



Razonamiento Basado en Casos (CBR)

Introducción

Fernando Díaz Gómez
E. U. de Informática – Segovia
Universidad de Valladolid

Índice

- **Introducción**
- **Historia en el campo de CBR**
- **Métodos fundamentales de CBR**
- **Representación de Casos**
- **Recuperación**
- **Adaptación**
- **Revisión**
- **Aprendizaje**
- **Ejemplos de aplicación**



¿Qué es Razonamiento basado en casos?

• Introducción

- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

- “Más sabe el diablo por viejo que por diablo” (Popular)
- “La experiencia es la madre de la Ciencia” (Popular)
- Básicamente, resuelve un nuevo problema recordando situaciones similares anteriores y reutiliza el conocimiento y la información de estas situaciones.



•Introducción

•Historia en el campo de CBR

•Métodos fundamentales de CBR

•Representación de Casos

•Recuperación

•Adaptación

•Revisión

•Aprendizaje

•Ejemplos de aplicación

Un ejemplo de CBR

- Queremos decidir el menú de una cena. Entre los invitados hay vegetarianos y Ana, que es alérgica a los productos lácteos. Como es la temporada del tomate, queremos usarlos en el plato principal.

Una vez que tenía vegetarianos a cenar preparé pastel de tomate como plato principal y tuve mucho éxito.

Pero este plato contiene queso y Ana no lo puede comer.

Sin embargo, recuerdo que en otras ocasiones he adaptado recetas para Ana, sustituyendo el queso por tofu. Podría hacerlo así, pero no sé como resultará el pastel de esta forma.

Decidimos descartar la tarta de tomate.

Estaría bien hacer pescado a la parrilla. Aunque la última vez descubrí que a Elena no le gusta el pescado y tuve que hacer unos perritos calientes a última hora.

Sin embargo, recuerdo que en una ocasión Elena comió pez espada.

Quizá sea de esas personas a las que les gusta el pescado que parece carne.

Creo que me arriesgaré con el pez espada...



Un ejemplo de CBR

• Introducción

• Historia en el campo de CBR

• Métodos fundamentales de CBR

• Representación de Casos

• Recuperación

• Adaptación

• Revisión

• Aprendizaje

• Ejemplos de aplicación

- En este ejemplo se ha razonado sobre casos previos para distintos objetivos:
 - Como medio para resolver un problema nuevo: sugerir pastel de tomate como plato principal.
 - Para sugerir una adaptación para una solución imperfecta: sustituir el queso por tofu.
 - Para advertir sobre posibles fallos: en una ocasión Elena no quiso comer pescado.
 - Para interpretar una situación: ¿Por qué Elena come pescado en unas ocasiones y en otras no?



CBR como modelo del razonamiento humano

• Introducción

• Historia en el campo de CBR

• Métodos fundamentales de CBR

• Representación de Casos

• Recuperación

• Adaptación

• Revisión

• Aprendizaje

• Ejemplos de aplicación y Herramientas

- Los seres humanos resolvemos muchos problemas razonando con casos previos:
 - Los abogados usan en sus argumentaciones el veredicto de casos previos - sobre el sistema judicial anglosajón-
 - Los médicos buscan conjuntos de síntomas que identifican al paciente con algún conjunto de casos previos
 - Los ingenieros toman muchas de sus ideas de soluciones previas ya construidas con éxito

Plausibilidad psicológica: El CBR es un modo natural de razonamiento de los seres humanos.

- En la vida diaria, donde la mayor parte de las tareas son de una u otra forma repetitivas: ir a un establecimiento, confeccionar el menú de la semana, organizar un viaje....



CBR como metodología

• Introducción

• Historia en el campo de CBR

• Métodos fundamentales de CBR

• Representación de Casos

• Recuperación

• Adaptación

• Revisión

• Aprendizaje

• Ejemplos de aplicación

- El CBR es una metodología que emplea diferentes tecnologías para la construcción de sistemas expertos, alternativa a los sistemas basados en reglas.
- Sistemas expertos basados en reglas, la aproximación clásica:
 - Hechos conocidos sobre el dominio
 - Reglas de la forma IF-THEN
 - Motor de inferencia: razonamiento hacia delante, razonamiento hacia atrás, generación y prueba
- El cuello de botella en la construcción de sistemas expertos basados en reglas radica en la obtención del conocimiento.
 - ¿Hay algún experto dispuesto a dedicar el tiempo necesario para sacar a luz el conocimiento? ¿Hay alguno capaz de hacerlo?
 - ¿El experto y el ingeniero de conocimiento hablan el mismo “idioma”?
 - ¿Es posible representar formalmente el conocimiento obtenido?



•Introducción

•Historia en el campo de CBR

•Métodos fundamentales de CBR

•Representación de Casos

•Recuperación

•Adaptación

•Revisión

•Aprendizaje

•Ejemplos de aplicación

Ventajas del CBR

- Ventajas del CBR en la adquisición de conocimiento:
 - A los expertos les resulta más sencillo “contar batallitas” que proporcionar reglas de aplicación general.
 - Mediante el CBR se pueden proponer soluciones en dominios que no se comprenden de todo
 - Es posible evaluar las soluciones cuando no existe ningún método algorítmico para hacerlo
 - Resulta más sencillo adquirir nuevos casos que descubrir reglas y generalizaciones nuevas
- Es más rápido reutilizar una solución previa que obtener la solución desde cero.
- **El CBR es especialmente adecuado en dominios poco formalizados y donde el aprendizaje juega un papel preponderante**
- Los casos pueden proporcionar también “información negativa”, alertando sobre posibles fallos (excepciones)
- Mantenimiento de la base de conocimiento: los usuarios pueden añadir nuevos casos sin ayuda de los expertos.
- Aceptación de los usuarios.

Tipos básicos de sistemas CBR

Objetivo: formular un juicio o clasificar una situación

- Interpretación de Situaciones.
 - Determinar las características relevantes de la situación actual.
 - Recuperar casos- ya clasificados o interpretados- con características similares.
 - Comparar la situación actual con los casos recuperados para determinar qué interpretación es aplicable. Utilizando los casos previos como justificación de la elección.
 - Guardar la situación actual junto con su interpretación y su justificación como un nuevo caso.

Objetivo: aplicar la solución a un problema pasado para obtener la solución del problema actual

- Resolución de problemas
 - Determinar las características relevantes del problema actual.
 - Recuperar casos que resuelven problemas similares.
 - Adaptar la solución de los casos recuperados al problema actual.
 - Guardar el problema actual junto con su solución como un nuevo caso.

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

- Las tareas centrales que todos los métodos de CBR deben tratar son:
 - encontrar un caso anterior similar al nuevo problema que se quiere resolver,
 - usar el caso para sugerir una solución al problema a tratar,
 - evaluar la solución propuesta y
 - actualizar el sistema aprendiendo la nueva experiencia.
- El paradigma de los CBRs cubre un rango de diferentes métodos para organizar, recuperar, utilizar e indexar el conocimiento retenido en casos pasados.



