

Chapter 2

Representación de Conocimiento

Representación de conocimiento =
Escribir en un lenguaje descripciones del mundo.

Representación - “... un conjunto de convenciones sintácticas y semánticas que hacen posible el describir cosas” [Winston 74]

En IA, son descripciones para que una máquina inteligente las utilice.

Sintaxis: símbolos y conjunto de reglas para combinarlos.

Semántica: significado de las expresiones construidas.

A pesar de que todo programa de IA tiene una parte de base de conocimiento, es una área de investigación abierta.

Ingredientes básicos:

- un lenguaje de representación
- capacidad de inferencias
- conocimiento del dominio

El poder está en el conocimiento

Una de las ambiciones es poder representar “sentido común”

El fin no es tanto buscar una explicación de comportamiento cognitivo racional, sino el poder construir razonablemente sistemas inteligentes

En general una representación debe de tener:

1. Expresividad Adecuada
2. Eficiencia de Razonamiento

Criterios para juzgar una representación:

- Capacidad Lógica: Que sea capaz de expresar el conocimiento que deseamos expresar.
- Poderío Heurístico: Capacidad para resolver problemas (inferencia).
- Conveniencia de la Notación: Simplicidad para acceder al conocimiento y facilidad de entendimiento (declarativa).

La representación determina la facilidad con la que podemos resolver ciertos problemas y utilizar el conocimiento [Marr 82].

Ejemplo: representación de números romanos vs arábigos (desarrollo del álgebra).

A nivel epistemológico:

- primitivos (cuáles y a qué nivel)
- meta-representaciones (permitir hacer razonamientos con el lenguaje)

Representaciones no cubiertas por lógica:

- definiciones vs hechos
- universales vs defaults
- razonamiento no-deductivo
- razonamiento no-monotónico

Representaciones alternas:

- procedurales (se necesita declarativo)
- analógico
- probabilístico

Problemas de representación de:

- sustancias (e.g., litro de leche)
- causalidad y tiempo
- creencias, deseos, intenciones, etc.

Consideraciones:

- Hacer explícito lo que se considere importante.
- Exhibir las restricciones inherentes al problema.
- Completo y preciso.
- Entendible.
- Fácil de usar.
- Computacionalmente factible.

2.1 Construyendo una Base de Conocimiento

El proceso de construir una base de conocimiento se llama *ingeniería de conocimiento*

Un lenguaje de representación tiene que ser expresivo, conciso, no ambiguo, y efectivo. Una base de conocimiento tiene que ser además clara y correcta.

A veces se tiene que sacrificar correctes para ganar claridad y ser más conciso

Idealmente se separa la base de conocimiento de los procedimientos de inferencia (pero normalmente se tiene que considerar a la eficiencia)

Una base de conocimiento tiene 2 consumidores potenciales: humanos y procesos de inferencia. Un error común es seleccionar nombres que por tener sentido para el hombre se cree que van a tener sentido para el proceso de inferencia (e.g., OsoDeCerebroPequeño(Pooh))

En principio, si el diseño es adecuado, lo que expresemos en una situación, lo vamos a poder usar en otra

Mucho mejor (aunque parezca más trabajo) representar a un nivel más general.

Oso(Pooh)
 $\forall o \text{ Oso}(o) \Rightarrow \text{Animal}(o)$
 $\forall a \text{ Animal}(a) \Rightarrow \text{ObjetoFisico}(a)$
...

2.1.1 Puntos a considerar

- Decidir de que hablar: entender el dominio lo suficiente para saber que objetos y hechos se tienen que tener y cuales ignorar
- Decidir en el vocabulario de predicados, funciones y constantes. Esto involucra muchas decisiones (algunas arbitrarias y otras importantes). Representamos *Tamaño* como función o como predicado? Es *Pequeño*

una medida de tamaño relativo o absoluto?, ... El resultado es una *ontología*.

- Codificar conocimiento genérico del dominio.
- Codificar una descripción de una instancia del problema específico. Si la ontología está bien pensada, este paso debe de ser sencillo.
- Hacer preguntas al procedimiento de inferencia y obtener respuestas.

2.1.2 Elementos de una Ontología General

- *Categorías*: incluyen objetos con propiedades comunes arregladas en taxonomías jerárquicas. Mucho del razonamiento ocurre a nivel de categorías.

Se puede inferir la categoría de un objeto, en base a sus propiedades y luego usar información de la categoría para hacer predicciones del objeto.

Una categoría se puede “reificar” (*reification*), que significa cambiar un predicado o función en un objeto del lenguaje. Esto permite referirse a propiedades de la categoría en sí, más que de las propiedades de los elementos de esa categoría (e.g., $\text{Población}(\text{Humanos}) = 5,000,000,000$).

Las categorías permiten organizar y simplificar el conocimiento por medio de herencia. Se pueden tener clases, subclasses, clases de clases, etc. Se pueden tener categorías disjuntas, descomposiciones exhaustivas o particiones.

