

LA ROBÓTICA EN LAS INGENIERIAS INFORMÁTICAS

Josep Fernández Ruzafa¹, Joan Aranda Lopez¹

¹Dpt. Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial
Facultat d'Informàtica de Barcelona - Universitat Politècnica de Catalunya
e-mail: {aranda,ruzafa}@esaii.upc.es

Resumen: Tras revisar el impacto de la robótica en nuestra sociedad, e identificar la informática como un elemento clave en su desarrollo, se resumen los objetivos y contenidos de una asignatura de *Robótica* dentro de un perfil de ingeniería en informática industrial.

1.- INTRODUCCIÓN.

A) MARCO HISTÓRICO.

Desde siempre los hombres hemos construido automatismos con fines lúdicos o para facilitar las actividades que realizamos. Prueba de ello son, las estatuas animadas mediante mecanismos hidráulicos (año 85 a.C.), los autómatas construidos a partir de mecanismos de relojería (siglo XIII), los telares mecánicos programables y la máquina mecánica para cálculos aritméticos de Babbage (siglo XIX). Pero no es hasta la segunda mitad del siglo XX cuando aparecen los primeros robots, como consecuencia de los avances en el control y la informática.

Si bien no hay una definición única y universalmente aceptada de lo que es un robot y la robótica, podemos hacer referencia a algunas definiciones que nos parecen lo suficientemente amplias y ajustadas:

- Un robot es una máquina que puede ser programada para realizar una variedad de tareas, de la misma forma que un computador es un circuito electrónico que puede ser programado para realizar una variedad de tareas. (McKerrow, 1986)
- La robótica es la conexión inteligente entre la percepción y la acción. (Brady, 1985)

B) INCIDENCIA DE LA ROBÓTICA EN LA SOCIEDAD ACTUAL.

En los últimos treinta años la robótica ha evolucionado rápidamente, extendiéndose su uso a todo tipo de aplicaciones y a todos los sectores industriales. Si la sociedad actual no se puede entender sin las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y dentro de ellas la informática, la industria actual tampoco se puede entender sin las Tecnologías Avanzadas de la Producción (TAP) y dentro de ellas la robótica. Los robots van substituyendo progresivamente al hombre en las industrias, en aquellas tareas que por sus características resultan muy repetitivas, penosas y/o nocivas para las personas. Asimismo, los robots son insustituibles en la realización de ciertas tareas que por sus características no pueden ser realizadas por los hombres: manipulación de productos radiactivos o tóxicos, exploración submarina y espacial, reparación en espacios restringidos, etc.

Los datos estadísticos que se conocen referentes al uso y implantación de los robots se centran en el ámbito de la robótica industrial (de hecho es el sector numéricamente mayoritario). En el año 1997, el número de robots industriales en el mundo era de 677.574 unidades, de los cuales unos 5500 están instalados en España. El parque mundial de robots continua creciendo a buen ritmo (6.5% anual, y en el caso particular de España más del 10% anual). Sin duda, el desarrollo industrial de un país esta ligado hoy en día con la implantación y la evolución de las TAP, y en particular de la robótica.

C) ROBÓTICA E INFORMÁTICA.

A nivel social e incluso en el entorno universitario se suele asociar únicamente la robótica con formaciones de corte clásico como la ingeniería mecánica y eléctrica. Pero de hecho, la robótica es una ciencia multidisciplinar con relación con la física, las matemáticas, la ingeniería electrónica, la ingeniería mecánica, la automática y la informática. La robótica se nutre de todas estas especialidades y necesita de ellas para su existencia y evolución, siendo al mismo tiempo, fuente de nuevos retos para todas ellas. En particular, es la aportación de la informática la que convierte un mecanismo complejo y preciso en un robot. La robótica en su estado actual, no sería posible sin la existencia de computadores capaces de realizar en tiempo real los complejos y numerosos cálculos necesarios para controlar los movimientos de un robot, o sin los lenguajes de programación de robots.

o sin las redes de comunicaciones de alta velocidad, o sin las técnicas de inteligencia artificial que permiten realizar a los robots tareas más sofisticadas. Resulta evidente que un profesional de la robótica necesita actualmente de amplios conocimientos en informática.

