



OPTIMIZACIÓN

Erik Cuevas, Valentín Osuna, Diego Oliva y Margarita Díaz

CAPÍTULO 3

ESTRATEGIAS EVOLUTIVAS (ES)

Introducción

- Pertenece al grupo de los denominados Algoritmos Evolutivos junto con los Algoritmos Genéticos, Programación Genética, y Programación Evolutiva
- Este algoritmo se propuso por estudiantes de doctorado de la Universidad Técnica de Berlín
- Existen tres variantes:
 - $(1+1)$ -EE
 - $(\mu+1)$ -EE
 - $(\mu+\lambda)$ -EE
 - (μ,λ) -EE
- Su principal operador es la mutación
- Inspirado en la teoría de la evolución de las especies; sus operadores son: selección, mutación, recombinación, y elitismo
- Algunos parámetros son fijos durante la evolución del algoritmo (parámetros exógenos), mientras que otros parámetros están codificados dentro del mismo individuo (parámetros endógenos)

Generalidades

Minimizar

$$f(x) = f(x_1, x_2) = - \left[\sin(x_1) \sin^{2m} \left(\frac{x_1^2}{\pi} \right) + \sin(x_2) \sin^{2m} \left(\frac{2x_2^2}{\pi} \right) \right] \quad (3.1)$$

considerando

$x_1, x_2 \in [0, \pi]$, y que $m = 10$

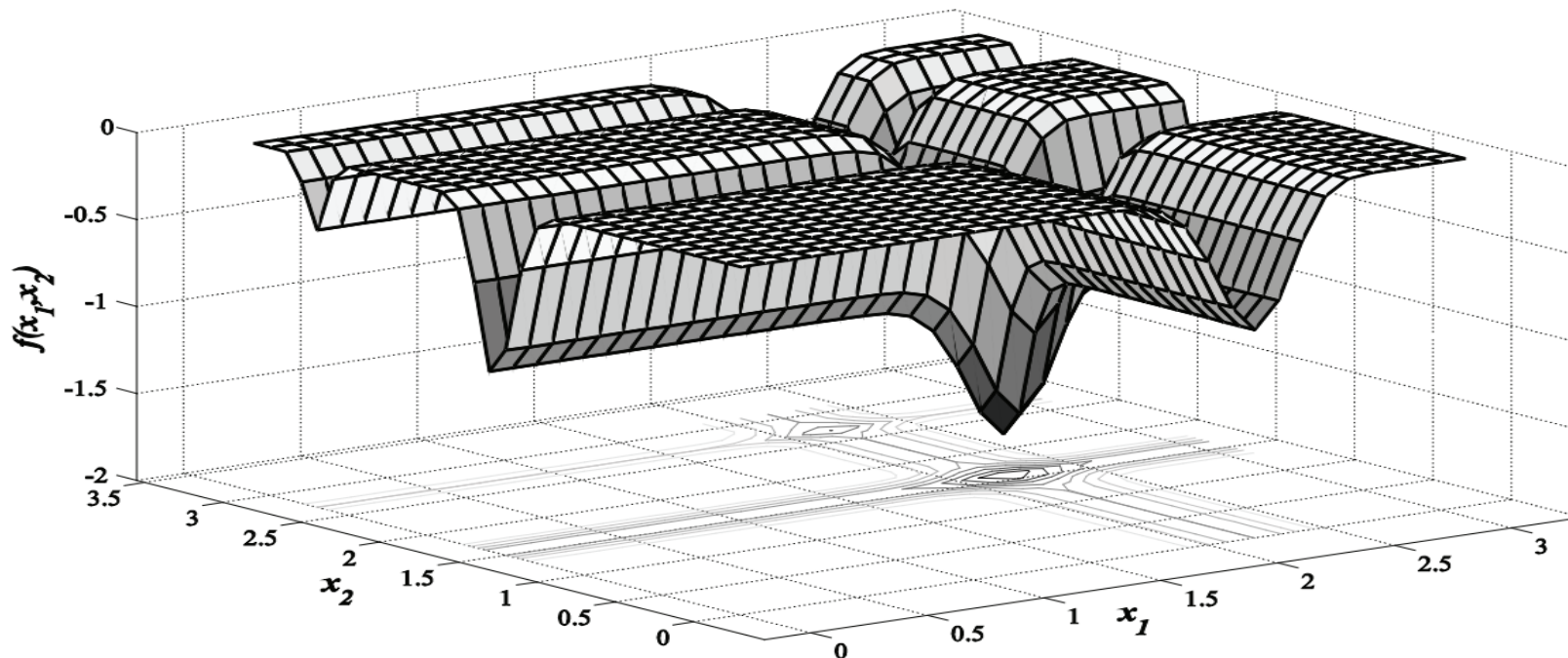


Figura 3.1. Representación gráfica de la función mostrada en la ecuación 2.1.

