Plano de Projeto

29 de março de 2022

1 Título e codinome do projeto

AR Drums: Augmented Reality Drumming Experience.

2 Link para o blog do projeto

https://ardrums.notion.site/AR-Drums-adec9b3d28b04e8ca93860f8f0e7ddc6

3 Equipe

- Cesar A. P. Vial - RA: 2024179
- Eduardo P. Ribas - RA: 2026899
- Gustavo V. Gulmine - RA: 2026953

4 Declaração do escopo de alto nível

Cada vez mais, a busca por instrumentos musicais por parte dos brasileiros têm retraído. Sejam por problemas financeiros, espaciais ou de incentivo, os impactos causados pelas dificuldades de aquisição de um instrumento refletem diretamente na educação e na cultura nacional. Dito isso, o AR Drums busca encontrar uma alternativa financeiramente viável a um escopo bem definido de todos esses problemas.

O projeto a ser desenvolvido se trata de um dispositivo compacto que simula uma bateria através de tecnologias utilizando processamento de imagem das baquetas (capturando a posição dos leds que existem na ponta delas) e sensores, que em conjunto, terão seus dados tratados e resultarão na emissão de um som a cada vez que o usuário tocar uma nota. O usuário, por sua vez, poderá configurar e ajustar a bateria simulada da maneira que melhor for conveniente, através de um aplicativo que irá se comunicar com o resto do sistema. Dessa forma, o projeto como um todo será completamente customizável e de fácil configuração por parte do usuário.

Os componentes utilizados para o desenvolvimento do projeto, assim como a relação entre eles, estão demonstrados na figura 1.

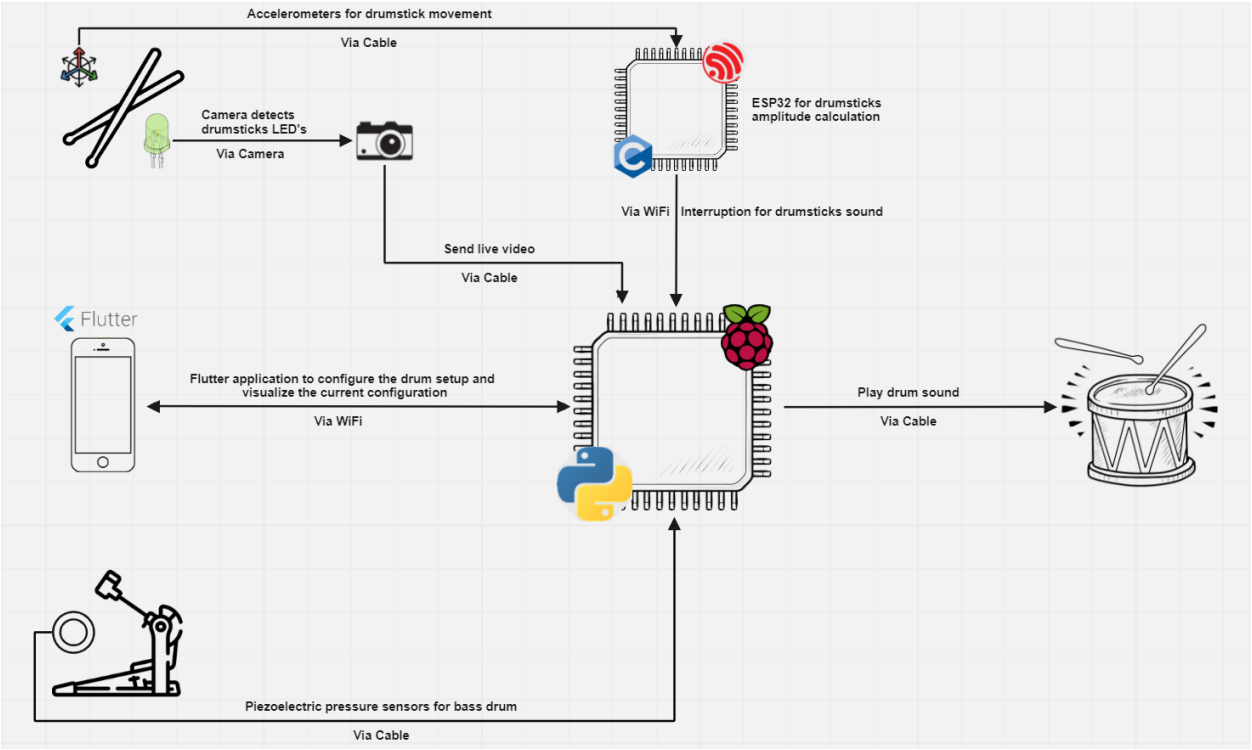

Figure 1: Diagrama de blocos mostrando as relações dos componentes do projeto

A seguir, estão listados os requisitos funcionais e não funcionais do projeto:

