

Inteligencia Artificial

María Inés Parnisari

3 de enero de 2012

Índice

1. Inteligencia Artificial	2
2. Sistemas Expertos	2
3. Sistemas Basados en Conocimientos	4
4. Conocimientos	5
5. Algoritmos Genéticos o Evolutivos	6
6. Sistemas de Producción	8
7. Redes Neuronales	11
8. Lógica Difusa	12

1 Inteligencia Artificial

Inteligencia: habilidad para adquirir, comprender y aplicar conocimiento; aptitud para recordar, pensar y razonar.

Inteligencia Artificial: armar sistemas para resolver problemas que tratan de utilizar métodos similares a los que utilizaría una persona. Tiene 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.

1.1 Test de Turing

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

Si el evaluador no logra detectar quién es la persona y quién es la máquina, entonces se considera que el sistema es inteligente.

1.2 Ramas

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

1.3 Aplicaciones

- Juegos.
- *General Problem Solving* (GPS).
- Procesamiento de Imágenes.
 - Imágenes de Medicina.
 - Fotos Satelitales.
- Procesamiento del Lenguaje Natural.
- Procesamiento del Sonido.
- Demostración de Teoremas.

2 Sistemas Expertos

Sistema Experto: trata de simular lo que haría un experto humano en un determinado tema. Consta de dos componentes:

- **Base de conocimiento:** base de datos que contiene la información relativa al tema que maneja el sistema experto.
- **Motor de inferencia:** mecanismo para analizar los datos contenidos en la base de conocimientos. Es un conjunto de algoritmos que permite recorrer los conocimientos.

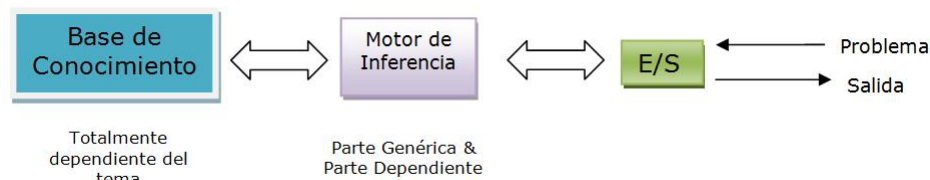


Figura 1: Sistema experto

Clasificación de los sistemas expertos:

- **Con aprendizaje autónomo:** una vez que el Sistema Experto resolvió el problema guarda en la base de conocimiento la forma en que solucionó ese problema.
- **Sin aprendizaje autónomo.**

2.1 Ingeniería del Conocimiento

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

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

	Objeto 1	Objeto 2	Objeto 3	...	Objeto n
Propiedad 1	Tiene	No tiene	No tiene		Tiene
Propiedad 2	No tiene	Tiene	No tiene		Tiene
Propiedad 3	-	No tiene	No tiene		Tiene
\vdots					
Propiedad m	No tiene	No tiene	Tiene		Tiene

2.2 Clasificación

2.2.1 Encadenado Hacia Adelante

Pide al usuario los valores para todas las m posibles propiedades. El usuario responde “sí” o “no”.

Propiedad 1	Sí
Propiedad 2	Sí
...	...
Propiedad m	No

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 qué hacer en el caso de encontrar más de una solución.

2.2.2 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 por «sí» 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 más probable.

2.2.3 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.

3 Sistemas Basados en Conocimientos

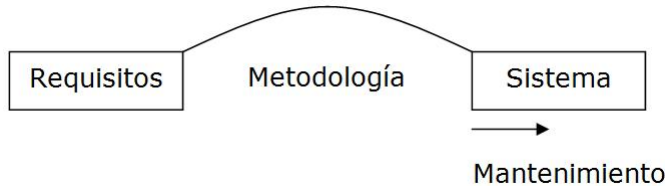


Figura 2: SBC

3.1 Clasificación de Requisitos

- Abiertos: No se conoce perfectamente desde el inicio. Varía en función del tiempo.
- 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.

