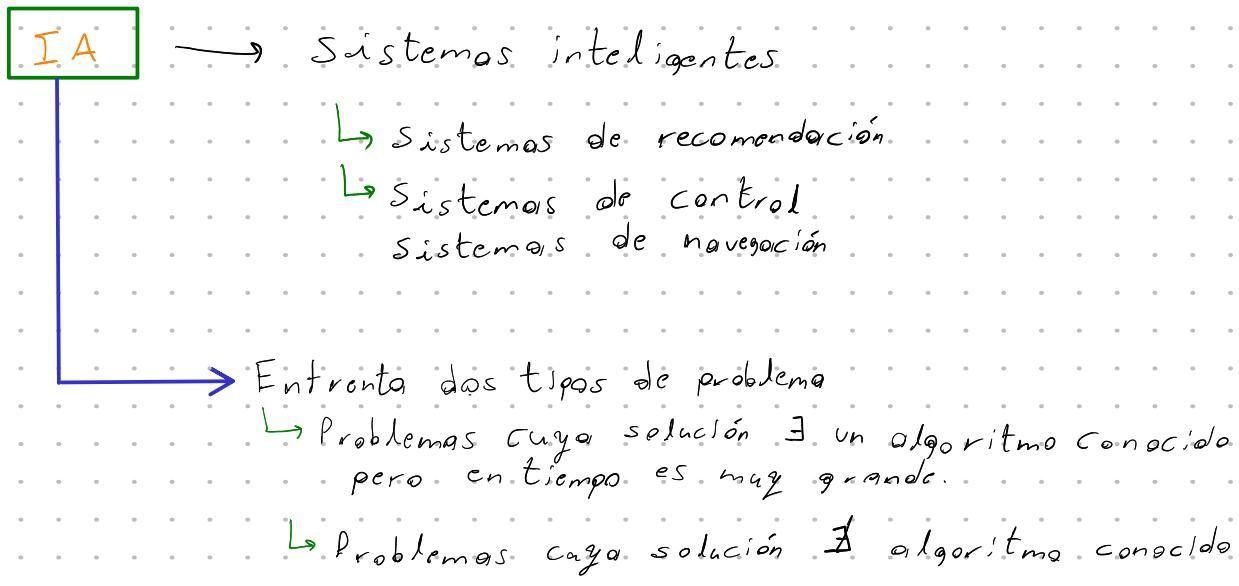


↳ Asociado a:

IA  
Cómputo Inteligente



Ejemplo

Travel Salesman Problem TSP

Inv. Problema de la Mochila

Calculo de minimos en la f de Griewank

Propósito de la IA

↳ Resolver problemas humanos (sist int)

↳ Comprensión de inteligencia humana posible

¿Qué es la IA?

↳ Un "programa inteligente" es uno que muestra un comportamiento al humano cuando se enfrenta a un problema

↳ "Si durante el intercambio entre una computadora y el usuario este último cree que está intercambiando con otro humano, entonces se dice que el programa es inteligente"

Test de Turing.

## En resumen:

Los investigadores de IA tienen fundamentalmente dos propósitos:

- ↳ Lograr que las computadoras ejecuten tareas que usualmente cuando son resueltas por humanos, se les llama "inteligentes".
- ↳ Comprender los principios que hacen la inteligencia humana posible (para poder transferirla a las computadoras).

Problemas en los que intervienen comúnmente la IA.

Lenguaje	Conocimiento	Visión	Aprender
• Traducción	• Representación	• Datos visuales complejos	• Deducción
• Comprensión	• Adquisición	• OCR (Optical Character Recognition)	• Inducción
• Reconocimiento de voz	• Recuperación de conocimiento		• Analogía
			• Instrucción

¿Qué es el computo intelectual?

- ↳ Depende de datos numéricos suplidos por los fabricantes y no depende del conocimiento.
- ↳ A system is called computationally intelligent if it deals with low-level data such as numerical data, if it has a pattern-recognition component and if does not use knowledge as exact and complete as the AI one.

Un sistema es llamado computacionalmente intelectual si se trata de datos de bajo nivel como datos numéricos, si tiene un componente de reconocimiento de patrones y no usa el conocimiento tan exacto y completo como la IA.

i

IA



Simular  
el conocimiento  
o comportamiento  
natural

vs. Computo Intelectual!



Solución de una  
problemática sin que  
necesariamente simule  
pensamiento o comportamiento.

