



UNIÓN DE ASOCIACIONES
DE INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES Y GRADUADOS
EN LA INGENIERÍA DE LA
RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA

UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAITIE)

“CONVOCATORIA 2024”

IX PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN
TECNOLÓGICA

GESTURA DRIVE

AUTOR/ES:

José Manuel González Granados
Agustín Luque Roldán
Alicia Osuna Guzmán
Iker Repullo Sánchez
Marta Serrano Valle

BLOQUE TEMÁTICO:

Inteligencia Artificial-Robótica

NIVEL EDUCATIVO:

3º y 4º ESO

COORDINADOR:

José Antonio López Rueda

Marzo 2024

Resumen

El proyecto que hemos desarrollado fusiona la inteligencia artificial y más concretamente la tecnología de la visión artificial con la robótica, ofreciendo una solución interactiva y accesible para el control de dispositivos mediante gestos. El prototipo presentado consiste en un robot móvil que es capaz de interpretar los gestos de una mano a través de una cámara para llevar a cabo acciones específicas, según sean dichos gestos.

En el corazón de Gestura Drive se halla su capacidad para detectar y reconocer los dedos de la mano del usuario a través de un algoritmo de visión artificial. Para ello se utiliza la cámara del ordenador, a través de la cual, las imágenes de la mano se capturan y se procesan en tiempo real.

El sistema de control gestual permite a cualquier persona interactuar de manera intuitiva con el robot. Así, mediante gestos simples, como levantar un dedo específico, el/la usuario puede enviar comandos al robot para ejecutar acciones predeterminadas. Por ejemplo, si abrimos la mano y enseñamos los cinco dedos el robot avanza. Si cerramos la mano, cero dedos, el robot se para. Para ello, se han programado unos servomotores de rotación continua con Python y C++, y se han controlado mediante una placa Arduino o similar. La comunicación entre la cámara y el robot se realiza por medio de Bluetooth, de esta manera le hemos dado más autonomía al robot ya que no depende del cable serie para transmitir sus datos.

La versatilidad de Gestura Drive lo convierte en una herramienta ideal para una amplia gama de aplicaciones, ya que habría que hacer muy pocas variaciones para que, en lugar de mover el robot, sirviese para activar cualquier dispositivo dando órdenes con los dedos. También somos conocedores de que el reconocimiento de imágenes es empleado en la industria, en la medicina, en las Smart Cities, etc. ofreciendo una forma innovadora y eficiente de controlar dispositivos robóticos. Por otro lado, su interfaz intuitiva lo hace accesible para personas de todas las edades y niveles de habilidad, incluso para aquellas con diversidad funcional.



Palabras Clave

Inteligencia artificial, robótica, visión artificial, Arduino, Phyton.



Índice

Resumen	2
Palabras Clave	3
Índice	4
1. Desarrollo	5
1.1 <i>Introducción</i>	5
1.2 <i>Objetivos</i>	6
1.3 <i>Metodología</i>	6
1.3.1 Identificación del problema y justificación del proyecto.....	6
1.3.2 Búsqueda de información.....	7
1.3.3 Diseño del prototipo.	9
1.3.4 Construcción del prototipo.....	10
1.3.5 Evaluación del prototipo.	12
1.4 <i>Resultados</i>	13
1.4.1 Esquema eléctrico del circuito.....	13
1.4.2 Montaje del hardware electrónico.....	13
1.4.3 Programación del software.....	14
1.4.4 Presupuesto del prototipo.....	15
1.5 <i>Conclusión</i>	16
2 Tablas.....	17
3 Figuras	17

1. Desarrollo

1.1 Introducción

El impacto que la inteligencia artificial (IA) está teniendo en todos los ámbitos de nuestra vida es reconocido mundialmente. Una de sus ventajas es la mejora en la calidad de vida, convirtiendo esta tecnología como una de las más importantes de toda la humanidad. Sin duda, estamos viviendo una revolución tecnológica similar a la vivida en la Revolución Industrial. La IA se encuentra en casi todas las áreas: asistentes virtuales tipo Siri, Alexa, Google Assistant, traductores automáticos, entrenamientos de pilotos a través de simuladores de vuelo, industria automotriz, simuladores de conducción, automóviles autónomos, videojuegos, diagnósticos médicos, planificadores de rutas de viajes, Smart Cities ... La IA ha comenzado a desarrollar capacidades que antes solo pertenecía a los seres humanos: capacidad de ver (visión artificial), oír (reconocimiento de voz) y de entender (procesamiento del lenguaje).