3.2 Metodologías Para la Construcción del SBC Ideal

1. Identificación de las tareas: Corresponde al análisis, se determina la conveniencia de realizar un SBC y si es posible realizarlo.
 - a) Plan de requisitos y adquisición de conocimientos, la adquisición de los conocimientos es a nivel global.
 - b) Evaluación de las tareas. Se analizan los requisitos y se concluye la viabilidad.
 - c) Definición de las características de las tareas. Se formalizan las definiciones obtenidas en la etapa (a)
2. Desarrollo de prototipos: Se realizan los prototipos para discutir con el usuario.
 - a) Concepción de la solución de los subproblemas. Se toma el producto obtenido en la etapa 1 y se ve cómo implementar el sistema.
 - b) Adquisición de conocimientos. El ingeniero del conocimiento adquiere el mismo a nivel de detalle.
 - c) Formalización de los conocimientos. Se le da forma a los conocimientos obtenidos en el punto (2b).
 - d) Selección de la herramienta de implementación. Se busca la herramienta para armar el SBC
 - 1) Herramientas específicas para SBC
 - Costo de la herramienta alto.
 - Costo de desarrollo bajo.
 - Dependencia total hacia la herramienta.
 - 2) Herramientas tradicionales
 - Costo de la herramienta bajo.
 - Costo de desarrollo alto.
 - No hay limitaciones por parte de la herramienta.
 - e) Validación del prototipo. Se muestra el prototipo al usuario quien lo evalúa y determina si el conocimiento es correcto o no.

- f) Nuevo prototipo. Se define que funcionalidad se va a agregar al prototipo para generar un nuevo prototipo. Se vuelve al paso (2b).
3. Integración al Sistema: Se busca la integración del SBC con los demás sistemas de la empresa.
- a) Requisitos de la integración. Se obtienen las interfaces con los demás sistemas.
 - b) Implementación y evaluación. Se implementan las interfaces.
 - c) Aceptación. El usuario da el visto bueno final.
4. Mantenimiento.
- Puede ser:
- Correctivo: Se corrigen los errores detectados en producción
 - Perfectivo: Agrega funcionalidad. En el SBC se agregan conocimientos a la base.
- a) Mantenimiento del sistema global.
 - b) Mantenimiento de la base de conocimientos.
 - c) Adquisición de nuevos conocimientos.
5. Transferencia Tecnológica: En paralelo con la etapa 4.
- a) Transferencia tecnológica – capacitación. Lograr que se comienza a usar el sistema y capacitar a usuario.
 - b) Documentación. Se arma la documentación del sistema (técnica, funcional).

4 Conocimientos

Conocimiento: conjunto de hechos y principios acumulados por la humanidad, o el acto, hecho o estado de conocer. Es la familiaridad con el lenguaje, conceptos, procedimientos, reglas, ideas, abstracciones, lugares, costumbres y asociaciones, unida a la habilidad de utilizar estas nociones en forma efectiva para modelar diferentes aspectos del universo que nos rodea.

Información: todo aquello que incrementa nuestro conocimiento.

4.1 Niveles

- **Dato**
 - Es la información vista como símbolos.
 - Es independiente del significado y del idioma.
- **Noticia**
 - Depende del idioma.
 - Se interpreta la información.
- **Conocimiento**
 - Se le da un fin práctico.

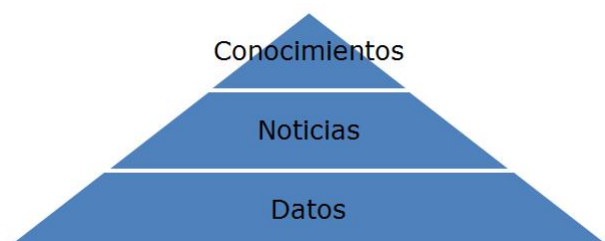


Figura 3: Niveles de información

4.2 Clasificación

- **Declarativos:** sentencias acerca de los hechos del mundo que nos rodea.
- **Procedurales o procedimental:** se refiere a la forma de realizar una cierta tarea, los pasos a seguir.
- **Heurísticos:** tipo especial de conocimiento usado por los humanos para resolver problemas complejos. Se entiende por “heurístico” a un criterio, estrategia, método o truco utilizado para simplificar la solución de problemas.

4.3 Formas de Alimentar la Base de Conocimientos

4.3.1 Extracción

Es obtener el conocimiento de medios escritos (libros, publicaciones, *papers*) mediante el 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”, “mide”)

4.3.2 Educción

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

4.4 Tipos de Entrevista

- **Abierta:** No está completamente pensada de antemano. No se tiene detalle de las preguntas.
- **Estructurada:** No sólo se saben de antemano los objetivos de la entrevista sino que conoce el detalle de las preguntas que se harán.

5 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.

5.1 Selección

5.1.1 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.

5.1.2 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.

5.1.3 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.

5.1.4 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 50 % de chance de colocar una segunda copia.

5.2 Reproducción

Consiste en el intercambio de material genético entre dos cromosomas.

