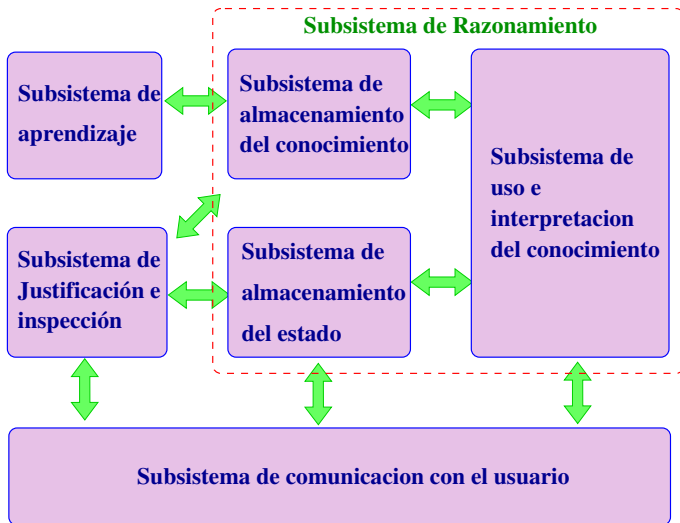


Componentes de los SBC

- Queremos construir sistemas con ciertas características:
 - Resolución de problemas a partir de información simbólica
 - Resolución mediante razonamiento y métodos heurísticos
 - Capacidad de explicación
 - Sistema interactivo (con un usuario/con el entorno)
 - Capaz de adaptarse al entorno
- Necesitamos un conjunto básico de componentes
 - Subsistema de razonamiento
 - Subsistema de almacenamiento del conocimiento
 - Subsistema de uso e interpretación del conocimiento
 - Subsistema de almacenamiento del estado del problema
 - Subsistema de justificación e inspección de la solución
 - Interfaz de comunicación
 - Subsistema de aprendizaje

Componentes de los SBC



SBC basados en sistemas de producción

- La resolución se obtiene a partir del proceso de razonamiento de un motor de inferencia
- El conocimiento del dominio está expresado mediante una ontología
- El conocimiento de resolución de problemas está almacenado habitualmente como reglas de producción o un formalismo equivalente

Almacenamiento del conocimiento

- Almacenará todo el conocimiento para resolver problemas en el dominio de aplicación
- Encontraremos tres tipos de conocimiento:
 - Conocimiento factual (objetos del dominio y sus características)
 - Conocimiento relacional (relaciones entre los objetos del dominio)
 - Conocimiento condicional (conocimiento deductivo sobre el problema)
- Los dos primeros conocimientos están descritos mediante la ontología de dominio
- El tercer conocimiento describirá el conocimiento relacionado con la resolución

Almacenamiento del conocimiento: Reglas

- El conocimiento condicional incluye:
 - Conocimiento deductivo (estructural): Describe los procesos de resolución de problemas como cadenas de deducción
 - Conocimiento sobre objetivos (estratégico): Orienta el proceso de resolución
 - Conocimiento causal (de soporte): Apoya al proceso de explicación de la resolución
- **Módulos de reglas**
 - Permite facilitar el desarrollo y el mantenimiento del sistema
 - Permite aumentar la eficiencia del proceso de razonamiento
 - Permite implementar estrategias de uso del conocimiento (meta-conocimiento, meta-reglas)

Almacenamiento del conocimiento: Meta-Reglas

- Describen conocimiento a alto nivel sobre la resolución del problema
- Permiten dirigir el control de la resolución
 - Activar y desactivar reglas/módulos
 - Decidir el orden de ejecución de reglas/módulos
 - Decidir estrategias de resolución, tratamiento de excepciones, incertidumbre, ...
- Son más difíciles de obtener de los expertos

Uso e interpretación del conocimiento

- Es habitualmente un motor de inferencia
- Aplicará su ciclo de ejecución para resolver el problema
 - Detección de reglas aplicables
 - Selección de la mejor regla (estrategia general o guiada por el metaconocimiento)
 - Aplicación de la regla

Almacenamiento del estado

- Guarda los datos iniciales del problema y los hechos obtenidos durante el proceso de resolución
- Puede guardar otro tipo de información necesaria para el control de la resolución y otros subsistemas
 - Orden de deducción de los hechos
 - Preferencias sobre el uso de los hechos
 - Reglas que generaron los hechos
 - Reglas activadas recientemente
 - Puntos de backtracking
 - ...

