

Sistemas Basados en el Conocimiento

Javier Béjar, Víctor Giménez, Javier Vázquez-Salceda

Curso 2021/2022

CS - FIB - UPC

Resolución de problemas en SBC (parte 1)

Tipos de problemas en SBC

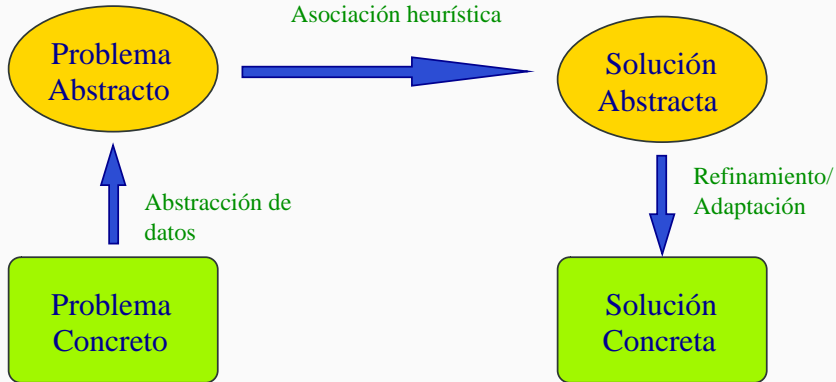
- La identificación de tipologías de problemas en SBC facilita su desarrollo
- Cada tipo permite determinar:
 - Un conjunto de tareas usuales
 - Un conjunto de metodologías de resolución específicas
 - Métodos de representación del conocimiento e inferencia adecuados
- Clasificaremos los problemas a resolver en un SBC a partir de dos tareas genéricas:
 - **Tareas de análisis:** Interpretación de un sistema
 - **Tareas de síntesis:** Construcción de un sistema

Ambas tareas se pueden especializar

- Tareas de análisis
 - Identificación, nos dice que tipo de sistema tenemos
 - Monitorización, detecta discrepancias de comportamiento
 - Diagnóstico, explica las discrepancias
 - Predicción, nos dice que salida podemos esperar
 - Control, determina que entradas nos permiten obtener cierta salida
- Tareas de síntesis
 - Especificación, busca las restricciones que se deben satisfacer
 - Diseño, genera una configuración de elementos según unas restricciones
 - Ensamblaje, construye un sistema juntando elementos

- Cada tipo de problema genérico tiene unas características especiales
- Existen métodos de resolución adecuados para cada tipo
- Nos centraremos en dos métodos:
 - **Clasificación Heurística** (*Heuristic Classification*)
 - **Resolución Constructiva** (*Constructive Problem Solving*)

- Es adecuado para tareas de **análisis**
- El objetivo es escoger una solución de entre un conjunto limitado
- Asociamos los datos de entrada con las soluciones (simple o mediante razonamiento)
- Tres fases:
 1. **Abstracción de datos** (Definicional, cualitativa, generalización, ...)
 2. **Asociación heurística**
 3. **Refinamiento**



Clasificación Heurística: Adquisición del conocimiento

- La adquisición del conocimiento que permite resolver un problema mediante clasificación heurística se puede hacer de forma sistemática.
- Podremos distinguir tres conjuntos de conceptos:
 - **Solución abstracta:** son Arquetipos de solución, soluciones posibles a nuestro problema.
 - **Problema abstracto:** Características que definen arquetipos de problema, útiles para seleccionar los arquetipos de solución
 - **Problema concreto:** selección de datos de entrada del problema que permiten conectar con arquetipos de problema.
- Entre cada conjunto de conceptos deberemos extraer el conjunto de deducciones que llevan del uno al otro
 - De los datos del problema al arquetipo de problema: reglas de abstracción
 - De los arquetipos de problema a arquetipos de solución: reglas de asociación heurística

