

Wearables programáveis para perceção humana: aquisição multimodal para segurança rodoviária

Orientadores: Pedro Rito (pedrorito@ua.pt), Susana Sargento (susana@ua.pt), André Clérigo (andreclerigo@ua.pt), Gonçalo Silva (goncalosilva@av.it.pt)

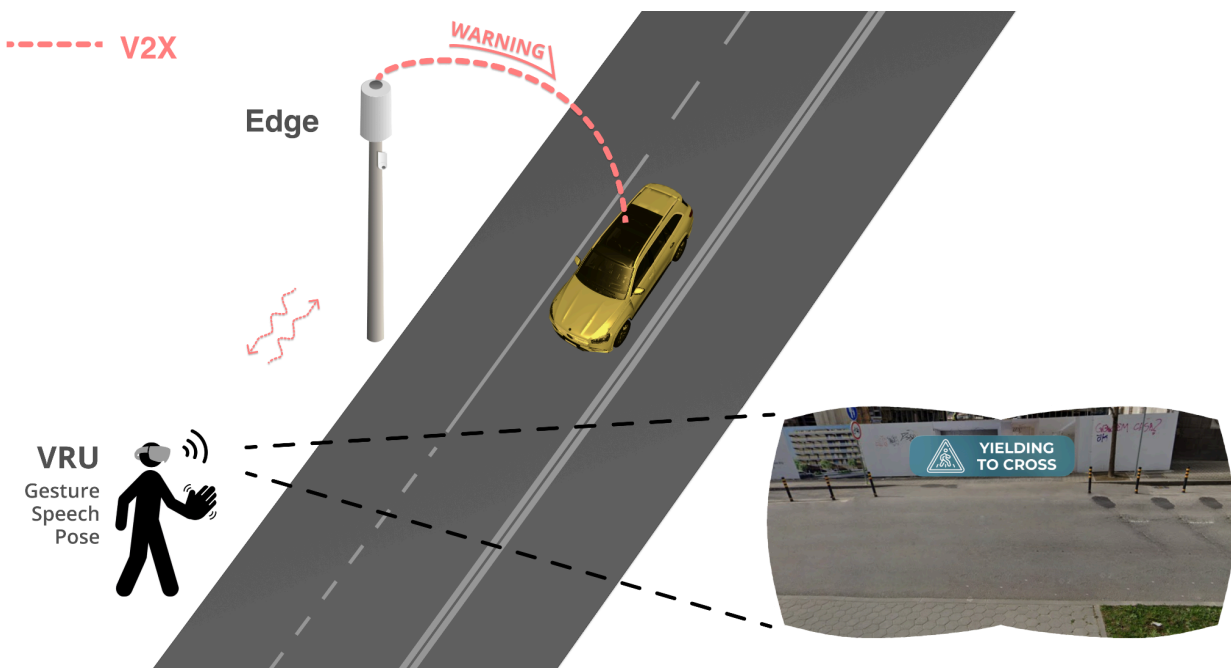
Dimensão da equipa: 4 a 6 alunos

Enquadramento

O avanço das Cidades Inteligentes tem trazido uma atenção crescente para a segurança rodoviária, particularmente para os utilizadores vulneráveis (pedestres, ciclistas, etc.), que enfrentam riscos elevados em ambientes urbanos complexos. Os sistemas tradicionais baseados em infraestrutura mostram-se frequentemente insuficientes devido à cobertura limitada, pontos cegos e custos elevados de implementação.

Este projeto tem como objetivo tirar partido da perceção fornecida pelos sensores de Wearables associados ao utilizador, com foco explícito em extrair dados do próprio utilizador, isto é, aquilo que ele faz, comunica e percebe no momento, de modo a suportar aplicações de segurança e cooperação com veículos autónomos. Em vez de depender de sensores fisiológicos, o projeto centra-se em sinais como gestos, movimento/ausência de movimento, postura/posição, orientação de cabeça/corpo, fala/comandos de voz, e (quando existir) gaze/atenção. Estes sinais podem ser convertidos em “eventos” e “intenções” de alto nível (ex.: “vai atravessar”, “está parado à beira da estrada”, “mudou de direção”, “pediu ajuda”, “não está atento”), criando uma base para interação mais natural e robusta em tráfego com veículos conectados e autónomos.

