



UNIVERSIDAD BERNARDO O'HIGGINS

Facultad de Ingeniería

Magister en Ingeniería en Informática

Solución del Set Covering Problem

~~“Algoritmo de Búsqueda Basado en PID para la Optimización Global: Un Enfoque Metaheurístico para la Exploración de Espacios de Soluciones.”~~

Alumno Participante

“Vicente Rolando De La Fuente González”

Profesor(es)

“Broderick Crawford”

-2024-

I. Índice

II. Resumen.....	3
III. Abstract	4
IV. Glosario	5
V. Introducción	6
VI. Objetivos.....	9
1. Objetivo General	9
2. Objetivos Específicos	9
VII. Descripción del Problema.....	10
VIII. Solución del Problema.....	11
IX. Conclusión.....	12
X. Referencias	13

II. Resumen.

A continuación, se presenta un enfoque innovador en el campo de la optimización ~~global~~ a través del algoritmo de búsqueda basado en PID (PSA). Este algoritmo aprovecha los principios fundamentales del control PID y los adapta de manera creativa para resolver problemas de optimización en una amplia gama de espacios de búsqueda. A través de ajustes continuos y adaptativos, el PSA guía a toda la población de soluciones hacia estados óptimos, demostrando su eficacia en el Set Covering Problem y superando a otras técnicas metaheurísticas convencionales.

El control PID, inicialmente utilizado en el control automático de buques, ha evolucionado para encontrar aplicaciones en diversos sistemas, desde drones hasta equipos médicos, destacándose por su versatilidad y capacidad para proporcionar un control preciso y eficiente. La combinación de los componentes Proporcional, Integral y Derivativo del controlador PID permite una compensación inteligente en el procesamiento de datos, optimizando el uso de recursos computacionales disponibles.

En resumen, el algoritmo PSA representa una herramienta poderosa y versátil en el campo de la inteligencia computacional y la resolución de problemas complejos. Su capacidad para adaptarse a diferentes contextos y proporcionar soluciones óptimas respalda su potencial para abordar una amplia variedad de desafíos en diversas disciplinas, destacando la efectividad del enfoque PID aplicado en la optimización de problemas complejos.

Palabras clave: Control PID, Algoritmo de búsqueda basado en PID, Optimización ~~global~~, Metaheurísticas, Ajustes adaptativos, Población de soluciones, Set Covering, Versatilidad, Recursos computacionales, Compensación inteligente, Resolución de problemas complejos, Inteligencia computacional.

III. Abstract

An innovative approach in the field of global optimization is presented through the PID-based Search Algorithm (PSA). This algorithm leverages the fundamental principles of PID control and creatively adapts them to solve optimization problems across a wide range of search spaces. Through continuous and adaptive adjustments, the PSA guides the entire population of solutions towards optimal states, demonstrating its effectiveness in the Set Covering Problem and outperforming other conventional metaheuristic techniques.

PID control, initially used in ship automatic control, has evolved to find applications in various systems, from drones to medical equipment, standing out for its versatility and ability to provide precise and efficient control. The combination of Proportional, Integral, and Derivative components of the PID controller allows for intelligent compensation in data processing, optimizing the use of available computational resources.

In summary, the PSA algorithm represents a powerful and versatile tool in the field of computational intelligence and complex problem solving. Its ability to adapt to different contexts and provide optimal solutions supports its potential to address a wide variety of challenges in various disciplines, highlighting the effectiveness of the PID approach applied to complex problem optimization.

Keywords: PID Control, PID-Based Search Algorithm, ~~Global~~ Optimization, Metaheuristics, Proportional-Integral-Derivative, Adaptive Adjustments, Solution Population, Set Covering Problem, Versatility, Computational Resources, Intelligent Compensation, Complex Problem Solving, Computational Intelligence.

IV. Glosario

Algoritmo de Búsqueda Basado en PID (PSA): Algoritmo que fusiona los principios del control PID con técnicas de optimización para dirigir soluciones hacia estados óptimos.

Control PID: Controlador que utiliza componentes Proporcional, Integral y Derivativo para proporcionar un control preciso y eficiente en diversos sistemas.

Optimización ~~Global~~: Proceso de búsqueda de soluciones ~~eficientes y~~ óptimas para problemas complejos en diferentes disciplinas.

Metaheurísticas: Técnicas de optimización *incompleta* que guían la búsqueda de soluciones en espacios de búsqueda complejos.

Set Covering Problem: Problema de optimización que consiste en encontrar un conjunto que cubra todos los elementos de un conjunto dado.

Ajustes Adaptativos: Capacidad de realizar ajustes continuos en el algoritmo para adaptarse a diferentes situaciones.

Población de Soluciones: Conjunto de posibles soluciones que son evaluadas y mejoradas durante el proceso de optimización.

