

Babá Eletrônica

Ciro Barbosa Costa, Marcos Breno Aguiar

I. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico tem trago cada vez mais segurança, principalmente com o monitoramento de segurança por vídeo. Nos últimos anos, essa tecnologia se desenvolveu rapidamente. Além de suas funções tradicionais de stream de áudio e sensoriamento por piezoeletrônicos, adicionam-se o monitoramento dinâmico por vídeo e o reconhecimento facial. Não obstante, se torna essencial para o monitoramento e cuidado de recém nascidos. [1]

Tendo em mente que muitas vezes os pais tem diversas ocupações e não podem ficar o tempo inteiro perto dos recém nascidos ou bebês mais crescidos, é importante assegurar de alguma forma que eles estejam sempre seguros, livre de acidentes ou quaisquer problemas mais graves. A tecnologia chave para tais sistemas costumam ser sensores de movimento, câmeras para realizar stream de vídeo, reconhecimento de humanos, o uso de transmissores e receptores de áudio para que se possa escutar o que ocorre no ambiente. Ainda, é importante que o sistema opere em tempo real, caso contrário, não faz sentido o monitoramento nesse caso em específico. Portanto, esses sistemas de monitoramento podem ser aplicados em residências, alas hospitalares, podendo o mesmo emitir um alerta em caso de ocorrência de uma situação indesejada.

II. OBJETIVO

Projetar um sistema capaz de detectar posições do bebê no berço e registrar a entrada de terceiros no cômodo. Também, com a câmera Pi da raspberry, verificar por stream de vídeo se o mesmo está realizando alguma movimentação fora do comum, detectar parentes perto do berço, emitir alertas, além de transmitir o áudio do ambiente. A stream de vídeo não ficará aberta o tempo inteiro, apenas quando houver detecção nos sensores, também haverá notificação por bot do telegrama.

III. JUSTIFICATIVA E BENEFÍCIOS

A priori, em ordem de colocar em prática o conteúdo aprendido sobre programação em tempo real na Raspberry Pi, ajudando no monitoramento de recém nascidos, o que diminui as negligências tanto hospitalares, quanto familiares, pois haverá um sistema que emite alertas continuamente sobre o estado do bebê. Também, ajuda os próprios pais a darem continuidade aos seus afazeres sem terem que se preocupar constantemente com seus filhos. Ainda, o sistema não pode ser montado em um microcontrolador como a msp, por exemplo, devido ao fato de exigir certas especificações que a Raspberry atende de melhor forma, como stream de vídeo, capacidade de

Ciro Barbosa e Marcos Breno são estudantes de Graduação em Engenharia Eletrônica pela Universidade de Brasília - UnB, Brasília, Brasil.

processamento, os protocolos de comunicação entre dispositivos são mais simples de serem configurados. Também, o GPIO da Raspberry é boa o suficiente para atender características de hardware como controlar um motor servo para modificar a angulação da câmera, de forma que a mesma possa cobrir mais área. A vantagem de realizar o monitoramento por vídeo é a possibilidade de registrar quem esteve no ambiente próximo ao bebê, dessa forma, há uma certa rastreabilidade sobre os últimos acontecimentos e evita tragédias.

IV. MATERIAIS

Tabela I
MATERIAIS

Descrição	Quantidade	Valor (Reais)
Sensores Ultrassônicos	2	21,60
Sensor Flight of Time VL53l0x	1	31,90
Servo Motor	1	16,38
Sensor KY-038	1	15,00
RaspberryPI 3B+ e Pi Cam	1	400
Total		469,88

V. REQUISITOS

Para o levantamento dos requisitos foi aplicado uma metodologia de rastreabilidade de requisitos que se baseia na exploração do problema raiz para então elaborar as necessidades envolvidas, a partir das necessidades são definidas características que farão parte do sistema proposto. Essa metodologia de elicitação de requisitos tem como objetivo criar requisitos funcionais e não funcionais de maneira segura para que os objetivos do projeto sejam atendidos. Os requisitos funcionais constituem as funcionalidades em si do sistema proposto. Já os requisitos não funcionais abordam aspectos como: usabilidade, performance, confiabilidade e suportabilidade.

