

Semana 1: Recolección, anotación, análisis y depuración de datos

1 Introducción

Los proyectos basados en inteligencia artificial y redes neuronales están a la orden del día, ya que esta tecnología permite resolver una amplia variedad de problemas: desde el reconocimiento de imágenes hasta la traducción automática de idiomas. A lo largo de este proyecto desarrollaremos una red neuronal para la detección de objetos en imágenes, más concretamente, **RoboMasters** adversarios (ver figura 1a).

Detrás de todo éxito en un proyecto de este tipo, se encuentra un pilar fundamental: la calidad de los datos utilizados. Esta calidad no solo se refiere a la cantidad de datos, sino también a su integridad, relevancia y representatividad. Esta práctica de laboratorio se centra en la obtención, anotación, análisis exploratorio y depuración de los datos:

- **Recolección:** Es a menudo el primer y más importante paso. Los datos actúan como el alimento de nuestras redes neuronales, y la calidad de los mismos determina, en gran medida, la capacidad de la red para generalizar y aprender patrones útiles.
- **Anotación:** Es otro aspecto crítico, ya que implica etiquetar o clasificar los datos para que la red pueda aprender de ellos. Una anotación incorrecta o incompleta puede llevar a resultados erróneos, por lo que dedicaremos tiempo a comprender la importancia de esta etapa y a aplicarla correctamente.
- **Análisis exploratorio:** Permite conocer mejor la naturaleza de los datos que estamos utilizando. Aquí, haremos uso de herramientas y técnicas para visualizar y resumir los datos, identificar posibles problemas y sesgos, y tomar decisiones informadas sobre cómo proceder.
- **Depuración:** Consiste en eliminar datos incorrectos, ruidosos o irrelevantes para evitar posibles efectos negativos en el rendimiento de nuestras redes.

2 Recolección de datos

Puesto que el objetivo final del proyecto es la detección de RoboMasters adversarios desde el propio RoboMaster, los datos que necesitaremos deberemos capturarlos también desde este. Para ello, primero necesitaremos conectarnos al RoboMaster desde un dispositivo móvil (Android o iOS). Los pasos para conectarnos a él son los siguientes:

1. Deberemos descargar la aplicación “*RoboMaster*” en nuestros dispositivos móviles. Esta aplicación está disponible en la App Store (iOS), o en este [enlace](#) (Android).
2. Una vez tengamos instalada la aplicación en nuestro dispositivo, el siguiente paso será conectarnos al RoboMaster. Para esto, deberemos encenderlo y asegurarnos de que la pestaña deslizante que se encuentra en su cabeza apunta al símbolo de un dispositivo móvil (como se muestra en la figura 1b).



(a) RoboMaster

(b) Módulo Wi-Fi

Figure 1: RoboMaster y su módulo Wi-Fi.

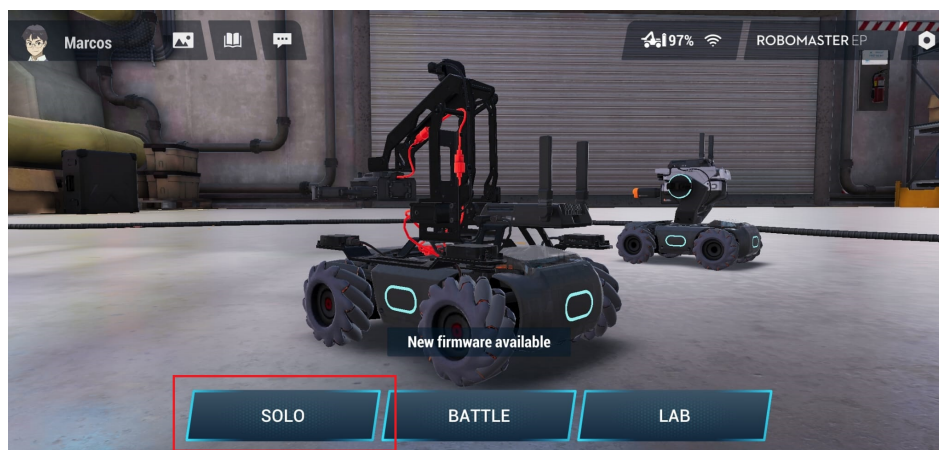
3. Desde el dispositivo móvil, deberemos conectarnos a la Wi-Fi que emite el RoboMaster. El nombre y contraseña de la Wi-Fi se encuentran en la parte superior de la cabeza del robot (figura 1b).
4. Una vez estemos conectados a la Wi-Fi del RoboMaster, podremos entrar en la aplicación desde el dispositivo móvil para controlarlo.