La visión artificial es una rama de la IA y se ha convertido en una de las principales apuestas de los últimos tiempos a nivel industrial. Los sistemas de visión artificial pretenden imitar la visión humana a través de algoritmos matemáticos usados como redes neuronales y que son capaces de reconocer a través de ellos objetos, caras, etc. Al reconocerlas, pueden procesar su información y realizar ciertas tareas o actividades. Se está utilizando en multitud de campos como el industrial en el control de calidad, ensamblaje y montaje de componentes, embalaje de productos, ... También en el sector agroalimentario, para clasificar alimentos según su composición química, detectar el estado de maduración de los frutos o la presencia de enfermedades, así como en el envasado y embotellado de líquidos. Otros usos frecuentes donde nos la encontramos son en la detección facial para desbloquear nuestros dispositivos móviles o verificar nuestra identidad en aeropuertos o instituciones públicas, identificación de matrículas por las cámaras de la DGT o para uso de parkings. Es por ello que es una tecnología emergente y con un gran potencial en el que las y los estudiantes deberán iniciarse ya que, en un futuro no muy lejano, posiblemente los robots sustituirán a los humanos en muchos empleos.



1.2 Objetivos

Entre los objetivos didácticos de nuestro proyecto podemos destacar los siguientes:

- Acercar las materias STEAM a nuestro alumnado.
- Disminuir la brecha de género en los estudios de las mujeres en materias STEAM
- Dar visibilidad de la importancia de la tecnología dentro de nuestra sociedad y del trabajo de las ingenieras y de los ingenieros.

Además, nuestro proyecto deberá:

- Integrar la Inteligencia Artificial a través de la Visión Artificial con la robótica en.
- Promover la inclusión, diseñando un dispositivo que sea accesible para las personas con diversas capacidades y habilidades.
- Potenciar la autonomía de las personas con diversidad funcional.
- Desarrollar un sistema de comunicación en tiempo real.

1.3 Metodología

1.3.1 Identificación del problema y justificación del proyecto.

¿Podría la IA ayudar a las personas con diversas capacidades? Las personas con diversidad funcional o con dificultades de movilidad se enfrentan diariamente a muchos desafíos en su entorno educativo, laboral o social más cercano. Estas barreras pueden limitar su capacidad para participar plenamente en actividades cotidianas.

Como se ha explicado anteriormente, la IA está en numerosos campos y queremos usarla para mejorar la calidad de vida de personas con diversidad funcional. Para ello, queremos crear un prototipo que sea controlado a través de gestos con la mano. De esta forma integraremos la IA y más concretamente la visión artificial con la robótica, para ayudar a eliminar las barreras que se encuentran las personas con distintas capacidades o funcionalidades.

1.3.2 Búsqueda de información.

Para poder abordar nuestro prototipo hemos necesitado buscar información sobre las distintas tecnologías que hemos pensado utilizar.

En primer lugar, hemos indagado en el funcionamiento de la **visión artificial** y cómo se puede realizar el reconocimiento de imágenes. En esta búsqueda nos hemos encontrado con la biblioteca mediapipe, que es una plataforma de código abierto desarrollada por Google que nos ofrece un conjunto de herramientas para el procesamiento de señales multimedia en tiempo real. En su aprendizaje se utilizó 30.000 imágenes del mundo real con 21 coordenadas 3D que se corresponden con los nudillos de la mano y los espacios entre ellos, por lo que no necesita del aprendizaje previo. Para su gestión necesitaremos utilizar el **lenguaje de programación Python**.

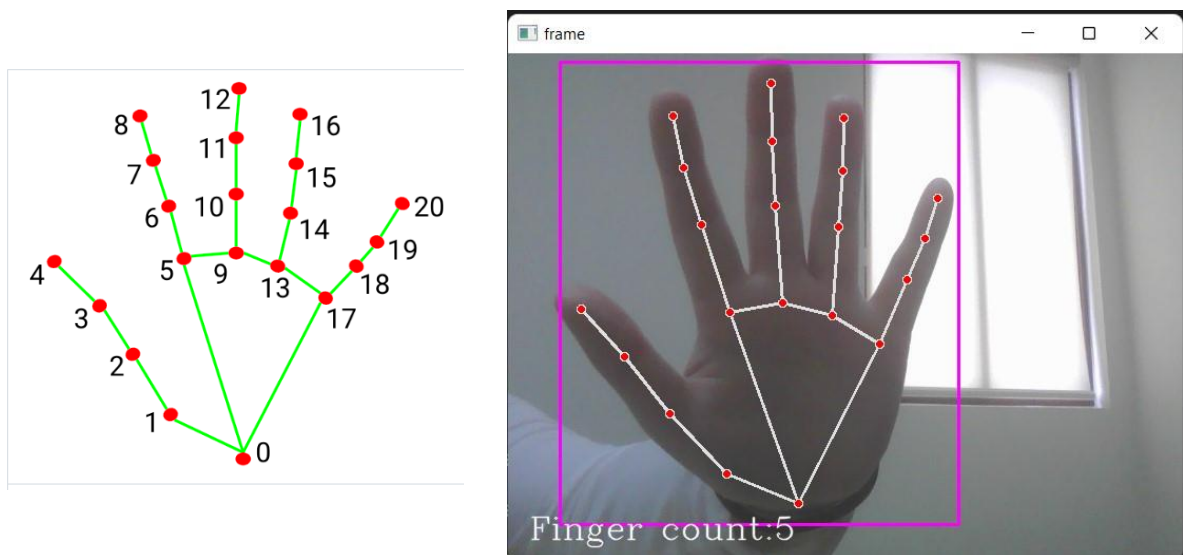


Fig. 1 Coordenadas 3D mano.

