



INTELIGENCIA ARTIFICIAL

INTRODUCCIÓN

Juan Juárez Fuentes



Introducción

- **John McCarthy, quien acuñó el termino de Inteligencia Artificial en 1956, la define como “La ciencia e ingeniería para hacer maquinas inteligentes”, especialmente programas computacionales inteligentes.**
- **La Inteligencia Artificial (IA), es la inteligencia de las maquinas y las ramas de la ciencia de la computación que las crea.**
- **Inteligencia es la habilidad de alcanzar metas en el mundo, variando las clases y grados de inteligencia que tiene la gente, muchos animales y algunas maquinas.**



Introducción

- **IA es el estudio de las facultades mentales a través del uso de modelos computacionales.**
- **IA es el estudio de: Como hacer que las computadoras hagan cosas que por el momento la gente las realiza mejor.**
- **IA es el estudio de y diseño de agentes inteligentes, donde un agente inteligente es un sistema que percibe su ambiente y toma acciones para maximizar las oportunidades de éxito.**



Definiciones

A)

- **“El excitante esfuerzo por hacer que las computadoras piensen ... maquinas con mentes, en sentido completo” (Haugeland, 1985)**
- **“La automatizacion de actividades que asociamos con pensamiento humano, actividades tales como toma de decisiones, solución de problemas, aprendizaje...” (Bellman, 1978)**

B)

- **“El estudio de las facultades mentales a través de modelos computacionales” (Charniak and McDermott, 1985)**
- **“El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar” (Winston, 1992)**



Definiciones

C)

- **“El arte de crear maquinas que desempeñan funciones que requieren inteligencia cuando son desempeñadas por las personas” (Kurzwell, 1990))**
- **“El estudio de cómo hacer que las computadoras hagan cosas que por el momento las personas las hacen mejor” (Rich and Knight,1991)**

D)

- **“Un campo de estudio que busca explicar y estimular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales” (Schalkoff, 1990)**
- **“La rama de la ciencia de la computación que le concierne la automatización del comportamiento inteligente” (Luger and Stubblefield, 1993)**



Inteligencia

- **Relación de tareas que involucran altos proceso mentales, ejemplos:**
 - **creatividad,**
 - **solución de problemas,**
 - **reconocimiento de patrones,**
 - **clasificación,**
 - **aprendizaje,**
 - **inducción,**
 - **deducción,**
 - **construcción de analogías,**
 - **optimización,**
 - **procesamiento de lenguaje,**
 - **conocimiento y mucho más.**

- **La inteligencia es la parte computacional de la habilidad para alcanzar metas.**



Comportamiento inteligente

- **Percepción del propio ambiente,**
- **Actuación en ambiente complejos,**
- **Aprendizaje y comprensión por medio de la experiencia,**
- **Razonamiento para solución de problemas y descubrimiento de conocimiento oculto,**
- **Conocimiento aplicado exitosamente en nuevas situaciones,**
- **Pensamiento abstracto, utilizando analogías,**
- **Comunicación con otros, y mas como**
- **Creatividad, ingenuidad, curiosidad.**



Comprendiendo a la IA

- **Como es adquirido el conocimiento, representado, y almacenado;**
- **Como es generado y aprendido el comportamiento inteligente;**
- **Como son desarrollados y utilizados los motivos, emociones, y prioridades ;**
- **Como las señales sensoriales son transformadas en símbolos;**
- **Como los símbolos son manipulados para realizar lógica, para razonar acerca del pasado, y planear el futuro;**
- **Como los mecanismos de la inteligencia producen los fenómenos de ilusión, creencia, esperanza, miedo, sueños, amabilidad y amor.**



IA fuerte o dura

- **Generalmente, la investigación en inteligencia artificial apuntan a crear IA que pueda replicar la inteligencia humana completamente.**
- **La IA fuerte se refiere a maquinas que se aproximan o sustituyen la inteligencia humana,**
 - **Esto si pueden hacer las tareas típicamente humanas,**
 - **Si pueden aplicar una amplio rango del conocimiento que hay detrás y**
 - **Si tienen algún grado de autoconciencia.**
- **La IA fuerte tiene el propósito de construir maquinas en general cuya habilidad intelectual sea indistinguible a la que tiene un ser humano.**



IA ligera o débil

- **La IA débil se refiere a el uso de software para estudiar o realizar la solución de un problema específico o tareas que no abarquen todo el rango de las habilidades cognitivas humanas.**
- **Ejemplo: un programa de ajedrez tal como Deep Blue.**
- **La IA débil no alcanza la autoconciencia; demuestra una amplio rango de habilidades cognitivas al nivel humano; es meramente inteligente, un solucionador de problemas en específico.**



Ciencia cognitiva

- **Tienen el propósito de desarrollar, explorar y evaluar teorías a través del uso de modelos computacionales de cómo es que la mente trabaja.**
- **Lo mas importante no es que es hecho si no como es hecho; significa que el comportamiento inteligente no es suficiente, el programa debe operar de una manera inteligente.**
- **Ejemplo: los programas de ajedrez tienen éxito en su función, pero dicen poco acerca de las formas en que los humanos juegan ajedrez.**



Metas de la IA

- **Las definiciones de IA nos dan cuatro posibles metas que perseguir:**
 1. **Sistemas que piensan como humanos.**
 2. **Sistemas que piensan racionalmente.**
 3. **Sistemas que actúan como humanos.**
 4. **Sistemas que actúan racionalmente.**



Metas de la IA (2)

- Tradicionalmente, las cuatro metas tienen las siguientes enfoques:

| | Como humanos | Racionalmente |
|----------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Piensan | (1) Enfoque: ciencia cognitiva | (2) Enfoque: leyes del pensamiento |
| Actúan | (3) Enfoque: Prueba de Turing | (4) Enfoque: agente Racional |

- La mayoría de los trabajos de la IA caen en las categorías (2) y (4).



Metas de la IA (3)

Metas generales de la IA

- **Replicar la inteligencia humana: parece una meta distante.**
- **Conocimiento para resolver tareas intensivas.**
- **Hacer una conexión inteligente entre percepción y acción.**
- **Incrementar la interacción/comunicación humano-humano, humano-computadora y computadora a computadora.**



Metas de la IA (4)

Ingeniería basada en metas de IA

- Desarrollo de conceptos, teoría y práctica de construcción de máquinas inteligentes.
- Énfasis en la construcción de sistemas.

