

ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN BASADOS EN INTELIGENCIA COLECTIVA

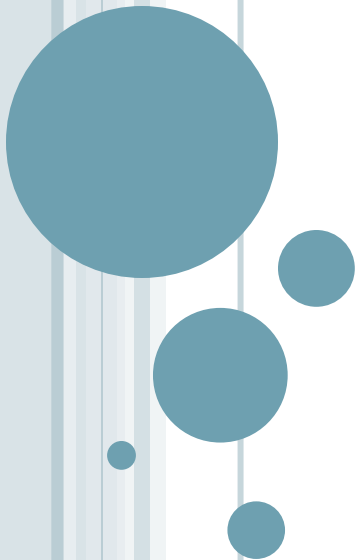
M. en C. Miriam Pescador Rojas

Estudiante de Doctorado

Departamento de Ciencias de la Computación

Centro de Investigación y Estudios Avanzados

CINVESTAV-IPN



CONTENIDO

1. Inteligencia colectiva en la naturaleza
2. Problemas de optimización
3. Algoritmos de optimización basados en inteligencia colectiva
4. Modelo *Particle Swarm Optimization*
5. Modelo *Grey Wolf Optimizer*
6. Aplicaciones del mundo real
7. Conclusiones
8. Referencias

¿INTELIGENCIA COLECTIVA ?

Inteligencia basada en el **comportamiento colectivo** de diversas **especies**

Interacción entre los agentes de una **población** y su **ambiente**

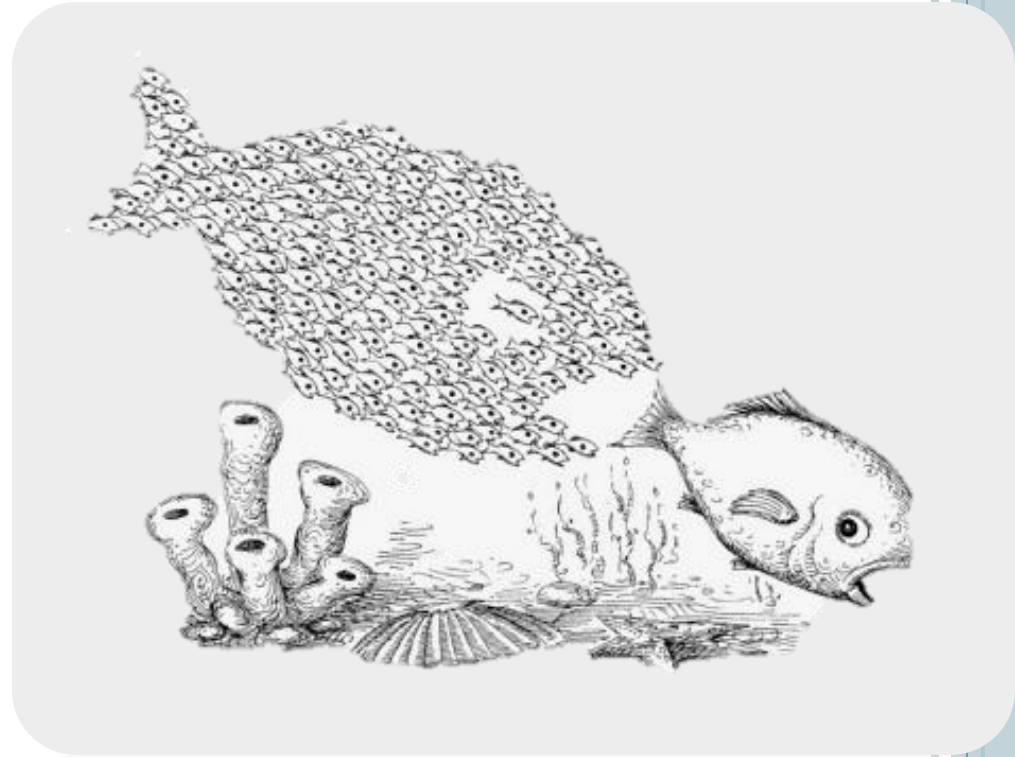
Sistemas auto-organizados

Ejemplos

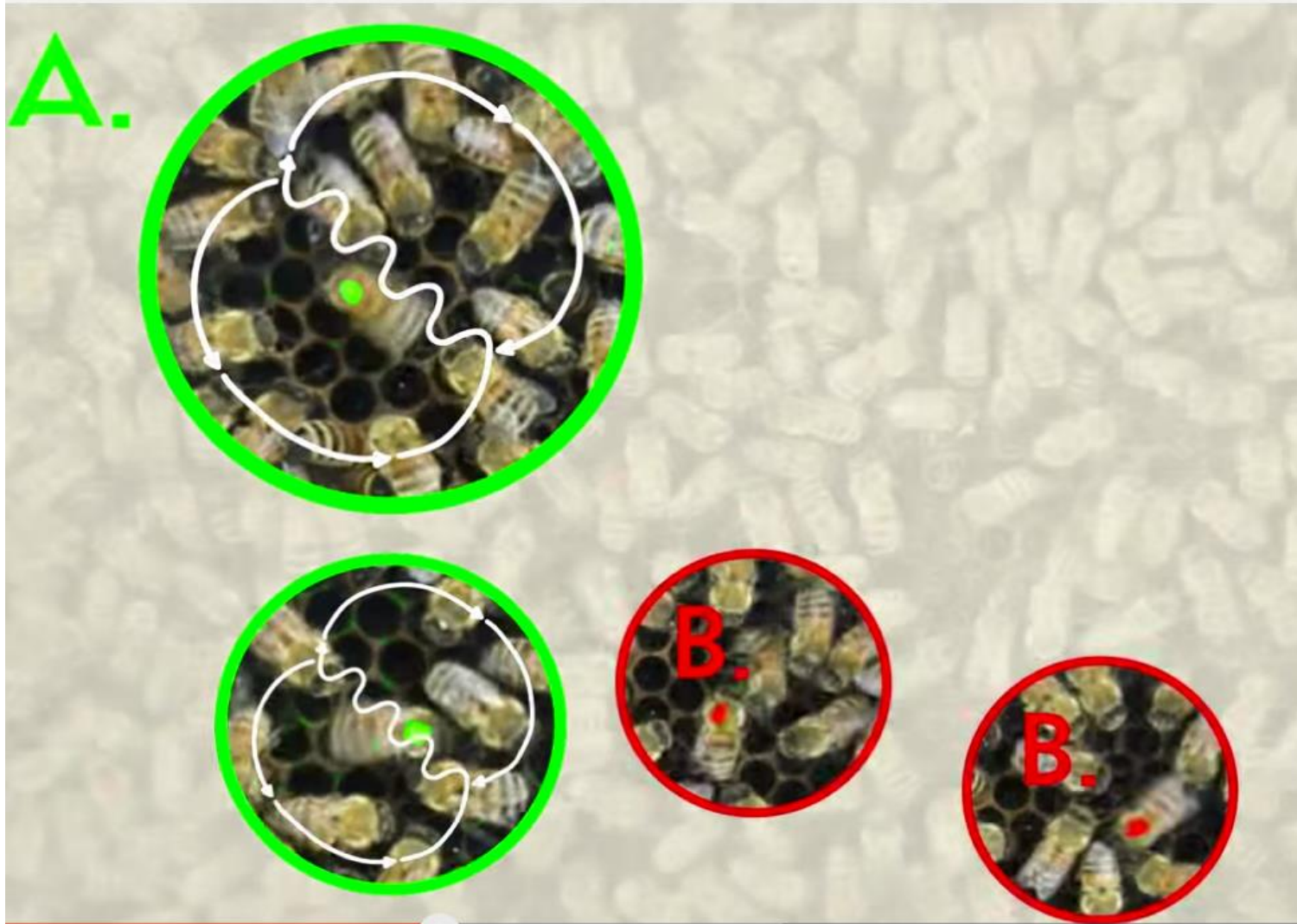
Parvadas



Bancos de peces



Danza de abejas



Video documental, Georgia Tech's College of Computing in Multi-Agent Robotics and Systems (MARS) <https://www.youtube.com/watch?v=bFDGPgXtK-U>

