

Robótica: de la ciencia ficción a la realidad científica



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

Mendoza, República Argentina

Robótica

De la ciencia ficción a la realidad científica

Esteban Damián Lannutti

Con ilustraciones de Alejandro Romero

EDIUNC Mendoza, 2020

Lannutti, Esteban Damián
Robótica: de la ciencia ficción a la realidad científica
/ Esteban Damián Lannutti ; ilustrado por Alejandro
Romero. – 1º ed. – Mendoza: EDIUNC, 2020.

178 p. : il. ; 23 × 14 cm – (Ida y vuelta)

ISBN 978-950-39-0379-7

1. Robótica. 2. Ciencias Tecnológicas. I. Romero,
Alejandro, ilus. II. Título.
CCD 629.892

ROBÓTICA. DE LA CIENCIA FICCIÓN
A LA REALIDAD CIENTÍFICA
Esteban Damián Lannutti

Ilustraciones: Alejandro Romero

Primera edición, Mendoza 2020
COLECCIÓN IDA Y VUELTA
MENCIÓN ENSAYO DE DIVULGACIÓN 2019
ISBN 978-950-39-0379-7
Queda hecho el depósito que marca la ley 11723
©EDIUNC, 2020
<http://www.ediunc.uncuyo.edu.ar>
ediunc@uncuyo.edu.ar
Impreso en Argentina - *Printed in Argentina*

Prólogo 9

Introducción 11

PRIMERA PARTE. **Introducción a la robótica** 14

- 1 | Dos preguntas fundamentales 17
- 2 | Un breve recorrido por la historia de la robótica 21
- 3 | Conceptos de robótica 39
 - ¿Qué es un robot? 39
 - Clasificación y aplicación de robots 43
 - Formato natural, biomimética y robótica 50

SEGUNDA PARTE. **De lo natural a lo artificial** 56

- 4 | Sistemas de locomoción 59
 - Robot manipulador 60
 - Robot móvil terrestre 62
 - Robot con patas 64
 - Robot con ruedas 66
 - Robot móvil aéreo y acuático 71
 - Actuadores 76
 - Locomoción o movimiento 80
- 5 | Sistemas de percepción 83
 - Clasificación de sensores 84
 - Tipos de sensores 89
 - Técnicas de percepción 93
 - Sistema visual 95
 - Radar activo 97

	Sistema inercial y de balizamiento	98
	Fusión de medidas	100
6	Sistema de control y planificación	105
	<i>Control programado y aprendido</i>	111
7	Sistema funcional	121
	<i>Todo sistema es funcional</i>	127

TERCERA PARTE. **De lo artificial a la naturalización** 132

8	¿Natural o naturalización?	135
	<i>Naturalizando robots</i>	140
9	Ética, popularización y accesibilidad	149
	<i>¿La robótica debe ser éticamente neutra?</i>	152
	<i>Robots entre nosotros</i>	158

Conclusiones 161

Bibliografía 167

Índice alfabético 175

Este libro nace durante las incontables horas dedicadas a armar robots con Carlos Sánchez y Pablo Marmolejo, en aquellos días como estudiantes de Ingeniería Electrónica. Luego, comienza a cobrar un significado más amplio en la cátedra de Robótica con Gustavo Pereyra, Hugo Morales, de nuevo Carlos y Pablo y, por supuesto, con los alumnos y alumnas del cursado que, en la sinergia del aprendizaje mutuo entre profesores y estudiantes, han enriquecido cada uno de los aspectos volcados en este trabajo. Muchos de los conceptos abordados a lo largo del libro surgieron de manera espontánea y natural durante las horas de cursado y trabajo compartidas, y es así como este grato espacio ha logrado conformar una amalgama impersonal de conocimientos e ideas, razón por la cual no puedo dejar de manifestar un profundo agradecimiento a todos aquellos que son y han sido parte de ello.

Además, tal como se diseña y desarrolla un robot, el libro finalmente es el resultado de una gran multiplicidad y diversidad de contribuciones que en este caso han derivado del ámbito académico, científico e institucional, pero, sobre todo de incontables charlas con amigos, colegas, seres queridos y desconocidos. Si bien es imposible listar a todos aquellos que de alguna forma u otra han sido parte de este compendio de historias de robots-humanos-naturaleza que componen el libro, me gustaría agradecer particularmente a Nelly, Filomena, Benjamín, Nicola, Cristina, Carlos, Martín, Fabricio, Francisco, Fabián, Fernanda; especialmente a Yasmín por su inmenso cariño, generosidad y empatía con el mundo;

a familiares, colegas y amigos, Martín Quiroga, Sebastián Sánchez, Diego Scotti, Damián Rastelli, Estefanía Bottegal, Silvana Moragues, Marcelo Durand, José Navarrete, Andrés Lo Vecchio, Paulina Vacafior, Mariana Correas, Carolina Martínez, Carolina Dinatale, Gabriela Lenzano, Luis Lenzano, Jorge Barón, Beto Ferlito, Germán Roccasalva, Fernando Fucili; a los estudiantes de Geoposicionamiento del Departamento de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras; al jurado del Premio Ida y vuelta 2019, al equipo editorial de EDIUNC, al Conicet, al Cerecon, al doctorado de la Facultad de Ingeniería (UNCUYO) y a los departamentos de Electrónica (UTN-FRM) y Geografía (UNCUYO).