Metas de la ciencia basadas en IA

- Desarrollo de conceptos, mecanismos y vocabulario para comprender el comportamiento inteligente biológico.
- Énfasis sobre la comprensión del comportamiento inteligente.



Enfoques de la IA

- Los enfoques están definidos por la selección de metas del modelo computacional, y es base para la evaluación del desempeño del sistema.

Ciencia cognitiva: pensar como humano

- Un excitante esfuerzo por hacer que las computadoras piensen; maquinas con mente, en todo el sentido literal.
- Enfocado no solo en el comportamiento y E/S, sino buscar un proceso de razonamiento.
- Modelo computacional de cómo los resultados fueron obtenidos.
- Metas no solo para producir comportamiento como-humano sino para producir una secuencia de pasos de el proceso de razonamiento, similar a los pasos seguidos por un humano en la solución de la misma tarea.



Enfoques de la IA (2)

Leyes del pensamiento: Pensar racionalmente

- El estudio de las facultades mentales a través de uso de modelos computacionales; el estudio de los cálculos que hace posible percibir, razonar, y actuar.
- Enfocándose en el mecanismo de inferencia que son correctamente demostrables y garantizan una solución óptima.
- Desarrollo de sistemas de representación para permitir inferencias que son del tipo “**Sócrates es un hombre, Todos los hombres son mortales, Por consiguiente Sócrates es mortal.**”
- La meta es formalizar por inferencia el proceso de razonamiento como un sistema de reglas lógicas y procedimientos.
- El asunto es, que no todos los problemas pueden ser resueltos por el razonamiento y la inferencia.



Enfoques de la IA (3)

Prueba de Turing: Actuar como-humano

- El arte de crear maquinas que desempeñen funciones que requieren inteligencia cuando son desempeñadas por las personas; esto es, el estudio de, como hacer que las computadoras hagan cosas que hasta el momento las personas las hacen mejor.
- Enfocándose en la acción, y no en el comportamiento inteligente centrado alrededor de la representación del mundo.
- El enfoque de comportamiento, no se centra en como obtener resultados sino con la similitud a los resultados que obtiene el humano.



Enfoques de la IA (4)

Ejemplo: Prueba de Turing

- **Tres cuartos contienen: una persona, una computadora, y un interrogador.**
- **El interrogador puede comunicarse con los otros dos mediante teletipo (para evitar que la maquina imite la apariencia o voz de una persona).**
- **El interrogador trata de determinar cual es la persona y cual es la maquina.**



Enfoques de la IA (5)

- **La maquina trata de engañar al interrogador haciéndole creer que es el humano, y la persona también trata de convencer al interrogador de que el es el humano.**
- **Si la maquina tiene éxito en engañar al interrogador, entonces se concluye que la maquina es inteligente.**
- **La meta es desarrollar un sistema que sea como-humano.**



Enfoques de la IA (6)

El agente racional: Actuar racionalmente

- **Trata de explicar y emular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales; esto es, lo relacionado con la automatización de la inteligencia.**
- **Enfocándose sobre sistemas que actúan en todas las situaciones de una manera suficiente si no es posible que sea óptimamente;**
- **Se puede pasar tener razonamiento imperfecto si el trabajo es realizado.**
- **La meta es desarrollar sistemas que sean racionales un desempeño suficiente.**



Técnicas de IA

- **Varias técnicas involucradas, pueden ser aplicadas a una variedad de tareas de IA.**
- **Las técnicas tratan con la forma de como representamos, manipulamos y razonamos el conocimiento, con el propósito de resolver problemas.**


Ejemplos

- **Técnicas, no todas inteligentes pero usadas para convertirse en inteligentes:**
 - **Describe y empareja**
 - **Reducción de metas**
 - **Satisfacción de restricciones**
 - **Árbol de búsqueda**
 - **Generación y prueba**
 - **Sistemas basados en reglas**



Técnicas de IA (2)

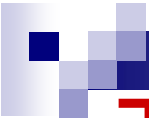
- **Las técnicas de IA inspiradas en biología que actualmente son populares.**
 - **Redes neuronales**
 - **Algoritmos genéticos**
 - **Aprendizaje por refuerzo**



Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente”


Descripción y emparejamiento

- El modelo es una descripción del comportamiento del sistema.
- Un modelo de estado finito consiste de un conjunto de estados, un conjunto de eventos de entrada y las relaciones entre ellos.
- Dados el estado actual y un evento de entrada se puede determinar el siguiente estado del modelo.
- El modelo computacional es una maquina de estados finita, que incluye un conjunto de estados, un conjunto de estados de inicio, un alfabeto de entrada, y una función de transición que mapea los símbolos de entrada y los estados actuales a un estado siguiente.




Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (2)

- La representación del sistema computacional incluye la descripción de un estado de inicio y un estado final y un conjunto de posibles reglas de transición que pueden ser aplicadas
- El problema es encontrar las reglas de transición apropiadas.
- Relación de transición: Sea un par de estados (S, S') de tal forma que el sistema se mueva de S a S' , entonces la relación de transición es representada por $S \rightarrow S'$
- El sistema de estados de transición es llamado determinista si cada estado tiene al menos un sucesor; es llamado no determinista si al menos un estado tiene mas de un sucesor.
- Ejemplo de algunas posibles transiciones entre estados son las mostradas por el puzzle de las Torres de Hanoi.




Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (3)

- **Puzzle: Torres de Hanoi con dos discos.**



Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (4)


- Posibles estados de transición en el Puzzle de las Torres de Hanoi con dos discos.



Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (5)


Reducción de metas

- Los procedimientos de reducción de metas son un caso especial de los Procedimientos para representación del conocimiento en IA; siendo una alternativa a las representaciones declarativas basadas en lógica.
- El proceso involucra una jerárquica sub división de metas en submetas, hasta que las submetas que tienen una solución inmediata han sido alcanzadas y se dice “que la meta ha sido satisfecha”.
- El proceso de reducción de metas es ilustrado en la forma de un árbol AND/OR.
 - Niveles de meta: las metas de mas alto nivel en el árbol, y las metas de mas bajo nivel en el árbol.



