

BIOINFORMÁTICA

2013 - 2014

PARTE I. INTRODUCCIÓN

- Tema 1. Computación Basada en Modelos Naturales

PARTE II. MODELOS BASADOS EN ADAPTACIÓN SOCIAL (Swarm Intelligence)

- Tema 2. Introducción a los Modelos Basados en Adaptación Social
- Tema 3. Optimización Basada en Colonias de Hormigas
- Tema 4. Optimización Basada en Nubes de Partículas (Particle Swarm)

PARTE III. COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

- Tema 5. Introducción a la Computación Evolutiva
- Tema 6. Algoritmos Genéticos I. Conceptos Básicos
- Tema 7. Algoritmos Genéticos II. Diversidad y Convergencia
- Tema 8. Algoritmos Genéticos III. Múltiples Soluciones en Problemas Multimodales
- Tema 9. Estrategias de Evolución y Programación Evolutiva
- Tema 10. Algoritmos Basados en Evolución Diferencial (Differential Evolution – DE)
- Tema 11. Modelos de Evolución Basados en Estimación de Distribuciones (EDA)
- Tema 12. Algoritmos Evolutivos para Problemas Multiobjetivo
- Tema 13. Programación Genética
- Tema 14. Modelos Evolutivos de Aprendizaje

PARTE IV. OTROS MODELOS DE COMPUTACIÓN BIOINSPIRADOS

- Tema 15. Sistemas Inmunológicos Artificiales
- Tema 16. Otros Modelos de Computación Natural/Bioinspirados

BIOINFORMÁTICA

TEMA 2: INTRODUCCION A LOS MODELOS BASADOS EN ADAPTACIÓN SOCIAL (SWARM INTELLIGENCE – INTELIGENCIA DE ENJAMBRE)

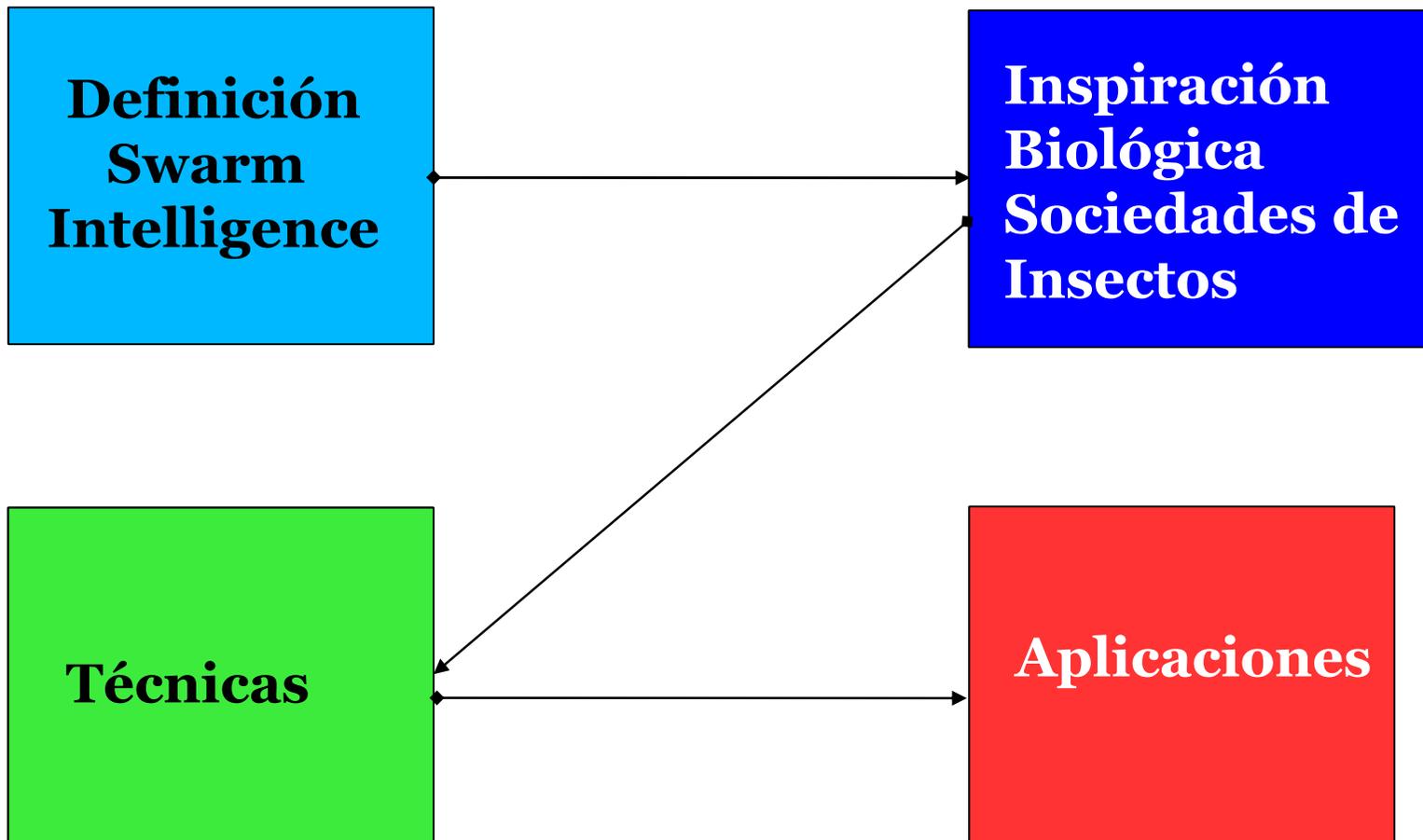
1. **Swarm Intelligence: Introducción**
2. **De las Sociedades de Insectos a los Sistemas Inteligentes de Enjambre**
3. **Técnicas**
4. **Algunas Aplicaciones**