Para o sistema ser desenvolvido foi levantado o seguinte problema: **A necessidade de um sistema que permita o monitoramento de um recém nascido ou criança pequena enquanto o mesmo estiver dormindo**. A partir desse problema foram elaboradas as seguintes necessidades para o sistema proposto nesse projeto:

- [NE01] Definir uma comunicação entre o raspberry e a interface do usuário (onde o usuário é responsável pela criança).
- [NE02] Transmitir imagem em tempo real.
- [NE03] Possuir um sistema de áudio que permita ouvir o que acontece no ambiente onde a Babá Eletrônica esteja e reproduzir áudio transmitido pela interface do usuário.
- [NE04] Sistema deve detectar posições da criança e gerar alerta se alguma anormalidade for detectada.
- [NE05] Deve ser capaz de detectar a entrada de terceiros no ambiente, registrando o ocorrido por imagens de vídeo.

Com as necessidades elicitadas foram definidas três características para o sistema proposto:

- [CA01] O sistema se comunica via telegram com o usuário.
- [CA02] O sistema alerta em caso de movimentos fora do comum, caracterizando que a criança tenha acordado.
- [CA03] O sistema permite a comunicação do monitor com o monitorado por meio de áudio.

Quanto aos requisitos não funcionais, temos:

- [RNF01] O sistema sempre que ativo deve estar capturando vídeo.
- [RNF02] O sistema deverá atualizar em tempo real as medidas dos sensores.
- [RNF03] O sistema deverá ser alimentado por fonte de energia autônoma.

Quanto aos requisitos funcionais, temos:

- [RF01] O sistema inicia a stream de vídeo quando um dos sensores pega uma posição ou quando o usuário solicita.
- [RF02] O sistema deverá alertar o usuário com avisos.
- [RF03] O sistema deverá ser capaz de adquirir os dados dos sensores e imagens de vídeo.
- [RF04] O sistema deverá processar os dados obtidos dos sensores e as imagens de vídeos.
- [RF05] O sistema deverá ser capaz de controlar a direção da câmera através de um motor servo de acordo com os dados obtidos por cada sensor.

VI. DESENVOLVIMENTO

As principal funcionalidade do projeto é a necessidade de uma sincronia com o funcionamento dos sensores, dessa forma, o sistema é ativado e realiza a stream apenas nos momentos necessários ou quando solicitado. Serão utilizados dois sensores ultrassônicos HC-SR04 e um sensor Time-of-Flight (ToF), que serão detalhados mais adiante. Os sensores detectam posições. De acordo com os testes que serão realizados, será possível dizer quais as melhores posições detectadas no berço para dizer se o bebê acordou. Primeiro, abre-se a stream de vídeo. Logo em seguida, emite-se um alerta via terminal e via telegram. Para o teste de solicitação da stream por um usuário, já simulando o telegram em si, utilizou-se um botão. Ao apertar o botão, a stream abre. No protótipo final não haverá o botão, apenas o telegram.

Em relação a ativação da stream pelos sensores, um sensor, o ToF por ser mais preciso, fica no topo do berço, onde se tem uma vista mais ampla no cenário. Um dos sensores HC-SR04, omitido mais embaixo, e um HC-SR04 na mesma altura do ToF, porém, mirando o lado exterior ao berço. A stream só é aberta uma vez, isto é, de acordo com as três análises de distância obtidas pelos sensores, que vão ficar medindo em loop infinito. Entretanto, os sensores ToF e o SR04 de dentro do berço são capazes de emitir sinais para girar o motor, e consequentemente, a câmera Pi para baixo. Enquanto que, o último sensor, SR04 gira o motor e a câmera Pi para obter a vista de cima, mostrando quem se aproxima do berço. Não obstante, o sistema captura áudio e liga a stream de acordo com um certo nível de decibéis (dB). Até o dado momento, fez-se com sucesso parte da integração sensores/câmera, já

