The background features abstract, overlapping blue geometric shapes, primarily triangles and polygons, in various shades of blue, creating a modern and dynamic visual effect.

PSO: Optimización por enjambre de partículas

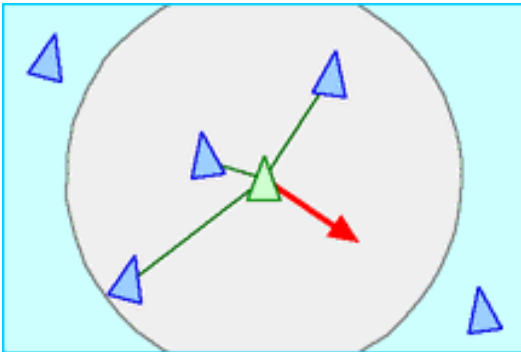
Introducción

- ▶ Inspirado en la naturaleza, el comportamiento social y los movimientos dinámicos con comunicaciones de insectos, aves y peces.



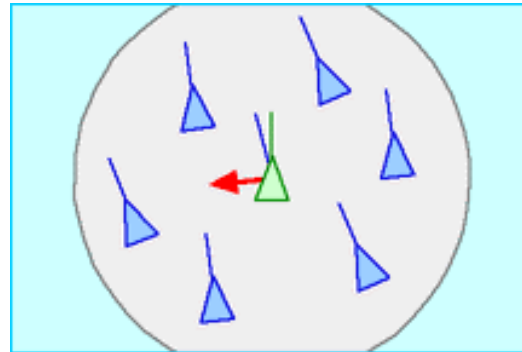
Introducción

- ▶ En 1986, Craig Reynolds describió este proceso en 3 comportamientos simples:



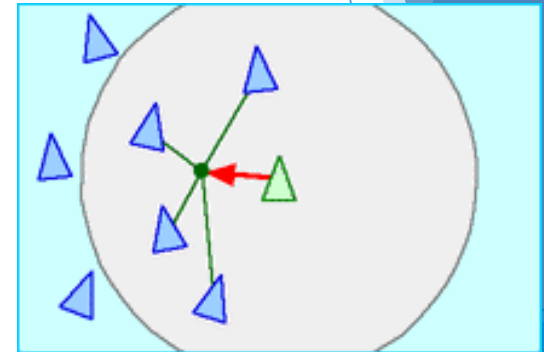
Separación

Cada agente se trata de mover lejos de sus vecinos si está muy cerca



Alineación

Cada agente se dirige hacia la dirección promedio de sus vecinos



Cohesión

Cada agente trata de ir hacia la posición promedio de sus vecinos

PSO: Origen

- ▶ Kennedy y Eberhart (1995) incluyeron un granero en una simulación simplificada tipo Reynolds tal que:
- ▶ Cada agente era atraído hacia la localización del granero.
- ▶ Cada agente recordaba su posición más cercana al granero.
- ▶ Cada agente compartía información con sus vecinos (originalmente con todos los agentes) sobre su localización más cercana al granero.

Introducción

- ▶ Aplicación a la optimización: optimización del enjambre de partículas.
- ▶ Propuesto por James Kennedy y Russell Eberhart (1995).
- ▶ Combina experiencias personales con experiencias sociales.



