

Introducción a los Sistemas Inteligentes



Ing. Juan Bernardo Ceballos (M.Sc.)

Septiembre 2022

Juan Bernardo Ceballos Muñoz

- Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones **MSc MBA**
- **Schlumberger**
Colombia, Italia, Venezuela, Brasil, Tailandia, Túnez y Nigeria.
- **Canadoil**
Tailandia
- **Baker Hughes**
Brasil, Qatar y Arabia Saudita
- **ANH**
- Par evaluador **Colciencias**
- **UFRJ**
- **IEEE**



Contenido

Capítulo 1. Generalidades

- ☐ Definición y concepto de inteligencia artificial
- ☐ Agentes inteligentes
- ☐ Data mining

Capítulo 2. Contextos de aplicación

- ☐ Aprendizaje de máquina
- ☐ Aprendizaje supervisado
- ☐ Árboles de decisión
- ☐ Modelos lineales
- ☐ Evaluación de sistemas inteligentes

Contenido

Capítulo 3. Arquitecturas para sistemas inteligentes

- ☐ Redes neuronales
- ☐ Procesamiento de lenguaje natural

Capítulo 4. Aplicación de sistemas inteligentes

- ☐ Inteligencia artificial y sistemas expertos
- ☐ Ingeniería del conocimiento
- ☐ Programación declarativa

Evaluación

| CONCEPTO | PORCENTAJE |
|-------------------------|------------|
| Proyecto Primer Parcial | 30 |
| Segundo Parcial | 30 |
| Tercer parcial | 40 |

Inteligencia artificial

Inteligencia → “Concepto difícil de definir”

Capacidad de generar nueva información combinando la que recibimos del exterior con aquella de la que disponemos en nuestra memoria.

La palabra proviene del latín.

Inteligencia = intelligere = intus (entre) + legere (escoger)

“ Persona que sabe elegir ”

Deep learning & machine learning

<https://www.youtube.com/watch?v=lTd9RSxS9ZE>

MIT

Aprendizaje de máquina

- ❑ Obtener conocimiento a partir de datos
- ❑ **Inteligencia artificial** es Consumir lo aprendido en Machine Learning
- ❑ Deep Learning distintas capas en redes neuronales (GPU)

Aplicaciones

- Entendiendo las estrellas
- Encontrando planetas distantes
- Descubriendo nuevas partículas
- Analizando secuencias de ADN
- Proporcionar tratamientos al cáncer de forma personalizada

Aprendizaje supervisado

- Entregar entradas y salidas deseadas.
- Máquina produce algoritmo
- Predicciones para nuevas entradas.
- Ejemplos
 - Reconocer escritura a mano
 - Diagnóstico de tumores
 - Actividad fraudulenta en tarjetas de crédito

Aprendizaje NO supervisado

- Solamente la entrada es conocida
- No se entrega datos de salida
- Ejemplos:
 - Identificación de tópicos en blogs
 - Segmentando clientes en grupos por preferencias
 - Detectando patrones anormales de acceso

Computación inteligente

Introducción a la Computación Inteligente

Inteligencia

El comportamiento inteligente posee capacidades mentales para resolver problemas:

1. Percibir,
2. Razonar,
3. Aprender,
4. Comunicarse.

Computación Inteligente

Inteligencia

Otras definiciones.

| | |
|-------------------------|---|
| Ch. Spearman | Capacidad unitaria para resolver problemas y crear nuevos contenidos ² |
| H. J. Eysenck | Vinculó la inteligencia biológica con el procesamiento neuronal eficiente ² |
| L. G. Humphreys | Conjunto de habilidades para adaptarse al entorno ³ |
| H. Gardner | Capacidad de resolución de problemas y la elaboración de productos que sean valorados ³ |
| L. S. Gottfredson | Capacidad mental general que incluye la habilidad de razonar, planificar, resolver problemas, pensar en abstracto, comprender ideas complejas, aprender rápido y aprender de la experiencia, que es más que una destreza académica o del aprendizaje por medio de libros ³ |
| Alfred Binet | El juicio, también llamado "sentido común", "sentido práctico", "Iniciativa", la facultad de adaptarse a las circunstancias ... auto crítica. ⁴ |
| David Wechsler | La capacidad agregada o global del individuo de actuar con propósito, de pensar racionalmente y de manejar chessmente su entorno. ⁵ |
| Cyril Burt | Capacidad cognitiva innata ⁶ |
| Linda Gottfredson | La capacidad de lidiar con la complejidad cognitiva ⁷ |
| Starnberg y Salter | Comportamiento adaptativo dirigido a metas ⁸ |
| Houven Foucaultain | La teoría de la modificación cognitiva estructural describe la inteligencia como "la propensión única de los seres humanos a cambiar o modificar la estructura de su funcionamiento cognitivo para adaptarse a los cambios de una situación a lo largo de la vida" ⁹ |
| Legg y Hutter | "La inteligencia mide la capacidad de un agente para alcanzar los objetivos en una amplia gama de entornos" que ha sido matemáticamente formalizado ¹⁰ |
| Alexander Wiseman-Gross | $F = T \vee S$ ¹¹ |

Computación inteligente

Inteligencia Artificial

El problema radica en dotar a la maquina con la forma de inteligencia humana.



Computación inteligente

Inteligencia Artificial

Es el estudio del comportamiento inteligente implementado en las máquinas.



Objetivo de la Inteligencia Artificial

Desarrollar máquinas que tengan un comportamiento inteligente igual o superior al de los humanos.