Justificación de la solución

- La posibilidad de justificar las decisiones da credibilidad al sistema
- También permite detectar deducciones erróneas
- Un sistema debería poder contestar **Porqué** y **Cómo**
- Diferentes niveles de justificación:
 - **Muestra:** Traza de los pasos de resolución
 - **Justificación:** Razones de los elementos que aparecen en la traza de la resolución (línea de razonamiento, preguntas, hechos, preferencias, subproblemas, ...)

Aprendizaje

- Por lo general el conjunto de problemas que se resuelven está acotado
- En algunos dominios es necesario adaptarse al entorno y resolver nuevos problemas
- El aprendizaje puede suceder:
 - Durante el proceso de construcción del SBC: Se substituye o complementa el proceso de adquisición con métodos de aprendizaje inductivo, se construye un modelo a partir de ejemplos
 - Durante el proceso de resolución: Se detectan y corrigen las resoluciones erróneas, se aprenden reglas de control que mejoran la eficiencia del proceso de resolución

Razonamiento basado en casos

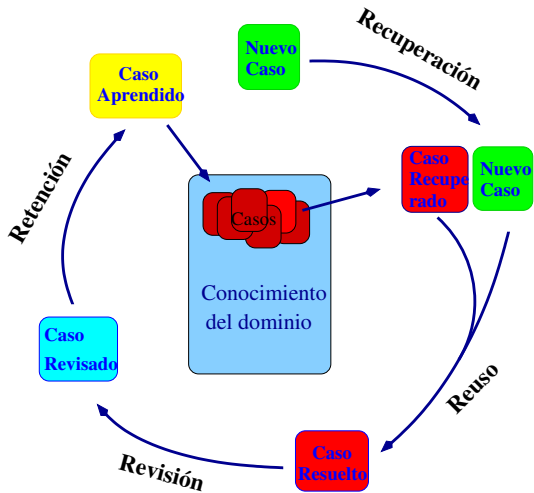
- La resolución de un problema se obtiene identificando una solución anterior similar
- Ventajas:
 - Reducen el problema de extracción del conocimiento
 - Facilitan el mantenimiento/corrección/extensión del sistema
 - Permite una resolución más eficiente
 - Permite explicaciones mas cercanas a la experiencia del usuario

Ciclo de ejecución

Consta de cuatro fases

- ➊ **Recuperación:** Búsqueda de los casos almacenados más similares
- ➋ **Reuso:** Obtenemos la solución del caso recuperado
- ➌ **Revisión:** Evaluamos y adaptamos la solución recuperada
- ➍ **Retención:** Comprobamos si es interesante guardar el caso

Ciclo de ejecución



Almacenamiento del conocimiento

- El conocimiento estará formado por **casos**
- Un caso es una estructura compleja (características, solución)
- Se almacenarán en la **base de casos** (estructura, indexación)
- Tendremos también conocimiento para:
 - Evaluar la similaridad entre los casos
 - Combinar/Adaptar las soluciones recuperadas
 - Evaluar las soluciones

Uso e interpretación del conocimiento

- Se basa en el ciclo de ejecución de razonamiento basado en casos
 - Búsqueda en la base de casos de los casos más similares
 - Recuperación de las soluciones de los casos
 - Combinación/adaptación de soluciones (procedimientos/razonamiento)

Almacenamiento del estado

- Información del caso actual
- Cálculo de los casos más similares
- Razonamiento para la evaluación/combinación/adaptación de las soluciones

Justificación - Aprendizaje

● Justificación

- Es parte de la información de los casos
- Se complementará con el razonamiento sobre la combinación/adaptación de las soluciones

● Aprendizaje

- Añadir nuevos casos (mas sencillo que en los sistemas de reglas)
- La solución debe ser suficientemente diferente (evaluación)
- Podemos olvidar casos (poco usados, parecidos a otros)

