# **Abordaje del Problema: Sistema de Análisis y Predicción de Poses**

## **Introducción**

El presente proyecto aborda el problema de reconocimiento de actividades humanas basado en datos de poses corporales. Este sistema tiene aplicaciones críticas en áreas como la seguridad, la salud, el deporte y la interacción humano-computadora. La solución utiliza técnicas de visión por computadora y aprendizaje automático para procesar datos recolectados en tiempo real, identificar patrones de movimiento y clasificar actividades con alta precisión.

El objetivo principal es desarrollar un sistema robusto, escalable y adaptable, capaz de procesar datos en tiempo real y responder con predicciones precisas en contextos dinámicos. Esto se logra mediante la integración de herramientas como MediaPipe para la detección de landmarks y modelos de aprendizaje automático como Random Forest y XGBoost.

## **Pregunta(s) de Interés**

1. ¿Cómo podemos diseñar un sistema eficiente que clasifique actividades
2. humanas en tiempo real basándose en coordenadas de landmarks corporales?
3. ¿Qué técnicas de preprocesamiento y optimización son necesarias para garantizar alta precisión y robustez del modelo?
4. ¿Cómo podemos expandir el dataset existente para cubrir más casos de uso y mejorar la capacidad del modelo para generalizar?

## **Tipo de Problema**

Este proyecto pertenece al tipo de **problema de clasificación supervisada** en aprendizaje automático. Se clasifica como un problema multicategoría, ya que el objetivo es asignar cada registro de datos a una de las actividades predefinidas:

* **Walking Towards**
* **Walking Away**
* **Turning**
* **Sitting**
* **Standing**

Adicionalmente, el proyecto incluye componentes de análisis exploratorio y generación de datos sintéticos, ampliando su alcance para abordar cuestiones relacionadas con la generalización y el desbalance de datos.

## **Metodología**

El proyecto sigue una metodología estructurada que incluye las siguientes etapas:

### **1. Recolección de Datos**

#### **Herramientas:**

* **MediaPipe:** Extracción de landmarks corporales en tiempo real.
* **Tkinter:** Interfaz gráfica para etiquetar datos y gestionar el flujo de recolección.
* **Cámara Web:** Captura de imágenes y datos de movimiento.

#### **Proceso:**

1. Los datos fueron recolectados de 7 individuos realizando 5 actividades distintas.
2. Cada actividad fue grabada varias veces, generando un total de **1000 registros.**
3. Los datos incluyen:
   * **Coordenadas 3D:** (x, y, z) de 33 puntos clave del cuerpo.
   * **Ángulos Calculados:** Entre articulaciones clave como hombros, caderas y rodillas.
   * **Etiquetas:** Actividad correspondiente a cada conjunto de datos.

### **2. Preparación de Datos**

El preprocesamiento fue un paso crítico para garantizar la calidad de los datos:

* **Normalización:** Coordenadas escaladas entre 0 y 1 para eliminar dependencias del tamaño físico de cada persona.
* **Cálculo de Ángulos:** Utilización de trigonometría para derivar métricas clave como la inclinación del tronco y los ángulos de las rodillas.
* **Manejo de Valores Perdidos:** Interpolación de valores ausentes para registros incompletos.
* **División del Dataset:** Separación en un 80% para entrenamiento y un 20% para pruebas.

### **3. Entrenamiento de Modelos**

Se seleccionaron Random Forest y XGBoost como modelos principales, debido a su capacidad para manejar datos no lineales y dimensionalidad alta. Se implementaron dos enfoques de optimización de hiperparámetros:

* **Grid Search:** Exploración exhaustiva en un espacio limitado de parámetros.
* **Optuna:** Optimización bayesiana para explorar espacios más amplios y complejos.

### **4. Evaluación de Modelos**

Las métricas utilizadas incluyen:

* **Precisión Global:** Relación entre predicciones correctas y el total.
* **Matriz de Confusión:** Análisis detallado de errores por actividad.
* **Informe de Clasificación:** Métricas de precisión, recall y F1-score para cada clase.
* **Importancia de Características:** Identificación de landmarks y ángulos más relevantes para la clasificación.

## **Métricas Utilizadas para Medir el Progreso**

1. **Precisión Global:** Evaluar la capacidad general del modelo para clasificar correctamente.
2. **Recall:** Medir la proporción de instancias correctamente identificadas para cada clase.
3. **F1-Score:** Balance entre precisión y recall, especialmente útil en clases desbalanceadas.
4. **Tiempo de Inferencia:** Evaluar la capacidad del sistema para responder en tiempo real.

## **Análisis Exploratorio de los Datos**

Antes del entrenamiento, se realizó un análisis exploratorio detallado para comprender las características del dataset:

1. **Distribución de Actividades:**
   * Todas las actividades están equilibradas, con aproximadamente 200 registros por clase.
   * Gráficos de barras confirmaron la uniformidad en la distribución.
2. **Relación entre Coordenadas y Actividades:**
   * Actividades como "standing" mostraron menor variación en las coordenadas, mientras que "walking" presentó mayor dinamismo.
3. **Distribución de Ángulos:**
   * Las distribuciones de los ángulos de rodillas y caderas fueron consistentes con las posturas esperadas para cada actividad.

## **Estrategias para Ampliar el Dataset**

1. **Recolección Adicional:**
   * Involucrar más participantes con diferentes características físicas (edad, altura, peso) para capturar mayor diversidad.
   * Grabar datos en diferentes condiciones ambientales (luz, fondo, espacio).
2. **Generación de Datos Sintéticos:**
   * Aplicar técnicas de augmentación, como agregar ruido aleatorio a las coordenadas o simular variaciones en los ángulos.
3. **Colaboración Comunitaria:**
   * Crear un repositorio colaborativo donde los estudiantes del curso podamos contribuir con datos..
4. **Captura Multicámara:**
   * Usar múltiples cámaras para mejorar la precisión y capturar datos desde diferentes ángulos.

## **Aspectos Éticos**

El uso de inteligencia artificial en contextos humanos implica considerar cuidadosamente varios aspectos éticos:

1. **Privacidad de los Datos:**
   * Asegurar que los datos recolectados estén anonimizados para proteger la identidad de los participantes.
   * Implementar medidas de seguridad para evitar filtraciones de datos.
2. **Bias en el Dataset:**
   * Garantizar que el dataset sea representativo de diferentes grupos demográficos para evitar sesgos en las predicciones.
3. **Transparencia y Explicabilidad:**
   * Asegurar que las decisiones tomadas por el modelo sean interpretables, especialmente en aplicaciones críticas como la seguridad o la salud.
4. **Uso Responsable:**
   * Definir claramente los límites del uso del sistema para evitar aplicaciones no éticas, como la vigilancia masiva sin consentimiento.
5. **Accesibilidad:**
   * Diseñar el sistema para que sea inclusivo y accesible para personas con diferentes niveles de habilidades físicas y técnicas.