



TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

Algoritmos socioinspirados

Implementación, estudio y comparativa

Autor

Juan José Sierra González

Directores

Daniel Molina Cabrera



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS INFORMÁTICA Y DE
TELECOMUNICACIÓN

Granada, septiembre de 2018

Algoritmos socioinspirados

Implementación, estudio y comparativa

Autor

Juan José Sierra González

Directores

Daniel Molina Cabrera

Algoritmos socioinspirados: implementación, estudio y comparativa

Juan José Sierra González

Palabras clave: algoritmo, metaheurística, sociedad, socioinspirado, comparativa, Python...

Resumen

Poner aquí el resumen.

Socioinspired algorithms: implementation, study and comparative analysis

Juan José Sierra González

Keywords: algorithm, metaheuristic, society, socioinspired, comparative analysis, Python...

Abstract

Write here the abstract in English.

Yo, **Juan José Sierra González**, alumno de la titulación Grado en Ingeniería Informática de la **Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicación de la Universidad de Granada**, con DNI 76589592Y, autorizo la ubicación de la siguiente copia de mi Trabajo Fin de Grado en la biblioteca del centro para que pueda ser consultada por las personas que lo deseen.

Fdo: Juan José Sierra González

Granada a 7 de septiembre de 2018.

D. **Daniel Molina Cabrera**, Profesor del Área de XXXX del Departamento YYYY de la Universidad de Granada.

Informa:

Que el presente trabajo, titulado ***Algoritmos socioinspirados: implementación, estudio y comparativa***, ha sido realizado bajo su supervisión por **Juan José Sierra González**, y autoriza la defensa de dicho trabajo ante el tribunal que corresponda.

Y para que conste, expide y firma el presente informe en Granada a 7 de septiembre de 2018.

El director:

Daniel Molina Cabrera

Agradecimientos

Poner aquí agradecimientos...

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
2. Revisión de la literatura	5
2.1. Estado del arte: algoritmos bioinspirados	5
Bibliografía	7

Índice de figuras

2.1. Gráfico de publicaciones sobre algoritmos bioinspirados registradas en SCOPUS [1].	6
---	---

Índice de cuadros

Capítulo 1

Introducción

La informática ha evolucionado mucho desde sus comienzos, y resolver complejas fórmulas matemáticas o computar cálculos de grandes dimensiones ya no es un problema. Existen multitud de algoritmos que se encargan de realizar estas tareas, y que cualquier usuario puede utilizar sin tener un conocimiento experto. Los nuevos retos de la informática están plagados de problemas que no tienen una solución clara y precisa, entre ellos los **problemas de optimización**, que se estudiarán en este trabajo. Así como un problema de cálculo está bien limitado y un programador puede idear un algoritmo que, en base a distintas fórmulas y operaciones, obtenga siempre el resultado deseado, no se puede decir lo mismo de los problemas de optimización, en los que influyen multitud de factores y que no tienen una solución absoluta.

Esta situación se pone de manifiesto cuando queremos obtener los valores que hacen mínima una función, y su dominio es tan grande que probar con el rudimentario método de fuerza bruta no es una opción. Para esto se diseñaron las **metaheurísticas**, algoritmos que buscan la mejor solución a una función y que no necesitan ser planteados de forma diferente dependiendo de cada una. A lo largo de su (aún breve) historia han existido ya multitud de algoritmos diferentes que aportan su solución a este problema, pero este trabajo se centrará en las nuevas metaheurísticas **socioinspiradas** y analizará lo que aportan al panorama actual y sobre qué se fundamentan.

1.1. Motivación

Las metaheurísticas, y en general la computación evolutiva, están a la orden del día en el ámbito de la investigación. Cada año se publican un gran número de nuevas propuestas y técnicas y muchas de ellas ven la luz en numerosos congresos en todo el mundo. En algunos de ellos incluso se realizan

competiciones entre las nuevas propuestas, como pasa con el Congress of Evolutionary Computation (CEC).

Con estas competencias se busca incentivar a los investigadores a mejorar las soluciones actuales constantemente. En la actualidad, el auge de la ciencia de datos y del manejo de flujo de datos en tiempo real, y con ello de lo que conocemos como Big Data, premia que estos algoritmos estén muy optimizados y sean capaces de dar buenos resultados ya no sólo en términos de efectividad, sino de rapidez.

