ASIGNATURA DE MÁSTER:

ROBÓTICA PERCEPTUAL Y AUTÓNOMA

Curso 2013/2014

(Código:3110124-)

1.PRESENTACIÓN

La robótica perceptual y autónoma es una materia en constante evolución. No está consolidada como pueda estarlo cualquier disciplina de la Matemática o la Física y por consiguiente es difícil encontrar dos cursos en Universidades diferentes cuyos contenidos puedan ser similares. No obstante existen una serie de fundamentos que, a lo largo de los últimos 15 años, han ido sedimentándose y son considerados como básicos para establecer un punto de partida en la materia. Son esos fundamentos en los que basamos la mayor parte del curso, apoyándonos siempre en la práctica como parte fundamental en la que el alumno pueda demostrar que sabe llevar a la práctica los conocimientos teóricos aprendidos. No obstante, incluiremos algunos conceptos que están en la frontera de la investigación, para introducir al alumno en las diferentes líneas de investigación abiertas por los profesores del departamento.

Nuestro objetivo final es que el alumno sea capaz de programar un robot real para que funcione de manera autónoma de la siguiente manera:

-Utilizando la información sensorial para trasladar la información del medio a un modelo de representación interno.

-Utilizando ese modelo para localizar el robot dentro de él.

-Utilizar ese modelo y la localización del robot en el para efectuar tareas de navegación.

2.CONTEXTUALIZACIÓN

Esta asignatura se encuadra en el módulo "Aplicaciones de la IA" dentro de la especialidad "IA.1: Sistemas Inteligentes de diagnóstico, planificación y control" de la titulación de posgrado "Master de IA Avanzada. Fundamentos Métodos y Aplicaciones".
La Robótica Autónoma puede considerarse como el paradigma más completo de la Inteligencia Artificial Aplicada, ya que incluye la percepción, la planificación y la actuación y, además, esa máquina que va a ejecutar el programa que "percibe, planifica y actúa" tiene una dimensión física, ocupa un espacio en un medio donde se mueve e interactúa. Es por ello que nuestros alumnos necesitan de todas las técnicas que se estudian en el Máster ya que la robótica autónoma se puede considerar como el banco de pruebas donde experimentar todo lo aprendido. Esta necesidad de conocimiento previo nos hace ser cautos a la hora de proponer el plan de estudios de la asignatura, ya que no es previsible que el alumno haya cursado con éxito todo el Máster antes de comenzar ésta materia. El equipo docente procurará en cada caso, orientar al alumno sobre los conocimientos que le hagan falta, utilizando lecturas complementarias y actividades de apoyo.

3.REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

La robótica perceptual y autónoma es el paradigma de la inteligencia artificial aplicada, esto es, podemos considerarla como el campo de experimentación de todos los conceptos y métodos que se estudian en IA. Por consiguiente es necesario que el alumno esté familiarizado a nivel básico con las principales técnicas del área como son por ejemplo:
- Sistemas basados en el conocimiento.
- Redes de neuronas artificiales.
- Técnicas probabilísticas.
- Visión artificial.
- Además es necesario conocimientos informáticos avanzados en algún lenguaje de programación de alto nivel (tipo C, C++...), y comprensión lectora en Inglés técnico.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
5ABCEB57908AFA2A1D13A570AD8ABB90

-En cuanto a conocimientos científicos, son suficientes los conocimientos de Matemáticas y Física de cualquier Licenciatura en Ciencias o Ingeniería Superior.
-Los robots reales y los simuladores de que disponemos en el departamento funcionan bajo Linux, por lo que es recomendable el conocimiento de este sistema operativo. No obstante, el alumno es libre de construir y utilizar su propio software de simulación bajo cualquier otro sistema operativo.

4.RESULTADOS DE APRENDIZAJE

-Estudiar y comprender qué es un robot autónomo.
-Estudiar y comprender los problemas del modelado del medio para un robot.
-Estudiar y comprender los diferentes paradigmas de control en RA.
-Ser capaz de programar un Robot autónomo para que haga una tarea determinada en un medio determinado utilizando sus motores y sensores.