Clasificación Heurística: Adquisición del conocimiento

- Para cada grupo de reglas deberemos:
 - Obtener qué conceptos del primer conjunto (antecedentes) están asociados con los del segundo (consecuentes)
 - Escoger como antecedentes de las reglas los conceptos que sean diferenciadores de cada consecuente (separabilidad)
 - Si es necesario se deberían añadir conceptos intermedios que lleven de los antecedentes a los consecuentes y crear las cadenas de deducción necesarias
 - Observar la confianza de las asociaciones entre antecedentes y consecuentes (incertidumbre)

refinamiento

- Si las soluciones abstractas no son aplicables directamente \implies Determinar las reglas de refinamiento

- Supongamos que queremos construir un SBC para la concesión de créditos bancarios
- El conjunto de respuestas que puede dar el sistema son limitadas (se concede/no se concede)
- El objetivo es determinar, dadas la características del cliente, si concederemos el crédito y en que condiciones, o si no lo concederemos.
- Es un problema de análisis que podemos resolver mediante clasificación heurística.

El objetivo es buscar cadenas de deducción que permitan ir desde la entrada (o la interacción con el usuario) hasta tomar la decisión sobre los créditos.

Será importante apuntar hacia la 'sencillez', no estamos buscando fórmulas matemáticas sobre la 'puntuación' de una petición para decidir, si no abstraer 'qué cosas se usan para decidir' y 'cómo'.

Paso 1: Vocabulario de soluciones

Para empezar a atacar el problema, tenemos que entender qué palabras clave usaríamos para describir un 'arquetipo de solución'. A priori, parece que solo necesitamos aceptar o no aceptar, pero se menciona 'en qué condiciones' concedemos el crédito. Ponemos dos arquetipos adicionales de casos, para casos muy buenos (preferentes) y para casos apenas aceptables (con rebaja). Estos casos requerirán refinarse para saber cuánto valor darle a cada cosa.

- Denegación (No conceder)
- Aceptación (Conceder tal cual)
- Aceptación con rebaja (damos menos de lo que nos pide)
- Aceptación con interés preferente (damos y con menos interés para el cliente).

Paso 2: Vocabulario de problemas y asociación heurística

Intentamos buscar 'reglas informales' para distinguir en qué caso estaríamos de lo anterior. En el proceso, identificamos y abstraemos características del problema abstracto, posiblemente agrupando diferentes conceptos. Esta sería la parte 'informal' de la asociación heurística

- ¿Cuándo denegamos?
 - Cuando no sea fiable: ¿ha intentado estafar en el pasado? ¿Tiene historial de cheques sin fondo? ¿Está registrado como moroso?
 - Cuando no haya manera de recuperar la inversión: ¿Tiene dinero para pagar si el proyecto falla? ¿Tiene inmuebles que podamos quitarle si no paga? ¿Tiene familia rica?

Paso 2: Vocabulario de problemas y asociación heurística

Intentamos buscar 'reglas informales' para distinguir en qué caso estaríamos de lo anterior. En el proceso, identificamos y abstraemos características del problema abstracto, posiblemente agrupando diferentes conceptos. Esta sería la parte 'informal' de la asociación heurística

- ¿Cuándo aceptamos con rebaja?
 - Cuando haya un mínimo seguridad: tiene algo de dinero, o posesiones, o ambos.
 - Y la viabilidad del proyecto parezca buena: dependiendo del tipo de negocio propuesto.

Paso 2: Vocabulario de problemas y asociación heurística

Intentamos buscar 'reglas informales' para distinguir en qué caso estaríamos de lo anterior. En el proceso, identificamos y abstraemos características del problema abstracto, posiblemente agrupando diferentes conceptos. Esta sería la parte 'informal' de la asociación heurística

- ¿Cuándo aceptamos a secas?
 - Mismas condiciones que con rebaja, pero con mayor seguridad: más dinero, más bienes...
 - Y tengamos al cliente 'en estima' dentro del banco: cuentas domiciliadas, o ha pedido y pagado ya créditos con nuestra entidad...