IMPORTANTE: La aplicación preguntará si queremos actualizar el firmware. Dadle a **NO**.

La estrategia de recolección de datos que seguiremos será la siguiente. Cada grupo se conectará a un RoboMaster e iniciará una captura de vídeo desde este. Durante la captura, los RoboMasters se desplazarán por el entorno, tratando de asegurarse siempre de que al menos un RoboMaster adversario aparezca en la escena. La captura de vídeo será posteriormente procesada para extraer una serie de imágenes de la secuencia, que serán etiquetadas en la fase de anotación.

Los pasos para iniciar una captura de vídeo se describen en la figura 2. Primero, nos conectaremos al RoboMaster pulsando el botón “Solo” (ver figura 2a). Una vez estemos en control del RoboMaster, pulsaremos el botón de captura de vídeo que se encuentra en la esquina inferior izquierda (ver figura 2b). Durante la captura de vídeo se deberán tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Iluminación de la escena.
- Oclusión de los RoboMaster.
- Contexto/Fondo del escenario de captura.
- Posición/Orientación de los RoboMasters.
- Etc.



(a) Menú de inicio



(b) Interfaz gráfica de un solo jugador

Figure 2: Menú de inicio e interfaz de un solo jugador del RoboMaster.

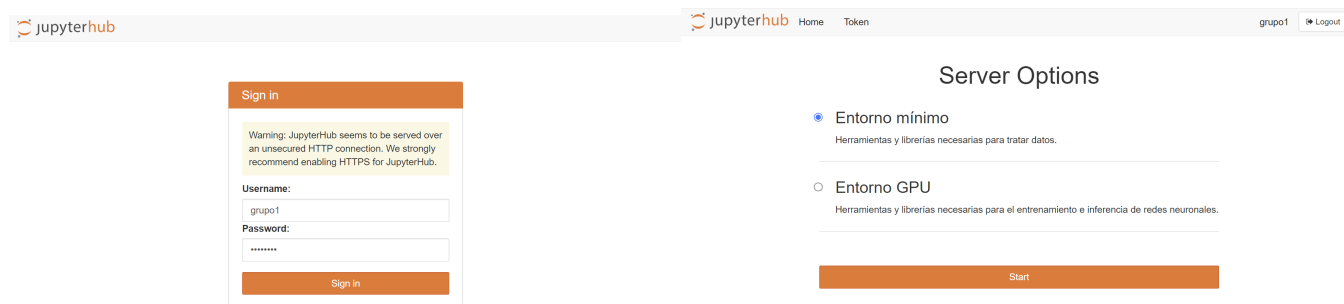
Para descargar los vídeos grabados, deberemos acceder a la galería desde el menú de inicio (figura 2a), pulsando sobre el icono que aparece en la esquina superior izquierda. Una vez en la galería, cuando seleccionemos cualquiera de los vídeos grabados, aparecerá en la esquina superior derecha un botón para descargarlo.