Colonia de Hormigas



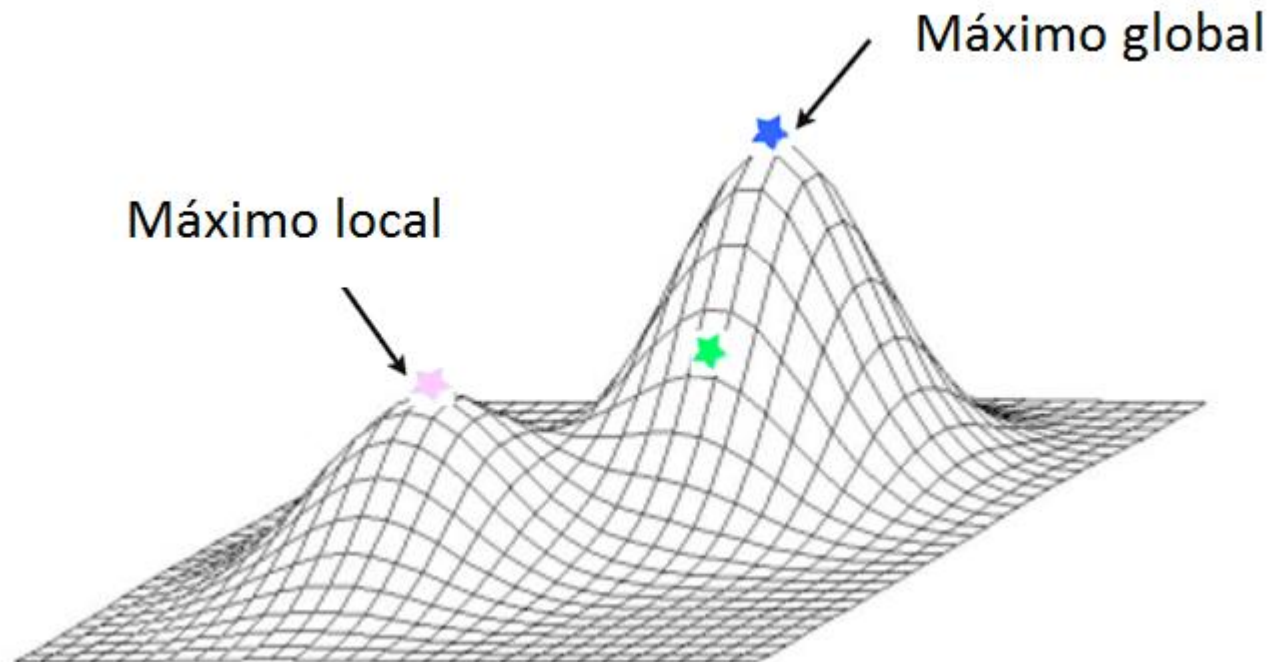
Lesson by Deborah M. Gordon, animation by Steve Belfer Creative Inc
https://www.youtube.com/watch?v=vG-QZOTc5_Q

Inteligencia colectiva en problemas de optimización

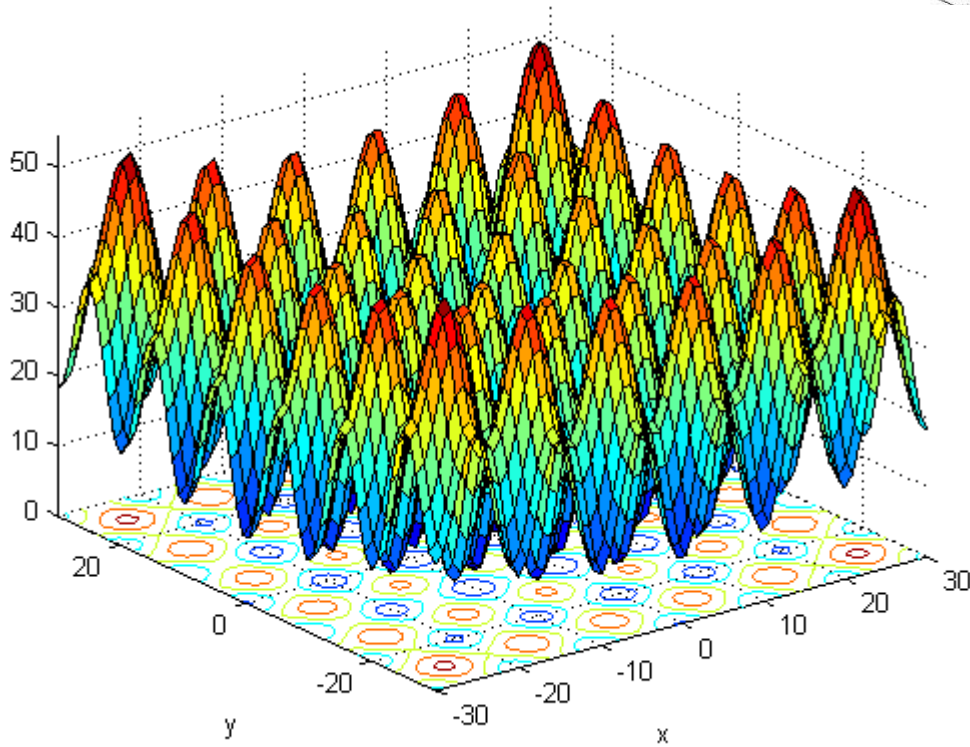
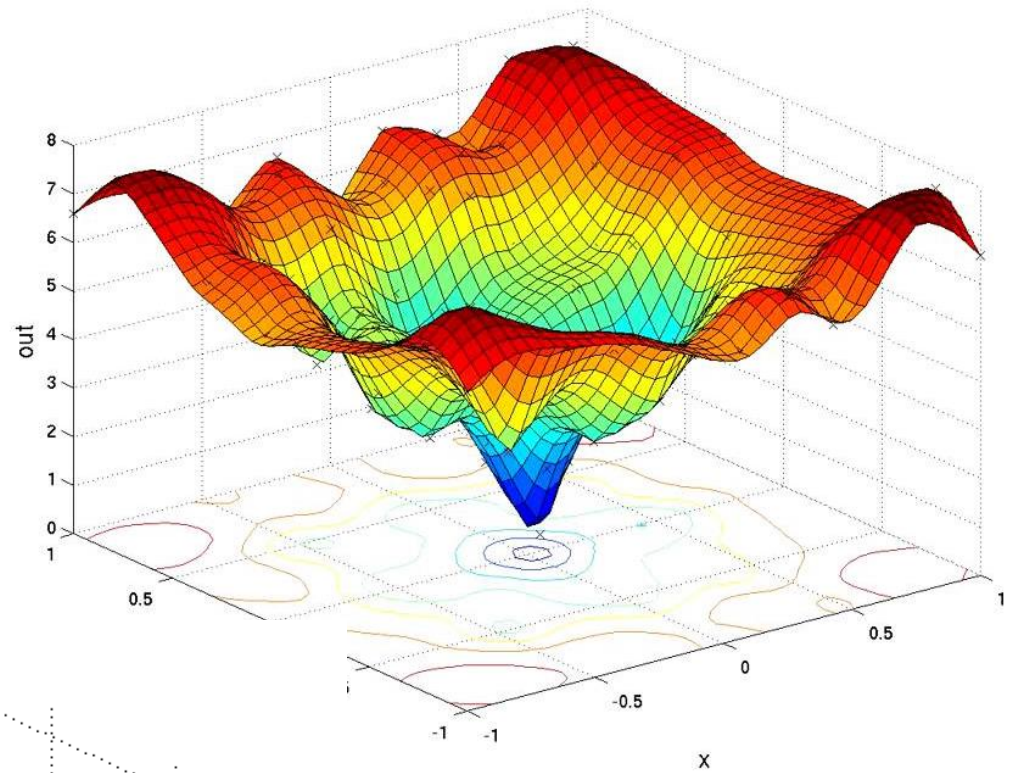
maximizar/minimizar $f(x)$ (función objetivo)