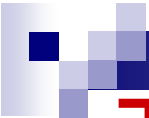
Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (6)

- Los arcos son dirigidos del nodo de nivel mas alto al mas bajo representando la reducción de metas del mas alto nivel a la submeta de mas bajo nivel.
- Los nodos en el fondo del árbol representan metas-acción irreductibles.
- Una estructura grafica/árbol AND-OR puede representar relaciones entre metas y submetas, alternativamente submetas y conjuntamente submetas.



Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (7)


- **Ejemplo: Reducción de metas**



Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (8)


Técnicas de Satisfacción de Restricciones

- Una restricción es una relación lógica entre variables. Ejemplo “el círculo esta dentro del cuadrado”- Las restricciones relaciona objetos sin una especificación precisa de sus posiciones; aún moviendo cualquier objeto, la relación se mantiene.
- La satisfacción de restricciones es un proceso de encontrar una solución a un conjunto de restricciones – las restricciones expresan valores permitidos para las variables y la solución se encuentra evaluando las variables que satisfacen todas las restricciones.
- El problema de satisfacción de restricciones y su solución
 - Un problema de satisfacción de restricciones consta de:
 - Variables, un conjunto finito $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$,
 - Dominio, un conjunto finito D_i de posibles valores que cada variable x_i puede tomar,
 - Restricciones, un conjunto de valores donde las variables pueden simultáneamente satisfacer la restricción (ejemplo $D_1 \neq D_2$)




Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (9)

- **Una solución al problema de satisfacción de restricciones es una asignación de un valor desde el dominio a cada variable satisfaciendo cada restricción; lo que podría ser:**
 - ❖ **Una solución, sin preferencia a cada una,**
 - ❖ **Todas las soluciones,**
 - ❖ **Una solución optima o buena solución – optimizacion del problema de restricciones.**



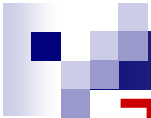
Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (10)

- **La satisfacción de restricciones tiene aplicación en inteligencia artificial, Lenguajes de Programación, Computo Simbólico, Computación Lógica.**
- **Ejemplo 1: Puzzle de N-Reinas**



Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (11)


- **Ejemplo 2: Coloreado de un mapa.**



Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (12)

Búsqueda en un árbol

- Muchos problemas (Ej. Reducción de metas, redes de restricciones) pueden ser descritos en la forma de un árbol de búsqueda. Una solución a ese tipo de problemas se obtiene encontrando un camino a través del árbol de búsqueda.
- Una búsqueda a través de todo el árbol, hasta que se encuentra un camino satisfactorio, es llamada búsqueda exhaustiva.
- Estrategias de búsqueda en árboles:
 - Búsqueda primero en profundidad
 - ❖ Se asume que cualquier camino es tan bueno como cualquier otro camino.
 - ❖ Para cada nodo, se elige un camino arbitrario y se trabaja hacia adelante hasta que un solución es encontrada o un final de camino es alcanzado.
 - ❖ En caso de que se este en un final de camino hay que retroceder a el ultimo nodo en el árbol donde haya un camino de ramas inexploradas, y se procede a probar este nuevo camino.
 - ❖ El retroceso o backtraking puede ser de dos tipos:
 - Backtraking cronológico: deshaciendo cada cosa que se altero en el árbol hasta un nodo exitoso.
 - Backtraking de dependencia dirigida: solo retirando la elección que dependen de un final de camino.



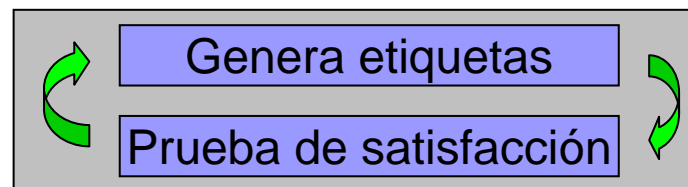
Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (13)


- Las otras cuatro tipos de estrategias de búsqueda son:
 - **Hill Climbing.-** Como la búsqueda primero en profundidad pero involucrando alguna decisión cuantitativa sobre el camino con “mayor probabilidad” en cada nodo.
 - **Braedth-first search.-** Busca una solución entre todos los nodos en un nivel dado antes de proceder al siguiente.
 - **Beam Search.-** Como breadth first (nivel por nivel) pero seleccionando solo aquellos N nodos en cada nivel en donde es “mas probable” que alcancen una solución.
 - **Best-first Search.-** Como el beam search pero solo procediendo desde el nodo “mas probable” en cada nivel.

Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (14)

Generación y Prueba

- La mayoría de los algoritmos para resolver problemas de satisfacción de restricciones buscan sistemáticamente a través de la posible asignación de valores.
 - Estos algoritmos garantizan encontrar una solución, si es que existe, o probar que el problema es irresoluble.
 - La desventaja es que toman mucho tiempo en hacerlo.
- Método de generación y prueba.- El método primero adivina la solución y entonces prueba si esta solución es correcta, lo que significa que la solución satisface las restricciones.
 - Este paradigma involucra dos procesos:
 - ❖ Enumera las posibles soluciones
 - ❖ Prueba y evalúa cada solución propuesta
 - El algoritmo es:






Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (15)

■ Desventajas

- No es muy eficiente; genera mucha asignación de valores erróneos a las variables que son rechazadas en la fase de prueba.
- Generador de hojas lo que crea conflicto entre las instancias, con lo cual se generan otras asignaciones independientemente del conflicto.
- Para mayor eficiencia el enfoque de Generación y Prueba necesita ser apoyado por backtracking.

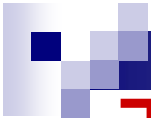
■ Ejemplo: Abrir un candado de combinación sin conocer la combinación.



Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (16)

Sistemas basados en reglas (Rule-Based Systems (RBSs))

- Los sistemas basados en reglas es una simple y exitosa técnica de IA.
 - Las reglas son de la forma: IF<condicion>THEN <acción>.
 - Las reglas son a menudo ordenadas en jerarquías (árboles “and/or”).
 - Cuando todas las condiciones de una regla son satisfechas la regla es disparada.
- Componentes de los sistemas basados en reglas: Memoria de Trabajo, Regla Base, Interprete.



Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (17)

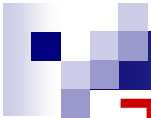
■ Descripción de los componentes:

➤ Memoria de Trabajo

- ❖ Contiene hechos acerca del mundo observado o derivado de una regla; Almacenado como una tripleta <objeto, atributo, valor> Ej. <coche, color, rojo>: el color de mi coche es rojo.
- ❖ Contiene conocimiento temporal acerca de las solución de problemas.
- ❖ Puede ser modificado por las reglas.

➤ Regla base (RB)

- ❖ (RB) contiene reglas; cada regla es un paso en un solución del problema.
- ❖ Las reglas son el dominio del conocimiento y solo son modificadas desde afuera.
- ❖ Sintaxis de una regla es IF <condición> THEN <acción> Ej. IF <temperatura, arriba, 20> THEN<oceano, nadar, si>
- ❖ Si las condiciones son emparejadas a la memoria de trabajo y si se cumplió entonces la regla puede ser descartada.



Técnicas donde un sistema se comporta como “inteligente” (18)

- ❖ Las acciones RB son:
- ❖ “Add” hecho/s a memoria de trabajo;
- ❖ “Remove” hecho/s desde memoria de trabajo;
- ❖ “Modify” hechos en la memoria de trabajo;

➤ Interprete

- ❖ Este es el mecanismo de razonamiento independiente del dominio para Sistemas Basados en Reglas.
- ❖ Selecciona la regla desde la Base de Reglas y se aplica mediante el desempeño de la acción.
- ❖ Opera en un ciclo:
 - Retrieval: encuentra las reglas que concuerdan con la memoria de trabajo actual;
 - Refinement: Poda, reordena y resuelve conflictos:
 - Execution: ejecuta las acciones de las reglas en el conjunto de conflictos, entonces aplica la regla mediante el desempeño de la acción.



Técnicas de IA inspiradas en Biología (Redes Neuronales)

Redes Neuronales (Neural Networks (NN))


- Las redes neuronales modelan un cerebro aprendiendo mediante ejemplos.
- Las redes neuronales son estructuras entrenadas para reconocer patrones de entrada.
- Las redes neuronales típicamente toman un vector de valores de entrada y produce un vector de valores de salida; internamente, entrenan pesos que contienen las “neuronas”.
- Un perceptron es un modelo de una neurona simple que se puede entrenar:



Técnicas de IA inspiradas en Biología

(Redes Neuronales) (2)


- Las redes neuronales utilizan aprendizaje supervisado, en el cual las entradas y salidas son conocidas y la meta es construir una representación de una función que reproduzca el mapeo de las entradas a las salidas.



Técnicas de IA inspiradas en Biología (Algoritmos Genéticos)

Algoritmos Genéticos (AG)


- Los AG son parte del computo evolutivo, que es un área de rápido crecimiento de la IA.
- Los algoritmos genéticos son implementados como una simulación de computadora, donde las técnicas son inspiradas por la biología evolucionista.
- Mecánica de la evolución biológica
 - Cada organismo tiene un conjunto de reglas, que describen como los organismos son contruidos, y codificados en los genes de un organismo.
 - Los genes son conectados juntos en largas cadenas llamadas cromosomas.
 - Cada gen representa un rasgo específico (característica) de los organismos y tiene varias formas de conformación, Ej. La conformación del gen del color del cabello que puede ser negro o café.



Técnicas de IA inspiradas en Biología

(Algoritmos Genéticos)(2)

- **Los genes y sus conformaciones son referidos como el genotipo de un organismo.**
 - **Cuando dos organismos que son pareja comparten sus genes. Los descendientes resultantes pueden terminar teniendo la mitad de genes de cada uno de los padres. Este proceso se llama cruza (cross over).**
 - **Un gen puede ser mutado y expresado en el organismo como un rasgo nuevo completamente.**
-
- **Así, los algoritmos genéticos son una forma de resolver problemas mediante imitación de procesos, que utiliza la naturaleza, Selección, Cruzas, Mutación y Aceptación para desarrollar la solución a un problema.**



Técnicas de IA inspiradas en Biología (Algoritmos Genéticos)(3)

■ Pasos de los Algoritmos Genéticos

- (1) [inicio] Generación aleatoria de población de n cromosomas (codificando soluciones adecuadas para el problema)
- (2) [Aptitud] Evaluar la aptitud $f(x)$ de cada cromosoma x en la población.
- (3) [Nueva población] Crear una nueva población mediante la repetición de los siguientes pasos hasta que la nueva población este completa.
 - (a) [Selección] Seleccionar dos cromosomas padre de una población acorde a sus aptitudes.
 - (b) [Cruza] Con una probabilidad de cruza, se realiza la cruza de padres para formar nuevos descendientes (hijos), si no hubo cruza los descendientes son la copia exacta de los padres.



Técnicas de IA inspiradas en Biología

(Algoritmos Genéticos)(4)

- (c) [Mutación] Con la probabilidad de una mutación, muta nuevos descendientes en cada lugar (posición en el cromosoma).
 - (d) [Aceptación] Coloca nuevos descendientes en la nueva población.
 - (4) [Reemplazo] Utiliza la nueva población generada para la ejecución de los algoritmos.
 - (5) [Prueba] Si la condición final es satisfecha, se detiene, y regresa la mejor solución en la población actual.
 - (6) [Ciclo] Ir al paso numero dos.
- Los algoritmos genéticos realizan aprendizaje no supervisado – la respuesta correcta no se conoce de antemano.



Técnicas de IA inspiradas en Biología (Aprendizaje por Refuerzo)

Aprendizaje por Refuerzo (Reinforcement Learning (RL))

- El aprendizaje por Refuerzo es el aprendizaje que proviene de la interacción con un ambiente; Proviene de las consecuencias de una acción, mas que de la enseñanza explícita.
- El aprendizaje por Refuerzo esta integrado dentro de la estructura matemática de los procesos de decisión de Markov.
- El modelo básico Aprendizaje por Refuerzo consiste: De un conjunto de “estados de ambiente - S ”; un conjunto de “acciones - A ”; y un conjunto de escalares “recompensas R ”.