Otra línea de investigación ha sido cómo comunicar la cámara con el robot. En un principio se usó y se investigó sobre el puerto serie, pero vimos que el robot tendría poca autonomía de movimiento, al estar condicionado a la longitud del cable del puerto serie. Es por ello que busquemos otras soluciones alternativas y nos decantemos por la **comunicación bluetooth**. Esta comunicación tiene bajo consumo lo cual es ideal para nuestro prototipo. Nuestro sistema es capaz de alcanzar hasta 10 metros, aunque podría ampliarse hasta 100 metros utilizando tecnología bluetooth 5.

Para el control del robot móvil, necesitaremos un microcontrolador. En el mercado nos encontramos muchos y algunos de ellos integrados en una placa controladora como ESP8266, ESP32, SparkFun, Arduino, Raspberry Pi, PIC, etc. Hemos elegido la **placa controladora Arduino** la cuál es programada a través de **C++** por su versatilidad, precio y su comunidad de aprendizaje que hay detrás. Además, te da la posibilidad de programarla por bloques a través de gran cantidad de software específico para ello.

Para la parte de diseño hemos investigado distintos **programas de diseño en 3D** con el ordenador. Algunos de ellos han sido TinkerCad, SketchUp, Fusion 360, Blender FreeCAD y AutoCad. Nos hemos decantado por un programa de nivel intermedio y que es libre de licencia como el **SketchUp Free**. Tras el diseño 3D deberíamos trabajar con un laminador que nos convierta el archivo generado con el software 3D a un lenguaje máquina que sea interpretable por nuestra impresora 3D.

Las **impresoras 3D** no entienden, ni saben nada de ficheros 3D, superficies, mallas, sino que por el contrario solo saben desplazarse a través de las coordenadas X, Y, Z y depositar una cierta cantidad de material. A su vez hay que controlar la temperatura y la velocidad de impresión. Para ello se pueden utilizar diversos **programas de laminado** como PrusaSlicer, Ultimaker Cura, IdeaMaker, IceSL, Kiri:moto que nos proporcionarán un fichero G-Code que contiene esta programación como un listado de instrucciones sencillas. Estos **ficheros G-Code** no son exclusivos de la impresión 3D sino que por el contrario se emplean en todo tipo de máquinas de control numérico como tornos, fresadoras, corte por láser, ... El software de laminación que hemos escogido es el **Ultimaker Cura**.

1.3.3 Diseño del prototipo.



En el diseño del prototipo se ha trabajado en varias vías. Se empezó con el diseño de la estructura de nuestro robot. Para ello, se realizaron varios bocetos y se seleccionó por medio de una Matriz de Alternativas Estratégicas el mejor.

Fig. 2 Boceto del prototipo realizado por el alumnado del IES Aguilar y Eslava

Una vez que hemos elegido el diseño, posteriormente lo hemos diseñado con SketchUp. Así hemos creado un dibujo del prototipo en 3D que nos va a servir para generar un archivo stl que nos sirva para imprimirlo en 3D.

