

Inteligencia Artificial

CC-421

César Lara Avila

Universidad Nacional de Ingeniería

(actualización: 2020-11-22)

Bienvenidos

Temario de Ingeniería del Conocimiento

- Entendiendo el mundo a través del razonamiento basado en evidencias
- Razonamiento abductivo
- Razonamiento probabilístico
- Razonamiento basado en evidencia
- Inteligencia Artificial
- Ingeniería del Conocimiento
- Construyendo agentes basados en el conocimiento

Entendiendo el mundo a través del razonamiento basado en evidencias

Evidencia, datos e información

- Los datos son señales no interpretadas, observaciones sin procesar, medidas, como el número 6, el color 'rojo' o la secuencia de puntos y líneas '... – ...'.
- La información son datos equipados con un significado proporcionado por un contexto determinado, como '6 am', 'semáforo en rojo', 'tomate rojo' o la alerta de emergencia 'S O S'.

Algo muy importante es: los elementos de información se convierten en evidencia solo cuando se establece su relevancia con respecto a algún asunto a probar o refutar.

Evidencia y conocimiento

- ¿Qué queremos decir cuando decimos que la persona A sabe que ocurrió el evento B?

Evidencia y conocimiento

El conocimiento es una creencia verdadera justificada.

La persona A sabe que el evento B ocurre si:

- El evento B ocurrió [verdadero]
- Obtuvo evidencia no defectuosa de que B ocurrió [justificación]
- Cree esta evidencia [creencia].

Posible cadena de Razonamiento

- H: El conductor del automóvil Ford es responsable del accidente.
- G: El conductor del Toyota se desvió para evitar el auto Ford y se estrelló contra un poste de luz.
- F: El conductor del automóvil Toyota, que tenía luz verde en esta intersección, vio que el automóvil Ford pasaba la luz roja.
- E: El automóvil Ford no se detuvo en el semáforo en rojo en esa intersección.
- E*: El testimonio de César de que el automóvil Ford no se detuvo en el semáforo en rojo en esta intersección.

Evidencia y conocimiento

Esta secuencia de eventos, $E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H$, es una cadena de razonamiento de relevancia cuyos vínculos representan fuentes de duda interpuestas entre la evidencia E^* y la hipótesis H .

Ubicuidad de la evidencia

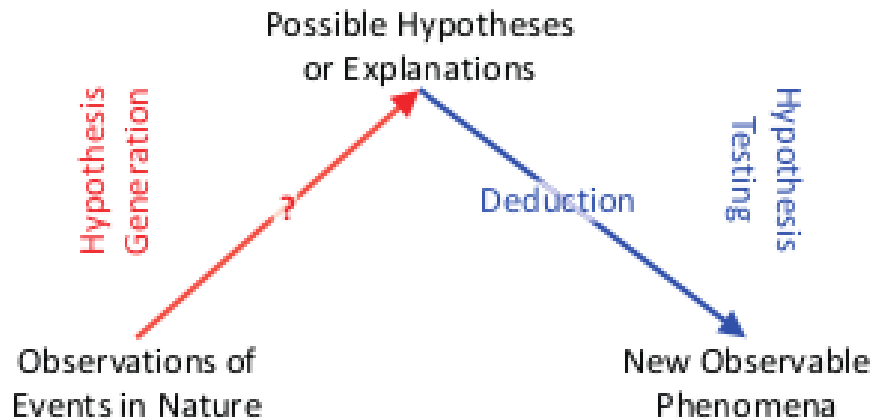
Evidence, Proof, and Facts: A Book of Sources de Peter Murphy dice:

La evidencia puede definirse como cualquier dato fáctico que de alguna manera ayuda a sacar conclusiones, favorables o desfavorables, de alguna hipótesis cuya prueba o refutación se intenta realizar.

El razonamiento basado en la evidencia implica un razonamiento abductivo, deductivo e inductivo (probabilístico).

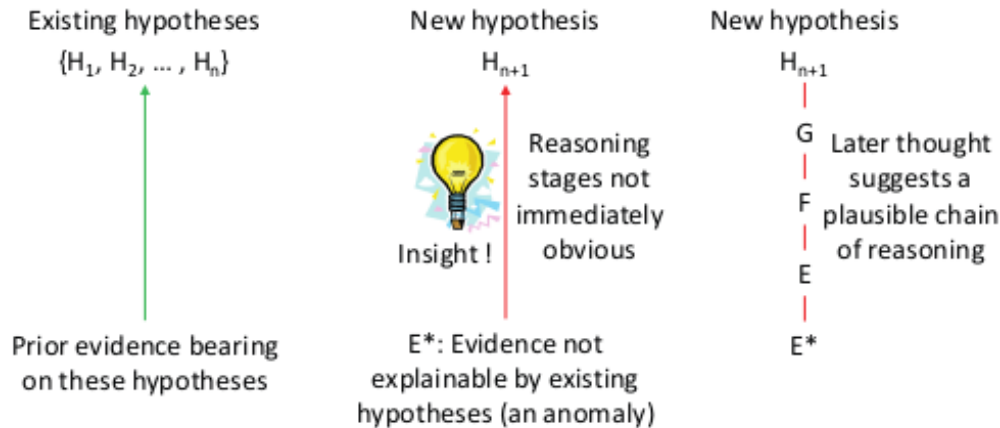
Razonamiento Abductivo

- Arco del conocimiento



Las nuevas ideas se asocian con el razonamiento imaginativo.