Técnicas de IA inspiradas en Biología

(Aprendizaje por Refuerzo)(2)

- La toma de decisión del agente que interactúa con su ambiente de manera que pueda maximizar la acumulación de recompensa que recibe a través del tiempo. Los pasos son:
 - En cada tiempo t , el agente percibe el estado de su ambiente St y el conjunto de posibles acciones $A(St)$.
 - Selecciona una acción $a \in A(St)$ y recibe desde el ambiente el nuevo estado $St+1$ y una recompensa $rt+1$.
 - Basado en estas interacciones, el agente desarrolla una política $Pi: S \rightarrow A$ que maximiza la cantidad $R=r1+r1+\dots+rn$ para los procesos de decisión de Markov.
- Los métodos de aprendizaje por Refuerzo se enfocan en la clase de aprendizaje y problemas de toma de decisiones que las personas encaran en la vida diaria.



Ramas de la IA (Lógica)

IA Lógica

- **La lógica es un lenguaje para el razonamiento; es una colección de reglas utilizadas cuando llevamos a cabo el razonamiento.**
- **Tipos de lógica**
 - **Lógica preposicional – lógica de sentencias**
 - **Lógica de predicados – lógica de objetos**
 - **Lógica con incertidumbre**
 - **Lógica difusa – trata con la falta de nitidez**
 - **Lógica temporal**
- **Lógica preposicional**
 - **Las proposiciones son “Sentencias”; que pueden ser verdaderas o falsas pero no ambas.**



Ramas de la IA (Lógica)(2)

- Una sentencia es la unidad mas pequeña en la lógica proposicional
- Si una proposición es verdadera, entonces el valor verdadero es “true”; de otro modo “falso”
- Ejemplo: Sentencia “La hierva es verde”; el valor verdadero es “true”; la proposición es “si”

■ Lógica de predicados

- Un predicado es una función que puede ser verdadera o falsa para sus argumentos.
 - La lógica de predicados son reglas que gobiernan los cuantificadores.
 - La lógica de predicados es lógica proposicional adicionada con cuantificadores
 - Ejemplos:
 - “El coche que Tomas esta manejando es azul”
 - “El cielo es azul”
 - “La portada de este libro es azul”
- Predicado: *es azul*, dado un nombre B ;
Sentencia: representada como $B(x)$; $B(x)$ se lee como “x es azul”;
Objeto: representado por x .



Ramas de la IA (Búsqueda en IA)

Búsqueda en IA

- **La búsqueda es una técnica de solución de problemas que sistemáticamente considera todas las posibles acciones para encontrar un camino desde el estado inicial al estado objetivo.**
- **Existen muchas técnicas de búsqueda, pero las fundamentales son:**
 - **Primero en profundidad (Depth first)**
 - **Hill climbing**
 - **Primero en anchura (Breadth first)**
 - **Costo mínimo (Least cost)**
- **Los componentes de la búsqueda son:**
 - **Estado inicial – primera ubicación**
 - **Acciones disponibles – Función sucesor: estados alcanzables**



Ramas de la IA (Búsqueda en IA) (2)

- **Probar la meta – Condiciones para satisfacer la meta.**
- **Costo del camino – Costo de la secuencia desde el estado inicial hasta el estado alcanzado.**
- **Objetivo de la Búsqueda**
 - **Transforma el estado inicial en estado meta – encuentra una secuencia de acciones.**
- **Solución de la Búsqueda**
 - **Camino desde el estado inicial hasta la meta – Optimo si el costo es mínimo.**



Ramas de la IA

(Reconocimiento de patrones)

Reconocimiento de Patrones

■ Definición

- La asignación de un objeto físico o evento a un categoría pre-especificada. (Duda y Hart)
- La ciencia que trata con la descripción o clasificación de mediciones. (Schalkoff)
- El proceso de dar nombres X a observaciones Y (Schurmann)
- El reconocimiento de patrones trata con la respuesta a la pregunta “¿Que es esto?” (Morse)
- El problema de estimar funciones de densidad en un espacio de alta dimensión dividiendo el espacio en regiones de categorías o clases. (Fukunaga)



Ramas de la IA

(Reconocimiento de patrones) (2)

- **Problemas donde se aplica el reconocimiento de patrones**
 - **Visión de maquina – Inspeccion visual, ATR**
 - **Reconocimiento de caracteres – Ordenamiento de correo, proceso de cheques bancarios.**
 - **Asistente computacional para diagnostico – Imágenes medicas/EEG/Análisis de señales ECG**
 - **Reconocimiento del habla –Interaccion humano computadora, acceso.**
- **Enfoque del reconocimiento de patrones**
 - **Correspondencia de plantillas**
 - **Clasificación estadística**
 - **Correspondencia sintáctica o estructural**



Ramas de la IA

(Reconocimiento de patrones) (3)

- **Correspondencia de plantillas.-** Correlacionar con plantillas almacenadas considerando traslación, rotación y cambios de escala; medida de similaridad (correlación) basada en un conjunto de aprendizaje.
- **Clasificación estadística.-** Cada patrón es representado en términos de d características (medidas) u visto como un punto en un espacio d -dimensional. Utilizando conjuntos de entrenamiento establece límites de decisión en el espacio de características – siguiendo los enfoques de decisión teórica o análisis de discriminantes.
- **Correspondencia sintáctica o estructural.-** Los patrones complejos son compuestos de sub-patrones y las relaciones; ellos mismos son contruidos desde los mas simples subpatrones que son llamados primitivas. Los patrones son vistos como sentencias que pertenecen a un lenguaje, las primitivas son vistas como el alfabeto del lenguaje. Las sentencias son generadas de acuerdo a una gramática. Una colección grande de patrones complejos pueden ser descritos mediante un numero pequeño de primitivas y reglas gramaticales. La gramática para cada clase de patrón son inferidas de las muestras de entrenamiento.