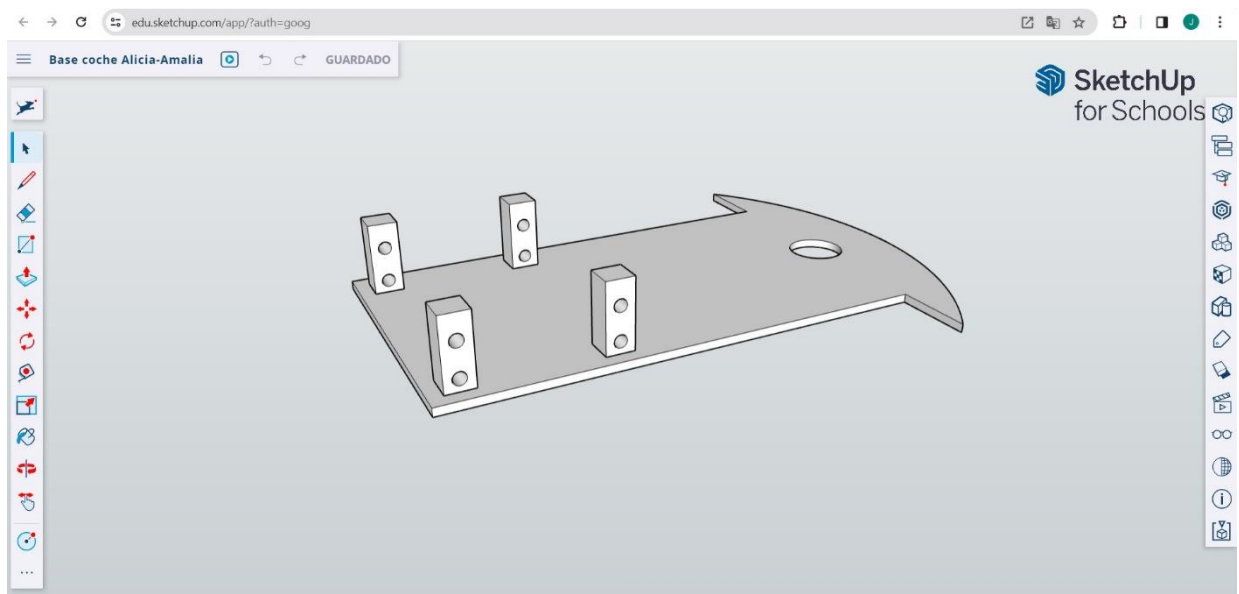


Fig. 3 Diseño 3D del prototipo realizado por el alumnado del IES Aguilar y Eslava

La última fase del diseño ha sido generar un archivo que sea capaz de ser leído por una máquina de control numérico como es una impresora 3D. El lenguaje máquina que hemos generado tiene extensión gcode a través del laminador Ultimaker Cura. El resultado ha sido el siguiente:

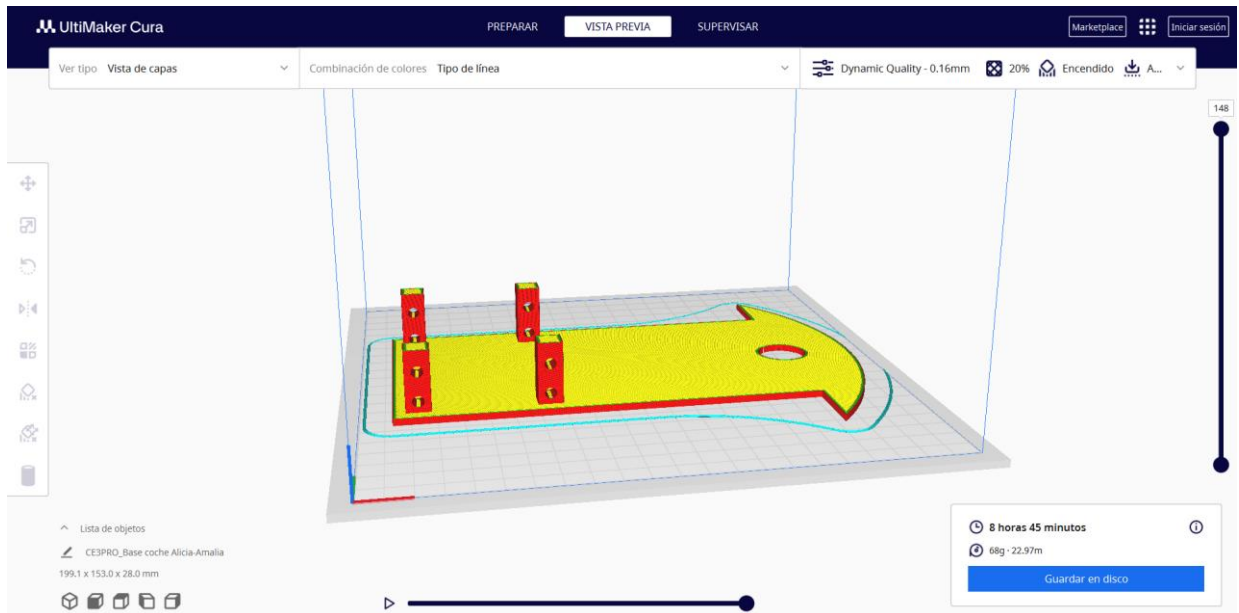


Fig. 4 Laminación del prototipo realizado por el alumnado del IES Aguilar y Eslava

1.3.4 Construcción del prototipo.

Para la construcción del prototipo, el alumnado se ha especializado y agrupado en varias tareas. Por un lado, unos se han especializado en el diseño y la construcción del prototipo encargándose del diseño, la impresión 3D y el montaje del mismo. Otro grupo se ha encargado del diseño y montaje de la parte electrónica. Y un tercer grupo de la programación y sistemas de comunicación del prototipo. De esta manera hemos experimentado la importancia del trabajo en equipo y colaborativo. Para ello hemos tenido que planificar muy bien las fases de construcción para que en ningún momento el trabajo de unos interfiera en los de los otros.

A continuación, se exponen algunas fotografías de la construcción del proyecto que las hemos dividido por distintas fases.

- Fase 1: Impresión 3D.

