

ROBOTICA  
por OLLERO BATURONE  
Isbn 9701512308

## Indice del Contenido

Foreword

Prólogo

Prefacio del autor

### CAPÍTULO 1. Introducción

- 1.1. Robótica
- 1.2. Esquema general del sistema robot
- 1.3. Robots manipuladores
  - 1.3.1. Sistema mecánico
  - 1.3.2. Actuadores
  - 1.3.3. Sensores y sistemas de control
- 1.4. Robots móviles
- 1.5. Robots autónomos y telerrobótica
- 1.6. Conclusiones
- 1.7. Referencias

### CAPÍTULO 2. Morfología de los robots

- 2.1. Estructura de robots manipuladores
  - 2.1.1. Tipos de articulaciones
  - 2.1.2. Estructuras básicas
    - 2.1.2.1. Configuración cartesiana
    - 2.1.2.2. Configuración cilíndrica
    - 2.1.2.3. Configuración polar o esférica
    - 2.1.2.4. Configuración angular
    - 2.1.2.5. Configuración Scara
  - 2.1.3. Orientación del efector final
  - 2.1.4. Efectores finales
- 2.2. Nuevas estructuras para robots manipuladores
  - 2.2.1. Robots redundantes
  - 2.2.2. Robots flexibles
  - 2.2.3. Manos
- 2.3. Robots móviles
  - 2.3.1. Vehículos con ruedas
    - 2.3.1.1. Ackerman
    - 2.3.1.2. Triciclo clásico
    - 2.3.1.3. Direccionamiento diferencial
    - 2.3.1.4. Skid Steer
    - 2.3.1.5. Pistas de deslizamiento
    - 2.3.1.6. Síncronas
    - 2.3.1.7. Otras configuraciones
  - 2.3.2. Locomoción mediante patas
  - 2.3.3. Configuraciones articuladas
  - 2.3.4. Robots submarinos y aéreos
- 2.4. Conclusiones
- 2.5. Referencias

### CAPÍTULO 3. Representación de la posición y orientación

- 3.1. Posición y orientación en el plano
- 3.2. Posición y orientación en el espacio
- 3.3. Transformación inversa
- 3.4. Transformaciones compuestas
- 3.5. Otras representaciones de la orientación
- 3.6. Conclusiones
- 3.7. Referencias

## CAPÍTULO 4. Modelos cinemáticos de robots

- 4.1. Introducción
- 4.2. Relaciones entre sistemas de referencia
- 4.3. Modelo directo del manipulador
- 4.3.1. Modelo de un robot manipulador con n articulaciones
- 4.4. Modelo inverso del manipulador
- 4.5. Velocidades lineales y angulares
  - 4.5.1. Velocidad lineal
  - 4.5.2. Velocidad angular
  - 4.5.3. Propagación de velocidades
- 4.6. Jacobiano del manipulador
- 4.7. Modelos cinemáticos de robots móviles
  - 4.7.1. Hipótesis básicas
  - 4.7.2. Restricciones cinemáticas
  - 4.7.3. Modelo jacobiano
  - 4.7.4. Modelos de diferentes configuraciones
  - 4.7.5. Estimación de la posición y orientación
  - 4.7.6. Vehículos robóticos con manipuladores
- 4.8. Conclusiones
- 4.9. Referencias

## CAPÍTULO 5. Modelo dinámico

- 5.1. Aspectos dinámicos en robótica
- 5.2. Articulación simple de rotación
- 5.3. Generalización: modelo de un robot manipulador con n articulaciones
- 5.4. Formulación de Lagrange-Euler
- 5.5. Obtención del modelo dinámico mediante el método de Newton-Euler
  - 5.5.1. Aceleraciones
  - 5.5.2. Ecuaciones de Newton-Euler
- Formulación iterativa
- 5.6. Análisis del modelo dinámico de los manipuladores
- 5.7. Obtención de las trayectorias articulares
- 5.8. Modelos dinámicos de vehículos robóticos
- 5.9. Conclusiones
- 5.10. Referencias

## CAPÍTULO 6. Arquitecturas para control de robots

- 6.1. Introducción: funciones básicas y de control inteligente
- 6.2. Especificaciones
- 6.3. Requerimientos generales de la arquitectura
  - 6.3.1. Programabilidad
  - 6.3.2. Eficiencia
  - 6.3.3. Capacidad de evolución
  - 6.3.4. Grado de autonomía
  - 6.3.5. Fiabilidad
  - 6.3.6. Adaptabilidad
- 6.4. Tipos básicos de arquitecturas según reactividad
- 6.5. Aproximación al diseño de la arquitectura
  - 6.5.1. Diseño funcional de la arquitectura
  - 6.5.2. Gestión de ejecución e implantación
- 6.6. Soluciones hardware y software
- 6.7. Conclusiones
- 6.8. Referencias

## CAPÍTULO 7. Sensores

- 7.1. Introducción: sensores y magnitudes
- 7.2. Clasificaciones y características de sensores
- 7.3. Medidas de desplazamientos lineales y giros

- 7.3.1. Potenciómetros para medida de desplazamientos
- 7.3.2. Codificadores ópticos
- 7.3.2.1. Máquinas síncronas, transformadores y resolvedores
- 7.3.3. Medida de velocidad de ejes
- 7.4. Sensores de presencia y proximidad
- 7.5. Sensores de tacto
- 7.6. Medidas de fuerza y par
- 7.7. Sensores de navegación
- 7.7.1. Sensores Doppler
- 7.7.2. Compás magnético
- 7.7.3. Giróscopos
- 7.7.3.1. Giróscopos mecánicos
- 7.7.3.2. Giróscopos electrónicos
- 7.7.3.3. Giróscopos ópticos
- 7.7.4. Sistemas de navegación inercial
- 7.7.5. Estimación de posición de vehículos basada en estaciones de transmisión
- Aplicación del GPS
- 7.7.6. Sensores para vehículos auto guiados industriales
- 7.8. Conclusiones
- 7.9. Referencias