Bibliografía

E. Bonabeau, M. Dorigo, G. Theraulaz. *Swarm Intelligence. From Nature to Artificial Systems*. Oxford University Press, 1999.

Kennedy, J., Eberhart, R. C., and Shi, Y.. *Swarm intelligence*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2001.

Sumario



Introducción: Swarm Intelligence

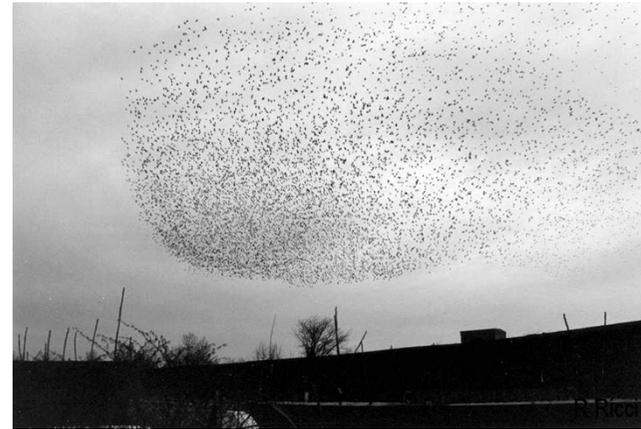
“La inteligencia colectiva emergente de un grupo de agentes simples”

“The emergent collective intelligence of groups of simple agents”

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

(Bonabeau, Dorigo, Theraulaz, 1999)

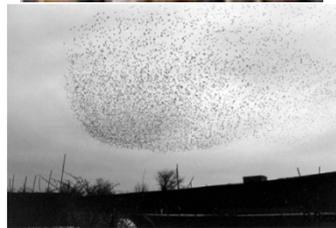
**E. Bonabeau, M. Dorigo, G. Theraulaz
Swarm Intelligence. From Nature to
Artificial Systems.
Oxford University Press, 1999.**



Introduction: Swarm Intelligence

Inspiración Biológica

“Dumb parts, properly connected into a swarm, yield to smart results”



sociedades de insectos
(bees, wasps, ants, termites)
(abejas, avispas, hormigas, termitas)



flocks of birds
(bandadas de aves)



schools of fish
(bancos de peces)



herds of mammals
(manadas de mamíferos)

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 puede ayudar al diseño de sistemas artificiales distribuidos para la resolución de problemas.

De las Sociedades de Insectos a los Sistemas Inteligentes de Enjambre

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 (éstos son no inteligentes, no fiables, simples).
- **Los insectos siguen reglas simples, y utilizan comunicación local simple**
- La estructura global (nido) emerge desde las acciones de los insectos (las cuales son no fiables atendidas individualmente)

De las Sociedades de Insectos a los Sistemas Inteligentes de Enjambre

Abejas



- **Cooperación de la colmena**
- **Regulan la temperatura de la colmena**
- **Eficiencia vía especialización: división de la labor en la colonia**
- **Comunicación: Las fuentes de comida son explotadas de acuerdo a la calidad y distancia desde la colmena**

