagramas simultaneamente com serviços de *web service* e em alguns modelos o envio de imagens em tempo real. A sua programação pode ser feita através do ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) do Arduino. Essas plataformas fazem uso de hardware e software livres, possibilitando a comunidade desenvolver projetos microcontrolados com alto nível de abstração eletrônica [21], [22].

E. Persistência de dados no contexto de IoT

Uma das principais funcionalidades das arquiteturas IoT é capacidade de transmissão de dados entre as camadas de percepção (coisas) e aplicação e vice-versa. Existem diversas técnicas para esse objetivo, no modelo tradicional é escrita uma aplicação (*middleware*) do lado servidor, a exemplo de uma aplicação RESTful apoiada por um banco de dados [14].

Dependendo da quantidade de dispositivos utilizados em um ambiente de IoT, atrelado às técnicas de processamentos para descoberta de padrões em grandes massas de dados, cresce também o volume de dados providos e transmitidos através da rede. Nesse contexto, existe a necessidade que esse grande volume de dados seja processado e armazenado da forma mais otimizada possível, através da aplicação *middleware*. Além dessa necessidade surgem também outros desafios relacionados à organização dos dados, consultas, indexação, processamento e manipulação de transações. Atualmente muitas aplicações IoT que fazem uso das tecnologias emergentes de persistência e manipulação de dados, tais como: *big data* e computação em nuvem, graças ao seu potencial em gerir grandes volumes de dados, não estruturado [23].

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto teve início no levantamento bibliográfico sobre os aspectos técnicos e requisitos que envolvem os sistemas HSH. Como resultado desse levantamento, ficou constatado que esse tipo de sistema é fundamentado em recursos IoT, casas inteligentes e desafios encontrados na terceira idade.

Em síntese, sistemas HSH é uma visão macro de aplicação IoT no de contexto de casas inteligentes voltado aos cuidados de idosos.

A fim de conhecer mais a fundo os aspectos técnicos relacionados à tecnologia IoT, foram pesquisados arquiteturas, protocolos e modelos de referências na construção desse tipo de sistema. Fica claro que IoT não se trata de um padrão específico de arquitetura e protocolos a serem utilizados, muitas dessas escolhas dependerão da quantidade de dispositivos na camada de percepção (coisas), quantidade de informações

geradas, latência de resposta, heterogeneidade e escalonamento horizontal.

De acordo com os objetivos idealizados por esse estudo juntamente com os resultados dos levantamentos bibliográficos, foi proposta a construção de um protótipo de sistema HSH fazendo uso de uma arquitetura não convencional para sistemas IoT.

A. Sobre a arquitetura

As soluções IoT podem fazer uso de *gateways* e *middleware* em sua arquitetura, e seu uso pode ser influenciado pelas características do projeto.

Dadas as características dos sistemas HSH (pouca transição de dados, poucos sensores na camada de percepção, heterogeneidade de sensores, nível de escalabilidade, custo com *middlewares* e *gateways*), foi proposta uma nova arquitetura IoT, a qual não fizesse uso de *gateways* e *middlewares* no processo de transição de dados entre camadas, os dados são transmitidos diretamente através de um SGBD remoto, como poder ser visto na Fig. 4.



Figura 4: Proposta de arquitetura IoT não convencional

B. Camada de percepção

Na camada de percepção foram utilizadas plataformas de computação física “ESP8266” e “ESP32CAM”, nos quais tiveram como objetivos realizar a coleta de dados através de sensores e enviar diretamente ao SGBD remoto para serem processados.

Os protótipos construídos tiveram como objetivo monitorar se o idoso tomou seu remédio e queda noturna.

Para a construção do sistema de monitoramento de remédios, ao abrir o dispositivo para retirada do comprimido, é enviado um valor incremental para o SGBD através da biblioteca “MySQL Connector”. A Figura 5 mostra o fluxo de execução desse monitoramento, que se inicia configurando os parâmetros de conexão Wi-Fi, banco de dados e GPIO 2 (portas programáveis de entrada e saída de dados que são utilizadas para prover uma interface entre os periféricos (sensores/atuadores) e os microcontroladores). Logo após as configurações de parâmetros são executados métodos de conexão

com o servidor de hospedagem e depois com o banco de dados. Com as conexões realizadas, a porta de comunicação GPIO2 é monitorada, até que seu estado lógico seja *HIGH*, gerado pelo sensor magnético de abertura de tampa. Nesse momento é realizada uma nova conexão com o banco de dados e atualizado o valor de incremento na tabela recepção.

