



Indice

| | |
|---|-----------|
| Inteligencia Artificial..... | 3 |
| Test de Turing..... | 3 |
| Ramas..... | 3 |
| Aplicaciones..... | 3 |
| Sistemas Expertos..... | 4 |
| Ingeniería del Conocimiento..... | 4 |
| Clasificación..... | 4 |
| Encadenado Hacia Adelante..... | 5 |
| Encadenado Hacia Atrás..... | 5 |
| Valor de la Regla..... | 5 |
| Sistemas Basados en Conocimientos..... | 6 |
| Clasificación de Requisitos..... | 6 |
| Metodologías Para la Construcción del SBC Ideal..... | 6 |
| 1.Identificación de las tareas..... | 6 |
| 2.Desarrollo de Prototipos..... | 6 |
| 3.Integración al Sistema..... | 7 |
| 4.Mantenimiento..... | 7 |
| 5.Transferencia Tecnológica..... | 7 |
| Conocimientos..... | 8 |
| Niveles..... | 8 |
| Clasificación..... | 8 |
| Formas de Alimentar la Base de Conocimientos..... | 8 |
| Tipos de Entrevista..... | 8 |
| Algoritmos Genéticos o Evolutivos..... | 9 |
| Selección..... | 9 |
| Rueda de ruleta..... | 9 |
| Selección por torneo | 9 |
| Basado en el rango | 9 |
| Reproducción..... | 10 |
| Cruza Simple..... | 10 |
| Cruza de dos puntos..... | 10 |
| Cruza Multipunto..... | 10 |
| Cruza binomial | 10 |
| Mutación..... | 11 |
| Sistemas de Producción..... | 11 |
| Base de Datos Global (BDG) | 11 |
| Reglas de Producción..... | 11 |
| Estrategia de Control..... | 12 |
| Primero a lo Acho (PA)..... | 12 |
| Primero en Profundidad (PP)..... | 12 |
| Hill Climbing (HC)..... | 12 |
| A* | 12 |
| Descensos Iterativos..... | 13 |
| Redes Neuronales..... | 13 |
| Señal total de entrada..... | 13 |
| Función de Activación..... | 14 |
| Función Escalón..... | 14 |
| Función Sigmoide..... | 14 |



| | |
|---|-----------|
| Aplicación..... | 14 |
| Aprendizaje de la Red..... | 14 |
| Aprendizaje Supervisado..... | 14 |
| Aprendizaje No Supervisado..... | 15 |
| Perceptrón..... | 15 |
| Lógica Difusa..... | 15 |
| Funciones de Membresía (μ)..... | 15 |
| Operadores de la Lógica Difusa..... | 16 |
| And..... | 16 |
| Or..... | 16 |
| Not..... | 16 |
| Propiedades..... | 16 |



Inteligencia Artificial

Trata de armar sistemas para resolver problemas que tratan de utilizar métodos similares a los que utilizaría una persona.

La inteligencia artificial puede tener distintos enfoques:

- 1) Enfoque Científico: Trata de entender la forma de actuar de las personas.
- 2) Enfoque Ingeniería: Trata de seguir la misma línea de razonamiento que seguiría una persona.

Test de Turing

Indica si un programa es inteligente o no. Consiste en poner a una persona y a una computadora y de un evaluador que realiza preguntas tanto a la persona como a la máquina sin saber a quien se las está haciendo.

Si el evaluador no logra detectar diferencias entre las respuestas de ambos, sin poder detectar quien es la persona y quien es la máquina, entonces se considera que el sistema es inteligente.

Ramas

- Sistemas Expertos
- Redes Neuronales
- Algoritmos Genéticos o Evolutivos
- Lógica Difusa

Aplicaciones

- Juegos.
- GPS -> Resolvedor General de Problemas.
- Procesamiento de Imágenes.
 - Imágenes de Medicina.
 - Fotos Satelitales.
- Procesamiento del Lenguaje Natural.
- Procesamiento del Sonido.
- Demostración de Teoremas.



