

# Proyecto de Visión para Robots (TC-3050)

Dr. José Luis Gordillo

## Técnicas de Visión Computacional y de Planeación de Caminos

Marzo del 2020

### I. Especificación General

**1. Objetivos.** El alumno desarrollará técnicas de Visión Computacional y Planificación de Caminos, como mecanismos para brindar autonomía a un robot. Se espera que las técnicas desarrolladas sean enseguida aplicadas sobre el ejercicio que se realizará en el curso: Proyecto de Visión para Robots. Las prácticas se desarrollarán en equipo, utilizando la cámara de una computadora, luego se acoplará al *robot* experimental.

Se partirá de un método de captura de imágenes en color, las cuales serán procesadas para obtener la imagen en niveles de gris, que después será *binarizada*. En estas imágenes se reconocerán los objetos presentes, mediante técnicas de segmentación de imágenes binarias y reconocimiento de patrones. Enseguida, se agregarán los conceptos de planeación y seguimiento de caminos, sobre espacios equivalentes a las imágenes.

**2. Descripción del Proyecto.** Se desarrollará un módulo para el reconocimiento de objetos en imágenes, sobre el cual se incluirán elementos para la planeación de caminos. Al final se obtendrá un sistema para la planeación y seguimientos de caminos, donde se reconocerá visualmente elementos del ambiente, para enseguida realizar el seguimiento de un camino, para alcanzar su objetivo.

Los elementos de este sistema, según serán desarrollados, son:

1. Adquisición de imágenes en color y procesamiento básico para su transformación: Blanco/Negro, Binaria.
  - a. Captura de la imagen en color.
  - b. Conversión en imagen de gris (B/N).
  - c. Obtención de los Histogramas en color, en función del cual se determinará el valor de umbral, con el cual se procederá a la binarización.
2. Proceso la imagen para reconocer los objetos de interés (objetos diversos, incluyendo el robot).
  - a. Binarización
  - b. Segmentación
  - c. Caracterización
  - d. Correspondencia por clasificación
3. Utilizando una imagen auxiliar, se capturarán los obstáculos:
  - a. Captura manual de los obstáculos, o
  - b. Procesamiento automático de los obstáculos
4. Adquisición de las características del robot (circular inicialmente), para expandir los obstáculos en función del robot

5. Lectura de las coordenadas del inicio, proporcionadas manualmente o adquiridas mediante el reconocedor, y la meta, obtenida con el ratón. Para obtener un camino se utilizará alguna de las técnicas vistas en el curso:
  - a. Expansión de niveles (gota de aceite), o
  - b. Cualquier PRM
6. Seguimiento simulado o real del camino generado.

**3. Condiciones de realización.** El equipo de alumnos reportará, por escrito, el procedimiento experimental realizado, describiendo el contenido global de la práctica y los procesos experimentales. Además, cada equipo presentará su sistema funcionando, con una demostración de operación en el Laboratorio de Robótica.

**4. Primera Etapa – Práctica 1:** Procesamiento del Color, Jueves 12 de Marzo (5ª Semana). Los equipos reportarán la realización de las siguientes rutinas: captura de la imagen y procesamiento, mediante la creación del espacio de trabajo “image”, utilizando la **Clase Mat** de OpenCV en C++. Se creará enseguida el espacio de trabajo sobre la imagen, a través de la interfaz de visualización y gráfica. Además, se reportará la captura de puntos con el ratón, así como el dibujo de líneas de colores sobre dicha interfaz gráfica. Sobre imágenes diversas, los alumnos reportarán la generación de los histogramas sobre cada uno de los primarios de color ( $R, G, B$ ). Gracias a esta herramienta, se podrá determinar el comportamiento de los componentes de color sobre objetos específicos. A partir de este análisis, se determinarán los umbrales mínimos y máximos sobre los tres primarios de color, para filtrar la imagen aplicando tales umbrales. Finalmente, los alumnos obtendrán imágenes donde sólo aparecerá el objeto de interés, mientras que el resto de la imagen será eliminado, llevándolo a un valor predefinido. Los alumnos desarrollarán transformaciones sobre el espacio de color, ( $Y, I, Q$ , luego  $H, S, L$  o equivalente), permitiendo visualizar los planos de color, con la información obtenida. Se presentará un análisis comparativo sobre los modelos de color que permitan el mejor modelo para subsecuente uso.

