

# Técnica para reconocer ambientes desconocidos

**Carlos Gerardo Euresty Uribe**

Instituto Tecnológico de Celaya  
*gerardo.euresty@itcelaya.edu.mx*

**Francisco Gutiérrez Vera**

Instituto Tecnológico de Celaya  
*francisco.gutierrez@itcelaya.edu.mx*

**Claudia Cristina Ortega González**

Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato  
*claudia.ortega@itcelaya.edu.mx*

## Resumen

La aplicación de técnicas heurísticas en el campo de la exploración, están siendo de gran uso para científicos al tener dispositivos-robots dotados con este tipo de inteligencia, los cuales pueden enviar a zonas de alto peligro para los humanos, o simplemente inalcanzables por las capacidades de la humanidad, como son búsquedas en terremotos, o visitar planetas, en este artículo se resumen algunas de las técnicas que se están utilizando, así como las implicaciones de crear un autómata con la capacidad de descubrir un espacio a través de una heurística de búsqueda por incertidumbre, la cual es una de las formas en que los niños exploran, finalmente se presentan algunos casos reales de aplicación de las heurísticas.

**Palabra(s) Clave(s):** heurística, Inteligencia, autómata.

## Abstract

The application of heuristics techniques in the field of exploration, being of great use to scientists to have devices-robots equipped with this type of intelligence, which can be sent to areas of high danger to humans, or simply unattainable by the capabilities of humanity, such as searches earthquakes, or visit planets in this article some of the

techniques that are being used, and the implications of creating a robot with the ability to discover space through a heuristic search are summarized by uncertainty, which is one of the ways in which children explore, finally some real cases of application of heuristics are presented.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad la mayoría de las arquitecturas para los modelos de inteligencia artificial proponen nuevas técnicas para hacer que un autómatas se convierta en un ser consciente a través de métodos diversos como los algoritmos genéticos, las redes neuronales o los algoritmos basados en la entropía, sin embargo para crear un ser consciente es necesario partir desde un concepto más simple de conocimiento a partir de cuál antes de saber cómo va a operar un autómatas debe ser consciente de su entorno y de las cosas que existen a su alrededor, estas nuevas formas de tratar al comportamiento de los autómatas han permitido crear sistemas hasta cierto punto autónomos como los exploradores enviados al planeta Marte para lograr que pueda tomar decisiones como mantener la prioridad en los objetivos y tareas de exploración en el planeta, evitar obstáculos y peligros sin esperar instrucciones de comando que llegarían demasiado tarde.

Usualmente los métodos heurísticos determinan buenas soluciones con tiempos razonables de ejecución, una conceptualización heurística tomada del pensamiento humano debe de funcionar, porque las personas encuentran soluciones en periodos relativamente cortos de tiempo con resultados, debido a que esos raciocinios vinieron de la experiencia de las personas para solucionar un problema. Preguntarnos como encontramos una solución muchas veces es una pregunta sin respuesta, pero trabajando a la inversa, es decir, al tratar de descifrar como obtuvimos las respuestas, se pueden encontrar muchas reglas no escritas que nos permiten simular el funcionamiento del cerebro y que representan mapeos intrínsecamente correctos y completos para el desempeño de un autómatas.

## **2. AVANCES DE LA HEURÍSTICA EN LAS CIENCIAS COMPUTACIONALES**

Uno de los objetivos clásicos de la inteligencia artificial ha sido la simulación del razonamiento humano con el fin de proporcionar a un autómata con dicha funcionalidad, comenzando con una fase de percepción seguida por otra de comprensión. La simulación del mecanismo artificial de “pensar” requiere de una fase previa de análisis en la que obtenemos un modelo acerca de cómo realizamos la interpretación al resolver una situación desde el punto de vista de un ser racional.

Aplicar conceptos heurísticos en la inteligencia artificial es comparable a imaginar cómo debería funcionar el autómata en base a nuestros sentimientos, sabemos que existe una solución pero no la conocemos, podemos intentar crear un modelo que simule la forma en la que nosotros pensamos pero no podemos corroborar nuestras suposiciones hasta ver el autómata funcionando y obteniendo resultados.

A pesar de los avances en todas las ciencias, nuestras aproximaciones a la estructura del cerebro son básicas, cómo este recuerda, cómo piensa y toma decisiones, cómo olvida y se retroalimenta cuando dormimos, es interesante saber que somos buenos para ciertas actividades, pero las preguntas básicas acerca de cómo funciona el cerebro y nos hace seres inteligentes siguen sin una respuesta concreta.

