

Departamento de Sistemas e Computação – FURB  
Curso de Ciência da Computação  
Trabalho de Conclusão de Curso – 2021/2

[https://furb-my.sharepoint.com/:v:/r/personal/bhborba\\_furb\\_br/Documents/Grava%C3%A7%C3%B5es/Meeting%20with%20Bruno%20Henrique%20de%20Borba-20211208\\_233852-Meeting%20Recording.mp4?csf=1&web=1](https://furb-my.sharepoint.com/:v:/r/personal/bhborba_furb_br/Documents/Grava%C3%A7%C3%B5es/Meeting%20with%20Bruno%20Henrique%20de%20Borba-20211208_233852-Meeting%20Recording.mp4?csf=1&web=1)

# APLICABILIDADE DO SENSOR LIDAR NA DETECÇÃO DE AMBIENTES E OBJETOS PARA ORIENTAÇÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIAS VISUAIS

Aluno: Bruno Henrique de Borba

Orientador: Dalton Solano dos Santos



# Roteiro

- Introdução
- Objetivo
- Fundamentação teórica
- Trabalhos correlatos
- Especificação
- Resultados
- Conclusões
- Sugestões

# Introdução(1/2)

- Pessoas com deficiência visual tem dificuldades para executar tarefas do dia a dia em ambientes fechados, sendo alguns exemplos:
  - Locomoção
  - Reconhecimento de objetos
- Existem aplicativos que se propõem a auxiliar na execução de tais tarefas, utilizando por exemplo a câmera do próprio smartphone. Desta forma, encontram-se algumas limitações:
  - Precisão
  - Iluminação do ambiente
  - Necessidade de processamento das informações de forma externa

# Introdução(2/2)

- Com a evolução constante dos dispositivos móveis, novos hardwares são adicionados aos dispositivos
- O LiDAR foi adicionado nos iPads e iPhones mais recentes da Apple
- O sensor é capaz de capturar uma nuvem de pontos com coordenadas x, y e z de ambientes e objetos
- Um de seus benefícios é a não influência da baixa iluminação do ambiente durante a detecção



# Trabalho proposto

## **Objetivo geral:**

Utilizar a tecnologia do sensor LiDAR para auxiliar pessoas com algum tipo de deficiência visual a se locomoverem em ambientes fechados, detectando objetos e indicando suas direções, bem como alertando e desviando o usuário de possíveis obstáculos.

# Fundamentação teórica (1/4)

## Sensor LiDAR

- Sigla para Light Detection And Ranging (detecção de luz e alcance)

Emite ondas de luz  
pulsadas no  
ambiente ao redor



A luz emitida bate nos  
objetos ao redor e  
retorna ao sensor



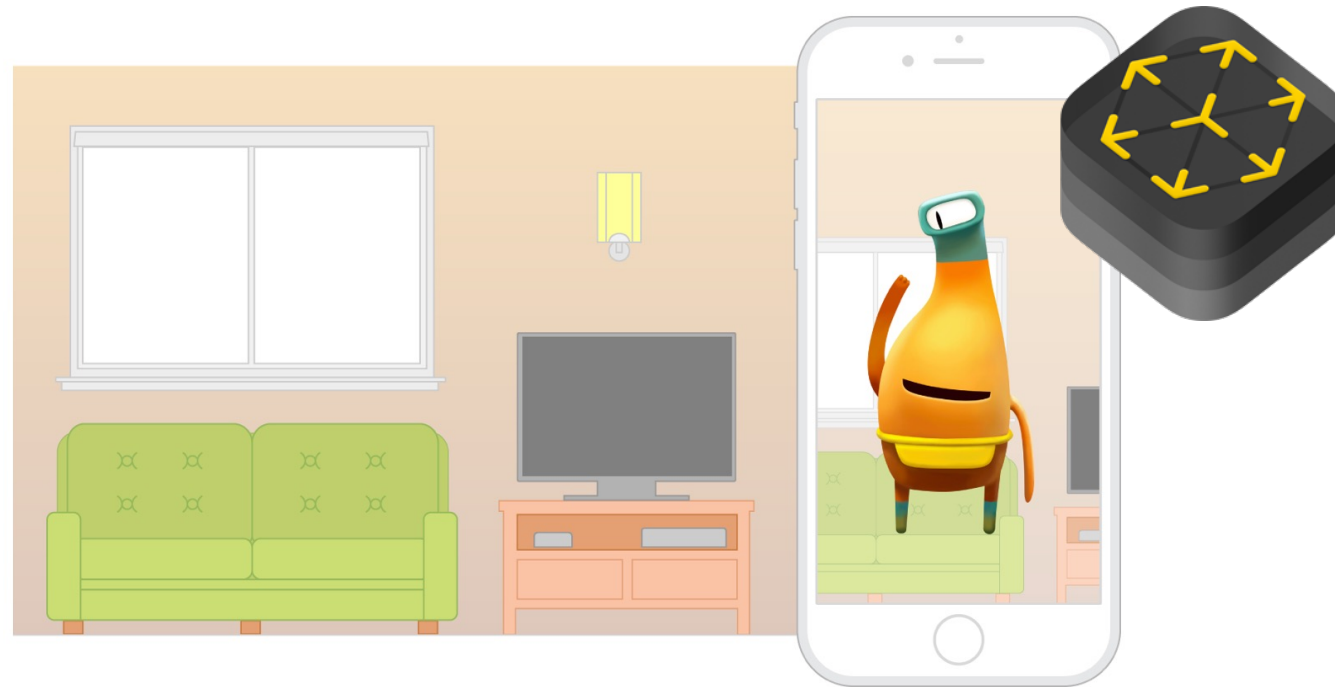
Com o tempo que cada pulso de luz  
levou para retornar ao dispositivo, é  
calculada a distância percorrida