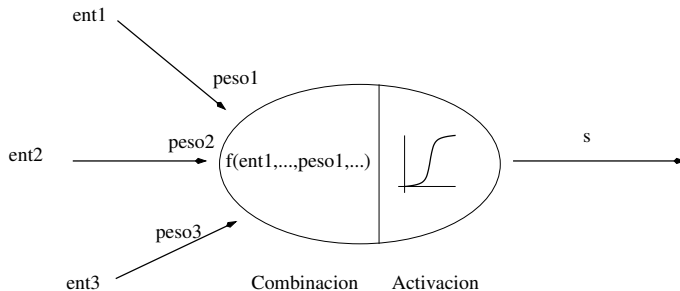
Otras metodologías

- Sistemas basados en redes neuronales
- Razonamiento basado en modelos
- Agentes Inteligentes/Sistemas Multiagente

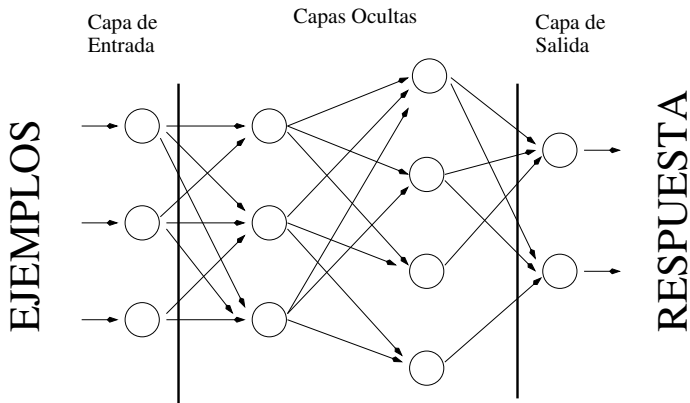
Redes neuronales

- Dentro del área de la Inteligencia Artificial conexionista
- El elemento base es la neurona (elemento de cómputo)
- **Neurona:** Entradas, salidas, estado, funciones para la combinación de las entradas y el estado y función para generar la salida
- Las neuronas se organizan en redes con diferentes capas
- La red asocia unas entradas (datos del problema) a unas salidas (solución del problema)
- La red se debe entrenar (ejemplos resueltos) para que aprenda a resolver el problema (asociación)

Redes neuronales

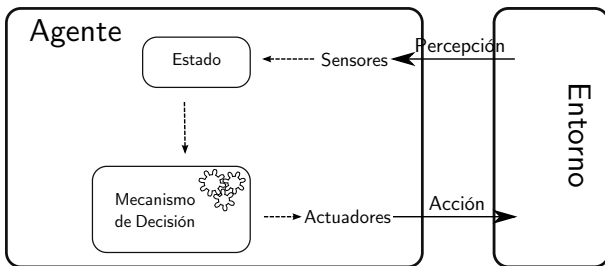


Redes neuronales



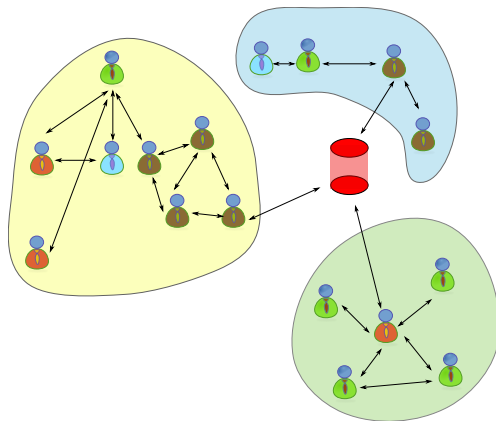
Agentes inteligentes/Sistemas Multiagente

- Asume una vision colectiva de los sistemas inteligentes (en lugar de monolítica)
- Un agente inteligente resuelve solo una tarea *simple*
- Un agente:
 - Obtiene información del entorno (percepción)
 - Elabora una decisión basada en sus percepciones y estado (razonamiento)
 - Realiza una acción (actuación)



Agentes inteligentes/Sistemas Multiagente

- El problema global es resuelto mediante cooperacion/coordinacion
- Techniques involucradas: organización, cooperación, coordinación, negociación, distribución de tareas, comunicacion, razonamiento sobre otros, ...



Agentes inteligentes/Sistemas Multiagente

- Ventajas:

- Sistemas más flexibles
- Reconfiguración/reorganización permite resolver otras tareas
⇒ Los agentes funcionan como componentes reutilizables
- Tolerancia a fallos (un agente puede ser substituido por otro)
- Computación distribuida

- Relacionado con:

- Grid computing/Cloud computing (Organización de tareas y recursos)
- Web services (Sin capacidad de razonamientos)