

Aspectos Teóricos y Técnicos de la Implementación de Algoritmos Basados en Colonia de Abejas

José David Alanís Urquieta^{1,*}, Mariel Pamela Morales Riveroll^{1,+}, Griselda Saldaña González^{2,+}, Mario Mauricio Bustillos Díaz^{3,+}, and Apolonio Ata Pérez^{3,+}

¹Universidad Tecnológica de Puebla, División de Tecnologías de la Información y Comunicación, Puebla, Puebla, 72300, México

²Universidad Tecnológica de Puebla, División de Mecatrónica, Puebla, Puebla, 72300, México

³Universidad Tecnológica de Puebla, División de Tecnologías de la Información y Comunicación, Puebla, Puebla, 72300, México

*david.alanis@utpuebla.edu.mx

+mariel.morales@utpuebla.edu.mx, griselda.saldana@utpuebla.edu.mx, mbustillos@cs.buap.mx, apolonio@cs.buap.mx

ABSTRACT

En este trabajo se presentan algunas consideraciones teóricas y técnicas en la implementación de algoritmos basados en Colonias de Abejas. Estos algoritmos están clasificados como heurísticas especializadas con comportamiento bioinspirado. Dado lo anterior surgen como ya se dijo problemáticas de tipo teórico, por lo que es necesario dominar un conjunto de conocimientos como son las estructuras de datos especializadas, la inteligencia artificial, la optimización lineal, el comportamiento biológico y de inteligencia colectiva, entre otros aspectos para llevar a buen término la implementación de una solución de algún problema mediante esta técnica. Por otro lado se tienen problemáticas del tipo técnico tales como la portabilidad, la modelación matemática subyacente, los lenguajes que se pueden utilizar, el manejo de datos de gran tamaño, entre otros problemas que se han explorado con la finalidad de obtener resultados con un buen nivel de convergencia y tratando de obtener técnicas sencillas pero con buenos niveles de eficiencia y eficacia. Además de lo ya mencionado, se realiza una revisión experimental de las posibles problemáticas planteadas dándoles soluciones posibles basadas en la experiencia, pero también con el fin de resaltar las bondades del método de resolución.

Introducción

La optimización ha tenido un sinnúmero de aplicaciones en la vida cotidiana. El problema para esta rama de las matemáticas aplicadas proviene de la necesidad de saber si un problema es factible de ser optimizado en un tiempo razonable, para obtener los mejores y mayores beneficios.¹ Los problemas lineales de optimización son relativamente fáciles de encontrar una solución, ya que la función objetivo como las restricciones son expresiones lineales.² Estos problemas son resueltos en un tiempo de computación razonable y son fáciles de resolver. Existen, sin embargo, otros problemas que no son tan fáciles de resolver, que se les denomina NP-Hard utilizado en el contexto de la complejidad algorítmica. Lo anterior significa que la solución o no es posible de encontrar en un tiempo razonable³.

En la actualidad ha aumentado el número de problemas difíciles que tienen como característica un espacio de búsqueda alto, se pueden tener muchas variables o pocas, la situación es que el espacio de soluciones es muy grande y en ocasiones desconocido¹. De manera genérica se puede decir que se utilizarán los métodos heurísticos o metaheurísticos en las siguientes situaciones no excluyentes²:

El problema no tiene un método exacto para su solución dada su naturaleza, o ese método es muy costoso. Se pueden incorporar otros elementos que de manera normal no es posible hacerlo. El método heurístico se utiliza como parte de un proceso mayor para obtener el valor óptimo en dos casos: El método heurístico proporciona una buena solución inicial o se trata de un paso intermedio, para un procedimiento más amplio^{4, 1}.

Una de las familias de métodos que podemos encontrar dentro de los procedimientos metaheurísticos es la de los llamados métodos evolutivos, los cuales prestan un área de la optimización en las ciencias de la computación y las matemáticas aplicadas. En estos métodos están nutridos por la biología experimental y en ocasiones se confunden con otras disciplinas como la inteligencia artificial, la biología, las ciencias sociales y las matemáticas².

