Universidad Internacional de Valencia

Máster en Inteligencia Artificial

Resumen Artículo Científico: Healthcare scheduling in optimization context





Asignatura: Algoritmos de optimización

Profesor: Juan Francisco Vallalta Rueda

Alumno: Gabriel Díaz Ireland

Fecha: 21/07/2023

Índice

[1. Resumen. 3](#_Toc140856744)

[2. Problema logístico de admisión de pacientes (PASP). 3](#_Toc140856745)

[3. Problema logístico de asignación de horarios para enfermeras (Nurse Rostering Problem). 3](#_Toc140856746)

[4. Programación de Quirófanos. 4](#_Toc140856747)

[5. Otros problemas. 5](#_Toc140856748)

[6. Conclusiones y perspectivas 5](#_Toc140856749)

# Resumen.

Este artículo resume los estudios más recientes sobre algoritmos aplicados a retos logísticos en atención médica, concretamente la programación de admisión de pacientes, enfermeras, y salas de operaciones y cirugías.

En las últimas décadas, han surgido métodos metaheurísticos que buscan automatizar la gestión de recursos en hospitales, aunque los resultados reportados no son análogos debido a las diferentes definiciones del problema y los conjuntos de datos.

El artículo integra los resultados de 190 estudios, analizando la definición del problema, formulaciones, conjuntos de datos y métodos. Se destacan avances recientes y nuevas tendencias para investigaciones futuras. Se estudian artículo de optimización metaheurística en atención médica entre 2010 y 2020.

# Problema logístico de admisión de pacientes (PASP).

El PASP es un problema de optimización combinatoria que asigna pacientes a habitaciones de hospital en un horizonte de tiempo para maximizar la gestión, comodidad y seguridad. Se presenta la formulación matemática y se consideran restricciones duras y blandas.

Hay dos versiones de conjuntos de datos: la primera incluye pacientes con diferentes duraciones de estancia y tratamientos. La segunda versión es generada por un generador de datos.

**Discusión sobre el método de optimización**: Se han utilizado diferentes enfoques para resolver el problema PASP, como búsquedas locales, algoritmos metaheurísticos y modelos de programación lineal entera (ILP). Como contamos con restricciones duras y blandas, según lo que hemos visto en clase los mejores algoritmos metaheurísticos serían: Enjambre, Genéticos y Tabú. También se podría plantear el estudio de técnicas de Backtracking.

**Discusión PASP.** La optimización de la programación de admisión de pacientes es un área activa de investigación. El artículo sugiere considerar múltiples niveles de toma de decisiones y abordar desafíos más específicos. Esto lo podríamos aplicar a los algoritmos expuestos en el apartado anterior.

# Problema logístico de asignación de horarios para enfermeras (Nurse Rostering Problem).

El NRP es un tipo de problema logístico que busca organizar un horario que satisfaga la demanda de cada personal sin conflictos. Este problema se resuelve mediante la asignación de enfermeras con diferentes habilidades a diferentes turnos, intentando equilibrar la carga de trabajo y las preferencias personales, minimizando el costo general. Las restricciones duras deben cumplirse para obtener una programación factible, mientras que las restricciones blandas son permitidas pero penalizadas.

El NRP se ha estudiado con diferentes versiones, incluyendo los concursos de Programación de Enfermeras INRC-I y INRC-II. Hay varios conjuntos de datos públicos disponibles para el Nurse Rostering Problem (NRP), la mayoría de ellos con datos del mundo real.

**Métodos de Optimización para el NRP**: Se usan algoritmos heurísticos, como el algoritmo de colonia de abejas dirigido, la búsqueda híbrida de armonía y el algoritmo de búsqueda de abejas artificiales híbridas. Estos métodos han sido evaluados utilizando conjuntos de datos del INRC-I y del INRC-II, mostrando resultados prometedores en términos de calidad de solución y eficiencia computacional.

**Discusión sobre el método de optimización**: El algoritmo de colonia de abejas se comporta de manera parecida al algoritmo natural revisado en clase: colonia de hormigas. En cambio, el algoritmo de abejas tiene un factor de aleatoriedad y exploración más remarcado, en el que se escogen resultados aleatorios y si son prometedores, se estudia el conjunto de resultados de los alrededores.

