

13º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2022

SISTEMA PARA TROCA DE INFORMAÇÃO BIOMÉTRICA SEM FIO

RAFAEL ROCHA CASAQUE¹, KAUÃ AKIRA FERNANDO PORRIO NAKAYAMA², DONATA CRISTINA LIMA DE CAMPOS³, FABRICIU ALARCÃO VEIGA BENINI⁴

¹ Graduando em Tecnologia de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus São Carlos, casaque.rafael@aluno.ifsp.edu.br.

² Pós graduando em Educação: Ciência, Tecnologia e Sociedade, IFSP, Câmpus São Carlos, kaua.nakayama@aluno.ifsp.edu.br.

³ Graduanda em Engenharia Elétrica, UFSCar, Câmpus São Carlos, donata.campos@aluno.ifsp.edu.br.

⁴ Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, IFSP, Câmpus São Carlos, benini@ifsp.edu.br.
Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.02.04-2 Instrumentação Eletrônica.

RESUMO: Esse trabalho integra a sétima iniciação científica do projeto maior, identificado pela sigla SEAID, que significa Sistema Embarcado para Aquisição de Impressão Digital. Essa edição resultou na implementação física e prática dos conhecimentos gerados nos trabalhos anteriores. Primeiramente, foi realizada a implementação da comunicação sem fio entre os dois Raspberry Pi, utilizando o recurso de *sockets*, cliente e servidor, para estabelecer uma conexão e possibilitar a troca das imagens capturadas pelos módulos biométricos. Além disso, também foi realizada a integração do algoritmo de correlação cruzada baseado na transformada rápida de fourier em ambos os dispositivos, sendo utilizado para medir a frequência de similaridade entre duas imagens distintas, com a finalidade de obter maior precisão em julgá-las como sendo a impressão digital de um mesmo indivíduo. A partir dessas mudanças, o objetivo passa a ser em utilizar dois equipamentos como aquisitor de impressões digitais, formando um repositório para armazenamento e outro para ser o validador, fazendo requisições às imagens do primeiro dispositivo para realizar o teste do algoritmo desenvolvido entre a digital atual e cada imagem salva anteriormente, verificando assim, se existe uma amostra similar.

PALAVRAS-CHAVE: Impressão Digital; Raspberry Pi; Visão Computacional; Comunicação Sockets; Processamento de imagem

WIRELESS BIOMETRIC INFORMATION EXCHANGE SYSTEM

ABSTRACT: This work is part of the seventh scientific initiation of the larger project called SEAID (Embedded Fingerprint Acquisition System). This edition resulted in the physical and practical implementation of the knowledge generated in previous works. First, the implementation of wireless communication between the two Raspberry Pi was carried out, using the socket, client and server architecture, to establish a connection and enable the exchange of images captured by the biometric modules. In addition, the integration of the fast Fourier transform algorithm was also performed in both devices, being used to measure the frequency of similarity between two different images, in order to obtain greater precision in judging them as being digital from the same individual. From these changes, the objective is to use a device as a fingerprint acquirer, forming a repository for storage and another to be the validator, making requests to the images of the first device to perform the test of the algorithm developed between the current fingerprint. and each image saved previously, thus verifying that a similar sample exists.

KEYWORDS: Robotics; Fingerprint; Raspberry; Computer Vision; Sockets Communication; Image Processing

INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo tem passado constantemente por grandes revoluções tecnológicas, proporcionando maior conforto e praticidade para as civilizações. Sob a perspectiva da segurança tecnológica, esse fenômeno não tem sido diferente, a sociedade entrou em uma nova era da validação identitária, usuários comuns já estão habituados a utilizar diariamente sistemas de informação extremamente singulares, sendo o maior deles, a impressão digital. Também é importante ressaltar a relevância já conquistada por esse recurso de identificação, uma pesquisa de campo, realizada pela Panorama Mobile Time com cerca de dois mil jovens, sugere que entre 43% dos entrevistados, o método de identificação favorito é a impressão digital (MOBILETIME, 2019).