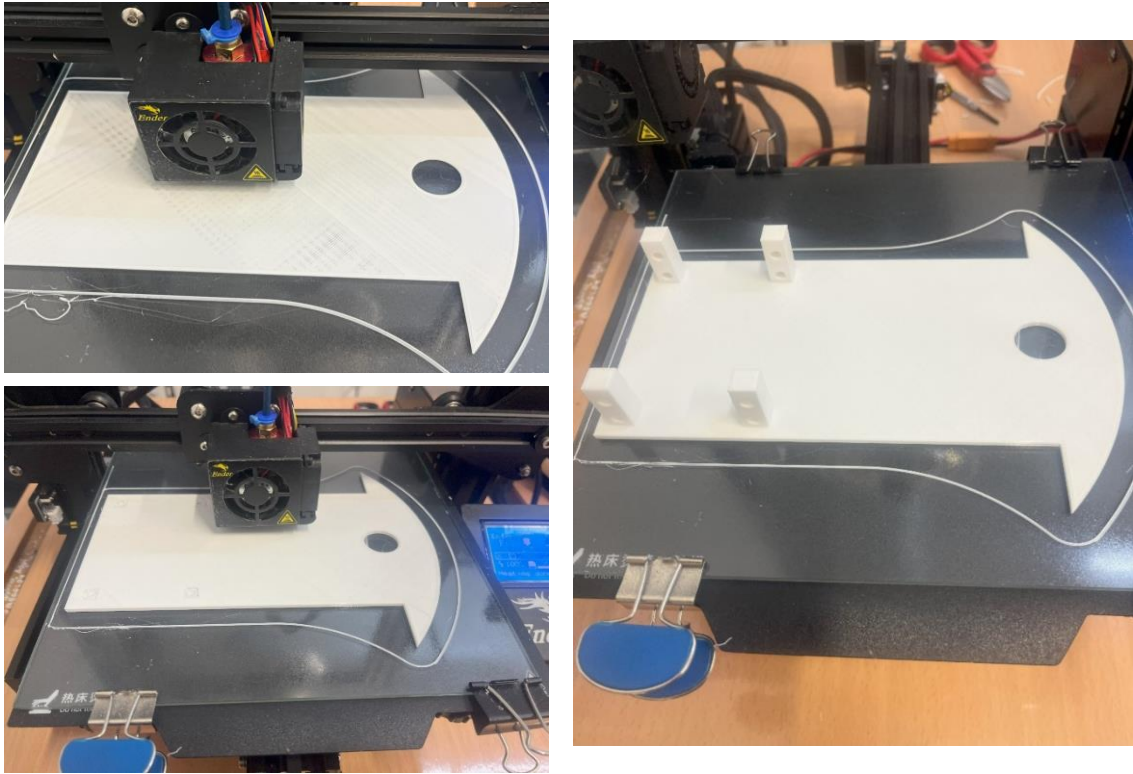


Fig. 5 Impresión 3D del prototipo

Fase 2: Montaje del prototipo.

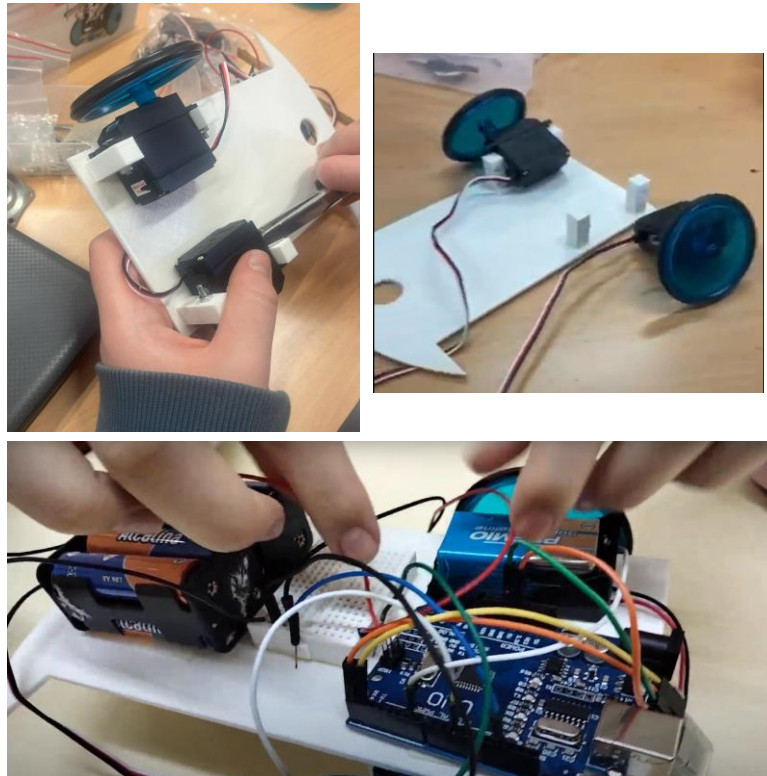


Fig. 6 Montaje electrónico

- Fase 3: Programación.

