

Laboratorio Detección de Movimiento y Seguimiento de Objetos

Visión por Ordenador I
Ingeniería Matemática

Laboratorio

Detección de Movimiento y Seguimiento de Objetos

Profesor:

| | |
|--------------------|----------------------------|
| Erik Velasco | Email |
| Lionel Güitta | evelasco@icai.comillas.edu |
| Daniel Pinilla | lglopez@icai.comillas.edu |
| Luis Arias | dpinilla@icai.comillas.edu |
| Rodrigo Sánchez | learias@icai.comillas.edu |
| Ignacio de Rodrigo | rsmolina@icai.comillas.edu |
| | iderodrigo@comillas.edu |

Cover:

Tiny satellites, also known as CubeSats, are pictured after being deployed into Earth orbit from a small satellite orbital deployer on the outside of the International Space Station's Kibo laboratory module. Image Credit: NASA/Tracy Dyson

Contents

| | |
|--|----------|
| 1 Sesión 4: Detección de Movimiento y Seguimiento de Objetos | 1 |
| 1.1 Materiales | 1 |
| 1.2 Apartados de la práctica | 1 |
| 1.3 Observaciones | 1 |
| 1.4 Qué va a aprender | 1 |
| 1.5 Evaluación | 2 |
| 2 Apartado A: Sustracción de Fondo | 3 |
| Tarea A.1: Carga de vídeo | 3 |
| Tarea A.2: Sustracción de fondo mediante diferencia de frames | 3 |
| Tarea A.3: Configuración de la Sustracción de Fondo con GMM | 3 |
| Tarea A.4: Aplicación de la Sustracción de Fondo | 4 |
| Preguntas | 4 |
| 3 Apartado B: Flujo Óptico | 5 |
| Tarea B.1: Configuración del Flujo Óptico | 5 |
| Tarea B.2: Detección de Puntos de Interés | 5 |
| Tarea B.3: Cálculo y Visualización del Flujo Óptico | 5 |
| Preguntas | 6 |
| 4 Apartado C: Filtro de Kalman para Seguimiento de Objetos | 7 |
| Tarea C.1: Configuración del Filtro de Kalman | 7 |
| Tarea C.2: Predicción y Corrección del Estado | 7 |
| Preguntas | 8 |
| 5 Ejercicio Adicional: Exploración del Modelo de Mezcla de Gaussianas (GMM) | 9 |
| Preguntas | 9 |

Sesión 4: Detección de Movimiento y Seguimiento de Objetos

1.1. Materiales

En esta práctica se trabajará con los siguientes recursos (puede encontrarlos en la sección de Moodle *Laboratorio/Sesión 4*):

- **lab4.ipynb**: notebook con el código que deberá desarrollar.
- **data**: carpeta con vídeos para trabajar durante la práctica.

1.2. Apartados de la práctica

La Sesión 4 del laboratorio está dividida en los siguientes apartados:

- Librerías: Importación de las librerías que se utilizan en la sesión. Se recomienda realizar la importación en una celda inicial para mantener la organización del Notebook.
- Apartado A: Sustracción de fondo.
- Apartado B: Flujo Óptico.
- Apartado D: Filtro de Kalman para Seguimiento de Objetos.
- Apartado D: Ejercicio Adicional.

1.3. Observaciones

Aunque el guion de la práctica y los comentarios en Markdown del Notebook estén escritos en español, observe que todo aquello que aparece en las celdas de código está escrito en inglés. Es una buena práctica que todo su código esté escrito en inglés.

Aquellas partes del código que deberá completar están marcadas con la etiqueta **TODO**.

Es muy importante que trabaje consultando la documentación de OpenCV¹ para familiarizarse de cara al examen. Tenga en cuenta que en los exámenes no podrá utilizar herramientas de ayuda como Copilot.

1.4. Qué va a aprender

Al finalizar esta práctica, aprenderá a implementar algoritmos de detección de movimiento mediante sustracción de fondo y flujo óptico, y explorará el filtro de Kalman para el seguimiento de objetos.

¹Documentación de OpenCV: <https://docs.opencv.org/4.x/index.html>

1.5. Evaluación

La nota que obtenga en esta sesión de laboratorio será la misma que obtenga su pareja. Los apartados de la práctica serán evaluados como refleja la Tabla 1.1.

| Tarea | Valor | Resultado |
|--------------|-------------|-----------|
| Pregunta A.1 | 1.5 | |
| Pregunta A.2 | 2.0 | |
| Pregunta B.1 | 1.5 | |
| Pregunta B.2 | 2.0 | |
| Pregunta C.1 | 1.5 | |
| Pregunta C.2 | 1.5 | |
| Pregunta D.1 | 1.0 | |
| Pregunta D.2 | 1.0 | |
| Total | 12.0 | |

Table 1.1: Valoración de los apartados de la práctica.