Para entender mejor cómo se soluciona un problema por medio de un concepto heurístico, veamos un ejemplo sencillo. En un depósito lleno de agua se saca la tercera parte del contenido, después la mitad del resto y aún quedan 1,200 litros de agua. La respuesta que buscamos es la capacidad total del depósito. Aun cuando podemos resolver este problema usando una ecuación sencilla es sorprendentemente fácil llegar a la respuesta usando un concepto heurístico de organización que plantea elaborar un esquema o figura, la solución se puede obtener por una simple operación mental. En la figura 1 podemos observar de color azul el tercio que inicialmente se sacó del tanque y de color rosa como se vació la mitad del resto, por lo tanto la capacidad original del tanque es de 3600 litros de agua.

Las búsquedas heurísticas son técnicas de inteligencia artificial que emplean la heurística para determinar los movimientos u opciones. La heurística es un conjunto de

reglas que probablemente lleven a una solución. Estas reglas son útiles sobre todo en aquellos problemas cuyas posibles alternativas son de orden exponencial, aplicando la heurística se pretende reducir el orden de las búsquedas a un número polinomial. Sin embargo las búsquedas heurísticas a pesar de ser efectivas no se puede garantizar que funcionen para todos los casos. En la búsqueda heurística por lo general se refiere a la función de evaluación. Otro problema es el planteamiento del conjunto de reglas adecuado para obtener una solución.

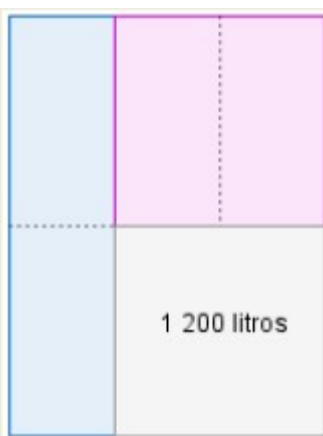


Figura 1 El depósito de agua.

La búsqueda heurística pura está basada en la expansión de las opciones en base a una función heurística con valores  $h(n)$ , esto mantiene una lista de opciones cerradas que ya han sido expandidas y una lista de opciones expandidas que aún no han sido exploradas, el algoritmo comienza sólo con el estado inicial de la lista abierta, en cada ciclo una opción de la lista abierta con el valor mínimo  $h(n)$  es expandido, generando toda una descendencia colocada en la lista cerrada. La función heurística es aplicada a cada elemento de la descendencia y es colocada en la lista abierta en orden de sus valores heurísticos, el algoritmo continúa hasta que la meta es alcanzada por algún descendiente.

Existen muchos proyectos que están siendo desarrollados a través de método heurísticos y bio-inspirados proponiendo que el primero que logre desentrañar el funcionamiento biológico o abstracto del cerebro tendrá una herramienta de aprendizaje

mejor que lo diseños actuales, por ejemplo algunas compañías de Internet han logrado crear diseños que reconocen la fotografía con la cara de un gato entre todos los billones de fotografías subidas a la red, sin embargo a pesar de que el proceso de búsqueda de la información ha mejorado, esto no quiere decir que esos modelos sean inteligentes al llevar a cabo esas funciones. A continuación se presentan algunos ejemplos de trabajos actuales en la vanguardia de la investigación aplicados a diversas áreas de conocimiento.

En el área de la mecánica cuántica se están desarrollando artículos sobre cómo crear máquinas con inteligencia artificial que traten de coincidir con la inteligencia biológica, ya que existen ciertos paralelismos entre una máquina cuántica y el funcionamiento de la mente humana, el cerebro se caracteriza por la reorganización de la neuronas basado en estímulos, lo que indica que el aprendizaje biológico es distinto al aprendizaje de la máquina clásica.

El análisis de antivirus o malware por medio de la heurística ayuda a detectar archivos potencialmente dañinos por medio de un comportamiento basado en reglas para diagnosticar nuevos virus que mutan su código, que son nuevos o desconocidos en base a la detección proactiva de firmas reactivas del virus, de ahí su importancia para las firmas maliciosas en los archivos.

En interesante conocer que se ha utilizado la heurística en la detección de virus desde hace varios años, debido a que por lo general se piensa que la forma más eficaz de conocer si un código es dañino es por el reconocimiento de su firma de comportamiento, la forma para detectar un código malicioso por medio de la técnica heurística consiste en desenredar lo suficientemente al código para determinar si este tratará de replicarse, si bien no es fácil técnicamente determinarlo.