2.1 JupyterHub

Se ha habilitado una plataforma de JupyterHub para la realización de gran parte del proyecto, con la excepción de la herramienta de anotación de imágenes y del control mediante código del RoboMaster. Para acceder a la plataforma deberemos dirigirnos a <https://k8ssr.labdoc.ssr.upm.es:30000>, donde encontraremos la ventana de login (ver figura 3a). Introduciremos los siguientes datos de usuario y contraseña:

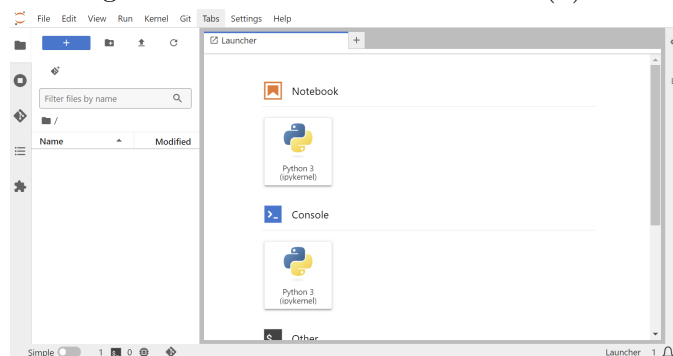
- **Username:** grupoX (donde X será el número del grupo).
- **Password:** pids2025

Tras autenticarnos, veremos una pantalla como la que muestra la figura 3b, donde seleccionaremos la opción Entorno con GPU. Una vez dentro, deberíamos poder ver la interfaz de JupyterHub, como se muestra en la figura 3c.



(a) Ventana de login

(b) Selección de perfil



(c) Interfaz de JupyterHub

Figure 3: Pantallas de acceso a la interfaz de JupyterHub.

Para facilitar la labor de los alumnos, se han poblado los perfiles con la estructura del proyecto. Encontraremos las carpetas *guides*, *notebooks* y *dataset*. Dentro de *guides* encontraremos los guiones de las prácticas. En *notebooks* encontraremos los notebooks que utilizaremos a lo largo de las tres semanas del proyecto. En *dataset* será donde almacenaremos los datos obtenidos en esta semana.

Esta semana seguiremos los notebooks que se encuentran dentro de *notebooks > week1*, comenzando por *vid_to_frames.ipynb*. Para ello, y antes de nada, deberemos subir los vídeos que grabamos previamente a la carpeta *dataset/*. Tras esto, ejecutaremos las celdas del notebook, prestando especial atención a la variable *FRAME_INTERVAL*, ya que de esta dependerá el número de imágenes que submuestreemos de cada vídeo. Considere la tasa de imágenes por segundo de los vídeos y el número de imágenes que se desean (en torno a 1,000) para decidir el valor de esta variable. El resultado de ejecutar este notebook será una nueva carpeta por cada vídeo que hubiese en la carpeta *dataset*. Estas nuevas carpetas contendrán los subdirectorios “images” y “labels”, que contendrán a su vez las imágenes extraídas de los vídeos al intervalo indicado, y las anotaciones de las bounding boxes que veremos a continuación en la sección 3.

Conviene recordar que la recolección de datos no solo implica obtener una gran cantidad de ellos, sino también garantizar que sean representativos de la problemática que se desea abordar. Si, por ejemplo, sólo tomamos imágenes en un escenario de interior, la red neuronal que entrenemos, probablemente no obtenga buenos resultados cuando se ejecute en el exterior. De igual manera, si en las imágenes que recolectamos no ocurre ninguna oclusión, la red que desarrollemos probablemente sea incapaz de detectar un robot cuando este se encuentre parcialmente ocluido.

