

Introducción

“Alexa, ¿qué tiempo hace hoy?” , “Ok google, activar alarma a las 8:00” son frases que se utilizan más en el día a día de las personas y esto no sería posible sin el Machine learning. En la vida cotidiana se utilizan multitud de aplicaciones que aplican Machine Learning para ofrecer una mejor experiencia o resultados más similares a los que podría dar una persona, y es que en los últimos años la evolución del Machine Learning ha permitido que campos como procesamiento de lenguaje natural o computer vision creen aplicaciones cada vez más complejas y más potentes.

La siguiente aplicación es muy utilizada por los estudiantes, cuando se está realizando un trabajo y se necesita traducir un texto se acude a traductores de texto como el Google Translate o Deepl. Estos traductores han ido mejorando mucho en los últimos años gracias al Machine Learning, pasando de ofrecer una traducción directa a una respuesta más estructurada según el contenido del texto, esto es posible a que la inteligencia artificial que utilizan ya no sólo traduce el contenido del texto sino que además les permite comprender el texto para ofrecer una mejor traducción. Una tecnología muy emergente y que sin la evolución de la visión artificial sería posible es la conducción autónoma, un ejemplo es el Autopilot de Tesla. Mediante un sistema de cámaras en el automóvil permiten captar imágenes de todo su alrededor que una vez procesadas, le permite a la inteligencia artificial obtener datos como señales de tráfico, detectar las líneas de la calle, coches o obstáculos que se encuentran a su alrededor y a la distancia que se encuentran para poder tomar decisiones de forma autónoma y conducir el coche con seguridad.

La visión artificial o visión por computador no ha sido siempre tan potente como lo es ahora, en los inicios de siglo veintiuno se realizaban concursos, en los que se retaba a los investigadores a leer bases de datos de imágenes y clasificarlas según su contenido. Una de las bases de datos más conocidas con la que se realizaban estos retos y que sirve a los investigadores para comprobar la eficacia de sus proyectos es ImageNet[1]. Y es que en el 2012 se realiza un gran avance en este concurso, la utilización de redes neuronales convolucionales. Alex Krizhevsky juntos con sus compañeros presenta un sistema de redes convolucionales conocido por AlexNet que les permite clasificar en 1000 clases diferentes los 1,2 millones de imágenes de alta resolución de la base de datos de Image-Net con un porcentaje de error de 17%, mejorando así mucho el estado del arte actual en cuanto a las clasificación de imágenes. Esto da el pistoletazo de salida para el uso de las redes neuronales convolucionales en la visión por computador atrayendo las miradas de grandes empresas, que aprovechando los recursos que tienen en sus manos han llevado estos sistemas a otro nivel en el que prácticamente obtienen un 99% de error al clasificar imágenes.

Dentro de la visión por computador encontramos que una de sus utilidades más destacables es la pose detection, cómo es el caso de la aplicación creada por amazon para mantener la distancia de seguridad entre sus empleados debido a la COVID-19 [2] . En esta aplicación mediante la detección de las personas en las imágenes obtenidas por las cámaras y la

creación de los puntos de unión de las articulaciones de la persona , es posible calcular la distancia de seguridad de cada persona y, en el caso que no se cumpla dicha distancia, se comunica con un elemento visual conforme no se está manteniendo la distancia de seguridad necesaria.

En la robótica es habitual el uso de pose detection para el uso de tareas colaborativas humano-robot, como es el caso del paper *Formulating Intuitive Stack-of-Tasks with Visuo-Tactile Perception for Collaborative Human-Robot Fine Manipulation* [3], en el que se utilizan cámaras para trackear a las personas cercanas y mediante human pose estimation obtener los keypoints de la persona. De esta manera el robot puede interactuar de manera segura con la persona al manipular objetos porque puede procesar dónde están los límites y en caso necesario no interactuar para proteger al empleado.