Peirce y Sherlock Holmes sobre el razonamiento abductivo

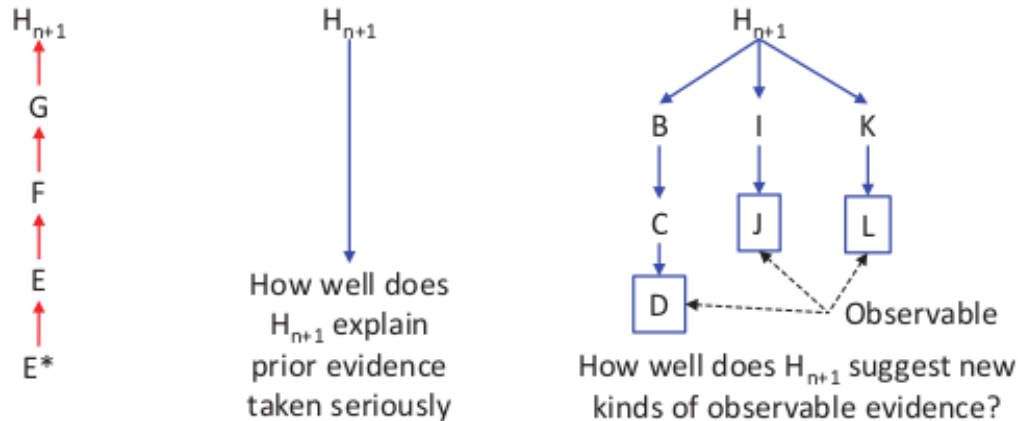


- Tengo evidencia E^* de que sucedió el evento E
- Si sucediera E , entonces F podría ser cierto.
- Si sucedió F , entonces G podría ser cierto.
- Y si sucediera G , entonces H_{n+1} podría ser cierto.

¿Qué sucede si la hipótesis H_{n+1} si explica solo la anomalía E^* ?

Peirce y Sherlock Holmes sobre el razonamiento abductivo

- Hipótesis abducidas



- Sherlock Holmes dice que su razonamiento era *al revés*, moviéndose desde sus observaciones hasta las posibles explicaciones de las mismas.

Razonamiento probabilístico

Probabilidades enumerativas: obtenidas contando

- Probabilidad aleatoria
 - Juegos
- Frecuencia relativa y estadísticas
 - Axiomas de Kolmogorov
 - Odds

Regla de Bayes

The diagram illustrates Bayes' Rule with the following components and arrows:

- Probability of E^* given H (Likelihood)**: An arrow points from this text to the numerator term $P(E^*|H)$ in the equation.
- Prior probability of hypothesis H (Prior)**: An arrow points from this text to the numerator term $P(H)$ in the equation.
- Probability of H given E^* (Posterior)**: An arrow points from this text to the left side of the equation, $P(H|E^*)$.
- Prior probability of evidence E^* (Normalizer)**: An arrow points from this text to the denominator term $P(E^*)$ in the equation.

$$P(H|E^*) = \frac{P(E^*|H)P(H)}{P(E^*)}$$

Vista Bayesiana subjetiva de la probabilidad

- La regla de Bayes dice que si vamos a hablar de revisiones de probabilidad en nuestras creencias, basándonos en la evidencia, tenemos que decir dónde estaban estas creencias antes de obtener la evidencia.
- Los likelihoods y sus ratios proporcionan un método para graduar la evidencia en el análisis bayesianos.

Funciones de creencia

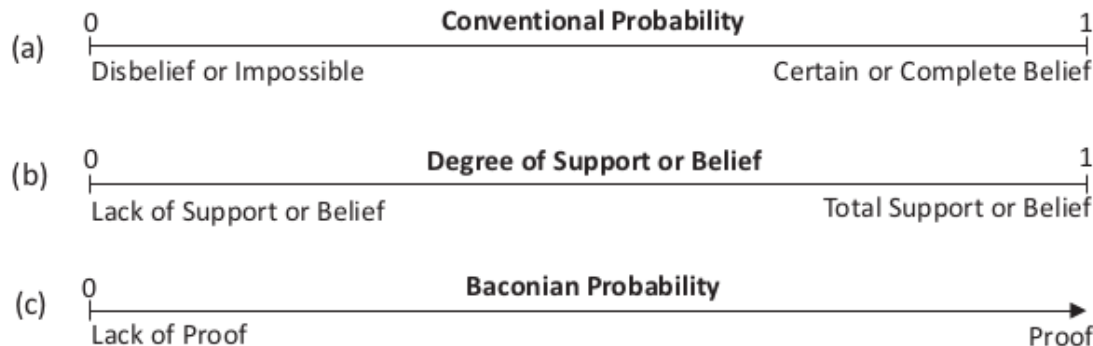
Glenn Shafer señaló una serie de dificultades asociadas con el Axioma 3 de Kolmogorov en relación con la aditividad de las probabilidades enumerativas para eventos mutuamente excluyentes.