sujeta a: $g(x) = 0$ (restricciones de igualdad)

$g(x) \geq 0$ (restricciones de desigualdad)



FUNCIONES



ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN BASADOS EN INTELIGENCIA COLECTIVA

Nombre del algoritmo	Autor y año	Técnica
Grey Wolf Optimizer	Seyedali Mirjalili, Seyed Mohammad Mirjalili, Andrew Lewis, 2014	Imita la jerarquía de liderazgo y mecanismo caza de los lobos grises.
Gravitational Search Algorithm (GSA)	Rashedi, Nezamabadipour & Saryazdi, 2009	Basada en la ley de la gravedad y la interacción de la masa.
Intelligent Water Drops (IWD)	Shah-Hosseini Hamed, 2009	Imita el comportamiento de los ríos para encontrar caminos óptimos para llegar a un destino.

ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN BASADOS EN INTELIGENCIA COLECTIVA

Nombre del algoritmo	Autor y año	Técnica
Cuckoo Search (CS)	Yang Xin-she & Deb Suash, 2009	Imita el comportamiento del sistema de crianza de las aves (Cuckoo).
Firefly Algorithm (FA)	Yang Xin-she, 2008	Inspirado en la emisión de luz de las luciérnagas
Artificial Bee Colony	Karaboga, 2005	Alimentación de una colonia de abejas

ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN BASADOS EN INTELIGENCIA COLECTIVA

Nombre del algoritmo	Autor y año	Técnica
Artificial Immune System	De Castro & Von Zuben's and Nicosia & Cutello's, 2002	Estructuras y función del sistema inmune natural
Particle Swarm Optimization (PSO)	Kennedy & Eberhart, 1995	Comportamiento colectivo de un banco de peces o parvada
Ant colony optimization	Marco Dorigo, 1992	Comunicación entre la colonia de hormigas para encontrar su fuente de alimento

OPTIMIZACIÓN POR CÚMULO DE PARTÍCULAS

Algoritmo 1 PSO Local

$S \leftarrow \text{InicializarCumulo}()$

while no se alcance la condición de parada **do**

for $i = 1$ to $\text{size}(S)$ **do**

 evaluar cada partícula x_i del cumulo S

if $\text{fitness}(x_i)$ es mejor que $\text{fitness}(pBest_i)$ **then**

$pBest_i \leftarrow x_i$; $\text{fitness}(pBest_i) \leftarrow \text{fitness}(x_i)$

end if

end for

for $i = 1$ to $\text{size}(S)$ **do**

 Escoger $lBest_i$, la partícula con mejor fitness del entorno de x_i

$v_i \leftarrow \omega \cdot v_i + \varphi_1 \cdot \text{rand}_1 \cdot (pBest_i - x_i) + \varphi_2 \cdot \text{rand}_2 \cdot (lBest_i - x_i)$