# Fundamentação teórica (2/4)

## Framework ARKit

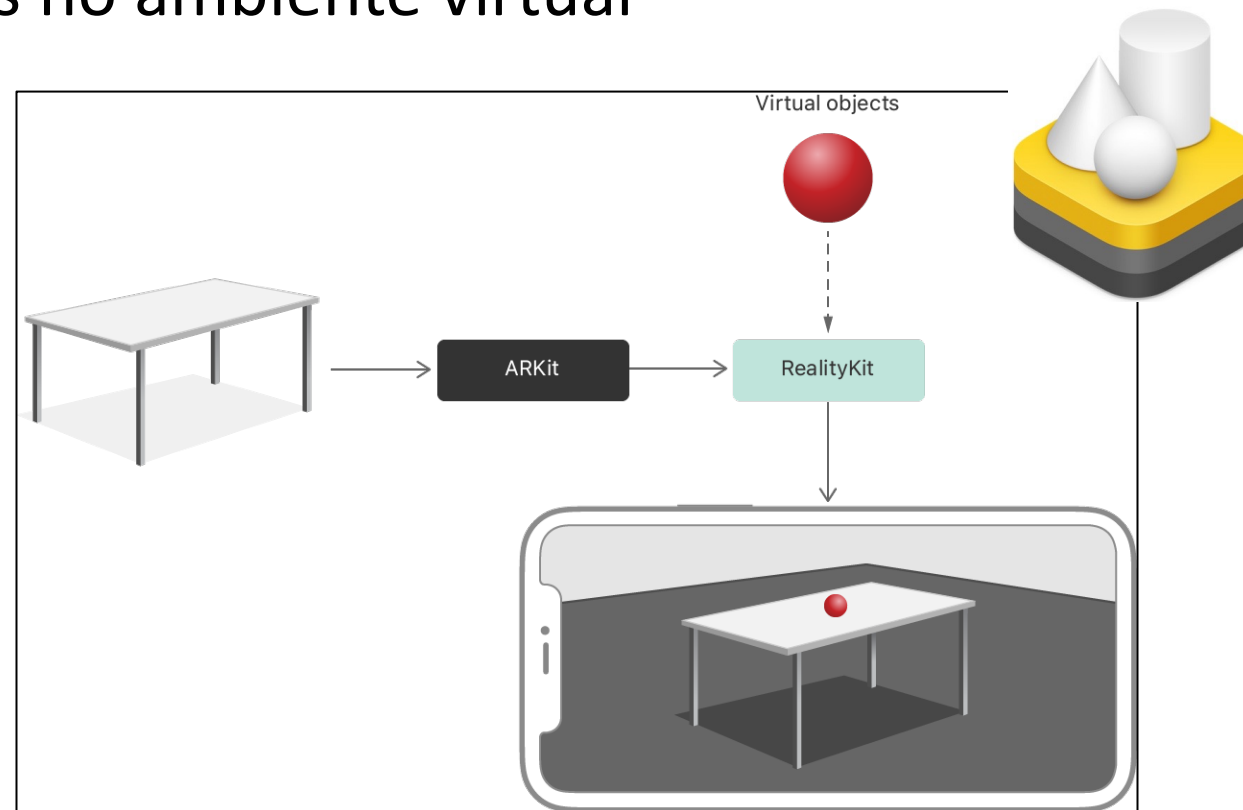
- Permite trabalhar diretamente com os dados capturados pelo LiDAR



# Fundamentação teórica (3/4)

## Framework RealityKit

- Renderiza objetos no ambiente virtual





# Fundamentação teórica (4/4)

## CoreML e Framework Vision

- CoreML processa modelos de aprendizado de máquina no próprio dispositivo
- Vision framework funciona como uma abstração do CoreML, focado na detecção de objetos