## CAPÍTULO 8. Control de las articulaciones de un robot manipulador

- 8.1. Estrategias de control de articulaciones
- 8.2. Control desacoplado de articulaciones
- 8.3. Control basado en el modelo dinámico
- 8.3.1. Ejemplos introductorios
- 8.3.2. Control basado en el modelo Par computado
- 8.4. Control adaptativo de robots
- 8.4.1. Introducción
- 8.4.2. Par computado adaptativo
- 8.4.3. Controlador de inercia adaptativa
- 8.5. Control con aprendizaje
- 8.6. Control en espacio cartesiano
- 8.7. Control de esfuerzos
- 8.7.1. Rigidez
- 8.7.2. Control de rigidez
- 8.7.3. Control híbrido esfuerzos/posición
- Conclusiones
- Referencias

## CAPÍTULO 9. Control de robots móviles

- 9.1. Control de movimientos de vehículos autónomos
- 9.2. Seguimiento de caminos explícitos
- 9.3. Seguimiento de caminos empleando métodos geométricos
- 9.3.1. Seguimiento mediante persecución pura
- 9.3.2. Control geométrico mediante generación de polinomios de orden cinco
- 9.4. Aplicación de la teoría de control
- 9.4.1. Controlabilidad y estabilización
- 9.4.2. Seguimiento de trayectorias
- 9.4.2.1. Trayectorias de referencia
- 9.4.2.2. Ley de control lineal
- 9.4.2.3. Ley de control no lineal
- 9.4.3. Seguimiento de caminos
- 9.4.3.1. Planteamiento del problema
- 9.4.3.2. Ley de control lineal
- 9.4.3.3. Ley de control no lineal
- 9.4.4. Seguimiento de caminos utilizando el modelo de la bicicleta
- 9.5. Seguimiento predictivo generalizado

- 9.6. Control reactivo
- 9.7. Conclusiones
- 9.8. Referencias

#### CAPÍTULO 10. Generación de trayectorias

- 10.1. Planteamiento del problema
- 10.2. Definición paramétrica de las curvas
- 10.3. Técnicas de interpolación
  - 10.3.1. Técnicas básicas de interpolación
  - 10.3.2. Empleo de funciones spline
- 10.4. Generación de caminos en el espacio cartesiano
- 10.5. Generación de trayectorias para manipuladores
- 10.6. Trayectorias articulares para manipuladores robóticos
  - 10.6.1. Empleo de polinomios cúbicos
  - 10.6.2. Empleo de polinomios cúbicos con puntos de paso
  - 10.6.3. Empleo de polinomios de orden superior
  - 10.6.4. Empleo de funciones lineales con enlace parabólico
- 10.7. Generación en tiempo real
- 10.8. Conclusiones
- 10.9. Referencias

#### CAPÍTULO 11. Programación de robots

- 11.1. Sistemas de programación de robots
- 11.2. Programación por guiado
- 11.3. Programación textual
- 11.4. Sistemas de referencia
- 11.5. Especificación de movimientos en robots manipuladores
- 11.6. Estructuras de datos
- 11.7. Especificación de localizaciones
- 11.8. Interacción con el entorno y características tiempo real
- 11.9. Programación de vehículos robóticos
- 11.10. Conclusiones
- 11.11. Referencias

#### CAPÍTULO 12. Detección de colisiones y planificación de caminos

- 12.1. Detección, evitación y planificación
- 12.2. Funciones de detección, evitación y planificación
- 12.3. Detección y evitación de colisiones mediante reacción directa a información de sensores
- 12.4. Modelos
  - 12.4.1. Modelado mediante ocupación de celdas
  - 12.4.2. Empleo de estructuras jerárquicas
  - 12.4.3. Modelos del entorno basado en primitivas 3-D de sólidos
  - 12.4.4. Expansión de obstáculos
  - 12.4.5. Modelado en el espacio de configuraciones
- 12.5. Detección y evitación de colisiones empleando modelos
- 12.6. Planificación basada en modelo geométrico
  - 12.6.1. Planteamiento del problema
  - 12.6.2. Métodos en espacio cartesiano
  - 12.6.3. Métodos en espacio de configuraciones
- 12.7. Métodos re activos
  - 12.7.1. Campos potenciales
- 12.8. Conclusiones
- 12.9. Referencias

#### CAPÍTULO 13. Telerrobótica

- 13.1. Introducción y conceptos básicos
- 13.2. Teleactuación
- 13.3. Diseño de sistemas de control de teleoperación
- 13.4. Sistemas bilaterales maestro-esclavo
- 13.5. Empleo de gráficos predictivos

- 13.6. Teleprogramación e interacción con el entorno
- 13.7. Control de supervisión
- 13.8. Telesensorización
- 13.9. Sistemas de visión en teleoperación
  - 13.9.1. Cámaras
  - 13.9.2. Visualizadores
  - 13.9.3. Visualización de imágenes virtuales
  - 13.9.4. Transmisión de imágenes para teleoperación
- 13.10. Conclusiones
- 13.11. Referencias

Apéndice