Computación inteligente

Inteligencia Artificial o Computación Inteligente

Para Nils John Nilsson son **cuatro los pilares** básicos de la inteligencia artificial:

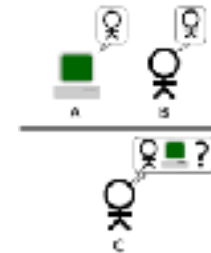
- ✓ Algoritmos genéticos (análogo al proceso de evolución biológica de las cadenas de ADN).
- ✓ Redes neuronales artificiales (análogo al funcionamiento físico del cerebro de animales y humanos).
- ✓ Fuzzy Logic (Razonamiento mediante una lógica formal análogo al pensamiento abstracto humano).
- ✓ Búsqueda del estado requerido (objetivo) en el conjunto de los estados producidos por las acciones posibles o experiencias vividas.



Computación inteligente

Historia de la Inteligencia Artificial

Orígenes en **1950** con el trabajo de Alan Turing, el matemático británico que diseñó el primer computador electrónico digital y funcional del mundo en los años 1940, también conocido por el “test de Turing”.



El término IA fue inventado en **1956** por John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon en la Conferencia de Dartmouth USA.

“En Dartmouth se hicieron previsiones triunfalistas a diez años”

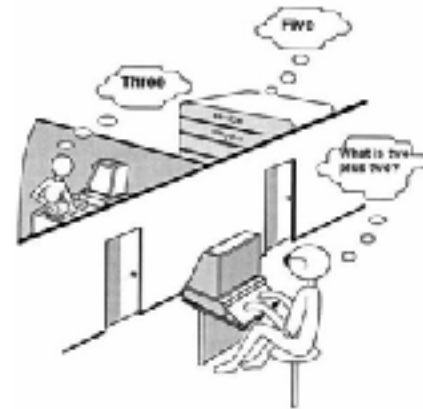
Computación inteligente

Prueba de Turing:

“Prueba del evaluador de conversaciones”

Esta prueba no evalúa el conocimiento de la máquina en cuanto a su capacidad de responder preguntas correctamente, solo se toma en cuenta la capacidad de ésta de generar respuestas similares a las que daría un humano.

«Existirá Inteligencia Artificial cuando no seamos capaces de distinguir entre un ser humano y un programa de computadora en una conversación a ciegas».



Computación inteligente

Historia de la Inteligencia Artificial

1940/50:

- Programas que resuelven tareas básicas de razonamiento (jugar al ajedrez / jugar a las damas / probar teoremas geométricos).
- Primeros modelos de neuronas artificiales (McCulloch/Pitts).
- En 1959 Frank Rosenblatt introduce el Perceptrón.

Computación inteligente

Historia de la Inteligencia Artificial

1960/70:

- Conjuntos difusos (Lofti Zadeh).
- Primeros sistemas expertos (maquinas sin sentimientos) (Dendral, Prospector, Mycin)
- En 1974 Edward Shortliffe escribe su tesis con MYCIN, uno de los Sistemas Expertos más conocidos, que asistió a médicos en el diagnóstico y tratamiento de infecciones en la sangre.

Computación inteligente

Historia de la Inteligencia Artificial

1980:

- Aplicaciones comerciales de los sistemas expertos
- Proyecto de software de “quinta generación de computadoras” en Japón

1990 hasta hoy:

- Regreso de las redes neuronales
- Modelos de incertidumbre (cadenas de Markov, redes Bayesianas)
- Agentes inteligentes (robots autónomos, sistemas multiagente)

Computación inteligente

Lotfi Zadeh propuso la definición de Soft Computing, 1981.

"Básicamente, Soft Computing no es un cuerpo homogéneo de conceptos y técnicas. Mas bien es una mezcla de distintos métodos que de una forma u otra cooperan desde sus fundamentos. En este sentido, el principal objetivo es aprovechar la tolerancia que conllevan la imprecisión y la incertidumbre, para conseguir manejabilidad, robustez y soluciones de bajo costo"

Computación inteligente

Hard Computing

Computación dura basada en lógica binaria, sistemas completos, análisis numérico, modelos completos y software nítido.

Soft Computing

Es una rama de la Inteligencia Artificial que engloba diversas técnicas empleadas para solucionar problemas que manejan información incompleta, con incertidumbre y/o inexacta.

Basada en lógica difusa, redes neuronales y razonamiento probabilístico.