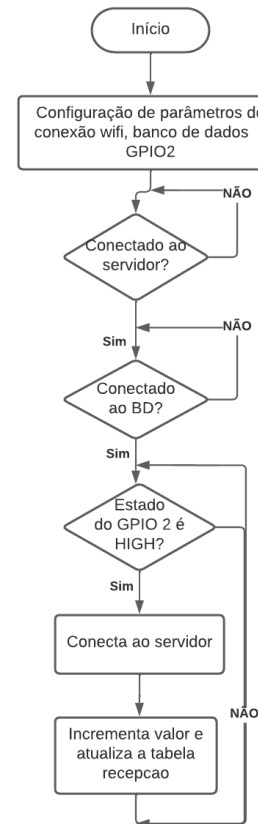


Figura 5: Fluxo de execução do monitoramento de comprimidos

Para a construção do sistema de monitoramento de queda noturna, o dispositivo conta com uma célula de carga ligada a um módulo hx711, que por sua vez se comunica com o ESP32CAM.

Seu monitoramento consiste em consultar o banco de dados para carregar o parâmetro de limite de carga na cama. A Figura 6 mostra o fluxo de execução do monitoramento de queda da cama, que se inicia nas configurações de parâmetro de conexões com o Wi-Fi, banco de dados, câmera e GPIO 4, por padrão nessa porta é ligado o led do flash do módulo, o qual é utilizado para confirmar as configurações de conexão. Feitas as conexões, é realizada uma consulta para levantamento dos parâmetros de configuração de peso de tolerância na cama e latência de levantamento. Com os dados já carregados no módulo, o sistema monitora o levantamento do idoso da cama baseado nos dados carregados, e caso exceda

o tempo de latência, envia uma imagem da cama ao banco de dados, que por sua vez gera uma notificação no APP.

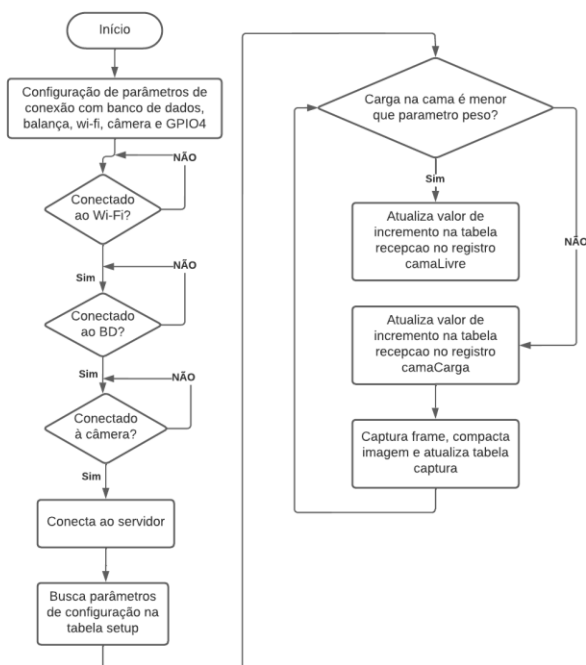


Figura 6: Fluxo de execução do monitoramento de queda de cama

C. Camada de transição de dados

Na camada de transição de dados foram utilizados recursos de um SGBD MySql remoto. Composto por seis tabelas, duas *triggers* e uma *event*.

As tabelas foram nomeadas como: “captura” (responsável por armazenar as imagens coletadas), “log” (responsável por armazenar o último recebimento de cada dispositivo), “logImagem” (responsável por armazenar o último recebimento de frame), “notificacao” (responsável por armazenar dados pós-processados dos eventos diários), “recepcao” (responsável por receber valores incrementais pré-processados dos sensores) e “setup” (armazenamento de parâmetros dos sensores para serem utilizados como referência para cálculos diversos).

As *triggers* foram criadas para dar suporte temporal no projeto, tendo em vista não terem sido utilizados Módulos *Real Time Clock* (RTC) nos dispositivos. Foi então criada a *trigger*: “gatilhoHorarioFoto” cujo a objetivo é monitorar a tabela captura, e ao receber uma atualização de frame ele faz uma atualização de tempo na tabela logImagem. Foi criado também o “gatilhoTemporizador”, que é responsável por monitorar atualizações na tabela “recepcao”, ao receber um va-

lor diferente do valor antigo armazenado (valores incrementais dos sensores), realize uma inserção de dados ou atualização de tempo na tabela “log”.