5.2.1 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 $1 = 8$, y eligiendo 3 como el punto de cruce se intercambian los segmentos de cromosoma separados por este punto.

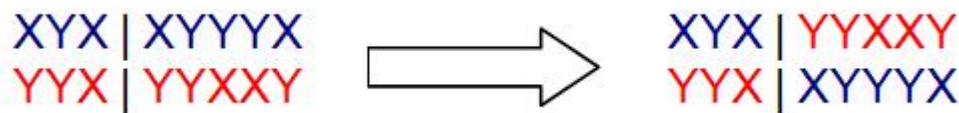


Figura 4: Cruza simple

5.2.2 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.

5.2.3 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:

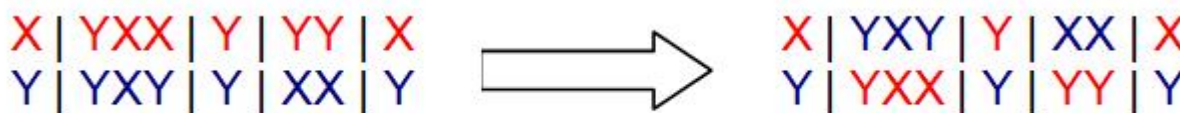


Figura 5: Cruza multipunto

5.2.4 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.

5.3 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.

6 Sistemas de Producción

Sistema de Producción: permite resolver problemas basados en estados.

Grafos:

- Implícito: grafo completo de todas las posibilidades de cambios de estado.
- Explícito: subgrafo del grafo implícito.

Un Sistema de Producción está formado por tres componentes:

6.1 Base de Datos Global (BDG)

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

El ejemplo de la BDG podría ser una matriz de 3 X 3.

6.2 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.

6.3 Estrategia de Control

Es el algoritmo que permite obtener qué reglas se van a aplicar y en qué 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: posee información dependiente del problema.
- Tentativo: posee guarda información de los estados por los que pasó, para volver a buscar una solución distinta.
- Admisible: la primer solución que encuentra es la mejor posible.
- Eficaz: siempre encuentra una solución.
- Eficiente: utiliza la menor cantidad de recursos posibles.

	PA	PP	HC	A*	Descensos iterativos
Informado			Si	Si	
Iterativo			No	Si	
Admisible	Si	No	No	Si	
Eficaz	Si				
Eficiente	No				

6.3.1 Primero a lo Acho (PA)

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

Algoritmo 1 Breadth-First

CLAUSES

Sol([X|_]) :- condterm(X), !.

Sol([X|_]) :- findall(y, regla(x,y), Ly), append(L, Ly, Ln), sol(Ln).

Sol([_|L]) :- sol(L). /* descarta base sin solución */

GOAL

Sol([f([b,n,b],0,0)])

6.3.2 Primero en Profundidad (PP)

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

Algoritmo 2 Depth-First

CLAUSES

Sol([X|_]) :- condterm(X), !.

Sol([X|_]) :- findall(y, regla(x,y), Ly), append(Ly, L, Ln), sol(Ln).

Sol([_|L]) :- sol(L). /* descarta base sin solución */

GOAL

Sol([f([b,n,b],0,0)])

6.3.3 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.

6.3.4 A*

Este método es similar a PA, pero utiliza una función de evaluación formada por la suma de dos funciones.

$$F = \underbrace{\quad}_G + \underbrace{\quad}_H$$

tiene un valor calculable función heurística

Algoritmo 3 A*

sol([X|_]) :- condterm(X), !.

sol([X|L]) :- findall(y, regla(x,y), Ly), append(Ly, L, Ln), ord(Ln, L0), sol(L0).

/* ord : ordena la lista según la función "f" */

sol([_|L]) :- sol(L).