Computación inteligente

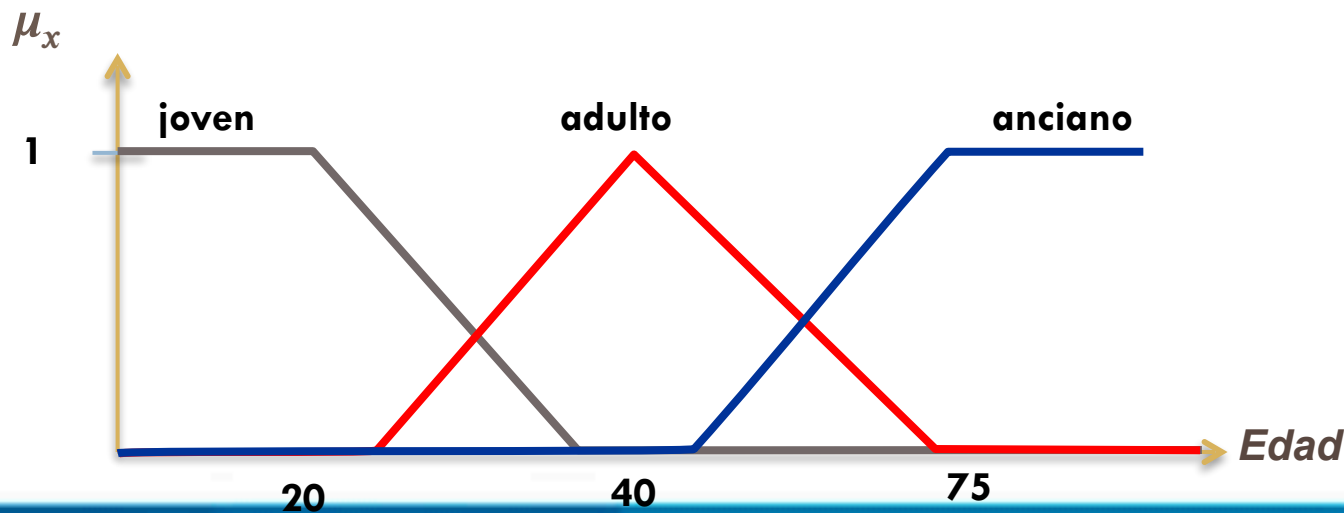
Computación suave

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Soft} & & \text{Evolutionary} & & \text{Neural} & & \text{Fuzzy} \\ \text{Computing} & = & \text{Computing} & + & \text{Networks} & + & \text{Logic} \\ \\ \text{Zadeh} & & \text{Rechenberg} & & \text{McCulloch} & & \text{Zadeh} \\ 1981 & & 1960 & & 1943 & & 1965 \\ \\ & & \text{A.G} & & & & \\ & & \text{John Holland} & & & & \\ & & 1975 & & & & \end{array}$$

Lógica difusa

La lógica difusa se inició en 1965 por Lotfi A. Zadeh de la Universidad de California en Berkeley.

Permite trabajar información con alto grado de imprecisión, en esto se diferencia de la lógica convencional que trabaja con información bien definida y precisa. **Usada en toma de decisiones.**



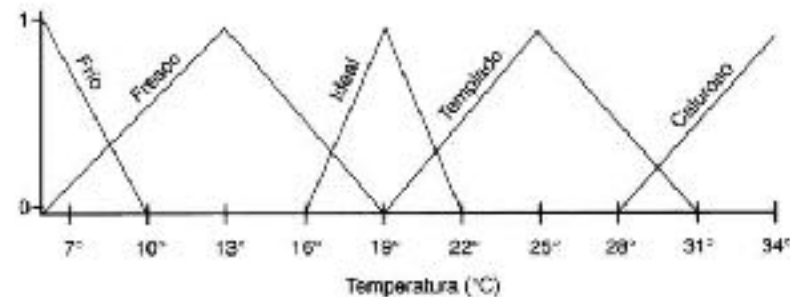
Lógica difusa

Frases como: "Nos vemos luego", "no me siento muy bien", son expresiones difusas, decimos que son difusas porque son diferentes interpretaciones que damos a "luego", "muy bien".

Por ejemplo "luego", para el análisis de fenómenos rápidos en ingeniería puede ser del orden de nanosegundos, pero para paleontólogos del orden de miles de años.

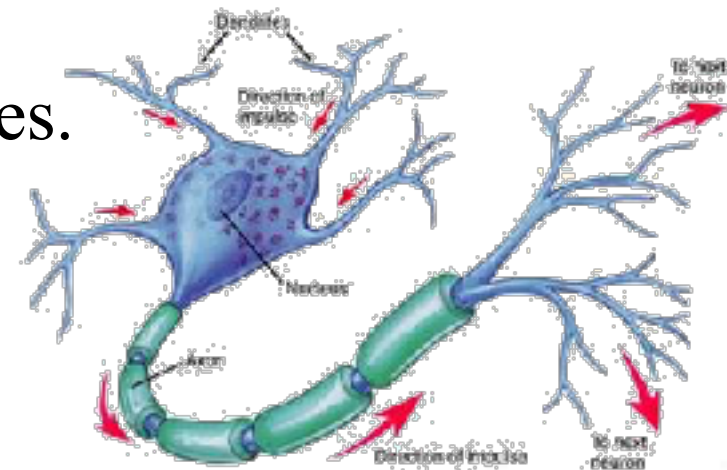
Muy frio, frio, tibio, caliente, templado

$[T_{min}, T_{max}] = [0, 1]$



Redes neuronales artificiales

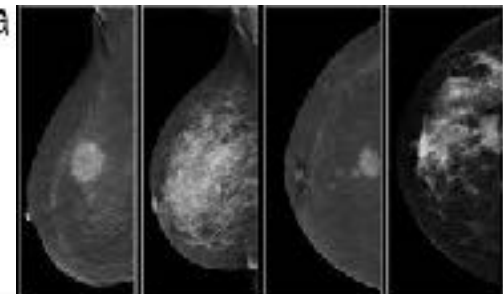
- ❑ Comienzan a desarrollarse a finales de los años 60.
- ❑ La neurona artificial es un modelo inspirado en el funcionamiento del cerebro humano con su gran cantidad de interconexiones y paralelismo.
- ❑ Algoritmos matemáticos no lineales.
- ❑ Sirven para **predecir y clasificar**.