De las Sociedades de Insectos a los Sistemas Inteligentes de Enjambre

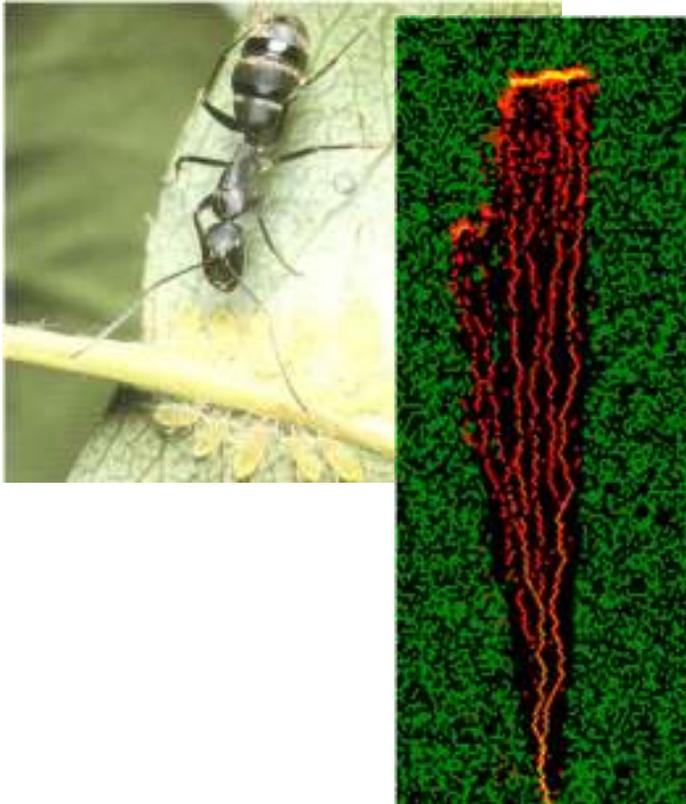
Termitas



- Nido con forma de cono con paredes externas y conductos de ventilación
- Camaras de camadas en el centro de la colmena
- Rejillas del ventilación en espirales
- Columnas de soporte

De las Sociedades de Insectos a los Sistemas Inteligentes de Enjambre

Hormigas



- Organizan autopistas “hacia y desde” la comida por medio de rastros de feromona (pheromone)

De las Sociedades de Insectos a los Sistemas Inteligentes de Enjambre

Sociedades de Insectos/Tipos de interacción entre Insectos Sociales

- Sistemas de toma de decisión colectiva
- Comunicación directa/interacción directa
 - Comida/intercambio de líquidos, contacto visual, contacto químico (pheromones)
- Comunicación indirecta/interacción indirecta (Stigmergy)
 - El comportamiento individual modifica el entorno, el cual a su vez modifica el comportamiento de otros individuos

⇒ **sociedades auto-organizadas**

De las Sociedades de Insectos a los Sistemas Inteligentes de Enjambre

Características de un Enjambre

- Compuesto de agentes *simples* y auto-organizados (Self-Organized)
- Descentralizado
 - No hay un único supervisor
- No hay un plan global (emergente)
- Robusto
 - Las actuaciones se completan aunque un individuo falle
- Flexible
 - Puede responder a cambios externos
 - Percepción del entorno (sentidos)
 - No existe un modelo explícito de entorno/abilidad para cambiarlo

De las Sociedades de Insectos a los Sistemas Inteligentes de Enjambre

Resumen

- La complejidad y sofisticación de la auto-organización se lleva a cabo sin un líder/jefe de la sociedad
- Lo que podemos aprender de los insectos sociales lo podemos aplicar al campo del diseño de Sistemas Inteligentes
- La modelización de los insectos sociales por medio de la auto-organización puede ser de ayuda para el diseño de modelos artificiales distribuidos de resolución de problemas. Esto es conocido como:

Swarm Intelligent Systems.

Swarm Intelligence: Técnicas

Swarm Inspired Methods

■ Particle swarm optimization – PSO

Optimización basada en nubes de partículas

- Conjunto de técnicas inspiradas en el comportamiento de las bandadas de aves o bancos de peces

