Modelo de algoritmo evolutivo de inspiración cuántica QIEA-$\mathbb{R}$ con control de interacción entre universos

José Carlos Delgado Ramos

Escuela Profesional de Ciencia de la Computación
Universidad Católica San Pablo

13 de diciembre de 2014

Algoritmos Evolutivos de Inspiración Cuántica para $\mathbb{R}$

- El individuo cuántico $\mathbb{U}_{ij}$ es representado por el centro $\mu_{ij} = l_{uj} + u_{ij}/2$ mas el ancho del pulso $\sigma_{ij} = u_{ij} - l_{uj}$.
- El algoritmo evoluciona mejorando los individuos cuánticos mediante la modificación de μ_{ij} y σ_{ij} a partir de los mejores individuos clásicos generados en cada iteración.

Problema

- El algoritmo original permite particionar el espacio de búsqueda, mas no genera una verdadera segregación pues la generación y evaluación de los individuos clásicos se sigue dando en un mismo espacio compartido.
- Los individuos cuánticos sólo son actualizados: cualquier operador (recombinación, mutación, etc.) se lleva a cabo a nivel de individuos clásicos únicamente.

Propuesta: Búsqueda de mayor control en la localidad/globalidad en la evolución

- Segregación del espacio evolutivo de cada individuo cuántico en universos.
- Generar interacción entre los universos mediante un operador de recombinación que opere a nivel de individuos cuánticos.

Operador de recombinación

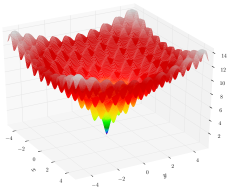
- Evaluación de los individuos cuánticos de acuerdo a la calidad de individuos clásicos generados (promedio ponderado del valor obtenido tras evaluar mediante la función *fitness* correspondiente).
- Operación en las k primeras iteraciones debido a la relativamente rápida degradación del espacio de búsqueda tras una rápida convergencia. El valor de k tiende a ser bajo.

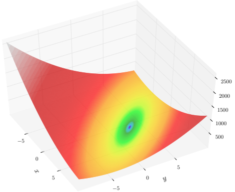
Algoritmos implementados

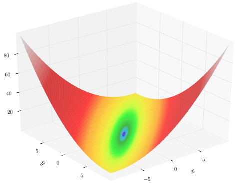
Algoritmo	Espacio de búsqueda particionado	Campo de acción de individuos cuánticos segregado en universos	Operador de recombinación para individuos cuánticos
QIEAℝ	No	No	No
UQIEAℝ	No	Si	No
QIEAℝ-CO	No	No	Si
UQIEAℝ-CO	No	Si	Si
QIEAℝ-p	Si	No	No
UQIEAℝ-p	Si	Si	No
QIEAℝ-pCO	Si	No	Si
UQIEAℝ-pCO	Si	Si	Si

Escenarios de prueba

Función	Fórmula	Valor mínimo	Dominio de búsqueda
Arckley	$f(x,y) = -20e^{-0.2\sqrt{0.5(x^2+y^2)}} - e^{0.5(cos(2\pi x)+cos(2\pi y))} + e + 20$	$f(0,0) = 0$	$-5 \leq x, y \leq 5$
Booth	$f(x,y) = (x+2y-7)^2 + (2x+y-5)^2$	$f(1,3) = 0$	$-10 \leq x, y \leq 10$
Maytas	$f(x,y) = 0.26(x^2+y^2) - 0.48xy$	$f(0,0) = 0$	$-10 \leq x, y \leq 10$



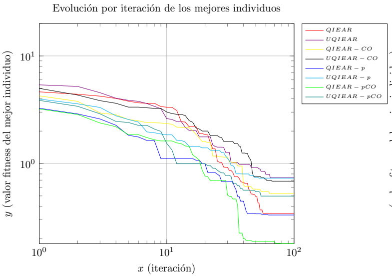


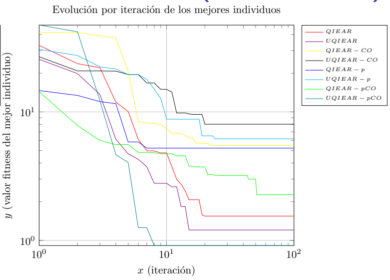


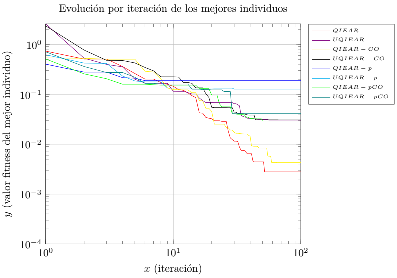
Lectura de los gráficos

- Evolución del mejor individuo obtenido durante la ejecución del programa (100 iteraciones).