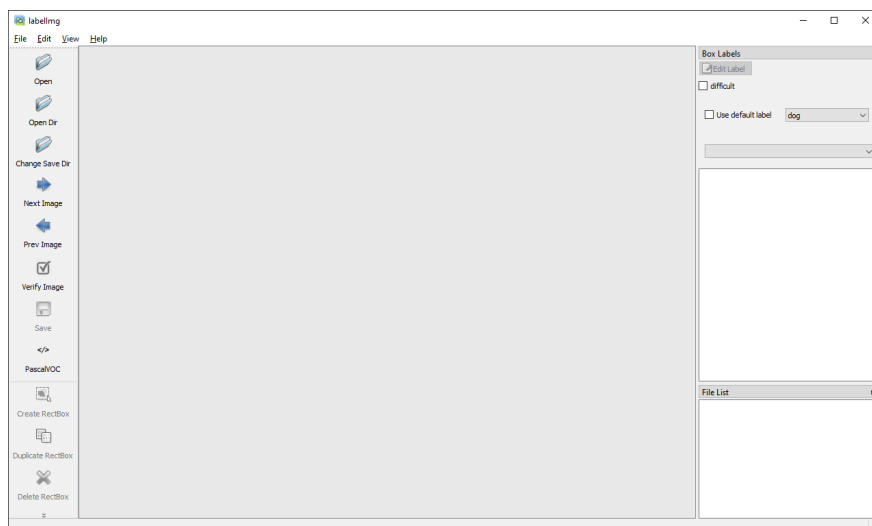


Figure 4: Interfaz gráfica de la herramienta de anotación *labelImg*.

3 Anotación de datos

La tarea de anotación de imágenes implica etiquetar, para cada imagen, los “bounding boxes” correspondientes a los objetos que se desean detectar. La red neuronal que desarrollemos aprenderá de las imágenes que hayamos capturado, junto con sus anotaciones correspondientes. Por tanto, es importante que las anotaciones sean, no solo precisas, si no también consistentes.

Para la anotación de bounding boxes, usaremos una herramienta popular, llamada “*labelImg*”. Esta herramienta proporciona una interfaz gráfica donde podremos dibujar los bounding boxes correspondientes a cada RoboMaster que aparezca en cada imagen.

Para arrancar la herramienta (ya instalada en los ordenadores del laboratorio), deberemos abrir una ventana de terminal y dirigirnos a la carpeta del proyecto “RoboMaster” mediante el siguiente comando:

```
cd /home/PIDS/RoboMaster
```

Una vez nos encontremos en el directorio indicado, debemos activar el entorno virtual de Python donde se encuentran los paquetes que necesita la herramienta para su correcto funcionamiento:

```
source venv/bin/activate
```

Con el entorno virtual ya activado, podremos arrancar la herramienta con el comando:

```
labelImg
```

La interfaz de la herramienta *labelImg* es bastante intuitiva, como se muestra en la figura 4. Para empezar a etiquetar imágenes, seleccionaremos “Open Dir” de la barra de herramientas situada a la izquierda, y seleccionaremos la carpeta donde se encuentren las imágenes que queramos etiquetar (en el laboratorio: `/mnt/nfs/kubernetes/claim-grupoXX/dataset/videoYY/images`). Después, seleccionaremos “Change Save Dir”, situado justo debajo en la barra de herramientas, y

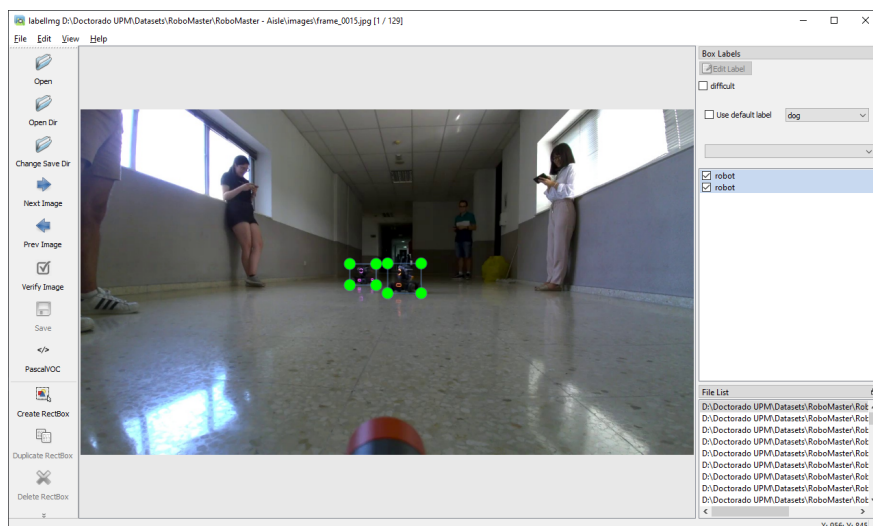


Figure 5: Ejemplo de anotación con la herramienta *labelImg*.

seleccionaremos la carpeta de “labels” asociada a la carpeta de imágenes previamente seleccionada, donde guardaremos los resultados de la anotación (en el laboratorio: `/mnt/nfs/kubernetes/claim-grupoXX/dataset/videoYY/labels`). Por último, haremos click en el botón “View” situado en la esquina superior izquierda, y seleccionaremos la opción “Single Class Mode”.

