

Heurísticas

Christopher Expósito Izquierdo, J. Marcos Moreno Vega
cexposit@ull.es, jmmoreno@ull.es

Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas
Universidad de La Laguna

Origen

- Heurística proviene del griego Heuriskein que puede traducirse por hallar, descubrir, encontrar.
- Arquímedes salió corriendo desnudo por la calle gritando Eureka (lo encontré), cuando descubrió el principio de flotación mientras estaba en el baño.

Definición

- Arte de inventar o descubrir hechos valiéndose de hipótesis o principios que, aún no siendo verdaderos, estimulan la investigación.

Enciclopedia Salvat [SAL97]

Origen

- Heurística proviene del griego Heuriskein que puede traducirse por hallar, descubrir, encontrar.
- Arquímedes salió corriendo desnudo por la calle gritando Eureka (lo encontré), cuando descubrió el principio de flotación mientras estaba en el baño.

Definición

- Arte de inventar o descubrir hechos valiéndose de hipótesis o principios que, aún no siendo verdaderos, estimulan la investigación.

Enciclopedia Salvat [SAL97]

Origen

- Heurística proviene del griego Heuriskein que puede traducirse por hallar, descubrir, encontrar.
- Arquímedes salió corriendo desnudo por la calle gritando Eureka (lo encontré), cuando descubrió el principio de flotación mientras estaba en el baño.

Definición

- Arte de inventar o descubrir hechos valiéndose de hipótesis o principios que, aún no siendo verdaderos, estimulan la investigación.

Enciclopedia Salvat [SAL97]

Interpretaciones

Primera interpretación: reglas con las que la gente gestiona el conocimiento común.

Segunda interpretación: procedimiento de resolución de problemas.

Tercera interpretación: función que permite evaluar la bondad de un movimiento, estado, elemento o solución.

Primera interpretación (i)

- El matemático George Polya (1887-1985) empleó por primera vez esta palabra en su libro *How to solve it* [POL57] para expresar las reglas con las que la gente gestiona el conocimiento común.

Primera interpretación (ii)

- Buscar un problema parecido que haya sido resuelto.
- Determinar cuáles fueron la técnica empleada para su resolución y la solución obtenida.
- Si es posible, usar la técnica y/o solución anteriores para resolver el problema original.

Primera interpretación. Ejemplo

$$\int 4x \sin x dx$$

$$\int 3x \cos x dx = 3x \sin x - \int \sin x 3 dx = 3x \sin x - 3 \int \sin x dx =$$
$$3x \sin x + 3 \cos x + C$$

$$\int 4x \sin x dx = -4x \cos x + \int \cos x 4 dx = -4x \cos x + 4 \int \cos x dx =$$
$$-4x \cos x + 4 \sin x + C$$

Primera interpretación. Ejemplo

$$\int 4x \sin x dx$$

$$\int 3x \cos x dx = 3x \sin x - \int \sin x 3 dx = 3x \sin x - 3 \int \sin x dx = \\ 3x \sin x + 3 \cos x + C$$

$$\int 4x \sin x dx = -4x \cos x + \int \cos x 4 dx = -4x \cos x + 4 \int \cos x dx = \\ -4x \cos x + 4 \sin x + C$$

Primera interpretación. Ejemplo

$$\int 4x \sin x dx$$

$$\int 3x \cos x dx = 3x \sin x - \int \sin x 3 dx = 3x \sin x - 3 \int \sin x dx = \\ 3x \sin x + 3 \cos x + C$$

$$\int 4x \sin x dx = -4x \cos x + \int \cos x 4 dx = -4x \cos x + 4 \int \cos x dx = \\ -4x \cos x + 4 \sin x + C$$

Segunda interpretación (i)

- [Un procedimiento] para resolver problemas por medio de un método intuitivo en el que la estructura del problema puede interpretarse y explotarse inteligentemente para obtener una solución razonable.

T. Nicholson [NIC71]

- En Investigación Operativa, el término heurístico normalmente se entiende en el sentido de un algoritmo iterativo que no converge hacia la solución (óptima o factible) del problema.

H. Müller-Merbach [MUL81]

Segunda interpretación (ii)

- Un método heurístico (también llamado un algoritmo aproximado, un procedimiento inexacto, o, simplemente, una heurística) es un conjunto bien conocido de pasos para identificar rápidamente una solución de alta calidad para un problema dado.

Barr, Golden, Kelly, Resende, Stewart [BAR95]

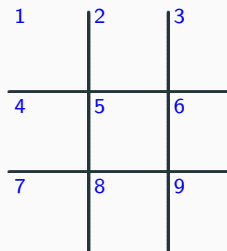
Tercera interpretación (i)

- Una función heurística es una correspondencia entre las descripciones de estados del problema hacia alguna medida de deseabilidad, normalmente representada por números. Los aspectos del problema que se consideran, cómo se evalúan estos aspectos y los pesos que se dan a los aspectos individuales, se eligen de forma que el valor que la función da a un nodo en el proceso de búsqueda sea una estimación tan buena como sea posible para ver si ese nodo pertenece a la ruta que conduce a la solución.