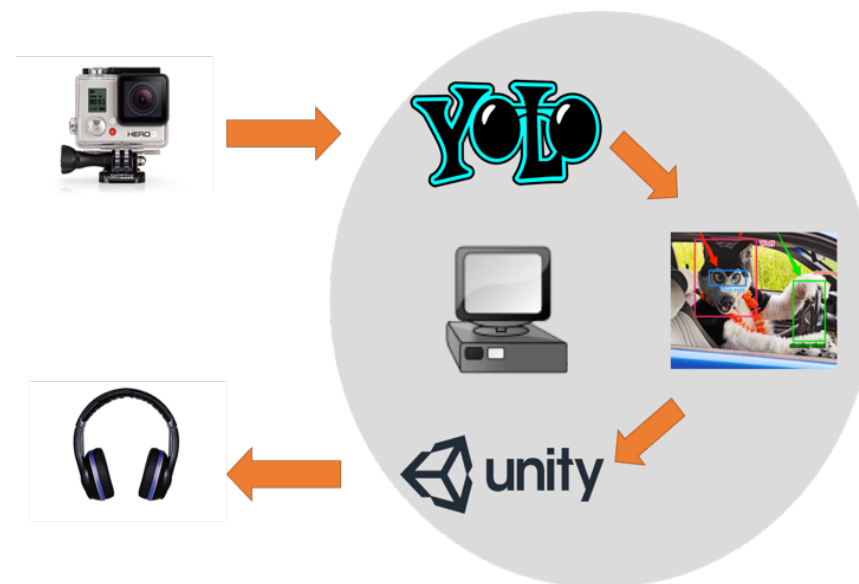


# Trabalhos correlatos (1/3)

## **Título:** LET BLIND PEOPLE SEE: REAL-TIME VISUAL RECOGNITION WITH RESULTS CONVERTED TO 3D AUDIO

Jiang, Lin e Qu (2016)

Trabalho	Jiang, Lin e Qu (2016)
Características	
Depende de um computador para o processamento	Sim
Utiliza apenas um equipamento para a detecção	Não
Dispositivo para captura de imagens	GoPro
Funciona em ambientes de baixa iluminação	Não
Faz o reconhecimento de objetos	Sim

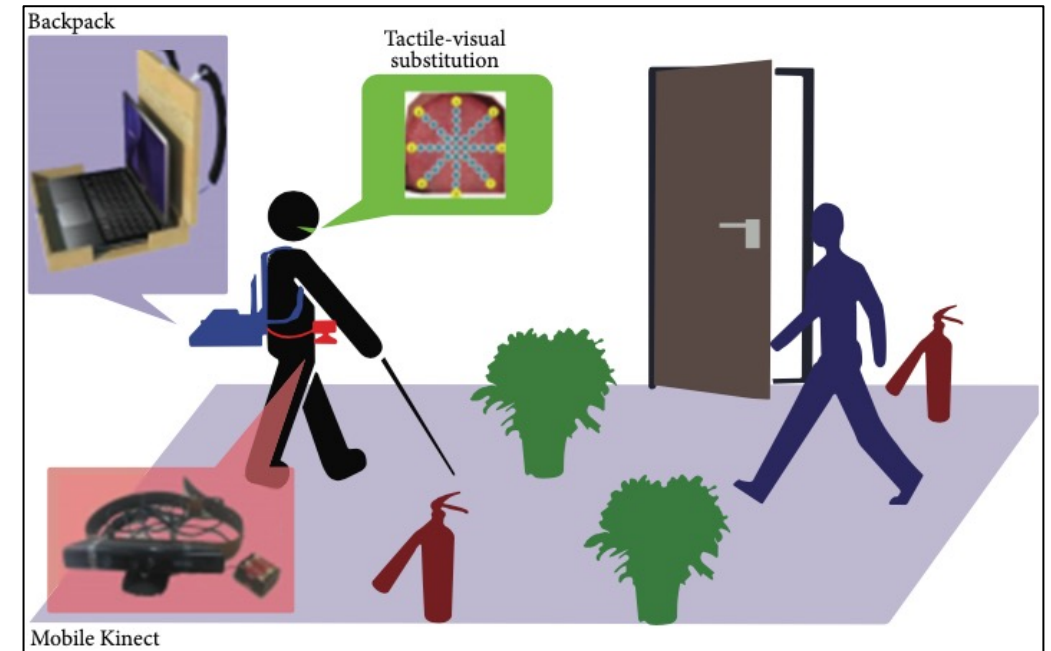


# Trabalhos correlatos (2/3)

## **Título:** REAL-TIME OBSTACLE DETECTION SYSTEM IN INDOOR ENVIRONMENT FOR THE VISUALLY IMPAIRED USING MICROSOFT KINECT SENSOR

Pham, Le e Vuillerme (2015)

Trabalho	Pham, Le e Vuillerme (2015)
Características	
Depende de um computador para o processamento	Sim
Utiliza apenas um equipamento para a detecção	Não
Dispositivo para captura de imagens	Microsoft Kinect
Funciona em ambientes de baixa iluminação	Sim
Faz o reconhecimento de objetos	Não

