

Teoría y pericia. El ejemplo de la perspicacia y los cambios de representación

Luis de Ledesma

U. P. M.



Perspicacia (“insight”)

- Búsqueda larga e infructuosa de la solución del problema
- Sensación de haber alcanzado la solución del problema
- Surge como consecuencia de un cambio de representación
- Tiempo de incubación



Resolución de problemas como búsqueda en un espacio de estados del problema

- Espacio de estados del problema
 - Un estado inicial
 - Estados solución
 - Operadores
- Grafo asociado al espacio de estados del problema
 - Nodos: estados
 - Arcos: operadores
- sistemas que resuelven Problemas
 - La Eficiencia depende del tamaño del espacio de estados del problema
- Problema:
 - **¿Hay un camino que lleve desde el estado inicial al estado solución?**



Representación y Cambios de Representación

- Psicología
 - La representación del problema afecta a la dificultad para resolverlo.
 - Los seres humanos cambian de representación inconscientemente cuando están resolviendo problemas
Newell et al., Craik
- Inteligencia Artificial
 - La representación altera el tamaño del espacio de estados del problema y por tanto la eficiencia del sistema que resuelve problemas. El usuario es responsable de seleccionar una buena representación del problema
 - Algunos sistemas que resuelven problemas están diseñados para seleccionar una buena representación antes de que el proceso de resolución haya comenzado y la mantienen mientras se está resolviendo el problema. (SHAPER)
Amarel, Newell et al., Korf, Fink, Choueiry, Sacerdoti, Knobloch,...