- **Introducción**
- **Historia en el campo de CBR**
- **Métodos fundamentales de CBR**
- **Representación de Casos**
- **Recuperación**
- **Adaptación**
- **Revisión**
- **Aprendizaje**
- **Ejemplos de aplicación**

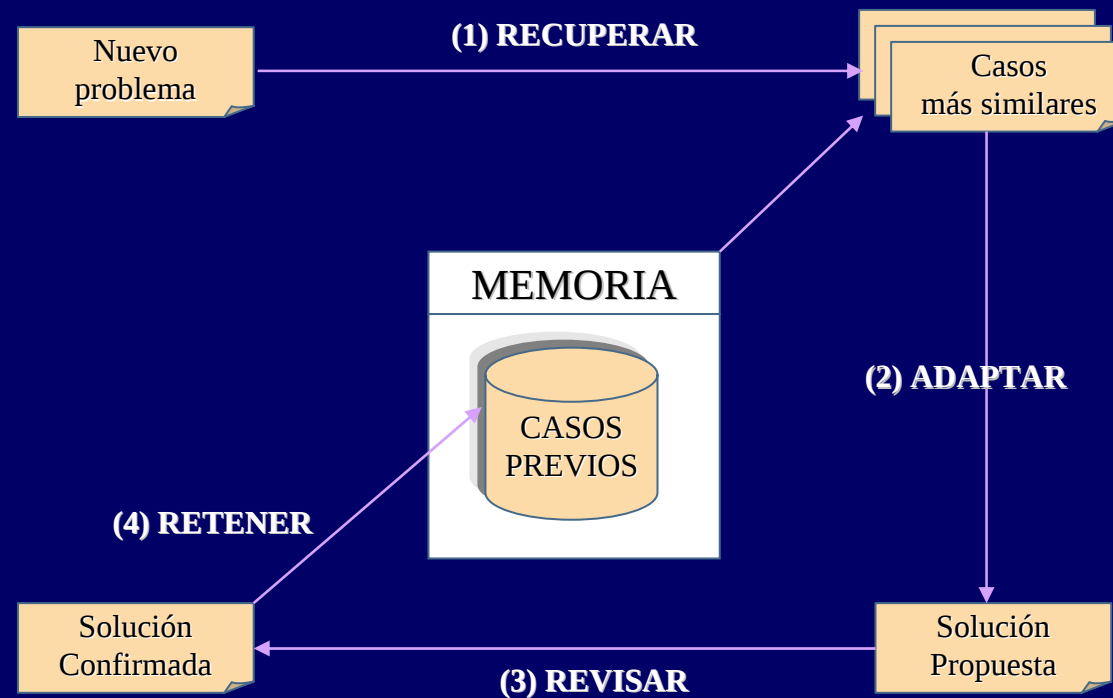
Tipos principales de métodos CBR

- **Razonamiento basado en ejemplares.**
 - Sistemas CBR que se centran en el aprendizaje de definiciones de conceptos.
 - Un concepto se define por su extensión: el conjunto de ejemplares
 - El sistema se limita a realizar clasificación, asignándole una categoría (concepto) al caso nuevo. Sin adaptación.
- **Razonamiento basado en la memoria.**
 - Se hace especial hincapié en la organización y el acceso a grandes memorias de casos.
 - Es característico el uso de técnicas de procesamiento paralelo.
- **Razonamiento basado en casos.**
 - Cierta complejidad en la representación de los casos.
 - Incluyen mecanismos de adaptación.
 - Incluyen algún tipo de conocimiento de propósito general.
- **Razonamiento basado en analogías.**
 - Intentan resolver un nuevo problema utilizando casos antiguos provenientes de un dominio de conocimiento diferente.

Ciclo de vida de un CBR

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR

- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación





- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Conocimiento incluido en los casos

- ¿Qué es un caso? “Un caso es una pieza contextualizada de conocimiento que representa una experiencia que enseña una lección fundamental para alcanzar los objetivos del razonador” (Kolodner & Leak).
 - El conocimiento del caso es aplicable siempre que se presente un determinado contexto.
 - No todas las situaciones “enseñan una lección”.
 - Casos redundantes
 - Casos cubiertos por el conocimiento general
 - ¿Qué *lecciones* puede enseñar un caso?
 - Cómo conseguir uno o varios objetivos
 - Cómo alcanzar el estado necesario para poder lograr un objetivo
 - Qué problemas se pueden plantear a la hora de lograr un objetivo



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Conocimiento general

- Conocimiento de similitud
- Reglas de adaptación
- Generalizaciones de los casos
- Modelos de dominio que se utilizan en las distintas fases del CBR



El contenido de los casos

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

- Descripción de la situación o el problema
 - Objetivos
 - Restricciones para la consecución de los objetivos
 - Características de la situación
- Solución
 - La solución
 - Cómo se obtuvo la solución
 - Justificaciones de las decisiones tomadas en la solución
- Resultado
 - Si tuvo éxito o no
 - En caso de fallo
 - Por qué falló
 - Qué estrategia de reparación se aplicó



Tareas en la fase de Recuperación

- **Introducción**
- **Historia en el campo de CBR**
- **Métodos fundamentales de CBR**
- **Representación de Casos**
- **Recuperación**
- **Adaptación**
- **Revisión**
- **Aprendizaje**
- **Ejemplos de aplicación**

1. Valoración de la situación.
 - Determinar las características que permiten encontrar casos relevantes
 - Se debe limitar el coste de la obtención de los índices
2. Búsqueda en la memoria para encontrar los casos que guardan una similitud por encima de cierto umbral. Comparación superficial.
 - El procedimiento de búsqueda dependerá de la organización- la estructura de datos- de los casos
 - En ocasiones, los casos se organizan automáticamente utilizando métodos de aprendizaje máquina.
3. Ordenación de los casos recuperados.
4. Selección del caso mejor



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Tareas en la fase de Adaptación

1. Se utiliza el conocimiento incluido en el caso recuperado para resolver/clasificar el problema actual.
 - Sin modificar. La solución es válida o es el usuario quien se encarga de adaptarla o interpretarla
 - Modificando. Se adapta la solución (resolución de problemas) o la justificación (interpretación de situaciones) de los casos recuperados.
2. Tipos de adaptación.
 - Sin modificar la estructura. Insertar elementos, eliminar elementos, sustituir elementos.
 - Transformando la estructura.



Tareas en la fase de Adaptación

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

- Métodos de adaptación.
 - Métodos basados en sustitución (Reinstanciación, Ajuste de parámetros, Búsqueda local, Búsqueda en la memoria, Búsqueda especializada, Sustitución basada en casos).
 - Métodos basados en transformación (Transformaciones de sentido común: Heurísticas generales, Reparación guiada por un modelo: se apoya en un modelo causal).
 - Adaptación y reparación de propósito especial
 - Analogía derivacional



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Tareas en la fase de Revisión

1. ¿Es correcta la solución propuesta?
2. La evaluación de la solución se realiza fuera del sistema CBR
 - Respuesta de un experto (o del usuario)
 - Simulación
3. Reparación de los fallos
 - Se identifican las causas del fallo
 - Se solicita una explicación del fallo de las expectativas
 - Se solicita una reparación o el propio sistema se encarga de aplicar estrategias de reparación
4. Si el sistema podía llegar a la solución correcta, ¿por qué no lo hizo al primer intento?



- **Introducción**
- **Historia en el campo de CBR**
- **Métodos fundamentales de CBR**
- **Representación de Casos**
- **Recuperación**
- **Adaptación**
- **Revisión**
- **Aprendizaje**
- **Ejemplos de aplicación**

Tareas en la fase de Aprendizaje

1. En CBR el razonamiento y el aprendizaje están íntimamente ligados
2. Un sistema CBR mejora con el uso al ir adquiriendo nuevas experiencias que integra adecuadamente
3. Mejora la eficiencia del sistema al disponer de más casos a partir de los cuales obtener soluciones
4. Tareas del aprendizaje:
 - Extracción de la información a recordar (la descripción, la solución, el resultado, la justificación de la solución, las causas de fallo,...)
 - Obtención de los índices que sirven para clasificar la nueva información
 - Integración del conocimiento. Ubicación del nuevo caso en el lugar correcto dentro de la base de casos, incorporación de nuevos índices, reorganización de los índices, construcción de abstracciones de los casos.