■ Ant colony optimization – ACO

Optimización basada en colonias de hormigas

- Conjunto de técnicas inspiradas por las actividades de una colonia de hormigas

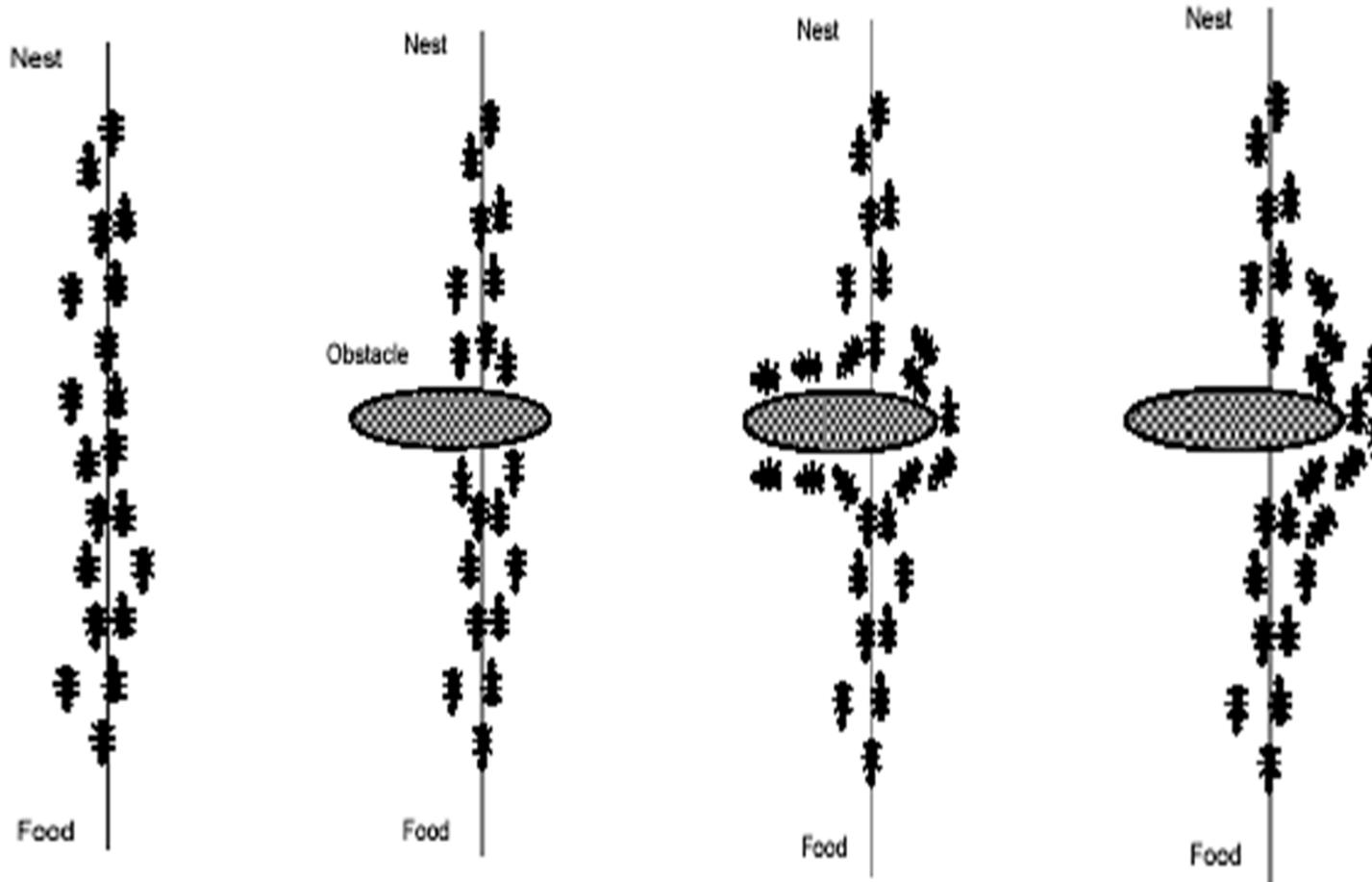
■ Bee colony optimization – BCO

Optimización basada en colonias de abejas

- Conjunto de técnicas inspiradas por las actividades de una colonia de abejas

Ant Colony Optimization

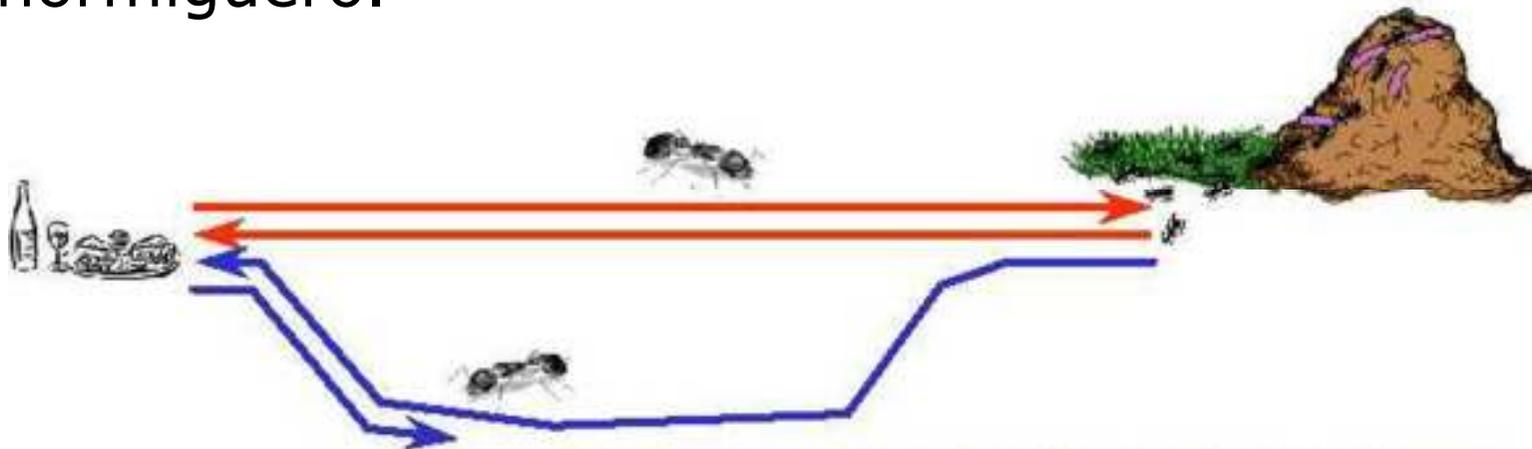
Comportamiento natural



**Ant Algorithms – (P.Koumoutsakos – based on notes L. Gamberdella
(www.idsia.ch))**

Ant Colony Optimization