De forma paralela os circuitos e sistemas de computação embarcada têm evoluído expressivamente sua capacidade de processamento, bem como a quantidade disponível para armazenamento e velocidade no tráfego de informações (LEVEZ; BENINI; GOMES, 2018). Nesse contexto, há grande viabilidade em integrar as duas tecnologias mencionadas, elaborando assim, um sistema embarcado para a aquisição e validação da impressão biométrica.

Ao longo das iniciações científicas anteriores, o projeto SEAID acumulou um expressivo repertório de conhecimento, incrementando evoluções a cada nova edição. Dessa forma, a edição atual utilizou a técnica de comunicação Python *sockets* (ROCHA; BENINI, 2021), para possibilitar a comunicação entre os dois sistemas e o algoritmo de correlação cruzada entre duas imagens, tendo como base a transformada rápida de fourier (OLIVEIRA; BENINI, 2021). Sendo assim, o algoritmo realiza a conversão de cada imagem capturada previamente com o sensor biométrico, em um vetor numérico, com os valores de cor preto e branco (0 a 255) e compara a similaridade da sequência das duas imagens. Após essa comparação, é obtido o coeficiente de similaridade. Caso esse valor seja superior à uma constante limiar é verificado que ambas as imagens dizem respeito à mesma impressão biométrica.

MATERIAL E MÉTODOS

No âmbito dos hardwares e equipamentos físicos foram utilizados dois microcontroladores Raspberry Pi (RPi), um da segunda e outro da terceira geração do microcontrolador. Além disso, também foram utilizados módulos FPM10A para realizar a aquisição e a validação das impressões digitais. Também foi utilizado dois módulos de wireless para possibilitar a conexão fechada entre os RPis. Por fim, também foram utilizados jumpers de alimentação, para alimentar e conectar o circuito, cabos de rede, para conectar os RPis à rede local e um notebook pessoal para realizar os acessos e energizar os RPis.

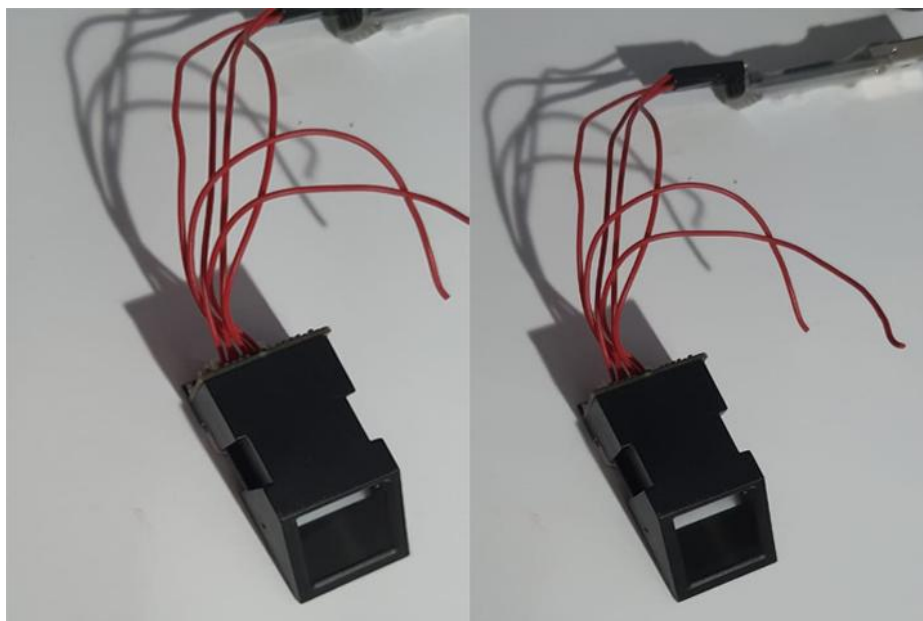


Figura 1. Módulo de aquisição biométrica FPM10A.