- Observaciones:
 - Indecisiones que enfrentamos habitualmente con respecto a ambigüedades en nuestra evidencia
 - Casos en los que encontramos evidencia "pura"

Las funciones de creencias miden el grado de apoyo que la evidencia proporciona a las hipótesis que estamos considerando.

Probabilidad Baconiana

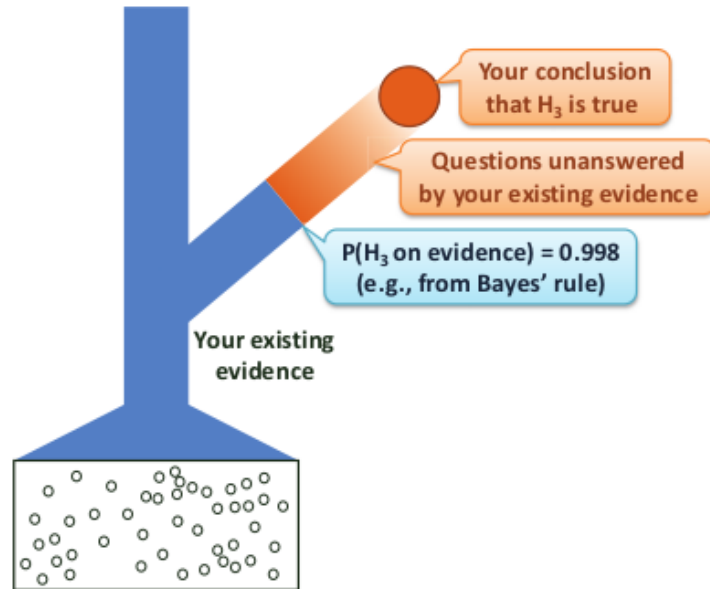
- La probabilidad de una hipótesis depende de cuánta evidencia relevante y creíble tengamos y de qué tan completa sea nuestra cobertura de la evidencia existente sobre asuntos que nosotros mismos hemos reconocido como relevantes en el análisis en cuestión.



- Las inferencias de Bacon son de naturaleza eliminativa y variativa.
- En general: el peso de la evidencia depende de la cantidad de evidencia favorable que tenga y cuán completamente cubra los asuntos que dijo que eran relevantes.

Probabilidad Baconiana

Rama de inferencia Baconiana



- Reconoce lo que casi todos los lógicos dicen sobre la necesidad de afirmar generalizaciones y proporcionar pruebas de ellas en el razonamiento probatorio.

Probabilidad Baconiana de expresiones booleanas

Supongamos los eventos F , G y H tal que $B(F) \geq B(G) \geq B(H)$.

- Intersección Baconiana: la intersección de eventos es igual a la probabilidad Baconiana del evento con la evidencia menos favorablemente relevante y completa.

$$B(F \text{ and } G \text{ and } H) = B(H)$$

- Unión Baconiana : la probabilidad de una disyunción de eventos es al menos tan grande como la mayor probabilidad Baconiana de cualquiera de los eventos individuales.

$$B(F \text{ or } G \text{ or } H) \geq B(F)$$

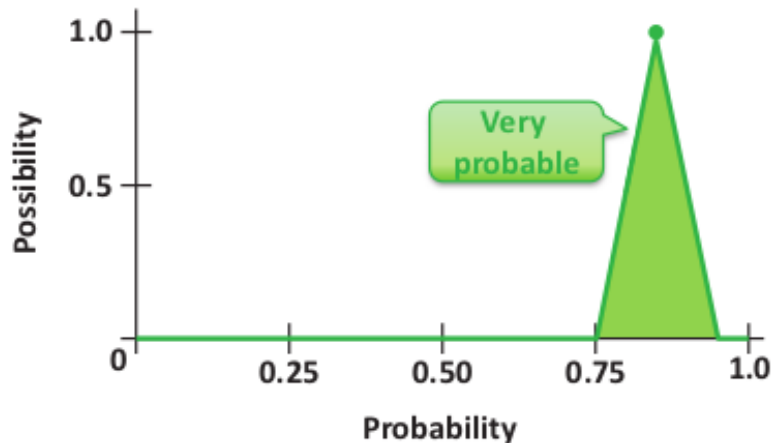
(donde $B(F)$ es la mayor probabilidad baconiana para los eventos que estamos considerando.)