$x_i \leftarrow x_i + v_i$

end for

end while

Salida: la mejor solución encontrada

POBLACIÓN INICIAL

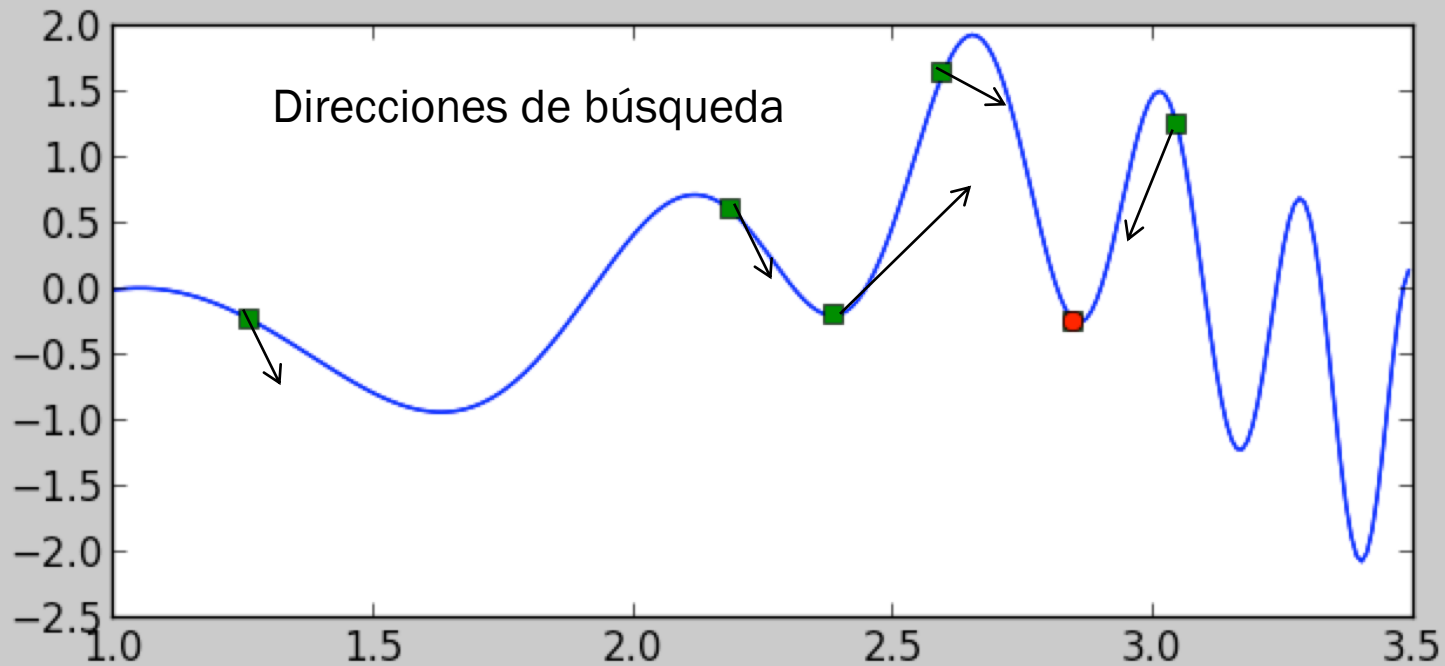
```
S ← InicializarCumulo()
```

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

M. en C. Miriam Pescador Rojas

start

step by step



ITERACIÓN 5

while no se alcance la condición de parada **do**

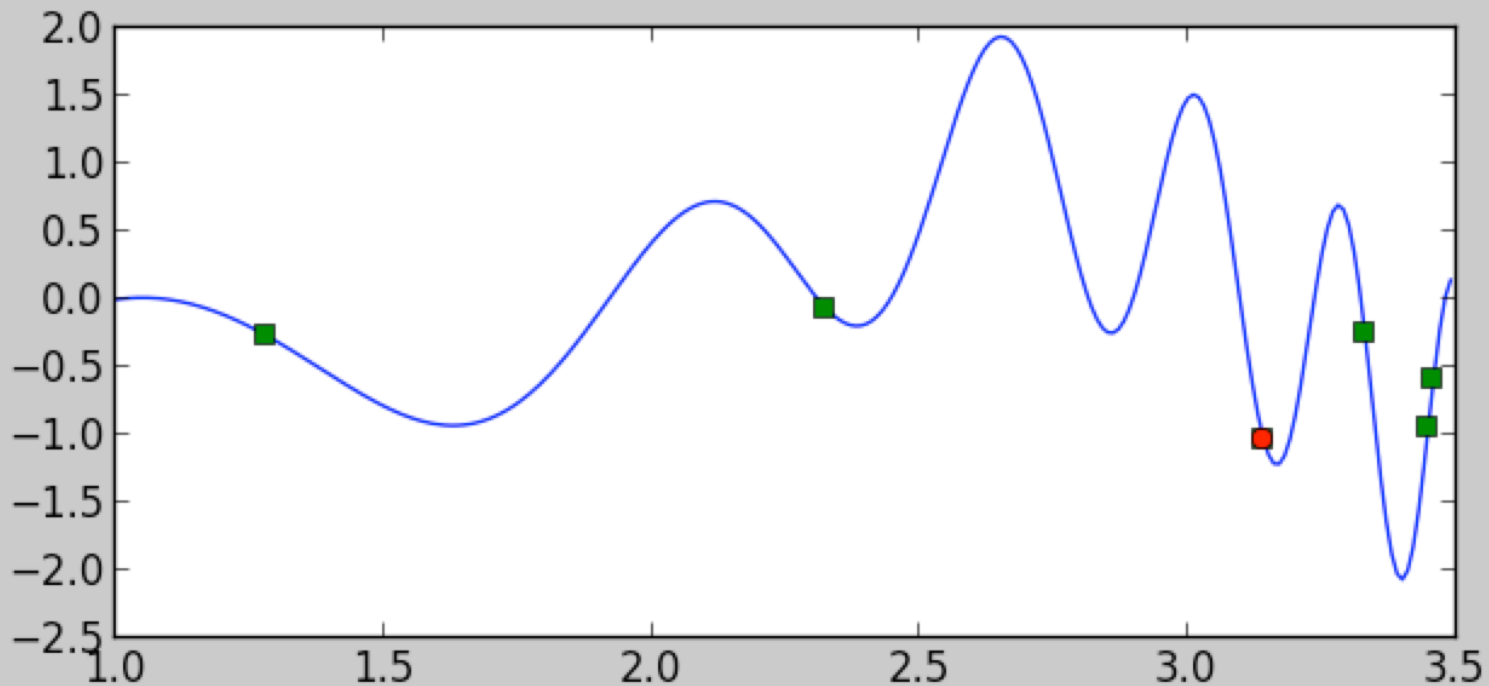
for $i = 1$ to $size(S)$ **do**

 evaluar cada partícula x_i del cumulo S

if $fitness(x_i)$ es mejor que $fitness(pBest_i)$ **then**

$pBest_i \leftarrow x_i$; $fitness(pBest_i) \leftarrow fitness(x_i)$

end if



ITERACIÓN 10

```
for  $i = 1$  to  $size(S)$  do
```

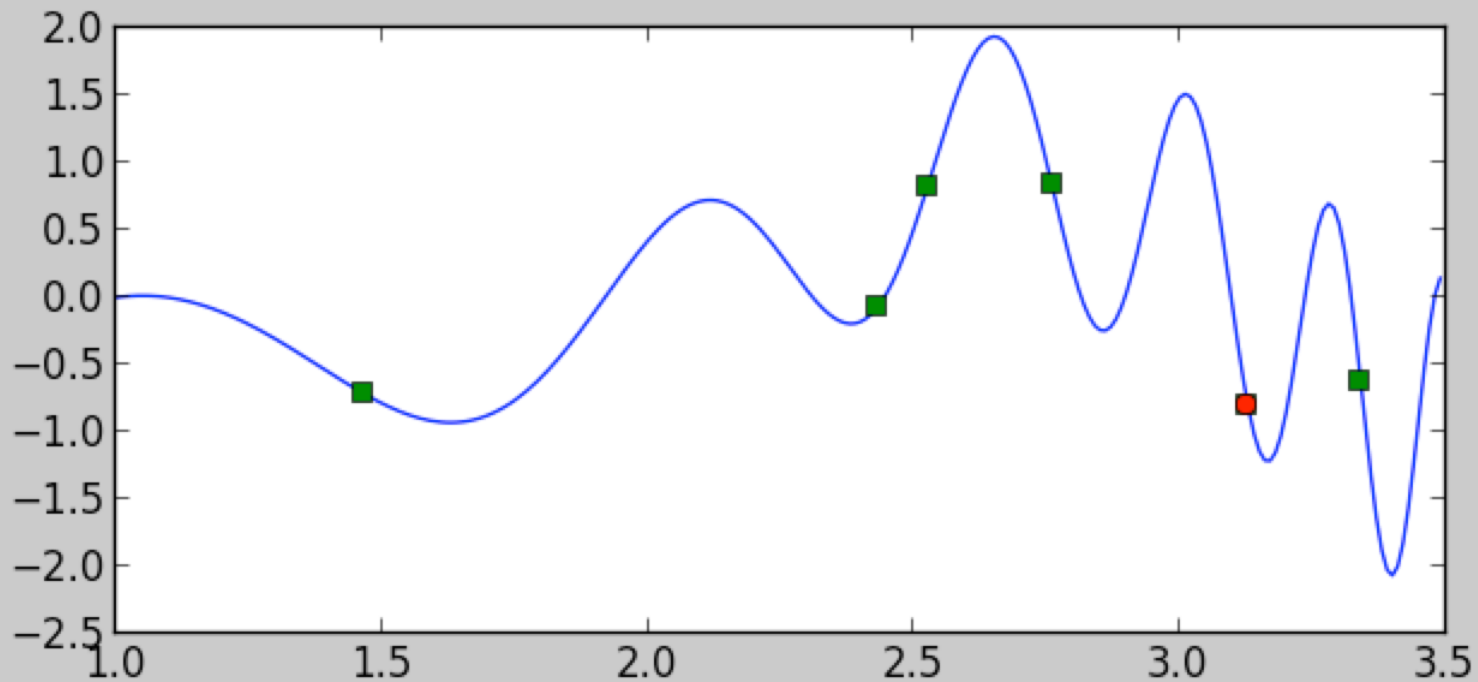
```
  Escoger  $lBest_i$ , la partícula con mejor fitness del entorno de  $x_i$ 
```

```
   $v_i \leftarrow \omega \cdot v_i + \varphi_1 \cdot rand_1 \cdot (pBest_i - x_i) + \varphi_2 \cdot rand_2 \cdot (lBest_i - x_i)$ 
```

```
   $x_i \leftarrow x_i + v_i$ 
```

```
end for
```

```
end while
```