Paso 2: Vocabulario de problemas y asociación heurística

Intentamos categorizar los parámetros utilizados, abstrayendo y agrupando de forma que tenga sentido. Al final del proceso, la casuística de las reglas debería poder cubrir **toda** posibilidad, con lo cuál un número muy elevado de categorías (cada una con diferentes posibles valores) puede llevarnos a necesitar de un conjunto enorme de reglas. Por ejemplo:

- 'Morosidad' y 'cheques sin fondo' lo agruparemos en *fiabilidad* (con diferentes valores: *muy malo, malo, buena*)
- Para hablar de la posibilidad de recuperar la inversión si falla, hablamos de *bienes* para referirnos a todo su patrimonio (dinero, inmuebles, etc.) y *apoyo financiero* para cuando su colateral sea externo (tiene familia rica, o viene avalado por mucho dinero por una tercera persona). Estas categorías las separamos en *muy malo, malo...*
- etc.

Paso 3: Formalización de asociación heurística

Intentamos formalizar las 'reglas' de asociación heurística. El conjunto de reglas debería poder cubrir toda casuística. Deberíamos aprovecharnos de que no necesitamos saber *todo* del problema concreto. Podemos usar prominencia (*salience*) en la reglas para simplificar las reglas (ejemplo con fiabilidad). Crear el conjunto potencia de toda posible entrada (para toda categoría y valor, su solución abstracta) es poco extensible y poco explicable.

- Si *apoyo financiero*=regular y *bienes*=malo entonces *denegar*.
- **Regla Saliente:** Si *fiabilidad*={mala, muy mala} entonces *denegar*
- Si *apoyo financiero*=normal y *bienes*=normal y *viabilidad*=buena entonces *aceptar con rebaja*
- Si *apoyo financiero*=bueno y *bienes*=normal y *compromiso*=normal y *viabilidad*=buena entonces aceptar
- Si *apoyo financiero*=bueno y *bienes*=bueno y *compromiso*=muy bueno y *viabilidad*=muy buena entonces *Aceptar con interés preferente*

Paso 4: Abstracción

Generamos el conjunto de reglas que nos permiten transformar la entrada del problema al vocabulario utilizado para la asociación heurística. El conjunto de datos de entrada solo se usarán para crear el problema concreto y para refinar la solución concreta (lo que usamos aquí **no** se usa para la asociación, debería quedar abstraído en el apartado anterior).

Paso 4: Abstracción

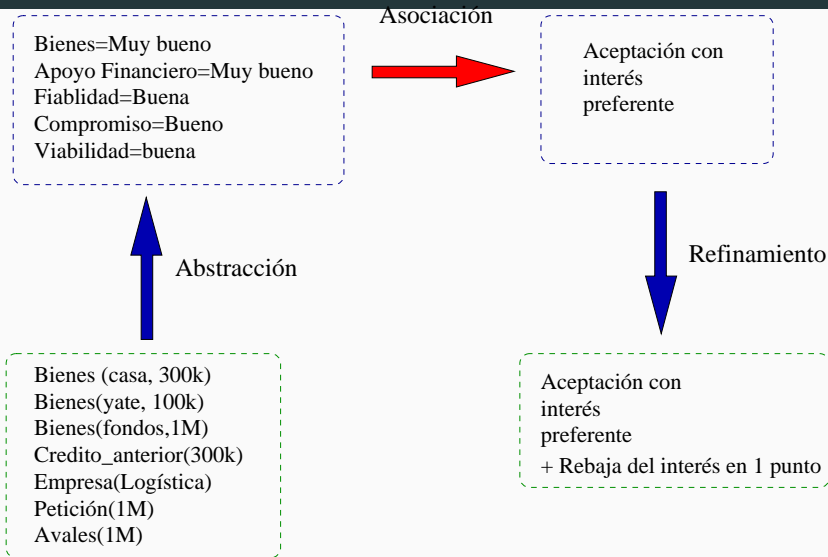
- ¿Cuándo tiene el cliente apoyo financiero ...?
 - si *avales* \geq 1M o *tiene familia rica* entonces *apoyo financiero* = bueno
 - si *avales* $<$ 100K entonces *apoyo financiero* = malo
 - ...
- ¿Cuándo tiene el proyecto viabilidad ...?
 - si *hamburguesería* o *heladería* entonces *viabilidad* = normal
 - si *proveedor de internet* entonces *viabilidad* = muy buena
- ¿Cuándo tiene el cliente bienes...?
 - si *suma bienes* $>$ 2M entonces *bienes* = bueno
 - si *suma bienes* $<$ 1M entonces *bienes* = malo
 - ...
- ...