- Negación Baconiana: no podemos comprometer creencias simultáneamente a dos eventos que no pueden ocurrir.

Si tenemos A y $\neg A$, si $B(A) > 0$, entonces $B(\neg A) = 0$.

Probabilidad difusa

- Se puede expresar la incertidumbre sobre una conclusión utilizando palabras como *probable*, *casi seguro* o *mucho menos seguro*, en lugar de números.
- Función de posibilidad μ .



Si tenemos tres eventos o proposiciones A, B y C. Sea la probabilidad difusa(F) para estos eventos y decimos:

- El evento A es muy probable.
- El evento B es probable.
- El evento C es muy poco probable.

Probabilidad difusa para expresiones Booleanas

Expresamos esto diciendo que $F(A) > F(B) > F(C)$.

- Conjunción difusa: $F(A \text{ and } B \text{ and } C) = F(C)$, que es la probabilidad difusa mínima de estos tres eventos.
- Disyunción difusa: $F(A \text{ or } B \text{ or } C) = F(A)$, que es la probabilidad difusa máxima de estos tres eventos.
- Negación difusa: $F(A) = 1 - F(\neg A)$.

Comentario (Shaffer)

La probabilidad se trata más de estructurar argumentos que de números. Todas las probabilidades se basan en argumentos. Si los argumentos son defectuosos, las probabilidades, independientemente de cómo se determinan no tendrán sentido.

Razonamiento basado en evidencia

Deductive Inference:

$\forall x, U(x) \rightarrow V(x)$	Whenever $U(x)$ is true, $V(x)$ is also true
$U(a_1)$	$U(a_1)$ is true
Necessarily $V(a_1)$	Therefore $V(a_1)$ is <i>necessarily</i> true

Inductive Inference:

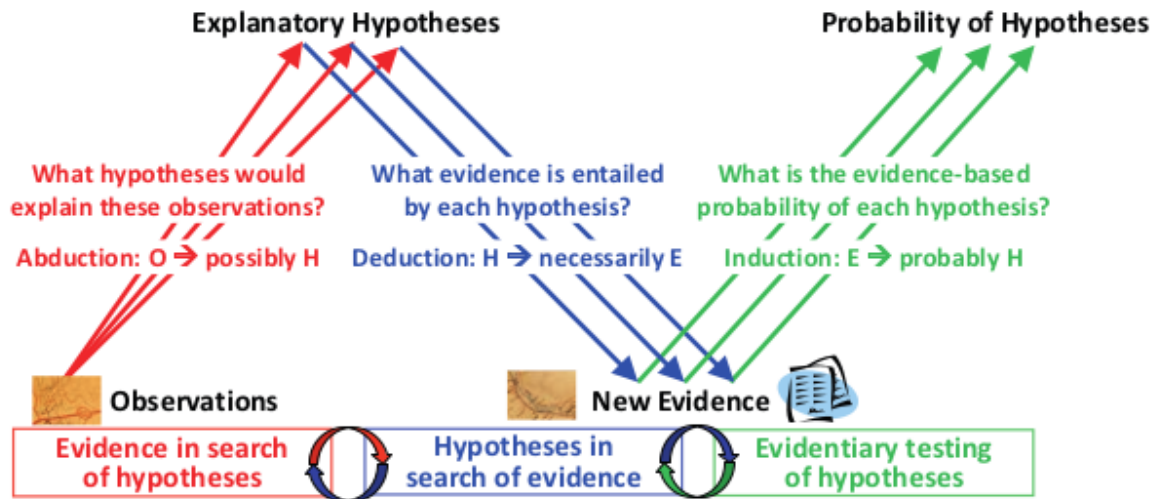
$U(a_1)$ and $V(a_1)$	When $U(a_1)$ was true, it was observed that $V(a_1)$ was also true
$U(a_2)$ and $V(a_2)$	When $U(a_2)$ was true, it was observed that $V(a_2)$ was also true
...	...
$U(a_n)$ and $V(a_n)$	When $U(a_n)$ was true, it was observed that $V(a_n)$ was also true
$\forall x, U(x) \rightarrow \text{Probably } V(x)$	Therefore, whenever $U(x)$ is true, $V(x)$ is also <i>probably</i> true

Abductive Inference:

$U(a_1) \rightarrow V(a_1)$	If $U(a_1)$ were true then $V(a_1)$ would follow as a matter of course
$V(a_1)$	$V(a_1)$ is true
Possibly $U(a_1)$	Therefore $U(a_1)$ is <i>possibly</i> true