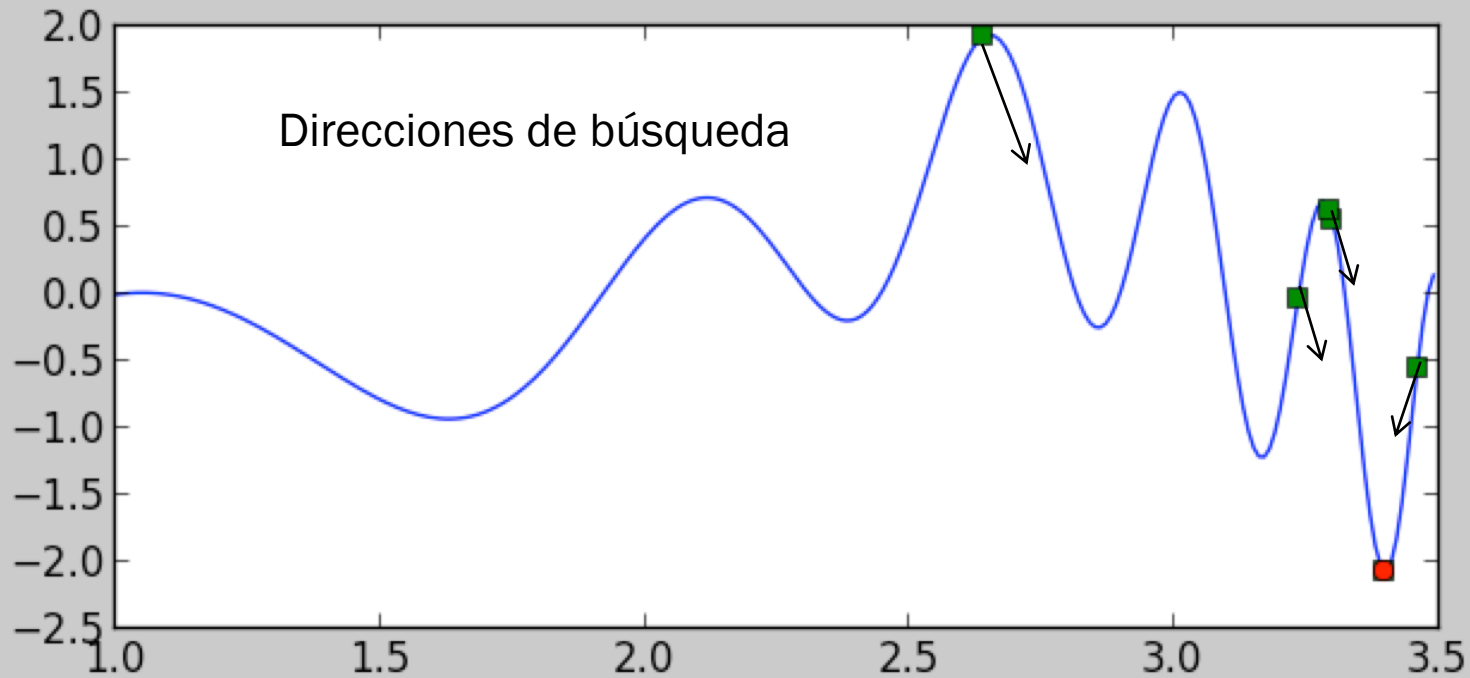
ITERACIÓN 15

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

M. en C. Miriam Pescador Rojas


start

step by step



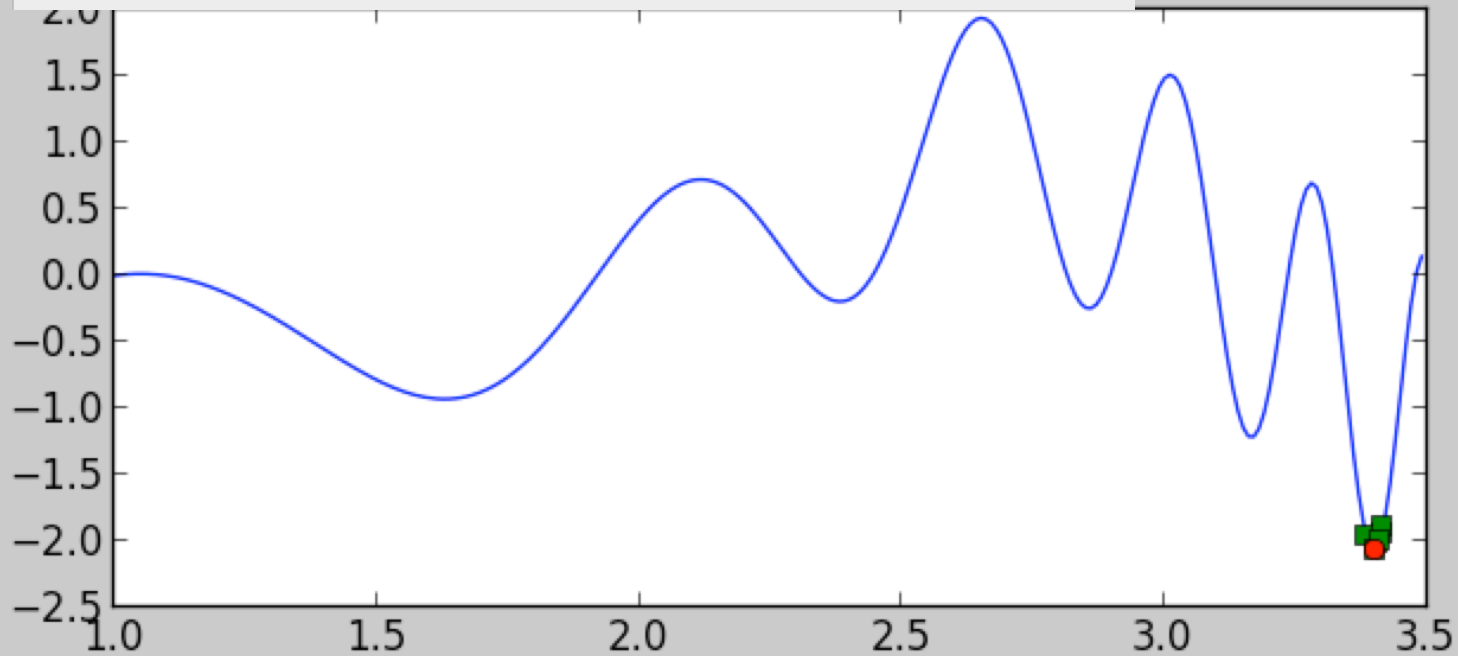
CONVERGENCIA DEL ALGORITMO

FINISHER

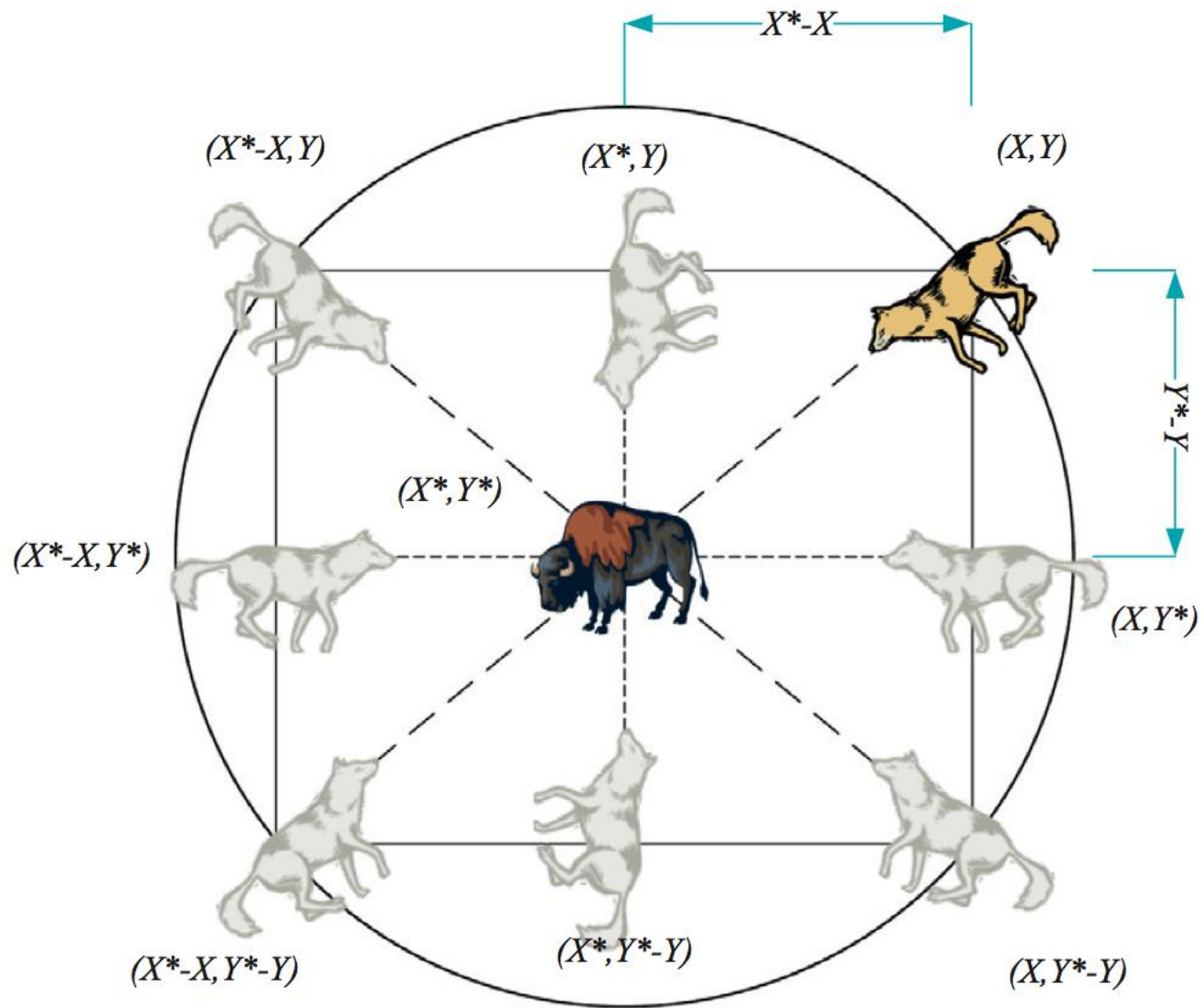


