

Optimización en la Planificación de Tareas en ambientes cambiantes utilizando técnicas de Razonamiento basado en Restricciones

- Comunicación -

LISI/IdeI Laboratorio Integrado de Sistemas Inteligentes Instituto de Informática – Universidad Nacional de San Juan

Integrantes del LISI/IdeI

Raymundo Forradellas (Director) <kike@iinfo.uns.edu.ar>
Francisco Ibañez (Co-Director) <fibanez@iinfo.uns.edu.ar>
Susana Chavez <schavez@iinfo.uns.edu.ar>
Daniel Díaz Araya <ddiaz@iinfo.uns.edu.ar>
Claudia Gómez <cgomez@iinfo.uns.edu.ar>
Raúl Klenzi <rklenzi@iinfo.uns.edu.ar>
Silvina Migani <smigani@iinfo.uns.edu.ar>

Línea de I+D

Este Grupo comienza sus actividades en la Universidad Nacional de San Juan en el año 1995, como continuación de las actividades desarrolladas por los Doctores Ibañez y Forradellas en Europa, con el fin de abordar problemas industriales complejos del tipo de *Scheduling*, *Planning* y *Asignación de Recursos*, utilizando técnicas provenientes de la Inteligencia Artificial. Para tal fin se desarrollan Proyectos de Investigación Acreditados en la temática mencionada con una clara orientación al tratamiento de problemas del mundo real, mediante acuerdos de Vinculación Tecnológica con empresa industriales de la región.

En este contexto, el Grupo LISI comenzó abordando la problemática de Cargas de Máquinas en la empresa Puerto Seco/TCA del Parque Industrial San Juan (UNSJ), mediante el Proyecto *Scheduling de Cargas de Máquinas*, entre 1995/96.

Como continuación del Proyecto anterior, se abordó la problemática propuesta por la Empresa ALUFLEX S.A. del Parque Industrial Norte de San Luis, lo que dio lugar al Proyecto *Resolución de Problemas de Asignación de Recursos aplicando Técnicas de Inteligencia Artificial*, entre 1997/98, con una ampliación en 1999 donde se concreta un convenio de Asistencia y Vinculación Tecnológica, a través de la Fundación de la UNSJ.

Por último, en el Proyecto actual *Optimización en la Planificación de Tareas, en ambientes cambiantes, utilizando técnicas de Razonamiento basado en Restricciones*, entre 2000/01, se continúa con la misma empresa con el propósito de incorporar procesos y técnicas especializadas para mejorar significativamente la *performance* de la aplicación a nivel corporativo en diferentes empresas del grupo en la industria del envase flexible

Estos Proyectos han dado lugar a Tesis (Formación de Recursos Humanos) y a una satisfactoria solución de los problemas planteados por las empresas (Transferencia Tecnológica) y a una adecuada difusión de los resultados en Congresos Nacionales e Internacionales (Divulgación). Es de hacer notar que con referencia a la Formación de Recursos Humanos, parte de los integrantes originales se encuentra realizando su posgrado en el extranjero, como es el caso de Luis Rueda (Doctorando en Canadá), Ivanna Arias (Maestrando en Canadá), y Carlos Correa (Doctorando en Chile)

Resumen

El trabajo de este proyecto está orientado a investigar la problemática de la Optimización en la Planificación de Tareas sobre aplicaciones industriales complejas, con el propósito de proponer soluciones mediante técnicas provenientes de la Inteligencia Artificial,

basadas en el razonamiento con restricciones de acuerdo diferentes criterios para satisfacer los requerimientos del mundo real. Para tal fin se establecerá convenio de Vinculación y Asistencia Tecnológica, en la empresa industrial ALUFLEX de San Luis, dedicada a la manufactura del envase flexible.

En aplicaciones industriales, la disponibilidad de recursos para la Panificación de actividades juega un rol fundamental en el proceso de producción. En este contexto se deben satisfacer las demandas de productos a producir, teniendo en cuenta un conjunto de restricciones internas a lo largo del proceso de producción. La *performance* en la resolución para estos tipos de problemas es considerada de significativa importancia en la empresa actual.

Bajo esta condiciones el problema a resolver, ya no es solo un problema matemático puro, resoluble con técnicas especializadas para problemas con hipótesis restringidas, sino que intervienen una serie de factores relacionados con la interacción de la empresa con el medio, y de estrategias propias de la empresa, ambas cambiantes con el tiempo.

Introducción

La Optimización es el proceso de encontrar la mejor solución u óptimo, a partir de un conjunto de soluciones. En muchas aplicaciones, es casi imposible encontrar el óptimo, y en algunos casos en los que es posible encontrarlo, no se puede demostrar la optimalidad.

En algunas aplicaciones reales, no es necesario encontrar el óptimo. Por el contrario, en algunos casos, es más deseable, encontrar en tiempos razonables una “buena solución” (cercana al óptimo) que obtener el óptimo en tiempos más allá de lo permitido.