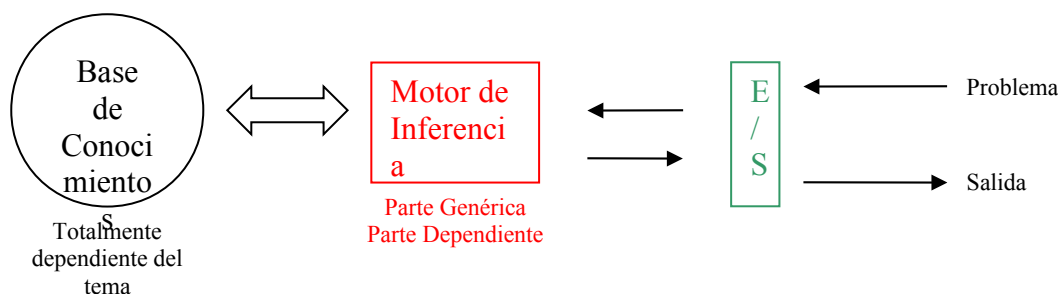
Sistemas Expertos

Trata de simular lo que haría un experto humano en un determinado tema.

Para armar un Sistema Experto hay que recolectar conocimiento.

Todo Sistema Experto tiene en la **Base de Conocimientos**, la base de conocimientos es una base de datos que contiene la información relativa al tema que maneja el Sistema Experto.

Los Sistemas Expertos poseen además un mecanismo para analizar los datos contenidos en la base de Conocimientos, este mecanismo es conocido como el **Motor de Inferencia**, que es un conjunto de algoritmos que permite recorrer los conocimientos.



Muchas veces una vez que el Sistema Experto resolvió el problema guarda en la base de conocimiento la forma en que solucionó un determinado problema, dependiendo de esto los Sistemas Expertos puede ser clasificados en Sistemas Expertos con Aprendizaje Autónomo o Sistemas Expertos sin Aprendizaje Autónomo.

Ingeniería del Conocimiento

Su objetivo es extraer el conocimiento del ser humano para volcarlo a la base de conocimientos. Busca la mejor forma de volcar el conocimiento adquirido a la base de conocimientos.

Clasificación

- 1) Encadenado hacia adelante (manejado por los datos).
- 2) Encadenado hacia atrás (manejado por los objetos).
- 3) Valor de regla.

Objeto: Elemento sobre el cual es necesario tener conocimiento. Las características o propiedades nos van a permitir diferenciar a los objetos.



| | Objeto 1 | Objeto 2 | Objeto 3 | Objeto 4 | Objeto n |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Propiedad 1 | √ | | | | |
| Propiedad 2 | X | | | | |
| Propiedad 3 | -- | | | | |
| Propiedad m | X | | | | |

Tres posibles valores para las relaciones entre objetos y propiedades.

√ : Tiene X: No Tiene --: Indistinto

Encadenado Hacia Adelante

Pide al usuario los valores para todas las posibles propiedades (para las m propiedades). El usuario responde si o no.

| | |
|-------------|---|
| Propiedad 1 | √ |
| Propiedad 2 | √ |
| Propiedad 3 | X |
| Propiedad 4 | √ |
| Propiedad 5 | X |
| Propiedad 6 | X |
| Propiedad m | X |

Propiedades

El Sistema Experto recorre la matriz y compara el patrón ingresado por el usuario, cuando encuentra la columna que coincide con lo indicado termina.

También el Sistema Experto puede preguntar de antemano el porcentaje de certeza con el cual se desea buscar.

Se puede preguntar además que hacer en el caso de encontrar más de una solución.

Encadenado Hacia Atrás

La información se pide a medida que se va necesitando.

Se toma un objeto que se cree que es la solución, este objeto es proporcionado por el usuario, luego se va preguntando al usuario los valores de las propiedades que tengan si o no, se va pasando a los objetos siguientes y se pregunta al usuario sobre las propiedades que no tienen respuesta.

Para optimizar las búsquedas se pueden ordenar los objetos de acuerdo a su probabilidad y se comienza por el mas probable.

