



Robótica

1. Características generales

Nombre:	Robótica
Sigla:	CI-0160
Créditos:	4
Horas:	5 horas de teoría
Requisitos:	CI-0121 Redes de Comunicación de Datos, CI-0122 Sistemas Operativos, CI-0123 Proyecto Integrador de Sistemas Operativos y Redes de Comunicación de Datos
Correquisitos:	ninguno
Clasificación:	Curso propio
Ciclo de carrera:	I ciclo, 4to año (electiva para todos los énfasis)
Docente:	Dra. Kryscia Daviana Ramírez Benavides
Datos de contacto:	Oficina 315 – Edificio Anexo ECCI / Casillero 58 – ECCI / Correo electrónico: kryscia.ramirez@ucr.ac.cr
Grupo:	01
Semestre y año:	I ciclo 2020
Aula:	CI205 y CI102/CI417 (laboratorios)
Horario:	Martes de 7:00am a 9:50am y Viernes de 7:00am a 8:50am.
Horario de Consulta de Oficina:	Martes 12md-3pm y Viernes 9am-10am
Horario de Atención Opcional:	Vía e-mail (24/7) y vídeo llamada (cita previa)
Asistente:	Por definir.

2. Descripción

Este curso ofrece una introducción al uso, diseño e implementación de sistemas orientados a robótica, centrándose en el diseño, construcción y programación de robots autónomos con diferentes tecnologías de robótica. Este curso permitirá a los estudiantes la creación de robots; trabajando con diferentes tecnologías para diseñar, construir, programar y documentar la solución de problemas reales mediante sistemas robóticos. El enfoque del curso es práctico, con énfasis en la solución de problemas reales mediante sistemas robóticos.

En cumplimiento de la Ley 7600 de la igualdad de oportunidades se programa la posibilidad de atención de las necesidades educativas especiales de los matriculados. Los interesados favor avisar al profesor por escrito durante la





primera semana del curso acerca de las adecuaciones que necesiten. Posteriormente (a más tardar la tercera semana del curso), para hacer efectivas las adecuaciones requeridas se deben presentar los documentos que justifiquen tales necesidades educativas especiales. El estudiante debe estar dispuesto a trabajar en equipo junto con el docente y la comisión institucional para llevar su necesidad educativa particular.

3. Objetivos

Objetivo general

Aprender y aplicar los fundamentos de robótica para diseñar, construir, programar y documentar la solución de problemas reales, mediante sistemas robóticos utilizando diferentes tecnologías.

Objetivos específicos

Durante este curso, cada estudiante desarrollará habilidades para:

1. Explicar las principales características y componentes de los sistemas robóticos, para diseñar y construir robots autónomos, mediante el análisis del funcionamiento típico de un robot en su conjunto utilizando diferentes tecnologías.
2. Aplicar las principales teorías y técnicas para el diseño de robots, mediante la presentación de ejemplos y la realización de ejercicios prácticos.
3. Analizar la problemática de la transición de soluciones abstractas a soluciones prácticas para la solución de problemas reales, mediante la realización de ejercicios prácticos.
4. Desarrollar un sistema de programas básicos de control, planificación y percepción para manipular el actuador, mediante el análisis de diferentes formas de programación de robots y la realización de aplicaciones prácticas.
5. Desarrollar interfaces de programación de tareas por objetivos e intercambio de información entre los diferentes robots para la solución de problemas reales, mediante la realización de aplicaciones prácticas.
6. Desarrollar sistemas robóticos (hardware y software) que permitan la ejecución efectiva de las tareas asignadas al(a los) robot(s) para la solución de problemas reales, mediante la utilización de diferentes tecnologías.

Objetivos transversales:

7. Comunicar efectivamente sus resultados, tanto de manera escrita como oral.
8. Desarrollar habilidades del trabajo en equipo.
9. Desarrollar una actitud autodidacta, para investigar algunos temas de manera individual.
10. Generar conciencia sobre el impacto de la robótica en la sociedad.