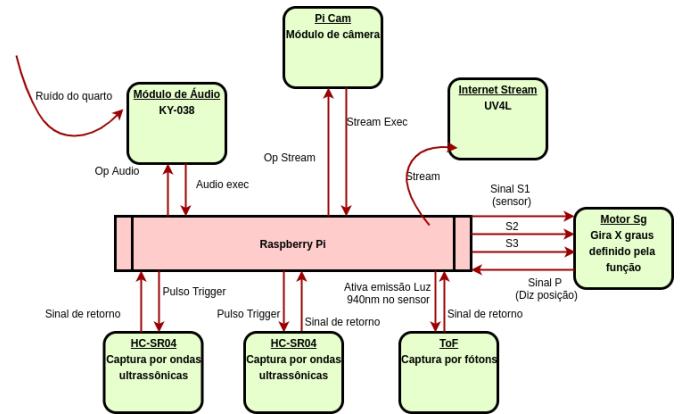


Figura 1. Fluxograma Projeto

com processos e sinais, e o motor (áudio?). Agora, resta desenvolver o restante do código para torná-lo mais eficiente, realizar algumas tarefas com threads, polling, adicionar os recursos telegram e de reconhecimento facial.

A figura que detalha o fluxograma de projeto a ser seguido pode ser vista em (Fig. 1).

A. Hardware e Software

De acordo com toda a descrição de funcionalidades e materiais, a seção detalha o funcionamento e o fluxograma mostrado, a mecânica dos sensores e conhecimentos necessários para produzir o código para cada um.

Explicando o hardware, a Raspberry precisa emitir e interpretar os sinais. O módulo de áudio recebe dados do exterior (áudio), a RPi checa os níveis de áudio e decide quando realizar a stream de acordo com o limite imposto por software. Além disso, ao obter os pulsos de retorno obtidos pelos sensores, faz-se o cálculo da distância, seguindo o limite imposto, decide-se se abrirá a stream. Caso a mesma já esteja aberta, apenas o giro da câmera será feito. A stream só pode ser fechada por um sinal de interrupção do usuário.

1) Sensor Ultrassom: Explicando o funcionamento dos sensores, temos que o de ultrassom é muito utilizado na robótica para encontrar obstáculos e realizar medições rápidas com uma precisão aceitável. O módulo utilizado foi o HC-SR04 mostrado na figura 2.



Figura 2. Sensor de Ultrassom

O módulo possui um grau de abertura de 30° , o que é razoável para os propósitos do projeto, já que não se deseja medir longas distâncias com ele. Sua alimentação é dada por 5V no pino Vcc e o Gnd. A alimentação com 3.3V em Vcc gera imprecisões maiores.

Primeiramente, envia-se um pulso de 10us no pino trigger, recebe-se a resposta em forma de pulso no pino echo, onde o tempo em nível lógico alto é proporcional a distância de ida e volta que o som leva para percorrer até encontrar um obstáculo. O diagrama de tempo do sensor é representado pela figura 3.

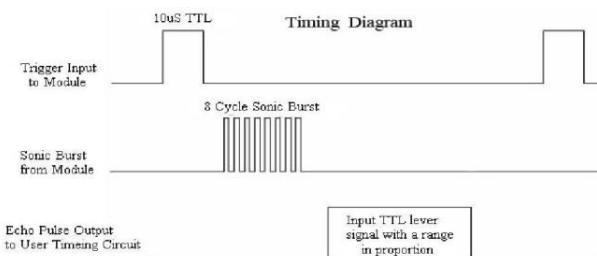


Figura 3. Diagrama Tempo

A distância é dada por:

$$d = T_r \frac{V_{som}}{2} \quad (1)$$

2) *Sensor ToF*: O sensor ToF é mais poderoso e preciso que o ultrassônico, isso devido a captura ser realizada por fôtons. O sensor emite luz em um comprimento de aproximadamente 940nm (não visível), o que promove leituras mais rápidas, distâncias maiores, maior precisão, e mantendo um tamanho pequeno, baixo peso, menor consumo de potência. O ToF utilizado é o VL53L0X que funciona muito bem para distâncias de até 2m, é controlado pelo protocolo de comunicação I2C. Na maioria dos modelos da Rpi, utiliza-se o canal 1. Além disso, o sensor possui filtros físicos infravermelhos em seu interior, que contribui para maior imunidade a luz ambiente. Não obstante, o ângulo de medida é de 25 graus, e suas medidas não dependem criticamente da abertura. Apesar disso, obviamente que luzes muito intensas contra o sensor podem afetar a captura de distâncias.

