

# Tema 6: Robótica Móvil

## Introducción

La robótica móvil se enfoca en el diseño, construcción y operación de robots capaces de moverse de forma autónoma en entornos reales. Este campo de la robótica es fundamental para la automatización de diversas tareas en entornos industriales, comerciales, médicos y domésticos. La robótica móvil abarca una amplia gama de aplicaciones, desde robots de limpieza y entrega hasta vehículos autónomos y drones. El objetivo principal de la robótica móvil es desarrollar sistemas robóticos que puedan navegar, adaptarse y realizar tareas de manera efectiva en entornos dinámicos y cambiantes.

## Contexto y Evolución de la Robótica Móvil

La robótica móvil ha experimentado un avance significativo desde sus inicios. Los primeros robots móviles eran simples vehículos teledirigidos que podían moverse en un entorno predefinido. Sin embargo, con el progreso de la tecnología y la investigación, estos robots han evolucionado para incorporar capacidades avanzadas como la navegación autónoma, la percepción del entorno y la toma de decisiones en tiempo real.

1. **Orígenes de la Robótica Móvil:** Los primeros intentos de robótica móvil datan de mediados del siglo XX, con experimentos en vehículos autónomos y robots controlados remotamente. Estos primeros sistemas eran limitados en términos de capacidades y aplicaciones, pero sentaron las bases para desarrollos futuros.
2. **Avances Tecnológicos:** A medida que la tecnología de sensores, actuadores y procesadores avanzó, los robots móviles comenzaron a incorporar capacidades más sofisticadas. La integración de sensores como cámaras, LIDAR y sensores ultrasónicos permitió a los robots percibir y comprender su entorno de manera más efectiva.
3. **Desarrollo de Algoritmos de Navegación:** Los algoritmos de navegación y control han sido cruciales para el avance de la robótica móvil. Desde métodos básicos de navegación basados en reglas hasta técnicas avanzadas de planificación de rutas y aprendizaje automático, estos algoritmos permiten a los robots moverse de manera autónoma y tomar decisiones en tiempo real.
4. **Aplicaciones y Tendencias Actuales:** Hoy en día, la robótica móvil abarca una amplia variedad de aplicaciones, desde robots de limpieza doméstica como los aspiradores automáticos, hasta vehículos autónomos en la industria del transporte. Las tendencias actuales incluyen el uso de inteligencia artificial para mejorar la autonomía, la colaboración entre robots y humanos, y la integración de tecnologías emergentes como la 5G y la computación en la nube para mejorar la conectividad y el rendimiento de los robots móviles.

## Componentes Clave en Robótica Móvil

1. **Sensores de Percepción:** Los sensores son esenciales para la percepción del entorno y la navegación. Incluyen sensores de distancia (ultrasónicos, infrarrojos), cámaras, LIDAR y sensores de velocidad (encoders). Estos sensores proporcionan datos vitales para la toma de decisiones y la planificación de rutas.

2. **Actuadores de Movimiento:** Los actuadores, como motores DC, servomecanismos y motores paso a paso, son responsables del movimiento del robot. La elección de actuadores depende de las necesidades específicas de la aplicación, como la velocidad, el torque y la precisión.
3. **Sistemas de Control y Procesamiento:** Los sistemas de control y procesamiento, que incluyen controladores y unidades de procesamiento, gestionan la entrada de los sensores y generan las señales de control para los actuadores. Estos sistemas permiten la implementación de algoritmos de navegación y control.
4. **Algoritmos de Navegación y Planificación:** Los algoritmos de navegación y planificación son responsables de la toma de decisiones y la planificación de rutas. Incluyen técnicas como la navegación basada en mapas, la planificación de trayectorias y la evasión de obstáculos.