Búsqueda por conocimiento

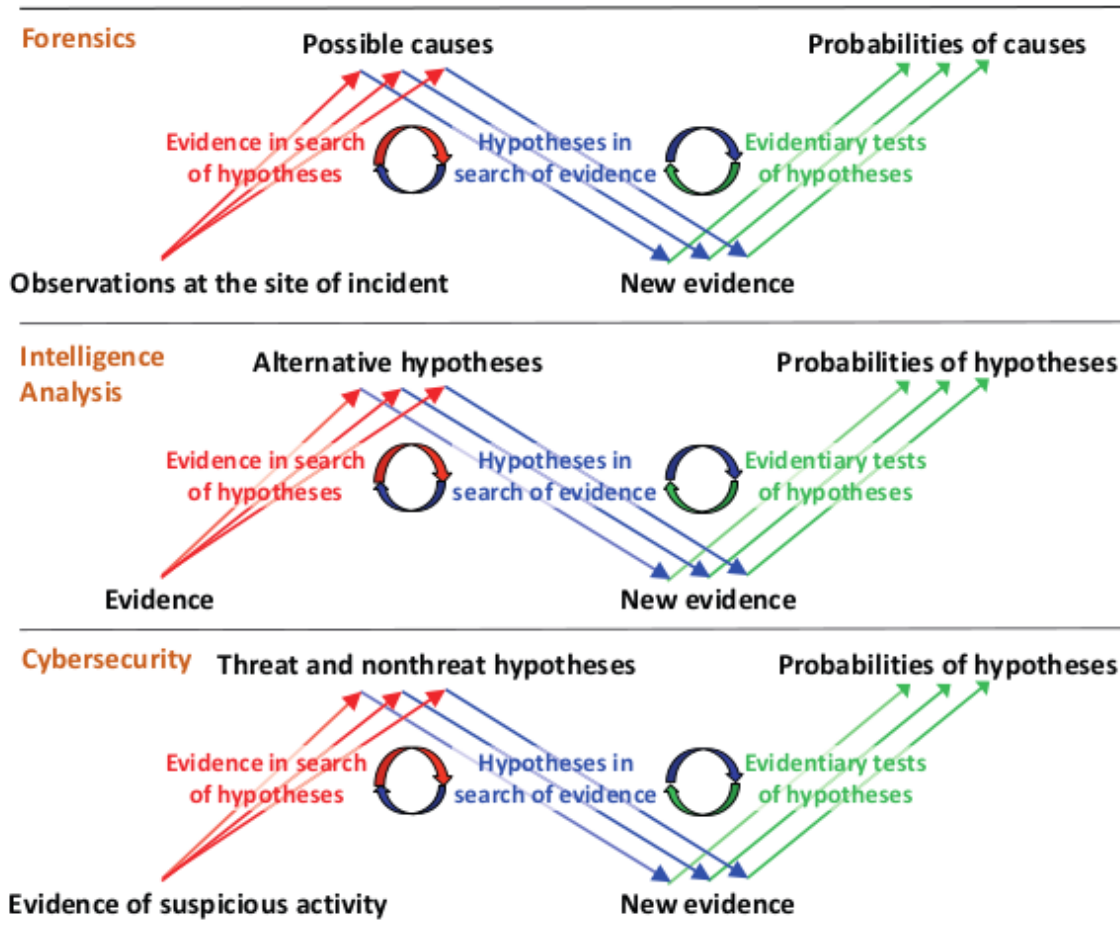
Utilización de la abducción, la deducción y la inducción en la búsqueda de conocimiento.



El razonamiento basado en evidencia es el núcleo de muchas tareas de resolución de problemas y toma de decisiones en una amplia variedad de dominios.

Razonamiento basado en evidencias en todas partes

Ejemplos de aplicación



Razonamiento basado en evidencias en todas partes

Las siguientes, por ejemplo, son diferentes hipótesis que uno puede estar interesado en evaluar con base en la evidencia:

- La universidad U sería una buena universidad para el estudiante S.
- El profesor P sería un buen asesor de doctorado para el estudiante S.
- La casa H sería una buena casa para ser comprada por la persona P.
- El país C será líder mundial en fuentes de energía no convencionales durante la próxima década.
- El paciente P tiene la enfermedad I.
- El edificio B se ha derrumbado debido al uso de materiales de baja calidad.
- La conexión C es parte de la intrusión APT1 mediante el malware M.

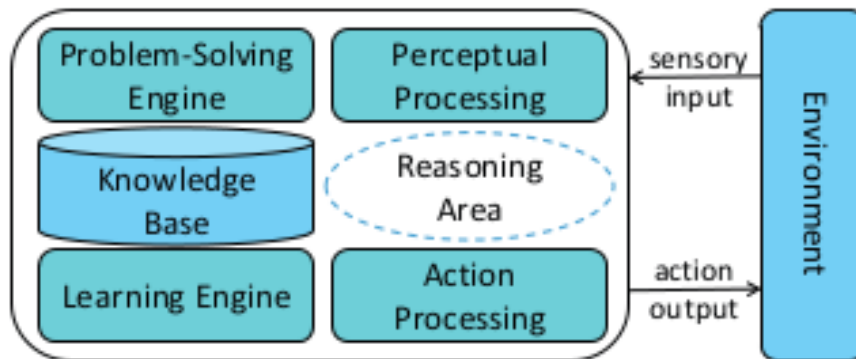
El razonamiento basado en la evidencia se puede abordar mejor mediante la integración de iniciativas mixtas de la imaginación humana y el razonamiento basado en el conocimiento por computadora, es decir mediante el uso de agentes inteligentes basados en el conocimiento.