Valor de la Regla

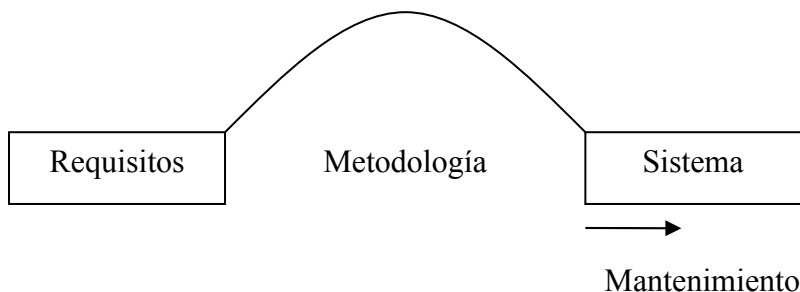
Es una variante del encadenado hacia atrás.

Reordena dinámicamente los objetos por probabilidad basado en las propiedades que fue cargando el usuario. Se puede refinar la matriz ponderando las propiedades.

El costo de desarrollo es mayor que el del encadenado hacia atrás.



Sistemas Basados en Conocimientos



Clasificación de Requisitos

- 1) Abiertos: No se conoce perfectamente desde el inicio. Varía en función del tiempo.
- 2) Cerrados: Dice exactamente lo que quiere. No varía con el tiempo.

En los Sistemas Basados en Conocimientos se trabaja con requisitos abiertos, por lo tanto las metodologías con las cuales se trabajan deben tener en cuenta el hecho que los requisitos tengan esta característica.

Metodologías Para la Construcción del SBC Ideal

Consta de 5 pasos:

1. Identificación de las tareas

Corresponde al análisis, se determina la conveniencia de realizar un sbc y si es posible realizarlo.

- 1.1.- Plan de requisitos y adquisición de conocimientos, la adquisición de los conocimientos es a nivel global.
- 1.2.- Evaluación de las tareas (viabilidad). Se analizan los requisitos y se concluye la viabilidad.
- 1.3.- Definición de las características de las tareas. Se formalizan las definiciones obtenidas en la etapa 1.1.

2. Desarrollo de Prototipos

Se realizan los prototipos para discutir con el usuario.

- 2.1.- Concepción de la solución de los subproblemas. Se toma el producto obtenido en la etapa 1 y se ve como implementar el sistema.
- 2.2.- Adquisición de conocimientos. El ingeniero del conocimiento adquiere el mismo a nivel de detalle.



2.3.- Formalización de los conocimientos. Se le da forma a los conocimientos obtenidos en el punto 2.2

2.4.- Selección de la herramienta de implementación

Se busca la herramienta para armar el SBC

A) Herramientas específicas para SBC

- a. Costo de la herramienta alto.
- b. Costo de desarrollo bajo.
- c. Dependencia total hacia la herramienta.

B) Herramientas tradicionales

- a. Costo de la herramienta bajo.
- b. Costo de desarrollo alto.
- c. No hay limitaciones por parte de la herramienta.

2.5.- Validación del prototipo. Se muestra el prototipo al usuario quien lo evalúa y determina si el conocimiento es correcto o no.

2.6.- Nuevo prototipo. Se define qué funcionalidad se va a agregar al prototipo para generar un nuevo prototipo. Se vuelve al paso 2.2.

Como resultado se obtiene un SBC que podría empezar a trabajar.

3. Integración al Sistema

Se busca la integración del SBC con los demás sistemas de la empresa.

3.1.- Requisitos de la integración. Se obtienen las interfaces con los demás sistemas.

3.2.- Implementación y evaluación. Se implementan las interfaces.

3.3.- Aceptación. El usuario da el visto bueno final.

Como resultado se obtiene la primera versión del SBC.

4. Mantenimiento

Puede ser:

A) Correctivo: Se corrigen los errores detectados en producción

B) Perfectivo: Agrega funcionalidad. En el SBC se agregan conocimientos a la base.

4.1.- Mantenimiento del sistema global.

4.2.- Mantenimiento de la base de conocimientos.

