



Optimización No Lineal Entera Asistido por Redes Neuronales en Problemas de Call Centers

Angel R. BARBERIS, Lorena E. DEL MORAL, Jorge A. SILVERA, Daniel ARIAS FIGUEROA

Facultad de Ciencias Exactas – Universidad Nacional de Salta. Argentina

Resumen

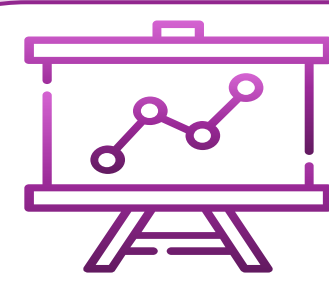
El proyecto de investigación propone un enfoque híbrido de optimización que combina dimensionamiento mínimo de recursos humanos con distribución óptima de turnos, asistida por inteligencia artificial, con el objetivo de maximizar los niveles de servicio y la satisfacción del usuario.

Desde el punto de vista metodológico, los algoritmos de optimización no lineal tradicionales enfrentan el problema de quedar atrapados en óptimos locales. Las heurísticas convencionales intentan superarlo, aunque con alta carga computacional. Como alternativa superadora, se propone integrar redes neuronales debidamente entrenadas al proceso de búsqueda, ya que estas pueden escapar de óptimos locales con mayor velocidad y precisión. El algoritmo resultante combinaría métodos de optimización no lineal entera de búsqueda direccional con redes neuronales, logrando una solución más eficiente para la planificación de turnos en centros de contacto.



Contexto

El proyecto propone desarrollar estrategias innovadoras de resolución de problemas mediante un enfoque de toma de decisiones multiobjetivo asistida por Inteligencia Artificial, aún no explorado explícitamente en Centros de Contacto. Su hipótesis central sostiene que la integración de decisiones multicriterio y optimización lexicográfica permite reducir significativamente la carga computacional y mejorar la precisión global de los resultados. El modelo aborda la complejidad mediante una optimización bicriterio con objetivos contrapuestos, lo que facilita un tratamiento riguroso de restricciones, amplía el análisis de soluciones factibles y favorece el diseño de algoritmos eficientes, rápidos y precisos. Para validar esta propuesta, se desarrollan soluciones algorítmicas de rápida convergencia, evaluadas con un método estadístico propio. La validación combina datos reales de Centros de Contacto y simulación estocástica, comparando resultados con el método de van der Sluis, reconocido por su alta precisión. El estudio se enmarca en una investigación cuantitativa descriptiva, orientada a modelar problemas complejos (no convexos, no lineales, discretos y sin derivadas). Todo ello dentro del proyecto “Optimización de Procesos Operativos en Centros de Contactos” (CIUNSa, 2024).



Resultados

El proyecto se encuentra en la etapa de integración, prueba e interpretación de resultados, consolidando avances clave. Se desarrolló un algoritmo basado en Frank-Wolfe adaptado a un dominio discreto, caracterizado por una alta velocidad de convergencia, pero precisión limitada, y un algoritmo inédito de búsqueda direccional, que se destaca por un baja carga computacional, alta velocidad y gran precisión. Además, se implementaron una adaptación del algoritmo de Powell de 1964 y un método de simulated annealing, utilizado para la validación rápida de resultados. La programación de la herramienta de simulación ya finalizada, permite evaluar algoritmos en escenarios dinámicos. En paralelo, se desarrolló una red neuronal perceptrón multicapa, con buena generalización, aunque limitada a una escala específica. Actualmente, se avanza en la integración algoritmo–red neuronal, eje central del proyecto.



Línea de I/D

Los principales ejes temáticos que se investigan son los siguientes:

1 » Diseño de algoritmos: se busca desarrollar algoritmos de optimización de búsqueda direccional (sin cálculo o estimación de derivadas), con características de ser simples (bajo esfuerzo computacional), rápidos y precisos. Estos algoritmos deben ejecutarse en entornos dinámicos.

2 » Deep Learning: Se investiga distintos tipos de redes neuronales, con distintas estrategias de convergencias. El foco se centra en una arquitectura de red neuronal (RN) que luego del entrenamiento, tenga la capacidad de seguir mejorando la precisión de sus predicciones, sin tener que usar modelos razonadoras de la inteligencia artificial.

3 » Simulación de Eventos Discretos: Se busca disponer de una herramienta de simulación que integre algoritmo de optimización con red neuronal, y que permita al mismo tiempo, diseño de escenario en forma visual.

Formación de Recursos Humanos



La estructura del equipo de investigación es de cuatro miembros integrando 2 doctores en Ciencias de la Computación y Ciencias Informáticas; y dos Magister en Docencia de disciplina Tecnológicas y en Administración de Empresas.

Ocasionalmente participan en el proyecto, alumnos que realizan su práctica supervisada. La cantidad de alumnos depende de las necesidades del proyecto y de los alumnos dispuestos a trabajar en el mismo.