The minimum point is 3.39888380989
 $f(X^*) = -2.07230212828$

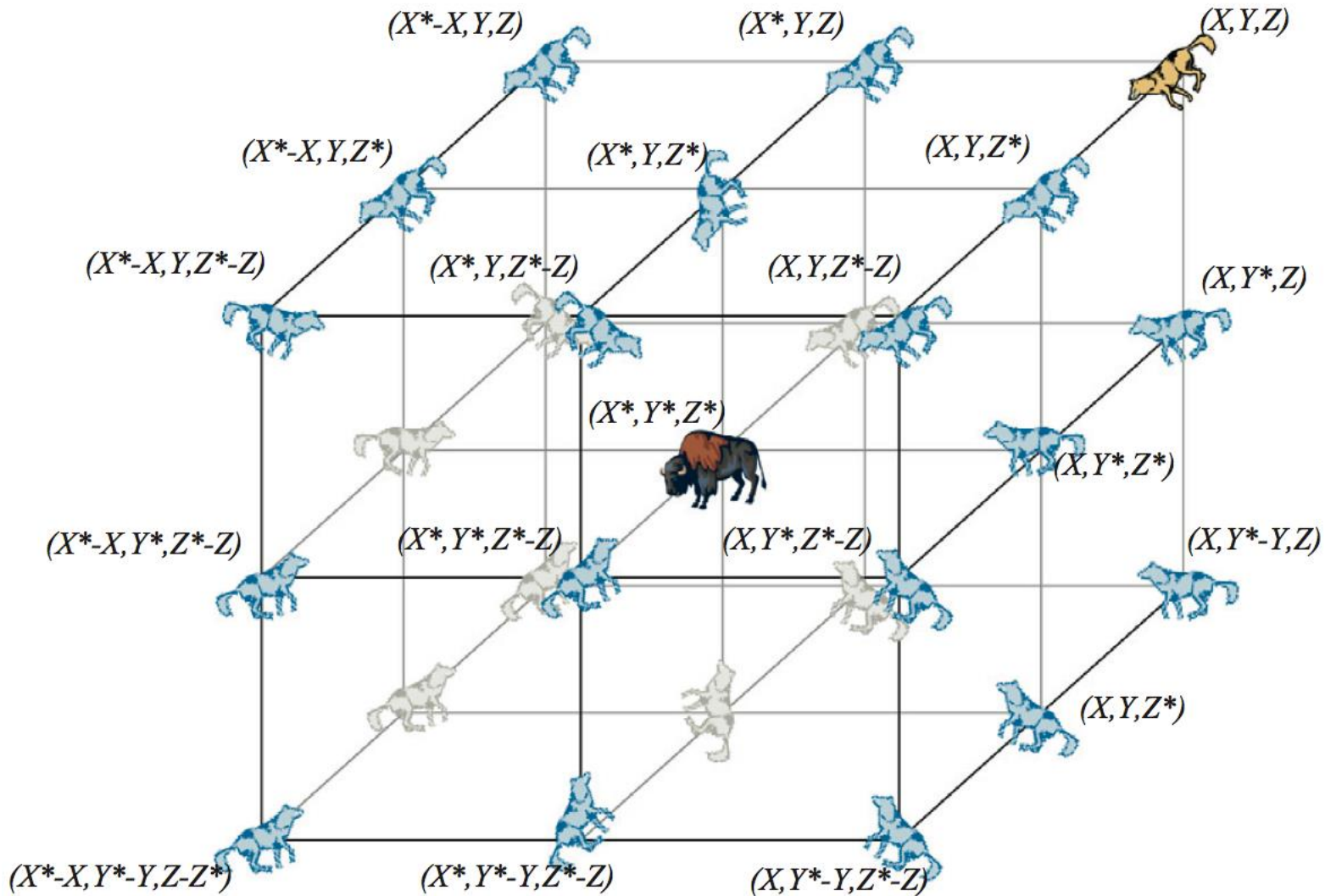
OK



MÉTODO DE CAZA DE LOBOS GRISES



MÉTODO DE CAZA DE LOBOS GRISES



MÉTODO DE CAZA DE LOBOS GRISES

Initialize the grey wolf population X_i ($i = 1, 2, \dots, n$)