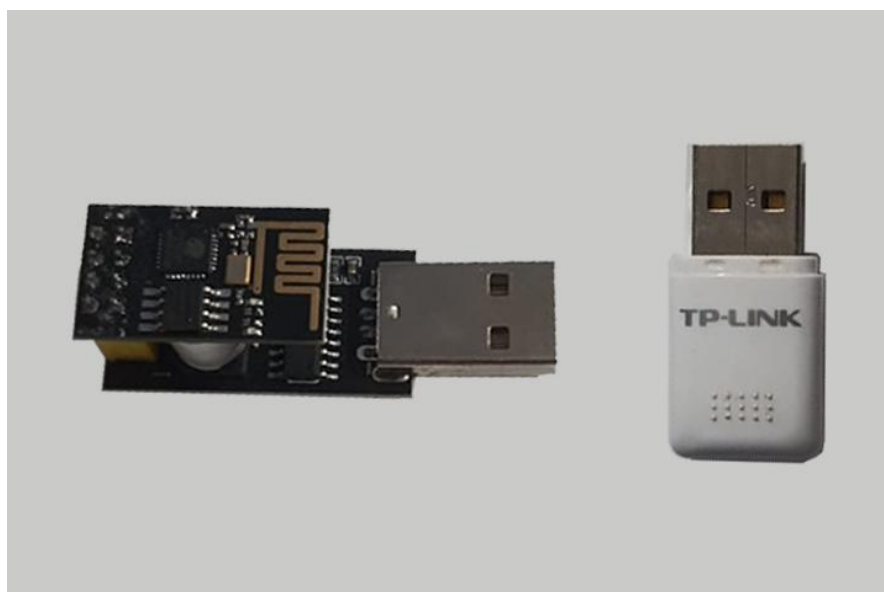


Figura 2. Módulos wireless para comunicação entre os *RPis*.

Na questão dos softwares utilizados, primeiramente foi definida a utilização da linguagem Python, por ter uma grande quantidade de diretórios e bibliotecas de qualidade prontas para uso, além de ser a linguagem primária para desenvolvimento com o RPi e pelo fato dos trabalhos anteriores terem utilizado majoritariamente essa linguagem.

Para projetar a interface gráfica do RPi no notebook foi utilizado o software VNC Viewer e para habilitar o acesso a esse recurso foi utilizado o software PuTTY, conectando-se ao terminal do equipamento por conexão SSH e liberando acesso à conexão VNC. Finalmente, para realizar essa conexão, os RPis foram conectados ao Hub pelo cabo de rede, estabelecendo assim uma rede local e possibilitando que o notebook se conectasse ao equipamento pelo endereço IP.

As bibliotecas Python utilizadas para o desenvolvimento do trabalho foram pesquisadas e implementadas com base nas necessidades do sistema. Primeiramente foi utilizada a biblioteca *pyfingerprint* (Raschke, 2020) para fazer a implementação do módulo FPM10A, possibilitando a aquisição, o download e a pesquisa das imagens biométricas. Concomitantemente, foi empregada a utilização da biblioteca *socket*, disponível no próprio pacote instalador do Python (pip). Esse módulo foi necessário para realizar a conexão entre os dois equipamentos, sendo necessário o desenvolvimento de dois algoritmos: um servidor, dedicado a manter a conexão aberta e um cliente para se conectar e possibilitar o envio e recebimento de informações. Por fim, para a implementação do algoritmo de correlação cruzada foram utilizadas as bibliotecas Numpy, especializada em operações com arranjos multiníveis e com grande diversidade de operações matemáticas de alto nível, Tkinter, biblioteca responsável por permitir a navegabilidade por interface gráfica, Pillow (Python Imaging Library), utilizada para facilitar a abertura e manipulação das imagens e, por último, a biblioteca nativa OS, para permitir a manipulação do sistema operacional a partir de códigos do terminal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dispositivos e bibliotecas utilizadas, foi possível realizar a testagem e implementação de todo o circuito dos dois sistemas embarcados. Ambos os RPis apresentaram autonomia em todas as operações biométricas, utilizando o módulo FPM10A e a biblioteca *pyfingerprint*. Além disso, os dois equipamentos também apresentaram êxito na comunicação sem fio utilizando o módulo de comunicação wireless e os algoritmos desenvolvidos com a biblioteca *socket*.