En el paper *Using Kinect™ sensor in observational methods for assessing postures at work* aplican la tecnología de pose detection a la Ergonomía en el trabajo. En este proyecto se presenta una tecnología capaz de detectar las malas posturas de una persona durante su jornada laboral en oficina mediante cámaras Kinect con el objetivo de mejorar la ergonomía y reducir las lesiones causadas por la mala postura.

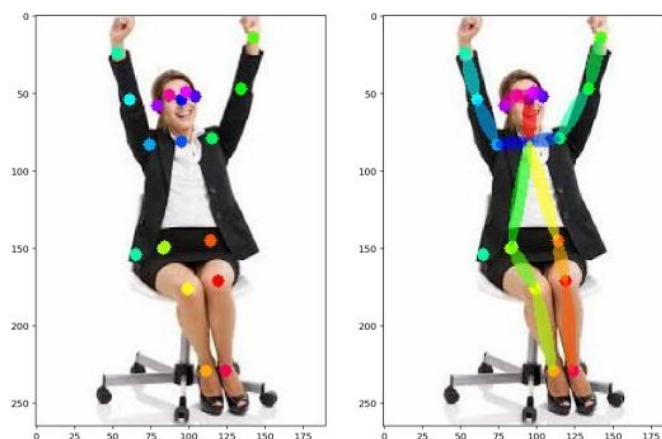


Figura1: Persona sentada, aplicando pose detection

La utilización de la visión por computador en el deporte está permitiendo añadir valor al contenido consumido por las grandes audiencias. En el caso proyecto de Leonardo Citraro (2020) *Real-Time Camera Pose Estimation for Sports Fields*, mediante el uso de cámaras permite convertir la escena 2d a 3d detectando en ella a los jugadores del campo de juego, esto puede permitir obtener métricas de los jugadores de forma automática y ofrecer al espectador un valor añadido. Otra utilidad en el deporte es el ejercicio guiado como el que propone Hou (2017) en su proyecto *Dancing like a superstar: Action guidance based on pose estimation and conditional pose alignment*, en el utilizan el posicionamiento de los keypoints de la persona, obtenidos con pose estimation gracias a cámaras Kinect, para crear una plataforma en la que ayuda a mejorar los pasos de baile de manera interactiva.

Estos ejemplos son solo algunos de los avances en el campo de la visión por computador que están permitiendo automatizar procesos. De esta forma, se facilita el trabajo a las personas y a su vez se adapta a los diferentes entornos.

En este trabajo profundizaremos sobre el uso de human pose estimation dentro del ámbito del deporte para analizar qué sistemas se adaptan mejor a los problemas que plantea el deporte para estos sistemas. Con el fin de crear un dataset en un entorno real con el sistema de pose estimation qué mejor rendimiento muestre en la primera fase del proyecto y finalmente aplicar el dataset obtenido para crear un sistema de detección de anomalías que nos visualice cuando se está realizando un movimiento no esperado o mejorable técnicamente durante la realización de una disciplina deportiva.

Objetivos

En este apartado se tratarán los objetivos del proyecto con el fin de tener una visión general hasta donde se quiere llegar con el trabajo de fin de grado. Para ello se dividirán los objetivos en apartados para poder explicar con más detalle cada uno de ellos y mostrando en el orden que deberán ser realizados, ya que el cumplimiento de un objetivo dependerá de su sucesor.

Analizar pose estimation en el deporte

El deporte es uno de los ámbitos en los que hoy en día ya se están utilizando técnicas de pose estimation, algunas de sus aplicaciones actuales son obtener estadísticas en tiempo real de los jugadores en un partido de fútbol, ayudar en el entrenamiento de los deportistas o recrear jugadas en tres dimensiones. Debido a las múltiples aplicaciones y los diferentes contextos en los que se realiza el deporte, nuestro principal objetivo será encontrar las librerías de pose estimation que mejor se adaptan al ámbito deportivo.