En el contexto español, a diferencia del resto de países industrializados, son pocas las escuelas y facultades de informática que incluyen en sus planes de estudios materias asociadas con la informática industrial en general, y la robótica en particular. A continuación presentaremos la asignatura de *Robótica* que actualmente se imparte en la Facultat de Informàtica de Barcelona. Esta asignatura dispone de 6 créditos de carácter optativo.

2.- OBJETIVOS.

Como ya hemos indicado, la robótica se puede clasificar en dos grandes ámbitos: la robótica industrial que supone la inmensa mayoría de puestos de trabajo asociados con la robótica, y la robótica no industrial, limitada a aplicaciones muy concretas y a la investigación. Si bien una formación profunda en robótica incluye conocimientos en muchas materias, la actual demanda laboral no requiere de una formación tan amplia. En nuestro caso a la hora de fijar los objetivos y contenidos de una asignatura de *Robótica* hemos optado por una formación dentro del ámbito industrial, dejando la robótica no industrial para una formación de tercer ciclo.

El objetivo básico buscado en el programa desarrollado es el de proporcionar al alumno el nivel de conocimientos suficiente que le permita analizar con criterio propio la variedad de procesos susceptibles de ser robotizados en un entorno industrial y le dé la confianza suficiente para integrar e implementar soluciones a partir de las especificaciones de producción. Así, el objetivo principal está focalizado hacia la aplicación del robot y no hacia su diseño o implementación.

3.- EL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA ROBÓTICA.

La parte teórica de la asignatura ha sido dividida en los siguientes bloques temáticos:

Bloque 1	Elementos básicos de un robot.
Bloque 2	Unidad de control.
Bloque 3	Programación.
Bloque 4	Robotización de tareas.

El orden de los distintos bloques que componen el programa obedece al orden natural de construcción del robot desde sus elementos mecánico-eléctricos más sencillos, hasta llegar a su unidad de programación y sus posibilidades de aplicación.

A) BLOQUE 1. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN ROBOT.

En este bloque se introduce al alumno en la disciplina de la Robótica, en sus orígenes y en su significación social e importancia tecnológica. El contenido de este bloque se muestra muy heterogéneo en cuanto a los conocimientos a transmitir. En primer lugar, el alumno deberá familiarizarse con las diferentes configuraciones mecánicas que se encuentran en el mercado y usar correctamente la terminología propia de la disciplina. También debe conocer las ventajas e inconvenientes de los diferentes actuadores y sensores que incorporan los robots presentes en el mercado a fin de poder seleccionar el más conveniente para cada aplicación.

B) BLOQUE 2. UNIDAD DE CONTROL.

En este bloque se proporcionan al alumno las nociones básicas de control por computador aplicado al control de posición de una articulación, y por extensión a cada una de ellas. Se incide en el aspecto de su implementación mediante microcomputador.

Se justifica la necesidad de sincronizar los movimientos de todas las articulaciones. Se estudian las diferentes técnicas de interpolación y generación de trayectorias, comenzando por las más sencillas desde el punto de vista pedagógico. Se exponen también los problemas de inestabilidad durante la trayectoria derivados de la dinámica del robot (efecto de las inercias, fricciones y la propia gravedad) y se apuntan posibles soluciones. Se introduce el concepto de problema cinemático directo e inverso. Se exponen algunos de los problemas que ofrece un robot angular durante la ejecución de trayectorias cartesianas. Finalmente se presenta la unidad de control desde el punto de vista de diseño del hardware.

C) BLOQUE 3. PROGRAMACIÓN.

Este bloque comienza con la exposición de la evolución de las diferentes formas de programación de los robots industriales y su clasificación. Seguidamente, se presentan las formas de programación por guiado y

textual, sus ámbitos de aplicación, sus ventajas y sus inconvenientes. Seguidamente se analizan los requerimientos que deben tener los sistemas de programación de robots para satisfacer con las demandas actuales en el desarrollo de aplicaciones integradas en un entorno CIM. Para terminar, se muestran algunos ejemplos y “contraejemplos” de lenguajes de programación para que el alumno pueda evaluarlos.