- *Medidas*: relaciona objetos a cantidades de tipos particulares (e.g., masa, edad, precios, etc). Las medidas cuantitativas son en general fácil de representar. Otras medidas no tienen una escala de valores única (problemas, sabor, belleza, etc). El aspecto más importante de una medida no es su valor numérico particular sino el hecho de que puede ordenarse.
- *Objetos Compuestos*: objetos que pertenecen a categorías por su estructura constitutiva (e.g., coches están compuestos de llantas, motor, ...). Se pueden tener jerarquías de tipo partes-de (*parts-of*). Se pueden

tener relaciones de Partición de Partes (análogo a una partición de categorías). Se pueden tener objetos compuestos sin estructura (e.g., bolsa de manzanas).

- *Tiempo, Espacio y Cambio*: Para permitir acciones y eventos con diferentes duraciones y que puedan ocurrir simultáneamente. La noción general es que el universo es continuo tanto en tiempo como en espacio. Un espacio puede tener un tiempo y lugar particular. Un espacio puede estar dado en términos de áreas o volúmenes.
- *Eventos y Procesos*: Eventos individuales ocurren en un tiempo y lugar particular. Los procesos son eventos continuos y homogéneos por naturaleza. Podemos referirnos a eventos, subeventos e intervalos.
- *Objetos Físicos*: Al extender las cosas en tiempo y espacio, los objetos físicos tienen mucho en común con los eventos. A veces les llaman “fluentes” (*fluents*) (e.g., Polonia ha cambiado de área y posición con el tiempo)
- *Substancias*: Podemos pensar en substancias temporales y espaciales (e.g., mantequilla). Existen propiedades intrínsecas que son de la substancia del objeto más que del objeto mismo (color, temperatura en que se derrite, contenido de grasa, etc), y propiedades extrínsecas (peso, forma, etc). Un objeto con solo propiedades intrínsecas es una substancia (*noun mass*), con propiedades extrínsecas es un nombre contable (*count noun*). Un objeto puede pertenecer a las dos.
- *Objetos Mentales y Creencias*: Se tiene que razonar acerca de creencias del mundo. Podemos pensar en agentes con racionalidad limitada (hacen un número limitado de deducciones en un tiempo limitado).

En la definición de la representación de conocimiento tenemos que tomar en cuenta para *qué* se va a usar ese conocimiento. Podemos pensar en precondiciones de conocimiento y en efectos de conocimiento.

2.2 Sistemas Basados en Conocimiento

Un sistema experto o sistema basado en conocimiento se puede definir como:

“...sistema que resuelve problemas utilizando una representación simbólica del conocimiento humano” [Jackson 86].

Características importantes:

- Representación explícita del conocimiento.
- Capacidad de razonamiento independiente de la aplicación específica.
- Capacidad de explicar sus conclusiones y el proceso de razonamiento.
- Alto rendimiento en un dominio específico.
- Uso de heurísticas vs. modelos matemáticos.
- Uso de inferencia simbólica vs. algoritmo numérico.

Algunas de estas propiedades se deben a la separación entre:

1. Conocimiento específico del problema - Base de Conocimiento.
2. Metodología para solucionar el problema - Máquina de Inferencia.

Importancia del Conocimiento

Los sistemas basados en conocimiento basan su rendimiento en la cantidad y calidad del conocimiento de un dominio específico y no tanto en las técnicas de solución de problemas.

Diferencia de sistemas basados en conocimiento con otras técnicas:

- En matemáticas, teoría de control y computación, se intenta resolver el problema mediante su modelado (Modelo del problema).
- En sistemas expertos se ataca el problema construyendo un modelo del “experto” o resolutor de problemas (Modelo del experto).

2.2.1 Clasificación de Sistemas Expertos

Clasificación jerárquica:

1. Análisis (interpretación)

- Identificación
- Monitoreo
- Diagnóstico
- Predicción
- Control

2. Síntesis (construcción)

- Especificación
- Diseño
- Configuración
- Planeación
- Ensamble
- Modificación

Análisis:

identificación \longrightarrow predicción \longrightarrow control

Síntesis:

especificación \longrightarrow diseño \longrightarrow ensamble

2.2.2 Arquitectura básica de un sistema experto

Componentes básicos:

1. **Base de Conocimiento (BdeC)** - representación del conocimiento del dominio para la solución de problemas específicos, normalmente dicho conocimiento se estructura en forma modular en forma declarativa.
2. **Máquina de Inferencia** - proceso que efectúa el razonamiento a partir de los datos y utilizando el conocimiento de la BdeC. Es “genérica”, es decir, que se puede aplicar a diferentes dominios sólo cambiando la BdeC.
3. **Memoria de Trabajo** - lugar donde se almacenan los datos de entrada y conclusiones intermedias que se van generando durante el proceso de razonamiento.
4. **Interfaz de Usuario** - Entrada/Salida al usuario del sistema, incluyendo, normalmente, mecanismos de pregunta (porqué) y de explicación (cómo).
5. **Interfaz de Adquisición** - interfaz para la adquisición del conocimiento del dominio, puede incluir mecanismos para facilitar su adquisición y depuramiento interactivo y para automatizar la adquisición (aprendizaje).

2.2.3 Ventajas de Sistemas Basados en Conocimiento

1. Resolver problemas para los que no existe un modelo matemático adecuado o su solución es muy compleja, como en:
 - Medicina
 - Ingeniería
 - Exploración
 - Diseño
 - Análisis
2. Preservar el conocimiento de expertos y hacerlo accesible a más personas.
3. Capacidad de explicar al usuario el proceso de razonamiento para llegar a los resultados.