### Desafíos en Robótica Móvil

1. **Navegación en Entornos Complejos:** Los robots móviles deben ser capaces de navegar en entornos variados y complejos, que pueden incluir obstáculos estáticos y dinámicos. La planificación de rutas y la evasión de obstáculos son desafíos críticos en estos entornos.
2. **Autonomía y Toma de Decisiones:** La autonomía es un aspecto clave de la robótica móvil. Los robots deben ser capaces de tomar decisiones en tiempo real basadas en la información proporcionada por los sensores. Esto incluye la adaptación a cambios en el entorno y la ejecución de tareas de manera efectiva.
3. **Integración de Tecnologías Emergentes:** La integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la conectividad en la nube, presenta tanto oportunidades como desafíos. Los robots móviles deben ser capaces de aprovechar estas tecnologías para mejorar su rendimiento y capacidades.
4. **Interacción con el Entorno y los Humanos:** La interacción con el entorno y los humanos es un desafío importante, especialmente en aplicaciones colaborativas. Los robots deben ser capaces de trabajar de manera segura y eficiente junto a las personas y adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno.

### Perspectivas Futuras

1. **Desarrollo de Robots Autónomos:** El futuro de la robótica móvil incluye el desarrollo de robots cada vez más autónomos y versátiles, capaces de realizar una gama más amplia de tareas en diversos entornos. La mejora en la percepción y la toma de decisiones será crucial para lograr este objetivo.
2. **Colaboración Humano-Robot:** La colaboración entre humanos y robots seguirá siendo un área importante de investigación y desarrollo. La creación de robots que puedan trabajar de manera segura y efectiva junto a las personas abrirá nuevas oportunidades en aplicaciones industriales, domésticas y de servicios.
3. **Impacto en la Vida Cotidiana:** Los robots móviles tendrán un impacto creciente en la vida cotidiana, desde la automatización del hogar hasta la mejora de la movilidad y la accesibilidad. El avance de la robótica móvil continuará transformando diversos aspectos de la vida moderna.

## Definiciones

### Robótica Móvil

1. **Robótica Móvil:** Rama de la robótica que se ocupa del diseño y desarrollo de robots capaces de moverse en entornos reales. Estos robots pueden ser móviles en el sentido de que se desplazan por su entorno para realizar tareas específicas.
2. **Robot Móvil:** Un robot equipado con mecanismos de locomoción que le permiten moverse de manera autónoma o controlada en un entorno. Los robots móviles pueden ser terrestres, acuáticos o aéreos, y están diseñados para realizar una variedad de tareas según sus capacidades y aplicaciones.

### Tipos de Robots Móviles

1. **Robot Terrestre:** Robots diseñados para moverse sobre superficies terrestres, utilizando ruedas, orugas o piernas. Ejemplos incluyen robots de limpieza doméstica, vehículos autónomos y robots de inspección industrial.
2. **Robot Aéreo (Drone):** Robots que se desplazan por el aire, utilizando hélices o alas. Los drones se utilizan en aplicaciones como la fotografía aérea, la vigilancia y el transporte de carga.
3. **Robot Acuático:** Robots diseñados para moverse en el agua, utilizando propulsores o aletas. Los robots acuáticos se utilizan en aplicaciones como la exploración marina y la inspección de infraestructuras submarinas.

## Características

### Robots Móviles

1. **Capacidad de Navegación:** La habilidad del robot para moverse de manera eficiente en su entorno, utilizando sensores y algoritmos para evitar obstáculos y seguir rutas predeterminadas.
2. **Autonomía:** La capacidad del robot para realizar tareas sin intervención humana, utilizando datos de sensores y algoritmos de control para tomar decisiones y ejecutar acciones.
3. **Adaptabilidad:** La capacidad del robot para adaptarse a cambios en su entorno o en las condiciones operativas, ajustando su comportamiento en función de la información disponible.
4. **Interacción con el Entorno:** La habilidad del robot para interactuar con su entorno de manera efectiva, ya sea realizando tareas específicas o colaborando con humanos y otros robots.

## Funcionalidades

### Robots Móviles

1. **Navegación Autónoma:** La capacidad de un robot móvil para moverse de manera autónoma en un entorno, evitando obstáculos y siguiendo una ruta predefinida. Esto incluye la utilización de algoritmos de navegación y planificación de trayectorias.
2. **Manipulación de Objetos:** La capacidad del robot para manipular objetos en su entorno, utilizando mecanismos de agarre y técnicas de manipulación avanzadas.