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Cuestiones a considerar

- ¿De qué partes se compone un caso?
 - Descripción del problema
 - Descripción de la solución
 - Resultado, si admitimos que el sistema se pueda equivocar (opcional)
- ¿Qué tipo de conocimiento se incluye en cada parte?
- ¿Qué formalismos de representación son adecuados?



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Representación del problema

- Describe el estado del mundo al comenzar el razonamiento
 - Situación a interpretar o clasificar
 - Problema a resolver, o artefacto a diseñar
- Total o parcialmente se utiliza para determinar la similitud entre los casos
- Tres posibles componentes:
 - Objetivos que consigue el caso: “diagnosticar”, “evaluar”, “explicar”,... Sólo se representa explícitamente cuando hay varios objetivos posibles
 - Restricciones impuestas sobre los objetivos: se debe tener en cuenta en la solución
 - Otras características del problema se pueden tener en cuenta en la solución



Contenido de las soluciones

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

- Elementos que pueden formar parte de las soluciones:
 - La propia solución: el artefacto, el plan o la interpretación.
 - Los pasos del razonamiento que se han utilizado para resolver el problema:
 - Operadores aplicados
 - Qué casos se han utilizado y cómo se han adaptado
 - Reglas aplicadas
 - Justificaciones de las decisiones tomadas para la resolución, para así:
 - Guiar la adaptación
 - Qué casos se han utilizado y cómo se han adaptado
 - Reglas aplicadas
 - Soluciones aceptables que no se eligieron (y por qué)
 - Soluciones inaceptables que se descartaron (y por qué)
 - Las expectativas sobre el resultado de la aplicación



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos

- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Resultado de los casos

- Elementos que pueden formar parte del resultado:
 - El propio resultado (a veces desde diferentes puntos de vista)
 - Si el resultado se ajusta o no a las expectativas de la solución
 - Si el resultado es de éxito o de fracaso
 - Una explicación del fallo o de la violación de las expectativas
 - Estrategia de reparación
 - Qué se podría haber hecho para evitar el problema
 - Un puntero al siguiente intento de solución (resultado de la reparación)
- La información representada en el resultado permite
 - Saber si se debe aplicar la solución
 - Detectar carencias en el modelo (las expectativas no coinciden con el resultado)
 - Anticipar y explicar fallos futuros
 - Obtener soluciones que corrigen fallos previos



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos

- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Representación plana

- Un dominio plano es aquel en el que todos los casos se representan utilizando los mismos atributos

	Nombre del Hotel	Precio	País	Mes
Caso 1	Maharaja	125	India	Abril
Caso 2	Cairo	200	Egipto	Junio
Caso 3	...	...	...	

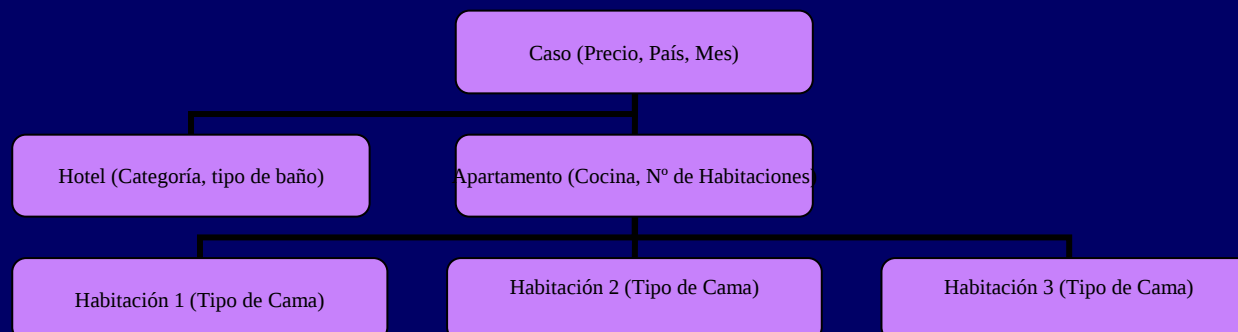
- Son representaciones derivadas de la lógica proposicional que se pueden hacer más sofisticadas mediante:
 - Símbolos ordenados
 - Símbolos organizados de forma taxonómica
 - Posibilidad de definir valores como una disyunción
 - Definición de reglas que limitan el rango de los atributos “si mes = junio entonces precio $\in$ [150, 300]”

- 
- Introducción
 - Historia en el campo de CBR
 - Métodos fundamentales de CBR
 - Representación de Casos

- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Representación estructurada

- Distintas entidades del dominio vienen expresadas por atributos diferentes y existen relaciones entre las partes de los casos



- Son representaciones basadas en la lógica de predicados



Tecnologías utilizadas en la representación de casos

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

- Lista de pares atributo-valor
- Bases de datos
- Sistemas de marcos y redes semánticas, modelos de memoria
- Árboles de decisión
- Árboles K-d
- Redes de activación
- Redes de recuperación de casos



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Cuestiones a tratar

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
 - Cómo se asignan *etiquetas* (atributos) a los casos para que luego sean recuperados cuando resulten útiles
3. Estructura de la base de casos
 - Cómo se organizan los casos de forma que la búsqueda se pueda llevar a cabo de forma eficiente y precisa
 - Qué subconjunto de los índices se debe utilizar para construir la estructura
4. Medidas de similitud
 - Cómo se mide la relevancia de un caso para el problema a resolver
5. Algoritmo de recuperación
 - Cómo se junta todo lo anterior



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

2. Elección de índices →

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- La característica fundamental de un índice es que sea *predictivo*: permita identificar las situaciones en las que los casos puedan aportar información útil.
- Se puede indexar por características profundas o superficiales (hay que llegar a un compromiso entre eficiencia y precisión)
- Índices abstractos o concretos:
 - Los índices han de ser lo bastante abstractos como para que el caso sea útil en un número suficiente de situaciones
 - Los índices han de ser lo bastante concretos como para que sean fácilmente reconocibles
 - Se deben tomar índices lo más abstractos posibles cuanto más diferentes sean los casos a reutilizar.