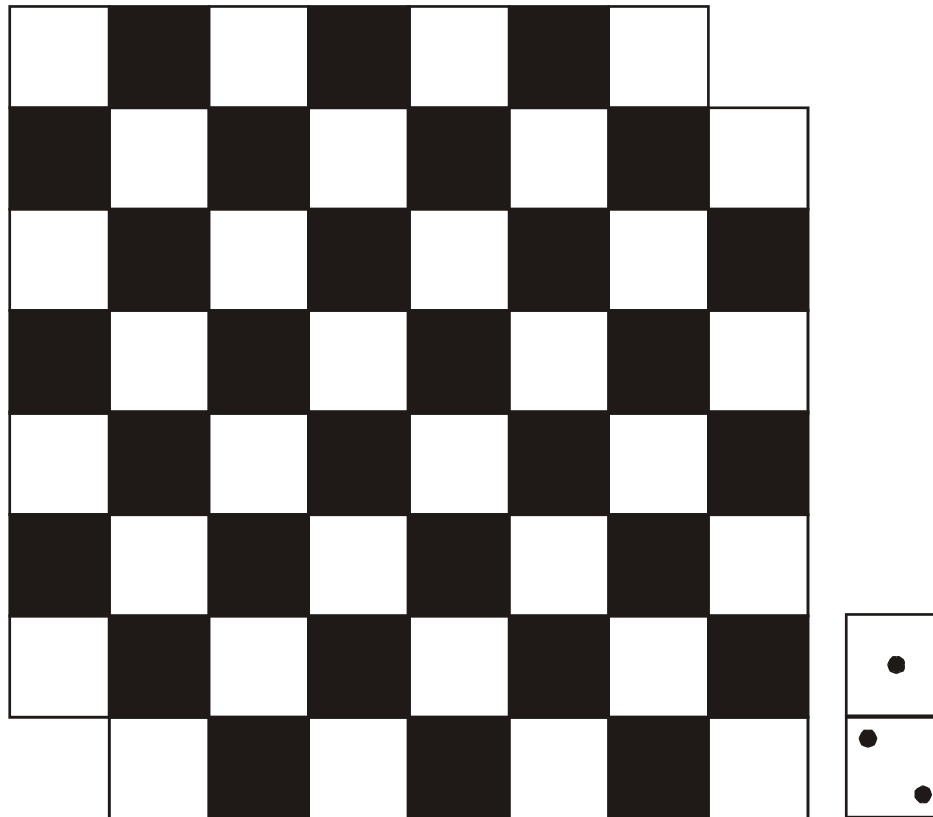


Objetivos

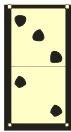
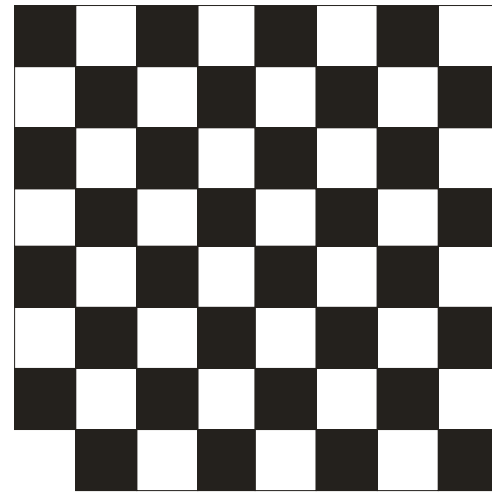
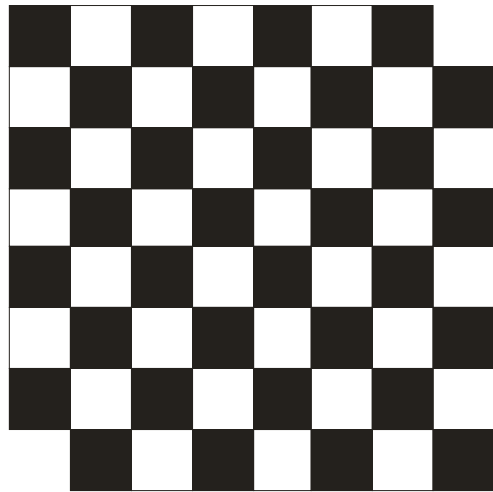
- Un sistema capaz de cambiar la representación mientras se resuelven los problemas
- Simular los cambios de representación naturales que aparecen en la resolución de problemas.



Ejemplo: El problema del tablero mutilado



El problema del tablero mutilado



Representación del PTM

MARCO CONCEPTUAL

-CONCEPTOS: HALFDOMINO

ID {HALFDOMINO_1_1, HALFDOMINO_1_2...}
VALUE True {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6}

(Necesario para definir la relación 'Domino')

SQUARE

ID {SQUARE_1_2, SQUARE_1_3 ...}

(Necesario para definir la relación 'Adjacent')

COLOUR {BLACK, WHITE}

PLACE {NONE, HALFDOMINO_1_1, HALFDOMINO_1_2,..}

-RELACIONES: DOMINO (si dos mitades son de la misma ficha) :

HALFDOMINO HALFDOMINO

ADJACENT (si dos casillas son adyacentes):

SQUARE SQUARE



Representación del PTM

- EJEMPLO DE ESTADO

CONCEPT:HALFDOMINO

ID	VALUE
HALFDOMINO11	0
HALFDOMINO12	0

...

CONCEPT:SQUARE

ID	COLOUR	PLACE
SQUARE_1_2	BLACK	NONE
SQUARE_1_3	WHITE	NONE

...

RELATION: ADJACENT

SQUARE_1_2	SQUARE_2_2
SQUARE_2_2	SQUARE_1_2

...

RELATION: DOMINO

HALFDOMINO.ID	HALFDOMINO.ID
HALFDOMINO11	HALFDOMINO12
HALFDOMINO21	HALFDOMINO22

...