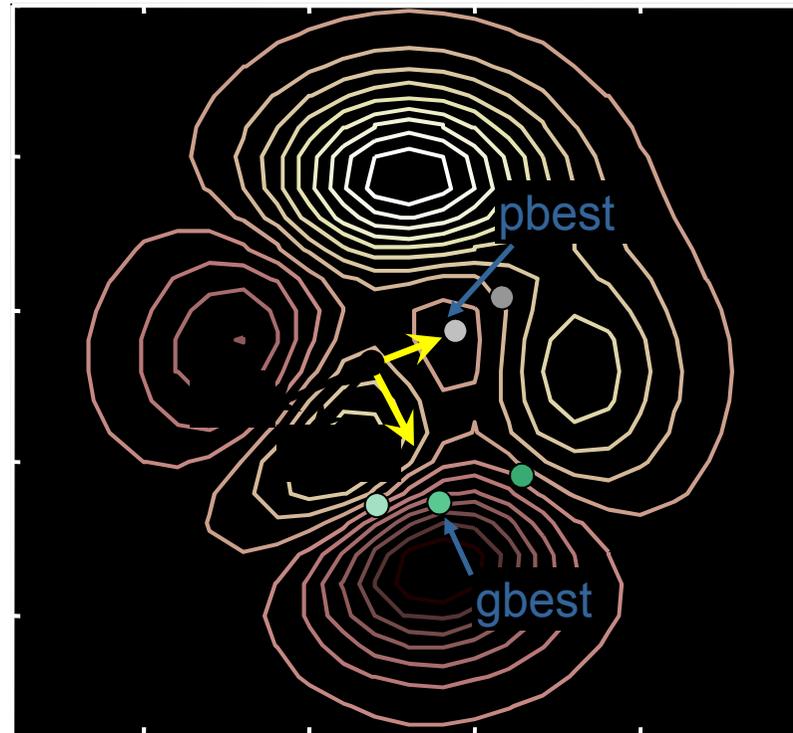
- La analogía más cercana a ACO son los problemas de rutas en grafos
- Mientras las hormigas buscan comida, depositan rastros de feromona que atraen a otras hormigas. Desarrollan caminos mínimos entre la comida y el hormiguero.



Particle Swarm Optimization

Particle Swarm Optimization (PSO) aplica conceptos de interacción social a la resolución de problemas de búsqueda/optimización.

En PSO, un enjambre de n individuos se comunica directa o indirectamente con otros vía las direcciones de búsqueda.