4.3.- Adquisición de nuevos conocimientos.

5. Transferencia Tecnológica

En paralelo con la etapa 4.

5.1.- Transferencia tecnológica – capacitación. Lograr que se comience a usar el sistema y capacitar al usuario.

5.2.- Documentación. Se arma la documentación del sistema (técnica, funcional).



Conocimientos

Información: Es todo aquello que incrementa nuestro conocimiento.

Niveles

- **Datos**
 - Es la información vista como símbolos.
 - Es independiente del significado y del idioma.
 - Es el nivel mas bajo de la información
- **Noticias (Nivel semántico)**
 - Depende del idioma
 - Se interpreta la información
- **Conocimiento**
 - No solo se entiende el significado sino que se le da un fin práctico
 - Es el nivel mas alto de la información

Clasificación

Declarativos: Dicen como son las cosas.

Procedurales: Dicen como se puede proceder para resolver distintos problemas.

Formas de Alimentar la Base de Conocimientos

Extracción

Es obtener el conocimiento de libros, publicaciones, papers. De un medio escrito.

- Análisis estructurado de textos
 - Búsqueda de palabras claves. Buscar palabras genéricas (“se define como”). Se pueden fijar algunas palabras claves dependientes del campo de acción.
 - Detectar objetos o entidades (“se define x”)
 - Relacionar objetos entre sí (“pertenece a”)
 - Obtener atributos (“pesa”)

Educación

- Directa: Se le pide al experto el conocimiento. Basado en entrevistas
- Indirecta: Son técnicas de observación. Deducción de información no especificada.

Tipos de Entrevista

- Abierta: No está completamente pensada de antemano. No se tiene detalle de las preguntas.



- Estructurada: No solo se saben de antemano los objetivos de la entrevista sino que conoce el detalle de las preguntas que se harán.

Algoritmos Genéticos o Evolutivos

- Población: Conjunto de elementos del mismo tipo.
- Proceso de Selección Natural: Sobrevive el mas apto.
- Proceso de Reproducción.
- Proceso de Mutación: Algún individuo cambia sus características (el cambio puede ser para peor o para mejor).

Todo algoritmo genético debe tener una función de aptitud que recibe como parámetro un individuo y devuelve cuan apto es dicho individuo.

Selección

Rueda de ruleta

Este método consiste en construir una ruleta particionada en ranuras de igual tamaño, las cuales se numeran. A cada individuo de la población se le asigna una cantidad de ranuras proporcional a su aptitud.

El proceso se repite hasta completar la cantidad de individuos deseados. Este método de selección otorga mayor probabilidad de contribuir a la siguiente generación a los individuos con mayor aptitud.

Hay algunas otras variantes como por ejemplo, incluir en la nueva generación el mejor representante de la generación actual. En este caso, se denomina método elitista.

Selección por torneo

En este caso dos individuos son elegidos al azar de la población actual y el mejor o más apto de los dos se coloca en la generación siguiente. Esto continúa hasta que se complete la nueva población.

Basado en el rango

En este esquema se mantiene un porcentaje de la población, generalmente la mayoría, para la siguiente generación. Se coloca toda la población por orden de aptitud, y los M menos dignos son eliminados y sustituidos por la descendencia de alguno de los M mejores con algún otro individuo de la población.

Método Estocástico

Por cada individuo se calcula la aptitud relativa al promedio de aptitudes de la población, y en función de esto se asignan las copias. Por ejemplo, si la aptitud promedio de la población es 15 y la aptitud del individuo es 10; entonces su aptitud relativa es 1.5. Esto significa que se colocará una copia en la próxima generación y que se tiene el 0.5 (50 %) de chance de colocar una segunda copia.



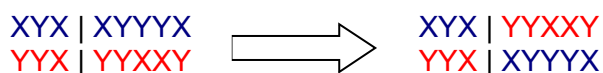
Reproducción

Consiste en el intercambio de material genético entre dos cromosomas.

Cruza Simple

Los dos cromosomas padres se cortan por un punto, y el material genético situado entre ellos se intercambia.

