

12

Rápido, Barato & Fuera de Control



Sugerimos que dentro de pocos años será posible a un costo modesto, invadir un planeta con millones de pequeños robots... Con imaginación y voluntad podemos invadir el sistema solar entero.

De un artículo titulado,
Rápido, barato y fuera de control: Una invasión robot al sistema solar,
Rodney Brooks y Anita M. Flynn,
Journal of the British Interplanetary Society, Volumen 42, pp 478-485, 1989.

Página opuesta: Enjambres de Orbes

Usada con permiso, Copyright Phil Spitler (www.orbswarm.com)

Hace casi dos décadas, Brooks y Flynn expusieron una visión radical para el futuro que, el 4 de julio de 1997, resultó en un exitoso aterrizaje del rover *Sojourner* en la superficie de Marte. Unos años más tarde, en 2004, dos rovers, *Spirit* y *Opportunity*, llegaron a Marte para explorar el planeta. En 2002, en su libro, *Flesh and Machines (Carne y Máquinas)*, un Rodney Brooks más reflexivo confiesa su exuberancia en los comentarios de su artículo escrito con Anita Flynn y describe a los rovers como embajadores planetarios. La visión de Brooks and Flynn consistía en reemplazar a un único y gran rover de 1000 kilos por 100 rovers más pequeños de 1 kilo para explorar superficies planetarias. Los robots más pequeños se moverían mucho más rápido y podrían ser construidos de manera más barata y producidos en masa. También ofrecerían la necesaria redundancia en el caso de que ocasionalmente fallara alguno, que en el caso de un solo robot conduciría a un total fracaso de la misión. Es más, cada robot sería autónomo (es decir, fuera del control humano), y operaría con su propia agenda, tal como estaría definida en su programa de control.

Se debate si Brooks efectivamente acuñó la frase *rápido, barato y fuera de control*. Pero el crédito por usarlo en el título de su artículo de referencia seguido por el despliegue de tres rovers en Marte llevó a su uso masivo en la cultura popular. La frase se convirtió en el título de una película documental de 1997 de Errol Morris en la que aparecía el propio Brooks. En su libro de 2002, Brooks cuenta cómo un científico en el laboratorio de la NASA de Jet Propulsión criticó la idea de rovers rápidos, baratos y autónomos. Mientras que el sueño original de 100 robots pequeños y autónomos queda aún por realizarse, hoy nos resultaría difícil argumentar en contra de la idea. Hemos usado la frase de Brooks en el título de este capítulo para sugerir que a menos de veinte años de que se acuñó la frase, estamos sumergidos en la exploración de todo el potencial de los robots pequeños, baratos y personales. Dado que varios millones de robots personales ya han sido vendidos, podríamos concluir que nuestro planeta ha sido invadido por ellos. Brooks dice que "la revolución de la robótica está en una fase inicial, lista para estallar en los albores del siglo veintiuno". En este capítulo les presentamos varios ejemplos de las formas en que los robots están pasando a formar parte de nuestra vida cotidiana.

Los robots son mecanismos guiados por un control automatizado

Aceptamos la definición de arriba para los robots en el inicio de este texto. Usando el robot Scribbler, también hemos aprendido mucho acerca de sus mecanismos: sensores y motores, y cómo controlarlos va través de los programas Python. En el transcurso de este viaje hemos aprendido lecciones valiosas sobre la construcción de distintos cerebros de robots, cómo diseñar comportamientos simil-insectos, crear sonidos, imágenes y también nos aventuramos brevemente en el reino de la Inteligencia Artificial. La computación tiene su centro en la definición del control automatizado. Cualquier robot, no importa cuán grande o chico sea, tiene mecanismos sensores y motores y su comportamiento puede ser programado para que pueda actuar con autonomía en su ambiente. Es importante tener esto en

mente a medida que exploramos las variadas dimensiones del espectro de la robótica.

El ámbito de aplicaciones de los robots es casi tan diverso como el mundo en el que vivimos. De hecho, está limitado sólo por nuestra propia imaginación. A través de este texto, hemos presentado ejemplos de robots en varios dominios: rovers planetarios, aspiradoras, exploradores en ambientes peligrosos, juguetes y entretenimientos, educación, cirugía médica, manufacturas, etc. Abajo, presentamos otros casos interesantes de uso de la tecnología de robots. Será importante, a medida que exploramos algunos de estos ejemplos, intentar usar lo que han comprendido de este texto para averiguar qué mecanismos se están utilizando en cada caso. Traten de pensar en otras posibles áreas en las que se podrían usar mecanismos similares.