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

2. Elección de índices

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- La elección de índices requiere comprender el dominio, aún mejor comprender las necesidades del usuario
 - Los índices deben anticipar el vocabulario que usará el usuario
 - Se debe indexar por los conceptos que normalmente utilizan al describir los elementos indexados
 - La indexación debe anticiparse a las circunstancias en las que el usuario realizará la recuperación
- Tanto los atributos como el vocabulario se determinan a partir de
 - El conjunto de casos disponibles
 - El rango de tareas en las que se pretende aplicar los casos. No es lo mismo utilizar un conjunto de casos sobre ajedrez para un sistema experto sobre este tema, que para un sistema sobre estrategia en juegos con contrario



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

2. Elección de índices

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Una metodología general
 1. Recolectar un conjunto representativo de casos. (Representativos de los problemas, los contextos, las soluciones y los resultados)
 2. Identificar las distintas moralejas que se pueden extraer de cada caso
 3. Para cada moraleja, se identifican las situaciones donde es aplicable
 4. Para cada situación, se obtienen sus características distintivas, los índices
 5. Se escogen los atributos y los valores que permiten representar dichos índices
- Es aconsejable elegir el vocabulario teniendo en cuenta futuras extensiones del sistema
- La elección de los índices es un proceso iterativo



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

3. Organización de la base de casos



1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Compromiso entre eficiencia y precisión
 - Si no comparo con todos los casos, ¿puedo asegurar que he encontrado el mejor?
- Posibilidades
 - Organización lineal
 - Organización estructurada
 - Modelos de memoria
 - Árboles de decisión
 - Árboles k-d
 - Redes de activación
 - ...
 - Organización mixta
 - En las hojas de la estructura hay más de un caso



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Organización lineal

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Características
 - Garantiza que se recuperarán todos los casos similares
 - Funciona bien cuando se trabaja con un número pequeño de casos y la mayoría de los atributos son relevantes
- Mejoras en la eficiencia
 - Archivos de índices invertidos
 - Cada par atributo-valor se enlaza con todos los casos que lo contienen
 - Sólo se compara con los casos que tienen al menos un índice común
 - Problema: ¿qué ocurre si el mejor caso no tiene ningún índice en común con el caso actual?
 - Particionar la base de casos
 - Búsqueda en paralelo

Árboles de decisión

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

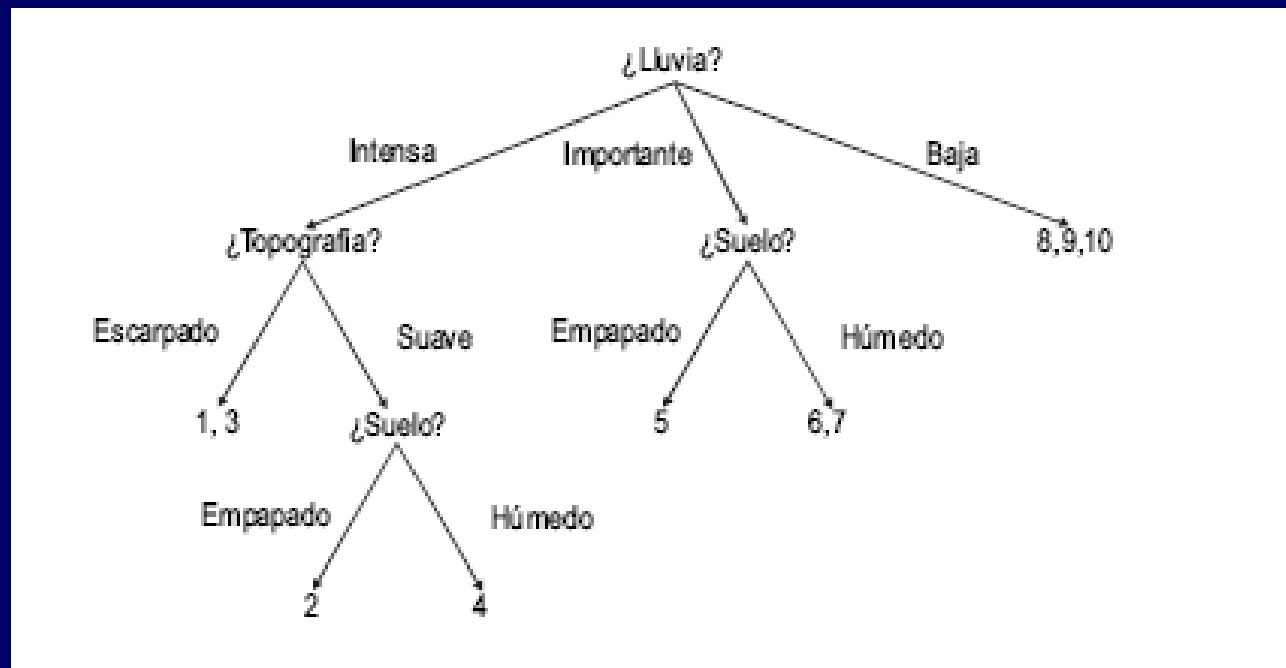
- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Caso	Descripción			Solución
	Lluvia	Suelo	Topografía	Problema
1	intensa	empapado	escarpada	grave
2	intensa	empapado	suave	grave
3	intensa	húmedo	escarpada	grave
4	intensa	húmedo	suave	medio
5	importante	empapado	escarpada	grave
6	importante	húmedo	escarpada	medio
7	importante	húmedo	suave	medio
8	baja	empapado	escarpada	nulo
9	baja	húmedo	escarpada	nulo
10	baja	húmedo	suave	nulo

Árboles de decisión

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación





- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Construcción de Árboles de decisión: ID3

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- La construcción de todos los posibles árboles de búsqueda tiene complejidad exponencial.
- Solución: ID3 un algoritmo de búsqueda heurística
 - Algoritmo voraz: escalada
 - Teoría de la información para estimar el mejor candidato
 - Se consigue complejidad lineal
 - Indirectamente realiza una selección automática de índices

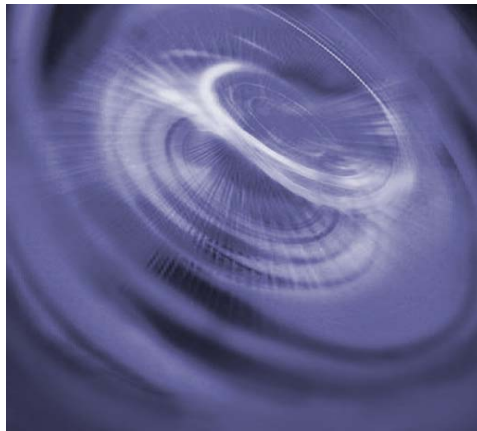


- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

El algoritmo ID3

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Datos sobre los que opera el algoritmo
 - Conjunto de ejemplo
 $E = \{e_1, \dots, e_q\}$
 - Conjunto de clases a las que pueden pertenecer los ejemplos
 $C = \{c_1, \dots, c_q\}$
 - Conjunto de atributos definidos sobre los elementos
 $A = \{a_1, \dots, a_q\}$
 - p conjuntos con los valores posibles para cada atributo
 $V_i = \{v_{i1}, \dots, v_{in}\} \quad i \in [1 .. p]$
 - Una función clase que determina la clase a la que pertenece cada ejemplo
 $Clase: E \rightarrow C$
 - Una función v que determina el valor de cada atributo en cada ejemplo
 $Valor: E \times A \rightarrow \bigcup_{i=1..p} V_i$



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

El algoritmo ID3

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- El objetivo de cada iteración del algoritmo es
 - Obtener el atributo $a_i \in A$ en base al cual ramificar el nodo problema
 - Se seleccionará aquél que mejor discrimine entre el conjunto de ejemplos
 - El atributo más discriminante será aquel que conduzca a un estado con menor *entropía*.
- La entropía se define utilizando los resultados de la teoría de la información
 - La entropía de un nodo

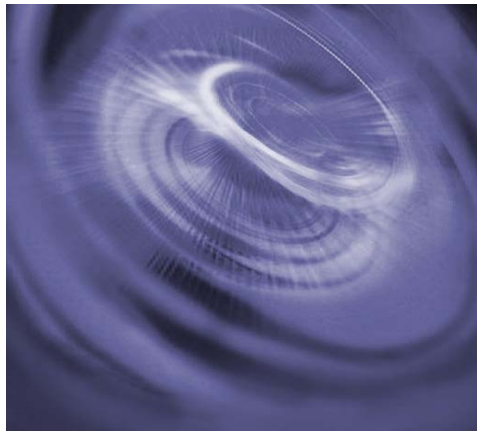
$$E = - \sum_{k=1}^n P(x_k) \cdot \log_2 P(x_k)$$

donde

$$\log_2 x = \begin{cases} 0 & \text{si } x = 0 \\ \log_2 x & \text{en otro caso} \end{cases}$$

y la probabilidad de una clase

$$P(x_k) = \frac{|\{x \in E \wedge \text{class}(x) = x_k\}|}{|E|} \quad k \in [1..n]$$