Las metaheurísticas que más éxito han tenido en este campo han sido habitualmente las **bioinspiradas**, es decir, aquellas que basan su funcionamiento en la naturaleza, y generalmente en animales. Tras el éxito cosechado por dichos algoritmos, nacen nuevas versiones que, tratando de emular a los anteriormente citados, realizan sus operaciones siguiendo un modelo basado en comportamientos de la sociedad. Estos algoritmos son denominados **socioinspirados**. Aportan un diseño interesante e innovador y son el centro del estudio de este trabajo.

1.2. Objetivos

El principal objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es analizar cómo funcionan algunas de las versiones más interesantes de algoritmos socioinspirados, mediante un estudio comparativo con veinticinco funciones de un benchmark.

Se estudiarán un total de **seis algoritmos socioinspirados**, a saber:

- **Soccer League Competition (SLC)**
- **Imperialist Competitive Algorithm (ICA)**
- **Parliamentary Optimization Algorithm (POA)**
- **Social Emotional Optimization Algorithm (SEA)**
- **Anarchic Society Optimization Algorithm (ASO)**
- **Ideology Algorithm (IA)**

El objetivo global y final fruto del estudio de este trabajo es analizar cómo de efectivas son estas nuevas técnicas y si tienen un hueco entre la élite de la computación evolutiva, así como lo encontraron sus análogos bioinspirados. Para ello, en primer lugar se ha de **realizar un estudio en la literatura** del algoritmo, a fin de comprender al completo cómo se comporta el mismo en cada momento del proceso de optimización. El conocimiento

obtenido de cada uno será documentado en su correspondiente capítulo de la memoria.

Una vez comprendido todo el proceso, tiene lugar la fase de **implementación**, basada en los distintos *papers* que se han encontrado para cada algoritmo. Para ello se han utilizado los conocimientos adquiridos en la fase anterior, siendo lo más fiel posible al diseño planteado. Más información acerca de la implementación se detallará en el capítulo homónimo.

Con todos los algoritmos implementados, el siguiente paso, y más importante de cara al estudio a realizar, es la **experimentación**. Durante esta fase se enfrentará a cada uno de estos algoritmos a un benchmark de varias funciones que evalúen apropiadamente cómo se comporta en una buena muestra de ejemplos.

Finalmente, el propio estudio en sí pasa por analizar los resultados obtenidos para cada algoritmo y función y compararlos de dos formas diferentes. En primer lugar, se incluirá dentro del capítulo de experimentación de cada uno una comparativa con un ya reconocido **algoritmo de referencia**, a fin de asegurar si dicho socioinspirado puede optar a una solución al menos tan buena como las estándares. En segundo lugar, y para finalizar el estudio, se compararán los resultados de **todos los algoritmos socioinspirados entre sí**, se analizarán pros y contras de las mejores soluciones y se dará una perspectiva global de la posición de estos algoritmos en el mundo de las metaheurísticas.

Capítulo 2

Revisión de la literatura

En este capítulo se realizará una revisión de los estudios y propuestas más innovadoras relacionadas con los algoritmos socioinspirados. Se tendrá en cuenta hasta dónde han llegado aquellos algoritmos en los que se basaron, los bioinspirados, qué impacto tienen en el panorama actual y cómo de efectivos han resultado los algoritmos socioinspirados en problemas reales hasta la fecha.

2.1. Estado del arte: algoritmos bioinspirados

La algorítmica experimentó un antes y un después con la llegada de los algoritmos bioinspirados. El planteamiento tan visual a la par que efectivo que poseen dichos algoritmos incitó que poco a poco cada vez más investigadores se dedicasen a este campo. En particular, ha tenido especial éxito en la computación evolutiva, donde las propuestas más conocidas como los algoritmos de colonias de hormigas o de colmenas de abejas han resultado no sólo innovadoras sino también efectivas.

Los algoritmos **Ant Colony Optimization (ACO)**, los basados en los comportamientos de las colonias de hormigas, han sido los pioneros en este campo. Marco Dorigo fue el padre de los ACO, publicando en su tesis doctoral [2] en 1992 lo que él definió como «Ant systems». A partir de esta primera aproximación, Dorigo continuó su investigación en dicha técnica, y años más tarde, en 1999, publicó su primera propuesta de algoritmo, explicando, en términos del autor, lo que él propuso como «Ant algorithms» [3].

