

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES MONTERREY



Proyecto Integrador

Revisión de actividades proyecto de úlceras corneales

Semana del 6 al 13 de octubre

Integrantes:

Erick Alexei Cambray Servin	A01794243
Zmaltzin Paola Godínez Juárez	A01794538
Walter André Hauri Rosales	A01794237

Introducción

En el desarrollo de tareas se inició la creación de la base de datos con las imágenes propietarias del Instituto Mexicano de Oftalmología, de las cuales se recibieron alrededor de 7000 imágenes mostrando diferentes problemáticas médicas, además de úlceras corneales. La base de datos contempla imágenes capturadas desde enero de 2017 a junio de 2024, con diferente calidad, iluminación, definición y grado de la afectación.

Desarrollo del proceso

Con el acceso a la base de datos global del IMO se dio inicio a una primera selección de imágenes. Estas imágenes permitirán verificar la viabilidad de la primera fase de segmentación, orientada a la detección de la córnea. Para garantizar que las imágenes seleccionadas cumplieran con los requisitos necesarios para obtener resultados precisos y clínicamente útiles se establecieron los siguientes criterios de limpieza para identificar las imágenes más adecuadas para el estudio:

- La imagen debe visualizar al menos el 70% de la córnea. Esto significa que las imágenes en las que el párpado cubre la mayor parte del ojo no serán consideradas, ya que no ofrecen la visibilidad necesaria para una segmentación precisa.
- La fotografía capture la sección completa del ojo. Estas condiciones garantizan que se cuente con una visión integral de la región de interés.
- La imagen se tomó con fluorescencia en el ojo y se capturó bajo luz azul. La fluoresceína es un colorante que resalta estructuras y lesiones oculares al iluminarse con luz azul, facilitando la identificación de cuerpos extraños, abrasiones, úlceras y otras irregularidades en la superficie ocular. Esta característica es esencial para el proceso de segmentación, ya que proporciona un mayor contraste en las imágenes, lo que, a su vez, mejora la precisión en la identificación de las zonas de interés.
- La iluminación de la imagen permite distinguir entre los diferentes sectores del ojo.

Cabe destacar que dichas imágenes son provenientes del banco con el que cuenta el IMO desde el 2017 y hasta la fecha desde el funcionamiento de su primer equipo para captura de fotografías en lámpara de hendidura. Por tanto, en este conjunto de datos existen tanto

imágenes duplicadas, como aquellas que no tienen un aporte completo del fenómeno, las que presentan baja definición o “borrosas”. De forma similar, en este conjunto de datos existen fotografía con el filtro azul, y el uso de la fluoresceína; así como aquellas que no cuentan con el uso de esta técnica, las cuales serán ignoradas para propósitos de este estudio, debido a que la mejor definición es sobre aquellas con el marcador de color por el fármaco. Se muestran a continuación algunas imágenes que están incluidas en el conjunto de datos.



Figura 1. a) Imagen de cámara de hendidura tomada con filtro azul, y posterior al tratamiento con fluoresceína. b) Imagen de la misma úlcera corneal que en a), pero sin el uso del filtro azul. c) Ejemplo de una imagen de “mala calidad” considerando que la visibilidad de la córnea es menor al 70% y la presencia o ausencia de úlcera corneal no es visible con ella. Por tanto, se considera una imagen descartada del conjunto de datos.

En esta etapa inicial de selección, no se considera, ni la densidad de píxeles ni el tamaño de la imagen. Aunque estos factores serán relevantes en etapas posteriores del proyecto, en este momento el enfoque está en asegurar que las imágenes cumplan con los criterios visuales y clínicos mínimos necesarios. Posteriormente, se evaluarán aspectos técnicos como la resolución de la imagen.

Hasta el momento se seleccionaron e incorporaron a la base de datos 259 imágenes que se evaluarán de nuevo en una segunda revisión. En paralelo a la selección de las imágenes personal especializado trabajará en la creación de las etiquetas (labels) que serán utilizadas para el proceso de entrenamiento del algoritmo. Las máscaras que se generarán en la primera fase de segmentación son la base para detectar las úlceras dentro del área detectado como córnea.

Conclusiones

Esta semana ha presentado un avance significativo en el proyecto con el acceso a las imágenes médicas. A través de la aplicación de criterios de limpieza y selección, se está preparando una base de datos que será de utilidad no solo para nuestro proyecto, también para proyectos futuros. Los siguientes pasos contemplan continuar con la selección de imágenes, llevar a cabo la asignación de etiquetas por parte de personal especializado y las pruebas iniciales de la segmentación de la córnea utilizando un código de open source.