2

Apartado A: **Sustracción de Fondo**

Tarea A.1: Carga de vídeo

Cargue el vídeo 'visiontraffic.avi' en el cual se detectarán objetos en movimiento. Para ello, complete el método `read_video` que podrá reutilizar en el resto de tareas. Utilizará la clase `VideoCapture`¹ y sus métodos para gestionar la lectura del vídeo. Para obtener el ancho y alto de los fotogramas (y las FPS del vídeo), utilice la documentación de OpenCV².

Tarea A.2: Sustracción de fondo mediante diferencia de frames

Realice una sustracción de fondo mediante diferencia de frames, para ello guarde un frame con el fondo estático y úselo como frame de referencia de fondo.

En primer lugar vamos a iterar sobre la lista de frames para mostrar por pantalla frame a frame e iremos avanzando pulsando la tecla *n*, para seleccionar el frame de referencia deberá pulsar la tecla *s*.

Posteriormente se realizará la diferencia de frames entre el frame referencia y el frame actual.

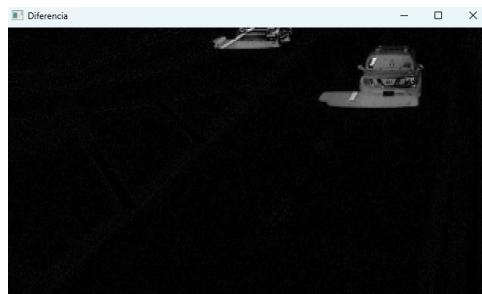


Figure 2.1: Ejemplo de resultado con diferencia de frames.

Tarea A.3: Configuración de la Sustracción de Fondo con GMM

Configure el sustractor de fondo usando el modelo de mezcla de gaussianas adaptativas (MOG2). Para ello, usaremos `cv2.createBackgroundSubtractorMOG2`³

¹Documentación de la clase `VideoCapture` en OpenCV:
https://docs.opencv.org/4.x/d8/dfe/classcv_1_1VideoCapture.html

²Documentación de los argumentos `VideoCaptureProperties` en OpenCV:
https://docs.opencv.org/4.x/d4/d15/group__videoio__flags__base.html#gaeb8dd9c89c10a5c63c139bf7c4f5704d

³Documentación del método `MOG2` en OpenCV:
https://docs.opencv.org/4.8.0/d7/d7b/classcv_1_1BackgroundSubtractorMOG2.html

Tarea A.4: Aplicación de la Sustracción de Fondo

Aplique la sustracción de fondo en cada frame para extraer los objetos en movimiento.

Visualice el resultado de la detección de movimiento y guarde el vídeo con las imágenes binarias resultantes en la carpeta `data/results`. Utilice el método `cv2.VideoWriter`⁴



Figure 2.2: Ejemplo de resultado usando MOG2.

Preguntas

Pregunta A.1

¿Cómo afecta la variable `varThreshold` a la precisión de la detección?

Pregunta A.2

¿Qué ventajas presenta `createBackgroundSubtractorMOG2` frente a métodos simples de diferencia de imágenes?

⁴Documentación del método `VideoWriter` en OpenCV:
https://docs.opencv.org/4.8.0/dd/d9e/classcv_1_1VideoWriter.html

3

Apartado B: Flujo Óptico

Tarea B.1: Configuración del Flujo Óptico

Para esta tarea vamos a utilizar el video 'slow_traffic_small.mp4'. Para cargarlo utilice el método que se ha desarrollado anteriormente. Implemente el flujo óptico de Lucas-Kanade, útil para detectar el movimiento pixel a pixel. Para ello vamos a comenzar por definir los parámetros necesarios para utilizar el método `cv2.calcOpticalFlowPyrLK`¹

Tarea B.2: Detección de Puntos de Interés

Configure los párametros para obtener los puntos de interés iniciales en el primer frame con el método de `cv2.goodFeaturesToTrack`².

Tarea B.3: Cálculo y Visualización del Flujo Óptico

Calcule el flujo óptico con el método de Lucas-Kanade aplicando `cv2.calcOpticalFlowPyrLK` y visualice el movimiento de cada punto de interés en los siguientes frames.