Desaparición de atributos

- El sistema puede detectar que un atributo es irrelevante
- Ejemplos:
 - Atributo 'Colour' en el concepto 'Square'
 - Atributo 'Value' en el concepto 'Half-Domino'



Transformación de atributos

- El sistema puede considerar valores diferentes de un atributo como el mismo valor
- Ejemplo:
 - Atributo 'Place' de '**Square**'
 - Los valores relacionados con Half-Dominoes se consideran como sólo dos: Ninguno, Cualquier HalfDomino
Relevancia alta de (None, HalfDomino_i) Relevancia baja de (HalfDomino_a, HalfDomino_b)
 - Resulta un nuevo Atributo 'Free':
 - Values:
 - True: {None}
 - False: {HalfDomino1_1,...HalfDomino32_2}
 - Indica si un half-domino está o no colocado sobre esta casilla.



Nueva Representación en el PTM

- Conceptos

- Square

- ID: {Square12, Square13...Square87}

Necesario para definir la relación 'Adjacent'

- Free: {True, False}

Indica si un half-Domino está colocado en este square.

- Relaciones

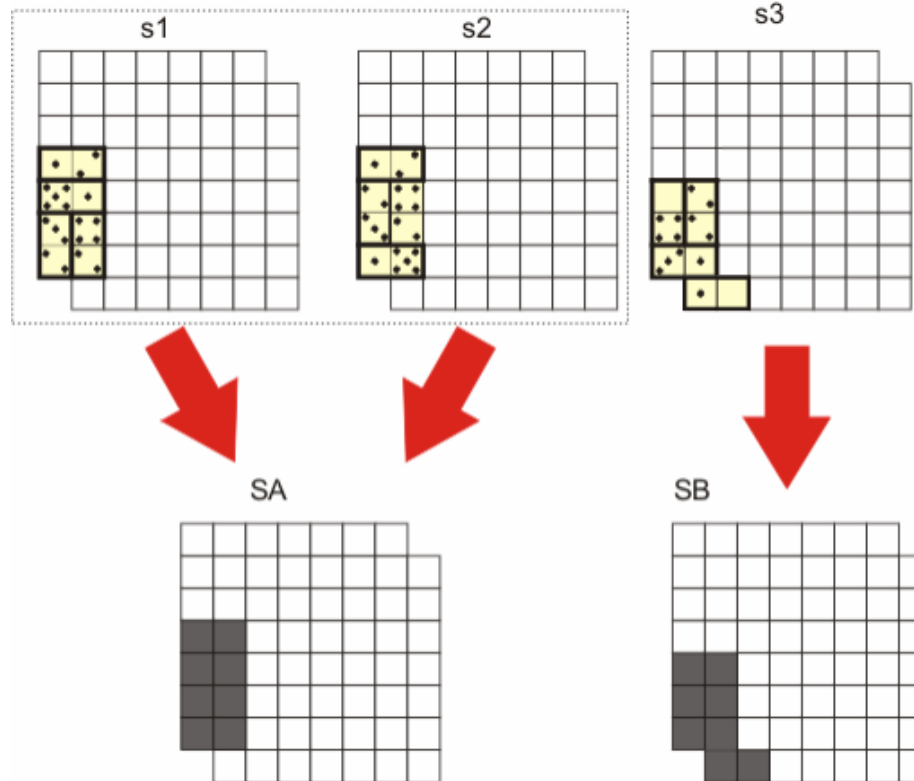
- Adjacent



- Si dos squares son adjacent



Transformar un Atributo



Especializar un Concepto

- El sistema puede considerar algunas instancias de un concepto como irrelevantes
- El concepto se puede especializar de forma que sólo se consideren sus instancias relevantes.
- Ejemplo:
 - Las casillas con un half-domino sobre ellas se pueden considerar irrelevantes. Por tanto, el concepto 'Square' se puede especializar de forma que sólo se consideren las casillas libres
 - Concept: Square
 - Attribute: 'Free'
 - Irrelevant Value : False
- Este cambio de representación puede implicar desechar un atributo
 - Ejemplo: 'Free'



Nueva Representación in the MCP

- Concepts
 - **Square.** Una tabla de una sola columna 'ID':
 - ID: {Square12, Square13...Square87}filas: son las casillas que quedan por cubrir
- Relations
 - Adjacent