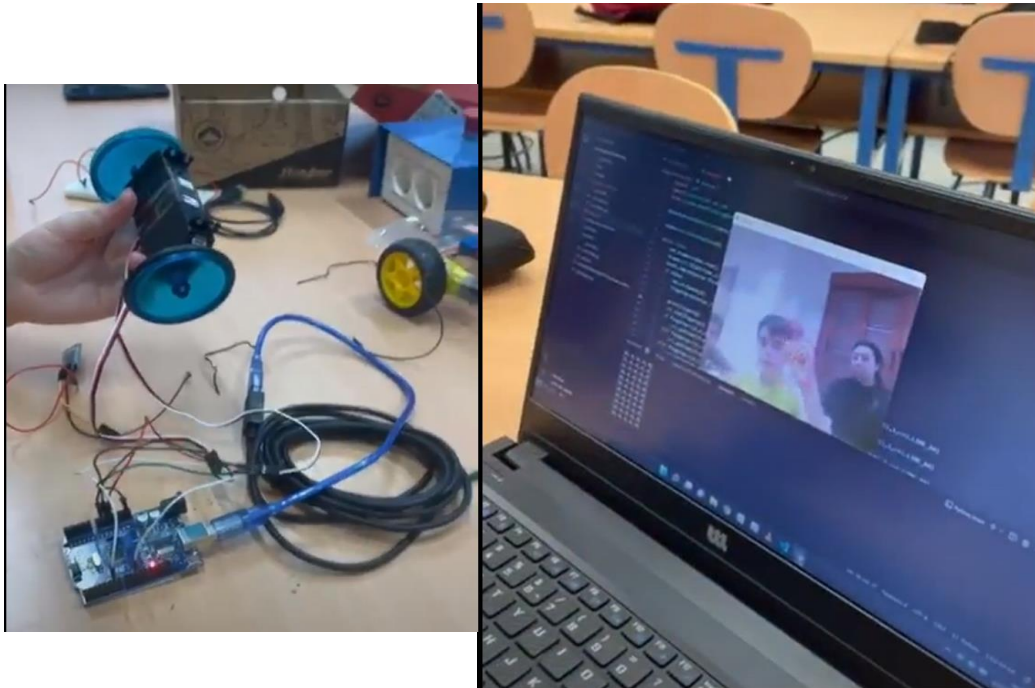


Fig. 7 Programación

1.3.5 Evaluación del prototipo.

Una vez construido el prototipo, en primer lugar, hemos comprobado que los motores del robot funcionan correctamente, avanzando, retrocediendo y girando hacia la derecha o la izquierda. Posteriormente también hemos verificado que la conexión por bluetooth se realiza sin problemas a través del módulo HC05 y del bluetooth del PC.

Por otro lado, hemos tenido que verificar que la cámara web del PC es capaz de reconocer la mano y mandar por medio del bluetooth la información a la placa de Arduino. Una vez verificado todo, vemos que el prototipo que hemos construido es totalmente funcional y cumple las especificaciones y los objetivos que nos habíamos marcado al principio del proyecto.

1.4 Resultados

1.4.1 Esquema eléctrico del circuito.

El esquema eléctrico diseñado para nuestro prototipo es el siguiente:

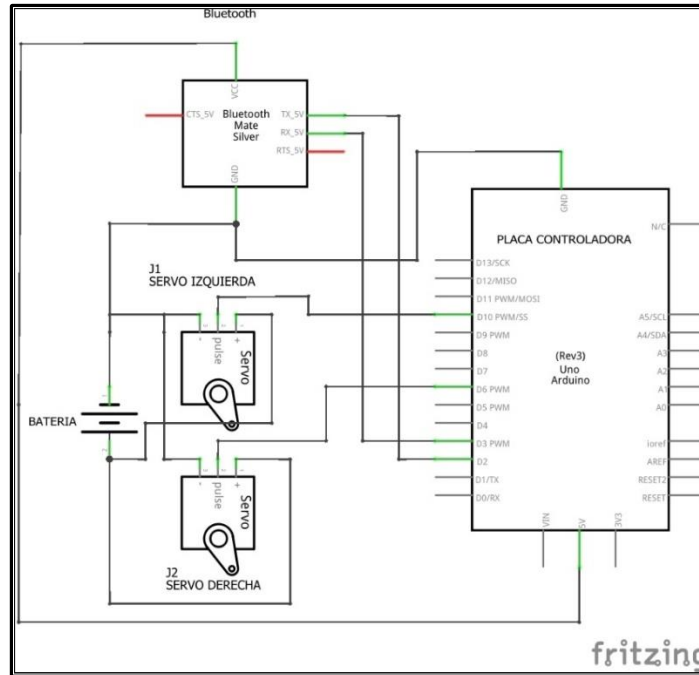


Fig. 8 Esquema eléctrico realizado por el alumnado del IES Aguilar y Eslava con Fritzing