5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Tema 1.- Autonomía y control en robots.
Teoría: Introducción y Capítulo 1 del texto base, páginas 1-41.
Resumen: En este capítulo se introduce al alumno en lo que entendemos por un robot autónomo, para qué puede ser útil este tipo de máquinas y algunos conceptos sencillos de control como son la telepresencia y el control semi-autónomo. También se da una visión general sobre los principales paradigmas de control en robótica y sobre las primitivas que los componen.
Objetivos del tema:
O1.1 Definir "robot inteligente".
O1.2 Aprender qué es un paradigma de control, sus primitivas y los distintos tipos que existen.
O1.3 Ser capaz de describir al menos dos diferencias entre la robótica desde el punto de vista de la IA y la robótica desde el punto de vista de la ingeniería.
O1.4 Ser capaz de diferenciar entre telepresencia y control semi-autónomo.
O1.5 Conocer la historia de la robótica y ser capaz de reflexionar sobre impacto social de los robots.
Orientaciones:
El material docente desarrolla los conceptos fundamentales del capítulo. Posteriormente, el alumno realizará distintas actividades de consulta bibliográfica y de práctica sobre diversos ejemplos para la consolidación de los conceptos objetivo.
Tema 2. Elementos constituyentes de un robot
Teoría:[TC], capítulos 1 y 2 (pp 10-127). [TB], capítulo 6 (pp 195-256).
Resumen: En este capítulo, se darán a conocer los componentes fundamentales de un robot móvil como son los sensores, motores y actuadores. En particular, nos centraremos en el conocimiento de los robots móviles de ruedas.
Objetivos del tema:
O2.1 Definir sensor, conocer los diferentes tipos y su aplicación a robots móviles.
O2.2 Aprender la diferencia entre sensores activos y pasivos.
O2.3 Conocer los rudimentos de la visión por computador aplicada a robots móviles.
O2.4 Ser capaz de, en una imagen dada, umbralizarla para un color y construir un histograma.
O2.5 Conocer los diferentes tipos de sistemas de locomoción para robots móviles.
Orientaciones:
El material docente desarrolla los conceptos fundamentales del capítulo. Posteriormente, el alumno realizará distintas actividades de consulta bibliográfica y de práctica sobre diversos ejemplos para la consolidación de los conceptos objetivo.
Tema 3. Paradigmas de control en robótica autónoma.
Dividiremos este tema en una pequeña introducción y 3 subtemas:
Introducción: concepto de Paradigma.
Paradigma Jerárquico-Deliberativo.
Paradigma Reactivo.
Paradigma Híbrido.
3.0. Introducción: concepto de Paradigma.
Teoría: [TB] capítulo I (pp 1-12).
Resumen: En este capítulo se introduce el concepto de paradigma en robótica y se da una visión general del tema.
Objetivos del subtema:
O3.0.1 Definir el concepto de paradigma de control.
O3.0.2 Diferenciar las tres primitivas fundamentales de un paradigma de control.
O3.0.3 Dar una visión general sobre los paradigmas de control.
3.1. Paradigma Jerárquico-Deliberativo.
Teoría: [TB] capítulo 2 (pp 42-65).
Resumen: El paradigma jerárquico-deliberativo es el más antiguo históricamente en robótica autónoma. Se basa en la ejecución cíclica de las tareas "sense-plan-act" (percibe-planifica-actúa). En este capítulo se estudian las principales ventajas e inconvenientes de este paradigma, así como ejemplos de aplicación.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
5ABCEB57908AFA2A1D13A570AD8ABB90

