

Técnicas de diversificación para la mejora de los operadores de cruce centrados en un padre

Manuel Lozano, Francisco Herrera, Carlos García

Dpto. de Ciencias de la Computación e I.A.,

E.T.S.de Ingeniería Informática, Universidad de Granada, 18071, Granada

lozano@decsai.ugr.es, herrera@decsai.ugr.es, cgarcia@decsai.ugr.es

Resumen

En este trabajo, examinamos el uso de técnicas de diversificación para mejorar el funcionamiento de los operadores de cruce centrados en un padre. Para ello, centramos nuestra atención en el operador de cruce $PBX-\alpha$. Este operador crea los cromosomas hijos en la vecindad de uno de los padres, el padre femenino, mediante una determinada distribución de probabilidad. El otro padre, el padre masculino, se utiliza para determinar la extensión de la distribución de probabilidad. Realizamos un estudio extensivo de los principales factores que afectan la cantidad de diversidad proporcionada por este operador. En particular, proponemos un nuevo método para la selección del padre hembra, la selección para una fertilidad igualada y proponemos la utilización del emparejamiento variado negativo para la elección del padre macho. Además, abordamos la elección de un modelo evolutivo que permite inducir un adecuado comportamiento de estos dos mecanismos de selección de padres. Los resultados experimentales muestran que estas técnicas de diversificación mejoran la operación del operador $PBX-\alpha$.

1. Introducción

Bajo la formulación original de los algoritmos genéticos (AGs), las soluciones se han codificado usando el alfabeto binario ([9]). Sin embargo, se han aplicado codificaciones no binarias más naturales para los problemas particulares de aplicación. De entre estas codificaciones destaca la codificación real, particularmente adecuada para problemas de optimización de parámetros en dominios continuos. Los AGs basados en este tipo

de codificación se denominan AGs *con codificación real* (AGCRs) ([2, 12]).

El principal operador de búsqueda de los AGs es el operador de cruce, porque explota la información disponible en soluciones previas para influir búsquedas futuras. Por ello, la mayoría de las investigaciones en AGCRs se ha centrado en el desarrollo de operadores de cruce efectivos, y como resultado, se han propuesto muchas posibilidades ([2, 12, 14]). Los *operadores de cruce centrados en un padre* (OCCPs) son una familia de operadores de cruce para codificación real que ha recibido recientemente una especial atención ([2, 17]). El operador $PBX-\alpha$ ([17]) es uno de ellos. Este operador usa una distribución de probabilidad para crear descendientes en la vecindad de uno de los padres, el *padre femenino*. La extensión de la distribución de probabilidad depende de la distancia entre el padre femenino y el otro padre implicado en el cruce, el *padre masculino*. Experimentos realizados en [2] han mostrado que los OCCPs son eficaces al resolver problemas de optimización con variables reales. Por tanto, el estudio de estos operadores se convierte en un tópico de gran interés para la investigación de AGCRs.

La diversidad en la población es crucial para que un AG pueda mantener una exploración conveniente del espacio de búsqueda. La pérdida temprana de diversidad puede provocar un estancamiento de la búsqueda en una región que no contiene el óptimo global. Este hecho, llamado *convergencia prematura*, es un serio problema de los AGs ([5, 9]). Se han propuesto distintas técnicas de diversificación basadas en el operador de cruce para combatir la convergencia prematura ([5, 13]). El objetivo principal de este trabajo es

| Algoritmo | f_{esf} | f_{Ros} | f_{Sch} | f_{Ras} | f_{Gri} | P_{sle} |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| SFI&RP ($\alpha=0.7$) SFI&EVN&RP ($\alpha=0.7$) | 1.97e-066 <u>9.88e-095</u> | 2.24e+001 1.91e+001 | 5.41e-003 <u>7.97e-011</u> | 1.65e+002 <u>7.49e+001</u> | 2.51e-002 <u>5.17e-003</u> | 6.60e+002 <u>1.89e+002</u> |
| SFI&RP ($\alpha=0.8$) SFI&EVN&RP ($\alpha=0.8$) | 9.89e-080 1.44e-081 | 1.98e+001 <u>1.47e+001</u> | 5.29e-008 6.05e-008 | 8.09e+001 <u>3.08e+001</u> | 4.58e-003 6.84e-003 | 3.39e+002 <u>7.14e+001</u> |
| SFI&RP ($\alpha=0.9$) SFI&EVN&RP ($\alpha=0.9$) | <u>4.35e-071</u> 3.67e-060 | 1.56e+001 <u>1.42e+001</u> | <u>5.87e-009</u> 2.68e-003 | 4.08e+001 <u>1.45e+001</u> | <u>4.04e-003</u> 8.81e-003 | 2.07e+002 <u>3.50e+001</u> |
| SFI&RP ($\alpha=1$) SFI&EVN&RP ($\alpha=1$) | <u>2.86e-056</u> 2.10e-041 | 1.56e+001 <u>1.48e+001</u> | <u>8.90e-008</u> 3.28e+000 | 2.64e+001 <u>1.04e+001</u> | <u>3.20e-003</u> 1.00e-002 | 1.20e+002 <u>2.25e+001</u> |

Tabla 3. Resultados obtenidos usando EVN

6. Conclusiones

En este trabajo hemos considerado dos mecanismos distintos para elegir los cromosomas padres sobre los que se aplica un operador de cruce centrado en un padre. Por un lado, SFI selecciona el padre hembra para cubrir equitativamente las regiones del espacio de búsqueda representadas en la población. Por el otro, EVN elige el padre macho con la idea de que el hijo resultante pueda introducir diversidad útil en la población. Los resultados de los experimentos muestran que la utilización de SFI y EVN realmente permite mejorar el comportamiento del operador PBX- α . En esta línea, este trabajo abre un camino prometedor en la investigación de técnicas que aumenten la efectividad de los operadores de cruce centrados en un padre.

Apéndice A

La Tabla 4 contiene los problemas de prueba utilizados en los experimentos. La población se ha inicializado en zonas del espacio de búsqueda alejadas del óptimo global (se muestran los intervalos de inicialización). El valor óptimo para todos ellos es 0.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias al proyecto TIC2002-04036-C05-01.

| Nombre | Referencia | Dimensión | Inicialización |
|------------------------------------|------------|-----------|----------------|
| Modelo esfera | [3] | 25 | [4, 5] |
| Función generalizada de Rosenbrock | [3] | 25 | [-5, -4] |
| Función 1.2 de Schwefel | [18] | 25 | [60, 65] |
| Función generalizada de Rastrigin | [22] | 25 | [4, 5] |
| Función de Griewangk | [10] | 15 | [580, 600] |
| Sistema lineal de ecuaciones | [6] | 10 | [-120, -100] |

Tabla 4. Problemas de prueba

Referencias

- [1] Branke, J., Cutaia, M., Dold, H. (1999). Reducing genetic drift in steady state evolutionary algorithms. En: W. Banzhaf et al. (Eds.), Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, pp. 68-74.
- [2] Deb, K., Anand, A. and Joshi, D. (2002). A computationally efficient evolutionary algorithm for real-parameter evolution. Evolutionary Computation Journal 10(4): 371-395.
- [3] De Jong, K.A. (1975). An Analysis of the Behavior of a Class of Genetic Adaptive Systems. Doctoral dissertation, University of Michigan, Ann Arbor. Dissertation Abstracts