Versatilidad: Capacidad de adaptarse y aplicarse en diferentes contextos y sistemas.

Recursos Computacionales: Medios y capacidades informáticas utilizados en el proceso de optimización.

Compensación Inteligente: Capacidad de los componentes PID para realizar ajustes inteligentes en el control de sistemas.

Resolución de Problemas Complejos: Proceso de encontrar soluciones efectivas para problemas difíciles y multifacéticos.

Inteligencia Computacional: Campo que abarca el desarrollo de algoritmos y técnicas para resolver problemas complejos de manera eficiente.

V. Introducción

En 1922, Nicolás Minorsky publicó un trabajo que analizaba los controladores tipo PID y su aplicación en el gobierno automático de la dirección de un buque llamado "New Mexico". Este trabajo se considera una de las primeras discusiones sobre Teoría de Control y describe el uso de controladores de tres términos. Los controladores PID fueron descubiertos por Minorsky en el contexto del control automático de buques. [+]

Sin embargo, la idea de un controlador de tres términos de propósito general con una acción de control variable se introdujo más tarde, a finales de la década de 1930. En 1936, la Taylor Instrument Company lanzó el primer controlador de este tipo, con una constante derivativa predefinida de fábrica. Luego, en 1939, mejoraron el diseño al introducir una acción derivativa variable en el controlador. [+]

La búsqueda de precisión y estabilidad en el control de sistemas ha sido un objetivo constante en la ingeniería y la automatización. En este contexto, el control PID se destaca como un pilar fundamental. Esta técnica se basa en una combinación inteligente de tres componentes clave: Proporcional, Integral y Derivativo, de ahí su nombre.

El término "Proporcional" se refiere a la capacidad del controlador para responder a la diferencia instantánea entre el valor deseado y el valor medido. En otras palabras, cuanto mayor sea la discrepancia, mayor será la corrección aplicada. Por su parte, el término "Integral" aborda la acumulación de errores a lo largo del tiempo. Esto es esencial para contrarrestar desviaciones persistentes que pueden no ser corregidas únicamente por la acción proporcional. Finalmente, el término "Derivativo" se enfoca en anticipar el comportamiento futuro del sistema en función de la velocidad de cambio actual. Esto permite una reacción preventiva y una estabilización más suave.

El control PID no solo se limita a procesos industriales, sino que también encuentra aplicación en sistemas como drones, robots, sistemas de calefacción, sistemas de suspensión automotriz e incluso en equipos médicos. *"El controlador PID es, con mucho, el controlador más común. Se utiliza ampliamente en sistemas de control industrial."* (Åström, 2008) Su versatilidad radica en su



capacidad para adaptarse a diversas situaciones y proporcionar un control preciso y eficiente, mejorando la eficacia operativa y minimizando las oscilaciones no deseadas.

En resumen, el control PID es una técnica que ha demostrado su valía a lo largo del tiempo, evolucionando con la tecnología, pero manteniendo sus principios esenciales. En esta exploración más profunda, examinaremos los detalles operativos de cada componente, cómo interactúan entre sí y cómo se ajustan para diferentes aplicaciones, lo que nos brinda una comprensión completa de esta herramienta esencial en el mundo del control y la automatización.

En el contexto de la optimización ~~global~~, la búsqueda de soluciones eficientes y óptimas para problemas complejos ha sido un desafío constante en diversas disciplinas. El algoritmo de búsqueda basado en PID (PSA) representa una propuesta innovadora que fusiona los principios esenciales del control PID con técnicas de optimización para dirigir a toda una población de soluciones hacia estados óptimos. Este enfoque, que se fundamenta en la interacción sinérgica de los componentes Proporcional, Integral y Derivativo, ha demostrado su eficacia en la resolución de problemas de optimización en una amplia gama de espacios de búsqueda.

[+]

La versatilidad y adaptabilidad del control PID no solo se limitan a procesos industriales, sino que también se extienden a sistemas como drones, robots, sistemas de calefacción, entre otros. Su capacidad para proporcionar un control preciso y eficiente, adaptándose a diversas situaciones, ha sido clave en la evolución de la tecnología y en la mejora de la eficacia operativa en diferentes campos.

✓ *"Las metaheurísticas son procedimientos de alto nivel que coordinan heurísticas simples para encontrar soluciones a problemas complejos de optimización."* (Glover, 2003) en este contexto, el presente trabajo se sumerge en el estudio y análisis del algoritmo PSA, explorando su aplicación en el Set Covering y su comparación con otras técnicas metaheurísticas convencionales. A través de esta investigación, se busca profundizar en la comprensión de cómo el control PID puede ser aplicado de manera creativa para resolver problemas

de optimización en una variedad de contextos, ofreciendo una nueva perspectiva en el campo de la inteligencia computacional y la resolución de problemas complejos. Este estudio pretende destacar la efectividad y el potencial del enfoque PID aplicado en el algoritmo PSA como una herramienta poderosa y versátil para abordar desafíos en busca de soluciones óptimas en diversas disciplinas, *"La Inteligencia Artificial (IA) es el estudio de agentes que perciben el entorno y toman acciones para lograr objetivos."* (Russell & Norvig, 2009).