4. Contenidos

Objetivos	Eje temático	Desglose
1	Robótica	Introducción a la robótica
1, 2, 3, 4	Principios básicos de robótica	Arquitectura general Programación básica Introducción a Arduino Introducción a ROS (Robotics Operating System) Mecánica básica y motores a paso Nociones básicas de posicionamiento y control automático Métodos de representación en posicionamiento, orientación, escala y perspectiva. Matrices de transformación Dinámica del movimiento en un actuador Representación del movimiento en 6 dimensiones
1, 2, 3, 4	Sistemas sensoriales	Sensores y actuadores clásicos (principales aspectos) Nociones básicas de percepción por tacto, percepción por sensación, percepción de distancia: escala y perspectiva Nociones básicas de visión automática: procesamiento digital de imágenes, filtrado y resaltado Nociones básicas de segmentación, reconocimiento y clasificación de objetos Nociones básicas de reconocimiento automático del habla
4, 5, 6	Arquitecturas	Arquitecturas de control del robot Arquitecturas basadas en comportamientos Arquitecturas cognitivas





4, 5, 6	Temas Avanzados	<p>Inteligencia artificial clásica (lógica de primer orden, unificación y resolución)</p> <p>Planificación (definición de estado y transición, ejemplo: mundo de los cubos)</p> <p>Localización y planeación de trayectorias</p> <p>Mapeado. SLAM (<i>Simultaneous Localization and Mapping</i>)</p> <p>Aprendizaje y sistemas de representación del conocimiento</p> <p>Robótica evolutiva y bio-inspirada</p> <p>Robótica distribuida</p> <p>Sistemas multi-robot (enjambres robóticos)</p> <p>Aplicaciones de los robots</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robótica de asistencia • Robótica de servicio • Robótica social <p>Ética e impacto en la sociedad</p>
---------	-----------------	---

5. Metodología

El curso se extenderá a lo largo de un semestre de trabajo, con una equivalencia aproximada de 60 horas presenciales (32 lecciones – 16 semanas).

Este curso promoverá la participación y la colaboración de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y por esta razón requerirá del compromiso constante del estudiante con el curso. Por su parte, el docente proveerá espacios y actividades didácticas que faciliten un aprendizaje colaborativo. Tales actividades se realizarán tanto dentro como fuera del horario de clase y el profesor podrá asignarlas como trabajo individual o en grupos.

Las clases teóricas serán complementadas con clases prácticas en laboratorio, donde se pondrán en uso la teoría vista en las clases teóricas. Se tendrán lecturas semanales de artículos y documentos que serán comentados en clase y los cuales se relacionarán al tema, o bien a la lectura de material relativo a herramientas, lenguajes o técnicas actualmente usadas para implementar tales sistemas y que serán de utilidad al estudiante para el desarrollo de sus tareas. Además, se partirá del interés de los estudiantes para que realicen una investigación sobre temas avanzados de robótica y un proyecto de un sistema robótico en alguna de las tecnologías robóticas vistas en las clases resolviendo un problema de vida real.

Los laboratorios deberán realizarse con base en las guías dadas por el docente durante las sesiones de laboratorio y entregarse un informe de cada laboratorio en la fecha establecida por el docente. Cada laboratorio se realizará en equipos de cuatro personas. El objetivo de los laboratorios es aplicar la metodología





constructivista, aprender haciendo, donde los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar los contenidos teóricos en la práctica, construir su propio conocimiento y potenciar el trabajo colaborativo.

La investigación partirá del interés personal de los estudiantes para asignar una serie de temas que serán desarrollados por cada equipo de estudiantes. La investigación y la presentación se harán en equipos de dos personas. Cada equipo desarrollará su tema, la cual culminará con una presentación en forma de exposición en clase y la realización de un vídeo clip.

El proyecto partirá de la comprensión de los estudiantes en los temas vistos en clase para elegir un problema a resolver. El proyecto está dividido en cuatro etapas, que serán desarrolladas por cada equipo de estudiantes. La realización del proyecto se hará en equipos de cuatro personas. Cada equipo desarrollará cada etapa, y al final del semestre culminará con un Sistema Robótico y la presentación de este al profesor y al grupo.

En todas las actividades del curso se debe adjuntar la autoevaluación y coevaluación de cada miembro del equipo, ya que la calificación final del trabajo o evaluación será el promedio entre la calificación obtenida y las evaluaciones (autoevaluación y coevaluación).

Todo trabajo estará sujeto a la evaluación de su redacción, ortografía, estructura y contenido. Todo material base debe ser referenciado utilizando el estilo APA. Para todo producto realizado durante la ejecución de las actividades del curso se deben generar evidencias sobre el proceso realizado.