**Discusión NRP:** La hibridación de metaheurísticas con búsqueda local es efectiva para resolver el NRP. La versión dinámica del NRP (INRC-II) ha sido menos explorada debido a su complejidad. Integrar la programación de enfermeras con otros problemas de atención médica podría mejorar el rendimiento de las instituciones médicas.

# Programación de Quirófanos.

La programación de quirófanos se divide en dos partes: preoperatoria y postoperatoria. Su objetivo es maximizar el uso eficiente del quirófano y coordinar recursos como personal y equipos médicos. Existen dos versiones: Programación Avanzada, que establece fechas de cirugías con anticipación, y Programación de Asignación, que fija horarios y recursos para cada cirugía en un día específico. La idea es coordinar recurso, quirófano y la sala de recuperación.

**La formulación matemática para la planificación y programación de salas de operaciones** ha sido presentada en diversos artículos. Se utilizan conjuntos para las salas de operaciones, pacientes y bloques de tiempo, con coeficientes de prioridad para diferenciar pacientes electivos y de emergencia. Se emplean variables de decisión para asignar cirugías a bloques de tiempo y se aplican restricciones para controlar la asignación de recursos.

**Conjuntos de datos de salas de operaciones**: Hospitales holandeses, que consta de 20,880 instancias. También se incluyen conjuntos de datos teóricos con 146 instancias.

**Discusión métodos de optimización**: Se utilizan técnicas revisadas en clase. Un ejemplo de esto es el Algoritmo Genético Hibrido con Búsqueda Tabú (se genera una mezcla de algoritmo metaheurístico) y la Optimización por Colonias de Hormigas (Ant Colony Optimization)

**Discusión**

La mayoría de los estudios se enfocan en pacientes electivos; los pacientes de urgencias y emergencias reciben menos atención en los algoritmos utilizados. La integración de la programación de quirófanos con otros servicios, como la programación de pacientes y enfermeras, es limitada pero incrementaría el rendimiento hospitalario. Asimismo, desarrollar un sistema de programación que combine la programación de cirugías, de médicos y la planificación de quirófanos tiene una complejidad de combinación de recursos que solo tiene soluciones metaheurísticas hasta el momento.

# Otros problemas.

El artículo menciona otros problemas, como la programación de médicos, la programación de atención médica domiciliaria y la programación de telemedicina. Estos problemas involucran asignar médicos a pacientes en áreas geográficas diversas y proporcionar atención en áreas remotas.

# Conclusiones y perspectivas

En el artículo se aborda el ámbito de gestión de recursos en la salud como desafíos de optimización. El objetivo general de este artículo ha sido revisar los problemas principales y recopilar las distintas optimizaciones de costos, tiempos de espera y recursos. Los algoritmos metaheurísticos inspirados en la naturaleza, especialmente los basados en enjambres (genéticos, colonia de hormigas y colonia de abejas), demuestran ser prometedores para resolver estos problemas complejos. Además, debido a factores restrictivos, se hace combinaciones de algoritmos, utilizando técnicas de búsqueda tabú o restrictivos como BackPropagation.

Las direcciones futuras de investigación incluyen explorar algoritmos metaheurísticos alternativos, analizar la solidez de los algoritmos aplicados, desarrollar sistemas dinámicos de programación para hospitales, centrarse en problemas del mundo real como la telemedicina, adaptar el análisis del big data para obtener conjuntos de datos reales, e integrar sistemas de programación para pacientes, personal y quirófanos para mejorar la calidad del servicio.