## $f$ de Griewank

Se utiliza a menudo en las pruebas de optimización, que se define como:

$$g(n) = 1 + \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \prod_{i=1}^n \cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right)$$

Griewank  $f$  de primer orden.

$$g: 1 + \frac{1}{4000} x_1^2 - \cos(x_1)$$

Derivando encontramos  $n$  puntos críticos de un intervalo de  $[-a, a]$

$$\frac{x_1}{2000} + \sin(x_1) = 0$$

En Segundo orden

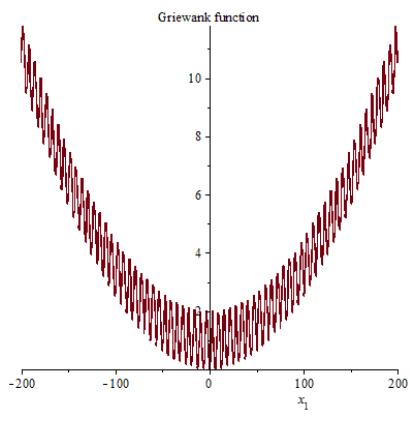
$$g: 1 + \frac{1}{4000} x_1^2 + \frac{1}{4000} x_2^2 - \cos(x_1) \cos\left(\frac{x_2}{\sqrt{2}}\right)$$

$$1 + \frac{1}{4000} x_1^2 + \frac{1}{4000} x_2^2 - \cos(x_1) \cos\left(\frac{x_2}{\sqrt{2}}\right)$$

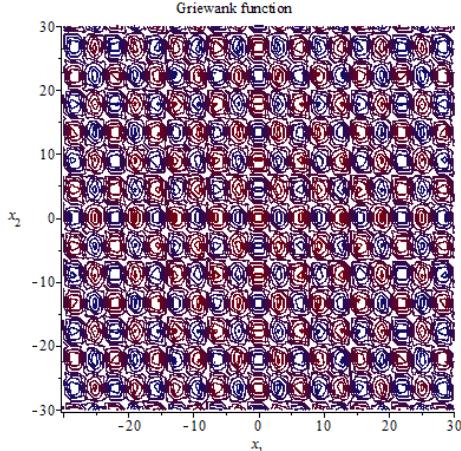
En Tercer Orden

$$g: 1 + \frac{1}{4000} x_1^2 + \frac{1}{4000} x_2^2 + \frac{1}{4000} x_3^2 - \cos(x_1) \cos\left(\frac{x_2}{\sqrt{2}}\right) \cos\left(\frac{x_3}{\sqrt{3}}\right)$$

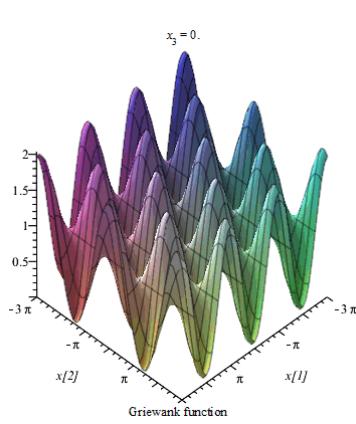
Gráfica 1<sup>er</sup> orden



Gráfica 2<sup>do</sup> Orden



Gráfica 3<sup>er</sup> Orden



Clase 2 01/10/2020

## Metáheurísticas

Define un problema

↳ Situación inicial y final

↳ Acciones posibles

Análisis del problema

↳ Aislar y representar el conocimiento

↳ Elección de técnicas de solución

## Ejemplo

Jugar ajedrez

- ↳ Check mate → Objetivo
- ↳ Movimiento legal →  $\delta$
- ↳ Estado inicial →  $c_0$
- ↳ Acciones →  $f(e_i, m) \rightarrow e_j$

En general

- ↳ Solución de problemas
- ↳ Automata finito Determinista / No determinista

↳ El problema se puede descomponer? ↳ Se puede presentar

↳ Hay reversibilidad

- ↳ Ignorables
- ↳ Recuperables
- ↳ No recuperables

↳ El universo es predecible?

- ↳ Consecuencia cierta
- ↳ Consecuencia incierta

↳ Nos interesa una solución o todas?

↳ La solución es un estado o una ruta?

↳ Estado: Clasificación

↳ Camino: Almacenamiento de la ruta

↳ Y el conocimiento?