En términos del funcionamiento de un método evolutivo en sus principales características se encuentran: explotación y exploración, aceptación probabilística, búsqueda aleatoria^{4, 5}, como se describe en la Figura 1.

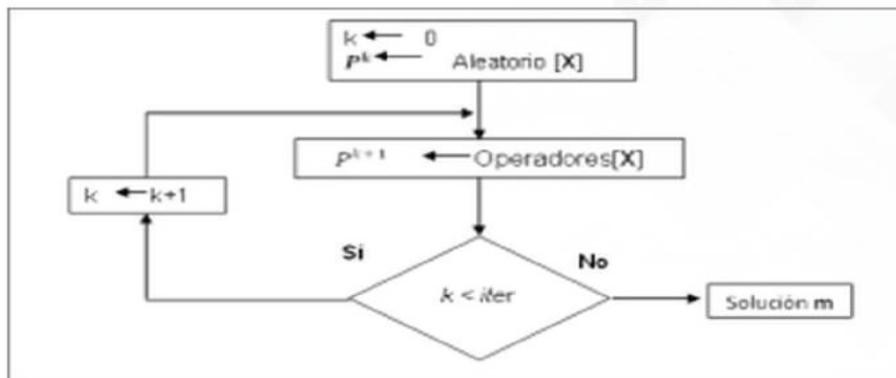


Figure 1. Funcionamiento General de un Algoritmo Evolutivo⁵

Existen diversas técnicas y métodos dentro del cómputo evolutivo, de entre los cuales se pueden mencionar: Algoritmos Genéticos, Enjambre de Partículas, Optimización Basada en Electromagnetismo, Inteligencia Colectiva y un largo etc.⁴

Se debe recordar que estos métodos no son inamovibles y que se pueden adaptar, dado su carácter flexible y de las reglas con las que se implementan, según las necesidades para cada problema. // En la sección de resultados se presentan los problemas teóricos y técnicos que se han presentado al implementar un algoritmo de colonia artificial de abejas. // En la sección de Discusión se enuncian las formas como se ha ido probando la eficacia del método mediante ciertas pruebas. Finalmente se aborda la descripción del método de Colonia Artificial de Abejas en la sección de Métodos.

Resultados

En primera instancia se debe considerar el problema a resolver como un problema de optimización preferentemente. Una vez que se ha transformado esta situación es posible ocupar el método evolutivo. En este caso al utilizar esta clase de métodos se enfrenta a los siguientes aspectos teóricos:

- Es necesario dominar las estructuras matemáticas elementales y también los fundamentos del modelado matemático, y como se puede lograr plantear el problema de manera que se presente como ya se dijo como un problema de optimización, ya sea lineal o no lineal.
- Posteriormente es necesario incluir los aspectos de probabilidad básicos y la representación de las poblaciones de manera matemática.
- Otra situación que es necesario dominar es considerar la representación matemática de la búsqueda de una solución, esto es que operaciones matriciales, vectoriales o ambas se deben realizar para encontrar una solución al modelo propuesto. Esto depende en gran medida de lo que se requiere solucionar, sin embargo se debe proponer una función de aptitud para medir cuales de los resultados son los mejores en la población.
- El establecimiento de criterios de aceptación y la reproducción del método un número suficiente de veces. Este es un resultado un tanto empírico.

Los aspectos técnicos tienen que ver con la situación instrumental y experimental del método, en este caso se prevén las siguientes situaciones:

- La implementación de manera general puede resultar compleja en términos del tiempo de ejecución del programa y el espacio de memoria requerido
- Se requiere de estructuras de datos para almacenar de manera puntual los datos que se están manejando, además de que estas estructuras deben ser robustas, con un buen nivel de abstracción y tratar en lo posible de hacer eficiente el uso de la memoria.
- Los algoritmos tienen un orden de complejidad alto en la selección y agrupación de resultados provenientes de pruebas. Algunos algoritmos para realizar lo anterior se han denominado voraces.
- El uso de la inteligencia artificial redundante en una expansión total del tiempo de complejidad. Además de que los algoritmos clásicos de esta disciplina involucran necesidades específicas para su correcto funcionamiento.
- Hasta el momento se ha trabajado con Matlab obteniendo buen nivel de aproximación y un comportamiento adecuado, reduciendo los problemas de representación de modelos y con buena portabilidad, usabilidad, entre otras bondades.