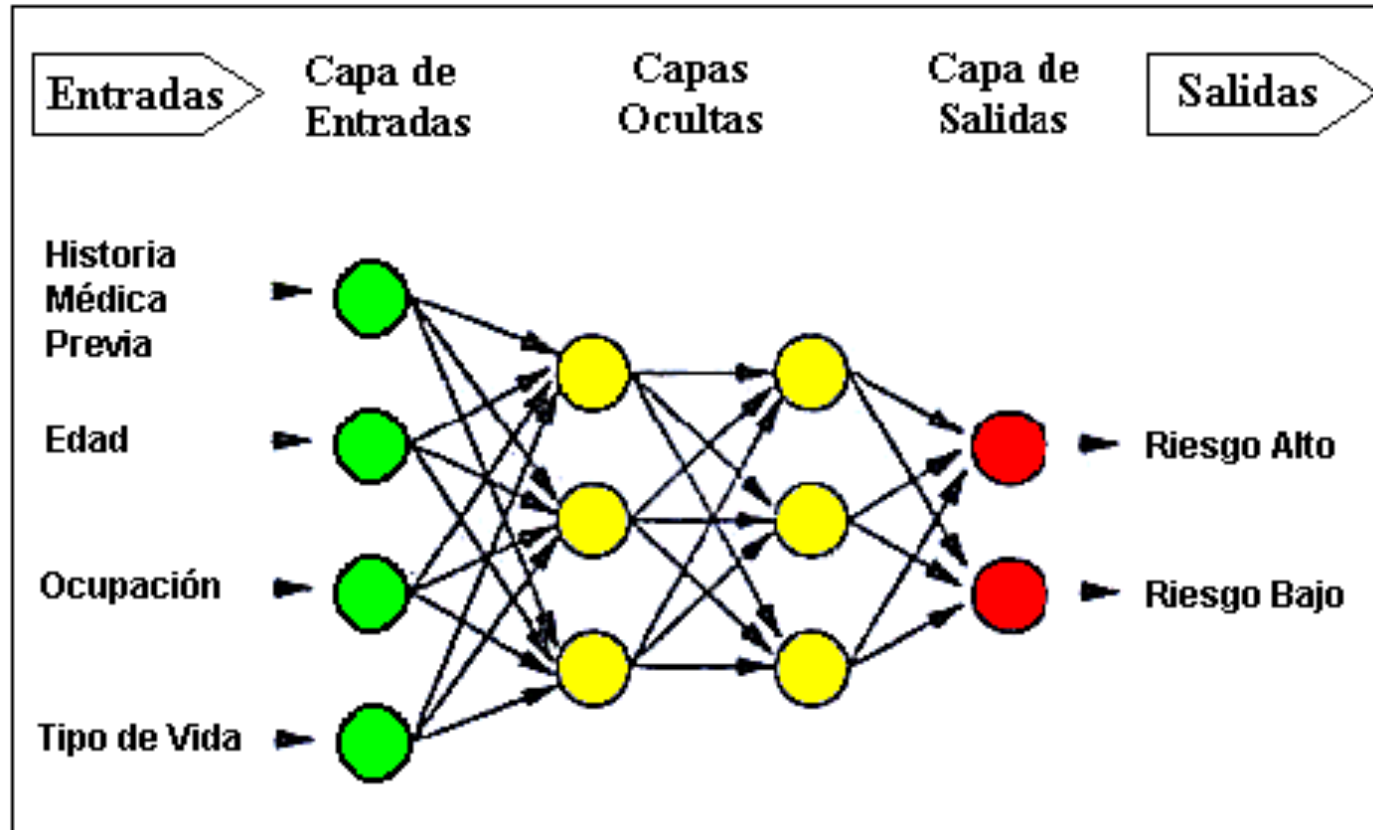
Redes neuronales artificiales

Ejemplo 1: Diagnostico de Imágenes médicas

- 1) Durante la fase de entrenamiento el sistema **recibe imágenes de tejidos que se sabe** (aprendizaje supervisado) son cancerígenos y tejidos que se sabe son sanos
- 2) Una vez entrenado el sistema podrá **recibir imágenes de tejidos no clasificados** y obtener su **clasificación sano/no sano** con un buen grado de seguridad.
- 3) Las **variables de entrada** pueden ser :
 - a) los puntos individuales de cada imagen
 - b) un vector de características de las mismas que se puedan incorporar al sistema :
 - i. procedencia anatómica del tejido de la imagen
 - ii. a edad del paciente al que se le extrajo la muestra
 - iii. Analisis clínicos adicionales