4.1 Requisitos do Sistema Microcontrolado

Requisitos Funcionais:

- **RF01:** o usuário deve ser capaz de saber se a bateria do sistema de detecção e comunicação está acabando;
- **RF02:** o usuário deve ser capaz de trocar a bateria que alimenta o sistema de detecção e comunicação;
- **RF03:** o usuário deve ser capaz de ligar e desligar o sistema;
- **RF04:** o sistema deve permitir modificar a cor dos LEDs para uma melhor detecção na imagem;
  - **RF04.1:** o usuário deve ser capaz de selecionar manualmente a cor dos LEDs;
  - **RF04.2:** o sistema deve conseguir identificar as melhores cores de acordo com o ambiente;
- **RF05:** o sistema deve tocar os sons dos tambores e pratos configurados conforme o movimento das baquetas;
- **RF06:** o sistema deve tocar os sons do bumbo conforme o pressionamento do pedal;
- **RF07:** o sistema deve ser capaz de tocar múltiplos sons simultaneamente;

Requisitos não Funcionais:

- **RN01:** os módulos das baquetas devem possuir um LED;
  - **RF01.1:** a câmera deverá captar a luz dos LEDs para permitir detectar a posição atual da baqueta;
  - **RF01.2:** os LEDs serão RGB, para permitir alterar sua coloração;
- **RN02:** os módulos das baquetas devem ter acelerômetros para medição de velocidade de suas batidas;
- **RN03:** a força no pressionamento dos pedais será medido por transdutores de força piezoeletricos;
- **RN04:** o sistema de detecção e comunicação será controlado por uma ESP32;

  - **RN04.1:** o cálculo do movimento das baquetas utilizando os acelerômetros será realizado por uma ESP32;
  - **RN04.2:** a alimentação desse sistema será feita através de uma bateria convencional de 9V;
- **RN05:** o cálculo da força de pressionamento no pedal será realizado pela Raspberry Pi;
- **RN06:** os microcontroladores ESP32 serão programados em C/C++;
- **RN07:** os movimentos das baquetas serão recebidos pelo Raspberry Pi por meio de sinais enviados pela ESP32;
- **RN08:** o microcontrolador Raspberry Pi será programado utilizando *Python*;
- **RN09:** os microcontroladores deverão se comunicar via wifi através de uma WLAN;
- **RN10:** devem haver suportes vestíveis para abrigar os fios e o módulo da ESP32 de forma a não atrapalhar o usuário no uso do equipamento.
- **RN11:** a amplitude do som dos tambores e pratos deve variar conforme a aceleração da baqueta;
- **RN12:** a amplitude do som do bumbo deve variar conforme a força do pressionamento dos pedais;

4.2 Requisitos do Aplicativo

Requisitos Funcionais:

- **RF08:** o usuário poderá selecionar um modelo de bateria para utilizar;
- **RF09:** o usuário poderá realizar a configuração de um modelo de bateria;
  - **RF09.1:** o usuário poderá selecionar cada peça da bateria, dentre as opções disponíveis;
  - **RF09.2:** o usuário poderá colocar as peças da bateria na posição desejada;
- **RF10:** o usuário poderá visualizar a configuração atual;
- **RF11:** o usuário poderá calibrar a bateria, quando desejado, através do aplicativo.

Requisitos não Funcionais:

- **RN13:** O modelo de bateria configurado terá seu número de componentes limitado.
  - **RN13.1:** O valor limite será definido com base na capacidade de detecção do sistema implementado.
- **RN14:** o aplicativo será implementado utilizando o *framework Flutter*;
- **RN15:** o aplicativo deverá enviar a configuração da bateria para o Raspberry Pi;
- **RN16:** o aplicativo deverá requisitar a calibração ao usuário caso a configuração tenha sido alterada.

5 Integração

Table 1: Relação entre as disciplinas e os conhecimentos utilizados de cada uma.

Disciplina	Conhecimento utilizado
Engenharia de Software	Planejamento dos softwares implementados; planejamento da relação entre softwares.
Análise e Projeto de Sistemas	Confecção de diagramas relacionados ao desenvolvimento de software; planejamento da interação entre o software/usuário.
Projeto e Análise de Algoritmos	Desenvolvimento e utilização de algoritmos para o desenvolvimento de software.
Técnicas de Programação	Programação Orientada a Objetos para o desenvolvimento do aplicativo.
Estrutura de Dados	Estruturação da manutenção de dados para o desenvolvimento de software.
Comunicação de Dados	Desenvolvimento da comunicação entre os componentes, placas e aplicativos.
Sistemas Microcontrolados/Embarcados	Desenvolvimento de software embarcado no *Raspberry Pi* e nos *Esp32*.
Eletrônica Geral/Circuitos Digitais	Desenvolvimento de circuitos eletrônicos.
Desenho Técnico Aplicado	Planejamento e desenvolvimento de PCBs dos circuitos desenvolvidos.