D) BLOQUE 4. ROBOTIZACIÓN DE TAREAS.

En este bloque se presenta al alumno los equipos periféricos y sensores del entorno necesarios para completar una instalación robotizada. Se exponen a continuación las distintas aplicaciones donde la robótica tiene una incidencia más relevante, indicando en cada caso que tipo de robot es el más apropiado. Por último, se dan algunos conceptos de fiabilidad y seguridad de los equipos robotizados a fin de que los alumnos que próximamente trabajarán con robots sean conscientes del peligro que tienen en sus manos.

4.- PRÁCTICAS.

a) Objetivos.

Los conocimientos estructurados adquiridos por los alumnos en las clases teóricas deben afianzarse en el laboratorio, creándose a la vez un ambiente de trabajo en grupo que obligue a compartir ideas y recursos. Teniendo en cuenta el carácter práctico de la materia que se imparte, se ha otorgado a las prácticas de laboratorio el 50% de los créditos de la asignatura. Durante las prácticas, el alumno debe aprender a desarrollar aplicaciones con uno, o varios, robots industriales con el objetivo de automatizar una determinada tarea. Debe aprender a seleccionar y ubicar el robot y los elementos periféricos necesarios de forma que minimicen el tiempo de ejecución de la tarea, así como prever y permitir ampliaciones futuras de la célula de trabajo, sin costes elevados en el desarrollo de los programas.

Aunque no se persigue que el alumno sea capaz de implementar un robot, se completa su formación con prácticas demostrativas sobre los diferentes elementos básicos que forman el robot (actuadores, sensores, servos) con la finalidad de que conozcan sus características y comportamiento.

B) EL PROBLEMA DEL EQUIPAMIENTO DE LABORATORIO.

Para el desarrollo de una asignatura práctica de Robótica son tradicionalmente necesarias altas inversiones en equipamiento docente que superan ampliamente los presupuestos asignados por la universidad para una asignatura media. El problema económico de la adquisición de nuevos equipos y el elevado coste de mantenimiento de los existentes, hace que sea necesaria una planificación a largo plazo de las necesidades de material docente, para ir consiguiendo su adquisición por partes, año tras año, a base muchas veces de recursos obtenidos en proyectos de investigación o convenios con empresas.

Este problema puede ser paliado en parte con la ayuda de un simulador que permita a los alumnos aprender a programar el robot real sin necesidad de él y de forma paralela (todos los grupos a la vez). El problema es encontrar un simulador para el robot de prácticas, en su propio lenguaje y que se ajuste a las necesidades del enunciado de las prácticas.

5.- CONCLUSIONES.

Si a nadie se le escapa que el uso de la informática se ha extendido a todos los sectores de nuestra sociedad, son pocos los centros que ofrecen una formación específica en la aplicación de la informática en el sector industrial. Es evidente que los conocimientos y técnicas que ha de dominar un especialista de la informática industrial son diferentes de los informáticos de gestión o de sistemas. En esta comunicación hemos situado la robótica en el contexto de la informática y hemos presentado el programa de la asignatura *Robótica* que requiere como requisitos de formación únicamente conocimientos de matemáticas, programación, estructura de computadores y electrónica, que se imparten en el primer año de formación universitaria. Este programa que se desarrolla en un cuatrimestre con 3 créditos de teoría y 3 créditos de laboratorio, permite al alumno conocer, utilizar y aplicar la robótica en el ámbito industrial.

6.-BIBLIOGRAFÍA

McKerrow P.J. "Introduction to Robotics " Ed Addison-Wesley. 1991.
Casals A. et al. "La formación en Informática Industrial" Jenui'98. pp 230-5.
Barrientos A. et al. "Fundamentos de Robótica" Ed McGraw-Hill. 1997.