↳ Ajedrez: + Control - Dominio

↳ Backtracking

Heurística

- ↳ Búsqueda de soluciones
- ↳ Reducir espacio de búsqueda
- ↳  $f$  objetivo
- ↳  $C$  de parámetros

metáheurísticas

↳ Dinámicos

↳ Flexibilidad

↳ Robustos

↳ Simples

↳ Descentralizados (Paralelizable)

↳ Usa ↳ Exploración (Movimiento en el espacio)  
↳ Explotación (Nueva exploración)

Clasificación

Ideas en que se basan → Bioinspirados (Naturaleza)

↳ No inspirados en la Naturaleza

Obtención de solución → Constructivo (A trozos)

↳ De mejora

Procedimiento → Estocástico  
↳ Determinista

Cantidad de soluciones → Poblacionales  
↳ De trayectoria simple

Estudio ind.

AI Cap I - IV }  
Articula section 5 }

Tarea 1  
↳ Informe escrito

Clase 3 6/10/2020

Laboratorio

RMHC / Knapsack  
— TSP

Se analizó las tareas

→ Función de Minimización

Clase 20/10/2020

RMHC → Heurística Estocástica  
↳ de Mejora

Recorrido Simulado

↳ Algoritmo de busqueda local

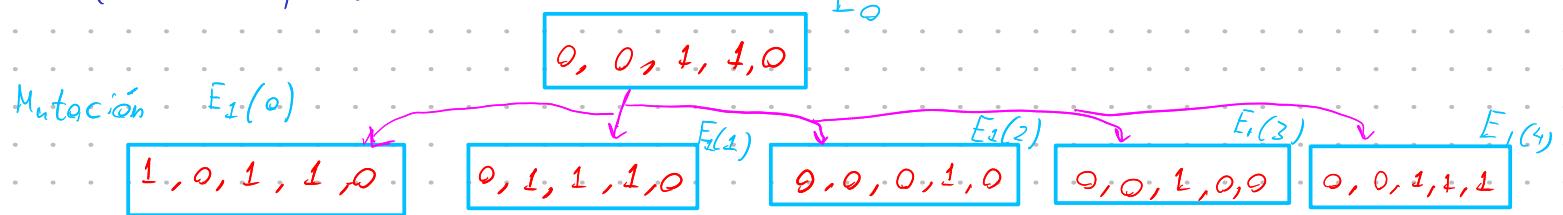
↳ No importa camino solo es costado a estado

Ventajas → Poca memoria  
Permite encontrar soluciones razonables

Vecindades

Una instancia de un problema de optimización combinatoria consta de un conjunto  $S$  de soluciones factibles y una función de costo no negativa

Ex Knap-sack



En espacios continuos

↳ Las soluciones pueden ser infinitas

Recorrido Simulado

↳ Proceso físico → Bioinspirado

↳ + Temperatura, el metal se derrete

↳ Moldeo

↳ Simular con el algoritmo Metrópolis

↳ Metáfora de la energía

↳ Inputs / Req

↳  $f'$  sucesora que devuelve una solución vecina cercana

↳  $f$  de destino

En el pseudo código  $\text{imax} \rightarrow$  Dimensión, tamaño

En SA  $\Delta$  es la función a minimizar o maximizar

Clase 12/11/2020

Algoritmos genéticos

↳ Heurística poblacional

↳ Dominio en  $\mathbb{R}$

↳ Tipos de problemas

↳ Dominio continuo  $\mathbb{R}$

↳ Dominio mixto

↳ Combinatoria

↳ Metaheurísticas bio-inspiradas

↳ "Los organismos vivientes son consumidores solucionadores de problemas"

↳ Se basa en emplear análogos con sistemas naturales o sociales para la resolución de problemas

↳ Aplican en modelos heurísticos no determinísticos

↳ Búsqueda, Aprendizaje, Comportamiento.

↳ Campo de investigación

## Características de algoritmos bioinspirados

Metáfora biológica
No determinista
Múltiples agentes
Adaptativos
Altamente parametrizables

## Algoritmos genéticos

- ↳ Son algoritmos de optimización
  - ↳ búsqueda
  - ↳ aprendizaje
- ↳ Inspirados en procesos
  - ↳ Evolución Natural
  - ↳ Genética

## Evolución Natural

- ↳ En la naturaleza, los procesos evolutivos ocurren cuando se satisfacen las sig. condiciones
  - ↳ Una entidad o individuo tiene la habilidad de reproducirse
  - ↳ Hoy una población de tales individuos que son capaces de reproducirse
  - ↳ Existe alguna variedad, diferencia, entre individuos que se reproducen
  - ↳ Algunas diferencias en la habilidad para sobrevivir en el entorno están asociadas con esa variedad

## Algoritmos genéticos

- ↳ Los mecanismos que conducen esta evolución no son total conocidos, pero sí algunas de sus características, que son ampliamente aceptadas
- ↳ La evaluación es un proceso que opera sobre los cromosomas más que sobre las estructuras de la vida que están codificadas en ellos

## Evolución artificial

- ↳ Esta compuesta por modelos de evolución basados en poblaciones cuyos elementos representan soluciones a problemas
- ↳ La simulación de este proceso en un ordenador resulta ser una técnica de optimización probabilística, que con frecuencia mejora a otros métodos clásicos en problemas difíciles.