Inicialización (1/2)

- Los individuos pueden ser vectores de números reales
- Al principio del algoritmo es necesario inicializar la población de individuos:

$$x_{i,n} = l_n + rand(\cdot) * (u_n - l_n) \quad (3.2)$$

donde $i = 1, \dots, \mu$ y $n = 1, \dots, d$

- Las matrices de covarianzas:

$$\sigma_i = \frac{(R_i - \bar{R})' (R_i - \bar{R})}{d - 1} \quad (3.3)$$

donde $i = 1, \dots, \mu$

Inicialización (2/2)

- Y las matrices de rotaciones:

$$\alpha_i = \frac{1}{2} \operatorname{tg}^{-1} \frac{2 \cdot \sigma_{1,2}}{(\sigma_{1,1}^2 - \sigma_{2,2}^2)} \quad (3.4)$$

Recombinación de padres

- Este operador es el equivalente a la cruce en Algoritmos Genéticos
- Existen siete tipos de recombinación tanto sexual como asexual
- En cada recombinación pueden participar desde uno hasta el total de padres de la población (μ):
 - Sin recombinación
 - Discreta
 - Panmítica discreta
 - Intermedia
 - Panmítica intermedia
 - Intermedia generalizada
 - Panmítica intermedia generalizada

Recombinación discreta

- Para generar a cada descendiente se generan dos números aleatorios enteros $r_{1i}, r_{2i} \in \{1, \dots, \mu\}$ para seleccionar a los padres, y el hijo se formará por elementos de éstos:

$$x'_i = x_{r_{1i}} \parallel x_{r_{2i}} \quad (3.7)$$
$$i = 1, \dots, \lambda$$

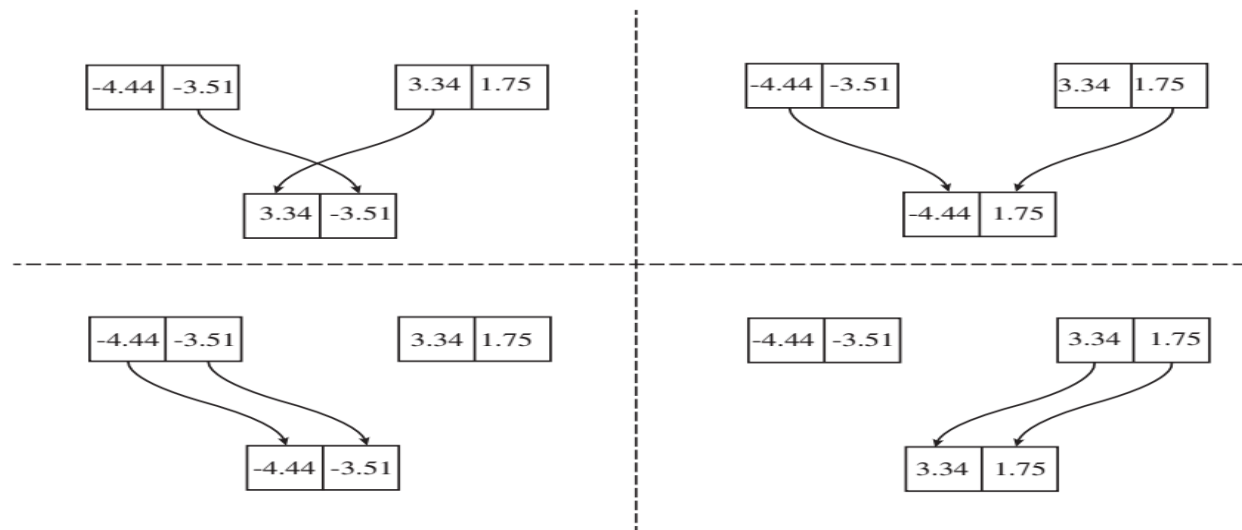
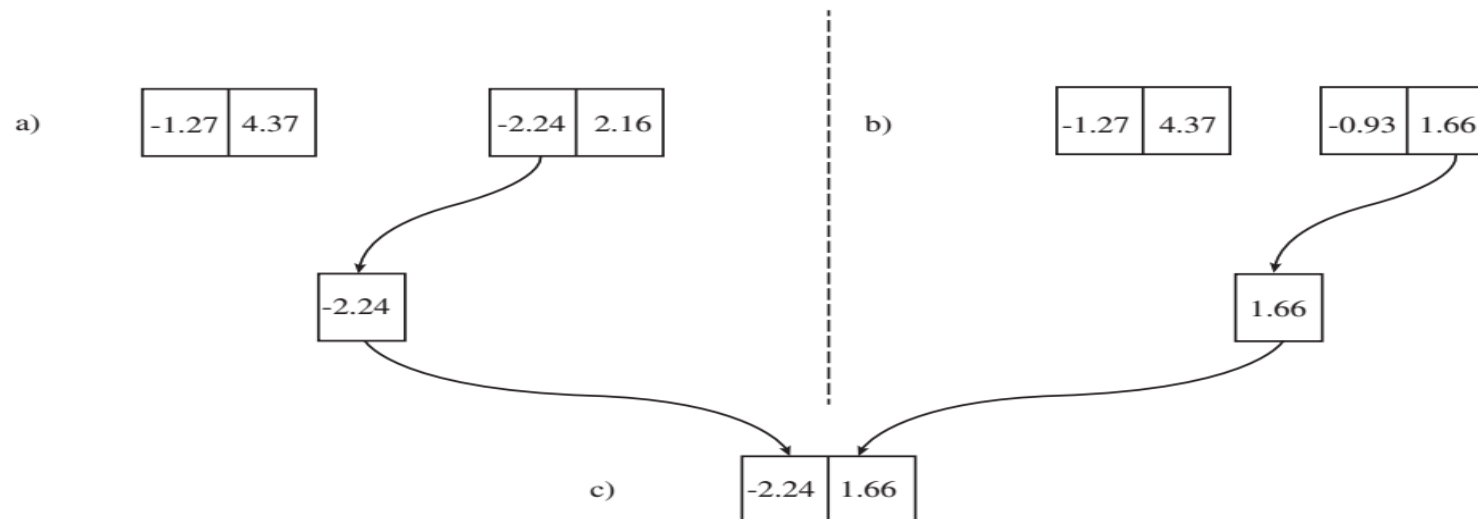