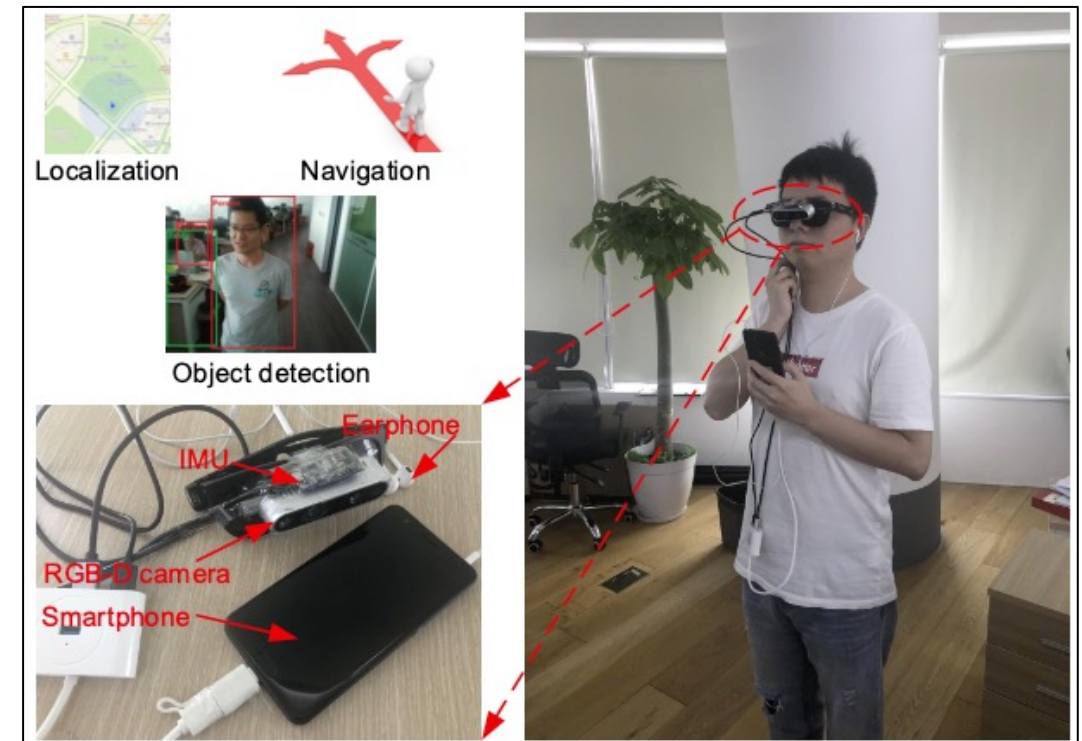


# Trabalhos correlatos (3/3)

## Título: WEARABLE TRAVEL AID FOR ENVIRONMENT PERCEPTION AND NAVIGATION OF VISUALLY IMPAIRED PEOPLE

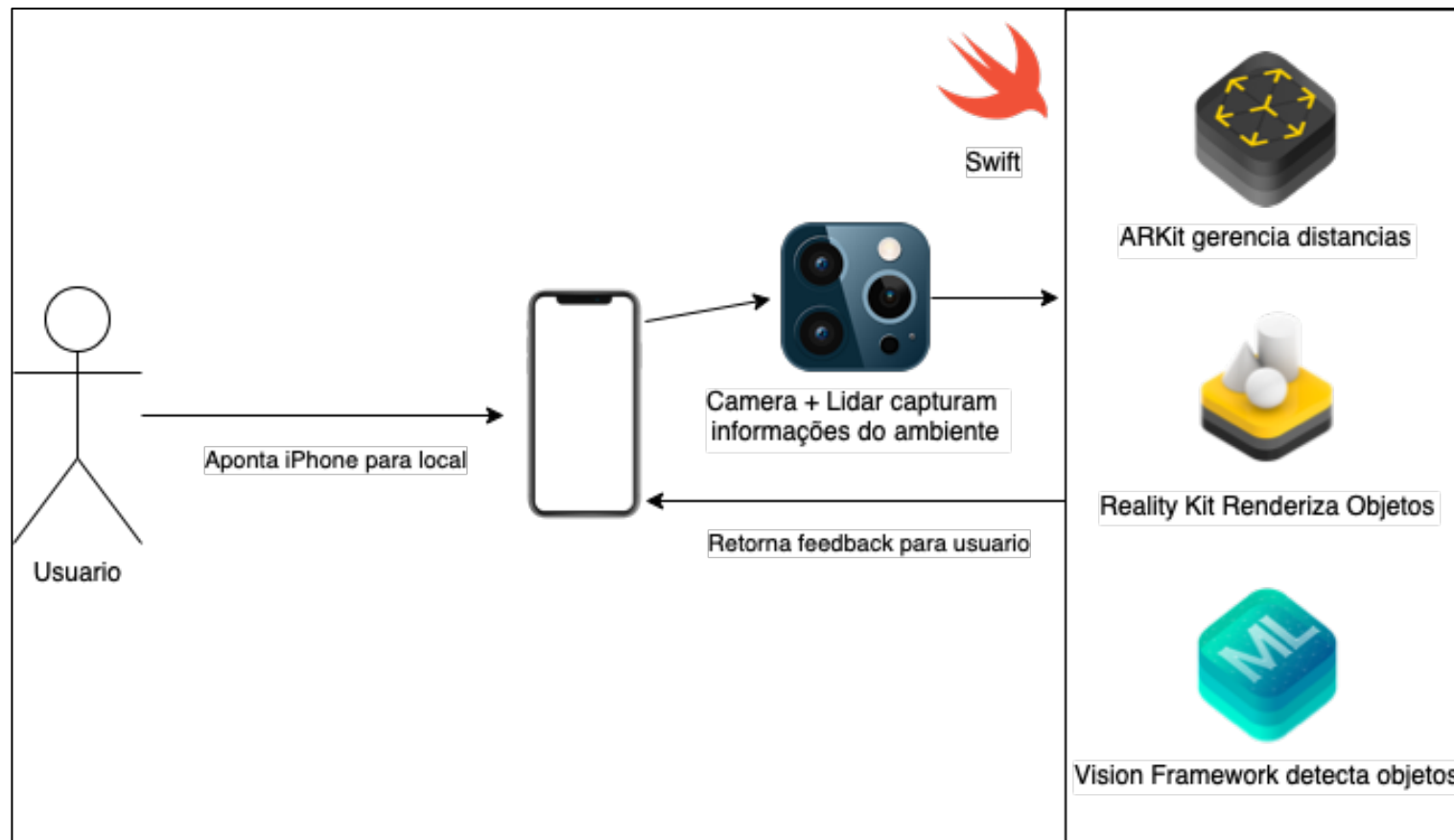
BAI, J. *et al.* (2019)

