IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN UNA TARJETA DE DESARROLLO (Octubre de 2022)

Esteban Ramos Gomez, Diego Ivan Perea, Brayan Castro Balanta

Resumen – En este miniproyecto se realizará una aplicación que se desplegará en una tarjeta de desarrollo como el TinyML Kit de arduino que cuenta con un arduino nano 33 BLE con bluetooth de bajo consumo de energía. Se utilizó este kit de arduino para detectar el movimiento del usuario que realice con el arduino y así mostrar en una aplicación Android de que se trata. En este caso hemos realizado la detección de los movimientos para Tenis, Baloncesto, Golf, Correr y tiro con arco.

Índice de Términos – Deportes, Inteligencia artificial, Arduino, Internet.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de microcontroladores para dar solución a problemáticas cotidianas es muy común hoy en día debido a que estos se pueden instalar en cualquier lugar y gracias a que estos microcontroladores trabajan con un consumo energético muy bajo, los convierten en la mejor solución portátil del mercado.

Los wearables inteligentes son una tendencia muy fuerte en el año 2022 debido a que la mayoría poseen un microcontrolador que tiene la capacidad de realizar cálculos complejos en dispositivos de un tamaño muy reducido, también algunos de estos poseen la capacidad de poder procesar pequeñas redes neuronales o algoritmos de clasificación para darle una mayor información al usuario sobre sus rutinas diarias. Para motivos de este proyecto nos inspiramos en los relojes inteligentes para realizar deporte, debido a que estos le proporcionan información adicional al usuario en base a la recolección de datos que realizan por medio de sus sensores, pero en este caso en especial nos enfocaremos en el sensor de acelerómetro que le permite al dispositivo saber si la persona está corriendo, caminando, haciendo ciclismo, nadando, etc.

Figure 1: Amazfit Bip - GPS Xiaomi

Para la realización de este mini proyecto nos inspiramos en el Amazfit Bip que es un reloj inteligente que tienen diferentes opciones para hacer ejercicio, también incluye un apartado donde la persona con tan solo caminar, correr, trotar, saltar, ir en bicicleta él se dará cuenta de que está realizando el usuario sin que se le indique.

En este caso utilizaremos el microcontrolador Nrf52840 con un voltaje nominal de operación de 3.3V.

Figure 2: Microcontrolador Nrf52840

Este microcontrolador se encuentra ensamblado en la placa de desarrollo Arduino Nano 33 BLE.

Figure 3: Arduino Nano 33 BLE

El Arduino Nano 33 BLE Sense es una placa completamente nueva en un factor de forma conocido. Viene con una serie de sensores integrados:

- Sensor inercial de 9 ejes: lo que hace que esta placa sea ideal para dispositivos portátiles.
- sensor de humedad y temperatura: para obtener mediciones muy precisas de las condiciones ambientales
- sensor barométrico: podrías hacer una estación meteorológica simple
- micrófono: para capturar y analizar el sonido en tiempo real
- sensor de gestos, proximidad, color de la luz e intensidad de la luz: estima la luminosidad de la habitación, pero también si alguien se está acercando a la pizarra

Con el sensor inercial de 9 ejes haremos la detección de los siguientes deportes:

Tenis: El tenis es un deporte de campo abierto donde las personas hacen uso de los brazos para poder golpear la pelota y este pase al otro lado del campo.

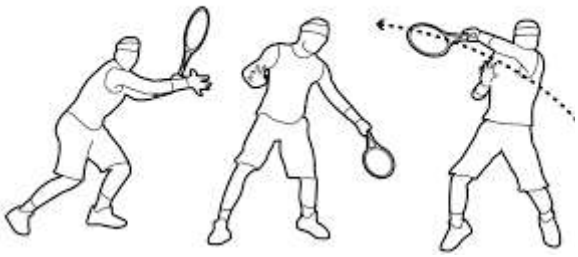


Figure 4: Movimiento de brazos para pegar una pelota en tenis de campo

Baloncesto: El baloncesto es un deporte donde los jugadores deben hacer sestas en la canasta del equipo contrario con ayuda de sus brazos:

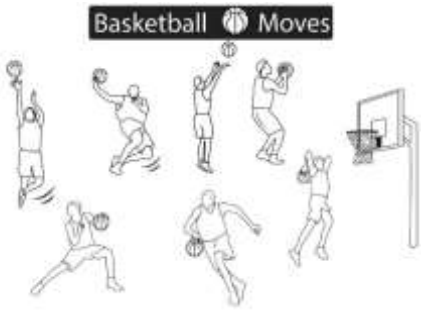


Figure 5: Movimientos para el Baloncesto

Golf: Para jugar golf es necesario hacer un movimiento con los brazos y un palo de golf para impulsar la pelota e introducirla en el hoyo indicado.