## Inspiración

↳ La evolución crea individuos de más calidad

↳ Población de individuos

↳ Cada individuo tiene un código genético

↳ Individuos exitosos (mayor calidad) tienden a tener más descendencia

↳ Ciertos códigos resultan en mayor calidad

↳ Los hijos combinan los códigos de sus padres

↳ Cruce

↳ Mutación

## Evolución artificial

↳ Existe 4 paradigmas básicos

↳ Algoritmos Genéticos que utilizan operadores genéticos sobre cromosomas (1975, Michigan University)

↳ Estrategias de Evolución que enfatizan los cambios de comportamiento al nivel de individuos (1964, Technische Universität Berlin)

↳ Programación Evolutiva que enfatizan los cambios de comportamiento al nivel de las especies (1960-1966, Florida)

↳ Programación Genética que evoluciona expresiones representadas como árboles (1989, Stanford University)

## Algoritmos Genéticos (AG, GA)

↳ Un AG puede ser visto como una estructura de control que organiza o dirige un conjunto de transformaciones y operaciones diseñadas para simular estos procesos de evolución.

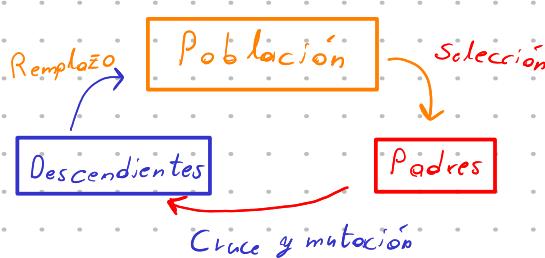
↳ Los AG se pueden considerar métodos de búsqueda aleatoria guiados.

↳ Optimización a través de la evolución artificial

↳ Definir calidad de acuerdo a la función a ser optimizada

↳ Codificar posibles soluciones como códigos genéticos individuales

↳ Evolucionar mejores soluciones a través de la evolución simulada



AG

## Lo Depende del problema

- ↳ Representación de individuos
- ↳ Inicialización de la población
- ↳ Función de evaluación de un individuo

## ↳ Componentes del algoritmo

- ↳ Estrategia de selección de los individuos padres
- ↳ Operador de cruce
- ↳ Operador de mutación
- ↳ Estrategia de reemplazo de los individuos
- ↳ Condición de parada

## Representación de las soluciones

- ↳ Debemos disponer de un mecanismo para codificar un individuo como un genotipo
- ↳ Existen muchas maneras de hacer esto y se debe elegir la más relevante para el problema en cuestión
- ↳ Una vez elegido una representación, tenemos que tener en mente cómo se evolucionan los genotipos (codificados) y qué operadores genéticos habrá que utilizar
- ↳ Cromosomas
  - ↳ Se representan generalmente como cadenas, donde cada componente representa un gen, es decir, una de las variables del problema a resolver
  - ↳ Mínimo de la función  $f(x,y) = x^2 + y^2$ 
    - ↳ Cromosomas de 2 dimensiones, con genes  $\mathbb{R}$
  - ↳ TSP,  $n$  ciudades
    - ↳ Cromosomas de  $n$  dimensiones, con genes  $\mathbb{Z}$  ( $\#$  ciudad)
  - ↳ Selección de atributos, con m atributos
    - ↳ Cromosomas de m dimensiones, con genes {0, 1}

Ejemplo



Genotipo y fenotipo

8 bits Genotipo

1 0 1 0 0 0 1 1

Fenotipo

- $\mathbb{Z}$
- $\mathbb{R}$
- Secuencia
- ⋮
- ¿O cualquier otra?

Para  $\mathbb{Z} = 163$

## Representación $\mathbb{R}$ o $\mathbb{Z}$

↳ Una forma natural de codificar una solución es utilizando valores reales como genes

↳ Muchas aplicaciones tienen esta forma natural de codificación

### $\mathbb{R}$ representación

↳ Los individuos se representan como vectores de valores reales:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, x_i \in \mathbb{R}$$

La función de evaluación asociada a un vector un valor  $\mathbb{R}$  de evaluación:

$$f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$$