# Introducción a los modelos basados en adaptación social: Swarm Intelligence.

Algoritmos o mecanismos distribuidos de resolución de problemas inspirados en el comportamiento colectivo de colonias de insectos sociales u otras sociedades de animales.

**De las sociedades de insectos a los sistemas inteligentes de enjambre.**

Insectos sociales: La complejidad y la sofisticación de auto-organización se lleva a cabo sin un líder claro. Los modelos de las colonias/sociedades de insectos por medio de sistemas auto-organizativos pueden ayudar al diseño de sistemas artificiales distribuidos para la resolución de problemas.

Comportamiento Emergente:

* Las colonias de insectos llevan a cabo actuaciones de nivel complejo de forma inteligente, flexible y fiable, actuaciones que no serían factibles si tuviesen que ser realizadas por un insecto de forma individual.
* Los insectos siguen reglas simples y utilizan comunicación local simple
* La estructura global (nido) emerge desde las acciones de los insectos (las cuales no son fiables atendidas individualmente)
* Abejas
  + Cooperación de la colmena
  + Regulan la temperatura de la colmena
  + Eficiencia vía especialización, división de labores
  + Comunicación, las fuentes de comida son explotadas de acuerdo a la calidad y distancia desde la colmena.
* Termitas
  + Nido con forma de cono con parecer externas y ventilación
  + Cámaras de camadas en el centro de la colmena
  + Columnas de soporte
* Hormigas
  + Organizan autopistas “hacia y desde” la comida por medio de rastros de feromona

Sociedades de Insectos/Tipos de interacción entre insectos sociales.

* Sistema de toma de decisión colectiva
* Comunicación directa/interacción directa (contacto química, feromonas)
* Comunicación indirecta/interacción indirecta

**Características de un enjambre**

* Compuesto de agentes simples y auto-organizados
* Descentralizado(No hay un único supervisor)
* No hay un plan global (emergente)
* Robusto (las acciones se completan aunque un individuo falle)
* Flexible, responde a cambios, percibe el entorno.

**Resumen**

La auto-organización se lleva a cabo sin un jefe/líder de la sociedad, lo que se aprende de estos insectos sociales se puede llevar a diseñar sistemas inteligentes, la modelización de estos insectos por medio de la auto-organización puede ser de gran ayuda para el diseño de modelos artificiales distribuidos de resolución de problemas. Los Swarm Intelligent Systems.

# Algoritmos de optimización basados en colonias de hormigas

La analogía más cercana a ACO son los problemas de rutas de grafos, mientras las hormigas buscan comida, depositan rastros de feromona que atraen a otras hormigas, desarrollan caminos mínimos entre la comida y el hormiguero.

Cada vez que se llega a una intersección deciden qué camino seguir de un modo probabilístico, con más probabilidad lo que más feromonas tienen, de esta manera las menos prometedoras van perdiendo feromona y las más prometedoras la van ganando, de forma que se crea un rastro hacia el camino optimo por el paso de las mismas hormigas.

Los algoritmos de OCH reproducen el comportamiento de las hormigas reales en una colonia artificial de hormigas para resolver problemas complejos de camino mínimo, cada hormiga artificial es un mecanismo probabilístico de construcción de soluciones al problema (un agente que imita a la hormiga natural) que usa:

* Unos rastros de feromonas (artificiales) que cambian con el tiempo para reflejar la experiencia adquirida por los agentes en la resolución del problema.
* Información heurística sobre la instancia concreta del problema

Además de esto, como agente la hormiga:

* Recuerda los nodos que ha recorrido, utilizando una lista de nodos visitados, al final contiene una solución construida por la hormiga
* En cada paso, elige hacia donde moverse según una regla probabilística de transición, la decisión es tomada en función de la preferencia heurística y la feromona.

Actualización de feromona

* Se usa una retroalimentación positiva para reforzar en el futuro los componentes de las buenas soluciones mediante aportes adicionales de feromonas, a mejor sea la solución más feromona se aporta
* Se usa la evaporación de feromona para evitar un incremente ilimitado de los trastos y permitir olvidar malas decisiones.

## Otros algoritmos de OCH: El sistema de hormigas elitista

Se introduce esta variante para el problema de la lentitud en la convergencia, el único cambio consiste en aplicar un refuerzo a los arcos buenos en la regla de actualización.

## Otros algoritmos de OCH: El sistema de colonia de hormigas

Extiende a los sistemas de hormigas en:

* La regla de transición establece un equilibrio entre la exploración de nuevos arcos y la explotación de los ya existentes
* Para la actualización global de feromonas solo se considera la hormiga que generó la mejor solución hasta ahora, solo se evapora feromona en los arcos que componen esta
* Se añade una nueva actualización local de feromona basada en que cada a hormiga modifica automáticamente la feromona de cada arco que visita para diversificar la búsqueda.

## Otros algoritmos de OCH: El sistema de hormigas Max-min

Es una extensión del SH con una mayor explotación de las mejores soluciones y con un mecanismo adicional para evitar el estancamiento de la búsqueda.

Mantiene la regla de transición del SH y cambia:

* Mecanismo de actualización es más agresivo al evaporar todos los rastros y aportar solo en los de la mejor solución
* Define unos topes mínimo y máximo para los trastos de feromona
* Reinicializa la búsqueda cuando se estanca.

## Otros algoritmos de OCH: El sistema de hormigas mejor-peor

Otra extensión de SH, basada en la incorporación de componentes de computación evolutiva para mejorar el equilibrio de intensificación-diversificación.

## La metaheurística de optimización basada en colonias de hormigas.

* Instanciando el algoritmo general con componentes concretas se pueden obtener distintas variantes de OCH
* Los distintos algoritmos se pueden implementar de forma secuencial o paralela para ser aplicados respectivamente a problemas estáticos o dinámicos
* En general para aplicar la OCH a un problema es necesario que pueda ser representado en forma de grafo con pesos
* Cada arco del grafo contendrá dos tipos de información:
  + Información heurística: Las hormigas no la modifican durante la ejecución del algoritmo aunque puede variar a lo largo del tiempo en problemas dinámicos
  + Información memorística: Medida de la deseabilidad del arco, representada por la cantidad de feromona y modificada durante el algoritmo.

**Estructura de un algoritmo de OCH**

1. Inicialización de parámetros (asignación de una cantidad de feromona a cada arco)
2. Planificación de actividades:
   1. Generación y activación de hormigas
   2. Evaporación de feromona
   3. Acciones del demonio (opcional) es un elemento que realiza una serie de funciones adicionales centralizadas sin contrapunto natural (búsqueda local)

## Comentarios Finales

La OCH es una metaheurística bioinspirada que permite diseñar algoritmos sencillos de entender, rápidos y con buen rendimiento para problemas de optimización que se puedan representar en forma de grafos con pesos.