Algunas heurísticas asignan un puntaje al malware y aplicando diversos métodos logran determinar que el código más dañino será el que alcance el puntaje más alto, otros comportamientos también pueden llamar la atención como la apertura de canales de comunicación, diferencias en los tamaños de los archivos y en inconsistencias en las secciones de cabecera de los archivos, entre más creatividad utilizan los desarrolladores de virus mayores armas tienen que utilizar los antivirus a fin de mantener las computadoras seguras o minimizar los daños o los efectos nocivos.

En análisis forense se está trabajando en selecciones heurísticas en imágenes 3D, la tarea convencional consiste en superponer la imagen sobre la fotografía de la persona desaparecida, se propone un método de búsqueda dispersa heurístico para la reconstrucción 3D del cráneo.

Este método proporciona una asistencia a los expertos forenses para la identificación cráneo facial, durante el proceso de superposición de una imagen 2d contra un modelo del cráneo 3D, A grandes rasgos el método RIR (reconocimiento de imagen de rango) lleva a cabo dos etapas: realineación y refinamiento, en la primera el dispositivo de posicionamiento proporciona una secuencia de transformaciones muy próximas a la óptima permitiendo una alineación de gran calidad entre las imágenes eliminando errores del proceso de adquisición, en la segunda etapa se refina el resultado anterior usando una técnica de optimización local. En esta propuesta se hace una selección heurística de puntos calculando la posición de superposición más adecuada.

Se han usado métodos heurísticos para resolver problemas complejos de planificación y manejo forestal que no pueden ser abordados por las técnicas clásicas de programación matemática. Los métodos heurísticos son técnicas alternativas para tratar problemas de optimización difíciles, ya que son capaces de encontrar buenas soluciones en un tiempo de computación razonable. Este ejemplo ilustra el potencial de dos técnicas heurísticas: Recocido Simulado y Búsqueda Tabú, mediante su aplicación a un ejemplo sencillo de planificación de cosechas en una plantación forestal.

Existen procesos heurísticos en el área industrial denominados KILBRIDGE AND WESTER y HELGESON AND BIRNIE aplicables de tal manera que se pueda encontrar una solución adecuada según el concepto de paralelismo, explicando de manera teórica cada uno de los componentes de una línea de ensamblaje y los puntos a tener en cuenta al momento de abordar un caso general. Se pueden usar para evaluar un problema con ambos métodos, y concluir acerca de diferencias y posibles ventajas de la utilización de uno u otro método para solucionar problemas de optimización de éste tipo.

En la construcción de puentes se están utilizando heurísticas combinatorias basadas en la optimización de colonias de hormigas para establecer las características y restricciones de las construcciones de hormigón para obtener estabilidad, soporte y economía de los materiales. Es importante conocer que el número de combinaciones

para la construcción de un túnel subterráneo puede consistir de hasta 45 variables discretas lo que puede generar una cantidad muy grande de posibilidades a analizar. Es importante hacer notar que para su correcta comprensión y asimilación es necesario poner en práctica estos métodos, para lo cual se explicará exactamente como construir la heurística del problema de un autómata reconocedor de ambientes desconocidos, creando su modelo.

### **3. MODELO HEURÍSTICO DEL AUTÓMATA**

Para crear un autómata que deba tener un comportamiento autónomo, el primer problema que surge es que el autómata sepa cómo es su ambiente para su desplazamiento, la perspectiva inicial es colocar al autómata dentro de un espacio cerrado completamente desconocido, en donde lo que único que sabe el autómata son las dimensiones del área y la posición en donde se encuentra, el objetivo del robot es iniciar un proceso de búsqueda con movimientos en el eje horizontal y vertical, que le permitan reconocer la mayor parte posible del terreno antes de que pueda realizar otras funciones sobre el mismo.

El área a investigar por el autómata sería un laberinto cerrado de dos dimensiones, en donde este no contiene otros elementos aparte de espacios vacíos y muros que dividen el laberinto en segmentos más pequeños, para facilitar el proceso de búsqueda inicial. Otro problema consiste en determinar cómo el autómata deberá ver su ambiente como por ejemplo a través de visión artificial u otros métodos para lograr detectar cuales son las características de su entorno.

La heurística implementada para este problema se basa en el comportamiento de un niño al explorar un ambiente desconocido partiendo de los siguientes hechos:

- Si existe incertidumbre (no sabemos hacia dónde movernos), cualquier camino es bueno.
- Encontrar nuevos lugares nos motiva a continuar explorando.
- La memoria espacial es muy útil para reconocer los lugares que ya hemos visitado o agotado y descartarlos.