Juguetes

Los juguetes robóticos simples están en todas partes. Algunos efectivamente parecen y se comportan como robots, pero la mayoría usa la computación y la tecnología robótica de forma simple e innovadora. Tomemos el ejemplo de Tengu, diseñado por Crispin Jones (tengtengtengu.com). Tengu se enchufa al puerto USB. Es capaz de desplegar más de una docena de formas con la boca. Está diseñado para reaccionar al sonido y a la música en su ambiente. Las expresiones faciales de boca cambian dependiendo de los sonidos que escucha. Si cantan una canción o si suena alguna música parecerá hacer la mímica con sus labios.



Los juegos robóticos de escritorio han crecido en popularidad por varias razones. La tecnología que lo permite es la presencia de computadoras con puertos USB. Los puertos USB son únicos por el hecho de que, además de proveer canales para el intercambio de datos (como hacemos al comunicarnos con el Scribbler), también proveen potencia. Muchos juguetes, como el Tengu, usan el USB sólo por la potencia. Todos los controles están construidos dentro de la unidad Tengu.

Algunos juguetes de escritorio pueden funcionar en forma independiente de una computadora (todos los controles están presentes dentro de la unidad en sí misma) y sin embargo no requieren baterías: funcionan con energía solar. Las flores y plantas Flip Flap creadas por la compañía TOMY (www.tomy.com) son buenos ejemplos de estos casos. Estos juegos incorporan mecanismos muy simples: sensores solares y generación de



potencia en conjunto con pequeños motores que se activan con corriente eléctrica. Son simples, y sin embargo ingeniosas y divertidas criaturas Braitenberg. La compañía TOMY tiene toda una línea de productos que utiliza estas ideas.

También hay cantidades de juguetes robóticos de escritorio que operan con baterías. El Facebank diseñado por Takada “come” una moneda cuando la pasas frente a sus ojos. Funciona con baterías y su mecanismo incluye sensores IR, similares a los del Scribbler y un motor que lleva o empuja la “piel” de la cara desde atrás.



La mayoría de los juguetes electrónicos educativos usan mecanismos de control automatizado programado. Un juguete educativo interesante es la Tag Reading Pen creada por Leapfrog (leapfrog.com/tag). Un chico puede usar la lapicera para señalar palabras o texto en libros de cuentos especialmente creados para ésta, y la lapicera dice en voz alta la palabra o la oración completa. Diseñada para chicos en edad preescolar que recién se están empezando a interesar por la lectura, este juguete puede promover las habilidades de lectura y pronunciación. La lapicera tiene un lector óptico y un parlante unidos a una memoria que registra los patrones de lectura del chico. Los padres pueden enchufar la lapicera a una computadora para descargar y registrar el progreso de su hijo.



Los robots no necesitan ser construidos con mecanismos digitales. Uno también puede crear mecanismos de control usando circuitos analógicos. La foto a la derecha muestra dispositivos llamados Thingamapoops (bleeplabs.com). ¿Qué hacen? Pueden ser usados para producir o sintetizar bips que suenan muy locos. Los bips también pueden ser enviados como entrada para instrumentos musicales estándar para crear aún más sonidos y efectos bizarros.

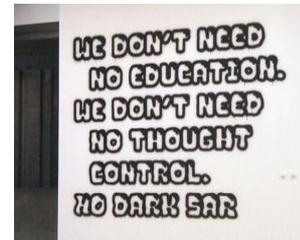
¿Por qué crean esta cosa?
 Porque no hay suficientes monstruos sintetizadores antropomórficos, bipeadores, que hacen zapping y bixxerfoupeadores en el mundo.
 From: FAQ on bleeplabs.com