Objetivos del subtema:
O3.1.1 Describir el paradigma Jerárquico-Deliberativo [J-D] en función de las tres primitivas fundamentales estudiadas en la introducción.
O3.1.2 Nombrar y evaluar un ejemplo de arquitectura J-D en términos de los 4 principios de evaluación de arquitecturas estudiados en la introducción.
O3.1.3 Conocer "Strips" y utilizarlo para resolver problemas de navegación.
O3.1.4 Describir el planificador de misión, navegador y el piloto del controlador jerárquico anidado.
las tres primitivas fundamentales "SENSE-PLAN-ACT".
su organización sensorial.
O3.1.5 Enumerar dos ventajas y dos desventajas del paradigma J-D.
3.2. Paradigma Reactivo.
Teoría: [TB] capítulo 3 (pp 68-103) opcional. [TB] capítulos 4 y 5 (pp 106-193).
Resumen: El paradigma reactivo surge como respuesta a los problemas encontrados en el paradigma J-D. Menos computación, respuestas mas sencillas y rápidas y menos representación interna del medio externo.
Objetivos:
O3.2.1 Describir el paradigma reactivo en función de las tres primitivas fundamentales estudiadas en la introducción.
O3.2.2 Enumerar las características de un sistema robótico reactivo.
O3.2.3 Describir las dos principales estrategias de combinación de comportamientos en una arquitectura reactiva: "subsumption" y suma de campos de potencial.
O3.2.4 Evaluar las arquitecturas de "subsumption" y campos de potencial.
O3.2.5 Diseñar una arquitectura completa basada en comportamientos.
O3.2.6 Describir los dos métodos fundamentales para ensamblar y coordinar comportamientos primitivos en otro comportamiento más abstracto: FSM y scripts.
3.3. Paradigma Híbrido.
Teoría: [TB] capítulo 7 (pp 257-292).
Resumen: El paradigma reactivo viene a recoger lo mejor de los dos enfoques anteriores. Una parte reactiva, que normalmente tiene que ver con respuestas rápidas a estímulos de peligro, y una parte deliberativa que normalmente tiene que ver con planificación a largo plazo.
Objetivos del subtema:
O3.3.1 Describir el paradigma híbrido en función de las tres primitivas fundamentales estudiadas en la introducción.
O3.3.2 Conocer y evaluar un ejemplo de arquitectura híbrida.
O3.3.3 Ser capaz de distinguir en una arquitectura híbrida las componentes reactivas de las deliberativas.
O3.3.4 Enumerar las cinco componentes fundamentales de una arquitectura híbrida.
Tema 4. Odometría (Dead-Reckonong) y Navegación basada en marcas.
Teoría: [TC] capítulos 5, 6 y 7 (pp 130-183).
Resumen: En este tema se describen algunas técnicas utilizadas para resolver el problema de la localización del robot en el medio. En particular, se estudiará la Odometría, la navegación de haz activo y la navegación basada en marcas.
Objetivos del tema:
O4.1 Describir qué es la odometría (dead reckoning).
O4.2 Explicar las fuentes de error que presenta la odometría y sus posibles soluciones.
O4.3 Describir la navegación de haz activo.
O4.4 Conocer algunas aplicaciones reales de la navegación de haz activo.
O4.5 Describir la navegación basada en marcas.
O4.6 Distinguir entre marcas artificiales y naturales.
Orientaciones:
El material docente desarrolla los conceptos fundamentales del capítulo. Posteriormente, el alumno realizará distintas actividades de consulta bibliográfica y de práctica sobre diversos ejemplos para la consolidación de los conceptos objetivo.
Tema 5. Mapas métricos y topológicos.
Teoría: [TB] capítulos 9, 10, 11 (pp 316-434). [TC] capítulo 8 (pp 184-206) opcional.
Resumen: El problema de la representación del medio es crucial en robótica autónoma. El alumno podrá observar que es difícil separar los conceptos de localización y navegación y que estaremos utilizando ambos conceptos mezclados con la representación en el medio. Podremos representar el medio precisamente porque podemos localizar al robot en el medio y moverlo de un punto a otro. Utilizaremos un lenguaje antropomórfico como recurso didáctico aunque no sea correcto. Por ejemplo diremos, "el robot percibe", "el robot hace tal cosa", teniendo en cuanta, evidentemente, que hablamos de una máquina.
Objetivos del tema:
O5.1 Respoder a estas cuatro preguntas:
¿Hacia dónde voy?
¿Cuál es el mejor camino para ir?
¿Dónde he estado?
¿Dónde estoy?
O5.2 Repasar la navegación basada en marcas.
O5.3 Construir un mapa basado en un grafo relacional de un entorno estructurado (oficina).
O5.4 Describir los conceptos de lugares distintivos y vías de paso.
O5.5 Definir CSpace y conceptos relacionados.
O5.6 Explicar la diferencia entre planificadores basados en grafos y planificadores de frente de ondas.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
5ABCEB57900AFA2A1D13A570AD8ABB90

O5.7 Aplicar la propagación del frente de onda a una rejilla regular.
Orientaciones:
El material docente desarrolla los conceptos fundamentales del capítulo. Posteriormente, el alumno realizará distintas actividades de consulta bibliográfica y de práctica sobre diversos ejemplos para la consolidación de los conceptos objetivo.
Tema 6. Sistemas multi-agente.
Teoría: [TB] capítulo 8 (pp 294-313).
Resumen: Los sistemas multiagente es una aplicación del la robótica autónoma que enlaza con la inteligencia artificial distribuida (DAI). En este caso, la principal diferencia con la DAI es que la comunicación entre agentes no está asegurada, ya que hay posibilidad de pérdida de datos, imprecisión etc... Los sistemas multiagente, además nos permite iniciarnos en el conocimiento de técnicas de aprendizaje aplicadas a la robótica.
Objetivos del tema:
O6.1 Definir los tipos de regímenes de control, estrategias de cooperación y metas en sistemas multiagente.
O6.2 Dada una descripción de una tarea a cumplir, un conjunto de robots y las interacciones permitidas entre los robots, diseñar un sistema mulitiagente y describirlo en términos de heterogeneidad, control, cooperación y metas.
O6.3 Calcular la "entropía social" de un equipo.
O6.4 Ser capaz de programar un conjunto de robots reactivos homogéneo para cumplir una tarea de recolección.
Orientaciones:
El material docente desarrolla los conceptos fundamentales del capítulo. Posteriormente, el alumno realizará distintas actividades de consulta bibliográfica y de práctica sobre diversos ejemplos para la consolidación de los conceptos objetivo.