Trabalho	BAI, J. <i>et al.</i> (2019)
Características	
Depende de um computador para o processamento	Não
Utiliza apenas um equipamento para a detecção	Não
Dispositivo para captura de imagens	Câmera RGB-D
Funciona em ambientes de baixa iluminação	Sim
Faz o reconhecimento de objetos	Sim



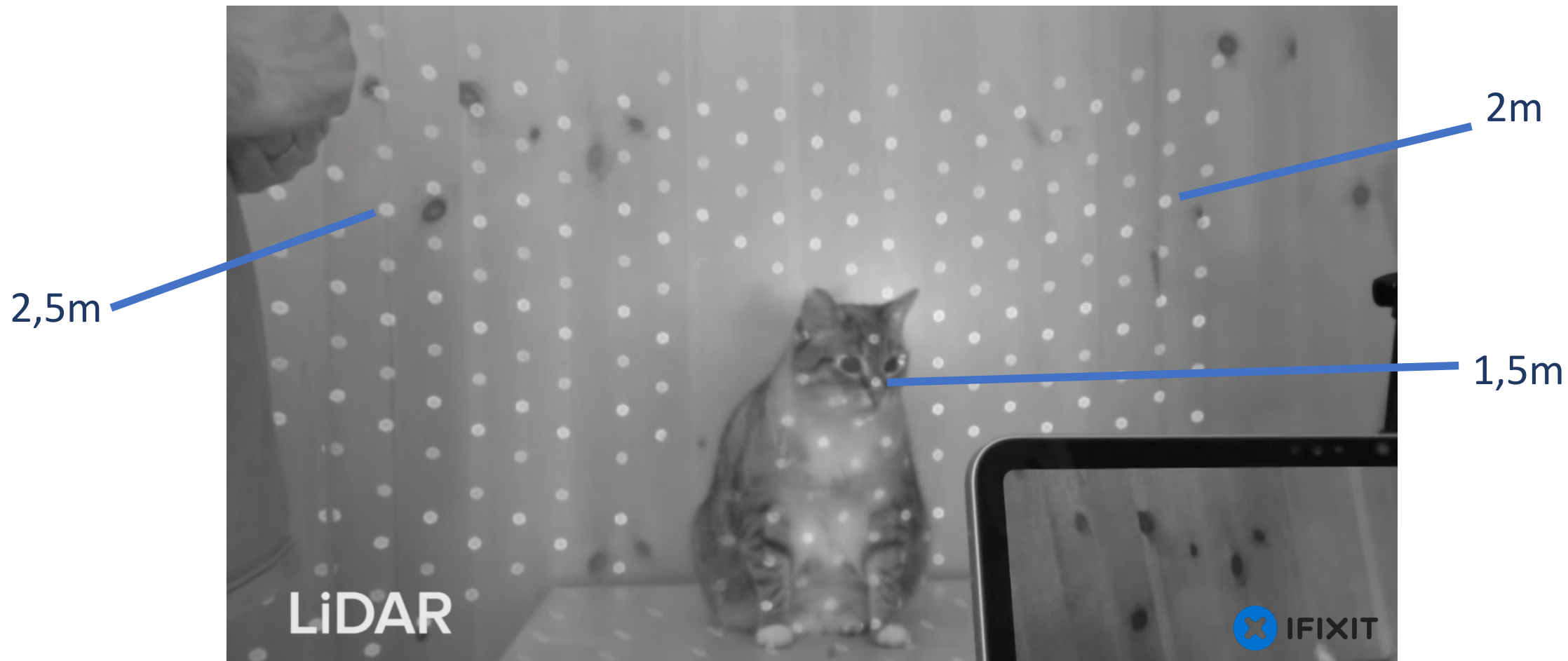
# Especificação (1/7)