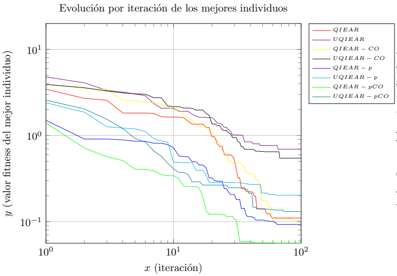
Evolución del mejor valor obtenido($1 \leq n \leq 3$)

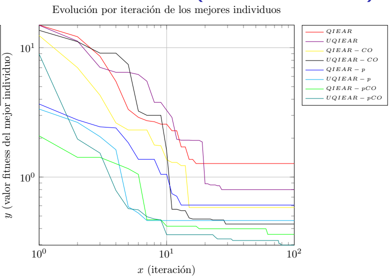


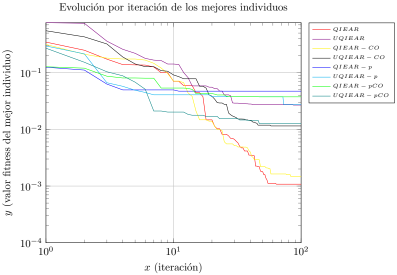




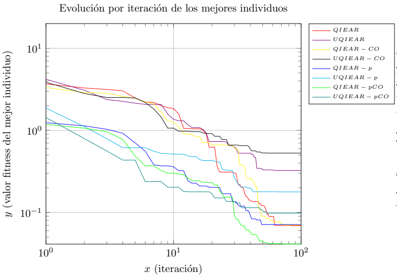
Evolución del mejor valor obtenido($4 \leq n \leq 7$)

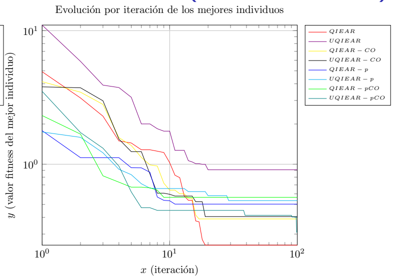


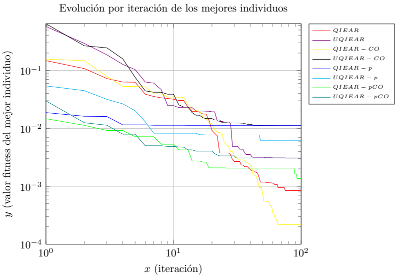




Evolución del mejor valor obtenido($8 \leq n \leq 10$)







Conclusiones

- Las variantes que implementan el operador de recombinación en espacios particionados (QIEA$\mathbb{R}$-pCO y UQIEA$\mathbb{R}$-pCO), logrando obtener resultados mejores que los algoritmos originales cuando el número de individuos clásicos generados por individuo cuántico por iteración es bajo.
- Por lo tanto, se puede concluir que el operador de recombinación propuesto es una alternativa válida que reduce la necesidad de generar una cantidad alta de individuos clásicos.

Conclusiones

- Por otro lado, los algoritmos que implementan la segregación en los campos de operación de cada individuo clásico no manifiestan una diferencia sustancial que permita distinguirlos de sus contrapartes no segregadas.
- En los casos en los que un algoritmo con espacios de búsqueda segregados por individuo cuántico destaca, parece ser más influencia del propio operador de recombinación que de la segregación propiamente dicha.

Problemas

- La propia tendencia del algoritmo a sobreincrementar rápidamente sus espacios de búsqueda tras un espacio de tiempo en el que no se hallan mejores soluciones.
- Las propuestas no se han podido evaluar para problemas con espacios de búsqueda mayores a los escogidos en el presente trabajo.

Problemas

- Pruebas en funciones con mínimos ubicados cercanos en los extremos de los espacios de búsqueda, debido a la inexistencia de una metodología apropiada para la delimitación de la expansión en el espacio de búsqueda del algoritmo original.
- El comportamiento del algoritmo lo impulsa a buscar más mínimos fuera de dichos límites, por lo que terminarían tendiendo hacia un mínimo no contemplado al interior del espacio de búsqueda.