Esto es esencial en aplicaciones como el ensamblaje de piezas o la entrega de objetos.

3. **Reconocimiento y Percepción:** La capacidad del robot para percibir y reconocer su entorno, utilizando sensores como cámaras y LIDAR para identificar objetos y características del entorno.
4. **Interacción Humano-Robot:** La capacidad del robot para interactuar de manera segura y efectiva con los humanos, incluyendo la capacidad de responder a comandos y colaborar en tareas conjuntas.

## **Análisis e Investigación**

### **Tendencias en Robótica Móvil**

1. **Avances en Sensores y Percepción:** La investigación está enfocada en desarrollar sensores más avanzados y técnicas de percepción que mejoren la capacidad de los robots móviles para comprender y adaptarse a su entorno. Esto incluye la integración de sensores multimodales y técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes.
2. **Desarrollo de Algoritmos de Navegación:** La investigación en algoritmos de navegación se centra en mejorar la precisión y la eficiencia de la planificación de rutas y la evasión de obstáculos. Esto incluye la utilización de técnicas de aprendizaje automático y enfoques basados en inteligencia artificial.
3. **Colaboración y Coordinación de Robots Móviles:** La investigación está explorando cómo los robots móviles pueden colaborar y coordinar sus acciones de manera más efectiva. Esto incluye el desarrollo de técnicas para la cooperación entre múltiples robots y la interacción con humanos en entornos compartidos.

### **Investigaciones en Aplicaciones de Robótica Móvil**

1. **Aplicaciones en Logística y Transporte:** La investigación está enfocada en el desarrollo de robots móviles para la automatización de la logística y el transporte. Esto incluye el uso de robots para la entrega de paquetes, la gestión de inventarios y la optimización de procesos de almacén.
2. **Robótica Móvil en Medicina:** La investigación está explorando cómo los robots móviles pueden ser utilizados en aplicaciones médicas, como la asistencia a pacientes, la realización de procedimientos quirúrgicos y la monitorización de la salud.
3. **Tecnologías Emergentes y Robótica Móvil:** La integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la conectividad en la nube, está permitiendo el desarrollo de robots móviles más avanzados y versátiles. La investigación está explorando cómo estas tecnologías pueden mejorar la autonomía y las capacidades de los robots móviles.

## **Aplicación al Mundo Laboral y Emprendedor**

### **Robótica Móvil en el Mundo Laboral**

1. **Automatización de Almacenes y Logística:** Los robots móviles se utilizan para automatizar procesos en almacenes y centros de distribución, mejorando la eficiencia en la gestión de inventarios y la entrega de productos.

2. **Vehículos Autónomos:** En la industria del transporte, los vehículos autónomos están revolucionando la forma en que se realiza el transporte de personas y mercancías. Los avances en robótica móvil están permitiendo el desarrollo de vehículos que pueden operar de manera segura y eficiente en carreteras y entornos urbanos.

### Oportunidades de Emprendimiento en Robótica Móvil

1. **Desarrollo de Robots Móviles Personalizados:** Los emprendedores pueden desarrollar robots móviles personalizados para aplicaciones específicas, como la automatización de procesos industriales, la asistencia en el hogar o la entrega de productos. La personalización de robots puede ofrecer ventajas competitivas y satisfacer necesidades únicas del mercado.
2. **Innovación en Navegación y Percepción:** La investigación y desarrollo de nuevas técnicas de navegación y percepción presentan oportunidades para mejorar las capacidades de los robots móviles y crear soluciones innovadoras para diversos sectores.

### Desarrollo Paso a Paso de Ejemplos Prácticos

#### Proyecto: Implementación de un Robot Móvil Autónomo para la Entrega de Paquetes

**Objetivo:** Desarrollar un robot móvil autónomo capaz de entregar paquetes en un entorno de oficina, siguiendo una ruta predefinida y evitando obstáculos.

#### 1. Selección de Componentes:

- **Sensores de Distancia:** Utiliza sensores ultrasónicos para detectar obstáculos y medir distancias. Instala sensores en la parte delantera y en los laterales del robot.
- **Motores DC con Encoders:** Utiliza motores DC con encoders para controlar la velocidad y la dirección de las ruedas. Los encoders proporcionan datos precisos sobre la posición y la velocidad.