Arte

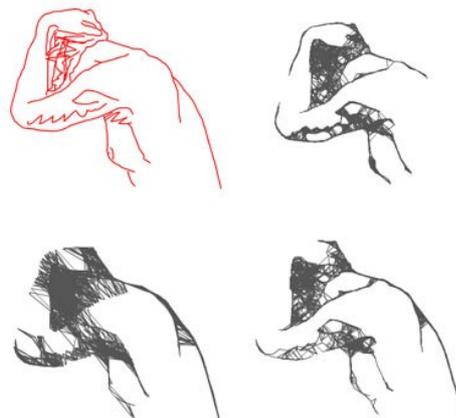
Los robots han sido activamente utilizados para crear todo tipo de arte y los robots en sí mismos han sido objeto del arte. Existen varias organizaciones a nivel mundial que están dedicadas a crear arte con robots y dispositivos robóticos. En este libro también han experimentado con los dibujos del Scribbler. Un par de lindos ejemplos

de robots creando arte se ilustran en los trabajos de los ingenieros suizos Jürg Lehni y Uli Franke quienes crearon el robot que dibuja graffitis, Hektor (hector.ch), en la Escuela de Arte en Lousanne, y Zefrank (zefrank.com) que ha creado dos versiones de un robot que llama Scribbler que es diferente del que ustedes tienen.

Ambos Hektor y Scribbler crean dibujos basados en dibujos existentes. Primero se crea un dibujo. El robot (programa) lee el dibujo y después lo embellece con un nuevo dibujo basado en el que se ingresó. Hektor está montado en la pared y tiene una lata de aerosol que se mueve sobre un sistema de poleas controladas por el robot. El graffiti que se muestra acá fue pintado por Hektor. Pueden visitar el sitio Web de Lehni y Franke para ver películas del robot en acción. Scribbler usa esquemas básicos como base para crear dibujos. En la imagen que se muestra aquí, se pueden ver tres esquemas que fueron creados basados en el de la equina superior izquierda. El concepto del Scribbler es interesante por el hecho de que cualquiera puede usarlo a través de la Web para crear dibujos en un navegador Web. Los creadores también han construido un robot físico que hace dibujos.



Realizar la siguiente actividad: Escribir un programa que copie o escanee una imagen y logre crear un dibujo gráfico basado en ella. Lean los detalles provistos en el sitio Web del Scribbler y utilícenlos para crear algunos esquemas. Observen el proceso de dibujado y piensen cómo podrían crear algo similar.



Mostrame el camino

Los sistemas de posicionamiento global (GPS) han estado en uso por muchos años ya. Más recientemente, pequeños dispositivos de GPS portátiles comenzaron a estar disponibles para uso en autos de consumidores. Un GPS les permite ingresar un destino o punto de interés y luego les muestra el camino a tomar. Les provee una guía de giro-por-giro-en-tiempo-real basada en un mapa. La tecnología usada en estos dispositivos utiliza mecanismos que involucran señales satelitales y mapas de calles. Estos dispositivos también forman el corazón de los mecanismos de los pilotos automáticos en un avión. Un avión que opera en modo piloto automático puede ser considerado un robot según nuestra definición. Más del 90% de despegues y aterrizajes de vuelos comerciales en estos días se realizan usando sistemas de piloto automático. También habrán escuchado hablar de aviones teledirigidos de vigilancia robótica que usa el ejército para espiar territorios enemigos. Los misiles automáticos usan dispositivos similares. Hoy en día la

tecnología también existe para crear sistemas de piloto automático en autos. Es decir, es posible que su auto se maneje solo hasta donde ustedes quieren que vaya.

En algunas de estas aplicaciones, la cuestión de la implementación de la tecnología deviene en una cuestión social o ética: ¿Realmente queremos esto o no? ¿Qué implicancias tendría?

Robots afectuosos & Sociales

En el Capítulo 10 mencionamos que uno de los desafíos de la investigación en IA es comprender y/o crear artificialmente inteligencia corporeizada de nivel humano. Muchos investigadores en IA trabajan en el avance de la comprensión de la inteligencia humana, mientras que otros trabajan en la construcción de modelos de comportamiento más inteligentes. A su vez, el campo de la robótica en sí misma se mueve rápidamente en dirección hacia robots más capaces, ágiles y símil-humanos. Una forma buena y divertida de encontrar la convergencia de estos avances puede verse en las metas de la RoboCup (RoboCopa) (www.robotcup.org). La organización RoboCup está poniendo el foco en robots que juegan al fútbol como base de prueba para IA y robótica. Organizan competencias anuales de fútbol jugado por robots que, además de humanoides de dos piernas, incluyen jugadores de fútbol de cuatro piernas y otros con ruedas.