Quiero también agradecer al Sistema Científico, a la Educación Pública, a la Universidad Nacional de Cuyo y a la Universidad Tecnológica Nacional, ya que sin duda son parte fundamental de este camino emprendido.

Prólogo

ALBERTO ROJO¹

9

¿Cómo será la tecnología en diez años? ¿Cómo será la versión 2030 de este libro? ¿Tendrá capítulos nuevos con avances insospechados? Me hice estas preguntas mientras leía de un tirón estas páginas. No es la primera vez que me las hago, pero el entramado del texto fue, a medida que leía, enriqueciendo y profundizando mi ilusión de lo que vendrá.

Y también me llevó a recordar anécdotas que invoco cada vez que escucho predicciones o refutaciones sobre lo que es tecnológicamente posible. Cuento una: a mediados de la década de los ochenta (yo era estudiante) escuché a un profesor de una universidad de California, que estaba de visita en Bariloche, argumentar que por no sé qué motivos de anchos de banda los celulares eran una tecnología impracticable. Hoy son casi un órgano vital.

Así como la magia de ayer es la tecnología del presente, hay fantasías de hoy que, irremediamente, serán realidad en el futuro. Y hay otras, delirantes o simplemente incorrectas, que permanecerán al costado de la antología del tiempo. Pero hay algo que la historia de la ciencia y de la

¹ Alberto Rojo es licenciado y doctor en Física egresado del Instituto Balseiro, fue becario del Conicet y profesor visitante en la Universidad de Buenos Aires y del Oak Ridge National Laboratory. Fue investigador posdoctoral en la Universidad de Chicago, profesor adjunto en la Universidad de Michigan y en la actualidad es profesor del Departamento de Física de la Universidad de Oakland, en Rochester (Michigan, Estados Unidos). En 2019 fue jurado del Premio Ida y Vuelta, en el que esta obra obtuvo una mención.

tecnología nos ilustra y nos advierte: si una idea no contradice las leyes de la física, por alocada que sea, es candidata a hacerse realidad.

Las tres partes del libro recorren con prosa elegante y excelente documentación una historia detallada de la robótica y una descripción accesible de las técnicas y los procesos de control. Pero, sobre todo, nos invita a fijar la vista en lo interdisciplinario, en la unión del arte con la ciencia —o de la ciencia ficción con la ciencia— y en la frontera para mí difusa que separa lo natural de lo artificial. Y, por qué no, a repensar las leyes (o principios) de la robótica de Asimov y sus variantes. Al terminarlo sentí lo que se siente después de leer un muy buen libro: no soy el mismo que antes de empezarlo.

10

Mientras escribía estas líneas el corrector automático me iba indicando opciones y todas eran correctas. Hace un año no funcionaba tan bien. Quién sabe qué será capaz de hacer dentro de un año. De una cosa estoy seguro hoy: un ser humano escribió este prólogo.

Ann Arbor, 2 de diciembre de 2020

La robótica es una rama de la tecnología cada vez más popular y presente en las sociedades modernas. Los robots participan en muchos de los procesos de fabricación de los objetos de consumo actuales y están presentes en campos de aplicación como medicina, agricultura, comercio, educación, industria, espacio, defensa, ciencia, tecnología, servicio doméstico y profesional, entre muchos más. De forma natural, todos podemos diferenciar un robot de una máquina corriente a partir de un proceso intuitivo que analiza el aspecto, acciones y movimientos ejecutados por el sistema robótico. La ciencia ficción ha contribuido al concepto popular que yace en torno a la robótica; no obstante, la información intuitiva que tenemos acerca de los robots también proviene de su relación con el formato natural. La fusión entre el arte de la ciencia ficción y la fascinación humana por imitar y recrear la naturaleza hace que la robótica sea una de las más asombrosas áreas de la ciencia y tecnología moderna.

Al mismo tiempo, a lo largo de la historia, estas dos corrientes han generado algunas controversias y mitos relacionados con los límites y alcances tecnológicos de la robótica. Desde los aciertos y las malas premoniciones de la ciencia ficción hasta la realidad científica reciente, surgen interrogantes relacionados con la evolución tecnológica de las máquinas. En este sentido, cabe preguntarnos: ¿existirá una sustitución masiva de los empleos humanos en manos de los robots? Ciertas aplicaciones de robots, ¿pueden trasgredir aspectos éticos sociales? ¿Qué tan

cerca estamos de alcanzar una dependencia dominante y de perder el control de las máquinas?