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

El algoritmo ID3

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- La entropía del conjunto de nodos que se obtienen al ramificar utilizando el atributo a_i , es igual a la suma de las entropías de los nodos resultantes de fijar el valor del atributo multiplicadas por la probabilidad de cada valor.

$$E(a_i) = \sum_{j=1}^{n_i} P(v_{ij}) \cdot E(v_{ij}) \quad i \in [1..n]$$

donde la probabilidad de un valor $P(v_{ij})$

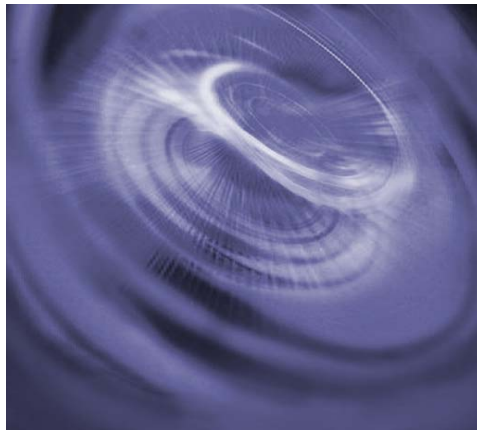
$$P(v_{ij}) = \frac{|\{e \mid e \in E \wedge \text{valor}(e, a_i) = v_{ij}\}|}{|E|} \quad i \in [1..n], j \in [1..n_i]$$

y la entropía del nodo resultante de fijar el valor v_{ij}

$$E(v_{ij}) = - \sum_{k=1}^n P(c_k, v_{ij}) \cdot \log_2 P(c_k, v_{ij})$$

donde la probabilidad de una clase fijado un cierto valor $P(c_k, v_{ij})$

$$P(c_k, v_{ij}) = \frac{|\{e \mid e \in E \wedge \text{class}(e) = c_k \wedge \text{valor}(e, a_i) = v_{ij}\}|}{|\{e \mid e \in E \wedge \text{valor}(e, a_i) = v_{ij}\}|} \quad k \in [1..n], i \in [1..n], j \in [1..n_i]$$



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

El algoritmo ID3

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

• Aplicado al ejemplo anterior

$$E = \{1, \dots, 10\}$$

$$A = \{\text{Lluvia, suelo, topografía}\}$$

$$C = \{\text{nulo, medio, grave}\}$$

$$V_1 = \{\text{baja, importante, intensa}\}$$

$$V_2 = \{\text{húmedo, empapado}\}$$

$$V_3 = \{\text{suave, escarpada}\}$$

• Primera iteración

$$\begin{aligned}
 - a_1 &= \text{lluvia} \\
 - v_{11} &= \text{baja} \\
 P(v_{11}) &= 3/10 \\
 H(v_{11}) &= -1 \cdot \log_2 1 - 0 - 0 = 0 \\
 - v_{12} &= \text{importante} \\
 P(v_{12}) &= 3/10 \\
 H(v_{12}) &= 0 - 2/3 \cdot \log_2 2/3 - 1/3 \cdot \log_2 1/3 = 0,918 \\
 - v_{13} &= \text{intensa} \\
 P(v_{13}) &= 4/10 \\
 H(v_{13}) &= 0 - 1/4 \cdot \log_2 1/4 - 3/4 \cdot \log_2 3/4 = 0,811 \\
 H(a_1) &= 3/10 \cdot 0 + 3/10 \cdot 0,918 + 4/10 \cdot 0,811 = 0,6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - a_2 &= \text{suelo} \\
 - v_{21} &= \text{húmedo} \\
 P(v_{21}) &= 6/10 \\
 H(v_{21}) &= -2/6 \cdot \log_2 2/6 - 3/6 \cdot \log_2 3/6 - 1/6 \cdot \log_2 1/6 = 1,46 \\
 - v_{22} &= \text{empapado} \\
 P(v_{22}) &= 4/10 \\
 H(v_{22}) &= 1/4 \cdot \log_2 1/4 - 0 - 3/4 \cdot \log_2 3/4 = 0,81 \\
 H(a_2) &= 6/10 \cdot 1,46 + 4/10 \cdot 0,81 = 1,2 \\
 - a_3 &= \text{topografía} \\
 - v_{31} &= \text{suave} \\
 P(v_{31}) &= 4/10 \\
 H(v_{31}) &= -1/4 \cdot \log_2 1/4 - 2/4 \cdot \log_2 2/4 - 1/4 \cdot \log_2 1/4 = 1,5 \\
 - v_{32} &= \text{escarpada} \\
 P(v_{32}) &= 6/10 \\
 H(v_{32}) &= 2/6 \cdot \log_2 2/6 - 1/6 \cdot \log_2 1/6 - 3/6 \cdot \log_2 3/6 = 1,46 \\
 H(a_3) &= 4/10 \cdot 1,5 + 6/10 \cdot 1,46 = 1,475
 \end{aligned}$$

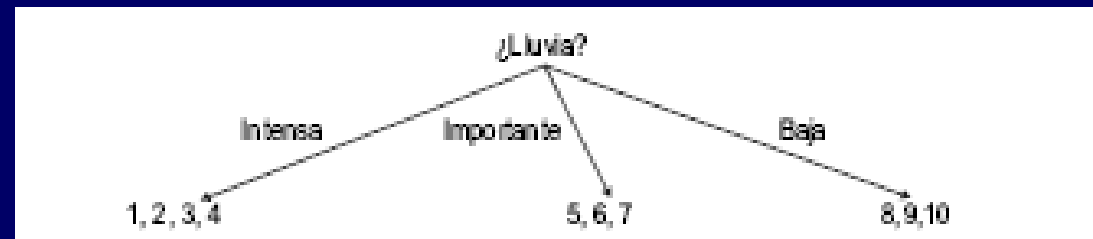


- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

El algoritmo ID3

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Por lo tanto el atributo elegido es lluvia