## Fluxo da aplicação:



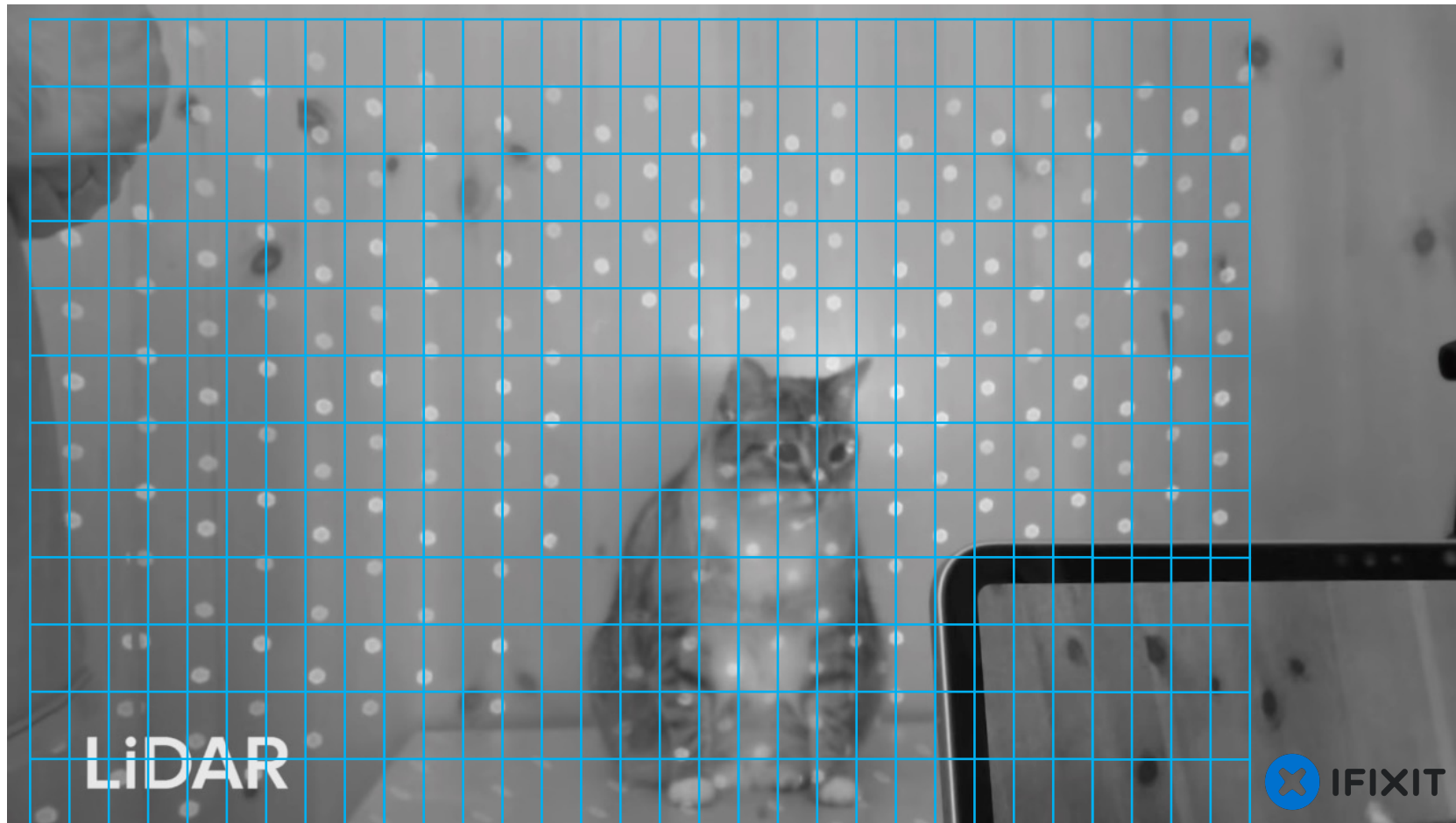
# Especificação(2/7)