By the year 2050,

develop a team of fully autonomous humanoid robots that can win against the human world soccer champion team.



Además de robots que juegan al fútbol, otra área de investigación en IA y robótica que está adquiriendo atención es la Interacción Humano-Robot (HRI). Como el nombre lo sugiere, es un área de investigación que estudia modelos de interacción entre humanos y robots. Dado que ya tenemos millones de robots entre nosotros, es importante reconocer la necesidad de crear formas más amigables de interacción con los robots.

Aunque opinamos que todo ciudadano debe estar bien versado en programación y computación, reconocemos que no estamos para nada cerca de esa meta. Como mencionamos varias veces antes, pronto habrá más computadoras que personas en este planeta. ¿Quizás también robots? De todas maneras, la necesidad de interacciones más amigables con las computadoras siempre ha sido reconocida. Con el rápido incremento de aplicaciones basadas en robots, será aún más imperativo para los robots, especialmente dada su presencia física, tener rasgos de comportamiento socialmente relevantes. Aunque fuera sólo por esta razón, facilitaría la aceptación por parte de las personas en nuestra sociedad en muchos niveles.

Dentro de la HRI los investigadores estudian modelos de emoción, reconocimiento de gestos y otras modalidades sociales. Los juguetes emotivos se han estudiado en

muchas aplicaciones, que van desde los juguetes hasta la terapia médica (mencionamos la foca Paro en el Capítulo 1).

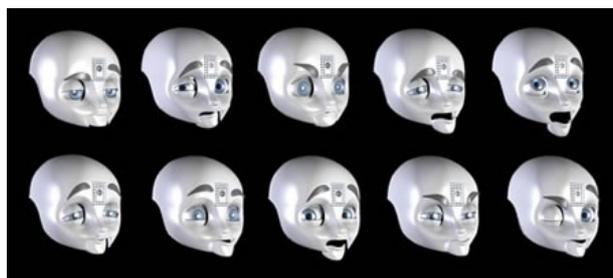
Dado el interés y los avances recientes en el área de HRI, ha emergido un nuevo campo de investigación: *la robótica social*. La robótica social estudia modelos que tienen en cuenta normas sociales de comportamiento relevantes para el ambiente y/o la aplicación del robot. Las emociones pueden cumplir un rol importante en esta área de investigación. Dentro de la relativamente pequeña comunidad de investigadores hay mucho debate acerca de si la robótica social requiere que uno tenga un robot físico. Agentes simulados actuando socialmente son aceptables para algunos investigadores pero no para otros. Tomemos por ejemplo el agente robótico simulado Ananova (www.ananova.com). Ananova fue diseñado para dar noticias a través de la Web igual que un conductor de noticias lo haría en TV. Aunque no es un robot físicamente corporeizado, tiene simulada la morfología humana y es capaz de usar los mismos modelos de emoción y expresión que se han diseñado para robots corporeizados. De hecho, dadas las limitaciones físicas de los robots, la simulación es mucho más realista (ver imagen a la derecha).



iCat es una plataforma de investigación para el estudio de temas de interacción robots-humanos. El robot tiene 38 cm. de alto y está equipado con 13 servos que controlan diferentes partes de la cara, como las cejas, los ojos, los párpados, la boca y la posición de la cabeza. Con esto, el iCat puede generar muchas expresiones faciales diferentes – felicidad, sorpresa, enojo, triste-necesarios para crear diálogos de interacción social humana-robot.

Fuente: research.philips.com

No queremos dejarlos con la foto del iCat como la imagen representativa de robots físicos capaces de manifestar expresiones emocionales. Hacia fines de 1990, Cynthia Breazeal y Brian Scassellati desarrollaron un robot sociable, Kismet, para explorar expresiones e interacciones humanos-robots. Ambos, Breazeal y Scassellati, fueron estudiantes de Rodney Brooks y han participado activamente en la investigación HRI. Los esfuerzos actuales de Breazeal con relación a la computación afectiva se basan en el robot Nexi (ver imagen abajo), que fue desarrollado en el MIT en colaboración con la Universidad de Massachusetts y otros socios colaboradores.



