

# Navegación de robots.

## Introducción.

La robótica es un área de conocimiento que ha avanzado significativamente en los últimos años. Así pues, resulta importante conocer estos avances con el fin de contar con aplicaciones adecuadas en mecatrónica. En este curso, se revisarán algunas técnicas avanzadas para la resolución de problemas en la navegación de robots móviles.

## Objetivo general.

El estudiante analizará y comprenderá diferentes técnicas avanzadas para el desarrollo de sistemas de navegación de robots, así como la programación de estas técnicas mediante algoritmos adecuados.

## Objetivos específicos.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Aplicar diferentes técnicas de planificación de caminos.
- Describir el problema de la localización y construcción simultánea de mapas.
- Describir el modelo de proyección genérico de cámaras y métodos de aplicación de sistemas de visión para el control de robots.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Implementar algoritmos de generación de trayectorias tanto para robots manipuladores como robots móviles.
- Resolver problemas de la localización y construcción simultánea de mapas.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Crítico al evaluar y comparar las distintas técnicas analizadas para resolver problemas de planificación de caminos y evitación de obstáculos.

## Prerrequisitos.

Haber cursado Instrumentación industrial, Sistemas lineales de control. El estudiante deberá contar con habilidades de programación de computadoras y uso de software de simulación para control.

## Metodología.

El curso tiene una orientación teórico-práctica. Para el desarrollo de cada tema del curso, los estudiantes realizarán una actividad práctica consistente en simular o resolver un problema de navegación de robots por medio de las técnicas expuestas en las clases teóricas.

## Temario.

### 1- Introducción a la navegación de robots.

- El problema de navegación.
- Esquema general de navegación.
- Sensores para navegación.

### 2- Planificación de caminos.

- Diferencia entre camino y trayectoria.
- Definición de espacio de configuraciones.
- Métodos de planificación de caminos
- Grafo de visibilidad.
- Diagramas de Voronoi.
- Descomposición exacta y aproximada en celdas.

- Campos de potencial.  
Actividad: Simulación de diferentes métodos de planificación de caminos usando Matlab y/o Webots.
- 3- Generación de trayectorias.
  - Definición paramétrica de curvas.
  - Técnicas de interpolación
  - Generación de caminos en el espacio cartesiano.
  - Generación de trayectorias para manipuladores.
  - Trayectorias articulares para manipuladores robóticos.
  - Empleo de polinomios cúbicos y con puntos de paso.
  - Empleo de polinomios de orden superior.
  - Empleo de funciones lineales con enlace parabólico.
  - Actividad: Programación en Matlab de funciones que desarrollen la tarea de generación de trayectorias tanto para robots manipuladores como para robots móviles.
- 4- Evitación de obstáculos.
  - El problema de evitación de obstáculos.
  - Métodos básicos.
  - Métodos de BUG.
  - Campos de potencial.
  - Métodos con reducción a un subconjunto de comandos.
  - Histograma de campo de vectores (VFH)
  - Ventana dinámica
  - Métodos con información de alto nivel
  - Nearness Diagram Navigation (ND)
  - Actividad: Simulación de dos métodos básicos de evitación de obstáculos para robots móviles, como son el BUG y VFH usando Matlab y/o Webots.
- 5- Localización y construcción simultánea de mapas (SLAM).
  - Métodos de localización.
  - Odometría.
  - Scan-matching.
  - Construcción de mapas.
  - El problema de SLAM.
  - El problema de asociación de datos.
  - EKF-SLAM.
  - Actividad: Resolución en Matlab del problema de localización en el plano cartesiano utilizando información de los barridos proporcionados por un sensor laser.
- 6- Control de robots usando visión.
  - Introducción a los tipos de control visual.
  - Concepto de matriz de interacción.
  - Métodos de control visual.
  - Control visual clásico basado en imagen.
  - Control visual basado en posición.
  - Control mediante restricciones geométricas.
  - Actividad: Simulación de un sistema de control clásico basado en imagen de un robot manipulador y de un sistema de control basado en imagen usando geometría epipolar para un robot móvil.
- 7- Navegación visual.
  - Navegación basada en seguimiento de una línea.
  - Navegación basada en reconocimiento de líneas.
  - Navegación basada en segmentación.
  - Navegación basada en una memoria visual.

**Propuesta de evaluación.**

El curso se evaluará con base al cumplimiento y calidad de las actividades propuestas. Adicionalmente, se contempla la resolución de un cuestionario sobre conceptos generales del curso, y en particular sobre la temática de navegación visual.

**Software.**

*MatLab*

Deseable: *Webots*

**Laboratorios.**

Ninguno.

**Bibliografía.**

- Choset, H., Lynch, K. M., Hutchinson, S., Kantor, G., Burgard, W., Kavraki, L. E. and Thrun, S., *Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations*, MIT Press, Boston, 2005.
- Laumond, Jean-Paul, *Robot Motion Planning and Control*, Springer, 1998.
- Siciliano, B., Khatib, O., *Springer Handbook of Robotics*, Springer, 2008.