**Evitando colisões:**



# Especificação(3/7)

**Evitando colisões:**



# Especificação(4/7)

## **Evitando colisões:**

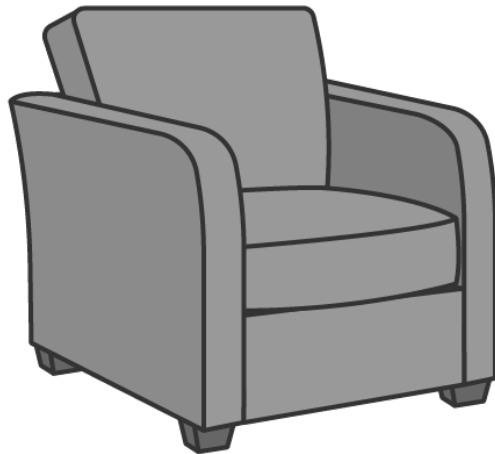
- Usuário será alertado quando um dos pontos for menor ou igual a 50cm;
- Para orientar a direção livre (esquerda ou direita), a matriz é dividida ao meio e a média das duas partes é calculada;
- A parte da matriz que estiver com os menores valores representa a direção de colisão.
- A direção é retornada ao usuário através da vibração do dispositivo, sendo:
  - Vibração simples para colisão a direita;
  - Vibração usando o Taptic Engine para colisão a esquerda.



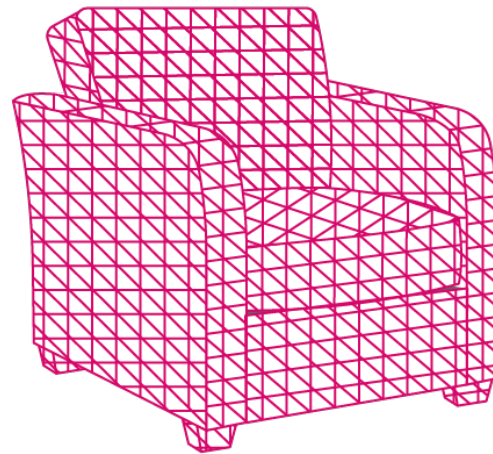
# Especificação(5/7)

## Reconhecendo o ambiente:

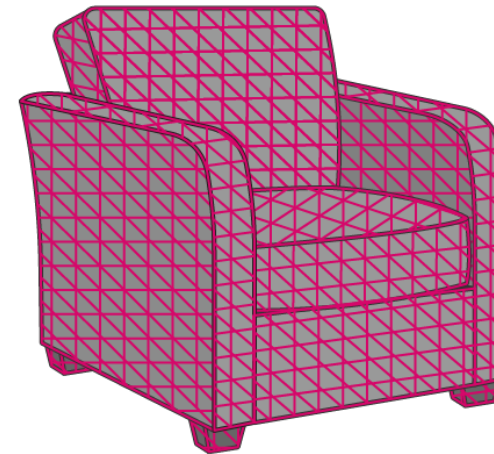
- ARKit gera malha nos objetos de acordo com informações captadas pelo LiDAR;
- RealityKit permite a visualização da malha;
- Cada face da malha possui informações de coordenadas e distância.



Cadeira de escritório do mundo real



Malha da cadeira  
fornecida pelo ARKit



Visualização de  
depuração no RealityKit

# Especificação(6/7)

## Detectando objetos:

- Utilizado modelo YOLO fornecido pela Apple;
- Reconhece 80 objetos;
- Processamento das imagens acontece a cada frame em loop;
- Usuário não pode mover o dispositivo mais rápido do que 0.0085 frames por coordenada;
- Confiança no resultado da detecção precisa ter no mínimo 80%;
- Uma âncora é adicionada no mundo virtual com base nas coordenadas geradas pela bounding box, contendo uma esfera e o nome do objeto detectado;
- Âncora perde a “validade” em um tempo determinado.



# Especificação(7/7)

## **Obtendo direções do objeto:**

- Através da bounding box gerada é realizada a validação da posição das coordenadas;
- As âncoras adicionadas no mundo virtual emitem um som com o nome do respectivo objeto em loop;
- O som é espacializado no mundo virtual;