3) *Sensor de Som*: No levantamento de requisitos do trabalho, foi detectada a necessidade de algum meio que detectasse o momento que a criança estiver chorando. Para tal foi utilizado o sensor de som do modelo KY-038, sensor que foi desenvolvido com o objetivo de medir a intensidade sonora do ambiente ao seu redor, variando a sua saída de acordo com o ruído detectado.



Figura 4. Sensor de Som

O KY-038 conta com duas saídas, uma delas é a saída digital que passa para o nível lógico alto quando detectado o som, a sensibilidade para a ativação da saída digital pode ser regulada através do parafuso no sensor, mas também possui uma saída analógica que varia a sua intensidade de acordo com o nível de ruído detectado. No projeto estamos utilizando a saída digital, realizamos a calibração reduzindo a sensibilidade do sensor, assim quando detectado o ruído do choro da criança ativará o sensor.

4) *Suporte para a Câmera*: A babá eletrônica contará com uma câmera que deverá monitorar a criança e também monitorar a possível entrada de alguém no quarto.



Figura 5. Suporte Pan/Tilt

Esse suporte conta com dois servos que permitem o movimento nos eixos x e y, assim monitorando a criança e o ambiente. Em condições normais a câmera estará focada na criança e caso seja detectado por meio do sensor ultrassom, a presença de alguém no quarto, a câmera será apontada nesta direção. Visando uma otimização do projeto foi decidido utilizar somente a movimentação no eixo y, sendo assim foi retirado um dos servos motores e restando dessa forma somente um deles. Tal decisão se deu pelo fato de que somente o movimento no eixo y se fez necessário para monitorar a criança em seu berço e monitorar a chegada de alguém ao quarto.

5) *Telegram*: A Babá eletrônica inicia o serviço de stream de vídeo quando detectado um movimento no quarto, sendo que quando esse serviço for inicializado a pessoa responsável pela criança deverá ser alertado.



Figura 6. Telegram

Utilizando a API em C++ do telegram, foi implementado um sistema que alerta o início da stream de vídeo, o serviço de stream é iniciado por meio da detecção de movimento do ambiente e com o acréscimo das funcionalidades do Telegram, se tornou possível iniciar e finalizar o serviço por meio do aplicativo assim como receber os alertas como já citados.