Dada las siguientes estructuras de longitud $l = 8$, y eligiendo 3 como el punto de cruce se intercambian los segmentos de cromosoma separados por este punto.



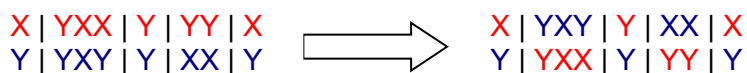
Cruza de dos puntos

En este método de cruce de dos puntos, se seleccionan dos puntos aleatoriamente a lo largo de la longitud de los cromosomas y los dos padres intercambian los segmentos entre estos puntos.

Cruza Multipunto

El cromosoma es considerado un anillo, y se eligen n puntos de cruce en forma aleatoria. Si la cantidad de puntos de cruce es par, se intercambian las porciones de cromosomas definidas entre cada par de puntos consecutivos, si es impar se asume un punto de cruce adicional en la posición cero y se procede de igual modo.

Dadas dos estructuras de longitud $l = 8$, con $n = 4$ puntos de cruce. Intercambiando los segmentos de la posición 2 a 4 y 6 a 7, se tiene:



Cruza binomial

Para generar un cromosoma hijo por cruce binomial, se define la probabilidad P_0 como la probabilidad de que el Alelo de cualquier posición del descendiente se herede del padre, y $1 - P_0$ como la probabilidad de que lo herede de la madre.

En este caso se puede construir un único hijo por cada aplicación del operador, o bien generar un segundo hijo como complemento del primero.

Cuando existe igual probabilidad de heredar del padre como de la madre, $P_0 = 0,5$ la cruce se denomina uniforme. Para estructuras de longitud l la cruce uniforme implica un promedio de $l/2$ puntos de cruce.



Mutación

En la Evolución, una mutación es un suceso bastante poco común (sucede aproximadamente una de cada mil replicaciones), en la mayoría de los casos las mutaciones son letales, pero en promedio, contribuyen a la diversidad genética de la especie. En un algoritmo genético tendrán el mismo papel, y la misma frecuencia (es decir, muy baja).

Una vez establecida la frecuencia de mutación, por ejemplo, uno por mil, se examina cada bit de cada cadena. Si un número generado aleatoriamente está por debajo de esa probabilidad, se cambiará el bit (es decir, de 0 a 1 o de 1 a 0). Si no, se dejará como está. Dependiendo del número de individuos que haya y del número de bits por individuo, puede resultar que las mutaciones sean extremadamente raras en una sola generación.

No hace falta decir que no conviene abusar de la mutación. Es cierto que es un mecanismo generador de diversidad, y, por tanto, la solución cuando un algoritmo genético está estancado, pero también es cierto que reduce el algoritmo genético a una búsqueda aleatoria. Siempre es más conveniente usar otros mecanismos de generación de diversidad, como aumentar el tamaño de la población, o garantizar la aleatoriedad de la población inicial.

Sistemas de Producción

Permiten resolver problemas basados en estados. El grafo implícito es el grafo completo de todas las posibilidades de cambios de estado.

Si se toma solo una parte del grafo se obtiene el grafo explícito.

Un Sistema de Producción está formado por tres componentes:

Base de Datos Global (BDG)

Es un esquema de Base de Datos que permite representar el estado del problema (conjunto de variables de estado).

El ejemplo de la BDG podría ser una matriz de 3 X 3. Se define además el rango de valores válidos que tiene cada variable y el significado de cada valor.

Estados a considerar:

- Estado Inicial (BDGi): Se debe definir antes de iniciar el Sistema de Producción.
- Condición de Fin (BDGf).

Reglas de Producción

En general para cambiar el estado se debe realizar alguna acción.

- Definir acciones posibles
 - Mover arriba, abajo, izquierda, derecha.
 - En función del estado puede saberse si la acción podrá realizarse o no.
- Formato general de una regla
 - En el árbol cada nodo es un estado y cada arco es una regla.



Estrategia de Control

Es el algoritmo que permite obtener que reglas se van a aplicar y en que orden.