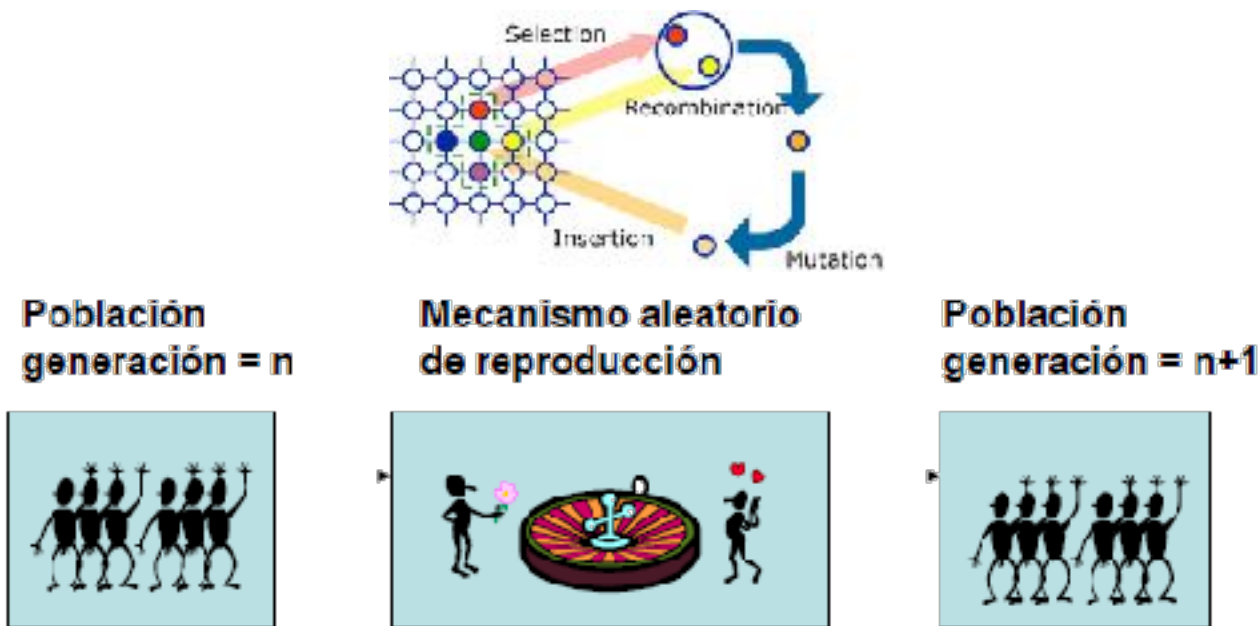


Redes neuronales artificiales



Computación evolutiva

Los algoritmos genéticos (AG), son algoritmos de **búsqueda y optimización** basados en los mecanismos de selección natural y genética. Exactamente evolución biológica.



Computación evolutiva

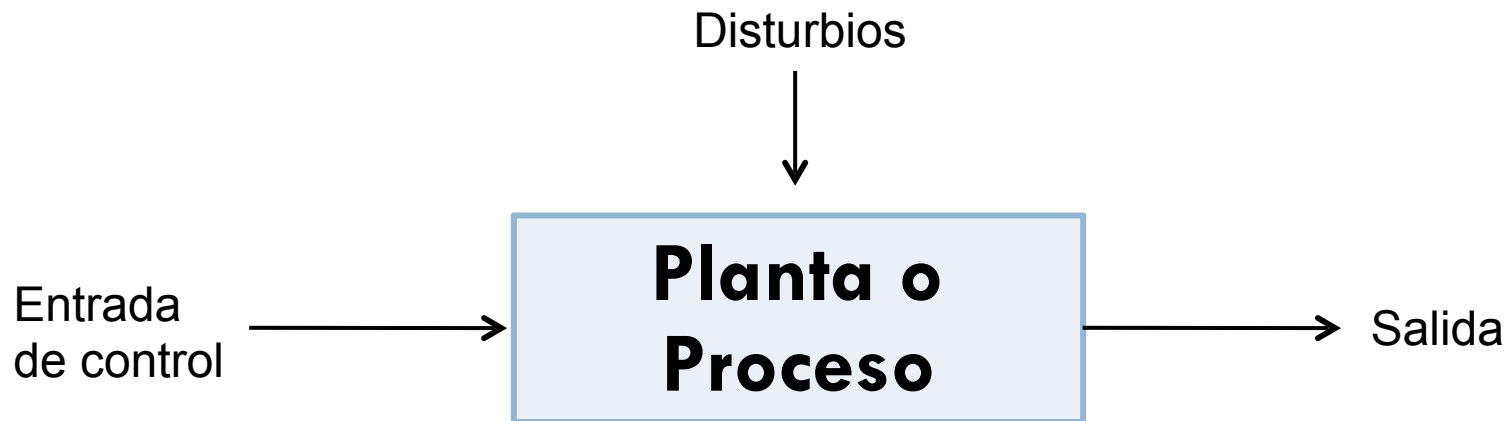
NASA ST5

Esta forma complicada fue encontrada por un programa evolutivo del diseño de computadora para crear el mejor patrón de la radiación. Se conoce como una antena evolucionada.



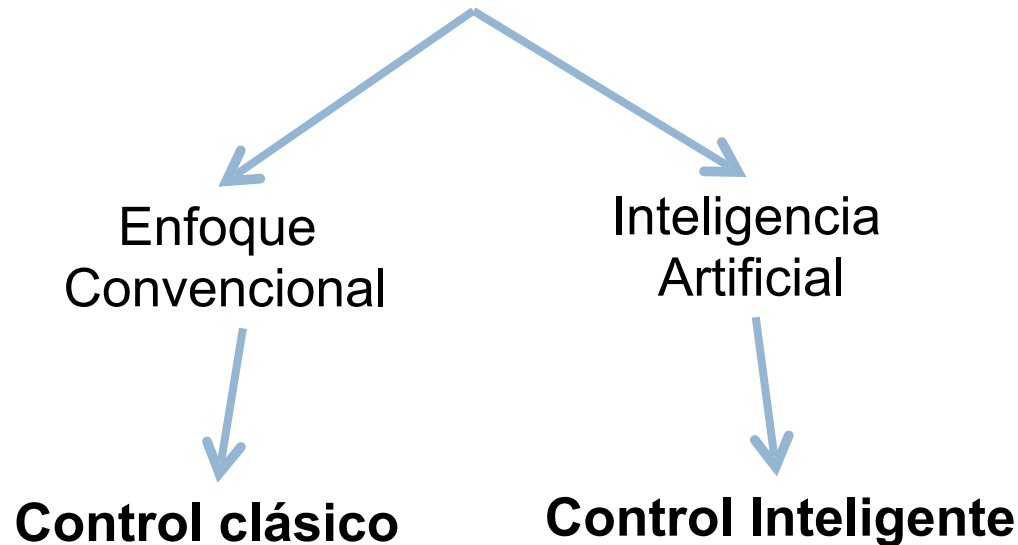
Sistemas de control

Control: Capacidad de influenciar un sistema de forma que se logre un comportamiento deseado.