Figura 3.2. Cuatro posibles recombinaciones discretas de dos padres seleccionados al azar.

Recombinación panmítica discreta

- Se genera un número aleatorio $r_{1i} \in \{1, \dots, \mu\}$ para seleccionar al primer padre de la recombinación, el cual será fijo para el hijo i ; también se generan n números enteros aleatorios $r_{2in} \in \{1, \dots, \mu\}$, quienes serán los posibles segundos padres que darán forma al hijo:

$$x'_i = x_{r_{1i}} \parallel x_{r_{2in}} \quad (3.8)$$
$$i = 1, \dots, \lambda, \quad n = 1, \dots, d$$



Recombinación intermedia

$$x'_i = x_{r_{1i}} + (x_{r_{2i}} - x_{r_{1i}}) / 2$$

(3.9)

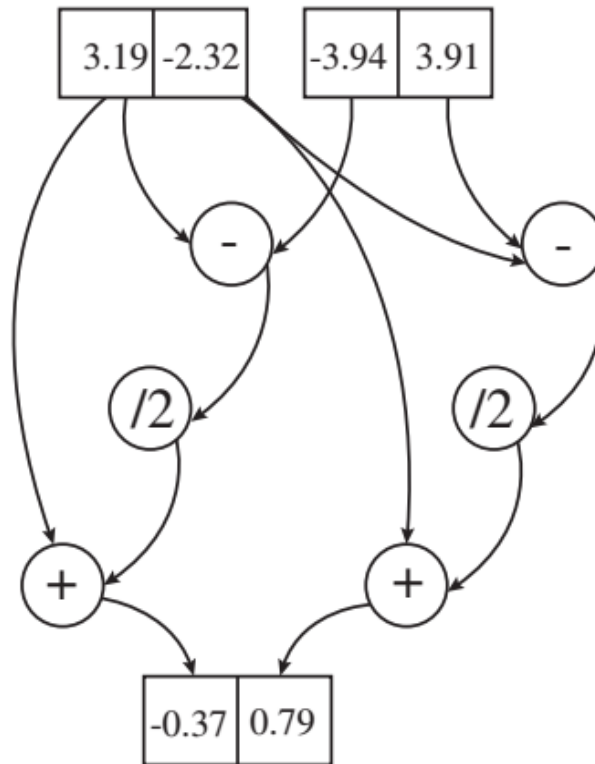


Figura 3.4. Recombinación intermedia.