Figure 6: Movimientos para jugar golf

Atletismo (Correr): Las personas para correr hacen uso de sus brazos para tomar estabilidad y algo de impulso.

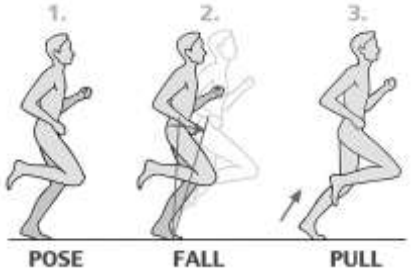


Figure 7: Movimientos para correr

Tiro con arco: Para practicar tiro con arco es necesario hacer uso de los brazos para sostener el arco y estirar la flecha.

Figure 8: Movimientos para tiro con arco

II. PROCEDIMIENTO PARA ÉL ENVIÓ DEL TRABAJO

A. Etapa de Revisión

Este documento será enviado el 12 de octubre del 2022 por la plataforma de la Universidad Autónoma de Occidente (UAO VIRTUAL), donde nuestro profesor va a realizar las respectivas apreciaciones para nuestra segunda entrega para seminario de ingeniería mecatrónica y así mismo darnos una respectiva calificación, Esperaremos la retroalimentación proporcionada por nuestro profesor para así realizar las correcciones correspondientes para la entrega final de nuestro proyecto

III. INDICACIONES ÚTILES

A. Figuras y tablas

Figure 9: Pines Arduino Nano BLE 33

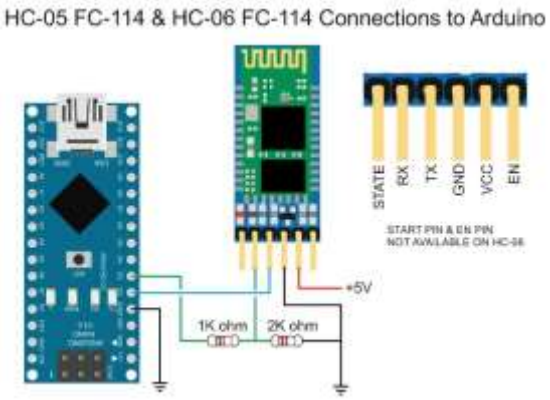


Ilustración 1: Modulo Bluetooth Arduino

IV. ANALISIS Y RESULTADOS

Como se ha mencionado en el resumen y en la introducción, realizaremos una aplicación que tenga la capacidad de distinguir entre si la persona está jugando tenis, baloncesto, golf, practicando tiro con arco o corriendo. Estos deportes es muy el uso de los brazos es esencial e importante para obtener un mejor rendimiento durante una competencia o solamente para realizar ejercicio por lo que es óptimo portar una manilla inteligente, un reloj inteligente o cualquier wearable de manilla para que este registre la actividad del deportista e indicarle que tipo de deporte está realizando.

Egde Impulse es una plataforma para desarrollar algoritmos de aprendizaje maquina enfocados a implementarse en sistemas embebidos como lo son los microcontroladores o computadoras con recursos reducidos. Tiene disponible diversas herramientas que hacen que no debas ser un experto en código para poder implementar tus proyectos.

Ilustración 2: Edge Impulse tomado de: https://blog.330ohms.com/2021/05/19/que-es-edge-impulse/

Para empezar con la realización de este mini proyecto, fue necesario tomar 5 muestras para cada uno de los 5 deportes que hemos seleccionado para así asegurarnos de obtener una alta precisión a la hora de entrenar nuestro modelo con la ayuda de Edge Impulse.

Ilustración 3: Análisis Espectral

En este apartado se realiza un análisis espectral a una frecuencia de 100 Hz proporcionada por nuestro acelerómetro, se asignan los ejes X, Y, Z finalizando con el método de clasificación por Keras con NN classifier que nos sirve para procesar y clasificar un conjunto de puntos entre los vecinos más cercanos. Este algoritmo es bastante simple.

Ilustración 4: Selección de parámetros

En la selección de parámetros como nuestro profesor nos indicó, podemos ver la respuesta de los 3 canales que nos ha proporcionado nuestro sensor de acelerómetro. Las señales que tenemos en el apartado izquierdo son señales discretas.