**6. Segunda Etapa – Práctica 2:** Reconocimiento de Objetos y operación del *robot* experimental, Jueves 14 de Mayo (13ª Semana). Los alumnos presentarán un sistema completo de reconocimiento de objeto, dentro de imágenes tomadas en tiempo real. A partir de imágenes con valores binarios, los alumnos procederán a segmentar estas imágenes, en regiones. La segmentación agrupa los píxeles, pertenecientes a una misma clase y que se conecten mutuamente, formando regiones. Así mismo, cada región será caracterizada por un conjunto de parámetros que describen el comportamiento de dichos píxeles dentro de la región. Entre los parámetros a ilustrar sobresalen la posición y la orientación de cada región. Se reportará tanto la imagen del etiquetado, con cada región de diferente color, así como la tabla descriptiva de las regiones segmentadas. Enseguida, las regiones así obtenidas, y representadas en la tabla descriptiva, serán comparadas contra los modelos de objetos aprendidos previamente. Como resultado se determinará si cada región corresponde a un objeto conocido, de cual se trata y donde se encuentra, según los parámetros ( $x, y, \theta$ ). Este proceso corresponde al reconocimiento de objetos. Todos los resultados serán ilustrados sobre planos gráficos sobre la imagen. Además, al final se trabajará en tiempo real, con una cámara conectada a la computadora para guiar la operación del *robot* experimental.

**7. Tercera y última etapa - Proyecto Final:** Jueves 4 de Junio. Tomando el programa computacional para el Procesamiento de Imágenes y el Reconocimiento de Objetos, implementado en las etapas previas, se desarrollará un módulo para la Planeación y el Seguimiento de Trayectorias, conteniendo los elementos siguientes:

1. Adquisición de una imagen binaria, con obstáculos
  - a. Capturar los obstáculos, o
  - b. Procesar los obstáculos
2. Adquirir las características del robot (circular)
3. Expandir los obstáculos en función del robot
4. Obtener las coordenadas del inicio y la meta
5. Obtener una trayectoria
  - a. Expansión de niveles (gota de aceite).
  - b. Partición de celdas
  - c. Cualquier PRM, o
6. Realizar el seguimiento del camino, mediante la operación del *robot* experimental.

## II. Reporte Técnico a entregar en las revisiones

La Revisión de cada ejercicio se realiza con base en un Reporte Técnico que consta de los siguientes elementos:

1. Portada, conteniendo los datos del Proyecto y de sus integrantes.
2. Introducción, compuesta de una explicación breve del ejercicio, en cuanto a su objetivo con los siguientes elementos:
  - a. Antecedentes del Proyecto y contexto de aplicación.
  - b. Problema a resolver.
  - c. Objetivos, que contiene el propósito general, así como los objetivos específicos.
  - d. Metodología, con la descripción del desarrollo emprendido en la etapa de avance reportada.
  - e. Composición del Reporte, en términos de las secciones que lo integran.
3. Desarrollo Técnico, que describe la técnica o el programa empleados, en su planteamiento y sus procedimientos principales. Esta descripción deberá ser corta y precisa, acompañada con explicaciones del método empleado. En caso de código, se emplea pseudo-código o segmentos de código documentados. Se pueden utilizar varias secciones para describir el Desarrollo Técnico.
4. Desarrollo Experimental, donde aparecen todos los elementos visuales, incluyendo las imágenes, gráficos y texto que ilustran las etapas del ejercicio en su componente experimental. Se incluyen medidas de desempeño para valorar la eficiencia de las técnicas empleadas.
5. Conclusiones, que incluye la evaluación cualitativa de la etapa desarrollada, manifestando brevemente las bondades y las deficiencias de los métodos empleados, y de la implementación. Se analizará la participación de cada miembro del equipo.
6. Referencias

La especificación para el Reporte Técnico de la plataforma BlackBoard, así como en Internet; en Universidad de Colorado, por ejemplo:  
<http://writing.colostate.edu/guides/guide.cfm?guideid=88>:

### **Entrega final: Jueves 4 de Junio.**

Dr. José Luis Gordillo, Líder del Grupo de Investigación en Robótica . GIEE-Robótica.  
Escuela de Ingeniería y Ciencias - EIC  
CETEC Torre Sur, 5° piso, Ext. 5140. E-mail: [JLGordillo@Tec.mx](mailto:JLGordillo@Tec.mx)