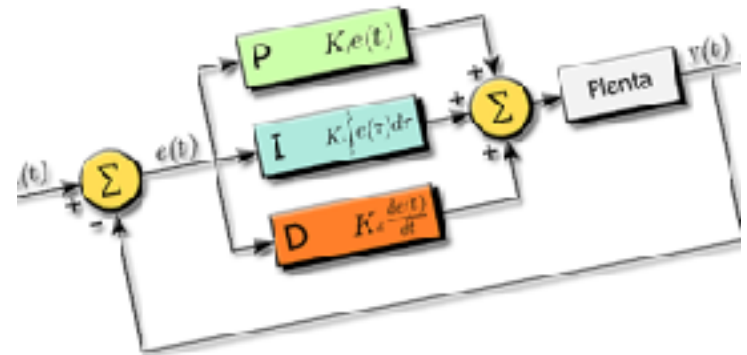
Sistemas de control

La obtención del **algoritmo de control** puede abordarse desde distintas perspectivas:



Sistemas de control

- ✓ Lógica difusa
- ✓ Redes neuronales
- ✓ Algoritmos genéticos



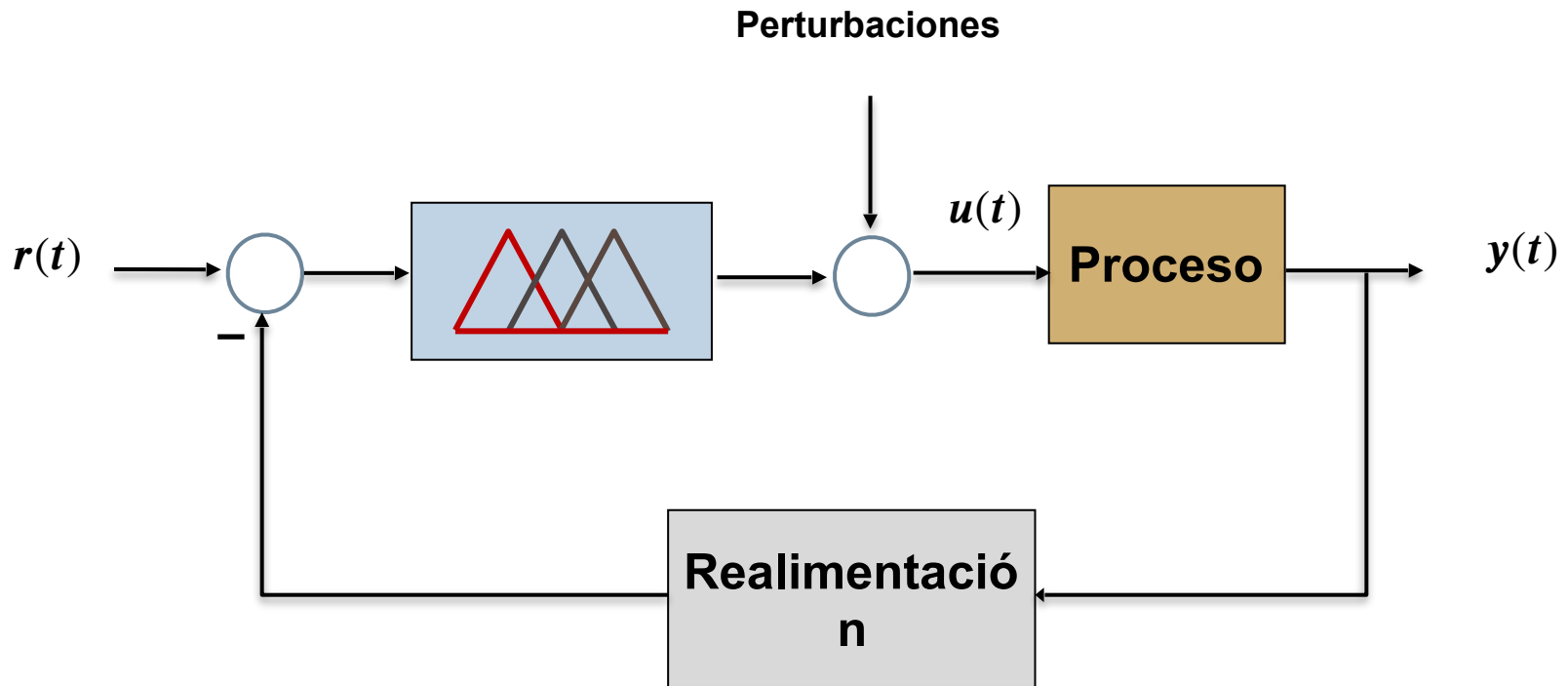
El Control Inteligente surge cuando al diseñar o implementar el controlador se utiliza alguna técnica bio-inspirada normalmente del ámbito de la Inteligencia Computacional (RNA, LD, AG)

Cuando usar sistemas de control con IA

- ❑ Sistemas complejos: plantas no lineales, orden elevado, con parámetros internos variantes en el tiempo, dependientes del entorno, etc.
- ❑ Incertidumbre en el modelo: modelos mal definidos, falta de información. Modelos no conocidos.
- ❑ La descripción analítica exacta de esos sistemas es inabordable o conlleva excesiva complejidad computacional.