Mutación (1/2)

- Operador primario en las EE
- Este operador se aplica de manera secuencial: primero a las matrices de covarianzas:

$$\sigma'_{i,n} = \sigma_{i,n} \cdot \exp(\tau' \cdot s_i + \tau \cdot s_{in})$$
$$i = 1, \dots, \lambda, \quad n = 1, \dots, d$$
(3.13)

- Luego las matrices de rotaciones:

$$\alpha'_{i,n} = \alpha_{i,n} + \beta \cdot s_{in}$$
$$\text{donde } i = 1, \dots, \mu \text{ y } n = 1, \dots, d \cdot (d - 1) / 2$$
(3.14)

- Y finalmente las soluciones candidatas:

$$x'_{i,n} = x_{i,n} + s'_{in}$$
$$i = 1, \dots, \mu; \quad n = 1, \dots, d$$
(3.15)

Mutación (2/2)

- Considerando que:

$$s'_{in} = N(0, C) = \sigma'_{i,n} \cdot N(0, 1) \quad (3.16)$$
$$i = 1, \dots, \mu; n = 1, \dots, d$$

$$\sigma'_{i,n} = \left(\prod_{k=1}^{d-1} \prod_{l=k+1}^d R(\alpha'_{k,l}) \right) \cdot \sigma_{i,n} \quad (3.17)$$

Selección del más apto (1/2)

- Los signos '+' y 'λ' en las EE indican el tipo de selección de los individuos que sobrevivirán a la siguiente generación

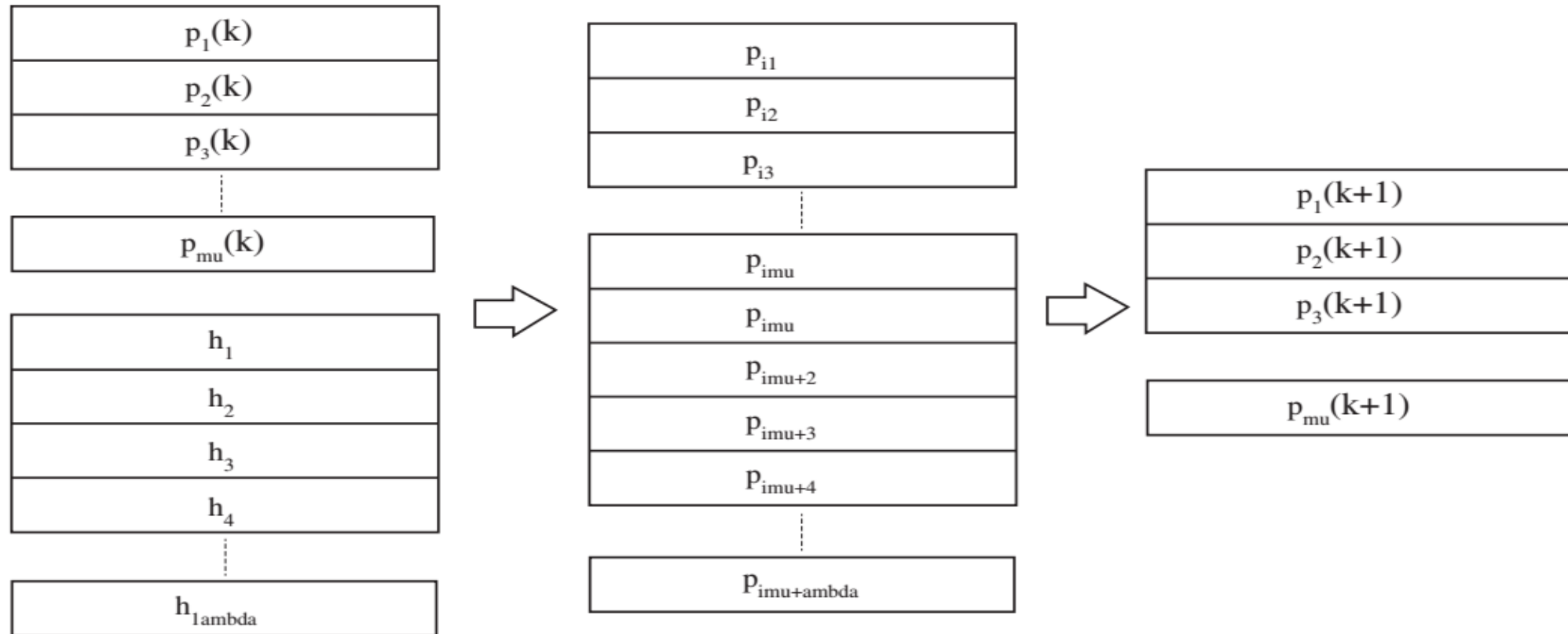


Figura 3.8. Selección de padres para la generación $(k+1)$ en la versión $(\mu + \lambda)$ -EE.