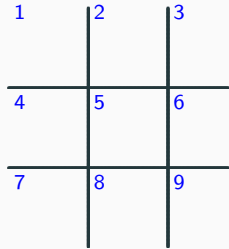
Elaine Rich, Kevin Knight [RIC94]

Tercera interpretación (ii). Ejemplo. Tres en raya

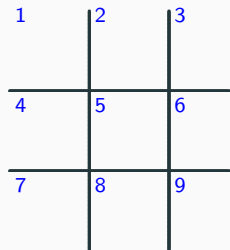
- **Función heurística:** número de filas, columnas y diagonales en las que se puede ganar.



Heurísticas



Heurísticas

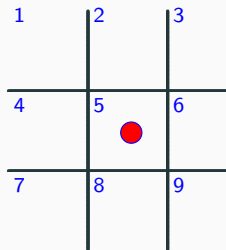
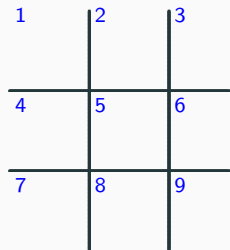


$$f_1(5) = 4$$

$$f_1(1) = f_1(3) = f_1(7) = f_1(9) = 3$$

$$f_1(2) = f_1(4) = f_1(6) = f_1(8) = 2$$

Heurísticas

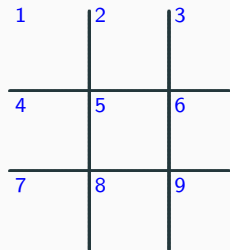


$$f_1(5) = 4$$

$$f_1(1) = f_1(3) = f_1(7) = f_1(9) = 3$$

$$f_1(2) = f_1(4) = f_1(6) = f_1(8) = 2$$

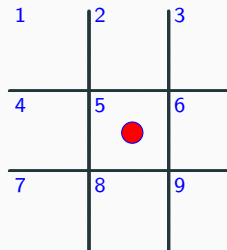
Heurísticas



$$f_1(5) = 4$$

$$f_1(1) = f_1(3) = f_1(7) = f_1(9) = 3$$

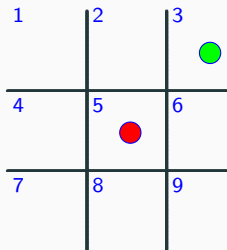
$$f_1(2) = f_1(4) = f_1(6) = f_1(8) = 2$$



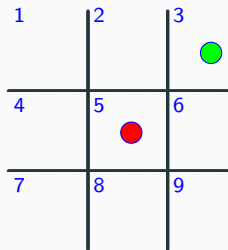
$$f_2(5) = -$$

$$f_2(1) = f_2(3) = f_2(7) = f_2(9) = 2$$

$$f_2(2) = f_2(4) = f_2(6) = f_2(8) = 1$$



Heurísticas

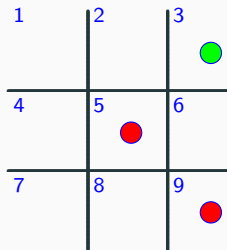
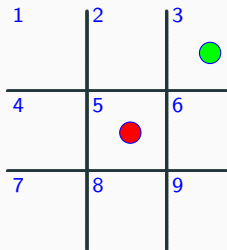


$$f_1(5) = f_1(3) = -$$

$$f_1(1) = f_1(4) = f_1(7) = f_1(8) = f_1(9) = 2$$

$$f_1(2) = f_1(6) = 1$$

Heurísticas

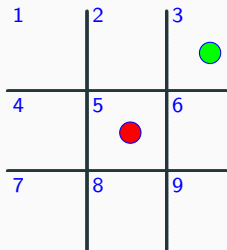


$$f_1(5) = f_1(3) = -$$

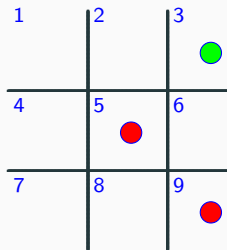
$$f_1(1) = f_1(4) = f_1(7) = f_1(8) = f_1(9) = 2$$

$$f_1(2) = f_1(6) = 1$$

Heurísticas



$$\begin{aligned}f_1(5) &= f_1(3) = - \\f_1(1) &= f_1(4) = f_1(7) = f_1(8) = f_1(9) = 2 \\f_1(2) &= f_1(6) = 1\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}f_2(5) &= f_2(3) = f_2(9) = - \\f_2(1) &= f_2(4) = f_2(7) = 1 \\f_2(2) &= f_2(6) = f_2(8) = 0\end{aligned}$$

Otras definiciones

- **Heurísticas en Inteligencia artificial.** Heurístico es el calificativo apropiado para las técnicas o procedimientos que, empleando conocimiento acerca de un problema, tratan de buscarle solución usando una cantidad de recursos razonable
- **Heurísticas en Investigación operativa.** Una heurística es una técnica que encuentra soluciones buenas (casi óptimas) con un coste computacional razonable, pero que no es capaz, en muchos casos, de garantizar ni la factibilidad, ni la optimalidad, ni establecer lo cerca de la optimalidad que está una solución factible particular.