Initialize a , A , and C

Calculate the fitness of each search agent

X_α = the best search agent

X_β = the second best search agent

X_δ = the third best search agent

while ($t < \text{Max number of iterations}$)

for each search agent

Update the position of the current search agent

end for

Update a , A , and C

Calculate the fitness of all search agents

Update X_α , X_β , and X_δ

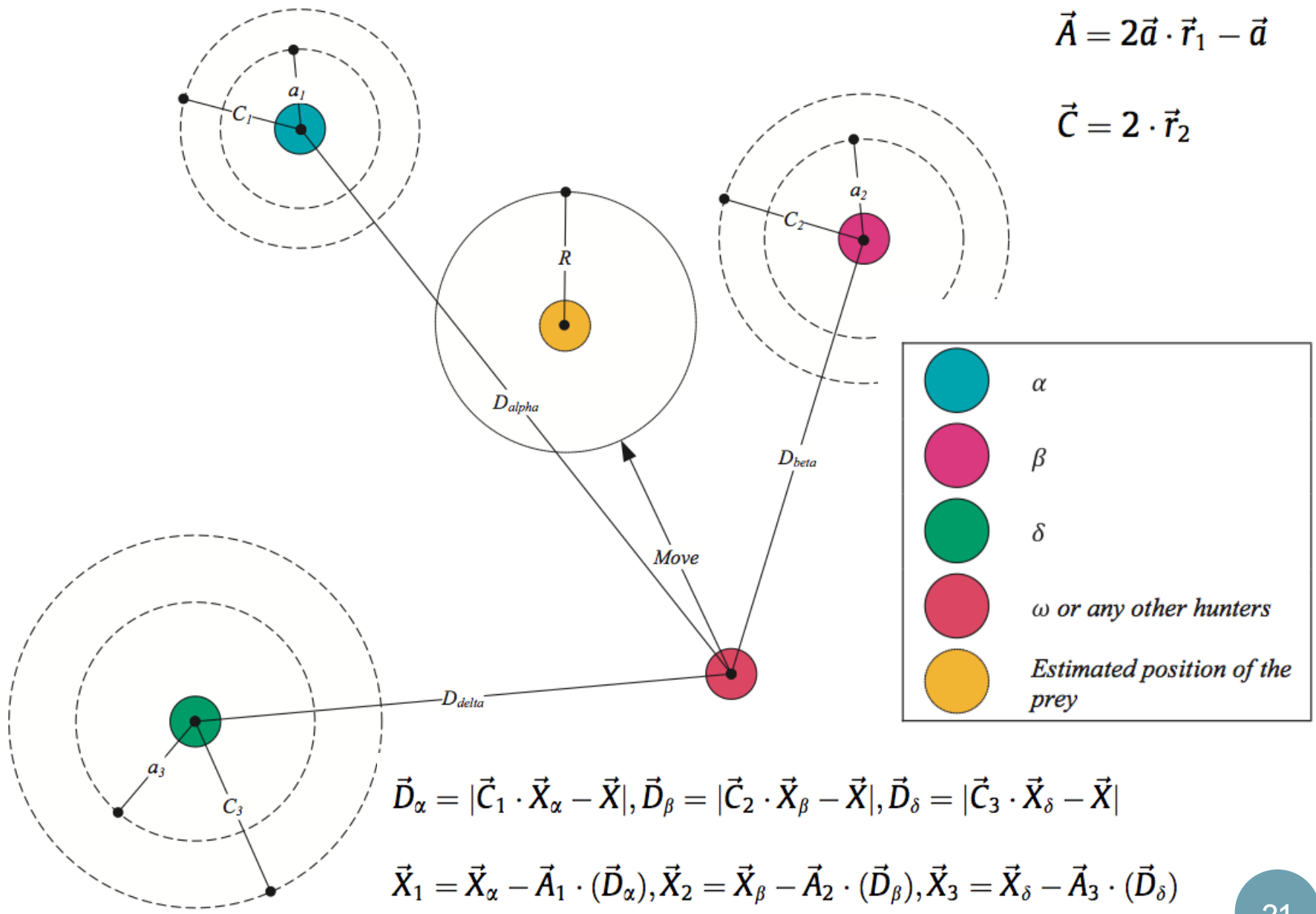
$t = t + 1$

end while

return X_α

$$\vec{A} = 2\vec{a} \cdot \vec{r}_1 - \vec{a}$$

$$\vec{C} = 2 \cdot \vec{r}_2$$



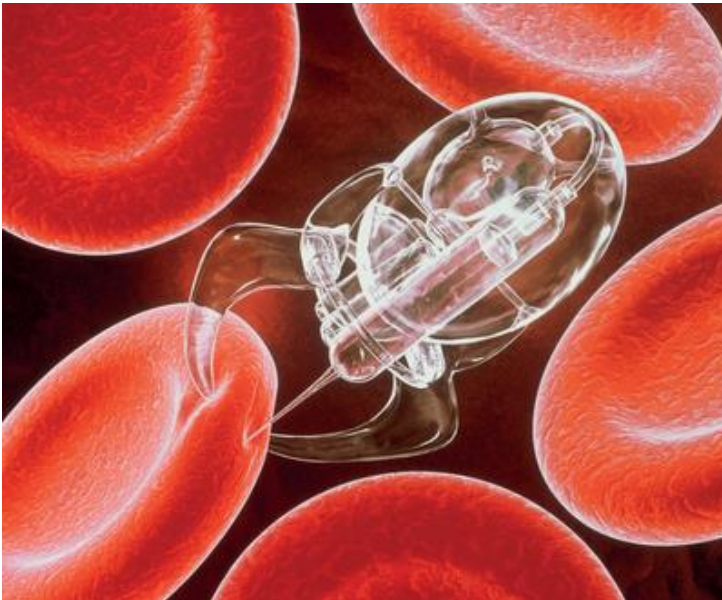
$$\vec{D}_\alpha = |\vec{C}_1 \cdot \vec{X}_\alpha - \vec{X}|, \vec{D}_\beta = |\vec{C}_2 \cdot \vec{X}_\beta - \vec{X}|, \vec{D}_\delta = |\vec{C}_3 \cdot \vec{X}_\delta - \vec{X}|$$

$$\vec{X}_1 = \vec{X}_\alpha - \vec{A}_1 \cdot (\vec{D}_\alpha), \vec{X}_2 = \vec{X}_\beta - \vec{A}_2 \cdot (\vec{D}_\beta), \vec{X}_3 = \vec{X}_\delta - \vec{A}_3 \cdot (\vec{D}_\delta)$$

$$\vec{X}(t+1) = \frac{\vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3}{3}$$

Aplicaciones

- Control de **vehículos no tripulados**.