Discusión

Existen diversos métodos para probar si un algoritmo metaheurístico, es o no es eficiente y efectivo. Una de las formas más popular es utilizar funciones de dos variables ó más, con mínimos o máximos locales y con dificultades para encontrar un mínimo/máximo global, en la literatura incluso sugieren que sea no convexa. Esta clase de funciones puede ayudar mucho para darse una idea si el algoritmo que se está proponiendo como solución es eficiente o por lo menos arroja soluciones factibles y cercanas a un comportamiento adecuado en su implementación.

Métodos

Primeramente supondremos que tenemos un problema de optimización como sigue¹:

$$\begin{aligned} \min/\max f(x), x = x_0, x_1, \dots, x_d, \in \mathbb{R}^d \\ \text{s.t. } x \in X \end{aligned}$$

En este caso X es el conjunto de soluciones candidato o espacio de búsqueda, que en muchas ocasiones se encuentra limitado por límites superiores o inferiores de cada una de las d variables como sigue:

$$X = \{x \in \mathbb{R}^d | l_i \leq x_i \leq u_i, i = 1, \dots, d\}$$

Para resolver este problema se pueden utilizar muchos métodos, sin embargo el método que se va a ilustrar se denomina Colonia Artificial de Abejas. Este método, si bien no es una novedad tiene un sin fin de aplicaciones en informática, telecomunicaciones, genética, entre otros muchos campos del saber humano^{3, 4}.

Descripción del método de Colonia Artificial de Abejas

Existen básicamente tres tipo de abejas: Obreras, Exploradoras y Observadoras^{2, 4}. Se ha observado que las abejas tienen un principio de inteligencia colectiva. Primeramente las abejas obreras salen el panal e indican a las abejas observadoras donde estan las flores que proveen de polen y nectar. Mientras otras abejas, las abejas exploradoras salen del panal a explorar de manera aleatoria a los campos par encontrar comida. Este proceso repetitivo esta presente durante toda la vida de las abejas en el panal. En la Figura 2, se ilustra esta comportamiento biológico de las abejas en general^{1, 5}.

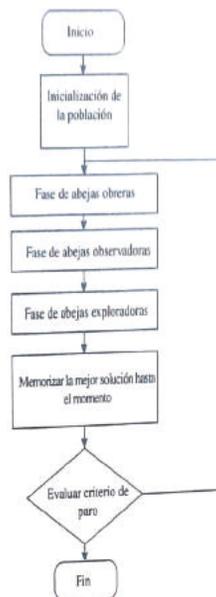


Figure 2. Algoritmo General de Colonia Artificial de Abejas.¹

Ahora bien, para explicar de manera específica los pasos a seguir se presenta la Figura 3. que traduce los pasos de la Figura 2, de forma matemática.

Como se observa el algoritmo necesita generar una población de manera aleatoria, tomando en consideración una semilla de un factor entre 0 y 1, además de inicializar N_p fuentes de comida para los parámetros sup e inf. Posteriormente se crea a las abejas obreras, puede ser que una abeja que ha agotado la comida se convierta en abeja exploradora^{1, 4}.