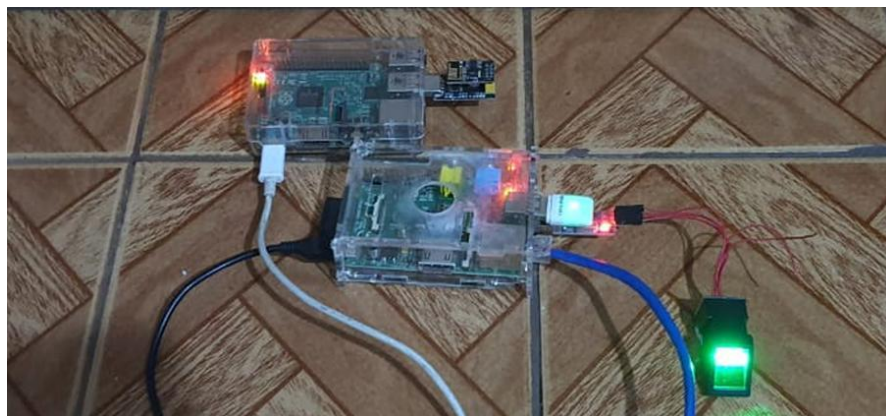


FIGURA 2. Circuito montado e energizado, com os módulos biométrico e wireless.

Com o auxílio da biblioteca *socket* também foi possível realizar o desenvolvimento dos algoritmos para troca de imagens capturadas com o módulo biométrico. Para isso, o servidor estabelece a sessão e aguarda a conexão do cliente, após essa conexão ser realizada, um dispositivo faz a abertura da impressão biométrica no modo de leitura e realiza o envio do arquivo linha a linha através de uma estrutura de repetição. Do outro lado, após ser feita a conexão o dispositivo abre um arquivo no modo de escrita (por se tratar de um arquivo inédito, o Python entende que essa operação de abertura trata-se de uma criação), com esse arquivo aberto, as linhas são escritas com as respostas obtidas do envio do outro dispositivo. Finalizado o envio de todas as linhas, por parte do remetente e a escrita, por parte do destinatário, o arquivo é fechado e ele já se encontra em ambos os dispositivos.

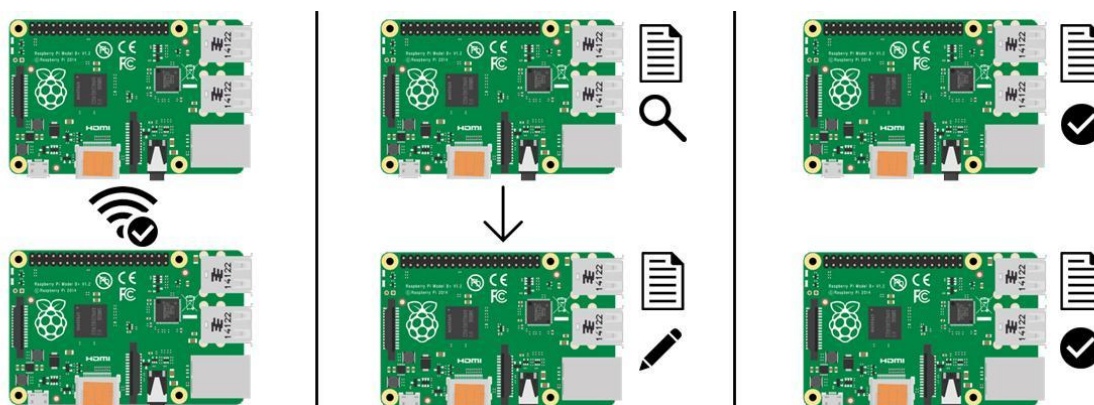


FIGURA 3. Ilustração do compartilhamento de arquivos entre os dispositivos.