VI. Objetivos

1. Objetivo General

Desarrollar un algoritmo de optimización basado en el controlador PID adaptativo para ~~la optimización de sistemas dinámicos complejos~~, sumando una comparativa con un método ya establecido.

la resolución del Set Covering Problem

2. Objetivos Específicos

- Diseñar y desarrollar un algoritmo de optimización basado en PID (PSA) que permita la adaptación dinámica de los parámetros del controlador PID en función de ~~las características cambiantes del sistema dinámico, utilizando técnicas de optimización metaheurística para lograr la convergencia y optimización de sistemas dinámicos complejos en un amplio rango de espacios de búsqueda.~~
- Validar el algoritmo PSA mediante ~~la simulación de su aplicación~~ *resolviendo el set* en sistemas dinámicos complejos (set Covering).
- Evaluar los resultados de la metaheurística con una función de transferencia específica para la metaheurística.
- Comparar los resultados obtenidos en la implementación del algoritmo PSA y comparar dichos resultados con otra metaheurística.

VII. Descripción del Problema

En el contexto de la optimización ~~global~~, surge la necesidad de encontrar soluciones eficientes y óptimas para problemas complejos que involucran un conjunto de variables de decisión, restricciones y una función objetivo. En este escenario, se plantea la validación del controlador PID como una metaheurística para abordar problemas de optimización en diversos campos.

El problema a resolver implica la optimización de un conjunto de variables de decisión, donde se busca encontrar los valores óptimos que maximicen o minimicen la función objetivo, respetando las restricciones establecidas. *"La ingeniería de control no lineal implica el análisis y diseño de sistemas de control que no se comportan de manera lineal."* (Atherton, 2006) en este contexto, se considera que el controlador PID, conocido por su aplicación en sistemas de control automático, puede ser adaptado de manera creativa para guiar la búsqueda hacia soluciones óptimas en un proceso de optimización ~~global~~.

La metaheurística basada en el algoritmo PID (PSA) se propone como una herramienta innovadora que aprovecha la sinergia entre los componentes Proporcional, Integral y Derivativo para realizar una compensación inteligente durante el proceso de optimización. Al utilizar el controlador PID en un enfoque metaheurístico, se busca demostrar su capacidad para generar soluciones de alta calidad, aproximándose a valores óptimos y mejorando la eficiencia en el procesamiento de datos.

En este contexto, la validación del PID como metaheurística para la optimización ~~global~~ se presenta como un desafío interesante que busca explorar la versatilidad y el potencial de este enfoque en la resolución de problemas complejos en diversas disciplinas. A través de la adaptación creativa del controlador PID en el algoritmo PSA, se pretende demostrar su eficacia y su capacidad para abordar una amplia gama de desafíos en la optimización, destacando su valor como una herramienta esencial en el mundo del control y la automatización.

VIII. Solución del Problema

La solución propuesta para abordar el problema de optimización ~~global~~ utilizando el controlador PID como metaheurística se basa en el desarrollo e implementación del algoritmo de búsqueda basado en PID (PSA). Este enfoque innovador aprovecha los principios fundamentales del control PID, adaptándolos de manera creativa para guiar a toda una población de soluciones hacia estados óptimos en un amplio rango de espacios de búsqueda.

El algoritmo PSA se caracteriza por un enfoque incremental y continuo, donde se ajustan de forma adaptativa las desviaciones del sistema para hacer converger a toda la población hacia un estado óptimo. Al combinar los componentes Proporcional, Integral y Derivativo de manera sinérgica, el algoritmo PSA logra una compensación inteligente en el procesamiento de datos, optimizando eficazmente los recursos computacionales disponibles.

La solución propuesta se fundamenta en la capacidad inherente del controlador PID para generar soluciones de alta calidad, aproximándose a valores óptimos y mejorando la resolución de problemas y el procesamiento de datos. La adaptación del control PID como metaheurística en el algoritmo PSA permite abordar una amplia gama de desafíos en la optimización, demostrando su eficacia y versatilidad en la resolución de problemas complejos en diversas disciplinas.

En resumen, la solución al problema de optimización ~~global~~ utilizando el controlador PID como metaheurística se materializa a través del algoritmo de búsqueda basado en PID (PSA), que combina de manera innovadora los principios del control PID con técnicas de optimización para guiar a toda una población de soluciones hacia estados óptimos, destacando su potencial para abordar desafíos en busca de soluciones óptimas en diferentes contextos.