Con la herramienta *labelImg* ya preparada, nos aparecerá la primera imagen de la carpeta de imágenes en la pantalla. Seleccionamos “Create RectBox” (tecla de acceso rápido *w*) y aparecerán unas guías que nos ayudarán a dibujar el bounding box. Una vez dibujado el primer bounding box, nos pedirá que escribamos un nombre para darle a la clase, escribiremos “robot”. Después de haber dibujado el bounding box correspondiente a cada RoboMaster que aparezca en la imagen, le daremos a guardar (tecla de acceso rápido *s*), y pasaremos a la siguiente imagen (tecla de acceso rápido *d*). El resultado de este proceso deberá ser similar al que se muestra en la figura 5.

Recordad que la red neuronal usará las imágenes y las anotaciones de los bounding boxes para aprender. Es por eso que debemos dibujar los bounding boxes de la misma forma que en la que queramos que la red neuronal haga las detecciones. Si por ejemplo, anotamos los bounding boxes muy ceñidos al RoboMaster, la red neuronal hará predicciones también ciñéndose al RoboMaster. Si por el contrario anotamos bounding boxes de manera más laxa, las predicciones que haga la red neuronal también serán más laxas.

4 Análisis exploratorio de los datos (EDA)

El análisis exploratorio de datos (EDA) proporciona información valiosa para garantizar que el conjunto de datos esté listo para ser utilizado en el entrenamiento de la red neuronal. Además, ayuda a identificar problemas potenciales y a tomar decisiones informadas sobre la depuración y el equilibrio del conjunto de datos. Entre las técnicas más básicas se encuentra la visualización inicial de las imágenes: se muestra una selección de imágenes para examinar su calidad, variabilidad en el contenido y cualquier posible problema visual, como desenfoque o distorsiones. También es costumbre mostrar los bounding boxes: se visualizan las imágenes con los bounding boxes superpuestos a los robots para evaluar la precisión e idoneidad de las anotaciones. Esto puede ayudar a identificar si los bounding boxes están correctamente alineados con los robots.

El resumen de estadísticas básicas también es habitual: se calculan estadísticas básicas sobre el conjunto de datos, como el número total de imágenes, el tamaño promedio de las imágenes, la

distribución de tamaños de los bounding boxes, etc. También es habitual el análisis de la distribución de clases o escenarios: se examina la distribución de clases para evaluar si existe un equilibrio adecuado entre las imágenes que contienen robots y las que no, y de igual manera para la distribución de imágenes por escenarios. Un desequilibrio podría llevar a sesgos en el modelo de detección.

La figura 6 muestra algunos ejemplos. Aquí solo se han descrito algunas técnicas (ver notebook *eda.ipynb*), pudiendo los alumnos desarrollar el análisis aún más de cara al entregable de esta semana (ver sección 6).