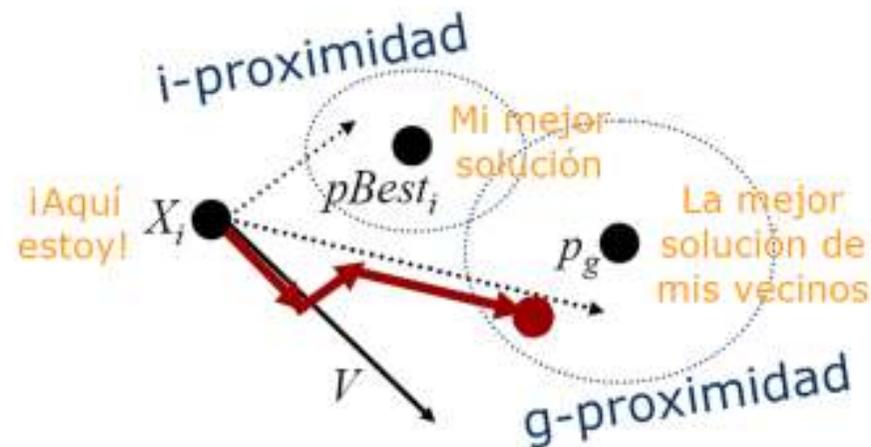


Particle Swarm Optimization

Las Partículas pueden ser simples agentes que vuelan a través del espacio de búsqueda y almacenan (y posiblemente comunican) la mejor solución que han descubierto.

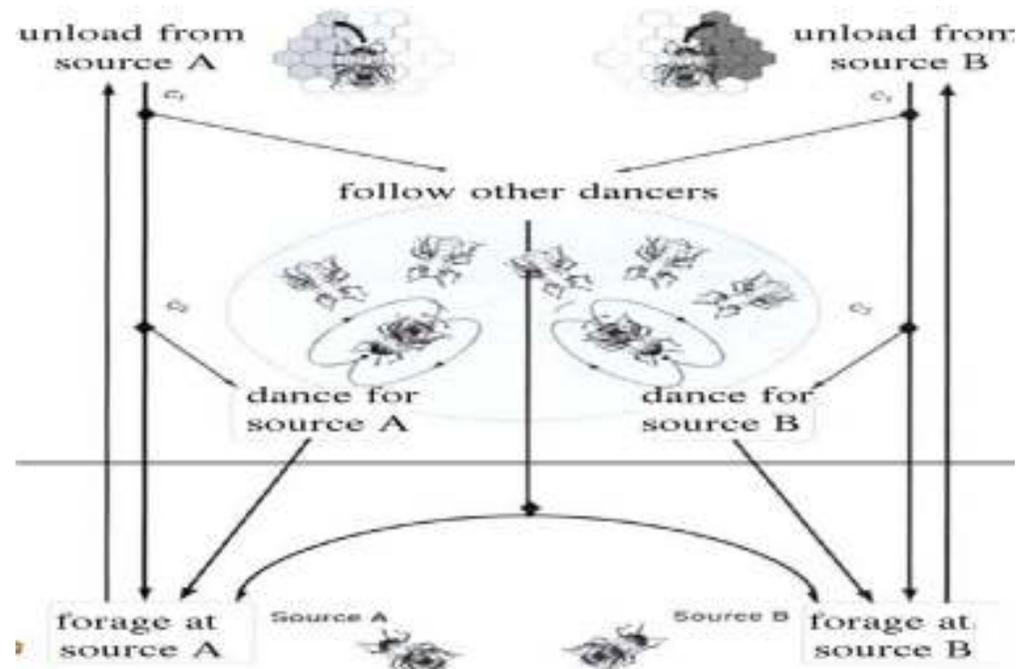
En PSO, las partículas nunca mueren.

La pregunta es, “¿Cómo se mueve una partícula desde una localización a otro del espacio de búsqueda?”



Bee Colony Optimization

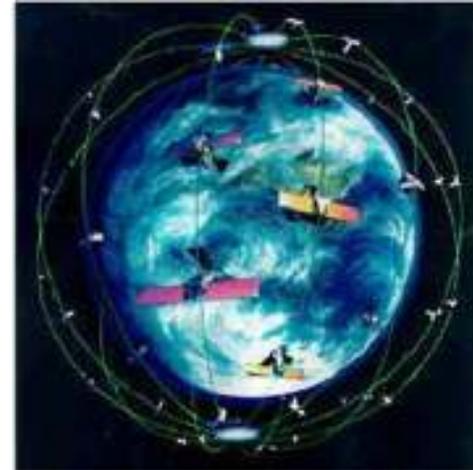
Los algoritmos de optimización basados en abejas están basados en la recogida de comida (nectar) de las abejas.



SI: Algunas Aplicaciones

ACO Búsqueda de Rutas para una Red de Satélites

- di Caro, Dorigo, y otros autores mostraron que ACO da buenos resultados en la búsqueda de rutas en grandes sistemas de telecomunicaciones y redes de ordenadores.