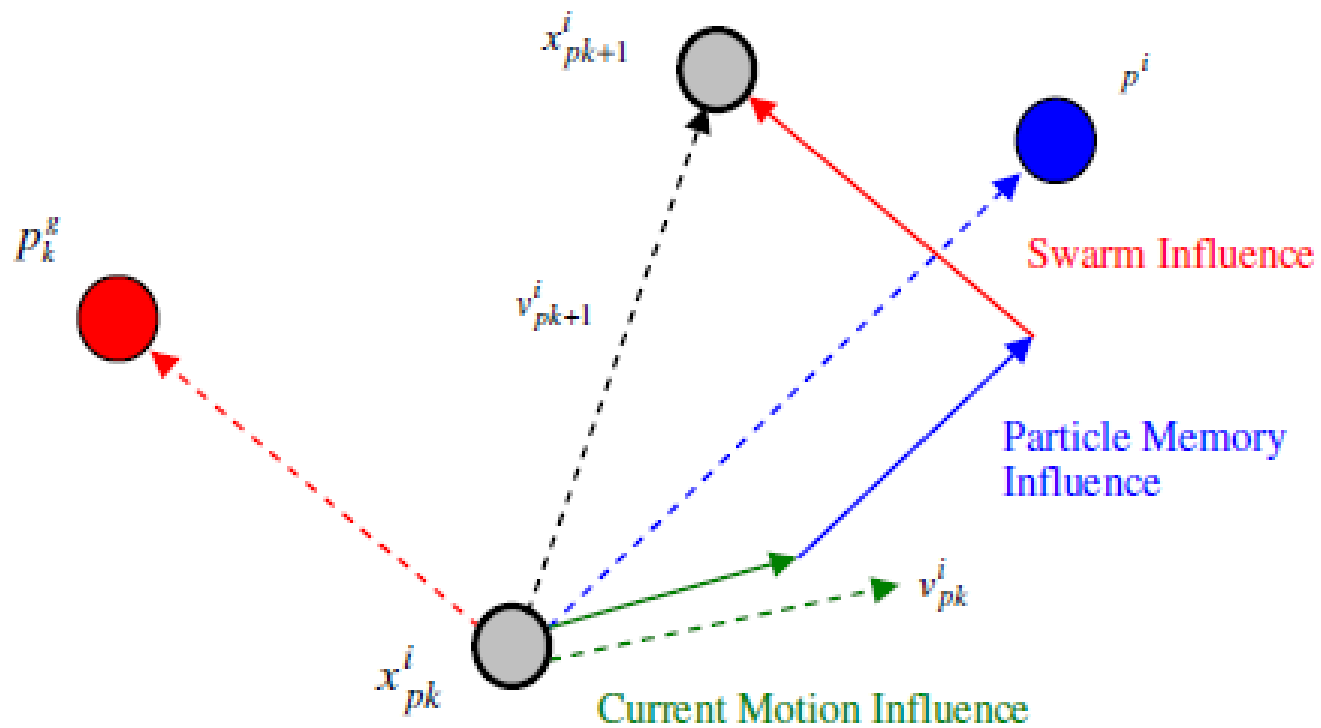
PSO

- ▶ Utiliza una serie de agentes (partículas) que constituyen un enjambre que se mueve en el espacio de soluciones buscando la mejor solución.
- ▶ Cada partícula en el espacio de búsqueda ajusta su “vuelo” de acuerdo con su propia experiencia, y a la experiencia de otras partículas.
- ▶ Los cambios en la posición de una partícula son influenciados por la experiencia o conocimiento de sus vecinos (algoritmo cooperativo simbiótico).
- ▶ Proceso de búsqueda donde las partículas regresan estocásticamente a las regiones exitosas previas del espacio de búsqueda.
- ▶ Comportamiento colectivo: “Simulación del éxito de los individuos vecinos y del éxito propio”.

PSO

- ▶ Cada partícula ajusta dinámicamente su velocidad de desplazamiento correspondiente a las experiencias de vuelo de sí misma y de sus colegas.
- ▶ Cada partícula modifica su posición de acuerdo con:
 - ▶ Su posición actual
 - ▶ Su velocidad actual
 - ▶ La distancia entre su posición actual y la mejor conocida
 - ▶ La distancia entre su posición actual y la mejor conocida

PSO



PSO

- ▶ Variables del algoritmo
 - ▶ Población de agentes
 - ▶ p_i : posición del agente i en el espacio de soluciones
 - ▶ f : función objetivo
 - ▶ v_i : Velocidad del i del agente
 - ▶ $V(i)$: vecindad del agente i (fijo)
- ▶ El concepto de vecindario en PSO no es el mismo que el utilizado en otras búsquedas metaheurísticas. En este caso se refiere a las partículas que pueden comunicarse entre sí.
- ▶ Dos vecindarios comunes son g_{best} y l_{best} .

PSO: gbest vs lbest

- ▶ En ambos enfoques la actualización del componente social de la velocidad conduce a movimientos hacia la mejor partícula global (vecindades traslapadas en lbest PSO)
- ▶ gbest PSO es un caso especial de lbest PSO si $n\mathcal{M}i=ns$
- ▶ Su convergencia difiere en dos aspectos:
 - ▶ gbest PSO converge más rápido por la fuerte interconectividad entre partículas pero con menor diversidad que lbest PSO.
 - ▶ Debido a su gran diversidad, lbest PSO es menos susceptible a estancarse en un mínimo local. En general (dependiendo del problema), la topología empleada por lbest PSO tiene mejor desempeño

PSO: Pseudocódigo

$[x^*] = \text{PSO}()$

$P = \text{Inicializa_Poblacion}();$

For $i=1$ to it_max // Número de generaciones

For each partícula p en P do

$f.o. = f(p);$

 If f_p es mejor que $f(pBest)$

$pBest = p;$

$f_p = f(pBest);$

 end if

end for

$gBest = \text{best } p \text{ in } P;$

For each partícula p en P do

$v = v + c1 \cdot \text{rand} \cdot (pBest - p) + c2 \cdot \text{rand} \cdot (gBest - p);$

$p = p + v;$

end for

end for

PSO

Regla de actualización de partículas

$$p = p + v$$

con

$$v = v + c1 * \text{rnd}(0,1) * (pBest - p) + c2 * \text{rand} * (gBest - p)$$

Dónde

p: posición de la partícula

v: velocidad de la partícula

c1: peso de la información local

c2: peso de la información global

pBest: mejor posición de la partícula

gBest: mejor posición del enjambre

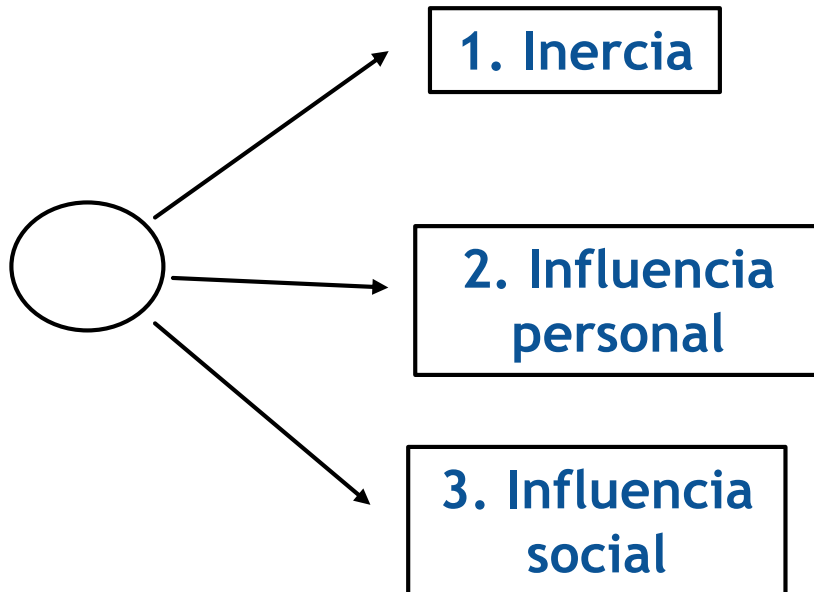
PSO

- ▶ Número de partículas generalmente entre 10 y 50
- ▶ $C1$ es la importancia del mejor valor personal
- ▶ $C2$ es la importancia del mejor valor del vecindario
- ▶ Usualmente $C1 + C2 = 4$ (valor elegido empíricamente)
- ▶ Si la velocidad es demasiado baja → algoritmo demasiado lento
- ▶ Si la velocidad es demasiado alta → algoritmo demasiado inestable