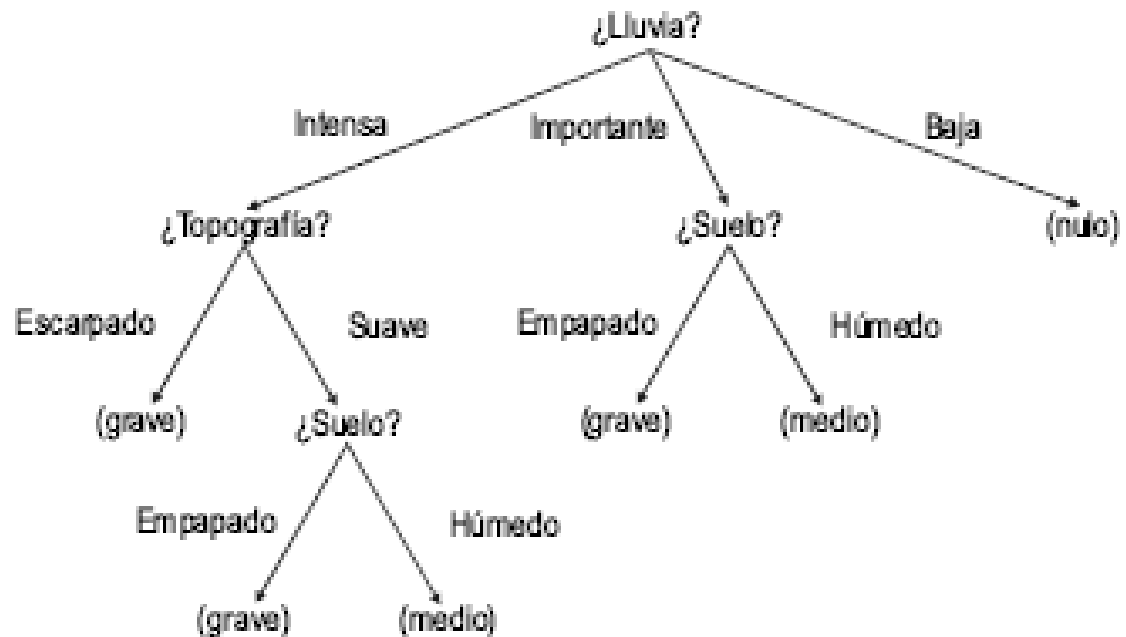
- En la siguiente iteración se vuelve aplicar el algoritmo sobre cada uno de los tres nuevos nodos, considerando en cada uno el subconjunto de ejemplos obtenido y habiendo eliminado el atributo lluvia del conjunto de atributos
- Terminación
 - La expansión de un nodo se detiene cuando todos sus ejemplos pertenecen a la misma clase (entropía nula)
 - El proceso se detiene cuando no se puede seguir expandiendo ningún nodo
 - A las hojas se les asigna la clase a la pertenecen todos sus ejemplos



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

El algoritmo ID3

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación



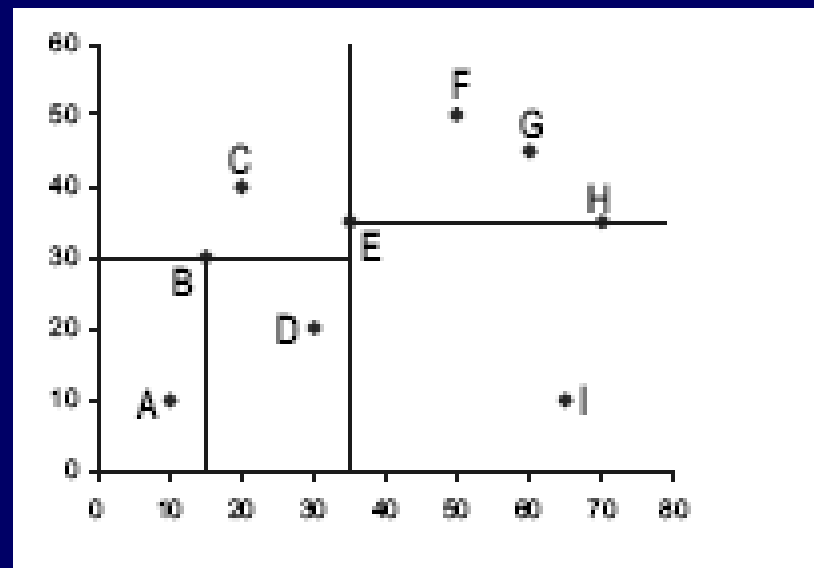


- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Arboles k-d

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

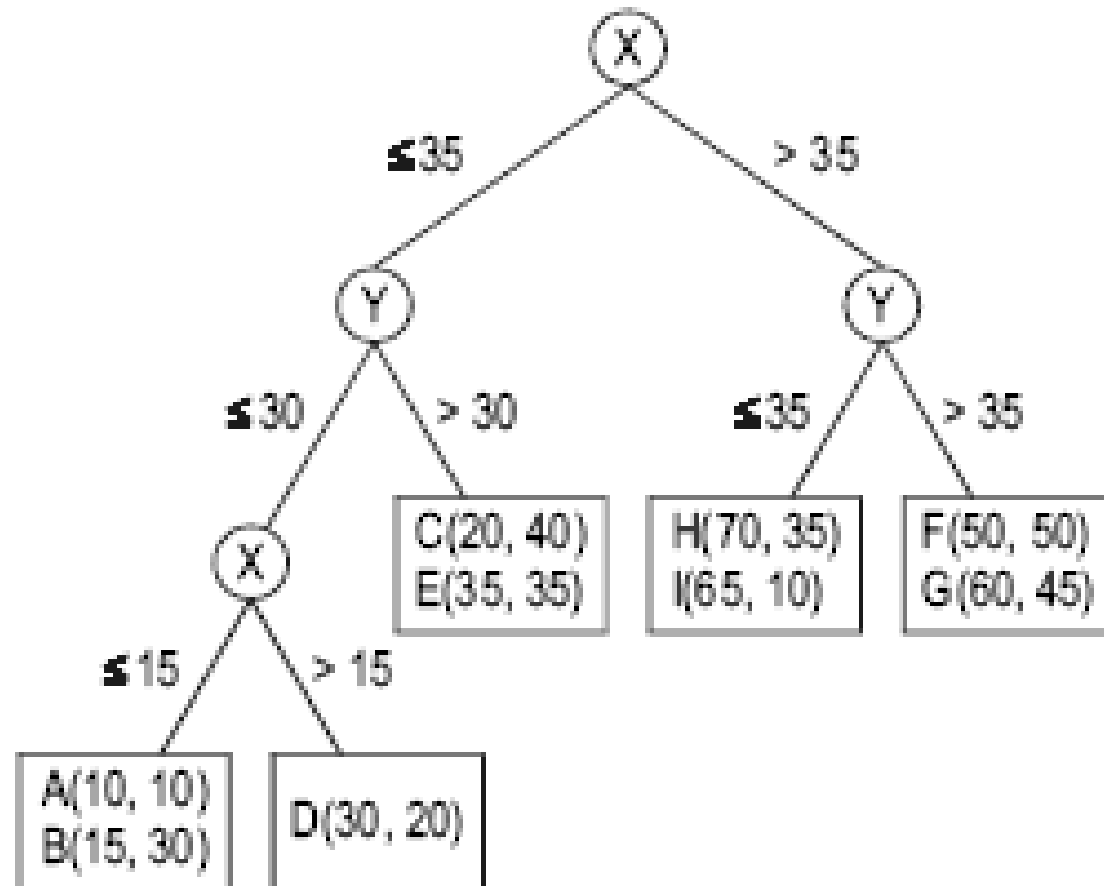
- Cada nodo representa un subconjunto de casos
- Son árboles binarios de búsqueda con k atributos
- Se detiene cuando el número de casos en las hojas está por debajo de un cierto umbral
- Particiona el espacio k-dimensional en porciones conexas



Arboles k-d

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación





- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

4. Medidas de similitud



1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Propiedades de las funciones de similitud
 - Reflexiva
 - Simétrica
 - No tiene que ser transitiva
- Se puede refinar el cálculo de
 - Similitud entre atributos (similitud local)
 - Similitud entre casos (similitud global)



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Similitud local

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Las posibles funciones dependen del tipo de atributo a comparar
 - Numérico o simbólico (los simbólicos pueden estar ordenados o no, e incluso se pueden organizar de forma taxonómica)
 - Univaluado o multivaluado

- Atributo simbólico univaluado

$$sim(a, b) = \begin{cases} 0, & \text{si } a \neq b \\ 1, & \text{si } a = b \end{cases}$$

- Atributo numérico univaluado

$$sim(a, b) = 1 - \frac{|a - b|}{long(I)}$$

Siendo long(L) la longitud del intervalo L.