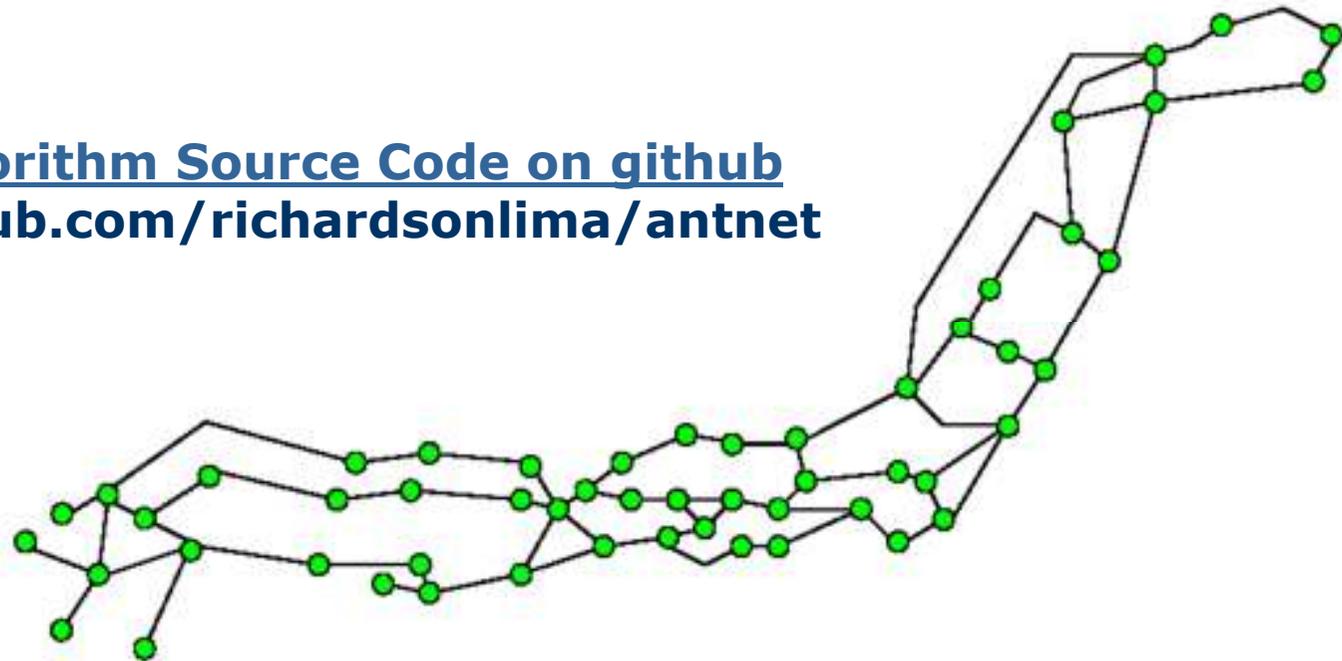
AntNet es un algoritmo para la adaptación de rutas en redes y ha sido diseñado basado en Ant Colony Optimization (ACO)

.

SI: Algunas Aplicaciones

- Una red utilizada en el estudio. La red de datos de Japón: NNTnet

[AntNet Algorithm Source Code on github](https://github.com/richardsonlima/antnet)
<https://github.com/richardsonlima/antnet>



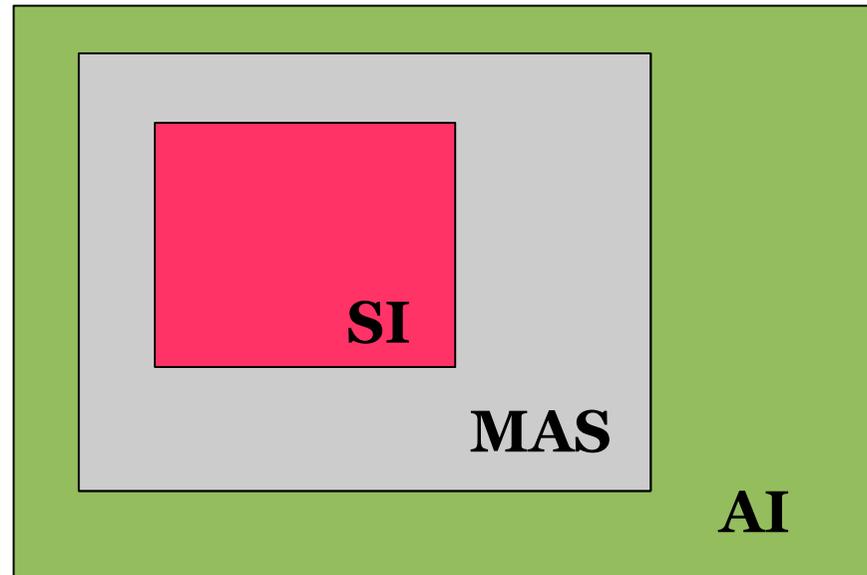
SI: Algunas Aplicaciones

ACO: Resuelven problemas que se pueden representar como rutas/caminos entre nodos de un grafo.

