

# Librería de Metaheurísticas para Problemas de Optimización Continuos y Discretos

M.Bilbao(1,2), F.Sanchez,D.Ormachea,L.Sloboda (1)  
D.Pandolfi, A.Villagra, Marta Lasso, Daniel Molina (2)  
Guillermo Leguizamón (3)

(1) Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial – Departamento de Informática Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Ruta 1 Km 4 Comodoro Rivadavia  
{martinbilbao,fsanchez,lsloboda,dormachea}@ing.unp.edu.ar

(2) Instituto de Tecnología Aplicada – Departamento de Ciencias Exactas Universidad Nacional de la Patagonia Austral

Ruta 3 Acceso Norte - Caleta Olivia - Santa Cruz  
{dpandolfi,avillagra,mlasso,dmolina}@uaco.unpa.edu.ar

(3) LIDIC – Facultad de Ciencias Físico, Matemática y Naturales

Universidad Nacional de San Luis  
Ejercito de los Andes 950 - San Luis  
{legui}@unsl.edu.ar

## Resumen

Las Metaheurísticas [1] son técnicas estocásticas que permiten resolver problemas de optimización continuos y discretos en general. Cuando se aborda un problema muy complejo con muchas variantes, las técnicas matemáticas no alcanzan para obtener soluciones fiables ya que el tiempo computacional aumenta de manera exponencial con el tamaño del problema (Problemas NP)[2]. Las

problema ya que explora mejor el espacio de búsqueda eligiendo lugares prometedores y descartando el espacio donde las soluciones no aportan al resultado final. Debido a que existen muchas técnicas Metaheurísticas y cada una puede ser mejor adaptada en problemas específicos debido a la representación de soluciones, se plantea el diseño y construcción de un framework

de Metaheurísticas genérico para trabajar con problemas de optimización continua y discreta. Dicho framework contará con las técnicas Metaheurísticas más utilizadas en la literatura e incorporará benchmarks de pruebas con problemas estándares de resolución NP. Dichos problemas serán obtenidos de las variantes CEC 2005 y CEC 2009 donde plantean diferentes formulas matemáticas de optimización de varias variables para poder ejecutar y probar los algoritmos diseñados de manera

**Palabras claves:** Optimización, Metaheurísticas, sistemas bioinspirados

## Contexto

El proyecto de investigación se desarrolla bajo convenio de actividad

interinstitucional del programa de mejora de carreras informáticas PROMINF entre la UNPA-UACO y la UNPSJB y las actividades se desarrollan en el Instituto de Tecnología Aplicada de la UNPA- UACO y el Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial de la UNPSJB.

## Introducción

Este proyecto se basa en la implementación de una biblioteca general de algoritmos evolutivos paralelos para la resolución de problemas continuos y discretos. Surge la necesidad de dicha implementación las escasas herramientas de optimización para éstas técnicas y la dificultad encontradas en cada una de ellas. Existen muchas bibliotecas de algoritmos evolutivos para resolver problemas de optimización continua y discreta. Éstas bibliotecas fueron diseñadas por universidades en marco de proyectos de investigación conjunta y son utilizadas y referenciadas por diferentes grupos de investigación en el mundo. Las bibliotecas más utilizadas y reconocidas son MALLBA [3], ParadisEO [4], JMetal[5] y JCell[6] que fueron diseñadas por universidades españolas y francesas respectivamente.

ParadisEO es un framework de algoritmos metaheurísticos paralelos diseñado por el INRIA [7] y el laboratorio informático de la Universidad de Lille (LIFL). Soporta algoritmos evolutivos poblacionales y de trayectoria, algoritmos metaheurísticos distribuidos, paralelos e híbridos y optimización multiobjetivo.

Está desarrollado en C++, es portable para las arquitecturas Windows, Linux y Mac y soporta computación distribuida y paralela con MPI y computación GRID mediante Globus / Condor. Actualmente está en su versión 2.0 y se distribuye bajo la licencia CeCill del INRIA. El sitio oficial es <http://paradiseo.gforge.inria.fr/>

Mallba es un framework de algoritmos metaheurísticos paralelos diseñado por tres universidades españolas (Universidad de Málaga, Universidad de la Laguna, y Universidad de Barcelona) en marco de un proyecto español coordinado. Es una biblioteca utilizada para resolver problemas de optimización combinatorial y contiene métodos exactos, heurísticos e híbridos, poblaciones y de trayectoria. Está implementado en C++, es portable y soporta computación distribuida y computación GRID. Actualmente está en su versión 2.0, es software gratuito y su sitio oficial se encuentra disponible en [4]

Nuestra Propuesta es diseñar una librería que incorpore algoritmos metaheurísticos paralelos poblacionales y de trayectoria para optimización continua y discreta, como así también soporte hibridización de las técnicas y optimización multiobjetivo. Dicha biblioteca debe estar adaptada para la portabilidad y permitir computación distribuida y GRID.