Colin R. Reeves [REE93]

Importancia de las Heurísticas

- [La Inteligencia artificial es] el estudio de técnicas de resolución de problemas exponenciales complicados en tiempo polinomial mediante el uso de conocimiento sobre el campo de aplicación del problema.

Elaine Rich, Kevin Knight [RIC94]

- Cabe destacar el interés creciente por el estudio y aplicación de procedimientos heurísticos en Investigación operativa, pasando de ser consideradas pobres herramientas a instrumentos fundamentales y, en muchos casos, imprescindibles para la resolución práctica de un problema.

Por qué o cuándo usar las heurísticas (i)

- No se dispone de un procedimiento exacto para resolver el problema planteado.
- Se dispone de un procedimiento exacto, pero es ineficiente.
- Se desea aumentar la eficiencia de un procedimiento exacto.
- Se prefiere abordar, por medio de heurísticas, una representación más ajustada del problema planteado que una versión menos realista de tal problema que pueda resolverse de forma exacta.

Extraído de [SIL80] y [ZAN81]

Por qué o cuándo usar las heurísticas (ii)

- No se poseen conocimientos específicos sobre el problema que permitan abordarlo de forma exacta.
- Se tiene que resolver repetidas veces un mismo problema, probablemente con datos distintos.
- Se quiere disponer de un procedimiento de solución que el decisor pueda comprender

Extraído de [SIL80] y [ZAN81]

Cómo usar las heurísticas (i)

- Las heurísticas deben usarse con cuidado y cautela; entendiendo sus capacidades y limitaciones. Sin enamorarse de ellas (una tendencia de muchos analistas hacia su criatura intelectual.)

S.H. Zanakis, J.R. Evans [ZAN81]

Cómo usar las heurísticas (ii)

- Establecer medidas apropiadas para evaluar el comportamiento de las heurísticas.
- Resolver un número suficiente de problemas, tanto aleatorios como conocidos en la literatura, que permitan establecer la robustez del método heurístico propuesto.
- Emplear procedimientos estadísticos para deducir conclusiones significativas desde los resultados obtenidos.
- Realizar estudios teóricos que permitan comprender y analizar el comportamiento de las heurísticas.

S.H. Zanakis, J.R. Evans [ZAN81]

Propiedades deseables

- Simples
- Robustas
- Generales
- Efectivas
- Eficientes
- Ser capaces de producir múltiples soluciones
- Interactivas
- Usar criterios de parada apropiados

Algunas heurísticas

- Métodos constructivos
- Métodos de búsqueda
 - Búsquedas locales
 - Búsquedas multiarranque
 - Recocido simulado (Simulated Annealing)
 - Búsqueda por entornos variables (Variable Neighborhood Search)
- Métodos basados en Sistemas biológicos
 - Algoritmos genéticos (Genetic algorithms)
 - Optimización basada en colonias de hormigas (Ant colony optimization)

- [BAR95] **Designing and reporting on computational experiments with heuristics methods.** Richard S. Barr, Brice L. Golden, James P. Kelly, Mauricio G.C. Resende, William R. Stewart, Jr. *Journal of Heuristics*, 1 (1995) pp. 9-32
- [MUL81] **Heuristics and their design: a survey.** H. Müller-Merbach, *European Journal of Operational Research*, 8 (1981) pp. 1-23
- [NIC71] **Optimization in Industry.** T. Nicholson, *Longman Press, London* (1971)
- [POL57] **How to solve it.** G. Polya, *Princeton University Press* (1957)
- [REE93] **Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems.** Colin R. Reeves, *Blackwell Scientific Publications* (1993)
- [RIC94] **Inteligencia artificial.** E. Rich, K. Knight, *McGraw Hill* (1994)
- [SAL97] **Enciclopedia Salvat,** *Salvat Editores S.A.* ISBN: 84-345-9707-1(1997)
- [SIL80] **A tutorial on heuristic methods.** E.A. Silver, R.V.V. Vidal, D. de Werra, *European Journal of Operational Research*, 5 (1980) pp. 153-162
- [ZAN81] **Heuristic optimization: why, when and how to use it.** S.H. Zanakis, J.R. Evans, *Interfaces*, 11 (1981) pp 84-90



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.