5 Depuración de datos

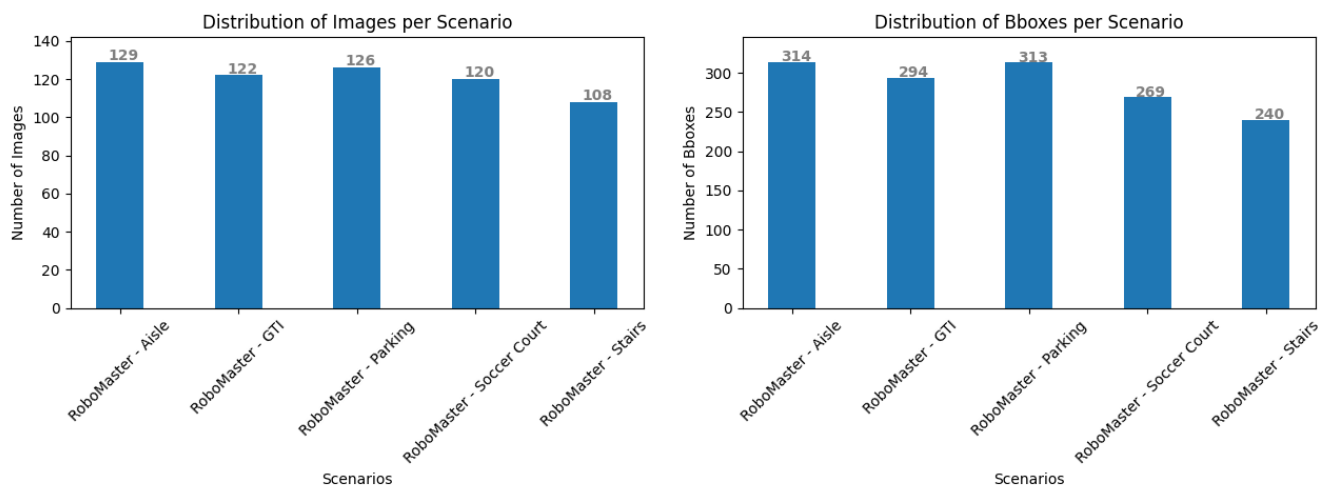
La etapa de depuración conlleva una revisión exhaustiva de los datos capturados y anotados con el objetivo de identificar y corregir posibles problemas o anomalías. Esto incluye la detección y eliminación de imágenes defectuosas, mal etiquetadas o que no aporten valor al conjunto de datos. Esto permite garantizar que el modelo de redes neuronales se entrene con datos de alta calidad y representativos de situaciones del mundo real. La presencia de datos erróneos o ruidosos puede afectar significativamente al rendimiento y precisión del modelo final.

Durante este proceso, se buscan posibles problemas, como imágenes con etiquetas incorrectas, borrosas o de baja resolución, o aquellas en las que los RoboMasters no son claramente visibles pero están anotados. La depuración también puede implicar la identificación y corrección de datos sesgados o situaciones poco representativas que podrían influir en el aprendizaje de la red neuronal.

6 Objetivos

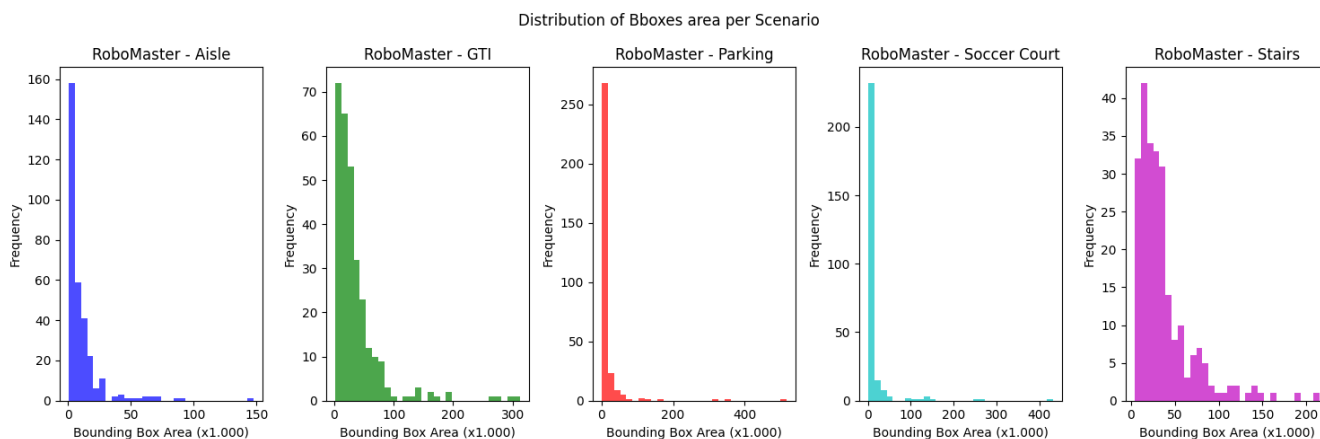
Los estudiantes desarrollarán un proceso integral de recolección, anotación, análisis y depuración de datos para la detección de RoboMasters utilizando redes neuronales. El objetivo es que los alumnos comprendan y experimenten las etapas fundamentales del ciclo de vida de un proyecto basado en inteligencia artificial. Los principales hitos a conseguir son:

- Captura de datos de, al menos, 1,000 imágenes por grupo utilizando el RoboMaster.
- Anotación precisa de los objetos de interés en las imágenes capturadas.
- Realización de un análisis exploratorio de los datos para identificar patrones y posibles problemas. Incluya técnicas adicionales de análisis exploratorio de datos y justifique su uso.
- Generación de datos adicionales aplicando técnicas de "data augmentation" (ver notebook *data_augmentation.ipynb*). Asegúrese de entender qué técnicas se aplican y por qué se aplican unas y no otras. Incluya técnicas adicionales de data augmentation (ver https://albumentations.ai/docs/getting_started/transforms_and_targets/) y justifique su uso.
- Depuración de los datos eliminando imágenes irrelevantes o con etiquetas incorrectas.
- Presentación de un informe que contenga las observaciones y conclusiones extraídas. Este informe será incremental (se irá expandiendo a lo largo del proyecto). Se requiere incluir una introducción al problema a resolver, una explicación de la recolección de datos, un informe sobre el análisis exploratorio y el proceso de data augmentation y unos comentarios acerca de la depuración de datos. Se valorará la limpieza y presentación del documento.

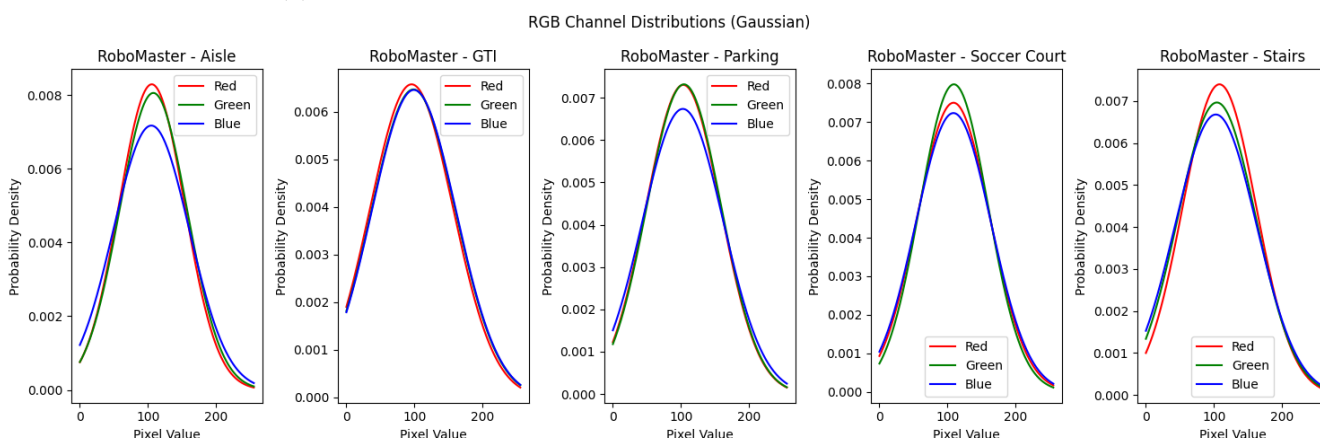


(a) Distribución de imágenes por secuencia

(b) Distribución de bounding boxes por secuencia



(c) Distribución del area de los bounding boxes por secuencia



(d) Distribución de canales RGB por secuencia

Figure 6: Algunos ejemplos de los análisis exploratorios de los datos llevados a cabo para este proyecto por parte de los profesores.