#### 2. Diseño del Sistema de Control:

- **Algoritmo de Navegación:** Implementa un algoritmo de navegación basado en mapas para seguir una ruta predefinida en el entorno de oficina.
  - **Planificación de Ruta:** Utiliza un algoritmo de planificación de rutas, como el algoritmo A\*, para calcular la ruta óptima desde el punto de origen hasta el destino.
  - **Evasión de Obstáculos:** Desarrolla un sistema de evasión de obstáculos que ajuste la ruta del robot en función de los datos de los sensores de distancia.
- **Controlador PID:** Implementa un controlador PID para ajustar la velocidad y la dirección del robot en función de los datos de los encoders y los sensores de distancia.
  - **Parámetros PID:** Ajusta los parámetros proporcional, integral y derivativo para lograr un movimiento suave y estable.

### 3. Implementación del Sistema:

- **Montaje de Sensores y Motores:**
  - **Sensores de Distancia:** Instala los sensores ultrasónicos en posiciones estratégicas para una detección completa del entorno.
  - **Motores y Encoders:** Monta los motores DC con encoders en las ruedas del robot y conecta los encoders al sistema de control.
- **Integración del Sistema:**
  - **Interconexión:** Conecta los sensores y motores al controlador central del robot. Asegúrate de que las conexiones sean seguras y confiables.
  - **Código de Coordinación:** Implementa el código para coordinar la entrada de los sensores y el control de los motores, ajustando el movimiento del robot en tiempo real.

### 4. Pruebas y Ajustes:

- **Pruebas de Navegación:**
  - **Entorno de Oficina:** Coloca el robot en un entorno de oficina con obstáculos y verifica su capacidad para entregar paquetes siguiendo la ruta predefinida.
  - **Ajustes del PID:** Realiza ajustes en los parámetros PID para mejorar la estabilidad y la precisión del movimiento.
- **Ajustes de Ruta:**
  - **Verificación de Ruta:** Verifica que el robot siga la ruta calculada correctamente y realiza ajustes en el algoritmo de planificación si es necesario.
  - **Optimización del Código:** Revisa y optimiza el código para mejorar la eficiencia y la velocidad de procesamiento.

### 5. Optimización del Sistema:

- **Calibración de Sensores y Motores:**
  - **Calibración de Sensores:** Ajusta los sensores de distancia para asegurar lecturas precisas y confiables.
  - **Ajuste de Motores:** Realiza ajustes en los motores para mejorar la precisión y la respuesta del sistema de control.
- **Mejora del Rendimiento:**
  - **Optimización del Código:** Revisa y mejora el código para aumentar la eficiencia y la velocidad de respuesta del sistema.
  - **Integración de Funcionalidades Adicionales:** Considera la adición de funcionalidades adicionales, como la detección de colores o el reconocimiento de patrones, para mejorar las capacidades del robot.

**La Escuela Internacional de Formación recomienda los siguientes libros y recursos para profundizar en la robótica móvil:**

- **"Introduction to Autonomous Robots: Mechanisms, Sensors, Actuators, and Algorithms"** por **Christoph Brunner y Roland Siegwart**. Proporciona una visión integral de los mecanismos y algoritmos utilizados en la robótica móvil.

- **"Robotics: Modelling, Planning and Control"** por **Bruno Siciliano y Lorenzo Sciavicco**. Un texto fundamental que cubre los principios de modelado, planificación y control en robótica móvil.
- **"Robot Operating System (ROS) for Absolute Beginners: Robotics Programming Made Easy"** por **Lentin Joseph**. Una guía práctica para aprender a programar robots utilizando el sistema operativo ROS, que incluye técnicas de robótica móvil.
- **Webs: ROS Wiki, RobotShop**, para recursos y tutoriales sobre robótica móvil y programación de robots.
- **Apps: MATLAB, Simulink**, para simulaciones y desarrollo de algoritmos de navegación y control de robots móviles.