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Similitud local

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

• Atributo simbólico multivaluado

$$sim(a, b) = \frac{card(a \cap b)}{card(a \cup b)}$$

$$sim(a, b) = \frac{card(a \cap b)}{\min(card(a), card(b))}$$

$$sim(a, b) = \frac{card(a \cap b)}{\max(card(a), card(b))}$$

$$sim(a, b) = \frac{card(a \cap b)}{card(O)}$$

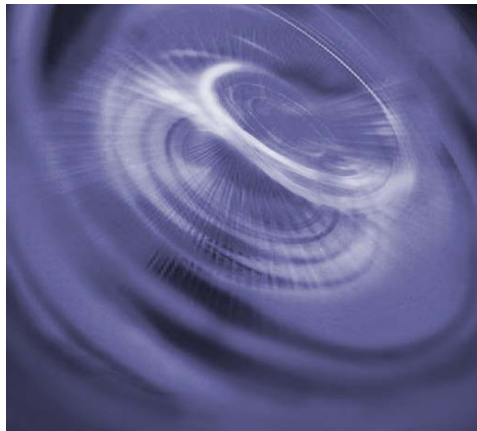
Siendo O el conjunto de valores posibles

• Atributo simbólico ordenado univaluado

$$sim(a, b) = 1 - \frac{|ord(a) - ord(b)|}{card(O)}$$

Siendo $ord(a)$ el ordinal del valor a

- A los atributos simbólicos ordenados se les puede aplicar las mismas funciones que a los numéricos siempre que se disponga de una función que calcule el ordinal de un elemento y otra que calcule la cardinalidad del conjunto de valores



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Similitud local

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

• Atributo numérico multivaluado

$$sim(a, b) = 1 - \frac{|a' - b'|}{\log(O)} \quad \text{donde } a \text{ es el punto central del intervalo definido por los valores extremos del atributo}$$

$$sim(a, b) = \frac{\log(a \cap b)}{\log(a \cup b)}$$

$$sim(a, b) = \frac{\log(a \cap b)}{\max(\log(a), \log(b))}$$

$$sim(a, b) = \frac{\log(a \cap b)}{\min(\log(a), \log(b))}$$

• Simbólico jerárquico univaluado

$$sim(a, b) = \frac{prof(a \vee b)}{\max(prof(a), prof(b))}$$

la abstracción común más específica

Donde $prof(n)$ es la profundidad del árbol hasta el nodo n .



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Similitud global

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Combina los resultados de las similitudes locales. En abstracto

$$SIM(A, B) = F(\text{sim}(a_1, b_1), \text{sim}(a_2, b_2), \dots, \text{sim}(a_p, b_p))$$

$$\text{Donde } F: [0, 1]^p \rightarrow [0, 1]$$

- Algunas funciones son:

bloques

$$SIM(A, B) = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \text{sim}(a_i, b_i)$$

euclídea

$$SIM(A, B) = \frac{1}{p} \left[\sum_{i=1}^p [\text{sim}(a_i, b_i)]^2 \right]^{1/2}$$

minkowski

$$SIM(A, B) = \frac{1}{p} \left[\sum_{i=1}^p [\text{sim}(a_i, b_i)]^r \right]^{1/r}$$

bloques ponderada

$$SIM(A, B) = \sum_{i=1}^p w_i \cdot \text{sim}(a_i, b_i)$$

minkowski ponderada

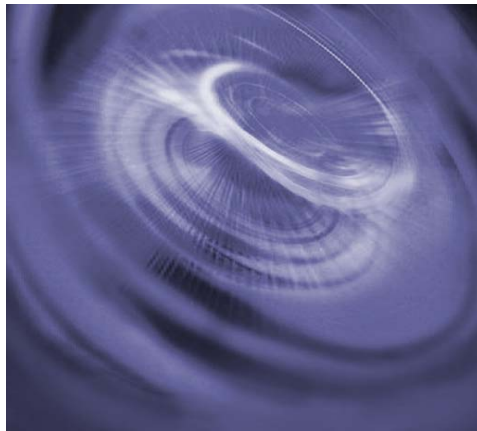
$$SIM(A, B) = \frac{1}{p} \left[\sum_{i=1}^p w_i \cdot [\text{sim}(a_i, b_i)]^r \right]^{1/r}$$

máximo

$$SIM(A, B) = \max_{i=1}^p [w_i \cdot \text{sim}(a_i, b_i)]$$

$$\text{donde } \sum_{i=1}^p w_i = 1$$

- Medidas de similitud



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

5. Recuperación



1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- La recuperación es un proceso de búsqueda del *vecino más próximo*, o en general los *k vecinos más próximos*, en el espacio métrico *p-dimensional* definido por los *p* atributos de los casos y las funciones de similitud local.
- Recuperación en una estructura lineal

```
leer(consulta);  
casosRecuperados := ∅;  
para cada caso C ∈ BaseCasos hacer  
    si SIM(C, consulta) > δ entonces  
        casosRecuperados := casosRecuperados ∪ {C};  
devolver casosRecuperados;
```

- Se usan estructuras de datos más sofisticadas para conseguir una eficiencia mayor que $O(n)$, siendo n el número de casos



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Recuperación en árboles de decisión

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Se sigue el camino indicado por los atributos de la consulta hasta llegar a una hoja
- No está garantizado que se recuperen todos los casos relevantes
 - Distintos árboles de decisión pueden recuperar conjuntos de casos diferentes
- Problema: ¿qué ocurre si los casos a partir de los cuales se construye el árbol no incluyen todos los posibles valores de los atributos?
 - Al descender por el árbol no se escoge la rama con el mismo valor sino aquella con “el valor más parecido”
- Problema: ¿qué ocurre cuando falta algún atributo en la consulta?
 - Se consideran para él todos los valores posibles
 - Se determina cuál es el valor más probable



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Recuperación en árboles k-d

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- ¿Recuperación exacta o aproximada?
 - Medidas experimentales demuestran que la recuperación exacta del vecino más próximo utilizando árboles k-d en espacios con más de 8 dimensiones no mejoran significativamente la búsqueda exhaustiva
 - Es por ello, que se utiliza la búsqueda aproximada, fijando un margen de error δ , alcanzándose así un compromiso entre precisión y eficiencia.
- Entrada del algoritmo de recuperación aproximada
 - Una consulta donde se especifican todos los atributos de indexación
 - La distancia máxima δ alrededor de la consulta (la distancia es el inverso de la similitud)
 - La raíz del árbol k-d donde están indexados los casos