Condiciones de toda estrategia de control:

- Ninguna regla puede ser elegida al azar.
- No se puede elegir una sola regla.

Existen distintos métodos para implementar una estrategia de control, estos métodos tienen determinadas características:

- Informado: Un método es informado si posee información dependiente del problema.
- Tentativo: Un método es tentativo si guarda información de los estados por los que paso, para volver a buscar alguna solución distinta.

Primero a lo Acho (PA)

Paso 1: Se aplican todas las reglas aplicables al primer estado.

Paso 2: Luego se hace lo mismo barriendo el árbol a lo ancho.

Es el peor de los métodos pues el árbol explícito es igual que el implícito.

Recorre todo el árbol de manera que es ineficiente, aunque es muy eficaz pues siempre encuentra la mejor solución.

Este método es *admisible* pues la primer solución que encuentra es la mejor.

Primero en Profundidad (PP)

Paso 1: Aplica la primer regla aplicable.

Paso 2: Luego se generan los siguientes nodos aplicando la primer regla aplicable a los nodos que se van creando.

Paso 3: Hasta encontrar la solución o no tener reglas aplicables (llego hasta la hoja), se vuelve hacia atrás y se aplica la siguiente regla aplicable.

Siempre que se utiliza este método se fija un nivel máximo de profundidad desde el comienzo.

En este método el árbol explícito es un subconjunto del árbol implícito.

No se puede decir que este método sea *admisible*.

Hill Climbing (HC)

Para este método es necesaria una función de evaluación (son funciones heurísticas basadas en la experiencia). Si la función es buena se llega a la solución de forma directa.

Este método no es *admisible*, es *informado* y no es *tentativo*.

A*

Este método utiliza una función de evaluación formada por la suma de dos funciones.

$$F = G + H$$



G tiene un valor que se puede calcular.
H es totalmente heurística.
Es como PP pero con una función de evaluación.
Este método es *admisible, informado y tentativo*.

Descensos Iterativos

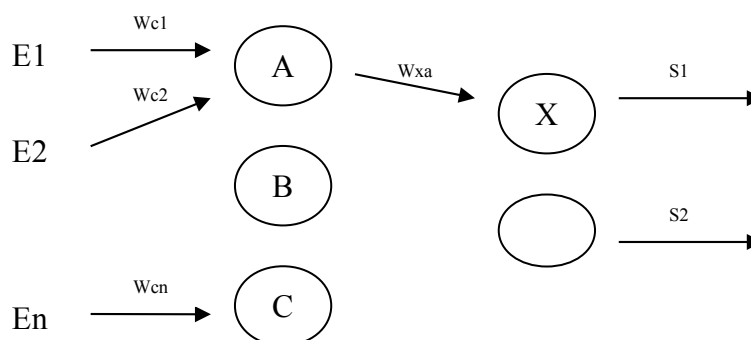
Consiste en aplicar varias veces PP pero en iteración se va variando el nivel.

Redes Neuronales

El modelo de redes neuronales copia la arquitectura del cerebro.
Sinapsis: Relaciona la salida de una neurona con la entrada de otra.

Parámetros:

- Cantidad de entradas.
- Peso de la sinapsis (A cada sinapsis se le asigna un peso).

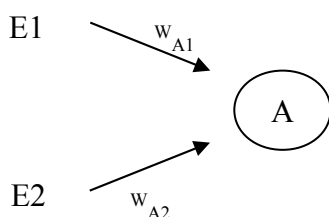


Modelo en capas

Distintas
neuronas y las neuronas de una capa excitán a la de la otra.
 W_{nm} modifica la señal que envía E_n .

capas de

Señal total de entrada



$$\text{Sent} = E_1 * W_{A1} + E_2 * W_{A2}$$

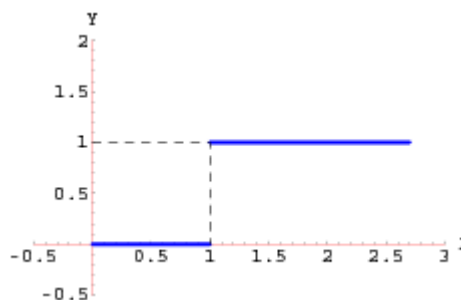


Función de Activación

Recibe una señal de entrada y devuelve una señal de salida (activación).
Esta función en general no es lineal y acota los valores de salida.

