

Nurse Scheduling Problem

Sebastián Mesa Duque

Ingeniería Matemática, Universidad EAFIT

Juan Carlos Rivera

Escuela de Ciencias, Departamento de Ciencias Matemáticas, Universidad EAFIT

EAFIT

2015

Planteamiento del problema

El problema básico (Ceschia et al., 2014) consiste en determinar el horario de una semana para un número fijo de enfermeras con un número determinado de turnos para cada día. Cada día cada enfermera debe trabajar o tener un día libre.

El problema general consiste en la solución por etapas de varias semanas del horario del grupo de enfermeras (4 u 8) en el cual se mantendrá fijo el grupo de enfermeras con sus respectivas habilidades (jefe, regular, en entrenamiento,...), contratos que restringen los tiempos de trabajo, y el tipo de turnos que se manejan y cómo se relacionan en cuanto a cómo se pueden emplear las enfermeras para trabajar en ellos.

Además, cada semana pueden cambiar los requerimientos que se tengan para cada día y cada turno según la habilidad de las enfermeras y el número de enfermeras necesario, y también solicitudes por parte de las enfermeras en cuanto a los turnos y los días que sean más cómodos para trabajar.

En cada etapa se debe tener en cuenta como termina la etapa anterior para verificar restricciones de días libres y turnos, y una historia general para verificar que se cumpla con los tiempos de trabajo de las enfermeras.

Objetivo general

Proponer algoritmos para la optimización de la asignación en el área de enfermería utilizando elementos derivados de los métodos heurísticos, metaheurísticos y modelación matemática.

Objetivos específicos

- Diseñar y evaluar modelos matemáticos de optimización para la solución del problema de programación de enfermeras.
- Diseñar e implementar algoritmos de optimización para el problema de asignación de turnos de enfermería.
- Participar en “the Second International Nurse Rostering Competition”.

Antecedentes

La asignación de horarios ha sido trabajada por varios investigadores por más de 40 años. La asignación de personal hospitalario, que es un subconjunto de este problema, es particularmente complicada debido a las diferentes necesidades en los diferentes días y turnos. Debido a que los hospitales trabajan las 24 horas del día, las ventajas de un buen horario se ven reflejadas en el rendimiento y bienestar de los trabajadores y por lo tanto en el bienestar de los pacientes (Burke et al. 2004).

Hasta hace muy poco, estos problemas se resolvían manualmente y tomaban muchísimo tiempo y ahora, a pesar de tener herramientas computacionales, los hospitales no explotan todas las capacidades que estas pueden tener.

Desde los años 60 se comienzan a ver artículos de diferentes autores utilizando un enfoque computacional para resolver el problema de asignación de horarios tanto generalmente como enfocado al personal médico. Estos primeros enfoques fueron netamente matemáticos y propusieron modelos lineales con diferentes enfoques como lo son el costo y la preferencia de los empleados que buscaban la solución óptima. Sin embargo, para la mayoría de los problemas reales, encontrar la solución óptima puede no ser viable y de serlo puede tomar mucho tiempo lo que resulta poco práctico ya que la administración de un hospital busca generar rápido un buen horario que cumpla todas las restricciones estrictas del problema y tantas de las restricciones blandas como sea posible.

Más adelante se empezaron a presentar enfoques heurísticos y metaheurísticos para resolver problemas reales. Los métodos utilizados en estos enfoques van desde métodos puramente heurísticos, pasando por métodos híbridos que combinan la optimización clásica con un componente heurístico como búsqueda de vecindarios para refinar la solución, hasta métodos que involucran el uso de inteligencia artificial y sistemas expertos. Algunos de estos métodos han mostrado resultados muy prometedores y todavía se estudian.

Burke et al. (2004) presenta información más detallada sobre el desarrollo de esta área de investigación en su estudio de estado del arte.

Justificación

El problema de asignación de enfermeras tiene gran interés científico y práctico. Debido a su pertenencia a la clase de problemas NP-hard el desarrollo de algoritmos eficientes para la solución de este problema es hoy en día un área de investigación activa.

Por otro lado, su gran cantidad de aplicaciones, no solo en asignación de horarios de enfermería, sino también en otros ámbitos como la asignación de horarios de médicos, de personal de vigilancia, de cursos escolares y universitarios, entre otros, hace que este problema tenga un gran impacto socio-económico.