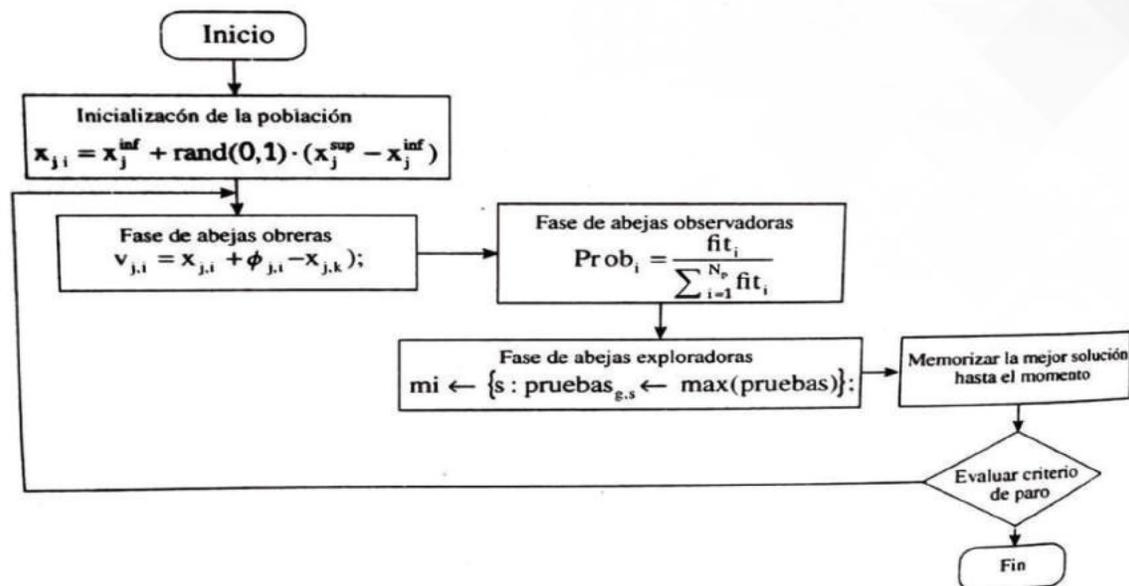


Figure 3. Algoritmo General de Colonia Artificial de Abejas, con el respectivo curso en cada etapa¹

Ahora que se contempla las abejas se realiza la función de fitness que mide la probabilidad de que una fuente sea elegida. Después a las abejas obreras se limita el número de intentos para abandonar esa fuente de comida, y es el valor límite de este parámetro. Así se va refinando el rendimiento para cada abeja y si no mejora en cierto intervalo se abandona para "explorar" otra fuente convirtiéndose de obrera a exploradora. El proceso se repite varias veces hasta alcanzar un buen nivel de aproximación determinado por la función de aptitud y se van almacenando las mejores soluciones por generación^{5,1}.

References

1. Cuevas Jiménez, E. V. i. *Optimización, Algoritmos Programados en Matlab* (Alfa Omega, 2016), 1 edn.
2. Aguilar Justo, M. M. E., Adán Enrique. *Un Algoritmo basado en la colonia artificial de abejas con búsqueda local para resolver problemas de optimización con restricciones* (Universidad Veracruzana, Facultad de Física e Inteligencia Artificial, 2014), 1 edn.
3. Manuel, A. E. L. & Rafael, M. Métodos evolutivos. *Revista de Ingenieria UC* **10**, 1500 – 1509 (2010).
4. García Nieto J. M., E., Alba Torres. *Algoritmos Basados en Inteligencia Colectiva para la Resolución de Problemas de Bioinformática y Telecomunicaciones* (Universidad de Málaga, 2007), 1 edn.
5. Manuel, L. L. D. A. G. F. L. & Rafael, M. Adaptive memory programming for constrained global optimization. *Comput. Optim. Res.* **37**, 1500–1509 (2010).

Agradecimientos

Los autores agradecen las facilidades prestadas por la Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Tecnológica de Puebla, en particular a la División de Tecnologías de la Información y Comunicación, a la Dirección de Posgrado de la Universidad Politécnica de Puebla por su invaluable apoyo en la realización de este proyecto. Además del apoyo del Laboratorio Nacional de SuperCómputo BUAP, INAOEP, UDLAP.