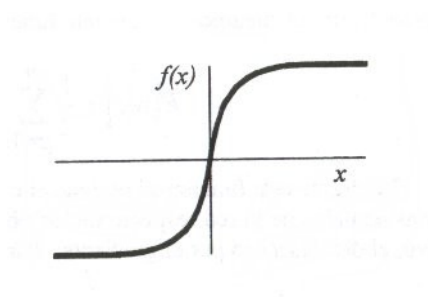
Función Escalón

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{Si } 0 \leq t < 1 \\ 1 & \text{Si } t \geq 1 \end{cases}$$



Función Sigmoide

$$f(x) = 1 / (1 + e^{-x})$$



Aplicación

Detección de objetos en imágenes. Cada bit es una entrada, en realidad, cada punto de la imagen es una entrada.

Las salidas son los posibles elementos que puede detectar la red.

Aprendizaje de la Red

Consiste en darle valores a los pesos, dependiendo de los mismos, la red serviría para distintas tareas.

Tipos de aprendizaje:

Aprendizaje Supervisado

Quiere decir que hay una asistente.

Se asignan ciertos pesos y se definen pares de entrada – salida, luego se ingresan las entradas y se comparan las salidas con las salidas esperadas, sino coinciden los pesos deberán ser modificados.



Aprendizaje No Supervisado

Se le da una gran cantidad de datos de entrada y la red intenta realizar asociaciones.

Perceptrón

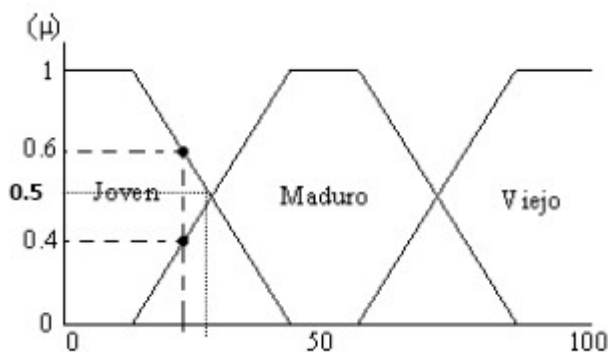
Red más elemental. Consta de una sola neurona con n cantidad de entradas.

Función de activación: Función Escalón.

El perceptrón sirve para resolver problemas que sean linealmente separables.

Lógica Difusa

Tiene un conjunto finito de valores o tiene un cierto rango de valores que puede tener la variable.



Conjuntos o variables difusas, están asociados a una variable base, en este caso la edad. La variable base representa los elementos que se pueden medir.

Funciones de Membresía (μ)

Indican que tanto una variable pertenece al conjunto.



Operadores de la Lógica Difusa

And

$$\mu_1 \wedge \mu_2 \equiv \mu_3$$

$$\mu_3 = \min(\mu_1, \mu_2) \text{ (punto a punto)}$$

$$\mu_3(x) = \min(\mu_1(x), \mu_2(x))$$

Tabla de verdad del And

| | 0 | 0.5 | 1 |
|-----|---|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 |
| 1 | 0 | 0.5 | 1 |

Or

$$\mu_1 \vee \mu_2 \equiv \mu_4$$

$$\mu_4 = \max(\mu_1, \mu_2) \text{ (punto a punto)}$$

$$\mu_4(x) = \max(\mu_1(x), \mu_2(x))$$

Tabla de verdad del Or

| | 0 | 0.5 | 1 |
|-----|-----|-----|---|
| 0 | 0 | 0.5 | 1 |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

Not

$$\text{Not}(\mu_1) \equiv \mu_5$$

$$\mu_5(x) = 1 - \mu_1(x)$$

Propiedades

$$A \cup \text{Not}(A) \supseteq 1$$

$$A \cap \text{Not}(A) \supseteq 0$$