Particularmente, en el grupo de investigación en análisis funcional y aplicaciones hay un interés en este tipo de problemas por su aplicación en el contexto universitario, programación de horarios de cursos y exámenes, y posibles aplicaciones en instituciones de salud locales.

Finalmente, los métodos y algoritmos que se proponen en este proyecto hacen parte del estado del arte más reciente en el área de investigación de operaciones y matemáticas aplicadas.

Alcance

En este proyecto se diseñarán e implementarán algoritmos metaheurísticos o híbridos para resolver problemas de programación de horario de enfermería, como los descritos anteriormente. Para tal fin, se utilizarán datos públicos disponibles en la página web del concurso “the second international nurse rostering competition” (INRC-II, 2015), en la cuál se presentarán los desarrollos del proyecto. Dichos datos permitirán analizar los resultados con diferentes variaciones o instancias del problema y comparar los resultados con otros investigadores.

Como producto final de este proyecto se obtendrá un algoritmo codificado en un lenguaje de programación comercial (c++, matlab u otro), el cuál será descrito junto con los resultados y su análisis en un artículo que se presentará en el concurso anteriormente citado.

Metodología propuesta

El proyecto se realizará en cuatro grandes fases. La primera fase consiste en la revisión del estado del arte, la cual permitirá la apropiación de los diferentes métodos y estrategias de solución.

La segunda fase consiste en el planteamiento de modelos. En esta fase se determinará la versión exacta del problema a resolver y se plantearán diferentes alternativas para modelarlo.

En la tercera fase se desarrollarán los algoritmos de solución y se realizarán los experimentos con las diferentes instancias de prueba propuestas por los organizadores del concurso para la comparación de resultados.

La última fase consiste en la redacción de un informe o artículo con la descripción de los métodos desarrollados así como la descripción de los resultados obtenidos y su respectivo análisis. Dicho informe será presentado a los jurados del concurso.

Durante el desarrollo del proyecto se realizarán reuniones semanales con el tutor del proyecto. Las reuniones consistirán en discusiones y observaciones del progreso que se ha tenido en el mismo, así como la estructuración y guía del trabajo para su continuación.

Asimismo, se tienen planeadas reuniones esporádicas con otros integrantes del grupo de investigación.

Cronograma de actividades

En la siguiente tabla se resumen las diferentes actividades generales del proyecto así como el intervalo de tiempo estimado en el cual se esperan desarrollar. En la primera columna se encuentra el periodo del semestre académico en el cual se realizará cada fase, mientras que en la segunda columna se presenta la fase respectiva.

Semana 3	Redacción del anteproyecto
Semanas 4 a 6	Revisión del estado del arte
Semana 7	Planteamiento de modelos
Semana 8 a 13	Programación de métodos de solución
Semana 14 a 19	Escritura del informe/artículo

Como se mencionó anteriormente, los periodos presentados en la tabla anterior son estimaciones, las cuales pueden variar dependiendo del avance del proyecto y de los resultados obtenidos en las primeras etapas. Adicionalmente, algunas fases pueden requerir ser ejecutadas en paralelo.

Presupuesto

Este proyecto no cuenta con financiación ni asignación presupuestal por parte de la Universidad EAFIT. Sin embargo, durante su ejecución se hará uso de las instalaciones e infraestructura de la Universidad, tales como salas de cómputo, software, oficinas, acceso a bases de datos de revistas científicas, internet, entre otras.

Propiedad intelectual

Debido a la relación de los autores con la Universidad EAFIT, los desarrollos realizadas durante la ejecución del proyecto estarán sujetos al reglamento de propiedad intelectual de la Universidad y en concordancia con el reglamento del concurso.

Bibliografía

BURKE, Edmund K., CAUSMAECKER, De Patrick, Vanden BERGHE, Greet, and VAN LANDEGHEM, Hendrik. 2004. "The state of the art of nurse rostering". *Journal of Scheduling*, 7(6):441–499.

CESCHIA, Sara, THANH DANG, Nguyen Thi y De CAUSMAECKER, Patrick. 2014. "Second International Nurse Rostering Competition (INRC-II) — Problem Description and Rules —".

INRC-II. 2015. "The Second International Nurse Rostering Competition". Disponible en: <<http://mobiz.vives.be/inrc2/>>.