## **Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación**

Los Objetivos Generales del proyecto son implementar una biblioteca paralela de algoritmos evolutivos para la resolución de problemas continuos y discretos con la participación de dos universidades que trabajan en la línea de Metaheurísticas y paralelismo y fortalecer las relaciones entre ambas universidades, capacitando recursos humanos (docentes y alumnos) favoreciendo la mejora en la enseñanza académica.

### **Objetivos Específicos:**

- Diseñar un framework de técnicas Metaheurísticas poblacionales y de trayectoria para ser utilizada en los proyectos de investigación relacionados con las temáticas correspondientes.
- Interactuar con otros grupos de investigación en el desarrollo conjunto de la herramienta.
- Proveer una herramienta única para optimización continua, discreta y multiobjetivo.
- Fortalecer el intercambio de experiencias y avances realizados entre las instituciones participantes.
- Incrementar las actividades de investigación futura entre las universidades involucradas.

## **Resultados y Objetivos**

Los objetivos cumplidos son los siguientes:

### **Estudio del estado de arte de las librerías de Metaheurísticas existentes**

Se investigaron diferentes librerías existentes en la literatura (MALLBA, Paradiseo,

JCELL, JMETAL) y se adaptaron los modelos a las necesidades del proyecto.

### **Definir el modelo de diseño de la estructura de la biblioteca**

Se definieron bajo estándares de ingeniería de software alternativas de modelos eficientes, extensibles y mantenibles para asegurar la calidad del framework a desarrollar

### **Diseñar algoritmos metaheurísticos de trayectoria y poblacionales**

Se implementaron nuevos algoritmos basándonos en el modelo de diseño del punto anterior, tanto los algoritmos de trayectoria como los poblacionales deben ser genéricos y adaptables a problemas de optimización continuos y discretos. En nuestro caso se diseñaron doce técnicas Metaheurísticas para la biblioteca, las cuales ya están en proceso de evaluación con los benchmarks de prueba CEC 2005 y CEC 2009 [8]

### **Difundir los resultados en congresos y revistas nacionales e internacionales para compartir las experiencias y aceptar sugerencias o críticas a nuestros trabajos.**

Se ha publicado un artículo referente a la temática en el WICC 15 [9]

### **Diseñar problemas genéricos para probar las técnicas implementadas y permitir al usuario analizar su algoritmo con problemas de resolución óptima o conocida**

Se han utilizado benchmarks de prueba CEC 2005 y CEC 2009 [8] para ampliar los recursos de la librería y poder probar los algoritmos de manera rápida con conclusiones certeras.

Los objetivos en curso son los siguientes:

### **Análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados obtenidos en nuestro estudio**

Diseñar técnicas de análisis estadístico de resultados de manera automática en función a los resultados y obtener las gráficas de boxplot, análisis de evolución de fitness y tablas dinámicas para su posterior uso en el documento científico.

[6] <https://jcell.gforge.uni.lu>

[7] <http://www.inria.r>

[8] Benchmark Generation for CEC 2009 Competition on Dynamic Optimization, CEC 2009

[9] Frameworks de Metaheurísticas para Problemas de Optimización Complejos WICC 2015, Universidad Nacional de Salta, Argentina.

### **Formación de Recursos Humanos**

Dos integrantes de esta línea de investigación están finalizando sus estudios doctorales en temáticas afines.

Un integrante ha finalizado sus estudios de Maestría y ha comenzado su formación doctoral.

Un integrante de esta línea ha finalizado sus estudios doctorales.

Cinco integrantes están formalizando sus anteproyectos de tesis de maestría

Se dirigen varias tesis de grado de la carrera Licenciatura en Informática (UNPSJB) y de la Ingeniería en Sistemas (UNPA) en temáticas afines.

### **Referencias**

[1] Metaheuristics: Theory and application, Osman Ibrahim and Kelly James, 1996

[2] Stephen Cook, The complexity of Theorem-Provin Procedures, Third Annual ACM Theory of Computing, 1971

[3] <http://www.lsi.upc.edu/~mallba/>

[4] <http://paradiseo.gforge.inria.fr>

[5] <http://jmetal.sourceforge.net>