# Resultados(1/3)

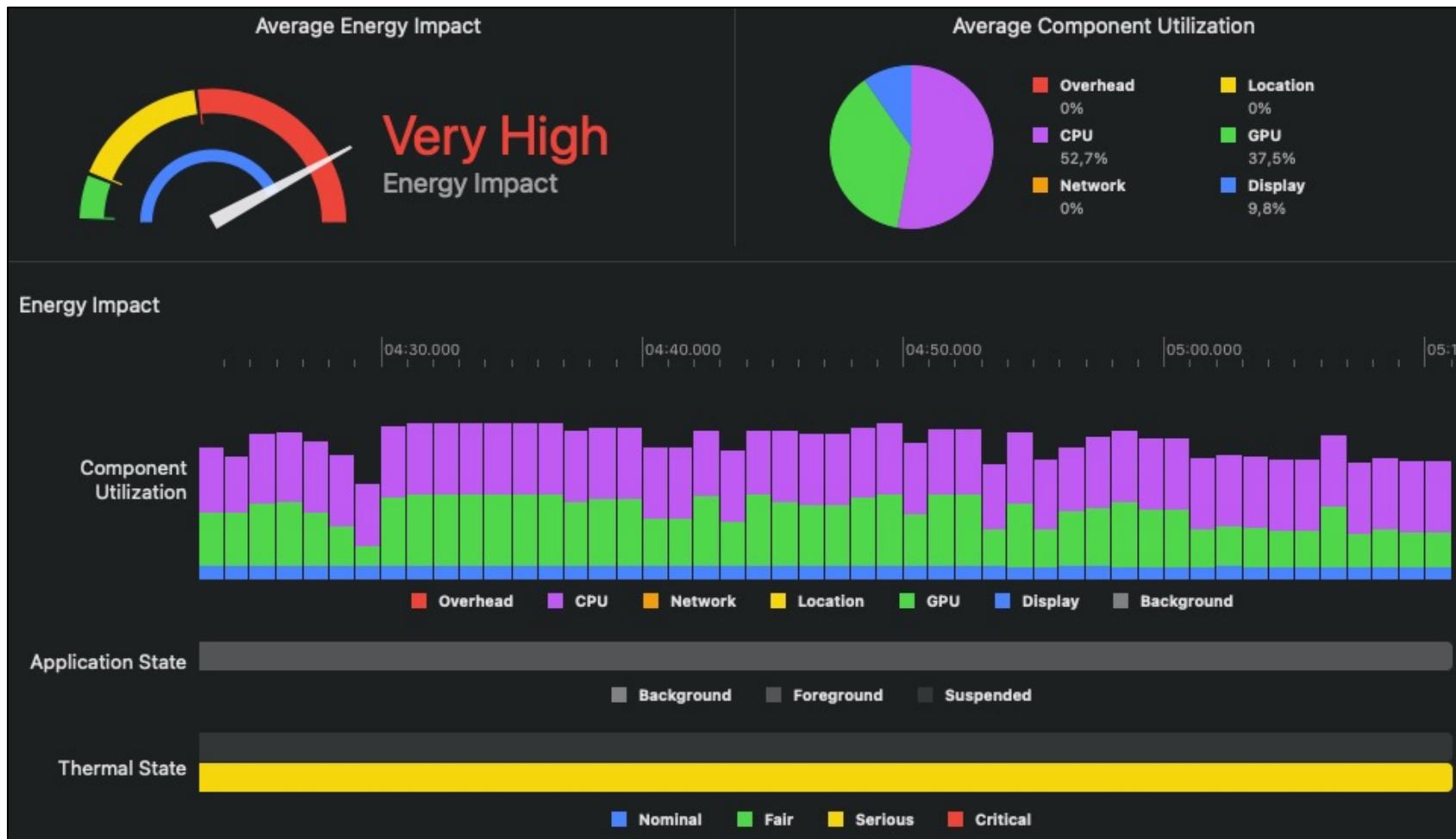
- Teste de variação da precisão de distância de acordo com iluminação do ambiente;
- Objeto a 1,20m de distância do dispositivo;
- Com o ambiente bem iluminado valores chegam a 1,22m;
- Com o ambiente sem iluminação valores chegam a 1,62m;
- Variação de 40cm;
- Pode não afetar para evitar colisões próximas.

## Resultados(2/3)

- Posição dos objetos detectados pode ter uma leve imprecisão;
- Como são detectados através de imagens capturadas da câmera, não funciona em ambientes de baixa luz;
- Detecção de múltiplos objetos pode deixar o usuário confuso.

# Resultados(3/3)

- Teste de desempenho demonstra impacto de uso em bateria e elevação da temperatura do dispositivo.



# Conclusão

- Aplicação atinge seus principais objetivos ao evitar colisões e detectar objetos;
- Implementação possui facilitadores desenvolvidos pela Apple para trabalhar com os dados gerados pelo LiDAR;
- A popularização do sensor ou sua implantação em dispositivos vestíveis pode abrir ainda mais possibilidades de desenvolvimento.

# Sugestões

## **Para um desenvolvimento futuro:**

- Implementar validação de diferentes planos, como escadas;
- Utilizar também o LiDAR na detecção de objetos;
- Alternativas para evitar que muitos objetos detectados dificultem a orientação do usuário;
- Integrar a aplicação com outro dispositivo vestível, como um smartwatch, tornando mais nítido o retorno de dados e direções para o usuário;
- Invalidar âncoras de objetos detectados em diferentes tempos de acordo com o grupo de cada objeto, como objetos estáticos ou móveis por exemplo;



Muito obrigado!

Departamento de Sistemas e Computação – FURB  
Curso de Ciência da Computação  
Trabalho de Conclusão de Curso – 2021/2

# APLICABILIDADE DO SENSOR LIDAR NA DETECÇÃO DE AMBIENTES E OBJETOS PARA ORIENTAÇÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIAS VISUAIS

Aluno: Bruno Henrique de Borba

Orientador: Dalton Solano dos Santos

