

Invisible Drums

Joaquín Ferraro, Francisco Costanza, Joaquín Huarita

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires

Cátedra Proyecto Final: Mg.Ing. Sebastian Verrastro, Mg.Ing. Pablo Sánchez, Mg.Ing. Mariano Vidal

Objetivo

Desarrollar un sistema de seguimiento de posición de objetos que permita ubicar en un espacio tridimensional las baquetas de una batería para reproducir el sonido que haría al golpear en uno de los cuerpos, imitando el funcionamiento real de la misma.

Marco Teórico

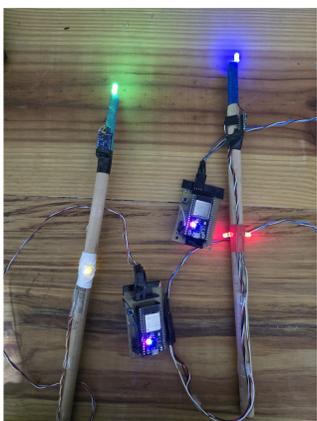
Debido a la precisión necesaria para disminuir la tasa de error de golpe, es decir cuando se espera el sonido de un cuerpo y este no es detectado correctamente, es inevitable combinar posiciones calculadas de diferentes orígenes de manera de disminuir el error. Asimismo, es importante contar con una tasa de respuesta alta, es decir que reconoce movimientos rápidos, por lo que las entradas del sistema deben actualizarse con una velocidad suficiente ($<40\text{ms}$) como para cumplir con dicho requisito.

La primera posición calculada es aquella proveniente de sensores ubicados en cada uno de los palillos. Las unidades de medición inerciales, conocidas como IMU's, son sensores microscópicos que al tener un tamaño reducido son capaces de medir con precisión los movimientos ejercidos sobre ellos, los cuales son traducidos como fuerzas mecánicas aplicadas sobre su estructura. Gracias a este nivel de integración, es posible tener en un chip pequeño sensores varios como acelerómetros, giroscopios y magnetómetros, los cuales son los utilizados en el presente dispositivo.

La segunda se consigue a través del reconocimiento de estos en una imagen captada por una cámara, obteniendo así las coordenadas $[x,y,z]$. Para poder reconocer los palillos de batería se utilizó la familia de algoritmos de detección de objetos en tiempo real basados en redes neuronales convolucionales, conocida como YOLO (You Only Look Once). Asimismo, debido a que dicha metodología solo nos permite conocer las coordenadas en el plano XY, fue necesario complementarla con el uso de una cámara infrarroja la cual permitiera obtener un mapa de profundidad. Para la obtención de las coordenadas en unidades convencionales, se aplicaron las fórmulas del modelo de cámara Pinhole.

Luego, para poder combinar dichas posiciones se aplicó lo que es conocido como Filtro de Kalman, el cual es un algoritmo recursivo utilizado para estimar el estado de un sistema dinámico a partir de mediciones ruidosas o incompletas.

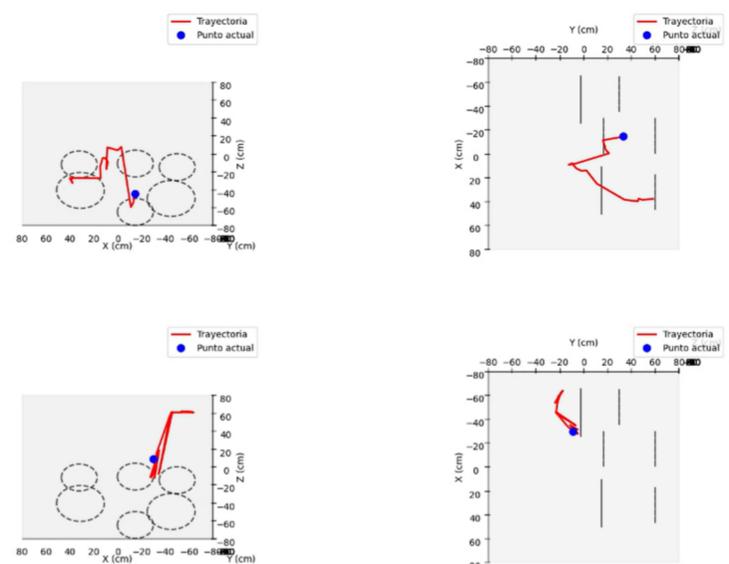
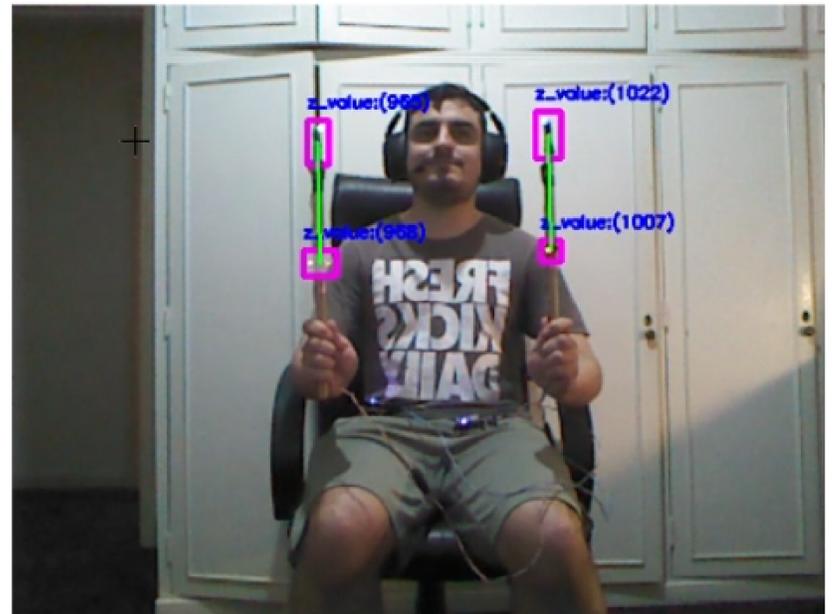
Finalmente, las notas son transmitidas mediante el protocolo MIDI para poder identificar los diferentes sonidos y características de este.



Contacto e Información

• Proyecto Final - UTN-FRBA - <https://www.frba.utn.edu.ar/electronica/proyecto-final/>

Resultados



Conclusiones

El dispositivo demuestra que el camino elegido de combinar las lecturas de posición proveniente de los orígenes detallados, permite un seguimiento óptimo de los palillos de batería, logrando un tasa de error de golpe baja y una tasa de respuesta alta.

Dichas características permiten cubrir los requisitos necesarios para que el dispositivo cumpla con la función deseada, la cual es recrear la experiencia de tocar una batería física.

Se debe destacar como virtud del proyecto el enfoque innovador de combinar distintas posiciones, permitiendo un funcionamiento más estable y prolongado que los productos actualmente existentes en el mercado.

Referencias

- [1] Greg Welch and Gary Bishop, "An Introduction to the Kalman Filter". Department of Computer Science University of North Carolina, US, 2006.
- [2] Nagesh Yadav and Chris Bleakley, "Two Stage Kalman Filtering for Position Estimation Using Dual Inertial Measurement Units". UCD Complex and Adaptive Systems Laboratory, University College of Dublin, IR.
- [3] Anastasios I. Mourikis and Stergios I. Roumeliotis, "A Multi-State Constraint Kalman Filter for Vision-aided Inertial Navigation". IEEE International Conference on Robotics and Automation, IT, 2007.