Ilustración 5: Entrenamiento del modelo

Con el paso anterior realizado, seguimos con la etapa de entrenamiento donde ponemos los parámetros de la taza de entrenamiento en 0.0005 los valores de validación en un 20% de los datos totales capturados y finalizamos con un numero de ciclos de formación de 30.

En la parte inferior se nos muestra la arquitectura por defecto de la red neuronal en este caso nos pone las características de la capa de entrada con un valor de 33.

Ilustración 6: Resultados del entrenamiento previo

Como se puede apreciar, los resultados del entrenamiento fueron de alta precisión obteniendo un 95.1% y una pérdida del 0.14. Esto se traduce que los parámetros de entrenamiento, el análisis espectral y finalizando con la toma de datos hecha anteriormente se realizó correctamente por lo que hemos obtenido un modelo con una buena precisión por lo que obtendremos buenos resultados a la hora de implementarlo en nuestro sistema embebido que en este caso es el Arduino nano BLE 33.

Como conclusión para este apartado, se demuestra tiene algunos pequeños problemas con baloncesto y tiro con arco, pero no son valores muy grandes para preocuparnos.

Ilustración 7: Rendimiento del modelo

Se puede apreciar que los puntos rojos en este caso son las predicciones incorrectas que hizo el sistema, este modelo se podría mejorar utilizando más muestras de diferentes deportistas de cada disciplina para así mejorar el rendimiento de la

predicción, ya con estos resultados obtenidos que son buenos procedemos ya a exportar nuestro modelo para nuestro sistema embebido.

Ilustración 8: Exportar modelo Edge Impulse - Arduino

Ilustración 9: Resultado del modelo cuantizado y no optimizado

Ya para finalizar de obtener nuestro modelo por medio de Edge Impulse, se nos da la posibilidad de usar nuestro modelo cuantizado o no optimizado, como se puede apreciar el modelo cuantizado tiene un rendimiento inferior al no optimizado por lo que en este caso se usaremos el modelo no optimizado con una precisión del 74.63%.

Ya con el modelo obtenido por el proceso realizado anteriormente, vamos a la parte del código en arduino para poder cargar nuestro modelo en el sistema embebido mencionado anteriormente.

Ilustración 10: Parte 1 del código

Con la función void_puente al momento de dar la clasificación, esta se da con el pred_index que es el index de la clasificación de las clases, por lo que el determinado caso de index activara en HIGH el pin de la clasificación realizada que dio el parámetro pred_index"

Ilustración 11: Parte 2 del código

Ilustración 12: Parte 3 del código

Parte de visualización de clases que solo se prender el led rgb en tres clases correspondientes, en la que una se repetirá de color y otra no emitirá nada si no que estará el led rgb en estado en off

Ilustración 13: Parte 4 del código

Llamada de métodos de clasificación para imprimirlos en serial la clasificación realizada y porcentaje de precisión de clasificación.

Para la implementación física hemos usando un arduino uno auxiliar para establecer la conexión mediante bluetooth por medio de un módulo HC-05 de con el siguiente esquema:

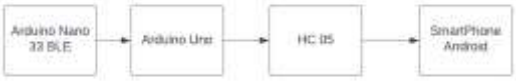


Ilustración 14: Esquema de proceso

Como se puede apreciar en el esquema de proceso, vamos a poner nuestro Arduino Nano 33 BLE como controlador principal debido a que este tiene el modelo de inteligencia artificial que hemos creado a partir de Edge Impulse, seguidamente esta ira a un arduino uno que será el controlador de la conexión serial por medio del HC-05 a nuestro SmartPhone con Android donde se va a visualizar que deporte está practicando la persona.

Ahora procedemos a mostrar por medio de imágenes lo que hemos utilizado para poder realizar este mini proyecto real.