Dataset en entorno real

Una vez hemos analizado qué sistemas de pose estimation se adaptan mejor al deporte, se aplicará uno de ellos a un entorno real con el objetivo de obtener todos los datos posible de la realización de una práctica deportiva.

Dentro de este objetivo, marcamos como objetivo opcional la realización de un pequeño evento deportivo para la recopilación de datos de forma masiva en un mismo evento. Debido a la pandemia que se está sufriendo es posible que este objetivo no se pueda llevar a cabo, es por eso que se indica como objetivo opcional.

Detección de anomalías

Como objetivo final después de crear un dataset con datos reales de la práctica de una disciplina deportiva, se aplicará un algoritmo para detectar posibles fallos durante la práctica de esta, mostrando los fotogramas en los que ha sucedido. De esta manera podremos completar el círculo de analizar los sistemas de pose estimation, escoger el que mejor se ajusta al deporte, llevarlo a la práctica creando un dataset y finalmente utilizar el dataset creado para observar fallos en la técnica.

Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo del trabajo de fin de grado será Kanban con algunos principios de metodologías ágiles. Esta elección viene debida a la experiencia obtenida durante el grado en diferentes asignaturas en las que hemos practicado con estas metodologías, donde el objetivo es organizar y gestionar el trabajo de equipos de trabajo. En este caso nos encontramos con un proyecto personal y algunas de estas metodologías necesitan de varios integrantes para un buen funcionamiento. Es por esto que utilizaremos Kanban para gestionar y organizarnos, de tal manera que mediante un board se pueda ver el estado del proyecto. Para implementar Kanban se utilizará la plataforma Monday, que nos permite crear un tablero con nuestras tareas.

Además se implementará el principio de trabajo iterativo, en el que mediante sprints de 1 o 2 semanas se irá evolucionando el proyecto y nos permitirá organizar el trabajo necesario para cada fase del proyecto. Al finalizar cada iteración se realizará una reunión con el tutor para verificar el estado del trabajo y planificar próximos pasos de los siguientes sprints.

Como modo de comunicación se utilizará Microsoft Teams para mantener reuniones con el tutor y nos permite crear un canal de comunicación a modo Sandbox en el que poder almacenar documentos de interés. De la misma manera se utilizará un canal a modo de Portfolio para tener un registro del progreso del trabajo realizado durante toda la evolución de este.

Planning

En este apartado se detallarán las carga de trabajos y las tareas a realizar del proyecto para los próximos meses. Para ello se tendrá en cuenta el calendario que disponemos para realizar el proyecto y los informes a realizar durante su transcurso.

Si dividimos todos los meses del calendario escolar para realizar el proyecto en semana, obtenemos un total de 22 semanas para trabajar en él.

Las semanas importantes que se tendrán en cuenta para añadir a la planificación por entregas de un informe o punto de control son las siguientes:

- Semana 4 (08/03 – 14/03) : Informe inicial
- Semana 10 (19/04 – 25/04) : Informe progreso 1
- Semana (24/05 – 30/05): Informe progreso 2
- Semana 18 (14/06 – 20/06): Propuesta informe final
- Semana 19 (21/06 – 27/06): Propuesta presentación final
- Semana 20 (28/06 – 04/07): Entrega informe final
- Semana 22 (12/07 – 18/07) : Defensa y presentación del proyecto

Según estas semanas y las entregas de control que se tienen que realizar, tenemos aproximadamente 13-14 semanas para trabajar en el core del proyecto, ya que las últimas 5 semanas están destinadas a pulir el informe final y preparar la presentación del proyecto y las primeras 5 semanas son para organizar y plantear el kickoff del proyecto.

Conociendo las semanas que tenemos para trabajar en el proyecto y las fechas de entrega de informes o puntos de control necesarios para realizar el proyecto, pasamos a detallar el las tareas de cada fase del proyecto.