Plan de trabajo propuesto

Duración Total: 4 semanas

Objetivo General: Realizar pruebas de un modelo de segmentación previamente entrenado utilizando un nuevo conjunto de datos. Las actividades incluyen el retraining del modelo, la pre-segmentación de las imágenes, el uso de algoritmos de apoyo, la evaluación de métricas de desempeño, y la toma de decisiones sobre entrenar nuevos modelos o probar con otros pre-entrenados.

Semana 1: Preparación del Entorno y Pre-procesamiento de Datos

1. Recopilación y organización del nuevo conjunto de datos (imágenes)

Actividades:

- i. Recopilar el nuevo conjunto de imágenes a utilizar.
- ii. Verificar la calidad de las imágenes y estandarizar su formato (resolución, tamaño, tipo de archivo).

Resultado esperado: Nuevo dataset organizado y listo para pre-procesamiento.

2. Preparación del dataset (pre-segmentación)

Actividades:

- i. Generar las máscaras iniciales de las imágenes (masks) utilizando herramientas de segmentación automática como **K-means** o **Segment Anything**.
- ii. Revisar y ajustar manualmente las máscaras generadas para mejorar la calidad de las segmentaciones preliminares.

Resultado esperado: Imágenes pre-segmentadas con máscaras preparadas.

Semana 2: Entrenamiento del Modelo y Pre-procesamiento

1. Retraining del modelo de segmentación

Actividades:

- i. Utilizar el modelo pre-entrenado anterior y realizar el entrenamiento adicional utilizando el nuevo conjunto de datos y máscaras generadas en la semana 1.
- ii. Guardar y documentar el archivo del modelo actualizado con el nuevo entrenamiento.

Resultado esperado: Archivo del modelo entrenado disponible para pruebas.

2. Uso de algoritmos de apoyo para la segmentación

Actividades:

- i. Probar con algoritmos de segmentación automáticos adicionales como **K-means** y **Segment Anything** en diferentes subconjuntos de datos para generar máscaras alternativas y comparar resultados.

Resultado esperado: Comparativa de resultados entre los diferentes algoritmos de apoyo, identificación de los mejores para cada tipo de imagen.

Semana 3: Pruebas del Modelo y Evaluación de Métricas

1. Pruebas con el modelo de segmentación

a. Actividades:

- i. Aplicar el modelo retrained sobre el nuevo conjunto de imágenes para generar las segmentaciones automáticas.
- ii. Medir el desempeño del modelo mediante métricas de evaluación como **IoU (Intersection over Union)**, **Accuracy**, **Precision**, **Recall**, etc.

Resultado esperado: Resultados de las pruebas con métricas de segmentación bien documentadas.

2. Validación de calidad y análisis de resultados

Actividades:

- i. Evaluar la calidad de las segmentaciones obtenidas y comparar con las máscaras generadas durante la etapa de pre-segmentación.
- ii. Definir si el modelo cumple con los criterios de calidad establecidos o si es necesario mejorarlo.

Resultado esperado: Informe detallado con el análisis de los resultados y conclusiones sobre el desempeño del modelo.

Semana 4: Ajustes Finales y Decisiones sobre Nuevos Modelos

1. Toma de decisiones: entrenar un nuevo modelo o utilizar modelos pre-entrenados

Actividades:

- i. Analizar los resultados obtenidos con el modelo retrained.
- ii. Si el desempeño es insuficiente, probar otros modelos pre-entrenados o decidir entrenar un nuevo modelo desde cero.
- iii. Evaluar el uso de transfer learning con otros modelos disponibles.

Resultado esperado: Decisión informada sobre continuar con el modelo actual, probar nuevos pre-entrenados o entrenar desde cero.

2. Retraining (opcional)

Actividades (en caso de ser necesario):

- i. Si se decide entrenar un nuevo modelo, realizar el entrenamiento completo utilizando el nuevo dataset.
- ii. Si se decide probar otro modelo pre-entrenado, aplicar el mismo flujo de pruebas y validaciones de la semana 3.

Resultado esperado: Nuevo modelo entrenado o validación de otro pre-entrenado con resultados mejorados.

b. Entrega de Resultados y Documentación Final

Actividades:

- i. Preparar y entregar un informe final detallando las pruebas, las métricas obtenidas, las decisiones tomadas y las recomendaciones futuras.

Resultado esperado: Informe final y modelo listo para ser usado o ajustado en futuros proyectos.