- Los caminos desconocidos deben registrarse en la memoria para su posterior investigación.

Por lo tanto para el proceso de reconocimiento del autómata podemos establecer tres estados de comportamiento, inicialmente el autómata no sabe nada de su ambiente pero tiene que decidir qué camino tomar para comenzar su trabajo de búsqueda, el estado inicial del autómata sería *confundido* (*confused*). En este estado simplemente se obtiene una alternativa al azar viable para hacer el rastreo, las direcciones están especificadas como *norte, este, sur y oeste*. A partir del estado anterior el autómata cambia a un nuevo estado *caminando* (*walking*) que le permite detectar la distancia a la que se encuentra de objeto sólido, por medio de un sensor de distancia ubicado al frente del autómata y posteriormente recorrer ese camino hasta antes de “topar” con pared, cada vez que el autómata camina se dibuja en pantalla el mapa actualizado que muestra el porcentaje de áreas descubiertas por el autómata, en este estado se utilizan dos sensores colocados a la izquierda y derecha del autómata para registrar su ambiente alrededor y determinar si hay rutas nuevas lo suficientemente interesantes para guardarse en su memoria. El tercer estado denominado *recordar* (*remember*) le permite al autómata recordar la última dirección registrada en su memoria para regresar al estado *walking* recuperando la última posición y dirección que se debe investigar, en caso de que no existan datos en la memoria del autómata regresaría al estado *confused*, para continuar navegando en el mapa. En la figura 2 se muestra un diagrama de estados del autómata en dónde el estado final se determinaría cuando el porcentaje de ambiente encontrado por el autómata igualará o superará el 90% del mapa descubierto.

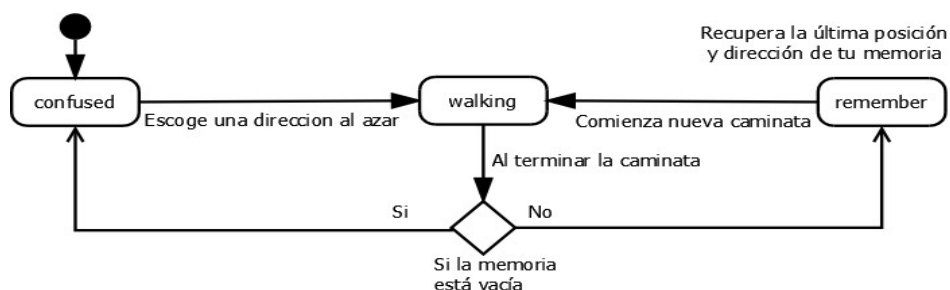


Figura 2 Diagrama de estados del autómata.



## Aplicaciones reales

Las implicaciones de dotar de razonamiento a un artefacto-robot-autómata, requieren de un alto poder de cómputo y esto lleva tiempo, este razonamiento le permitirá tomar decisiones en campos tan importantes como la investigación o exploración, y aunque ya existen muchos robots dotados de capacidad de toma de decisiones como los utilizados en competencias entre robots (ROBOCUP), la mayoría de ellos aún son semi autónomos o no hay mucho problema porque los humanos están cerca auxiliarlo, en este tipo de competencia, los robots deben de realizar ciertas acciones basadas en una programación del entorno y las reglas de lo que se esté resolviendo, en este caso jugar fútbol, en la figura 3 se observan 2 tipos de robots para RoboCup, aunque hay más categorías y tipos.

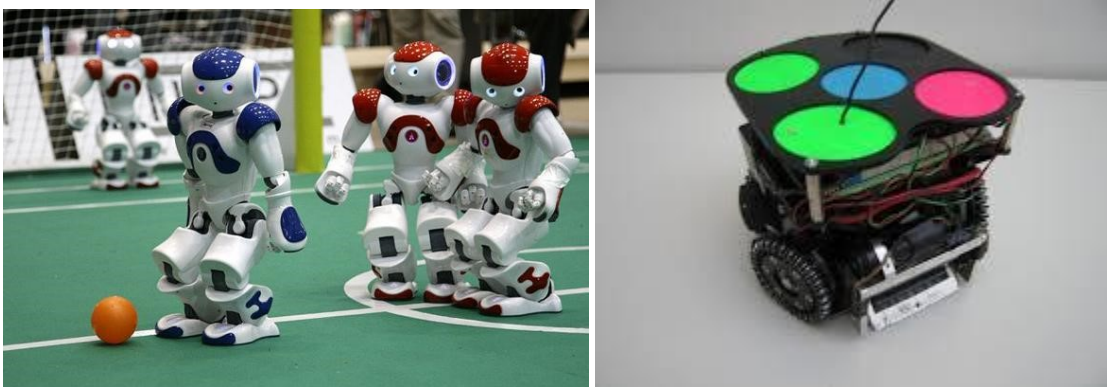


Figura 3 Tipos de robots en Robocup.