Os wearables comunicam com um dispositivo *host* (tipicamente um smartphone) via Bluetooth e/ou Wi-Fi, pelo que é necessário desenvolver uma aplicação Android que agregue os dados provenientes de diferentes wearables podendo executar modelos leves on-device, ou enviar para processamento na cloud.



Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo a recolha de dados de sensores de equipamentos wearables e o tratamento dos mesmos, de forma a que o uso frequente seja agnóstico ao dispositivo usado na recolha. De seguida, pretende-se construir uma base que permita extrair dados do utilizador e transformá-los em dados úteis para segurança rodoviária, e experimentar os mecanismos de interação com veículos conectados e autónomos:

- Camada de abstração e modelo de dados comum (unidades, metadados, qualidade) e uma camada de abstração por *plugins/adapters*.
- Detecção de gestos e ações (ex.: levantar mão, apontar, deteção de estados de mobilidade e interpretação de fala).
- Estimativa de postura/orientação (ex.: “olhou para trás” e “virou à esquerda”).
- Modelos leves de ML (quando fizer sentido) para reconhecer ações/estados com dados reais.
- Desenvolvimento de uma aplicação Android para aquisição via BLE/Wi-Fi, agregação de streams, e execução local de modelos leves.
- Integração com redes veiculares (quando aplicável) para comunicação e partilha de informação com a cidade inteligente e os seus intervenientes.
- Teste dos mecanismos de interação com o veículo conectado e autónomo PixKit.

Nota: sincronização multimodal (para alinhar IMU↔áudio↔tracking, etc.), é um requisito técnico para que a extração de eventos do utilizador seja consistente em tempo real.

Plano de Trabalhos

1. Estudo de trabalho prévio na recolha e tratamento dos dados e entendimento do problema;
2. Desenvolvimento de componentes para abstração dos dados recolhidos, em relação ao dispositivo usado, em 2–3 dispositivos iniciais;
3. Sincronização multimodal para alinhar streams e corrigir offset entre clocks para um contexto unificado de dados;
4. Recolha de dados e treino de modelos de Machine Learning para a deteção dos vários cenários;
5. Implementação do Wearable Data Hub em Android (BLE/Wi-Fi) com descoberta/ligação aos dispositivos, aquisição, e inferência dos dados sobre modelos ML leves;
6. Propagação dos resultados destes módulos para o utilizador ou outros intervenientes, por meio de comunicações veiculares (ITS-G5 e 5G);
7. Realização de testes em cenário real com veículo PIXKIT;
8. Escrita da documentação;

Notas complementares

Plataforma da cidade de Aveiro:

A infraestrutura da cidade é baseada num laboratório tecnológico vivo, o Aveiro Tech City Living Lab. Este laboratório consiste em estações com várias tecnologias de comunicação em 44 locais na cidade de Aveiro (4G/5G, comunicação veículo a veículo e infraestrutura – ITS-G5, C-V2X, comunicação de longo alcance LoRa e LoRaWAN, e Wi-Fi), e interligadas por fibra. Estas estações são instaladas nos SmartLampPosts e edifícios na cidade, contêm também sensores ambientais, radares, LiDARs, câmaras de vídeo e unidades de computação edge. Esta infraestrutura encontra-se ligada ao data center no Instituto de Telecomunicações, com unidades de computação e agregação de dados. Mais informações sobre esta infraestrutura encontram-se disponíveis em <https://www.it.pt/News/NewsPost/4650>, e o website encontra-se em <https://new.aveiro-living-lab.it.pt/realtime>.

Infraestrutura XR:

O grupo dispõe de uma ampla variedade de dispositivos XR, incluindo dois Meta Quest 3, um Microsoft HoloLens 2, um Brilliant Labs Frame, dois Omi Glasses, dispositivos wearable para pulsos e tornozelos. Complementarmente, conta ainda com um conjunto de equipamentos para computação na edge, como NVIDIA Jetson Orin Nano e Raspberry Pi, bem como infraestrutura orientada para computação em cloud e treino de modelos de Machine Learning, recorrendo a placas gráficas dedicadas, como as RTX 4000 e RTX 4080. Alguns vídeos do grupo nesta área podem ser vistos na seguinte playlist: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLQyL2FAp3-uQQZykdRQ-z4PwwF0lqRdBM>

Um vídeo de apresentação do grupo de investigação Network Architectures and Protocols (NAP) está disponível aqui <https://www.youtube.com/watch?v=dhfJ1wN92nY>.

Outros vídeos estão disponíveis no canal Youtube <https://www.youtube.com/@nap-it>.