Ramas de la IA

(Reconocimiento de patrones) (4)

- **Redes neuronales.-** Las redes neuronales son vistas como grafos dirigidos con pesos en las que los nodos son neuronas artificiales y aristas dirigidas (con pesos) que son conexiones entre neuronas de entrada-salida. Las redes neuronales tienen la habilidad de aprender complejas relaciones no lineales a partir de los procedimientos secuenciales de entrenamiento, y adaptar a si mismas al dato de entrada.
- **Aplicaciones que requieren reconocimiento de patrones.**
 - Procesamiento y segmentación de imágenes
 - Análisis sísmico
 - Visión computacional
 - Supervisión industrial
 - Diagnostico medico
 - Presupuestos financieros
 - Diagnósticos hombre y maquina



Ramas de la IA

(Representación del conocimiento)

Representación del conocimiento

- **¿Cómo representamos lo que conocemos? El conocimiento es una colección de hechos. Para manipular estos hechos por un programa, se requiere de una buena representación. Una buena representación facilita la solución de problemas.**
- **Técnicas de la representación del conocimiento.- Diferentes tipos de conocimiento requieren diferentes tipos de representación.**
 - **Lógica de predicados**
 - **Redes semánticas**
 - **Frames y Scripts**
 - **Reglas de producción**
- **Lógica de predicados: Un predicado es una función que puede ser verdadera para algunos argumentos, y falsa para otros.**



Ramas de la IA

(Representación del conocimiento) (2)

- **Redes semánticas:** Una red semántica es un grafo, donde los nodos representan conceptos.
- **Frames y scripts:** Un frame es una estructura de datos que típicamente consiste de:
 - Nombre del Frame,
 - Ranura para llenar (relaciones objetivo),
 - Apuntadores (enlaces) a otros Frames,
 - Instanciación del procedimiento (herencia, default, consistencia).
- Los Scripts son sentencias enlazadas utilizando estructuras como los Frames; Ej. Un archivo de secuencia de eventos por una ocurrencia de un tipo dado.



Ramas de la IA

(Representación del conocimiento) (3)

- **Reglas de producción:** Consiste de un conjunto de reglas acerca del comportamiento; una producción consta de dos partes:
 - Una precondition (o IF) y
 - Una acción (o THEN);
- Si una producción de una precondition se correlaciona con el estado actual del mundo, entonces se dice que la producción debe ser disparada.



Ramas de la IA (Inferencia)

Inferencia

- **La inferencia es el acto o proceso de derivar conclusiones basadas solamente en lo que al momento se conoce; es una deducción de nuevos hechos de hechos anteriores; La lógica expresa a la inferencia.**
- **Inferencia deductiva**
 - **Nunca es falsa; la inferencia es verdadera si las premisas son verdaderas.**
 - **Una lógica tradicional esta basada en la deducción; es un método de inferencia exacta; no hay posibilidad de error si las reglas son seguidas exactamente.**
 - **La información requerida es completa, precisa, y consistente.**
 - **Una lógica es monotónica, si la verdad de una proposición no cambia cuando nueva información es agregada al sistema.**



Ramas de la IA (Inferencia)(2)

■ Inferencia inductiva

- Puede ser una inferencia correcta o incorrecta, porque en el mundo real la información es incompleta, inexacta, inconsistente;
- Una lógica es inductiva, también llamada inducción o razonamiento inductivo, si el proceso de razonamiento en el que las premisas de un argumento son creídas para apoyar la conclusión pero no la garantizan.
- Una lógica es no-monotónica, si la verdad de sus proposiciones puede cambiar a nueva información (axiomas) es añadido a o la vieja información es borrada del sistema.
- El razonador traza conclusiones tentativamente reservándose el derecho de retraerla si se presenta mas información.
- Ejemplo: cuando escuchamos un ave, los humanos inferimos que esa ave puede volar, pero esta conclusión puede ir en reversa cuando escuchamos que es un pingüino; el ave pingüino no puede volar.



Ramas de la IA (Sentido común)

Conocimiento de Sentido común y razonamiento

- El sentido común es la habilidad mental que la mayoría de la gente tiene.
- Es la habilidad para analizar una situación basada en su contexto.
 - La gente puede pensar porque el cerebro contiene vastas librerías de conocimiento de sentido común y tiene sentido para organizarla, adquirirla, y usar tal conocimiento.
 - Las computadoras no pueden pensar; los programas de computadora hacen muchas cosas, pueden jugar ajedrez a nivel de los mejores jugadores pero no pueden emparejarse a las capacidades de un niño de tres años que reconoce objetos. Actualmente las computadoras carecen de sentido común.
- Los investigadores tienen dividido la capacidad del sentido común en
 - Conocimiento de sentido común y
 - Razonamiento de sentido común.



Ramas de la IA (Sentido común)(2)

- **Enseñando a las computadoras el sentido común**
 - **El proyecto “OpenMind” del MIT – La meta es enseñar a las computadoras cosas que los humanos toman por hecho; el conocimiento es representado en forma de red semantica, modelos graficos probabilisticos e historias en scripts.**
 - **El proyecto “Cyc” – Es una tentativa para construir manualmente una base de datos del conocimiento de sentido común humano; tiene una colección de 1.5 millones de hechos de sentido común, pero esta lejos de los varios cientos de millones que se necesitan.**



Ramas de la IA (Aprendizaje)

Aprendizaje

- Los programas aprenden de los hechos o comportamientos que pueden representar.
- Definiciones
 - Herbert Simon 1983 – “El aprendizaje denota cambios en el sistema que son adaptivos en el sentido de que habilitan al sistema para hacer la misma tarea o tareas mas eficientemente y mas efectivamente la siguiente vez.”
 - Marvin Minsky 1986 – “El aprendizaje esta haciendo cambios útiles en nuestra mente.”
 - Ryszard Michalski 1986 – “El aprendizaje esta contruyendo o midificando representaciones que ha estado experimentando.”
 - Mitchell 1997 . “Un programa de computadora se dice que aprende de la experiencia E con respecto de alguna clase de tareas T y realiza una media de desempeño P , si el desempeño de la tarea T , medida por P , mejora con la experiencia E .”



Ramas de la IA (Aprendizaje)(2)

■ Principales paradigmas de las Maquinas de Aprendizaje

- **Aprendizaje de memoria:** el aprendizaje por memorización; guardando el conocimiento que puede ser usado otra vez.
- **Inducción:** Aprendizaje mediante ejemplos; El proceso de aprendizaje mediante ejemplos donde un sistema trata de inducir una regla general desde un conjunto de instancias observadas.
- **Analogía:** Aprendizaje con similitudes; Reconocer las similitudes en la información almacenada hoy; Puede determinar correspondencia entre dos diferentes representaciones.