Dessa forma, com os conhecimentos gerados nos trabalhos anteriores, aliado às pesquisas do trabalho atual, foi possível realizar a implementação do algoritmo de validação biométrica no próprio RPi, realizando as operações nas próprias impressões digitais capturadas pelo módulo de aquisição FPM10A, da mesma forma, é possível realizar a validação com as imagens compartilhadas entre eles. Esse algoritmo foi desenvolvido na iniciação científica do ano de 2021, utilizando como base a técnica da transformada rápida de fourier, mais conhecida no seu nome original, fast fourier transform (FFT). Para isso, com auxílio das bibliotecas importadas, o algoritmo faz a abertura da imagem e transcreve o conteúdo da mesma como um numpy-array (estrutura de dados n-dimensional da biblioteca numpy). Essa sequência é repetida na segunda imagem. Finalizado esse processo, é aplicada a FFT, operação realizada também com métodos prontos da biblioteca Numpy. Finalizada essas operações, os arranjos resultantes são comparados elemento por elemento. Após essa comparação é obtido o valor de correlação entre as impressões, ou seja, a taxa de similaridade. Por fim, é verificado se esse percentual é superior à constante limiar, definida anteriormente com o valor de 0.7% a partir de testes de precisão e acurácia (OLIVEIRA, 2021), caso seja superior, o algoritmo retorna verdadeiro, ou seja, ambas as impressões dizem respeito à mesma pessoa, caso contrário, é retornado falso, dessa forma,

subentende-se que a biometria verificada não se encontra no banco das impressões biométricas acessadas.

CONCLUSÕES

Com as implementações físicas dos conhecimentos gerados a partir do estudo das duas últimas iniciações científicas, foi possível avançar mais uma etapa para a construção do projeto inicialmente idealizado. Dessa maneira, no estado atual, é possível realizar a conexão e comunicação entre os dois dispositivos, a troca de impressões biométricas adquiridas pelos módulos FPM10A e a validação de similaridade com o algoritmo de correlação cruzada. Importante destacar que assim como na última implementação, o algoritmo de validação depende de imagens biométricas de boa qualidade e com bom posicionamento, ou seja, ainda que duas impressões pertençam à mesma pessoa, é necessário que elas estejam em posicionamento semelhante, tanto em angulatura quanto em distância central do dedo. O não cumprimento desse requisito pode acarretar em falsos negativos, o algoritmo pode concluir que as impressões não dizem respeito ao mesmo indivíduo, comprometendo assim, a eficácia da verificação do sistema.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer imensamente ao professor XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX pela oportunidade em participar desse incrível projeto e pela orientação em todo o trajeto e também ao colaborador XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX pelo auxílio e disposição no desenvolvimento dos relatórios e textos acadêmicos. Agradeço também ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia (IFSP) pelos materiais e estrutura prestados, para a viabilização do projeto. Por fim, também agradeço aos docentes integrantes do comitê de pesquisa (COMPESQ), pela atenção e disposição na revisão e validação do relatório parcial.

REFERÊNCIAS

LEVEZ, F. B.; BENINI, F. A. V.; GOMES, G. H. F. Aplicando opencv no raspberry pi. In: WORKSHOP DE INOVAÇÃO, PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 3., 2018, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: IFSP, 2018. p. 17-20. ISSN 2525-9377.

OLIVEIRA, P. A. B. & BENINI, F. A. V. SEAID - Sistema Embarcado para Aquisição de Impressão Digital: captura e reconhecimento de impressão digital. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFSP (CONICT)**, 2021, São Carlos, SP.

PAIVA, Fernando. A nova era da da comunicação *mobile*. **Mobile Time**. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2021/04/panorama-mensageria-fe2021.pdf> Acesso em: 09 set 2022.

ROCHA, R. D. & BENINI, F. A. V. SEAID - SISTEMA EMBARCADO PARA AQUISIÇÃO DE IMPRESSÃO DIGITAL: REPRODUÇÃO DO EQUIPAMENTO COMPLETO. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFSP (CONICT)**, 2021, São Carlos, SP.