Selección del más apto (2/2)

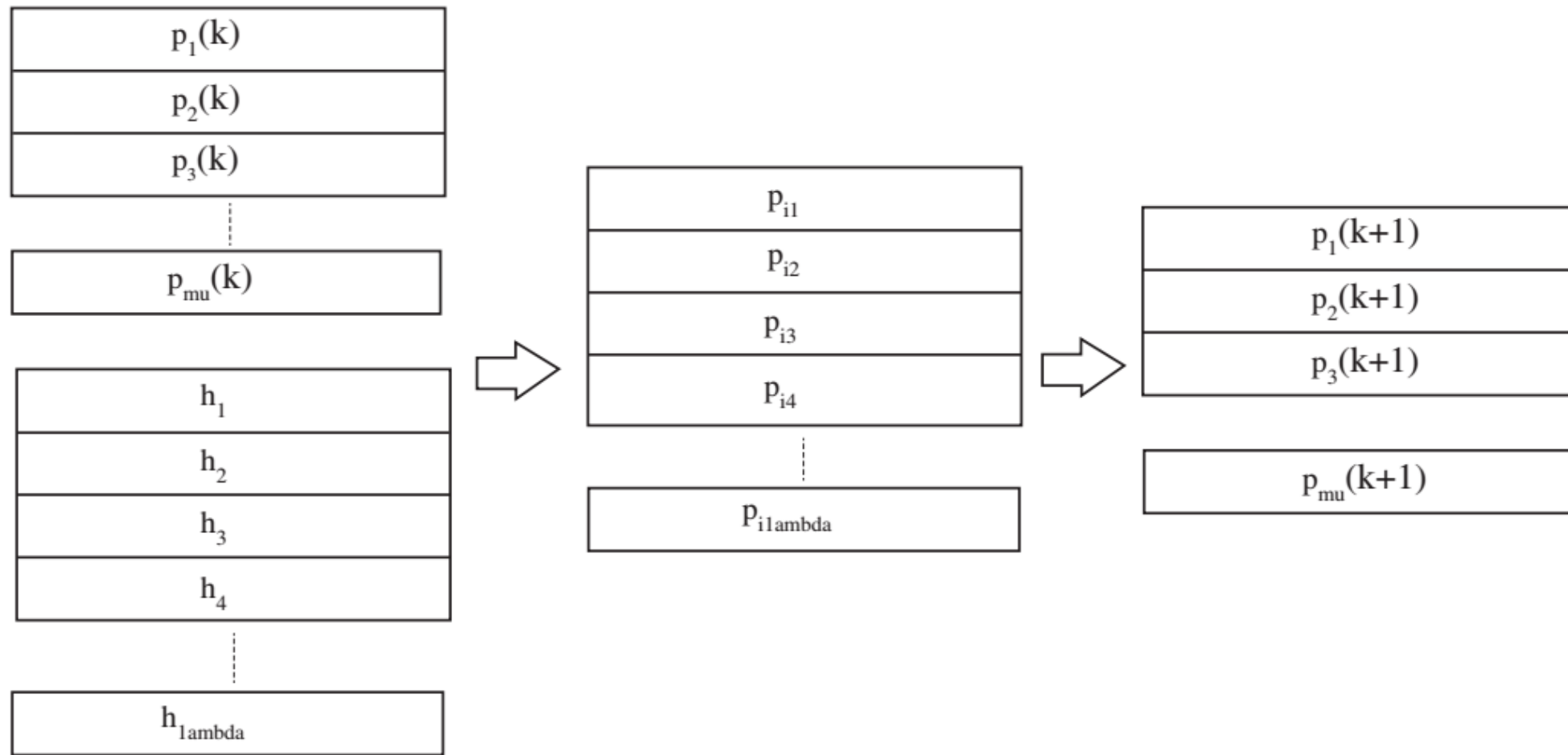


Figura 3.9. Selección de padres para la generación $(k+1)$ en la versión (μ, λ) -EE.

Pseudocódigo (1/2)

Algoritmo 3.1 Estrategias Evolutivas, versión $(\mu / \rho + \lambda)$ -EE	
1.	Configurar parámetros del algoritmo
2.	Inicializar y evaluar población inicial
3.	Mientras (no se cumpla criterio)
4.	for 1 : λ
5.	Seleccionar ρ padres, parámetros de estrategia
6.	Seleccionar ρ padres, variables de decisión
7.	Recombinar parámetros de estrategia
8.	Recombinar variables de decisión
9.	Mutar parámetros de estrategia
10.	Mutar variables de decisión
11.	Seleccionar de la población de hijos y de la población de padres anterior a los nuevos padres
12.	Mostrar resultado