Los recursos didácticos con los que se contarán son:

- **El docente.** El trabajo principal del docente es guiar o ayudar al estudiantado a conseguir los objetivos del curso. Su mayor éxito será conseguir que todos los estudiantes aprueben el curso. Durante las actividades estará pendiente del trabajo que esté realizando el estudiantado, y les ofrecerá la ayuda necesaria para que puedan completarlo de forma satisfactoria, aunque procurará que primero intenten resolverlo por ellos mismos. Hay que recordar que el docente estará a disposición en el horario de consultas.
- **Mediación Virtual.** En Mediación Virtual encontrará toda la información y el material del curso y grupo respectivo, como presentaciones, prácticas, soluciones a algunos ejercicios y actividades estarán disponibles en el mismo. También se puede encontrar las calificaciones y los criterios de evaluación de cada trabajo asignado. El nivel de virtualidad que se trabajará en este curso será “Curso bajo virtual” (75% físico y 25% virtual), por lo que algunas clases serán virtuales utilizando la plataforma.
- **Web del curso.** El sitio Web del curso está disponible en <http://www.kramirez.net/ci-0160/>. Toda la información y el material del curso, como presentaciones, prácticas, soluciones a algunos ejercicios y actividades estarán disponibles en el mismo. También se puede encontrar las calificaciones y los criterios de evaluación de cada trabajo asignado.





6. Evaluación

A continuación, se presenta el resumen de acuerdo con los criterios citados anteriormente:

Asignación	Valor
Tareas	20%
Laboratorios	25%
Investigación	15%
Exposición del tema	5%
Vídeo Clip	5%
Evaluaciones de las exposiciones	5%
Proyecto	40%
TOTAL	100%

Para aprobar el curso el estudiante debe tener una nota igual o superior a 6.75. Si la nota final está entre 5.75 y 6.74 tendrá derecho a realizar un examen de ampliación, el cual incluye toda la materia del curso; en dicho examen deberá tener una nota mínima de 7.0 para aprobar el curso, siendo la nota final 7.0. En caso de que el estudiante tenga una nota igual o inferior a 5.74, o bien en caso de presentar el examen de ampliación con una nota inferior a 7.0 reprobará el curso.

Observaciones:

- Las tareas deberán ser entregadas al profesor el día propuesto en el enunciado, por cualquier medio que se indique; son grupales.
- Los quices se harán en todas las lecciones y en cualquier momento durante el transcurso de la lección, y solo se repondrán en los casos que establece el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil en su Artículo 24. En los quices se puede utilizar material de apoyo; pueden ser individuales o grupales.
- La investigación consiste en la presentación al grupo y la realización de un vídeo clip, en equipo de dos personas como máximo, de un tema avanzado en robótica. Se formarán los equipos y se asignarán los temas el primer día de clases. El material visual y la presentación deberán ser entregadas al profesor el día propuesto en el enunciado, por cualquier medio que se indique; son grupales. Cada estudiante llenará una hoja con comentarios sobre las exposiciones de cada equipo, estos comentarios serán evaluados y pasarán a formar parte de su nota individual; ya que indican el interés, aprovechamiento y asimilación de los temas expuestos.
- El proyecto se puede realizar en equipo de cuatro personas como máximo. Se formarán los equipos el primer día de clases. Cada etapa del proyecto deberá ser entregada al profesor el día propuesto en el enunciado, por cualquier medio que se indique. Se realizará a los integrantes de cada equipo, una comprobación individual del trabajo realizado en cada etapa del proyecto.
- Las comprobaciones del proyecto son quices individuales, sobre el trabajo realizado en cada etapa, que comprueba si el estudiante participó o no en el desarrollo de este. Se realizan el día de entrega de cada etapa. La nota obtenida en cada comprobación se promedia con la nota obtenida en la etapa





respectiva del proyecto.