PSO

Velocidad de la partícula:

$$\mathbf{v}_i^{t+1} = \underbrace{\mathbf{v}_i^t}_{\text{Inercia}} + \underbrace{c_1 U_1^t (\mathbf{pb}_i^t - \mathbf{p}_i^t)}_{\text{Influencia personal}} + \underbrace{c_2 U_2^t (\mathbf{gb}^t - \mathbf{p}_i^t)}_{\text{Influencia social}}$$



- Hace que la partícula se mueva en la misma dirección y con la misma velocidad
- Mejora al individuo.
- Hace que la partícula regrese a una posición anterior, mejor que la actual
- Conservador
- Hace que la partícula siga la dirección de los mejores vecinos

PSO: Diversificación e intensificación

$$\mathbf{v}_i^{t+1} = \underbrace{\mathbf{v}_i^t}_{\text{Diversificación}} + \underbrace{\mathbf{c}_1 \mathbf{U}_1^t (\mathbf{pb}_i^t - \mathbf{p}_i^t) + \mathbf{c}_2 \mathbf{U}_2^t (\mathbf{gb}^t - \mathbf{p}_i^t)}_{\text{Intensificación}}$$

PSO: Inicialización

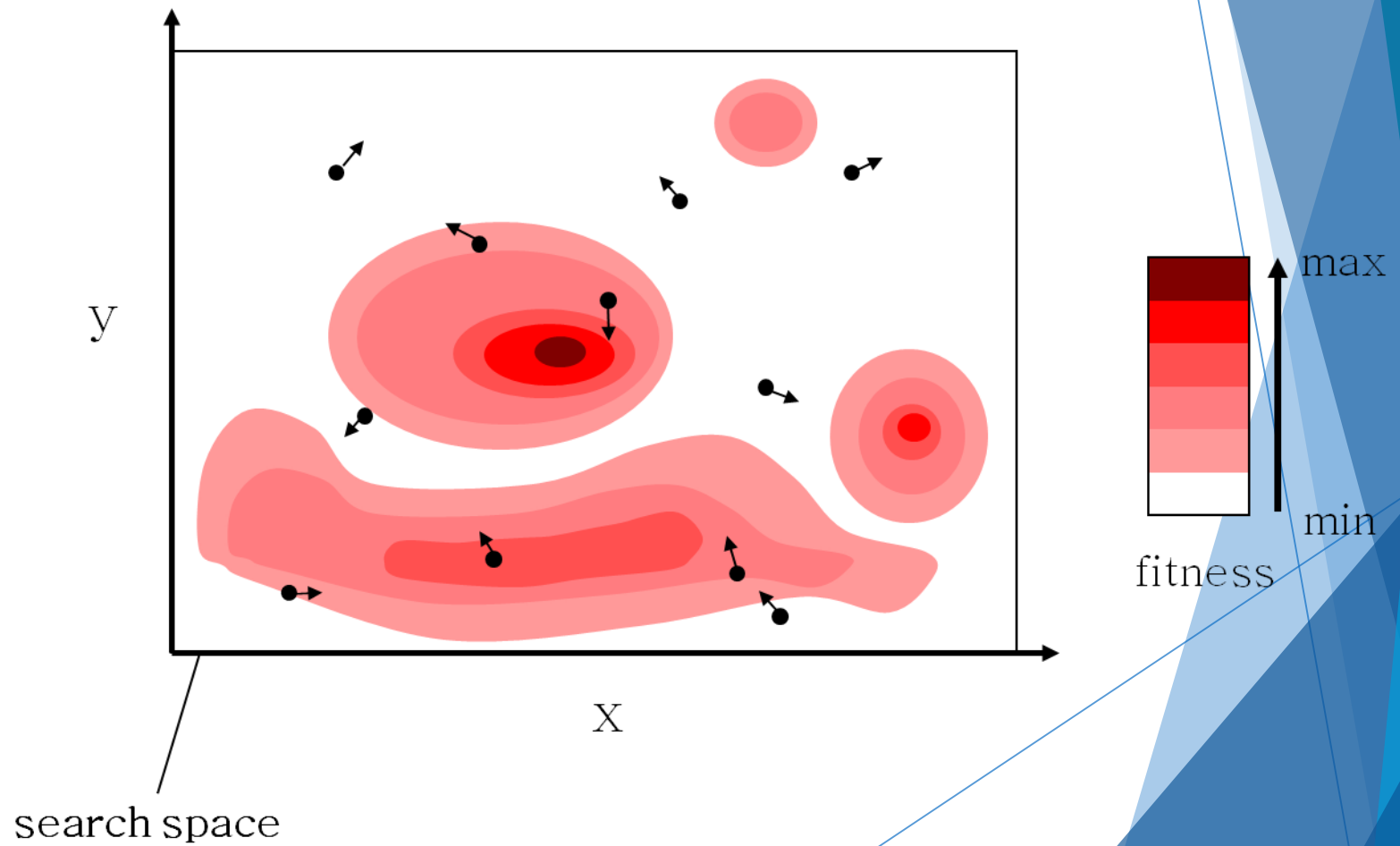
- ▶ El primer paso de PSO es inicializar el enjambre y los parámetros de control.
- ▶ Las posiciones de las partículas son inicializadas uniformemente sobre el espacio de búsqueda (la eficiencia de PSO depende de qué tan bien distribuidas se encuentren las partículas).
- ▶ Para inicializar la posición de partícula