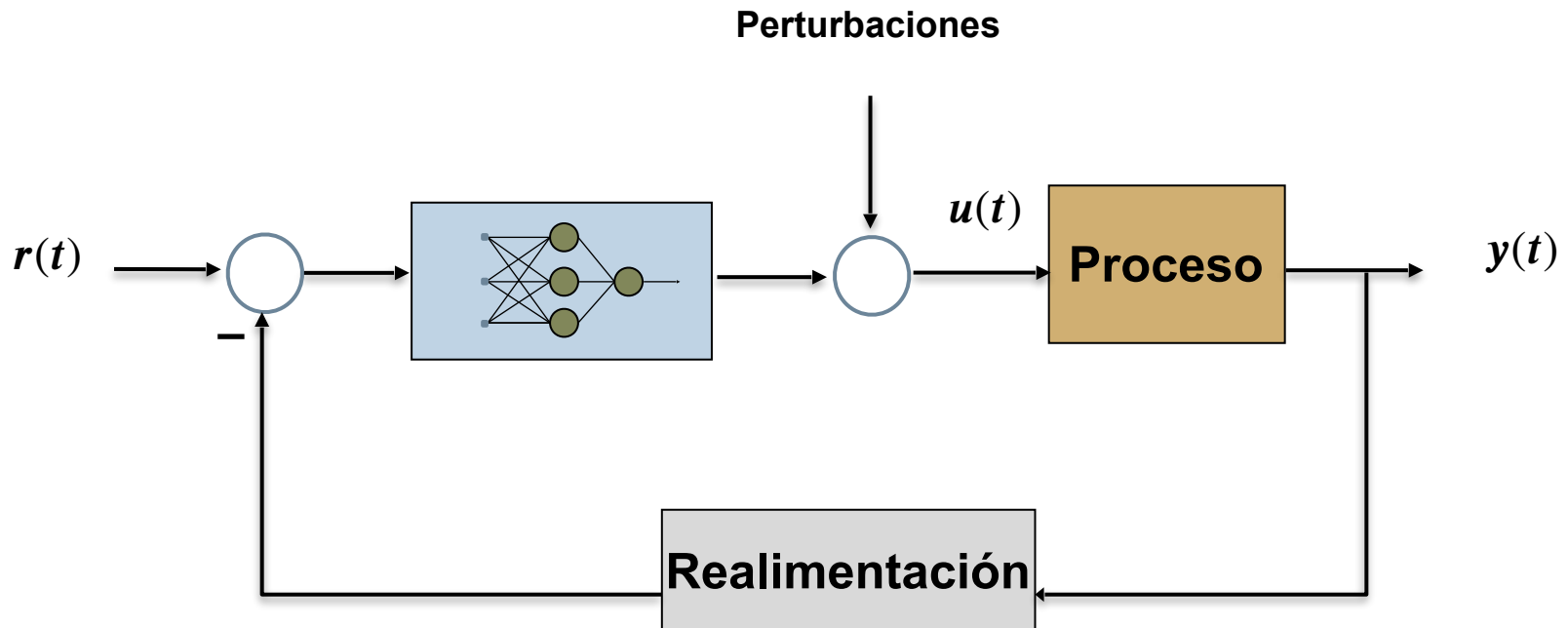
Sistemas de control con LD

Fuzzy Logic



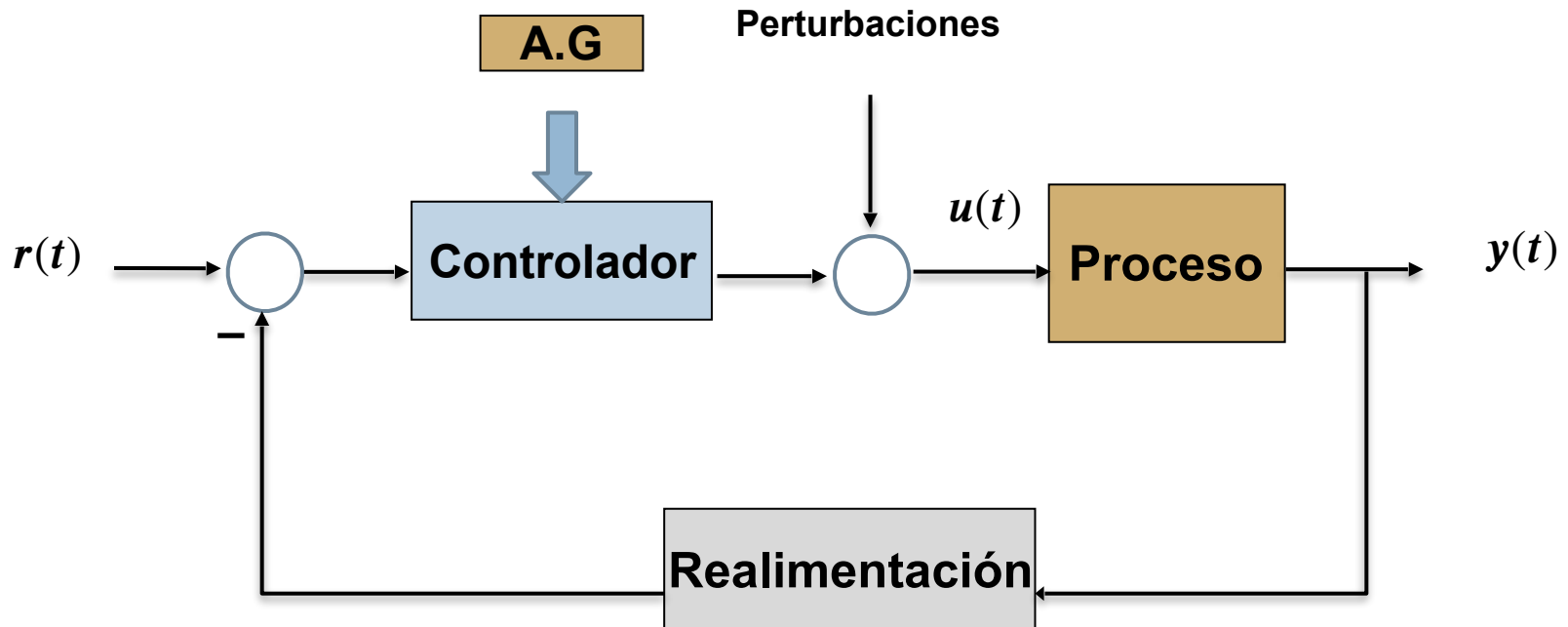
Sistemas de control con RNA

Redes Neuronales Artificiales



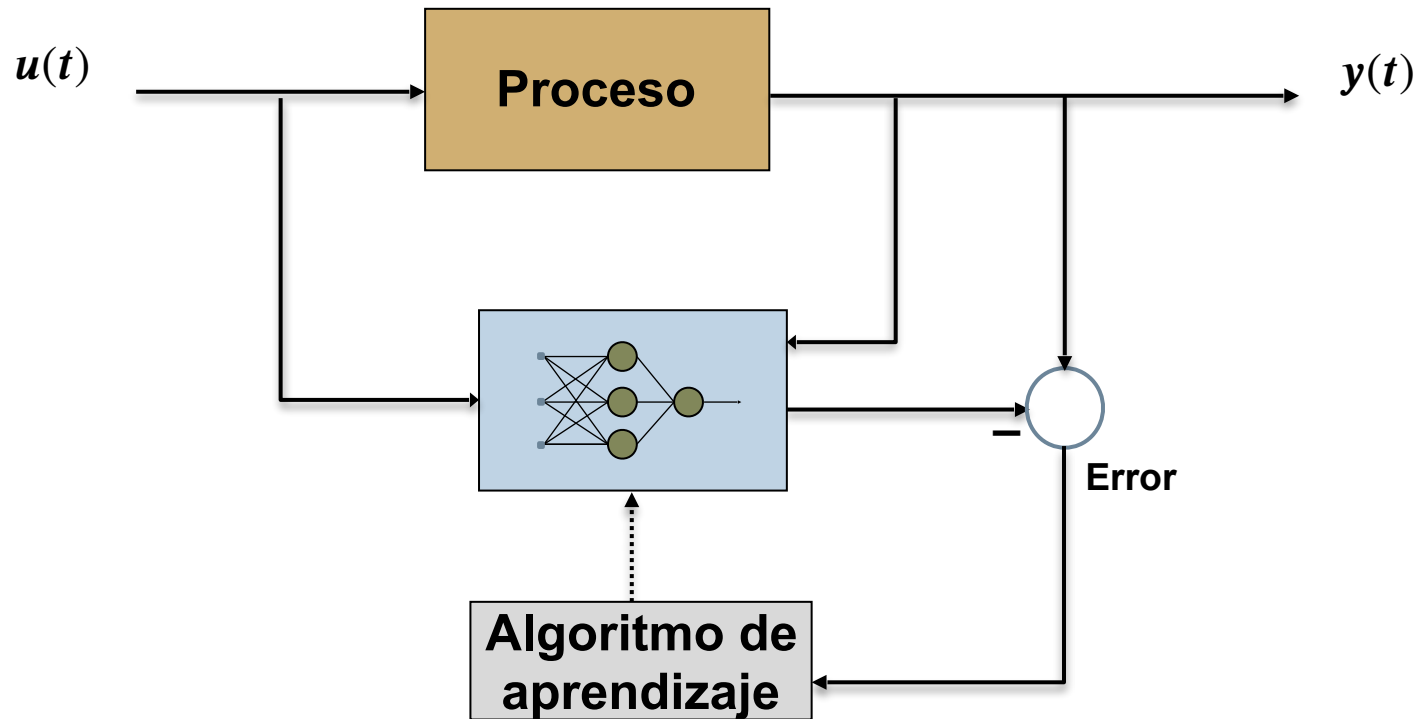
Sistemas de control con AG

Algoritmos genéticos



Sistemas de control con AI

Identificación de sistemas



Conclusiones

- ✓ Las redes neuronales permiten predecir y clasificar elementos de acuerdo al entrenamiento previo.
- ✓ Los algoritmos genéticos son herramientas de búsqueda u optimización de una característica para un individuo.
- ✓ La lógica difusa se usa en la toma de decisiones basado en el lenguaje cualitativo de las personas.

Conclusiones

- El control inteligente está siendo aplicado a la robótica, la manufactura, el control de procesos, la medicina, la milicia y en la internet.
- Las técnicas más relevantes en el campo del control inteligente son la lógica difusa, las redes neuronales, los algoritmos genéticos y técnicas híbridas.

Bibliografía

Moises Barrio Andres. Internet de las Cosas. Editorial: Reus. 2018

Adrian McEwen y Hakim Cassimally. Internet de las cosas – La tecnología revolucionaria que todo lo conecta. Editorial: Anaya. 2014.

Fundación Bankinter. El internet de las cosas – En un mundo de objetos inteligentes. Editorial: Fundación de Innovación Bankinter. 2011

Mario Tascón y Arantza Coullant. Big Data y el Internet de las Cosas. Editorial: Siglo del hombre. Primera edición. 2016

Pang-Ning Tan, Michael Michael Steinbach Steinbach & Vipin Kumar:
Introduction to Data Mining
Addison-Wesley, 2006.

Jiawei Han & Micheline Micheline Kamber:
Data Mining: Concepts Concepts and Techniques Techniques
Morgan Kaufmann Kaufmann, 2006. 2006.

Stuart Russell & Peter Stuart Russell & Peter Norvig:
Artificial Intelligence: A Modern Approach
Prentice Prentice-Hall, 3 Hall, 3rd edition, 2009

Nils J. Nilsson
The Quest for Artificial Intelligence
Cambridge University Press, 2009

William F. William F. Clocksin Clocksin
& Christopher S. & Christopher S. Mellish Mellish:
Programming in Prolog
Springer, 5th edition, 2003

Preguntas



Gracias...