- Los criterios de evaluación de cada trabajo asignado se entregarán oportunamente.
- El uso de lápiz en cualquier evaluación se permite, pero no se acepta reclamos. Por lo que, el uso del lapicero es recomendado.
- Todo trabajo debe ser entregado de forma digital.
- Por cada día natural de retraso en la entrega de cualquier trabajo del curso se rebajará un punto en la escala de 1 a 10.
- Si envía por correo electrónico con uno o más días de retraso, se aplicará la regla de rebajo de puntos expuesta arriba con base en la fecha de envío.
- Cuando el estudiante sepa que tendrá que faltar un día particular en el cual debe entregar algún trabajo, se recomienda que lo comunique a la profesora antes de ese día, para coordinar la entrega de alguna forma.
- En todos los trabajos y las evaluaciones de los estudiantes, se calificará la redacción, ortografía, estructura y contenido. Todo material base debe ser referenciado utilizando el estilo APA. Se rebajará de la nota obtenida un punto por cada falta encontrada en alguno de los aspectos citados.
- En todos los trabajos y las evaluaciones de los estudiantes, se debe entregar una autoevaluación y coevaluación, con el fin de evaluar el aporte de sus compañeros de equipo y el propio. La calificación final del trabajo o evaluación será el promedio entre la calificación obtenida y las evaluaciones (autoevaluación y coevaluación).
- En todos los trabajos y las evaluaciones, se le solicitará al estudiante que firme una lista de entrega, para que el estudiante tenga un documento que compruebe que entregó y realizó lo solicitado por el profesor.
- Los estudiantes pueden discutir los trabajos (excluyendo exámenes y quices) con quien sea. Esto incluye hablar sobre interpretaciones del ejercicio asignado, por donde se podría atacar el problema, inclusive la estrategia completa de solución (si alguno de los que discuten ya lo resolvió); además, se puede sugerir y/o buscar material complementario, etc. Lo que no se puede es copiar la solución de ninguna fuente, ya sea un(a) compañero(a), un libro, Internet, etc.
- Los trabajos serán revisados por la profesora y/o el(la) asistente, si se encuentra evidencia de cualquier tipo de copia, y es la primera vez, los estudiantes involucrados tendrán un cero de nota. Si ocurre una segunda vez, el caso se remitirá a la comisión disciplinaria de la ECCI para aplicar el reglamento.
- En cuanto a reportes y presentaciones se castigará el plagio, el cual se considera copia y será castigado de la misma manera. Se considera plagio la copia literal de segmentos (texto, figuras, tablas u otros datos no textuales) de otra fuente, sin comillas y sin referencia, aunque sea traducido, así como el parafraseo sin aportes de ningún tipo.
- Cuando un(a) estudiante no pueda asistir a efectuar una evaluación por alguna razón de fuerza mayor: la muerte de un pariente hasta de segundo grado, la enfermedad del estudiante u otra situación de fuerza mayor o caso fortuito; se seguirá con lo normado en el artículo 24 del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil.





7. Cronograma

Clases

N°	Fecha Inicio	Fecha Fin	Duración (clases)	Tema
1	10/03	10/03	1	Presentación del curso
2	13/03	13/03	1	Introducción a la robótica
3	17/03	24/04	10	Principios básicos de robótica
4	28/04	05/05	4	Sistemas sensoriales
5	05/05	15/05	4	Arquitecturas
6	19/05	19/06	10	Temas avanzados (Investigaciones)
7	23/06	03/07	4	Presentación del proyecto

Laboratorios

N°	Fecha Inicio	Fecha Fin	Duración (clases)	Tema
1	13/03	20/03	2	Iniciando con la infraestructura de NAO
2	27/03	03/04	2	Iniciando con la infraestructura de Pepper
3	17/04	24/04	2	Iniciando con Sphero BOLT
4	08/05	15/05	2	Arquitecturas: Arquitectura reactiva (Vehículos Braitenberg) y Arquitectura de subsumción
5	22/05	29/05	2	Brazo robótico

Tareas

- Tarea #1 => Martes 17 de marzo.
- Tarea #2 => Martes 14 de abril.
- Tarea #3 => Martes 19 de mayo.
- Tarea #4 => Martes 2 de junio.
- Tarea #5 => Martes 16 de junio.

Investigación

- Entrega de la Presentación => Una semana antes de la fecha de exposición.
- Exposición del Tema=> Del 19 de mayo al 19 de junio.

Proyecto

- Entrega de la Etapa 1 => Viernes 3 de abril.
- Entrega de la Etapa 2 => Viernes 29 de mayo.