$$p_{j,i} = p_{j,min} + rand_{i,j}[0, 1] \cdot (p_{j,max} - p_{j,min})$$

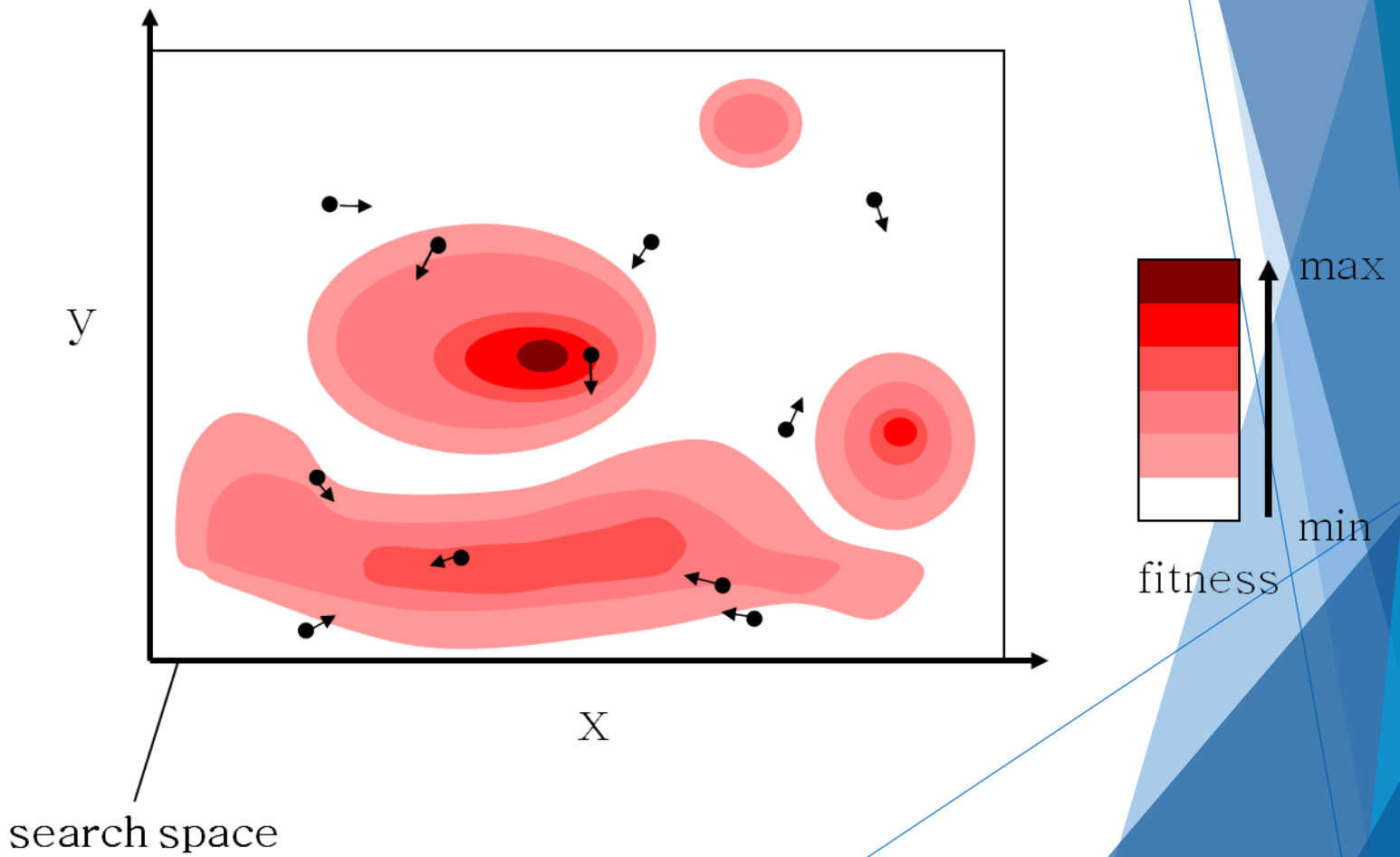
PSO: Inicialización

- ▶ Las velocidades se pueden inicializar en cero.
- ▶ La posición inicial es la mejor personal.
- ▶ Se busca la mejor posición para definir la mejor global.