PSO: Resuelven problemas de optimización de variables continuas.



Swarm Intelligence e Inteligencia Artificial



- AI** - Artificial Intelligence
- MAS** - Multi Agent Systems
- SI** - Swarm Intelligence

Una definición de contexto de Swarm Intelligence en el ámbito de la Inteligencia Artificial

Conclusiones

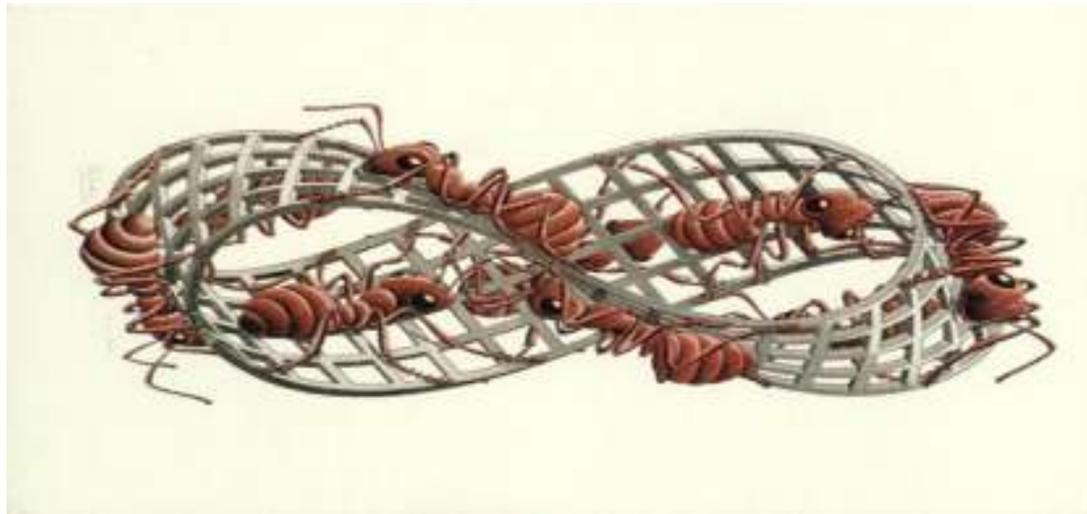
Swarm Intelligence (SI). Comportamiento colectivo de agentes (no sofisticados) que interactúan localmente con el entorno proporcionando un patrón global de funcionamiento (imitando a las sociedades de insectos).

SI proporciona una base con la cual es posible explorar la resolución de problemas colectivamente (o de forma distribuida) sin un control centralizado ni un modelo global de comportamiento.

Conclusiones

"Dumb parts, properly connected into a swarm, yield smart results".

"Partes tontas/mudas, conectadas adecuadamente en un enjambre, producen resultados elegantes/inteligentes".



BIOINFORMÁTICA

2013 - 2014

PARTE I. INTRODUCCIÓN

- Tema 1. Computación Basada en Modelos Naturales

PARTE II. MODELOS BASADOS EN ADAPTACIÓN SOCIAL (Swarm Intelligence)

- Tema 2. Introducción a los Modelos Basados en Adaptación Social
- **Tema 3. Optimización Basada en Colonias de Hormigas**
- Tema 4. Optimización Basada en Nubes de Partículas (Particle Swarm)

PARTE III. COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

- Tema 5. Introducción a la Computación Evolutiva
- Tema 6. Algoritmos Genéticos I. Conceptos Básicos
- Tema 7. Algoritmos Genéticos II. Diversidad y Convergencia
- Tema 8. Algoritmos Genéticos III. Múltiples Soluciones en Problemas Multimodales
- Tema 9. Estrategias de Evolución y Programación Evolutiva
- Tema 10. Algoritmos Basados en Evolución Diferencial (Differential Evolution – DE)
- Tema 11. Modelos de Evolución Basados en Estimación de Distribuciones (EDA)
- Tema 12. Algoritmos Evolutivos para Problemas Multiobjetivo
- Tema 13. Programación Genética
- Tema 14. Modelos Evolutivos de Aprendizaje

PARTE IV. OTROS MODELOS DE COMPUTACIÓN BIOINSPIRADOS

- Tema 15. Sistemas Inmunológicos Artificiales
- Tema 16. Otros Modelos de Computación Natural/Bioinspirados