Inteligencia Artificial

Agentes Inteligentes

Un agente es un sistema que percibe su entorno, interpreta percepciones, saca inferencias, resuelve problemas determina acciones y actúa sobre ese entorno para realizar un conjunto de metas o tareas para las que ha sido diseñado.

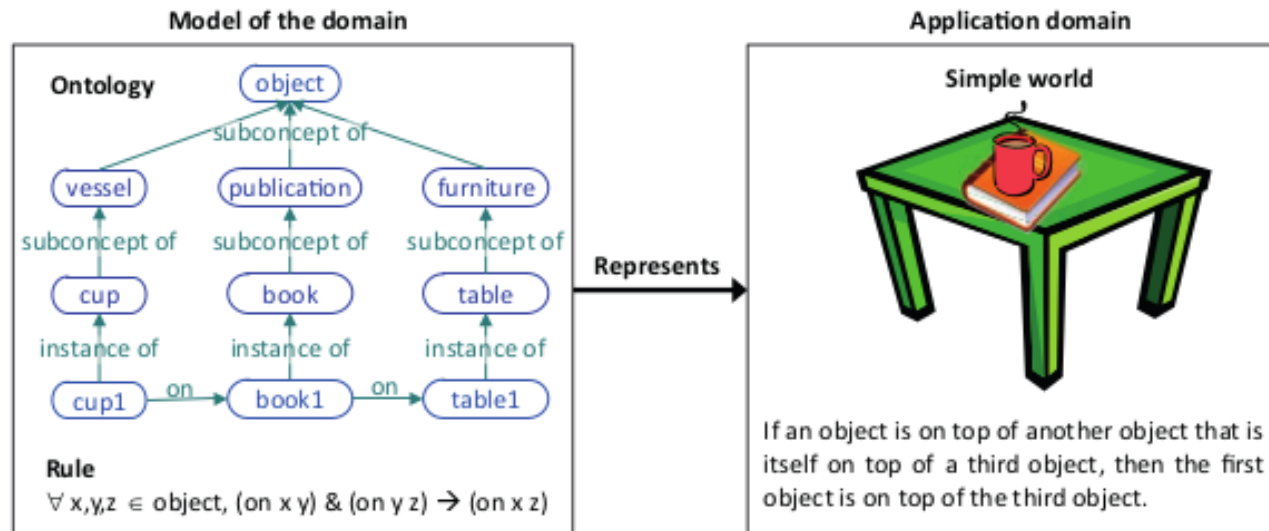
Los componentes principales de un agente basado en el conocimiento son:



Un agente que integra muchas de las conductas inteligentes que observan en los seres humanos, también se le denomina agente o sistema cognitivo.

Agentes Inteligentes

Un fragmento de ontología y una regla de razonamiento que representa un mundo de agentes simples.



Razonamiento de iniciativa mixta

Es un tipo de colaboración entre humanos y agentes informáticos que refleja la colaboración flexible entre personas en el contexto de resolución de problemas.

Humans are	Computer agents are
slow	fast
sloppy	rigorous
forgetful	precise
implicit	explicit
subjective	objective
but	but
have common sense	lack common sense
have intuition	lack intuition
may find creative solutions in new situations	have poor ability to deal with new situations

Ingeniería del Conocimiento

Es el área de la inteligencia artificial que se ocupa del diseño, desarrollo y mantenimiento de agentes que utilizan el conocimiento y el razonamiento para realizar tareas de resolución de problemas y toma de decisiones.

- La Web Semántica, es una extensión de la World Wide Web en la que el contenido de la Web se expresa tanto de forma natural para los humanos, como en un formato que puedan entender los agentes de software.

Sistemas expertos hasta agentes basados en el conocimiento y asistentes cognitivos