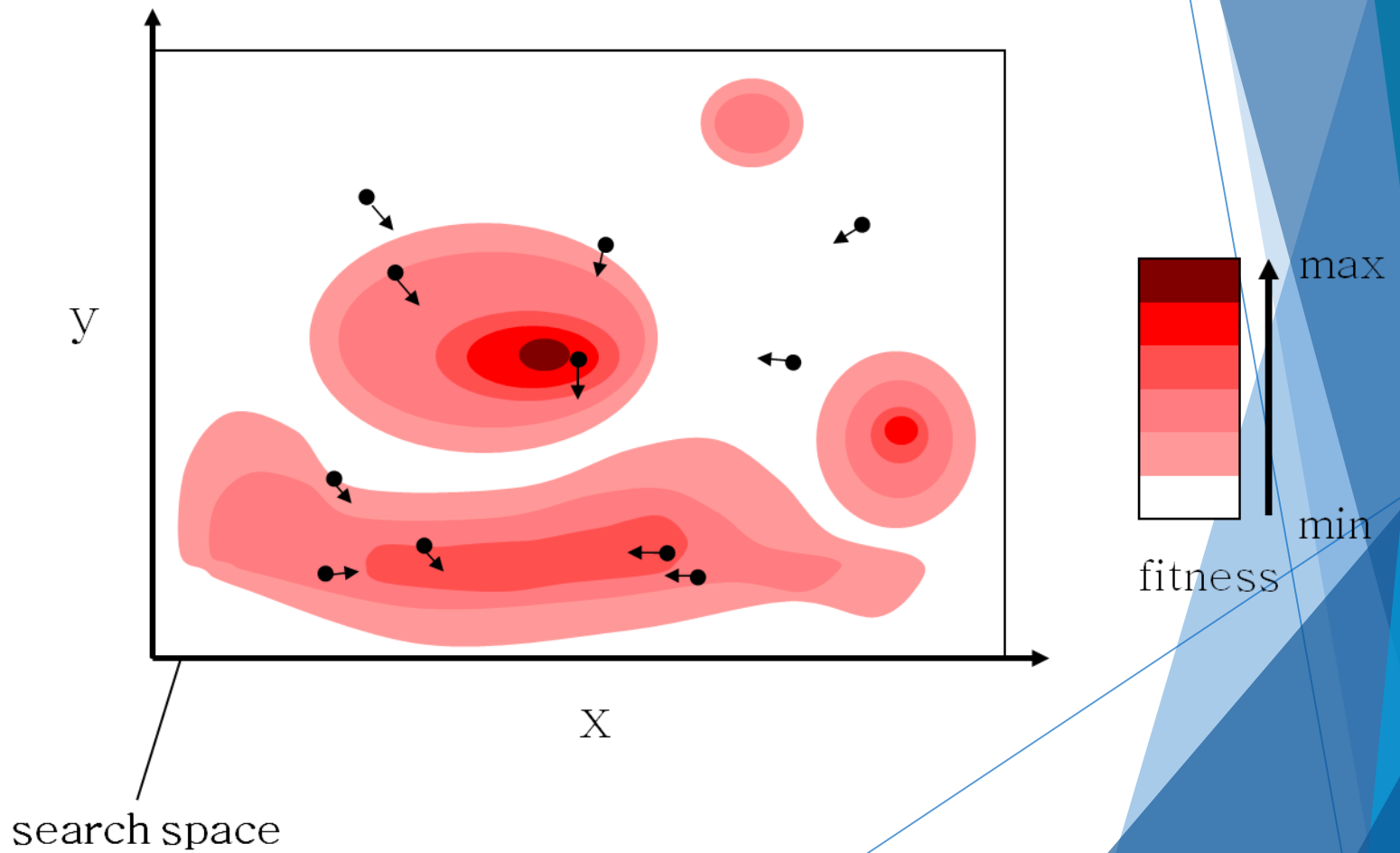
PSO



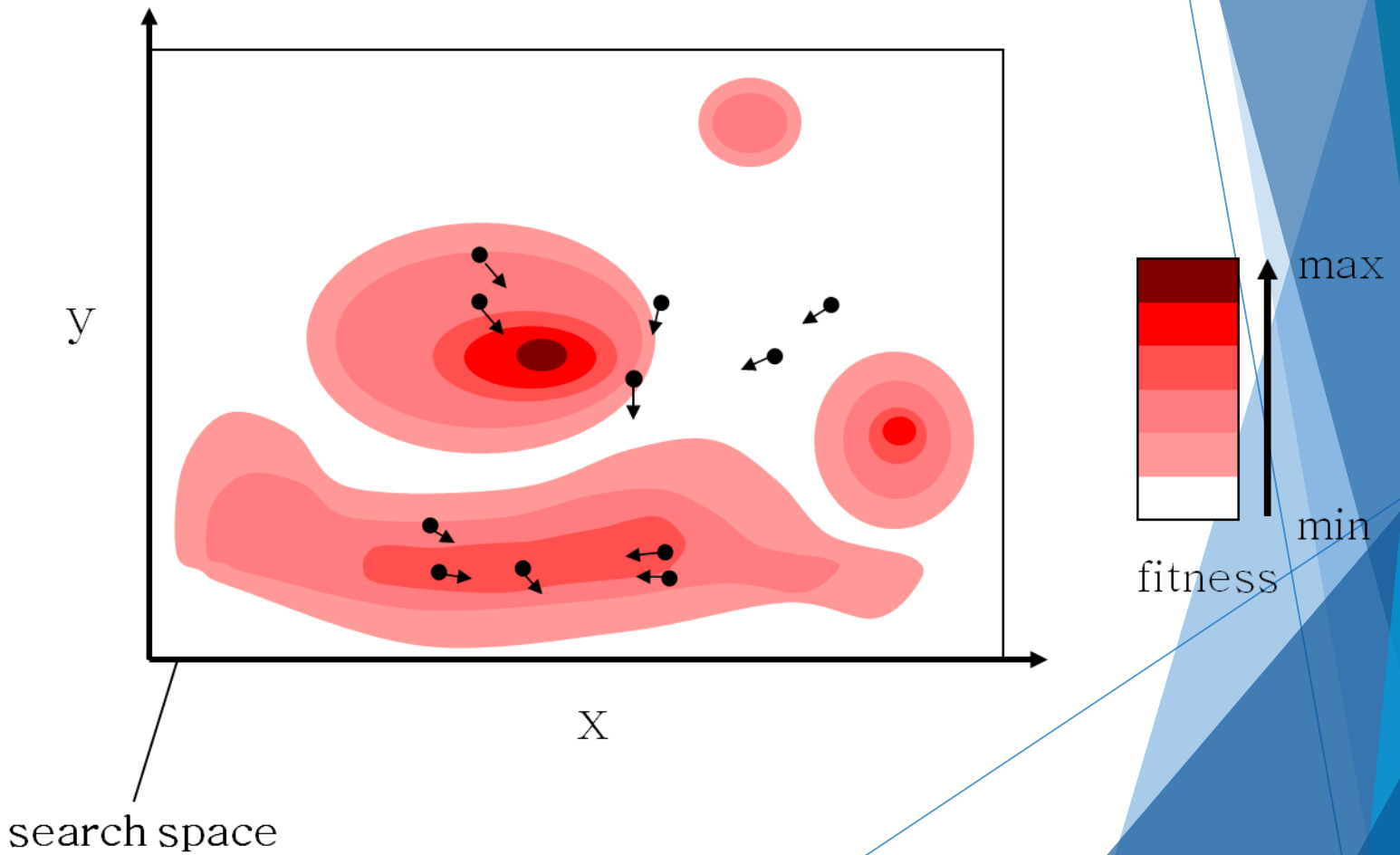
PSO



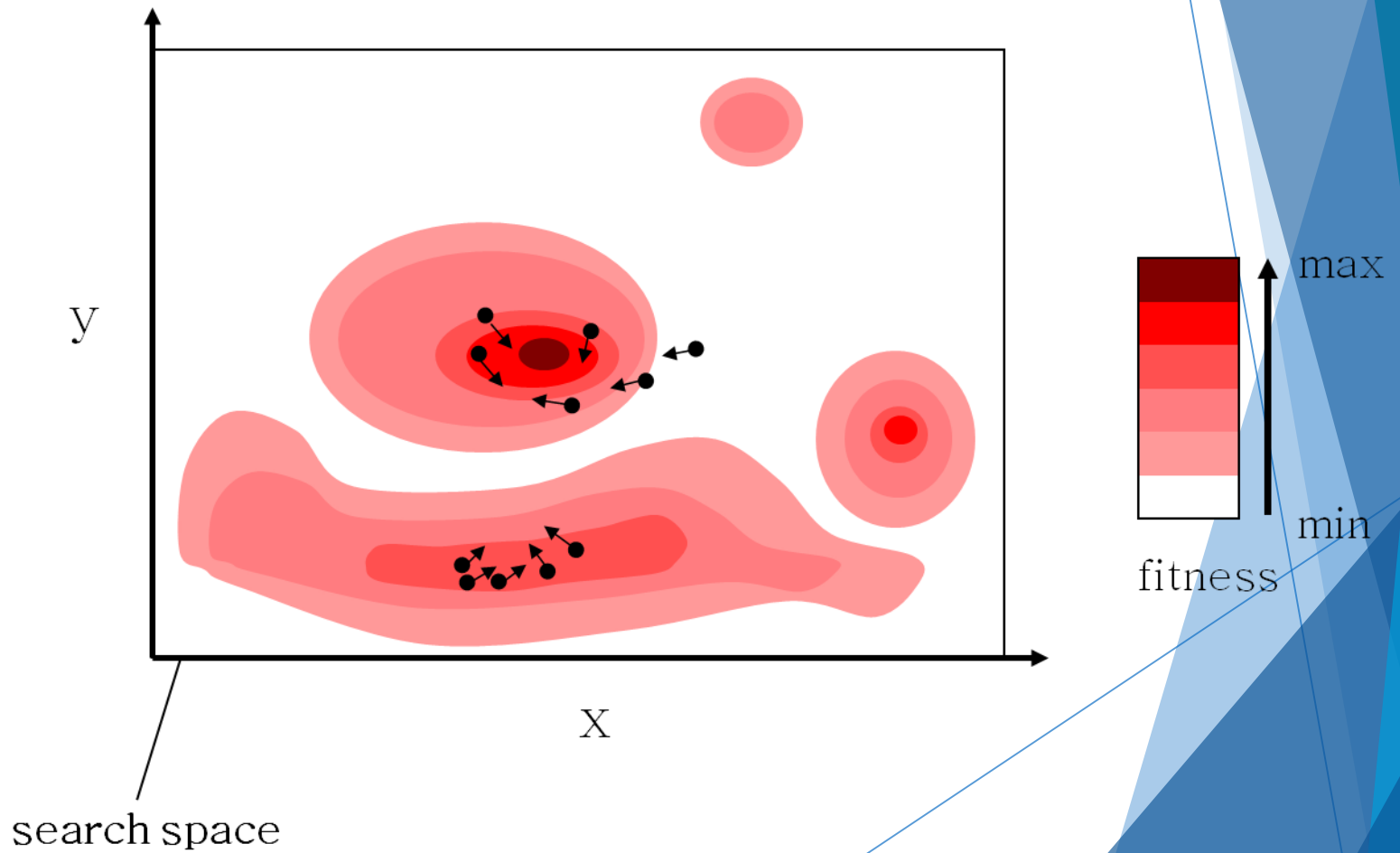
PSO



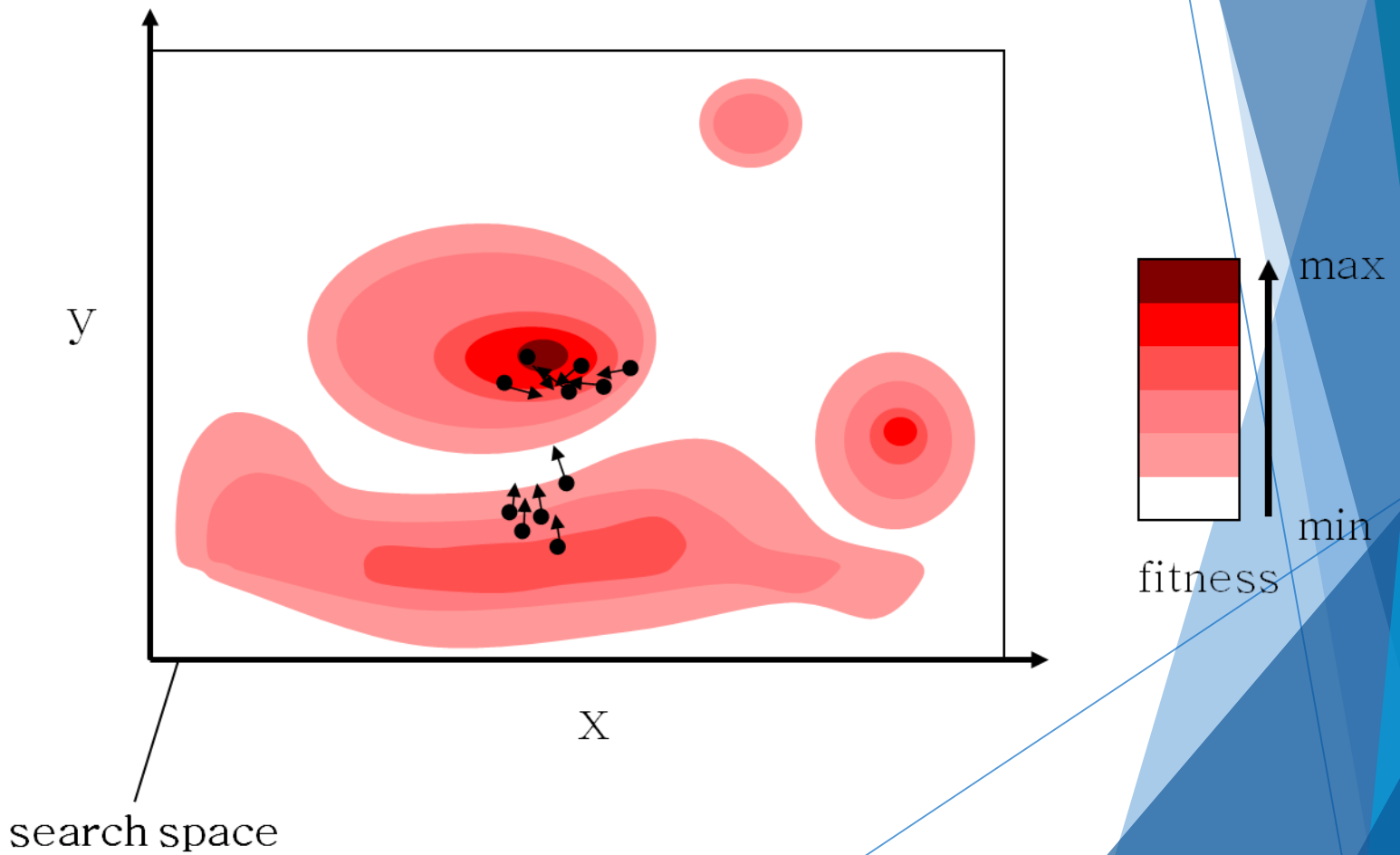
PSO



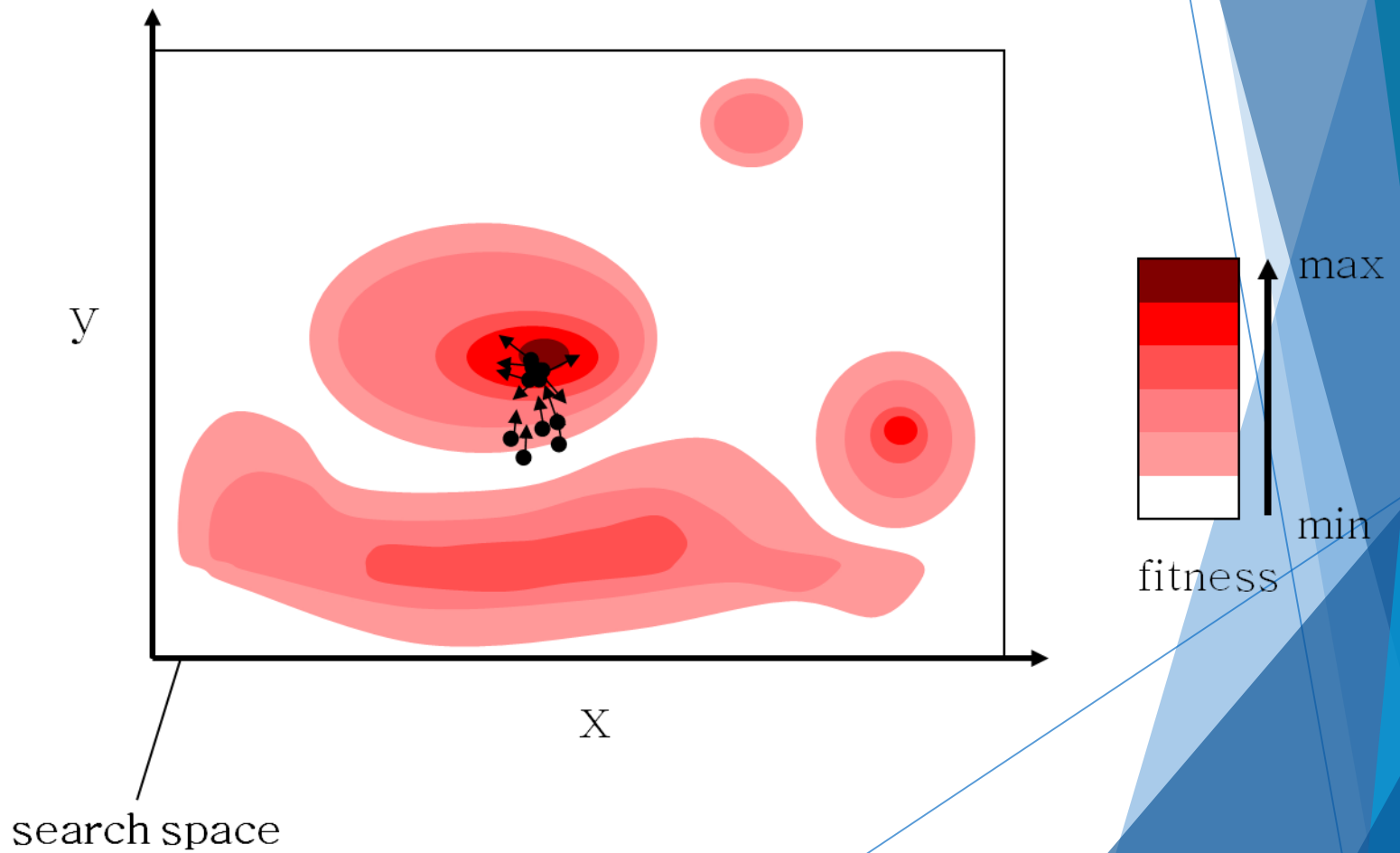
PSO