- **control nanobots dentro del cuerpo**

Aplicaciones

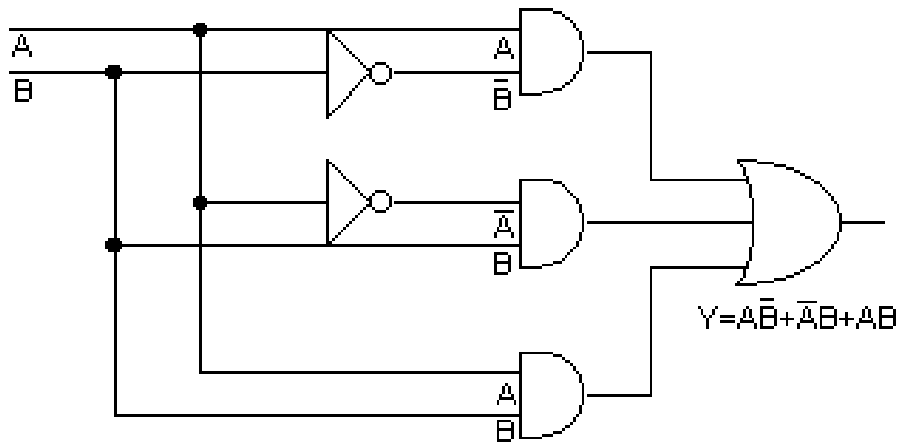
- Portafolios de inversión



- Minería de datos

Aplicaciones

- Diseño de Circuitos combinatorios



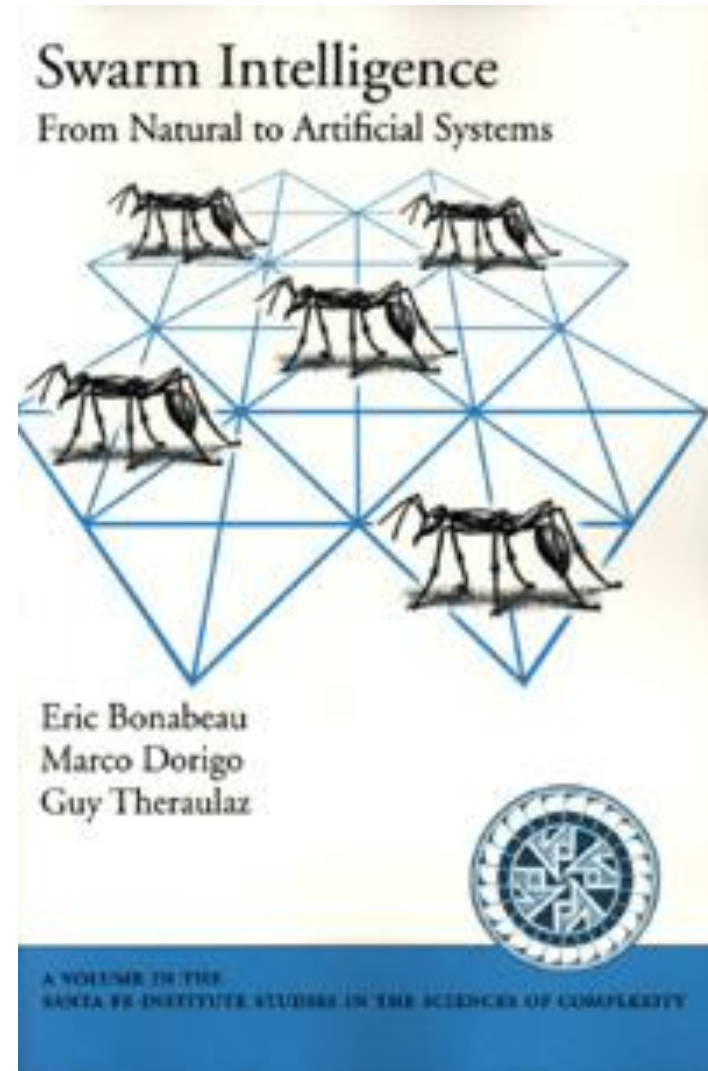
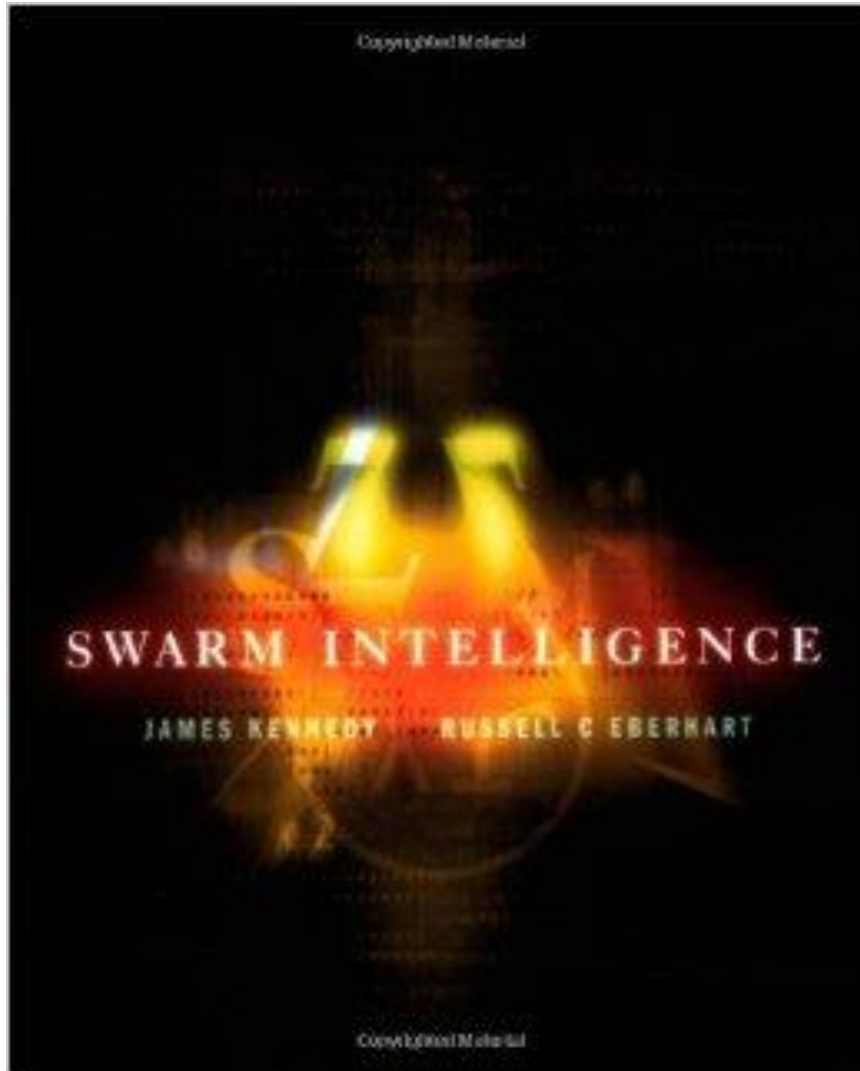
- Planeación de tareas



CONCLUSIONES

- Los **algoritmos** basados en inteligencia colectiva modelan el **comportamiento** e **interacción** con el **ambiente** de una determinada **especie**, con el objetivo de resolver **problemas** de **optimización** complejos.
- Los valores de **parámetros** de **ajuste** de cada algoritmo afectan directamente el desempeño del mismo
- **No puede asegurarse que una técnica es mejor que otra** ya que depende del tipo de problema a resolver

REFERENCIAS DE INTERÉS



REFERENCIAS

Grey Wolf Optimizer, Seyedali Mirjalili, Seyed Mohammad Mirjalili, Andrew Lewis , Advances in Engineering Software, 2014

J. Kennedy and R. C. Eberhart, "Particle Swarm Optimization", Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, Perth, Australia, pp. 1942-1948, 1995.

Dervis Karaboga, Bahriye Basturk, "A powerful an efficient algorithm for numerical function optimization: artificial bee colony (ABC) algorithm", Springer Science Business Media B.V. 2007, published online: 13 April 2007.

Swarm Intelligence Optimization: Editorial Survey, Er. A.K.Mishra, Dr. M. N. Das, Dr. T. C. Panda, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering

GRACIAS

pescador@computacion.cs.cinvestav

<http://computacion.cs.cinvestav.mx/~pescador>