Un nuevo robot experimental del Laboratorio de Medios del MIT puede inclinar sus cejas con enojo o arquearlas en sorpresa, y mostrar un amplio abanico de expresiones faciales para comunicarse con personas en términos centrados en humanos. Se llama Nexi, y apunta a un ámbito de aplicaciones para robots personales y trabajo en equipo humano-robot. Fuente: David Chandler, Oficina de Noticias del MIT, abril 2008.

Brian Scassellati está desarrollando un robot humanoide en la Universidad de Yale que tiene aproximadamente el tamaño de un niño de 1 año. Se está utilizando el robot para explorar tareas más fundamentales de desarrollo como la coordinación mano-ojo. También está siendo utilizado para mejorar el diagnóstico de autismo en niños. Brian y sus colegas sostienen que las señales que el robot necesita detectar y aprender son las mismas que son deficientes en niños autistas. También piensan que tales robots pueden ser usados para crear modelos funcionales de comportamiento autístico.

Los robots autónomos ya se utilizan para repartir el correo diario en oficinas grandes. Fácilmente pueden imaginarse que la misma tecnología se está usando para construir máquinas expendedoras itinerantes. Uno ya puede configurar una cafetera Express de oficina para hacer el café basado en las preferencias de cada individuo: la máquina los percibe (o algún dispositivo que esté utilizando) lo cual transmite sus gustos a la máquina y empieza a funcionar. Las posibilidades son infinitas. Aquí concluimos con otra nueva aplicación: Aquí hay una descripción de problema (fuente: www.koert.com/work): En el diario de la mañana puedo leer el reporte meteorológico así como las cotizaciones de la bolsa. Pero al mirar por mi ventana, sólo obtengo una actualización del clima pero nada de información sobre la bolsa. ¿Alguien podría por favor arreglar este *bug* en mi sistema ambiental?
¡Gracias!

La solución: Fuentes de Datos.

Diseñado por Koert van Minsvoort, Charles Mignot y sus colegas, la Data Fountain usa el medioambiente para mostrar datos de tiempo real. Ellos diseñaron el sistema para mapear los tipos de cambio a la altura de las fuentes. Llamamos a esta idea decoración con información. No necesitan restringirse a pantallas de computadoras para visualizar información. La efectiva realización del concepto emplea la robótica o tecnología de control de dispositivos que obtiene datos actuales en tiempo real de la Web y luego la transforma en la actuación de los chorros de las fuentes.

Resumen

Los robots han sido usados para limpiar sustancias peligrosas, remoción de minas, e incluso destapar profundos sistemas cloacales en grandes ciudades.

Crecientemente se encuentran aplicaciones para situaciones inusuales: exploración de pequeños pasajes en pirámides antiguas, cirugía médica, e incluso en granjas. Los investigadores están desarrollando vehículos de agricultura inteligentes para

monitorear cosechas, plagas de plantas, y condiciones generales de crecimiento. Mientras que puede resultar aceptable e incluso deseable tener un robot que pase la aspiradora en la casa e incluso que limpie las calles, uno debe detenerse y preguntarse si la misma tecnología puede ser usada para fines destructivos. Invariablemente, como sucede con cualquier tecnología nueva, hay beneficios así como potencial para mal uso. Cuestiones éticas y sociales deben entrar en consideración para tomar decisiones importantes en todas las circunstancias.

Los robots se están poniendo rápidos, pequeños, baratos y autónomos. Sin embargo, es sólo el sentido de la autonomía que hace deseable que estén fuera de control. No habremos enviado cientos de pequeños robots a otro planeta pero sí parecemos rodeados por millones de ellos aquí en la tierra. La foto de robots tipo-orbe en un paisaje viene del proyecto Orb Swarm (orbwarm.com). Están explorando usar enjambres de estos robots que coordinan, exploran, e interactúan con su medio ambiente, similar a la visión de Brooks y Flynn. Si tienen éxito en el envío de ejércitos de robots tipo-orbe a otro planeta está por verse. Aunque una cosa es segura: ¡Aprender computación con un robot personal hace que sea mucho más divertido!