6.3.5 Descensos Iterativos

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

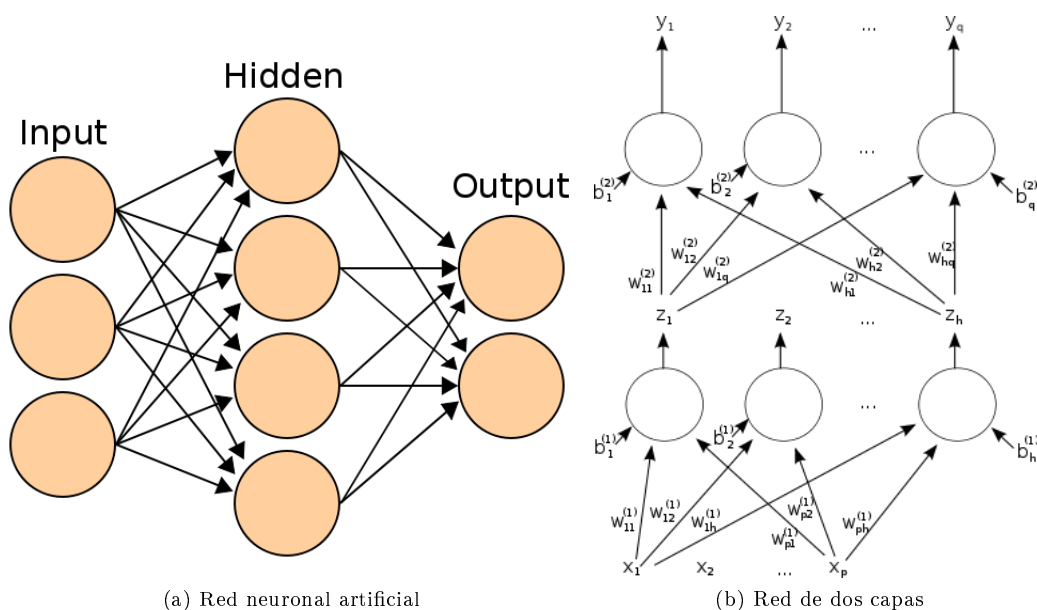
7 Redes Neuronales

Red neuronal: modelo matemático o computacional que está inspirado en la estructura y aspectos funcionales de redes neuronales biológicas.

Una red neuronal consiste en un grupo de neuronas interconectadas, que forman “capas”, que procesan la información.

Sinapsis: Relaciona la salida de una neurona con la entrada de otra. Estas sinapsis almacenan parámetros o “pesos” que manipulan la información. Hay 3 tipos de parámetros:

- El patrón de interconexión entre distintas capas de neuronas.



- El proceso de entrenamiento para actualizar el peso de la interconexión.

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, si no 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.
- La función de activación que convierte la entrada de una neurona a su salida. Esta función en general no es lineal y acota los valores de salida.

Función Escalón	Función Sigmoide
$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & \text{si } 1 \leq x \leq \infty \end{cases}$	$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$

7.1 Perceptrón

Perceptrón: Red más elemental. Consta de una sola neurona con n cantidad de entradas. El perceptrón sirve para resolver problemas que son linealmente separables.

Función de activación: Función escalón.

7.2 Aplicaciones

- Aproximación de funciones o análisis regresivo
- Clasificación (reconocimiento de patrones)
- Procesamiento de datos (filtros, compresión)
- Robótica
- Detección de objetos en imágenes. Cada punto de la imagen es una entrada. Las salidas son los posibles elementos que puede detectar la red.

8 Lógica Difusa

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

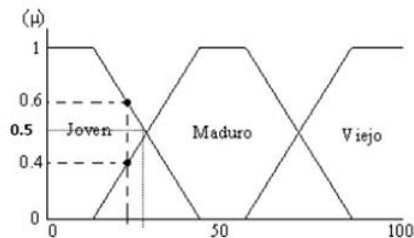


Figura 6: Lógica difusa

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.

8.1 Funciones de Membresía (μ)

Indican qué tanto una variable pertenece al conjunto.

8.2 Operadores de la Lógica Difusa

AND	OR	NOT																																
$\mu_1 \wedge \mu_2 = \mu_3$ $\mu_3 = \min(\mu_1, \mu_2)$	$\mu_1 \vee \mu_2 = \mu_3$ $\mu_3 = \max(\mu_1, \mu_2)$	$not(\mu_1) = \mu_2$ $\mu_2(x) = 1 - \mu_1(x)$																																
Tabla de verdad:	Tabla de verdad:																																	
<table><tr><td></td><td>0</td><td>0.5</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0.5</td><td>0</td><td>0.5</td><td>0.5</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0.5</td><td>1</td></tr></table>		0	0.5	1	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0.5	1	0	0.5	1	<table><tr><td></td><td>0</td><td>0.5</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0.5</td><td>1</td></tr><tr><td>0.5</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>		0	0.5	1	0	0	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	
	0	0.5	1																															
0	0	0	0																															
0.5	0	0.5	0.5																															
1	0	0.5	1																															
	0	0.5	1																															
0	0	0.5	1																															
0.5	0.5	0.5	1																															
1	1	1	1																															

8.3 Propiedades

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

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