Pero ¿Qué ocurre con los robots enviados al planeta marte?, los cuales están a miles de kilómetros y no hay un humano que le ayude a salir de un problema, los humanos desde la tierra le mandan ordenes como dirígete al punto X, el robot toma decisiones de cómo llegar a ese punto, el problema se dio con la sonda-robot SPIRIT, el cual al seguir una instrucción desde la tierra se atascó su sistema de tracción en una superficie para la que no estaba preparado, los humanos no pueden tomar un taxi y ver como lo ayudan, desde la tierra trataron de simular el escenario y tratar de darle ordenes que le permitieran salir del problema, sin embargo no lo lograron y el robot quedo atascado de forma indefinida, en la figura 4 se muestran algunas imágenes de esto.



Figura 4 Imágenes del Robot SPIRIT.

Pretendemos en el mediano plazo dotar a un robot volador (Drone) la capacidad de reconocer espacios residenciales o industriales, para ello se desarrollará el algoritmo que alimente el comportamiento del Drone (figura 5), se simulará el comportamiento heurístico de reconocimiento del área a revisar teniendo 2 etapas primero en 2D para posteriormente, implementar el algoritmo en un reconocimiento de 3D, La siguiente etapa será crear la interfaz de enlace entre el comportamiento del autómeta y el Drone, ya que estos últimos ya vienen con una programación previa y un control de vuelo dependiente del humano, el algoritmo en conjunto con sensores (que se incorporaran), permitirán un control autónomo, en la búsqueda del reconocimiento del espacio, la utilidad de este proyecto será encaminado hacia la seguridad de espacios ya sea industriales o residenciales, por ejemplo, suena una alarma o un sensor se activa en una zona de la planta, el drone, podrá despegar desde donde este y llegar al sitio donde se activó la alarma y realizar las acciones que le sean pre-programadas. La capacidad que pretendemos incorporar, consta de una eta de reconocimiento del espacio y posteriormente búsquedas de objetivos específicos a través de decisiones heurísticas.



Figura 5 Drone.

#### 4. Bibliografía

- [1] González, María; Alfra, Pascual, Lorés, Jesús; “Evaluacion Heuristica”; “Universidad de Lleida”; <http://aipo.es/libro/pdf/15-Evaluacion-Heuristica.pdf>; (2010)
- [2] Robin, M; Heuristic Search; <http://intelligence.worldofcomputing.net/aisearch/heuristic-search.html#.VZbTOka8oat>; (2009).
- [3] David Harley, Lee Andrew; “Análisis Heurístico: detectando malware desconocido”; [http://www.eset-informe/analisis\\_heuristico\\_detectando\\_malware\\_desconocido.pdf](http://www.eset-informe/analisis_heuristico_detectando_malware_desconocido.pdf); (2007).
- [4] Ballerini, Lucía; Cordón, Óscar; “Selección heurística en imágenes 3D para la reconstrucción forense de cráneos con búsqueda dispersa”; [http://www.researchgate.net/publication/228556793\\_Seleccion\\_heurstica\\_en\\_imagenes\\_3D\\_para\\_la\\_reconstruccion\\_forense\\_de\\_crneos\\_con\\_bsqueda\\_dispersa](http://www.researchgate.net/publication/228556793_Seleccion_heurstica_en_imagenes_3D_para_la_reconstruccion_forense_de_crneos_con_bsqueda_dispersa); (2007).
- [5] Yopez, Victor; “¿Las hormigas nos pueden enseñar a optimizar puentes?”; <http://victoryepes.blogs.upv.es/tag/metaheuristicas/>; (2015)
- [6] Quintero, Maria; Jerez Mauricio; “Métodos heurísticos en la planificación del manejo forestal: Un ejemplo de aplicación”; [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/32524/1/art6\\_mariaalejandra.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/32524/1/art6_mariaalejandra.pdf); (2010)
- [7] Pinzón, Sebastián; “APLICACIÓN DE MÉTODOS HEURÍSTICOS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE BALANCEO DE LÍNEAS CON ESTACIONES EN PARALELO”; <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/3462/1/65854P661.pdf>; (2013).