6.EQUIPO DOCENTE

- FELIX DE LA PAZ LOPEZ
- JOSE MANUEL CUADRA TRONCOSO

7.METODOLOGÍA

Adaptada a las directrices del EEES, de acuerdo con el documento del IUED. La metodología docente será la general del programa de postgrado, junto a actividades y enlaces con fuentes de información externas. Existe material didáctico propio preparado por el equipo docente.
La asignatura no tiene clases presenciales. Los contenidos teóricos se impartirán a distancia, de acuerdo con las normas y estructuras soporte telemático de la enseñanza en la UNED. El material docente incluye un resumen de los contenidos de cada tema y distintos tipos de actividades relacionadas con la consulta bibliográfica y la implementación de los métodos descritos en la teoría.
Tratándose de un master orientado a la investigación, las actividades de aprendizaje se estructuran en torno al estado del arte en cada una de las materias del curso y a los problemas en los que se va a focalizar en el proyecto final, sobre el que se realizará la evaluación.

8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:
Esta asignatura se estudiará según un texto base. Para facilitar el estudio y proporcionar al alumno las actividades correspondientes con cada tema, el equipo docente proporcionará una guía de estudio de cada tema.
Texto base:

- [TB], "Introduction to AI Robotics", primera edición, R.R. Murphy, MIT Press.

Para conseguir el texto base, dirígete a una librería especializada como:
-http://www.diazdesantos.es
aunque la mejor opción es pedirlo por internet (tarda unos 15 días) en alguno de estos sites:
-http://www.amazon.com
-http://www.barnesandnoble.com/
En estos sitios también puedes encontrar la biblografía opcional.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
5ABCEB57908AFA2A1D13A570AD8ABB90

9.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Comentarios y anexos:
Bibliografía complementaria:

- [TC], "Where am I?, Systems and Methods for Mobile Robot Positioning" , editado y compilado J. Borenstein. http://www-personal.umich.edu/johannb/shared/pos96rep.pdf. Descarga libre.

Bibliografía opcional:

- [TO1], "Autonomous Robots", G. A. Bekey. MIT Press.
- [TO2], "Principles of Robot Motion". H. Choset y otros. MIT Press.
- [TO3], "Behavior based robotics", R. C: Arkin, MIT Press.
- [TO4], "Introduction to autonomous mobile robots". R. Siegwart. MIT Press.
- [TO5], "Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology". V. Braitenberg. MIT Press.
- [TO6], "Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas" Norbert Wiener. Metatemas.

10.RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

Software de simulación de robots:

- [M1],GAZEBO http://playerstage.sourceforge.net/gazebo/gazebo.html
- [M2],PYROBOTICS http://www.pyrorobotics.org
- [M3],MobilSim http://robots.mobilerobots.com

La plataforma de e-Learning Alf, proporcionará el adecuado interfaz de interacción entre el alumno y sus profesores. aLF es una plataforma de e-Learning y colaboración que permite impartir y recibir formación, gestionar y compartir documentos, crear y participar en comunidades temáticas, así como realizar proyectos online.

Se ofrecerán las herramientas necesarias para que, tanto el equipo docente como el alumnado, encuentren la manera de compaginar tanto el trabajo individual como el aprendizaje cooperativo.

11.TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

La tutorización de los alumnos se llevará a cabo a través de la plataforma de e-Learning Alf o por cualquier otro medio de contacto (e-mail, teléfono, etc)

12.EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

La evaluación se realizará esencialmente a partir del proyecto de final de asignatura. Sin embargo, también se tendrán en cuenta las actividades realizadas a lo largo del curso. La evaluación global de la asignatura se hará mediante un trabajo individual y personal del alumno.El trabajo consistirá en implementar alguno de los algoritmos o arquitecturas estudiadeas en la asignatura en un simulador de los recomendados. Se adjuntará una memoria de no más de 50 páginas, el código fuente y el ejecutable compilado, preferentemente bajo Linux.
La valoración final de la nota tendrá en cuenta tanto las actividades como el trabajo, ponderándose también positivamente a aquellos alumnos que, además de las actividades obligatorias, hayan realizado alguna de las recomendadas.

13.COLABORADORES DOCENTES

Véase equipo docente.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
5ABCEB57908AFA2A1D13A570AD8ABB90