Paso 5: Refinamiento

Para dos de nuestros casos, requerimos saber más que lo que hay en el problema concreto para decidir mejor. Debería poder cubrir toda la casuística, se puede usar valores concretos (como el número exacto del valor del patrimonio en euros)

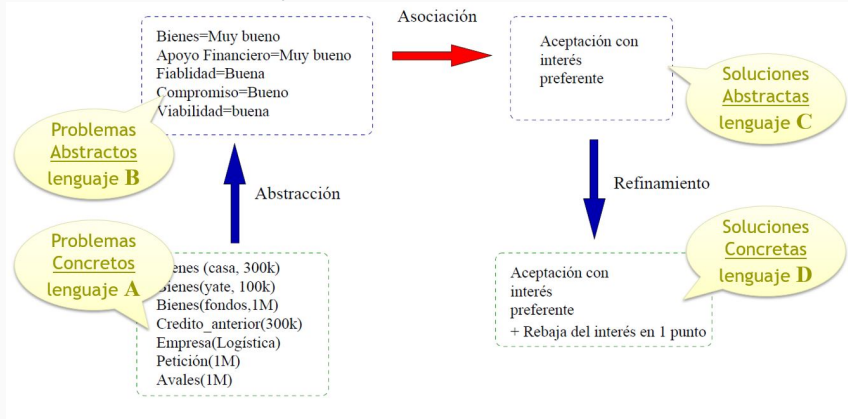
- Si *aceptación con rebaja y petición* $>$ *suma bienes* entonces *rebaja a:*
redondear(suma bienes)
- Si *aceptación con interés preferente y petición* $>$ 1M y *bienes* $>$ 1M entonces *rebaja*
interés: 1 %
- Si *aceptación con interés preferente y cliente es hermano del director* entonces *rebaja*
interés: 2 %
- ...

Ejemplo de proceso completo



Definición correcta de reglas de abstracción, asociación y refinamiento

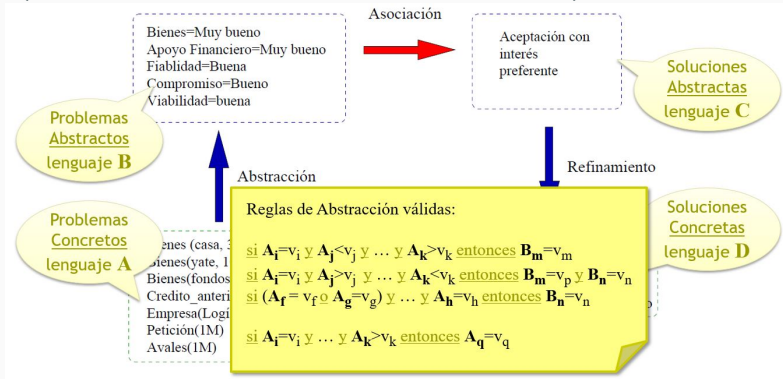
Un truco: imaginad que cada una de las cajas tiene asociado un lenguaje diferente (= un conjunto diferente de predicados)



Definición correcta de reglas de abstracción, asociación y refinamiento

Las **reglas de abstracción** normalmente van de A a B .