- Entrega de la Etapa 3 => Viernes 13 de junio.
- Entrega de la Etapa 4 => Viernes 3 de julio.
- Presentación en clase de la propuesta del sistema robótico => Viernes 27 de marzo.
- Presentación en clase del prototipo del sistema robótico => Viernes 29 de mayo.
- Presentación en clase del sistema robótico => Viernes 3 de julio.
- Presentación en la feria robótica => Miércoles 8 de julio, 9am – 11am.

NOTA: Las fechas planificadas en este cronograma están sujetas a un transcurso normal del semestre. En caso de cualquier eventualidad, se realizará el cambio de fechas que se acuerden con la mayoría del grupo y la profesora.

8. Bibliografía

1. Fu, K.S.; González, R.C.; & Lee, C.S.G. “Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence”. McGraw-Hill. 1987.
2. Murray, Richard M.; Zexiang Li; & Sastry, Shaukar. “A mathematical Introduction to Robotic manipulation”. CRC Press. 1994.
3. Dudek, G.; & Jenkin, M. “Computational Principles of Mobile Robotics”. Cambridge University press. 2000.
4. Siciliano, B.; Sciavicco, L.; Villani, L. & Oriolo, G. “Robotics: modelling, planning and control”. Springer, Londres. 2009.
5. Craig, J.J. “Introduction to robotics”. Addison-Wesley, Reading, MA. 2000.
6. McKerrow, P. “Introduction to robotics, Electronic systems engineering series”. Addison-Wesley Pub. Co., Sydney; Reading, Mass. 1991.
7. Faúndez Zanuy, Marcos. “Tratamiento Digital de la Voz e Imagen”. Alfaomega Marcombo. 2000.
8. Murphy, R. “An Introduction to AI Robotics”. MIT Press. 2000.
9. da Fontoura Costa, Luciano; & Mercondes Cesar, Roberto Jr. “Shape Analysis and Classification”. CRC Press. 2001.
10. Barrientos, Antonio; Peñín, Luis Felipe; Balaguer, Carlos; & Aracil, Rafael. “Fundamentos de Robótica”. McGraw-Hill. 2000.
11. Ruíz del Solar, J. y Salazar, R. “Introducción a la Robótica”. Universidad de Chile.
12. Esteve, Juan Domingo. “Apuntes de Robótica”. Universidad de Valencia. España.

9. Aspectos relacionados con el sistema de bibliotecas, acceso a los reglamentos estudiantiles, y evaluación por parte de los profesores

El Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información (SIBDI) de la Universidad de Costa Rica (<http://sibdi.ucr.ac.cr/>) cuenta con una amplia gama de recursos de





información bibliográfica en diferentes formatos como libros, folletos, publicaciones periódicas, trabajos finales de graduación, entre otros. Algunos de estos recursos se encuentran en Biblioteca Virtual, desde la cual se pueden acceder las publicaciones de conferencias y revistas de ACM, IEEE (<http://sibdi.ucr.ac.cr/dbingenieria.jsp>), o Springer, entre otras. La Biblioteca Luis Demetrio Tinoco ofrece cursos de capacitación a los estudiantes del área de las Ingenierías y Computación.

El sitio web del Consejo Universitario de la UCR contiene las diferentes normativas estudiantiles, que pueden ser consultadas desde el enlace <http://www.cu.ucr.ac.cr/normativa/estudiantil.html>.

Los procedimientos de evaluación y orientación establecidos en el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil se encuentran en http://www.cu.ucr.ac.cr/uploads/tx_ucruniversitycouncildatabases/normative/regimen_academico_estudiantil.pdf

Destacamos especialmente los siguientes artículos de dicho Reglamento:

- El Artículo 14 se refiere al contenido que debe tener un programa del curso, incluyendo “las normas de evaluación desglosadas y con las ponderaciones de cada aspecto a evaluar”.
- El Artículo 17 indica que “las normas de evaluación conocidas por los estudiantes pueden ser variadas por el profesor con el consentimiento de la mayoría absoluta (más del 50% de los votos) de los estudiantes matriculados en el curso y grupo respectivo”.
- El Artículo 22 indica que “el profesor debe entregar a los alumnos las evaluaciones calificadas y todo documento o material sujeto a evaluación, a más tardar diez días hábiles después de haberse efectuado las evaluaciones y haber recibido los documentos”.
- El Artículo 24 establece el procedimiento y fechas para realizar la reposición de evaluaciones.