Medida de la relevancia

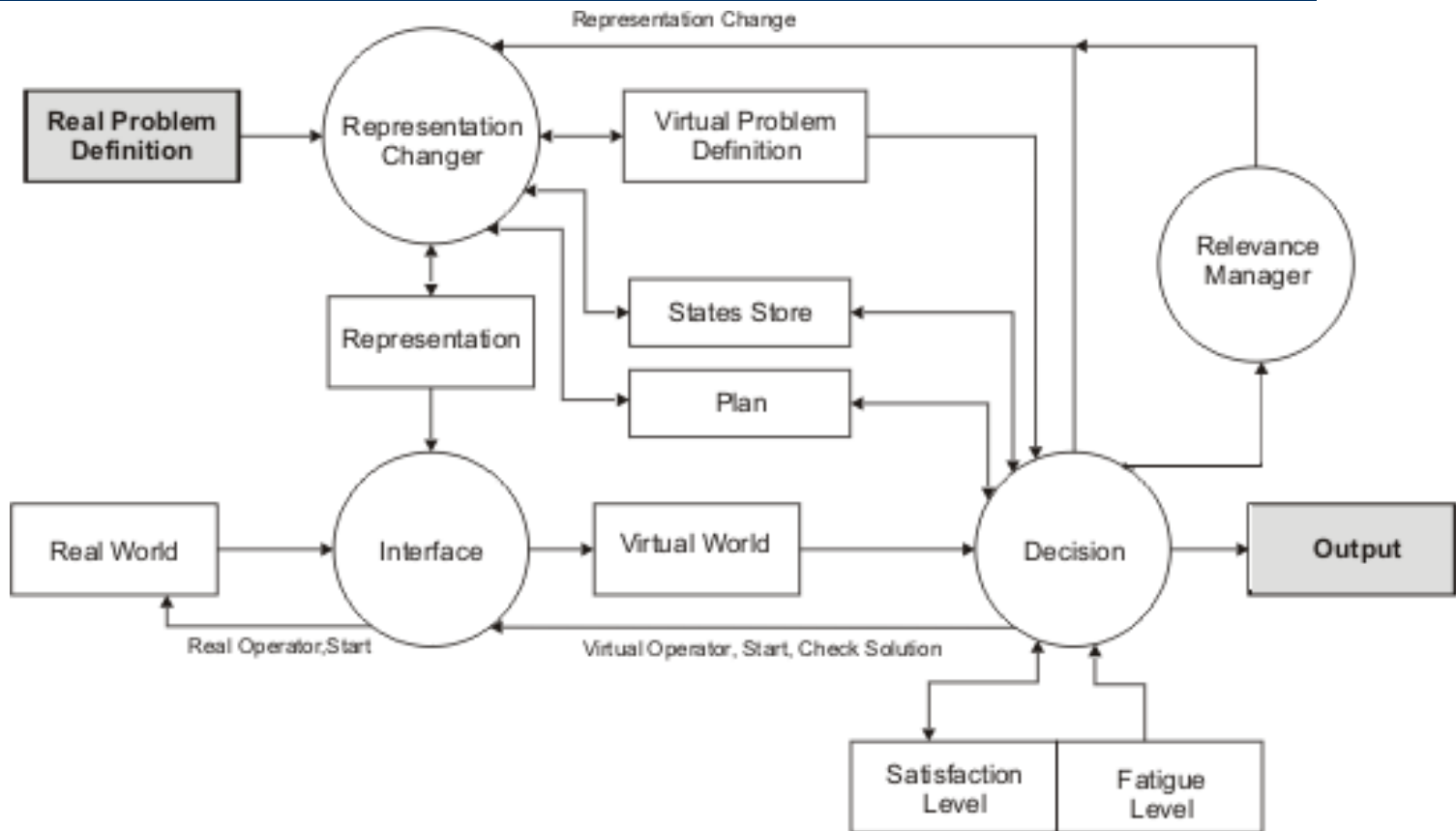
- Se asignan Niveles de Relevancia a todos los elementos de la representación del problema
- Miden la importancia que tiene un elemento en la resolución del problema.
- Criterios:
 - Uso que se hace de ese elemento durante la resolución del problema
 - Importancia que tiene la tarea en la cual se usa ese elemento.