Ramas de la IA (Aprendizaje)(3)

- **Algoritmos genéticos:** Utiliza el Aprendizaje mediante el proceso de imitación de la naturaleza; Parte del computo evolutivo, una forma de resolver problemas mediante el proceso de imitación, lo usa la naturaleza, selección, cruza, mutación y aceptación para “evolucionar” a la solución de un problema.
- **Refuerzo:** El aprendizaje de las acciones; Asignar recompensas; *+ve* o *-ve*; al final de la secuencia de pasos, se aprende con acciones que son buenas o malas.



Ramas de la IA (Planificación)

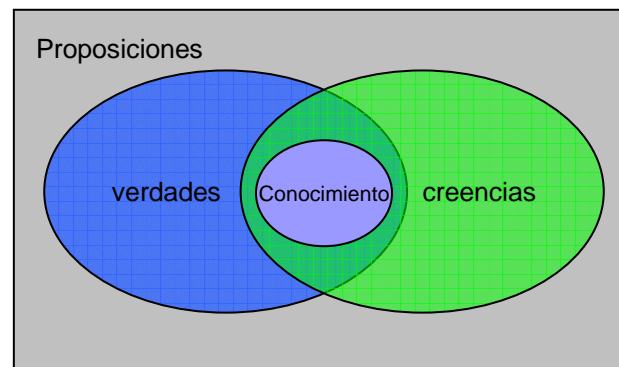
Planificación

- **Una plan es una representación de un curso de acción. La planificación es una técnica de solución de problemas. La planificación es una serie de acciones razonables que acompañan una meta.**
- **Programas de planificación: Inicia con hechos acerca del mundo, particularmente**
 - **Hechos acerca de los efectos de las acciones,**
 - **Hechos acerca de una situación particular, y**
 - **Declaraciones de una meta.**
- **Beneficios de la planificación**
 - **Reducción de la búsqueda,**
 - **Resolución de conflictos de meta, y**
 - **Suministra una base para recuperarse del error.**
- **Estrategia para la planificación.- Una estrategia es justamente una secuencia de acciones. Desde los hechos el programa genera una estrategia para alcanzar la meta.**

Ramas de la IA (Epistemología)

Epistemología

- La epistemología es la teoría del conocimiento.
- Hay varias clases de conocimiento:
 - Conocer como hacer algunas cosas, por ejemplo como andar en bicicleta,
 - Conocer a alguien en persona, y
 - Conocer un lugar o una ciudad.
- La epistemología es el estudio del conocimiento y creencias justificadas.





Ramas de la IA (Epistemología)(2)

- **Considera un conocimiento de proposición – Un esquema de “S conoce que P”;**
- **Contestando la pregunta – ¿cuales son las condiciones necesarias y suficientes?**
 - **S sabe que P si y solo si**
 - **P es verdadera**
 - **S cree que P es verdadera; y**
 - **S esta justificada en la creencia de que P es verdadera**
- **La epistemología es el estudio de las clases de conocimiento que son requeridas para resolver problemas en el mundo.**



Ramas de la IA (Ontología)

Ontología

- La ontología estudia la existencia; es un estudio de las categorías de las cosas que existen o pueden existir en algún dominio.
- La ontología es una modelo de datos, representa un dominio y es usado para razonar acerca de los objetos en ese dominio y las relaciones entre ellos.
- La ontología es usada en inteligencia artificial, como una forma de representación del conocimiento acerca del mundo o una parte de el.
- La ontología generalmente describe:
 - Individuos (instancias): el nivel básico de los objetos
 - Clases: conjuntos, colecciones, o tipos de objetos.
 - Atributos: Las propiedades, rasgos, características, o parámetros de los objetos que pueden tener y compartir.
 - Relaciones: las formas en que los objetos pueden ser relacionados con cada uno de los otros.
- La ontología es una especificación de la conceptualización.



Ramas de la IA (Heurísticas)

Heurísticas

- Las heurísticas son simplemente reglas eficientes;
- En ciencias de la computación, una heurística es un algoritmo con probabilidad de tener buenos tiempos de ejecución y con probabilidad de tener buenas soluciones o soluciones óptimas.
- Las heurísticas prometen tener buen desempeño computacional o simplicidad conceptual, potencialmente en los costos de exactitud o precisión.
- La gente utiliza las heurísticas para tomar decisiones, tomar juicios, y solución de problemas, cuando se encaran problemas complejos o con información incompleta. Estas reglas trabajan bien bajo la mayoría de las circunstancias.
- En programas de AI, las funciones heurísticas son:
 - Usadas para medir que tan lejos esta un nodo de su estado meta.
 - Utilizadas para comparar dos nodos, encontrando si uno es mejor que otro.



Ramas de la IA

(Programación Genética)

Programación Genética (PG)

- **La programación genética es un método automatizado para crear programas a partir de la declaración del problema en un alto nivel.**
- **La PG inicia a partir de una declaración de alto nivel de los requerimientos de una problema e intenta producir una programa de computadora que resuelva el problema.**
- **El usuario (humano) comunica las declaraciones de alto nivel del problema al sistema PG mediante el desarrollo de ciertos pasos preparatorios bien definidos.**
- **Los cinco pasos principales preparatorios, que el usuario humano requiere especificar al sistema de PG son:**
 - **Conjunto de terminales (variables, funciones, y constantes)**



Ramas de la IA

(Programación Genética)(2)

- Conjunto de funciones primitivas
 - Medida de desempeño (para el desempeño de los individuos de la población),
 - Control de los parámetros para la ejecución, y
 - Criterio de terminación para la designación de los resultados de la ejecución.
-
- En la “ejecución” de la programación genética se realizan una serie de pasos independientes del problema bien formados (el diagrama de flujo).



Aplicaciones de la IA (Videojuegos)

Videojuegos

- Los juegos son un programa de computadora interactivo, una área emergente en la cual se persiguen las metas de la IA.
- Los juegos son desempeñados por entidades artificialmente inteligentes a nivel humano, por ejemplo: enemigos, compañeros y personajes de apoyo que actúan como humanos.
- El videojuego es un problema de búsqueda definido por:
 - Un estado inicial – tablero.
 - Una función de expansión – construye todos los estados sucesores.
 - Función de costo – recompensa de un estado.
 - Prueba de meta – último estado con recompensa máxima.