A *event* criada “eventGeral” tem como objetivo monitorar a tabela “log” com base nos dados da tabela “setup”, para processar as regras de negócios, gerando então entradas na tabela de notificações.

Toda a lógica do sistema encontra-se na *event*, que é executada a cada 10 segundos, e toda notificação gerada encontra-se na tabela “notificacao”.

D. Camada de apresentação

Na camada de apresentação, foi construída uma APP denominada “Sistema de Cuidado com o Idoso da Faculdade de Tecnologia (SCI – FT)” como visto na Fig. 7.

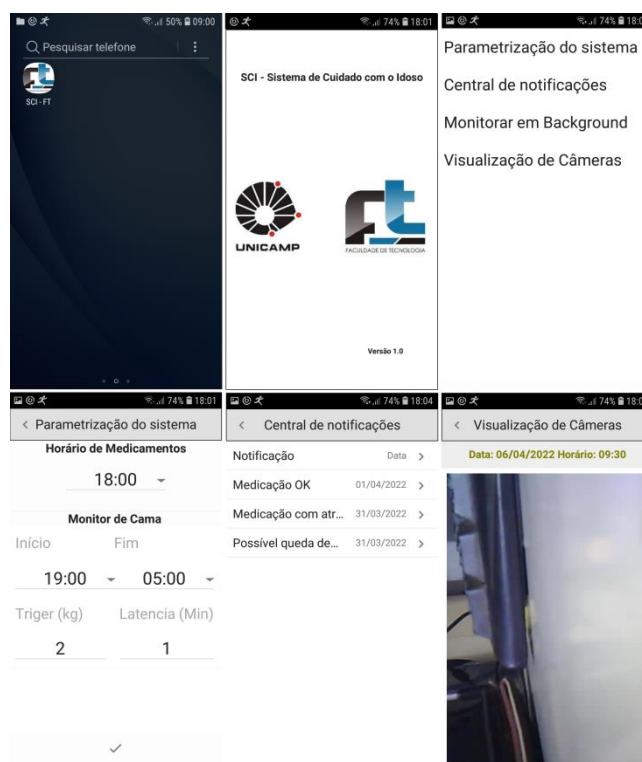


Figura 7: Navegação entre telas do APP criado para simulação (SCI – FT)

Essa APP tem por finalidade acessar dados da camada de transição, trazendo informações da tabela “notificacao”, “captura”, “log” e “logImagem”, além de permitir gravações de parâmetros na tabela “setup”, utilizados para gerar notificações. Para a construção da aplicação, foi utilizado o ambiente de desenvolvimento “Delphi 10.3” aplicações “firemonkey”, na qual é possível criar aplicações multiplataformas. Para acesso aos dados foi utilizado o componente Unidac da

“Devart”, o qual possibilita o acesso a banco de dados remoto de forma nativa, isto é, sem fazer uso de *Application Program Interface* (API) de comunicação *Representational State Transfer* (REST).

O fluxo de execução do APP se inicia com a tela de “splash”, seguindo para a tela de menu inicial. No menu é possível acessar as telas de parametrização do sistema, central de notificações, realizar o monitoramento em segundo plano e visualizar as imagens das câmeras (cama) em tempo real. Na tela de parametrização é possível configurar os parâmetros que servirão de referência para o esquecimento de medicamentos e detecção de queda, tais como: horário do medicamento, período de sono do idoso, trigger (peso mínimo na cama para considerar cama com carga) e latência (tempo máximo que o idoso poderia demorar no banheiro).

Na tela de central de notificações é exibido o histórico de todos os eventos executados pelo idoso: se já tomou o medicamento ou se houve uma possível queda. Na visualização de câmeras é exibida a imagem da cama em tempo real.

III. CONCLUSÕES

Conclui-se com esse trabalho que os avanços tecnológicos alcançados com pesquisas relacionadas às plataformas de computação física e tecnologias emergentes têm dado apoio ao surgimento de novas implementações de arquiteturas IoT, facilitando o desenvolvimento de inúmeras aplicações com alto nível de abstração computacional e eletrônica.

O protótipo construído atendeu muito bem ao que se esperava, principalmente em relação à estabilidade.

Por ser idealizado estritamente para sistemas HSH, houve dificuldade em comparar resultados com outras pesquisas.

A arquitetura idealizada simplificou a construção do sistema HSH proposto, caracterizada principalmente pela redução de custo e complexidade com implementações de *middlewares*, *gateways*, ganhando em escalabilidade com dispositivos heterogêneos.