Cambios de Representación frente a Niveles de Relevancia

- La Relevancia induce cambios de representación
- Cuando la relevancia de un elemento cae por debajo de un valor umbral dado, el sistema ejecuta un cambio de representación para eliminarlo.
- Niveles de Relevancia/Cambios de Representación
 - **Atributos** → Desaparece un atributo
 - **Valores de atributos** → Especialización de un concepto
 - **Pares de valores** → Transformar un atributo

Arquitectura



Tipos de niveles de relevancia

- **Task Relevance Level:** Relevancia asociada a una tarea del algoritmo de resolución del problema
 - Verificar una condición
 - Buscar instancias
 - Efectuar las acciones de los Operadores
- Dos niveles de relevancia asociados a cada uno de los elementos de la representación del problema
 - **Recent Relevance**
 - **Global Relevance**



Cambio de Representación en PTM (I)

- En la Resolución del Problema
 - El atributo 'Colour' del concepto 'Square' no se usa
 - El atributo 'Value' del concepto 'Half-Domino' no se usa
- Los niveles de Relevancia Global de ambos atributos caen por debajo del umbral.
- Se produce un cambio de representación que elimina ambos atributos

Función de cambio de Relevancia

- Importancia que tiene el elemento en la resolución del problema
- Sirve para aplicar cambios de representación
- ¿Cuándo y cómo se actualiza?
 - Cada ciertos intervalos de tiempo $\rightarrow g' = f(g,r)$

$$f(g,r) = \begin{cases} g - \text{Ent}\left(\frac{g-r}{k_2}\right) & \text{si } g \leq r \\ \max\left(g + \text{Ent}\left(\frac{k_1 \cdot r}{g}\right) - k_1, th\right) & \text{si } g > r \end{cases}$$



Cambio de Representación en PTM (II)

En la Resolución del Problema

Sólo hace falta distinguir el valor 'None' del atributo 'Place' del concepto 'Square'

- El nivel de Relevancia Global del par ('None', $HalfDomino_i$) se mantiene alto
- El nivel de Relevancia Global del par ($HalfDomino_a$, $Halfdomino_b$) decae.
- Se produce un cambio de representación que transforma el atributo 'Place' en el atributo 'Free'

Cambio de Representación en PTM(III)

- En la Resolución del Problema
 - Sólo es necesario tener en cuenta las instancias del Concepto 'Square' con valor 'True' en el atributo 'Free'
- El nivel de Relevancia Global del valor 'False' cae por debajo del umbral
- Se produce un cambio de representación que especializa el concepto 'Square' de forma que sólo se tienen en cuenta las casillas 'Free'.

Representation Change in MCP (IV)

- Reconsideración de atributos irrelevantes
 - Colour
- Invariante:
 - N° Casillas Blancas Libres – N° Casillas Negras Libres

Pericia en preparación: mayor potencia



EL sistema: resuelve **más problemas**

Trabajo en preparación: Tipos abstractos de datos (I)

- Separación entre implementación y definición de un TAD.
- Ejemplos típicos: Colas, Pilas, Listas, Conjuntos
- Un TAD está definido por la semántica de unos operadores
- Un TAD puede implementarse de diferentes maneras
- La preferencia de una implementación depende del dominio sobre el que se aplica

Tipos abstractos de datos (II)

- Definición. Operadores:
 - Añadir un elemento del conjunto
 - Eliminar un elemento del conjunto
 - Consultar si un elemento está en el conjunto
- Implementación:
 - Lista de elementos que están en el conjunto
 - Lista de elementos que no están en el conjunto
 - Array de booleanos.
- Cada implementación tiene ventajas dependiendo de cómo se usen los operadores.