Como comentario añadido del alumno a la conclusión y en relación con el máster, sería interesante también revisar y entender cuales son las posibles capacidades de metodologías inductivas, obteniendo una propia retroalimentación de los resultados obtenidos por los distintos algoritmos, e incluyendo una capacidad de evolución del sistema dinámico y automático con distintas técnicas de aprendizaje artificial.Principio del formulario

Principio del formulario

**DOI: https://doi.org/10.1007/s12553-021-00547-5**

**URL:** [**Healthcare scheduling in optimization context: a review (blackboardcdn.com)**](https://learn-eu-central-1-prod-fleet01-xythos.content.blackboardcdn.com/6103c83d7352e/45767934?X-Blackboard-S3-Bucket=learn-eu-central-1-prod-fleet01-xythos&X-Blackboard-Expiration=1689973200000&X-Blackboard-Signature=Kc7udlxuvq%2B7%2Fjz6onnnstGyea%2BMdV%2FD8T80HoEHPt8%3D&X-Blackboard-Client-Id=529594&X-Blackboard-S3-Region=eu-central-1&response-cache-control=private%2C%20max-age%3D21600&response-content-disposition=inline%3B%20filename%2A%3DUTF-8%27%27s12553-021-00547-5.pdf&response-content-type=application%2Fpdf&X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEDcaDGV1LWNlbnRyYWwtMSJHMEUCIQDgr3PrsGa4weovwdjaRflqnFDhEXfeMwTK6p8JRIyTGAIgLOff39DJ7slcmbYtwvua9dkPfMpbSbDXAMDSHz45I2AqxwUIwf%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FARADGgw2MzU1Njc5MjQxODMiDJOCzHX6iYoBxAO68SqbBYgr7W6YH%2BQU3g9%2BpFDQWsNxphq56EDoRC%2Bnh20tb6f3SndTwV%2BcOf5lNOe8q0XgiaU1GSSRebPdHfhwnfiX0k3k6qIub1IbQGjZmQXrDJJvjjRB13ETjzuqPyD522TIk3v%2BuSq9tTab9jMPMbKxzfB76BAc4bCzJTF0aDcZuuEeTMeNHX3U9bsDO4s69mxIBDjlzHKDOUduTWH7vQ0zGmDj5N33oBmubx9l49Csxojc278mtWaszgnNkQMEoXfe96YclAbY4KGFaZ7Ga%2B4fDFjkKW490QQ9%2BYT1OtVpwDMFZFctEGQ%2BfIuf%2F2Y9mLGs5dCng506qgmhDVumS9vHB6gVRFPRkvTrolIBftTOOGql9D8%2FktZ80noUpB6ybz9Lq2%2FwM4sGLYsXk9uKO3bVK%2FWby%2FaAVikiGIcA2w0MxzRbcExiE17EcFHwgzEur7FPcA%2Ft7cIeKoAIo%2FCD0GZ6T1RVMoKX5FH2yV6HuJQTPV5qn2v1ZmBt0ZW9DURlHwlIyHQ9DVAfBdlcVX%2FDfdBJZ4ys%2FuehmJ0lu2sbOfFVkAE8TMUMynGGYag%2FJTBxiyJ9a%2BT0RpPv8%2BrcmdDvR7ZHLIARrC2P7ep8IA9ZCxptKoSXjaHW%2Bjnc8pcn2FR8pOnyd2YY%2B%2BA9s1GW0%2FsYNutfCMZWzZw34kn1yknPlXjn7PvKDG%2B36jaKP8gfZIXXwszbEGv7FL0fjGqE5RXvmtRfX1Gju4LVBEOcWEJ7G711%2BpcLAIyvi0wQzhV2L2VyEfyiwcCehOb%2FUuv9xCmvol0msGj7I68ITM1GzTq9YSqKc1im%2FSnk2garHlDpFSjFCPgz4I%2Fo6y76Rz78LsZ%2Fmh49Lu4RyF7GeNSrG7SjR%2B1zeY7jcIMQGS9uu40DnB8w28XqpQY6sQEgsBP%2FuOxeY0Gxe3oui8CMZbPtbV9iASwrS2XkYOn5WDjoZizu1zyySpxfKcVm5Urw%2FUuNytqF2QSlu2AthTZIGNXPCLm%2BSiV73samFjG50FbBYsiYz3gLAdEZBNvyx2YcRJ6HonAX%2BtnYfPJYerU%2BVPofZI4wm19oGFJT6ORdS86Jd1KjYNmGtwOEnW17FjZtNYXWEAqSmotLkYkpqsCnta%2BQHfFSeN8EbYh6isXYRek%3D&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Date=20230721T150000Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=21600&X-A)

**Número de palabras del resumen (contando solo los apartados y su respectivo cuerpo) : 1112**