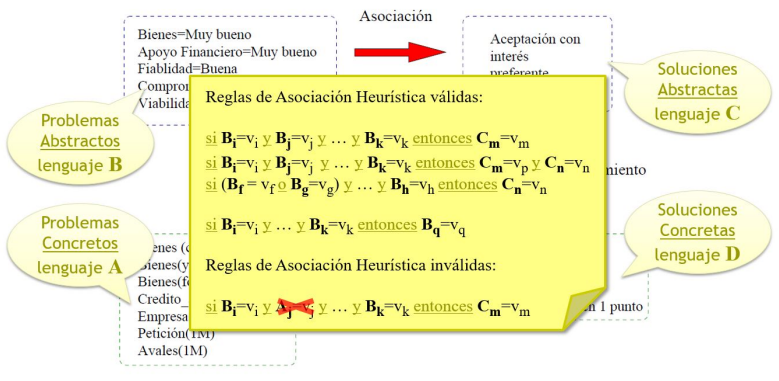
A veces tenemos reglas de A a A : permiten resumir un conjunto de condiciones en un solo predicado (que luego se usa en el antecedente de otras reglas)



Definición correcta de reglas de abstracción, asociación y refinamiento

Las reglas de asociación heurística normalmente van de B a C . No pueden incluir predicados o datos de A .

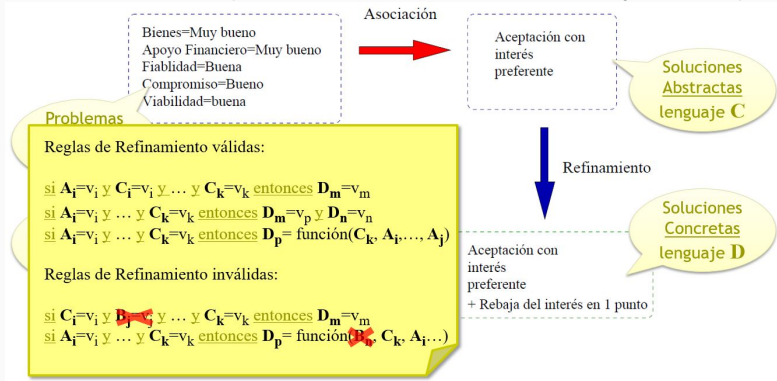
De nuevo podemos tener reglas de B a B para generar predicados usados en otras reglas.



Definición correcta de reglas de abstracción, asociación y refinamiento

Las **reglas de refinamiento** normalmente van de C a D , utilizando también predicados y datos de A . No se deben utilizar predicados de B .

Se pueden incluir funciones o procedimientos con elementos de C y A como parámetros.



Paso 6: Verificación

Una vez el proceso anterior está completado, se debe poner un esfuerzo en responder a las siguientes preguntas:

- ¿Los conjuntos de reglas de cada fase son exhaustivos de por sí? Si no, es posible que el programa no sepa cómo categorizar una entrada concreta.
- Si no, ¿los conjuntos de reglas en su totalidad son exhaustivos? Por ejemplo, si *aceptamos con interés preferente*, las reglas de refinamiento no tienen por qué ser exhaustivas para casos con *fiabilidad mala* porque nunca deberíamos llegar a ese caso
- ¿Las reglas son coherentes? ¿Tiene cada regla sentido semántico al analizarla individualmente? Al formalizar la clasificación e intentar alcanzar la cobertura total de casos es posible que aparezcan reglas con poco sentido, que tal vez deberían ser descompuestas en varias reglas coherentes.

Paso 7: Extensión

Para tratar con todo este proceso, la construcción del sistema de reglas puede ser creada iterativamente (agile) a partir de un prototipo vertical, añadiendo nuevos conceptos paulatinamente (como hacer una primera fase con solo fiabilidad, y luego ir reescribiendo reglas para incluir el análisis de los bienes o el compromiso...).

Se debe notar, sin embargo, que pasos como la abstracción del problema concreto puede generar agrupaciones o simplificaciones que dificultarían la extensión de un prototipo si no se hacen pronto.