Además de la vertiente computacional, algunas de las primeras propuestas bioinspiradas también trataban de aplicar estas técnicas al hardware, en particular a mejorar el diseño de los sistemas. Sánchez et al. (1997) plantearon la investigación en este campo. En el 1st International Conference on Evolvable Systems, acontecido en Tsukuba, Japón, en 1996, presentaron

en su paper *Phylogeny, ontogeny, and epigenesis: Three sources of biological inspiration for softening hardware* [4] las bases de la investigación en técnicas bioinspiradas, en este caso para dotar a sistemas hardware de procesos evolutivos. Más adelante lo publicaron en la revista IEEE Xplore [5].

Estos ejemplos citados no son, sin embargo, nada más que la pequeña primera muesca en la historia de las técnicas bioinspiradas. Consultando una base de datos bibliográfica se puede observar un creciente aumento en cuanto a las publicaciones relacionadas con algoritmos bioinspirados. En la base de datos de SCOPUS estos datos pueden ser plasmados en una gráfica como la que se muestra a continuación.

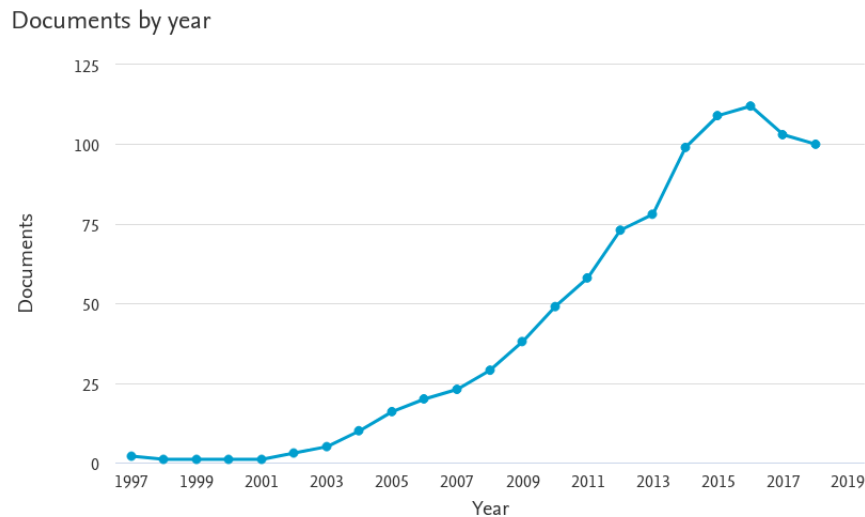


Figura 2.1: Gráfico de publicaciones sobre algoritmos bioinspirados registradas en SCOPUS [1].

Dicha gráfica refleja perfectamente el auge de los algoritmos bioinspirados; de menos de diez publicaciones por año hasta el año 2004 aproximadamente, hasta los más de 100 que llevan registrándose desde 2015. El éxito de estos algoritmos se fundamenta en dos pilares: su carga conceptual es sencilla de abstraer para cualquier usuario, y generalmente aportan buenos resultados a los problemas a los que se han enfrentado.

Bibliografía

- [1] Gráfico de publicaciones de algoritmos socioinspirados en 1997-2018, SCOPUS, August 2018.
- [2] M. Dorigo. *Optimization, Learning and Natural Algorithms*. PhD thesis, Politecnico di Milano, Italy, 1992.
- [3] M. Dorigo and G. Di Caro. Ant Algorithms for Discrete Optimization. *Artificial Life*, 5:137–172, 1999.
- [4] Mange D. Sipper M. Tomassini M. Perez-Urbe A. Stauffer A. Sanchez, E. Phylogeny, ontogeny, and epigenesis: Three sources of biological inspiration for softening hardware. In *1st International Conference on Evolvable Systems, ICES*, 1996.
- [5] Mange D. Sipper M. Tomassini M. Perez-Urbe A. Stauffer A. Sanchez, E. A phylogenetic, ontogenetic, and epigenetic view of bio-inspired hardware systems. *IEEE*, 1997.