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Recuperación en árboles k-d

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Algoritmo

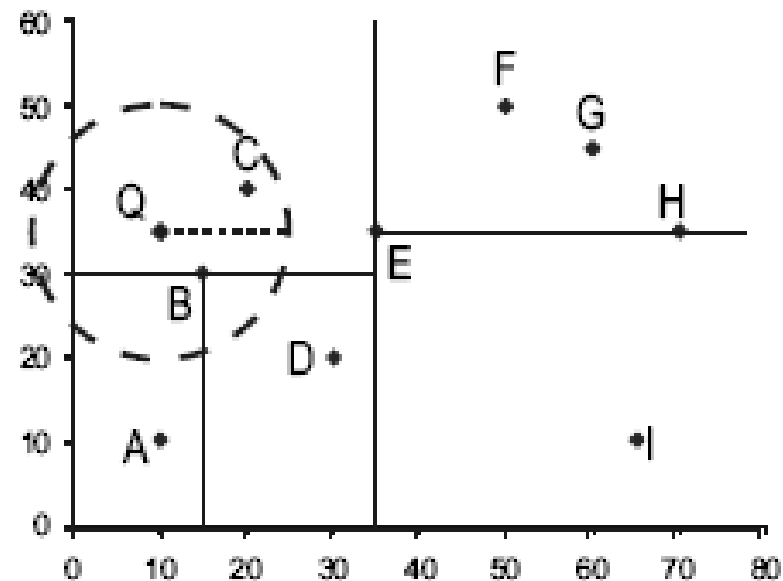
1. Se inicializa la lista de casos recuperados como una lista vacía
2. Se inicializa la lista de nodos a considerar con la raíz del árbol
3. Mientras que queden nodos en la lista de nodos, se extrae el primero de ellos
 1. Si el nodo es una hoja, se compara la consulta de cada uno de los casos almacenados en él, y se añaden a la lista de casos recuperados aquellos que estén a una distancia menor que δ
 2. Si el nodo no es una hoja, para cada uno de sus dos hijos se comprueba si la esfera de radio δ centrada en la consulta intersecta con el área definida por el hijo, si es así se añade éste a la lista de nodos

Recuperación en árboles k-d

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

$$Q = (10, 35) \quad \delta = 15$$



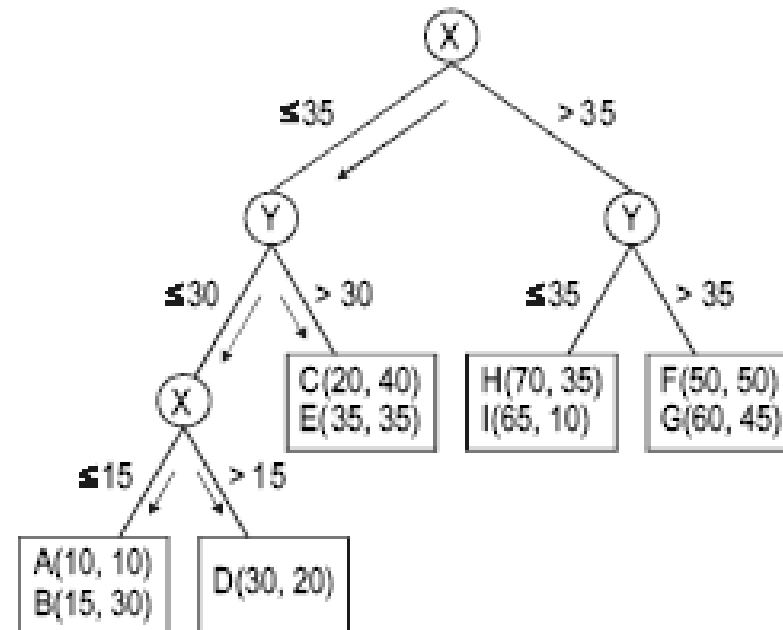
Recuperación en árboles k-d

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación

- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Recuperación en árboles k-d





Uso de diferentes tecnologías

1. Objetivo de la recuperación: obtener el caso más relevante para el problema a resolver
2. Elección de los índices
3. Estructura de la base de casos
4. Medidas de similitud
5. Algoritmo de recuperación

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

- Bajo la perspectiva de la metodología CBR, es posible utilizar diferentes tecnologías en esta fase:
 - Redes Neuronales
 - Lógica Difusa
 - Algoritmos Genéticos
 - ...



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

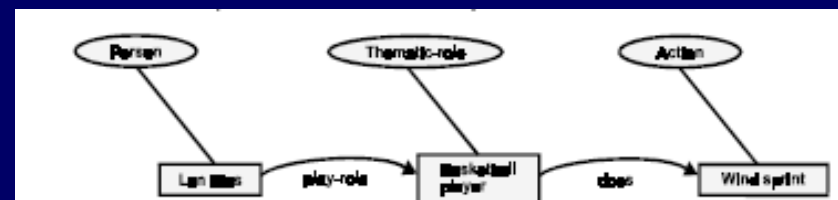
Tipos de adaptación

- Sin adaptación
 - Un gran número de sistemas CBR no realizan adaptación. No es necesario que el sistema la realice para que resulte útil “repartamos el trabajo entre máquinas y humanos de forma que cada uno haga lo que mejor sabe hacer”
- Métodos basados en sustitución
 - Reinstanciación
 - Ajuste de parámetros
 - Búsqueda local
 - Búsqueda en la memoria
 - Búsqueda especializada
 - Sustitución basada en casos
- Métodos basados en transformación
 - Transformaciones de sentido común
 - Reparación guiada por un modelo
- Otros métodos
 - Adaptación y reparación de propósito especial
 - Analogía derivacional

Cada sistema incluye su propio mecanismo

Búsqueda especializada

- Es un método basado en sustitución donde se representan instrucciones acerca de cómo encontrar los sustitutos
- Un ejemplo SWALE
 - Len Bias es un jugador de baloncesto con buena salud que sufrió una bajada de tensión y se mareó
 - Jim Fixx es un corredor de fondo que también sufrió una bajada de tensión y se mareó mientras corría. Tiene un defecto en el corazón que no había sido detectado. Las carreras sometieron su corazón a demasiada presión
 - Herurística de búsqueda
 - Consúltense las actividades que realizaba Len Bias y, para cada una de ellas, considérense las acciones que se suelen realizar en dicha actividad



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

¿Qué buscar y donde buscar?

- La recuperación ha tenido éxito y tenemos un buen candidato para adaptar.



- Problemas en la adaptación
 - ¿Qué sustituimos?
 - ¿Cómo afecta a la solución un cambio en la descripción?
Representación explícita de relaciones de dependencia
 - ¿Dónde se encuentra un sustituto?
Se siguen las instrucciones implícitas en el caso recuperado





- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación

- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Uso de diferentes tecnologías

- Al igual que en la fase de recuperación, es posible utilizar diferentes tecnologías en esta fase:
 - Redes Neuronales
 - Lógica Difusa
 - Algoritmos Genéticos
 - ...



Tareas de la fase de revisión

- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

- Evaluar la solución. La evaluación coge el resultado de aplicar la solución propuesta por el sistema CBR al mundo real (preguntándole a un experto o ejecutándolo). También se pueden aplicar técnicas de simulación para generar una solución correcta.
- Reparar fallos. Implica detectar errores de la solución actual y recuperar o generar explicaciones para ellos.



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

Tareas de la fase de aprendizaje

- Extracción de la información a recordar (la descripción, la solución, el resultado, la justificación de la solución, las causas de fallo,...)
- Obtención de los índices que sirven para clasificar la nueva información
- Integración del conocimiento. Ubicación del nuevo caso en el lugar correcto dentro de la base de casos, incorporación de nuevos índices, reorganización de los índices, construcción de abstracciones de los casos.



- Introducción
- Historia en el campo de CBR
- Métodos fundamentales de CBR
- Representación de Casos
- Recuperación
- Adaptación
- Revisión
- Aprendizaje
- Ejemplos de aplicación

- CHEF
- CLAVIER
- HYPO
- Algunos Sistemas CBR



Razonamiento Basado en Casos (CBR)

Introducción

Fernando Díaz Gómez
E. U. de Informática – Segovia
Universidad de Valladolid