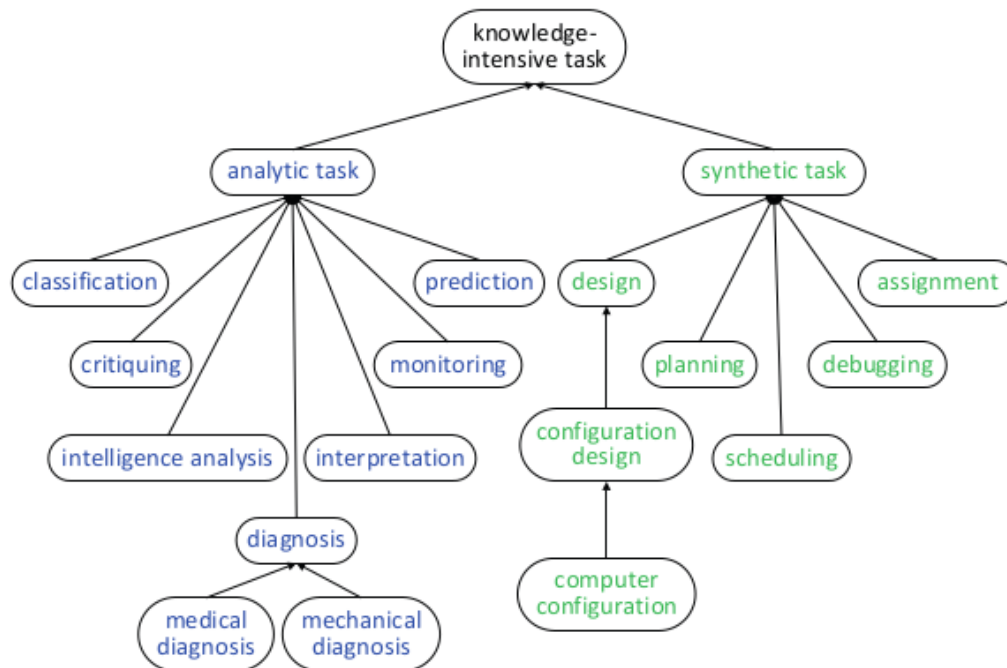
Los asistentes cognitivos tienen las siguientes capacidades:

- Aprenden de la experiencia en la resolución de problemas complejos directamente de expertos humanos
- Ayudan a los usuarios no expertos a resolver problemas que requieran experiencia en la materia?
- Ayudan a los expertos humanos en la resolución de problemas complejos y la toma de decisiones
- Enseñar a los estudiantes a resolver problemas y tomar decisiones.

Una ontología de las tareas de resolución de problemas

Kant consideró que las dos principales operaciones de razonamiento son el análisis y la síntesis.

El análisis y la síntesis se pueden utilizar como principios organizativos para una ontología de tareas de resolución de problemas para agentes basados en el conocimiento.



Tareas analíticas

Es aquella que toma como entrada algunos datos de un sistema u objeto y produce una caracterización del mismo como salida.

La siguiente es una breve caracterización de las tareas analíticas de la figura anterior:

- Clasificación
- Crítica
- Interpretación
- Monitorear
- Predicción
- Diagnóstico
- Análisis de inteligencia

Tareas sintéticas

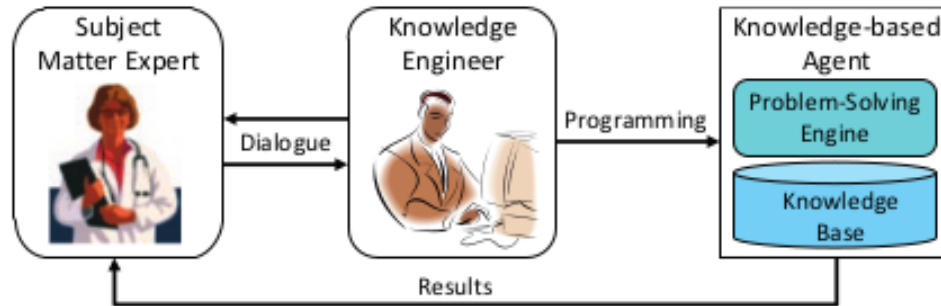
Una tarea sintética es aquella que toma como entrada los requisitos de un objeto o sistema y produce el objeto o sistema correspondiente.

La siguiente es una breve caracterización de las tareas analíticas de la figura anterior:

- Diseño
- Planeación
- Planificación
- Depuración
- Asignación

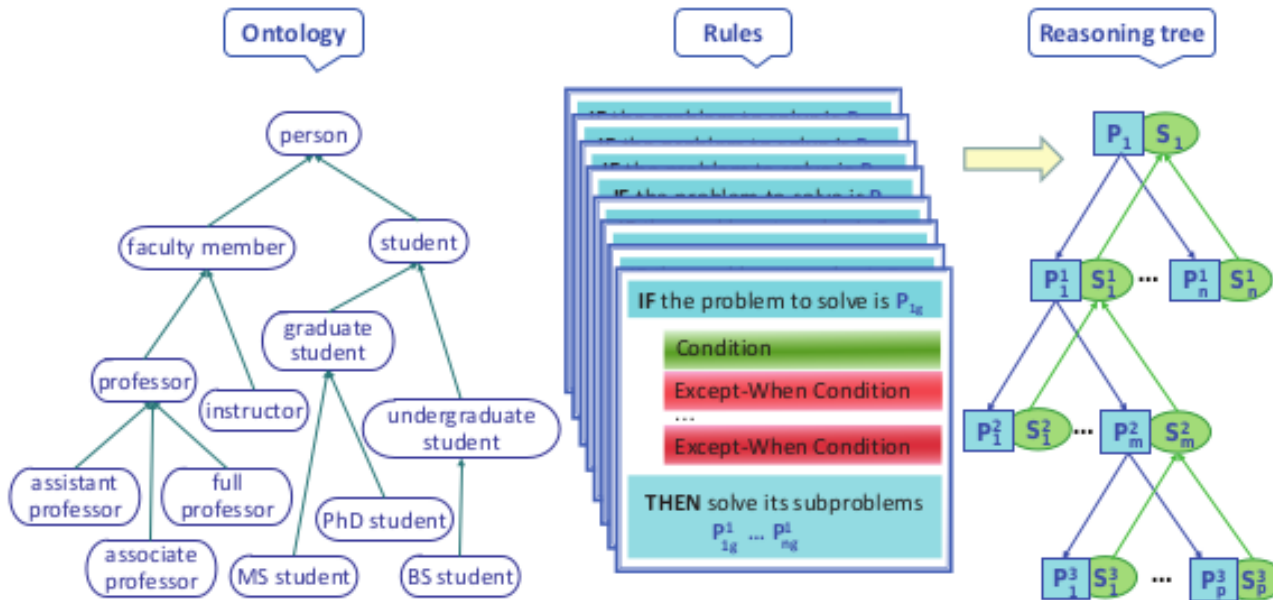
Construyendo agentes basados en el conocimiento

Enfoque convencional para construir un agente basado en conocimiento.



Un ejemplo de un método tan general es la reducción de problemas y la síntesis de soluciones.

Reducción de problemas y la síntesis de soluciones



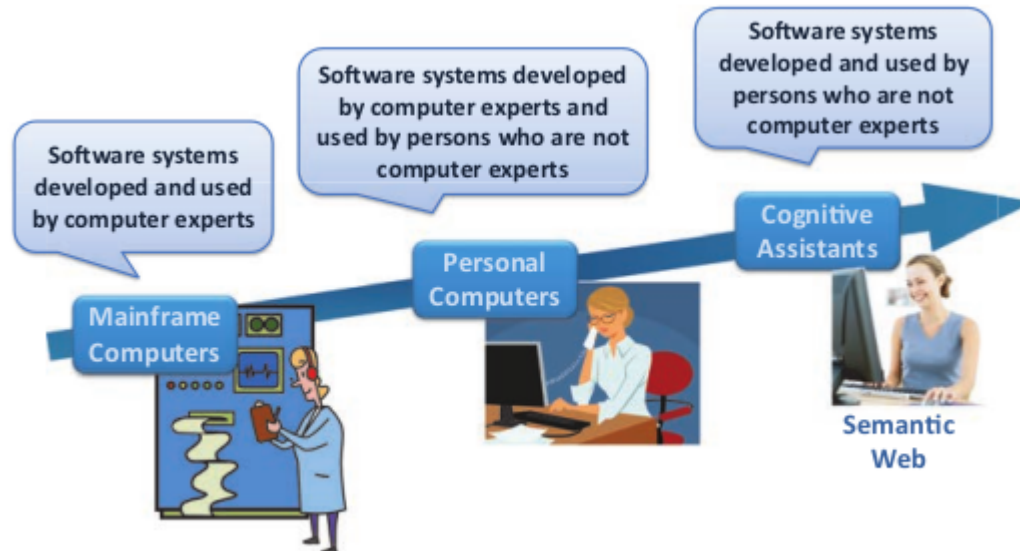
- Se ilustran la representación de conocimiento utilizando una ontología de conceptos y un conjunto de reglas expresadas con estos conceptos.
- Estas reglas se aplican para generar el árbol de razonamiento.

Desventajas de los sistemas expertos

- En los sistemas expertos, el proceso de capturar y representar el conocimiento del experto en la materia en la base de conocimientos del sistema es largo, difícil y propenso a errores.
- El conocimiento de resolución de problemas de un experto se presenta en forma de conocimiento tácito, que es difícil de hacer explícito
- Los expertos utilizan el lenguaje natural, las representaciones visuales y el sentido común, a menudo omitiendo los detalles esenciales que están implícitos en la comunicación humana que es muy diferente de la forma en que el conocimiento tiene que ser representado en la base de conocimiento, que es formal, precisa y suficientemente completa.
- El ingeniero del conocimiento necesita capacitación en el dominio para comprender adecuadamente el conocimiento de resolución de problemas del experto y eso requiere tiempo y esfuerzo.

Agentes discípulos

- Los agentes discípulos de aprendizaje y razonamiento representan una realización de la intuición de Turing.
- Este enfoque se basa en métodos para la resolución de problemas de iniciativa mixta, la enseñanza y el aprendizaje integrados y el aprendizaje multiestrategia.



Los agentes discípulos contribuyen a una nueva era en el proceso de desarrollo de sistemas de software.

Fin!