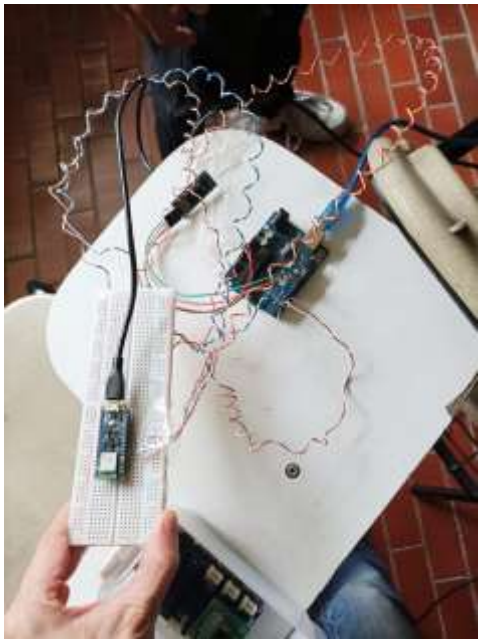
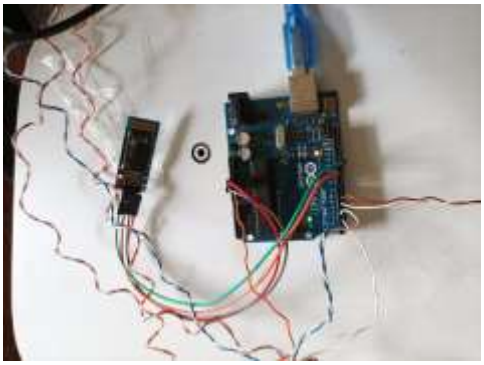


Ilustración 15: Conexion Arduino Nano BLE 33 con arduino Uno + Modulo Blueooth



Con estas conexiones hemos conectado el arduino Nano 33 BLE y el arduino uno para que este pueda enviar por medio del módulo blueooth de arduino HC-05 a nuestro celular Android para mostrar el deporte que está realizando el usuario.

Ilustración 16: Pruebas de movimiento de las manos para la predicción del deporte realizado

Nuestro compañero tomo el Arduino Nano 33 BLE para probar el modelo entrenado en Edge Impulse.

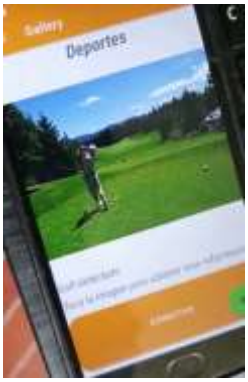


Ilustración 17: Visualización de la predicción del modelo por medio de a app creada en Android Studio

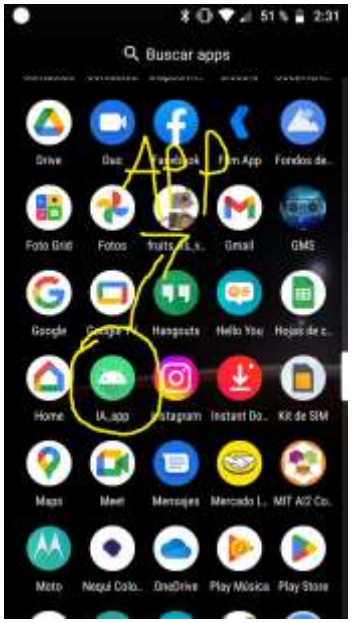


Ilustración 18: App diseñada en Android Studio

Ilustración 19: Visualización de la App

IX. CONCLUSIÓN

- Es de suma importancia tener en cuenta la posición inicial del Arduino Nano BLE 33 a la hora de tomar los datos de movimiento debido a que en esta práctica del mini proyecto 2.

- Tuvimos muchos problemas a poder utilizar el Bluetooth del Arduino debido a que no se encontraba la información necesaria o precisa sobre el tema.

- La inteligencia artificial aplicada a detección de movimientos utilizados con el acelerómetro nos da la precisión y comportamientos adecuadas para controlar diferentes sistemas, tener ia en sistemas embebidos amplía la gama de funcionalidades que se efectúan en la vida cotidiana y mejore el desempeño de esta y como estas se pueden medir.

- El uso de Android para aplicaciones de inteligencia artificial es muy interactivo debido a que tiene una gran comunidad detrás.

- IX. REFERENCIAS

[1] "¿Qué es la Inteligencia Artificial? - Iberdrola".
Iberdrola. https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-inteligencia-artificial (accedido el 12 de octubre de 2022).

[2] "Nano 33 BLE Sense | Arduino Documentation | Arduino Documentation". Arduino Docs | Arduino Documentation | Arduino Documentation. https://docs.arduino.cc/hardware/nano-33-ble-sense (accedido el 12 de octubre de 202

[3] "Como empezar con Arduino Nano 33". kolwidi. https://kolwidi.com/blogs/blog-kolwidi/como-empezar-con-arduino-nano-33 (accedido el 12 de octubre de 2022).

[4] "How to use Edge Impulse to train machine learning models for Raspberry Pico - Arducam". Arducam.
https://www.arducam.com/docs/pico/arducam-pico4mltinymldevkit/how-to-use-edge-impulse-to-train-machine-learning-models-for-raspberry-pico/ (accedido el 12 de octubre de 2022)