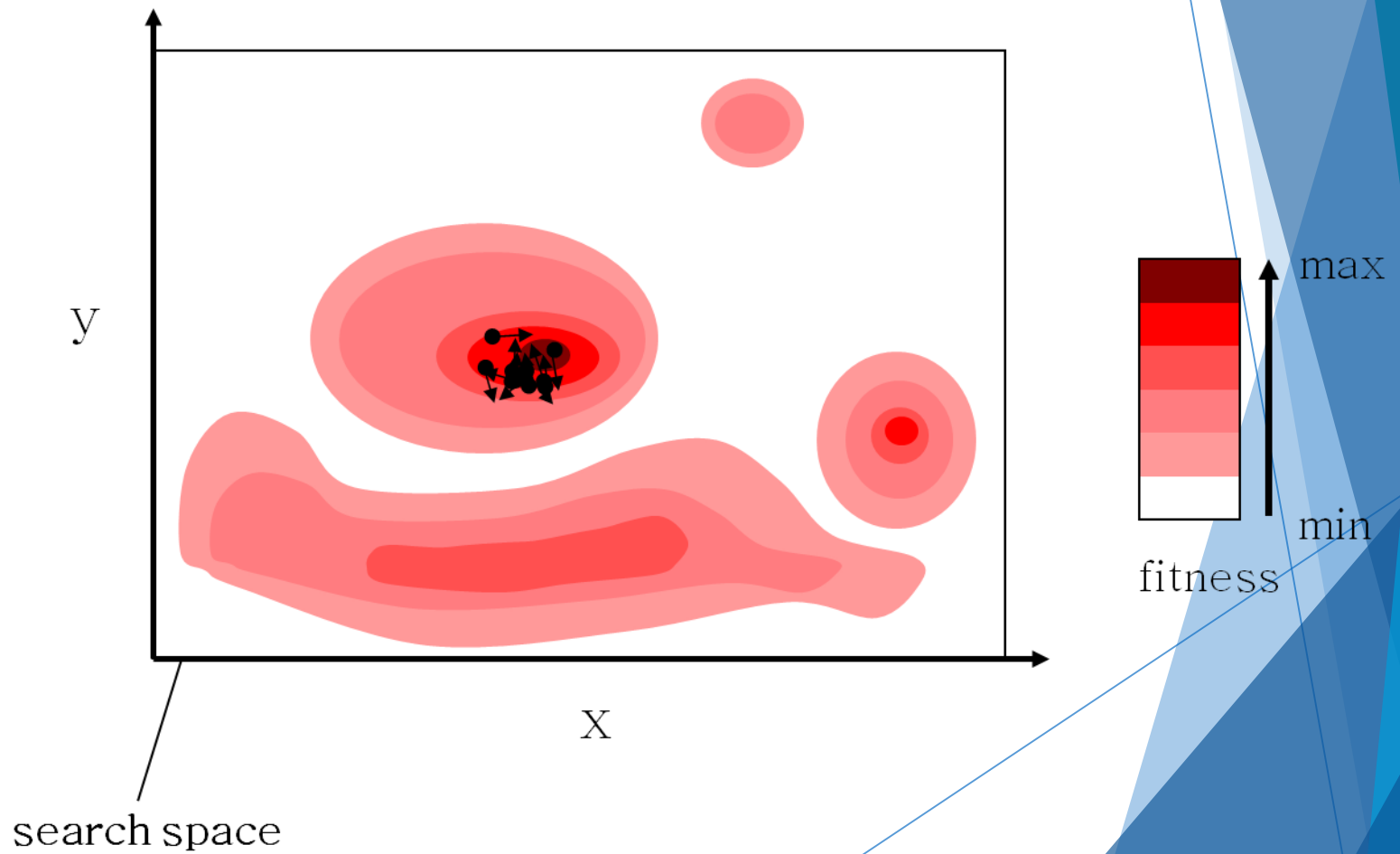
PSO



PSO



PSO



PSO

▶ Ventajas

- ▶ Implementación simple
- ▶ Fácil de implementar en paralelo para procesamiento concurrente
- ▶ Muy pocos parámetros de algoritmo
- ▶ Algoritmo de búsqueda global muy eficiente.

▶ Desventajas

- ▶ Tendencia a una convergencia rápida y prematura
- ▶ Convergencia lenta en la etapa de búsqueda fina (capacidad de búsqueda local débil)

PSO

- ▶ Muchas variantes:
 - ▶ 2-D Otsu PSO
 - ▶ Active Target PSO
 - ▶ Adaptive PSO
 - ▶ Adaptive Mutation PSO
 - ▶ Adaptive PSO Guided by Acceleration Information
 - ▶ Attractive Repulsive Particle Swarm Optimization
 - ▶ Binary PSO
 - ▶ Cooperative Multiple PSO
 - ▶ Dynamic and Adjustable PSO
 - ▶ Extended Particle Swarms
 - ▶ ...