TADS (III)/ Espacio de estados de un problema

- Posibilidad de realizar cambios de “implementación” en TAD durante la ejecución de los programas
 - TAD \Leftrightarrow Espacio de estados
 - Métodos \Leftrightarrow Definición Búsquedas y Operadores
 - Implementación \Leftrightarrow Representación
 - Cambio de Implementación \Leftrightarrow Cambios de representación

Trabajo en preparación : Análisis medios/ fines

Método de resolución típicamente utilizado en los sistemas que resuelven problemas.

Utilizado en problemas que requieren planificación.

Jerarquía de fines: Típicamente dada por el usuario

Posibilidad de integración en el sistema

Cálculo de la medida de relevancia de los fines que se persiguen según la dificultad que conlleva conseguirlos.

Jerarquía de fines generado y alterado durante la resolución de los problemas

La I.A. generadora de teorías

- La inteligencia artificial simula en sistemas computacionales los comportamientos humanos inteligentes.
- Validación: salida del sistema = evidencias empíricas (resultados de experimentación con voluntarios)

Kaplan et al., Ericsson et al. “Protocol Analysis”

La I.A. generadora de teorías

- Simon, Newell and Shaw, **Logic Theorist**
"Over Christmas (Enero 1956) we invented a thinking machine."
- 1957, **GPS**, a General Problem Solver, teoría del uso del análisis **means-end** en la resolución de problemas

THE LOGIC THEORY MACHINE
A COMPLEX INFORMATION PROCESSING SYSTEM

by

Allen Newell and Herbert A. Simon

P-868

June 15, 1956

The **RAND** *Corporation*


1700 MAIN ST. • SANTA MONICA • CALIFORNIA

(64)

La I.A. generadora de teorías

- Newell, Laird and Rosenbloom: **SOAR** (State, operator, and result theory) teoría del uso de múltiples espacios y proceso en trozos ('chunking')

Un ambicioso proyecto de 30 años de investigación: "el GPS, pero bien hecho".

- Feigenbaum et al. 1956, **EPAM** (Elementary Perceiver and Memorizer), teorías del aprendizaje verbal, la percepción, la memoria y la intuición 

La I.A. generadora de teorías

- BACON, GLAUBER, STAHL y DALTON Langely, Simon, Bradshaw and Zytkow, 1987, teoría de la inspiración
- **CaMeRa (Computation with Multiple Representations) (Tabachneck, Leonardo et al., 1997)** modelo computacional de la representación visual de objetos

La I.A. generadora de teorías

- Kulkarni's KEKADA un simulador de descubrimiento científico que diseña series de experimentos
- Zytkov, 1997, 49-er, teoría del descubrimiento de conocimiento.
- Thagard, Teoría de las Revoluciones Científicas
- Paavola, 2001, tensiones, paradojas en el descubrimiento.

PERICIA

- **Hans Berliner, HITECH, 1967;** Carnegie Mellon students, **Deep Thought;** IBM, **Deep Blue, 1996!**
- 1997, Salmi, Sterner, (entrenadores NBA) y Bhandari, 'Advanced Scout', (IBM Research). Descubría patrones, sabidos y desconocidos, en los partidos ganados.

PERICIA

- Hoy mismo la Comunidad interuniversitaria SOAR, aplica los fundamentos del programa Soar a sistemas expertos, visión, robótica y emoción y aprendizaje
- Asistentes de investigación: MECHEM (Valdés-Pérez); ARROWSMITH (Swanson et al.); GRAFFITI (Fajtlowicz)



PERICIA

- Fracasos: DENDRAL, AM
- Superstars: Valdés-Pérez, Mechem, Kinship, Clusty, ...



Military
HOMEFRONT