Tareas del proyecto

El proyecto tiene tres fases muy diferenciadas que son inicio del proyecto, analizar pose estimation en el deporte, crear un dataset en un entorno real, detección de anomalías y cierre del proyecto. A continuación se describen las tareas que contiene cada fase del proyecto

- **Inicio del proyecto**
 - Primera reunión con el tutor
 - Concretar objetivos del proyecto
 - Recopilar información necesaria para el proyecto
 - Informe Inicial
- **Analizar pose estimation en el deporte**
 - Escoger 3 sistemas de pose estimation
 - Analizar sistema pose estimation 1
 - Analizar sistema pose estimation 2
 - Analizar sistema pose estimation 3
 - Comparar datos obtenidos
 - Informe interno con las conclusiones obtenidas
- **Crear un dataset en un entorno real**
 - Escoger sistema pose estimation mejor valorado
 - Reunión para organizar control presencial en el que recopilar datos (Opcional según medidas de seguridad del momento)
 - Entrega Informe 1
 - Realizar control presencial (Opcional según medidas de seguridad del momento)
 - Crear dataset
 - Analizar errores en el dataset para extraer datos no válidos
- **Detección de anomalías**
 - Desarrollo script para la detección de anomalías
 - Entrega Informe 2
 - Test script con datos reales
- **Cierre del proyecto**
 - Entrega del informe final
 - Finalizar y testear cualquier etapa anterior
 - Preparar defensa del proyecto
 - Crear presentación del proyecto
 - Entrega y finalización del TFG.

Tras la descomposición en tareas de las fases del proyecto, se planifican las tareas según el calendario escolar como se podrá ver en el siguiente apartado.

Diagrama de Gantt

A continuación en este apartado se muestra como se han planificado las fases del proyecto, teniendo en cuenta el volumen de tareas por fase y el calendario escolar. Para ello se muestra gráficamente el resultado de la planificación mediante un diagrama de Gantt.



Fuentes de Información

- [1] Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Geoffrey E. Hinton (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks [Online]. Disponible : <https://proceedings.neurips.cc/paper/2012/file/c399862d3b9d6b76c8436e924a68c45b-Paper.pdf>
- [2] Image-net [Online]. Disponible: <http://image-net.org>
- [3] AutoML translation [Online] Disponible: <https://cloud.google.com/translate>
- [4] Hou, Y., Yao, H., Li, H., & Sun, X. (2017). Dancing like a superstar: Action guidance based on pose estimation and conditional pose alignment. [Online] Disponible: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8296494>
- [5] Brad Porter (2020). Amazon introduces 'Distance Assistant' [Online]. Disponible: <https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-introduces-distance-assistant>
- [6] Sunny Katyara, Fanny Ficuciello, Tao Teng, Fei Chen, Bruno Siciliano, Darwin G. Caldwell (2021). Formulating Intuitive Stack-of-Tasks with Visuo-Tactile Perception for Collaborative Human-Robot Fine Manipulation [Online] Disponible: <https://arxiv.org/abs/2103.05676>
- [7] Leonardo Citraro, Pablo Márquez-Neila, Stefano Savaré, Vivek Jayaram, Charles Dubout, Félix Renaut, Andrés Hasfura, Horeh Ben Shitrit, and Pascal Fua (2020). Real-Time Camera Pose Estimation for Sports Fields [Online]. Disponible: <https://arxiv.org/pdf/2003.14109.pdf>
- [8] Deepl [Online]: <https://www.deepl.com>
- [9] MPII Human Pose Dataset [Online]. Disponible: <http://human-pose.mpi-inf.mpg.de>
- [10] Tesla, Autopilot and Full Self-Driving Capability [Online]. Disponible: <https://www.tesla.com/support/autopilot>
- [11] Fabian Herrera, Rodrigo Niño, Carlos Montenegro, Paulo Gaona (2019). FabRigo: Modelo informático para el monitoreo y control de rutinas de pausas activas en trabajadores de oficina por medio del modelo PoseNet [Online] Disponible: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/23001/HerreraRamirezFabianCamilo2019.pdf>