1.4.2 Montaje del hardware electrónico.

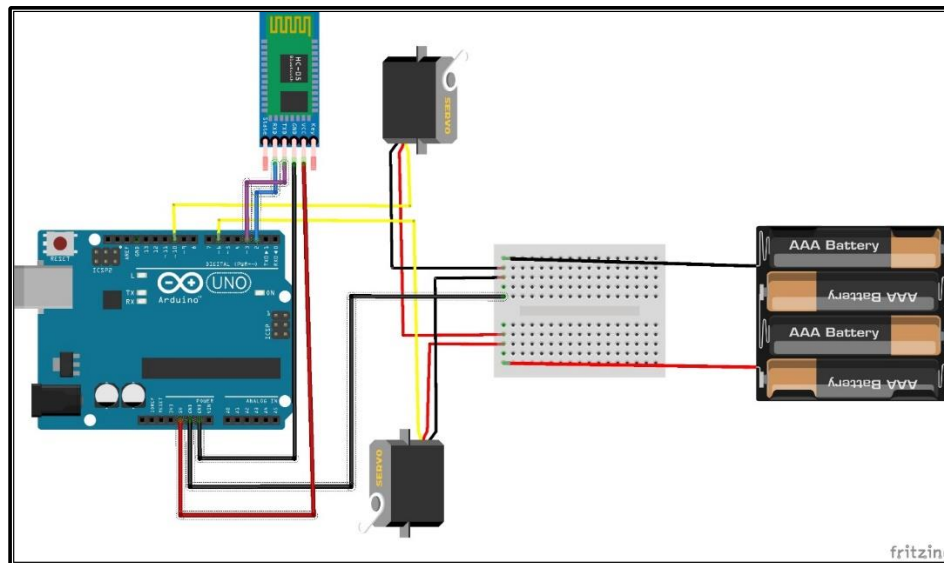
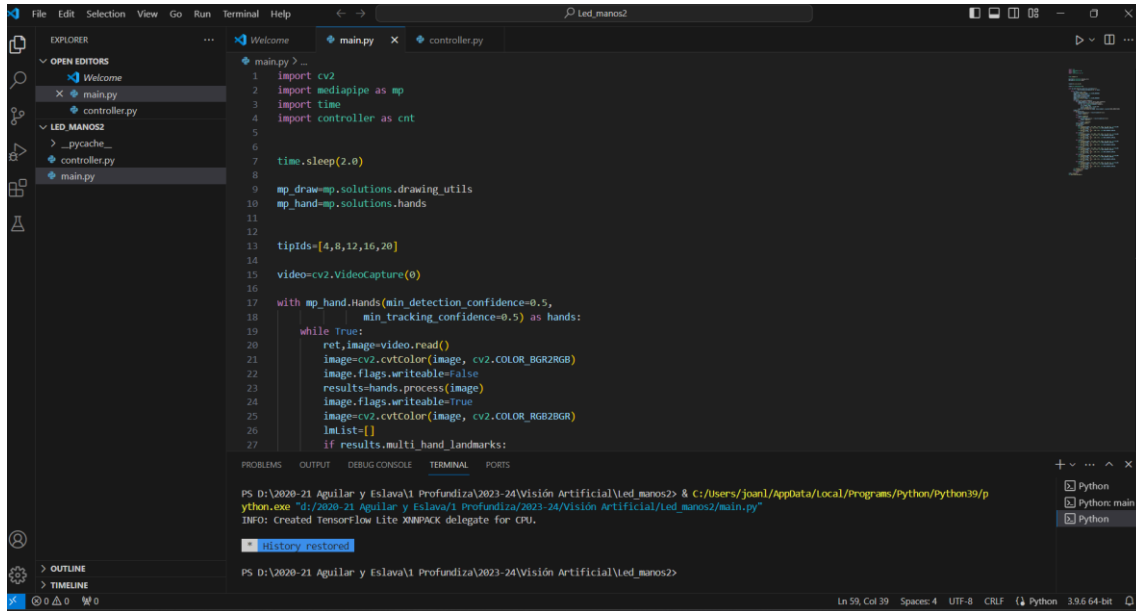


Fig. 9 Montaje electrónico creado por el alumnado del IES Aguilar y Eslava con Fritzing

1.4.3 Programación del software.

Para activar la cámara y comunicarla mediante bluetooth a la placa controladora hemos utilizado por un lado Phyton y Bluetooth. A continuación, ponemos una imagen de la misma.



```

1 import cv2
2 import mediapipe as mp
3 import time
4 import controller as cnt
5
6
7 time.sleep(2.0)
8
9 mp_draw=mp.solutions.drawing_utils
10 mp_hand=mp.solutions.hands
11
12
13 tipIds=[4,8,12,16,20]
14
15 video=cv2.VideoCapture(0)
16
17 with mp_hand.Hands(min_detection_confidence=0.5,
18                   min_tracking_confidence=0.5) as hands:
19     while True:
20         ret,image=video.read()
21         image=cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
22         image.flags.writeable=False
23         results=hands.process(image)
24         image.flags.writeable=True
25         image=cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_RGB2BGR)
26         lmList=[]
27         if results.multi_hand_landmarks:

```

Fig. 10 Programación Phyton

La programación de nuestra placa controladora realizada en el IDE de Arduino mediante C++ es la siguiente:



```

#include <Firmata.h>
#include <Servo.h>
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial mySerial(2,3);

Servo servoizq;
Servo servoder;

int data;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(10, OUTPUT);
    pinMode(6, OUTPUT);
    servoizq.attach(6);
    servoder.attach(10);
}

void loop() {
    char data = Serial.read();
    switch (data) {
        case '0': //frenar
            servoder.write(90);
            servoizq.write(90);
            break;

        case '2': //derecha
            servoder.write(180);
            servoizq.write(180);
            break;

        case '3': //izquierda
            servoder.write(0);
            servoizq.write(0);
            break;

        case '4': //atrás
            servoder.write(180); //alante son 180
            servoizq.write(0);
            break;

        case '5': //avanzar
            servoder.write(0);
            servoizq.write(180);
            break;
    }
}

```

Fig. 11 Programación placa controladora

1.4.4 Presupuesto del prototipo.

Para poder realizar el presente prototipo hemos tenido que adquirir los siguientes componentes, en el mismo no hemos tenido en cuenta la mano de obra. En ocasiones, sobre todo en lo referente a material fungible hemos tenido que comprar más cantidad de lo necesario ya que en el mercado no podemos comprar por ejemplo 25 cm de cinta de doble cara, sino una cinta entera. Igual ocurre con los cables Jumpers que no se venden de forma individual sino en un pack.

En el presupuesto el componente más caro es la placa de Arduino UNO que podría ser sustituida por otra de similares prestaciones más barata.

Nº	Cantidad	Concepto	Precio/ud	Subtotal
1	1	Placa Protoboard 170 puntos	0.80 €/ud	0.80 €
2	1	Cable Jumpers macho/macho 65 unidades	2.40 €/ud	2.40 €
3	2	Servo de rotación continua tipo S3003	7.50 €/ud	15.00 €
4	1	Módulo Bluetooth HC 05	8.90 €/ud	8.90 €
5	1	Portapilas	1.75 €/ud	1.75 €
6	8	Pilas AA 1.5 v	0.90 €/ud	4.80 €
7	1	Portapilas 9V	1.15 €/ud	1.15 €
8	1	Pila 9 v	1.90 €/ud	1.90 €
9	2	Rueda para servo de rotación continua	1.90 €/ud	1.90 €
10	1	Rueda loca 30 mm polipropileno giratoria 360º	1.69 €/ud	1.69 €
11	8	Tornillo M3 10mm	0.30 €/ud	2.4 €
12	8	Tuerca M3	0.10 €/ud	0.8 €
13	1	Rollo cinta doble cara	6.20€/ud	6.20 €
14	1	Placa Arduino UNO	23.50 €/ud	23.50 €
			SUBTOTAL	73.19 €
			IVA 21%	15.37 €
			TOTAL	94.56 €

Tabla 1 Presupuesto

1.5 Conclusión

Con el presente proyecto, hemos abierto un campo de investigación integrando la visión artificial (IA) en el control de dispositivos. Hemos comprobado que se puede controlar un robot móvil a través de los gestos de la mano y cómo podemos aplicarlo para ayudar a disminuir algunas barreras para las personas con diversidad funcional, promoviendo la inclusión y la igualdad de oportunidades.

Al igual que se ha podido controlar el robot móvil, podríamos controlar distintos dispositivos eléctricos o electrónicos de nuestro alrededor. Por ejemplo, en la asistencia a personas con movilidad reducida, podríamos adaptar nuestro proyecto para que cuando se muestre el dedo índice se enciendan las luces de una habitación (habría que complementarlo con un relé), mostrando dos dedos podríamos apagarlo, con tres encender un ventilador o apagarlo, etc. Otro ejemplo podría ser controlar una silla de ruedas mediante los gestos de la mano a través de la captación de imágenes con un móvil.

Por otro lado, nos ha abierto otros muchos campos de investigación en el que nuestro proyecto se podría aplicar. Por ejemplo, en la automatización de tareas en entornos peligrosos como zonas de desastres naturales o áreas contaminadas donde el ser humano no pueda acceder. También en la detección facial de la posición de los ojos o de la cabeza para que funcione como un ratón, o para activar dispositivos.



2 Tablas

Tabla 1 Presupuesto.....	15
--------------------------	----

3 Figuras

Fig. 1 Coordenadas 3D mano.....	7
Fig. 2 Boceto del prototipo realizado por el alumnado del IES Aguilar y Eslava.....	9
Fig. 3 Diseño 3D del prototipo realizado por el alumnado del IES Aguilar y Eslava	9
Fig. 4 Laminación del prototipo realizado por el alumnado del IES Aguilar y Eslava	10
Fig. 5 Impresión 3D del prototipo	11
Fig. 6 Montaje electrónico.....	11
Fig. 7 Programación.....	12
Fig. 8 Esquema eléctrico realizado por el alumnado del IES Aguilar y Eslava con Fritzing	13
Fig. 9 Montaje electrónico creado por el alumnado del IES Aguilar y Eslava con Fritzing	13
Fig. 10 Programación Phyton.....	14
Fig. 11 Programación placa controladora.....	14