Aplicaciones de la IA (Videojuegos)(2)

- **El videojuego es caracterizado por:**
 - **Un oponente “inpredecible”.**
 - **Se necesita especificar un movimiento para cada posible respuesta del oponente.**
 - **Tiempo limite – los juegos se hacen aburridos so no hay accion por largo tiempo; es improbable que los oponentes encuentren la meta, sólo se deben aproximar.**
- **Juegos de computadora**
 - **Las computadoras tienen un buen nivel de campeón en los juegos como por ejemplo: damas, ajedrez, Othello, Backgammon.**
 - **Las computadoras se desempeñan bien en los juegos como en el : Bridge**
 - **Las computadoras aun lo hacen mal como por ejemplo en: Go, Hex.**
 - **El videojuego es un problema de búsqueda definido por:**
- **El programa de computadora Deep Blue le gano al campeón mundial Gary Kasparov.**



Aplicaciones de la IA

(Reconocimiento del habla)

Reconocimiento del habla

- **Es el proceso de convertir una señal hablada a una secuencia de palabras; en los 1990's una computadora con reconocimiento del habla alcanzaba un nivel practico para propositos limitados.**
- **Es conveniente utilizar a la computadora con reconocimiento del habla, pero la mayoría de los usuarios utilizan mas el teclado y al Mouse en la actualidad.**
- **Los usos típicos son:**
 - **Llamada de voz**
 - **Rastreo de llamadas**
 - **Datos de entrada (numero de tarjeta de crédito)**
 - **Reconocimiento del habla**
- **La interfaz de lenguaje hablado PEGASUS en American Airlines y El sistema de reservación EAASY SABRE permiten a los usuarios obtener información de los vuelos y hacer reservaciones por teléfono.**



Aplicaciones de la IA

(Lenguaje Natural)

Lenguaje Natural

- **El proceso de lenguaje natural (Natural language processing (NLP)) automatiza la generación y entendimiento de los lenguajes humanos.**
- **Un sistema de generación de lenguaje natural convierte información de una base de computadora en sonidos normales del lenguaje humano.**
- **En los sistemas de comprensión del lenguaje natural se convierten muestras de lenguaje humano en representaciones formales que son fáciles de manipular por programas de computadora.**
- **Principales tareas en NLP**
 - **Los sistemas de reconocimiento de texto convierten el lenguaje en texto en habla.**
 - **Sistemas de reconocimiento del habla es el proceso de convertir una señal hablada en una secuencia de palabras**
 - **Sistemas de traducción: traducen texto o habla de un lenguaje natural en otro.**
 - **Sistemas de recuperación de información: buscan la información de las**




Aplicaciones de la IA

(Visión computacional)

Visión computacional

- **Es una combinación de conceptos, técnicas e ideas que provienen del: Proceso digital de imágenes, reconocimiento de patrones, inteligencia artificial y graficas computacionales.**
- **El mundo esta compuesto por objetos en 3D, pero las entradas de un ojo humano y las cámaras de TV de las computadoras reciben la información en 2D.**
- **Algunos programas útiles pueden trabajar solamente en 2D, pero la visión computacional completa requiere información parcial en 3D que no es precisamente un conjunto de vistas 2D.**
- **En la actualidad solo hay formas limitadas de representar información 3D y no son lo suficientemente buenas como lo que los humanos utilizan.**



Aplicaciones de la IA

(Visión computacional)(2)

■ Ejemplos:

- **Reconocimiento de rostros:** Programas utilizados en bancos.
- **Manejo autónomo:** El sistema ALVINN, maneja autónomamente de día y de noche y con todas las condiciones de clima un automóvil desde la ciudad de Washington D.C. hasta San Diego con un promedio de velocidad de 63 MPH.
- **Otros usos:** Reconocimiento de caracteres escritos, Inspección de equipaje, Manufactura y supervisión, Interpretación de fotografías, etc.



Aplicaciones de la IA

(Sistemas Expertos)

- Los sistemas expertos son sistemas en los cuales la experiencia humana es manejada en forma de reglas. Esto habilita al sistema para diagnosticar en situaciones en donde el experto humano no esta presente.
- Un sistema hombre-maquina con experiencia especializada en solución de problemas.- La “experiencia” consiste en conocimiento acerca de un dominio en particular, comprensión de los problemas dentro de ese dominio, y la “habilidad” en la solución de esos problemas.
- Conocimiento base.- Un ingeniero del conocimiento entrevista a expertos en una cierto dominio y trata de representar su conocimiento en un programa de computadora para cumplir algunas tareas.
- Uno de los primeros sistemas expertos fue MYCIN en 1974, que diagnosticaba infecciones bacterianas de la sangre y sugería el tratamiento.



Aplicaciones de la IA

(Sistemas Expertos)(2)

- **Los sistemas expertos operan sobre el conocimiento de los expertos humanos.**
 - **Diagnostico y reparación:** Deduce fallas y sugiere acciones correctivas para el mal funcionamiento del dispositivo o proceso.
 - **Planificación y programación:** Analiza un conjunto de metas para determinar y ordenar un conjunto de acciones tomando en cuenta las restricciones, (ejemplo. La programación de vuelos de una línea aérea).
 - **Toma de decisiones financieras:** Programas asesores que asisten a los banqueros para realizar prestamos, Compañías de seguros que evalúan el riesgo presentado por el cliente, etc.
 - **Monitoreo y control de procesos:** Análisis de datos en tiempo real, avisando de anomalías, prediciendo tendencias, y controlando óptimamente y realizando corrección de fallas.



Bibliografía

1. **“Artificial Intelligence”, Elaine Rich and Kevin Knight, 2006, McGraw Hill.**
2. **“Artificial Intelligence: A moder Approach”, Stuart Russell and Peter Norvig, 2002, Printence Hall.**
3. **“Computational Intelligence: A logical Approach”, David Poole, Alan Mackworth, and Randy Goebel, 1998, Oxford University Press.**
4. **“Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving”, George F. Luger, 2002, Addison-Wesley.**
5. **“AI: A new Synthesis”, Nils J. Nilsson, 1998, Morgan Kaufmann.**
6. **“Artificial Intelligence: Theory and Practice”, Thomas Dean, 1994, Addison-Wesley.**