Figure 3.1: Ejemplo de resultado de obtener el flujo óptico con el metodo de Lucas-Kanade.

¹ Documentación del método Optical Flow Lucas-Kanade en OpenCV:
https://docs.opencv.org/4.8.0/dc/d6b/group_video_track.html#ga473e4b886d0bcc6b65831eb88ed93323

² Documentación del método Shi-Tomasi en OpenCV:
https://docs.opencv.org/4.8.0/dd/d1a/group_imgproc_feature.html#ga1d6bb77486c8f92d79c8793ad995d541

Preguntas

Pregunta B.1

¿Qué efecto tiene el parámetro `winSize` en la precisión del flujo óptico?

Pregunta B.2

¿Cómo influye el parámetro `qualityLevel` en la función `cv2.goodFeaturesToTrack` al detectar puntos de interés?

4

Apartado C: **Filtro de Kalman para Seguimiento de Objetos**

Tarea C.1: Configuración del Filtro de Kalman

Para esta tarea vamos a utilizar el video 'slow_traffic_small.mp4'. Para cargarlo utilice el método que se ha desarrollado anteriormente. Inicialice el filtro de Kalman, para ello haga uso del método cv2.KalmanFilter¹ de Opencv, con una matriz de medición y transición adecuada para un seguimiento en dos dimensiones.

Complete el código del bucle que nos permitirá seleccionar el objeto (cv2.selectROI)² que vamos a seguir. Convierta la región de interés de la imagen a HSV y calcule el histograma cv2.calcHist³ con para el canal con la información de tono (*Hue*).



Figure 4.1: Ejemplo de ROI.

Tarea C.2: Predicción y Corrección del Estado

Realice la predicción del estado y corrija la posición estimada en cada iteración.

¹Documentación del método KalmanFilter en OpenCV:
https://docs.opencv.org/4.8.0/dd/d6a/classcv_1_1KalmanFilter.html

²Documentación del método para seleccionar la ROI en OpenCV:
https://docs.opencv.org/4.8.0/d7/dfc/group__highgui.html#gaabb58bae304674b429d9102a7155a86e

³Documentación del método para calculo de histograma en OpenCV:
https://docs.opencv.org/4.8.0/d6/dc7/group__imgproc__hist.html#ga4b2b5fd75503ff9e6844cc4dcdaed35d

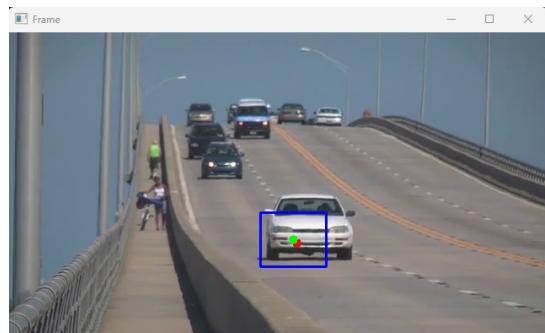


Figure 4.2: Ejemplo de seguimiento con filtro de Kalman.

Preguntas

Pregunta C.1

¿Cómo afecta el valor de `transitionMatrix` a la predicción en el filtro de Kalman?

Pregunta C.2

¿Cuál es la diferencia entre `measurementMatrix` y `transitionMatrix` en el contexto del seguimiento de objetos?

5

Ejercicio Adicional: Exploración del Modelo de Mezcla de Gaussianas (GMM)

Esta sección es completamente voluntaria y puede realizarla para mejorar su puntuación en la práctica.

Objetivo

Investigue cómo funciona el modelo de mezcla de gaussianas (GMM) para mejorar la detección en condiciones de iluminación cambiantes.

1. **Implementación del GMM:** Utilice `cv2.createBackgroundSubtractorMOG()` y ajuste el parámetro `history` para observar cómo cambia la detección en función de la duración de la memoria del fondo.
2. **Comparación con MOG2:** Observe las diferencias en la sensibilidad a las sombras y los cambios de iluminación. Pruebe con vídeos que incluyan cambios graduales de iluminación y objetos que se detienen temporalmente.

Preguntas

Pregunta D.1

¿Qué ventajas observa en `createBackgroundSubtractorMOG` en comparación con `createBackgroundSubtractorMOG2`?

Pregunta D.2

¿Cómo afecta el parámetro `history` al rendimiento de detección en escenas con objetos que aparecen y desaparecen?

Al finalizar este ejercicio, agregue las observaciones y las imágenes generadas en el informe final de la práctica para una evaluación completa de los resultados.