A proposta dessa arquitetura pode ser utilizada em qualquer tipo aplicação baseada em IoT, limitando-se a quantidade de dispositivos na camada de percepção.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram que não têm conflito de interesses.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CLAIB&CBEB

2022 pela oportunidade de apresentar os resultados parciais do nosso projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Mano, L. Y.; Funes, M. M.; Volpato, T.; Neto, J. R. T. Explorando tecnologias de iot no contexto de health smart home: uma abordagem para detecção de quedas em pessoas idosas. *Journal on Advances in Theoretical and Applied Informatics*, v. 2, n. 1, p. 46–57, 2016.
2. Kunze, C. et al. "Kontextsensitive Technologien und Intelligente Sensorik für Ambient-Assisted-Living-Anwendungen." *Ambient Assisted Living-AAL* (2008).
3. Moreira, M. M. O envelhecimento da população brasileira: intencidade, feminização e dependência. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 15, n. 1, p. 79–94, 2014.
4. Perracine, M. R.; Ramos, L. R. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. *Revista de saúde pública*, SCIELO Public Health, v. 36, n. 6, p. 709-716, 2012.
5. Veríssimo, M. *Geriatrics Fundamental: saber e praticar*. Lisboa (PT): Lidel; 2014.
6. Gross A. L. et al. Cognitive predictors of everyday functioning in older adults: results from the ACTIVE Cognitive Intervention Trial. *The journals of gerontology Series B, Psychological sciences and social sciences*. p. 557-566, 2011.
7. Cruz D. T. et al. Prevalência de quedas e fatores associados em idosos. *Rev Saude Publica* p. 138-146, 2012.
8. Kuznier, et al. Fatores de risco para quedas descritos na taxonomia de NANDA-I para uma população de idosos. *Minas Gerais*, v. 5, n. 3, p. 1855-1870, 2015.
9. Bizelli, M. H. S. S. et al. Informática para a terceira idade – características de um curso bem sucedido. *Revista Ciência em Extensão*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 4-14, 2009.
10. SAHA, G.; Singh, R.; Saini, S. "A Survey Paper on the impact of "Internet of Things" in Healthcare," in Proc. 3rd International conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA), Coimbatore, Índia, p. 331- 334, 2019.
11. Peña-lópez, I. et al. *Itu internet report 2005: the Internet of things*. ITU, 2005.
12. Dohr, A. et al. The Internet of things for ambient assisted living. In: *IEEE. Information Technology: New Generations (ITNG)*, 2010 Seventh International Conference on. [S1], 2010. p. 804-809.
13. Gubbi, J. et al. Internet of things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, Elsevier, v. 29, n. 7, p. 1645-1660, 2013.
14. Pires, P. F. et al. Plataformas para a internet das coisas. *Anais do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*, p. 110-169, 2015.
15. Gluhak, A. et al. A survey on facilities for experimental internet of things research. *IEEE Communications Magazine*, v. 49, p. 58-67, 2011.
16. Rghioui, A.; Oumnad, A. Internet of things: Surveys for measuring human activities from everywhere. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, v. 7, p. 2474–2482, 2017.
17. Lutolf, R. Smart home concept and the integration of energy meters into a home based system. *Seventh International Conference on Metering Apparatus and Tariffs for Electricity Supply*, p. 277-278, 1992.
18. Alam, M. R.; Reaz, M. B. I.; Ali, M. A. A review of smart homes – past, present, and future, *IEEE Transactions on Systems, Man,*

- and Cybernetics — Part C: Applications and Reviews, p. 1190-1203, 2012.
19. Rialle, V. et al. "Health" smart" home: information technology for patients at home." *Telemedicine Journal and E-Health* 8.4, p. 395-409, 2002.
 20. Constantino, D. Z. "Computação Física utilizando program-ME". Assis, 2011.
 21. Alves, R. M. S. et al. Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem. *Jornada de Atualização em Informática na Educação*, v. 1, n. 1, p. 162 - 187, 2013.
 22. Kurniawan, A. *Internet of Things: Projects with ESP32*, Editora Packt Publishing, 1ª Edição, Birmingham, 2019.
 23. Chen, M.; Mao, S.; Liu, Y. "Big Data: A survey", *Mobile Networks and Applications*, v. 19, n. 2, p. 171-209, 2014.

Autor: Eduardo Batistão
Instituição: FT - UNICAMP
Rua: Alva Fabri Miranda, 80
Cidade: Ribeirão Preto
País: Brasil
Email: eduardobatistao@gmail.com