6 Análise de riscos

A tabela a seguir representa a análise de riscos do projeto. É importante ressaltar que o ponto mais crucial para o desenvolvimento do projeto é o tempo de resposta do som em relação aos movimentos do toque da bateria, logo, grande parte do risco do projeto está relacionado a otimização da comunicação entre os componentes, e do processamento dos dados realizados pelo *Raspberry Pi*.

Risco	Probabilidade	Impacto	Gravidade	Estratégia
Desistência ou adoecimento de um membro do grupo	1	5	5	Redistribuir as tarefas entre os membros restantes
Queima da Raspberry Pi	1	5	5	Comprar ou pegar emprestado uma Raspberry substituta
Queima dos ESP32	1	4	4	Comprar ou pegar emprestado uma ESP32 substituto
Curta duração das baterias de 9V	1	3	3	Trocar a maneira de alimentação do circuito da Esp32
Tempo de resposta lento	3	3	9	Diminuir a quantidade de processamento diminuindo a resolução e/ou a taxa de quadros da câmera, limitando a quantidade de peças máximas, dividindo o processamento de áudio com outro microcontrolador
Limitação no ângulo da câmera	2	2	4	Comprar ou pegar emprestado uma nova câmera com um ângulo de visão maior
Problema na detecção das cores no vídeo	3	2	6	Reconfiguração das cores do LEDs, mudança na configuração das máscaras aplicadas nas imagens, limitação no local em que a bateria pode ser tocada
Problema na calibração da configuração da bateria	2	2	4	Aumentar o tempo necessário para a calibração, reduzir a possibilidade de personalização da bateria

7 Cronograma detalhado

Link para o cronograma:
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1R1LSfyCeCDIj9RG7TjTUaljVPTik5bHTlMuWm8hhScE/edit?usp=sharing

8 Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento do projeto, serão utilizados dois microcontroladores, sendo o principal deles uma Raspberry Pi 2. A escolha por esse microcontrolador foi feita dada a grande de necessidade de processamento inerente ao projeto proposto. A programação deste será feita utilizando a linguagem Python, dada sua praticidade no contexto do projeto, já que existem bibliotecas como o OpenCV e PyAudio que permitem, de uma forma muito otimizada, realizar o tratamento de imagens e audio necessário. Aliados ao uso da Raspberry Pi, será utilizado um microcontrolador ESP32, responsável por interfacear os sensores e atuadores e comunicar as informações importantes para a Raspberry Pi, o que será feito através de uma WLAN e, em último caso, uma rede local cabeada. A programação do ESP32 será feita através da IDE Arduino, utilizando as linguagens C/C++.

Os componentes de *hardware* do projeto incluem ainda uma câmera em módulo próprio para a Raspberry Pi, acelerômetros, LEDs RGB e discos piezoelétricos, todos utilizados em conjunto para detectar o momento e a posição de uma nota sendo tocada, seja em tambores ou pedais. Para a saída de áudio, será utilizada a saída

P2 do Raspberry Pi, para que o usuário possa conectar fones de ouvido e caixas de som. Ainda no aspecto de *hardware*, possivelmente haverá a necessidade de se confeccionarem placas para integrar, em um único módulo, um acelerômetro e um LED RGB, uma vez que ambos os componentes devem ocupar um espaço reduzido e com uma estrutura sólida, dado que irão ficar na ponta das baquetas. Também será necessário o confeccionamento de uma placa para a alimentação do ESP32, junto com indicador de nível de bateria. O projeto das placas será feito através de um programa de CAD, com a geração de esquemáticos.

Por fim, no aspecto de *software*, além das já citadas linguagens Python e C++, será utilizado também o kit de desenvolvimento Flutter para a programação do aplicativo que acompanhará e permitirá controlar o uso do sistema proposto. Todo o desenvolvimento de *software* será acompanhado do desenvolvimento de diagramas UML, fluxogramas e diagramas de bloco ilustrando e auxiliando na documentação do funcionamento do sistema.

Table 2: Lista de Materiais.

Materiais	Quantidade	Custo Unidade (R$)	Custo Total (R$)
Raspberry Pi 2	1	250,00	250,00
Módulo Câmera	1	49,90	49,90
ESP32	1	55,00	55,00
LED RGB	2	1,09	2,18
Acelerômetro e Giroscópio MPU6050	2	16,50	33,00
Disco piezoelétrico	2	2,79	5,58
Total	-	-	395,66