12 Está claro que la robótica debe afrontar una serie de desafíos en vistas hacia el futuro, los cuales exceden los retos tecnológicos y científicos de su implementación. Una manera de contribuir al debate y esclarecer los mitos y realidades vigentes es mediante la apertura del conocimiento hacia otros actores sociales, más allá de los diseñadores y desarrolladores de robots. En este sentido, el libro no constituye un manual de diseño de robots, ni tampoco una detallada recopilación del estado del arte de esta extensa disciplina, sino más bien es una forma de promover y acercar el conocimiento de la robótica tanto a un público lector académico como general.

El libro propone un práctico e innovador enfoque basado en la interacción de la ciencia ficción, la biomimética y la realidad científica. La analogía de los desarrollos robóticos reales con la ficción y los organismos vivos ayuda a comprender de manera didáctica las partes componentes de un robot. Por lo tanto, el eje central del libro mantendrá una impronta artística y natural, sin perder el rigor científico necesario para entender con claridad el conjunto de técnicas y conocimientos inter, multi y transdisciplinarios de los sistemas mecánicos, electrónicos, de control y computación que componen un robot.

Siguiendo este camino, el libro está dividido en tres partes. La primera tiene el objetivo de introducir al lector en el mundo de la robótica, con el planteo de dos preguntas fundamentales que a lo largo de los capítulos se intentarán responder: los límites entre lo artificial y natural, y su relación con la vertiginosa evolución científica-tecnológica. En el desafío de responder ambos interrogantes, las aplicaciones robóticas cobran un significado relevante, ya que el diseño y desarrollo de los robots actuales proponen llevar al límite los alcances de la técnica y del conocimiento, así como también el ejercicio de la bioinspiración que intenta emular aspectos naturales en forma artificial. Para entender la robótica y encontrar respuestas debemos primero conocer su historia, desde sus orígenes hasta los procesos que construyeron su visión actual. En este proceso resulta fundamental definir y entender qué es un robot; tarea nada sencilla si se tiene en cuenta la cantidad y diversidad de temas técnicos e incluso filosóficos que integran la robótica. Para ello, se proyecta una clasificación de robots basada en su generación (cronología), morfología y campos de aplicación, pero principalmente se plantea una definición de robot innovadora, que apunta a su reconocimiento intuitivo a partir

de su vínculo intrínseco con lo natural. Aquí entra en juego la asociación entre la biomimética y el diseño de los mecanismos funcionales y de movimiento, como así también los dispositivos electrónicos y programas de medición, procesamiento y control propios de los sistemas robóticos.

La segunda parte trata sobre los fundamentos de la robótica, cuyos contenidos son abordados manteniendo una analogía con los sistemas biológicos para generar una lectura amena y didáctica sobre los componentes funcionales de un robot. La sección comienza con la locomoción, el sistema encargado de generar los movimientos. Aquí se abordan los robots poliarticulados y los sistemas de locomoción terrestres basados en patas y ruedas. Además, se analizan los medios de locomoción aéreos y acuáticos, con sus variantes de acuerdo con sus mecanismos de propulsión. A continuación, se trata la percepción: el sistema sensorial de medición que extrae información externa y propia del robot. Se analizan y explican los tipos de sensores y técnicas de percepción más utilizados en robótica, que van desde simples interruptores de contacto eléctrico a complejos sistemas inerciales, de visión artificial y radares láser tridimensionales. Los datos tomados por la percepción ingresan a un proceso de control y planificación, que es el siguiente tema abordado. El sistema de control y planificación se encarga del procesamiento de datos y toma de decisiones del robot y, además, administra el mando sobre los accionamientos del sistema de locomoción. Por último, se aborda el sistema funcional, el cual está compuesto por un conjunto de elementos que sustentan la operación de los sistemas de locomoción, percepción y control, como el suministro de energía, los dispositivos de protección internos y ambientales, etc.

La tercera y última parte plantea el camino de lo artificial a la naturalización. Marca las pautas para entender el grado de aceptación, familiarización, popularidad y accesibilidad de los robots, y los desafíos éticos y laborales que subyacen a la inserción de la robótica en la vida cotidiana.

Finalmente, a partir de los argumentos y conocimientos adquiridos, retornaremos al punto de partida, en un nuevo intento por responder las dos preguntas fundamentales formuladas al comienzo del libro.

El conocimiento sobre robótica contribuirá a la mejor comprensión del proceso de inserción de máquinas inteligentes y autónomas en nuestras vidas, al mismo tiempo que potenciará la creatividad, inventiva e imaginación de todo aquel que sienta curiosidad por el asombroso y fascinante mundo de los robots.