VII. RESULTADOS

Desde o PC4, foi concluído foi concluída a integração dos três sensores responsáveis pela detecção de movimento no ambiente, sendo dois sensores de ultrassom e um tof, todas as funções dos sensores passaram a ser executadas em threads. Um refinamento no código referente ao telegram, o mesmo aceitou perfeitamente os comandos de abertura e finalização da stream de vídeo, assim como receber corretamente os alertas de movimento indicando o início do serviço assim como a indicar qual sensor gerou o alerta. O sistema de movimentação da câmera foi simplificado, pois notou-se que somente o movimento no eixo Y se mostrou satisfatório para o projeto, assim quando detectado uma pessoa no ambiente a mesma é direcionado em direção a pessoa, não sendo detectada a pessoa, a câmera se mantém direcionada para a crinça dentro do berço. Todo o programa é executado em 3 processos diferentes que correm de forma paralelas. Um dos problemas encontrados no último ponto de controle se deu pelo fato do Raspberry vinha exibindo o alerta de baixa tensão, dado que o mesmo estava alimentando todos os sensores além do servo motor, o mesmo foi solucionado acrescendo uma bateria que passou alimentar todos os periféricos do projeto. O sensor de ruído foi desativado durante a apresentação, pois o mesmo é ativado por picos de ruídos e pelo fato do ambiente da faculdade apresentar um grande nível de ruído, ele era acionado constantemente atrapalhando o desempenho do projeto. Infelizmente não foi acrescido ao projeto o sistemas de envio de áudio juntamente com a stream de vídeo, já que durante todo o desenvolvimento não foi possível uma solução para tal e de forma inesperada a placa de som USB que estava sendo utilizada para desenvolver parou de funcionar, prejudicando os resultados. É possível visualizar as distâncias sendo imprimidas pela raspberry no terminal como visto na figura 7 e na figura 8, podemos ver os testes sendo realizados montados na protoboard, na figura 9 temos a visão geral do projeto concluído em uma case plástica e por último na figura 10 temos em detalhe a visão da parte inferior, onde é possível visualizar os furos onde temos os sensores de ultrassom, tof e o microfone do sensor de ruído.

```

SYSTEM("vcgencmd get_camera")
pi@raspberrypi:~/Desktop/proj_fim

Arquivo Editar Abas Ajuda
Dist2: 6.241 cm
Dist1: 0.638 cm
Dist0 = 206.400000 cm
Dist2: 5.617 cm
Dist1: 7.259 cm
Dist0 = 204.600000 cm
Dist2: 0.586 cm
Dist1: 0.500 cm
Dist0 = 205.000000 cm
Dist1: 100.672 cm
Dist2: 108.138 cm
Dist0 = 205.500000 cm
Dist2: 197.190 cm
Dist1: 281.099 cm
Dist0 = 206.400000 cm
Dist2: 198.086 cm
Dist1: 279.224 cm
Dist0 = 206.400000 cm
Dist1: 278.414 cm
Dist0 = 206.700000 cm
Dist2: 199.397 cm
Dist1: 279.241 cm

```

Figura 7. Resultado do Código em C

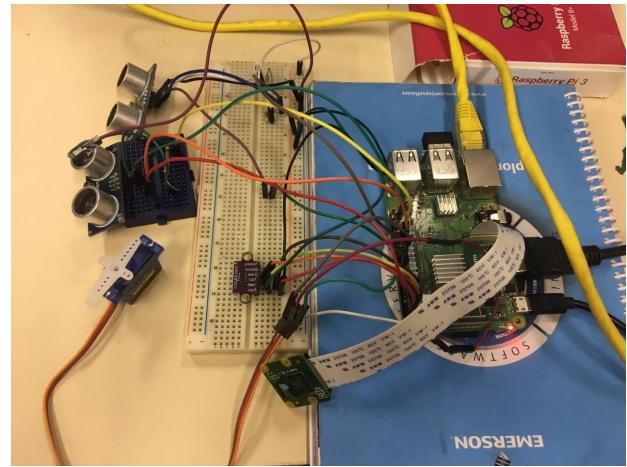


Figura 8. Montagem na Protoboard



Figura 9. Visão da Babá eletrônica



Figura 10. Visão em detalhe dos sensores

VIII. CONCLUSÃO

O projeto se mostrou satisfatório, onde o produto final atendeu em grande parte os requisitos levantados inicialmente, dado que uma melhoria a ser implementada seria a inclusão do áudio e um maior refinamento do código, acertando as distâncias de detecção dos sensores, assim como adicionar mais funcionalidades por meio do aplicativo Telegram.

REFERÊNCIAS

- [1] Lu, Weiping, Min Li, Wenfei Hao and Yu Lin. "A Face Expression Recognition Method for Baby Video Surveillance"; ICMT; 2003.
- [2] Nikisins, Olegs, Fuksis, Rihards, Kadikis, Arturs and Greitans, Modris; (2015); Face recognition system on Raspberry Pi.
- [3] <https://www.terabee.com/time-of-flight-principle/> acessado em 29 de outubro de 2019.
- [4] <https://www.linux-projects.org/uv4l/> acessado em 20 de outubro de 2019.