Cuando coexisten distintos criterios de optimización y diferentes hipótesis que afectan a los mismos, no sólo es imposible encontrar el óptimo, sino que es inviable definir formalmente la función objetivo, y en general, se intenta buscar una solución que tenga en cuenta los distintos criterios de optimización en diferentes medidas, de acuerdo al nivel de importancia de los mismos.

Por otro lado, la Planificación de Tareas en entornos industriales complejos, debe satisfacer las demandas de los clientes, teniendo en cuenta un conjunto de estrategias internas que se aplican al proceso de producción, y que varían con el tiempo. En otras palabras, no todas tienen validez en un mismo momento en la vida de la empresa, pudiendo ser incluso mutuamente excluyente.

Bajo estas condiciones, el Problema de Optimización a resolver, ya no es sólo un problema matemático puro, resoluble con técnicas conocidas especializadas para problemas con hipótesis restringidas, sino que intervienen, una serie de factores relacionados con la interacción de la empresa con el medio, y de políticas internas de la misma, cambiantes en el tiempo.

En aplicaciones industriales, la disponibilidad de recursos para la Planificación de las Tareas, juega un rol esencial en el proceso de producción. La *performance* en la resolución para de estos tipos de problemas es considerado de significativa importancia en cuanto a la planificación estratégica y competitividad de la empresa actual

Justificación

En la empresa industrial actual, uno de los mayores desafíos consiste en la disminución de los tiempos de producción, que se traduce en una significativa disminución de los costos, con el fin de lograr mayores niveles de competitividad en el mercado.

Frente a estos desafíos, la situación actual en nuestro entorno industrial nos muestra situaciones con una clara desventaja frente al contexto industrial internacional. En este aspecto podemos mencionar la falta de flexibilidad para reaccionar eficientemente a los diferentes criterios de producción que impone el mercado, en cuanto a tiempos, costos y calidad.

La incorporación de nuevas tecnologías en el proceso productivo no es del todo suficiente para la disminución de tiempos y costos con la mejor calidad, debido a que es necesario una planificación óptima de las tareas involucradas en el proceso.

Una forma de satisfacer estos desafíos, consiste en Optimizar la Planificación de Tareas, otorgando la flexibilidad necesaria para responder a diferentes criterios, seleccionables de acuerdo a distintas estrategias que impone la empresa industrial en la actualidad, para satisfacer los requerimientos del mercado.

Por lo expuesto, se considera que se justifica el tratamiento de esta problemática, lo que redundará en beneficio de empresas industriales, en las que el presente grupo de investigación actualmente está desarrollando actividades de Tránsito Tecnológica.

Marco Teórico

En términos matemáticos, un problema de optimización se representa como una función objetivo a minimizar (o maximizar) sujeta a un conjunto de restricciones, que determinan el espacio de soluciones.

En el campo de problemas de optimización, se han desarrollado e implementados algoritmos para resolver problemas lineales y varias clases de problemas enteros. Para el caso de problemas de planificación de tareas, existen principalmente tres técnicas de resolución:

- 1.- Técnicas provenientes de la investigación operativa.
- 2.- Técnicas de búsqueda (Redes Neuronales, Simulated Annealing, Algoritmos Genéticos).
- 3.- Razonamiento basado en restricciones.

Para las dos primeras técnicas, existen algoritmos (algunos de ellos muy eficientes) restringidos a la resolución de familias de problemas con hipótesis restrictivas. Sin embargo, muchos problemas de optimización que involucran explosión combinatoria continúan siendo desafiantes desde el punto de vista computacional.

La complejidad de algunos de ellos es NP, o aun peor, se cree que no existen algoritmos generales y eficientes para resolverlos. La resolución normalmente requiere considerable experiencia tanto en el dominio de aplicación como en el diseño del algoritmo para resolverlo. Además estas soluciones a menudo involucran sustancial esfuerzo de desarrollo debido a la distancia que existe entre el modelo del problema y el algoritmo utilizado.

En el presente trabajo, adoptamos la elección de la tercera técnica, proveniente de la Inteligencia Artificial, debido a que consideramos que las mismas son aplicables, de un modo relativamente declarativo, a problemas reales complejos que involucran condiciones no contempladas en algoritmos ya desarrollados.

Por otro lado, la utilización de la tercera técnica, involucra la propagación de restricciones, cuyo efecto es aumentar drásticamente la eficiencia mediante la poda a priori del árbol de búsqueda. Otra característica que permite tornar tratable computacionalmente el problema, es la posibilidad de desarrollar algoritmos basados en restricciones que guíen la búsqueda de acuerdo a criterios de optimización y a condiciones específicas inherentes a problemas particulares

Bibliografía

- [Aggoun,1992] A. Aggoun and N. Beldiceanu. Extending CHIP to solve Complex Scheduling and Packing Problems. In Journées Francophones de Programmation Logique, Lille, France, 1992
- [Díaz,98] Daniel Díaz Araya - Aplicación de Tecnologías Basadas en Restricciones a la Resolución de Problemas Industriales -Tesis de Grado, UNSJ, 1998.
- [Fernand,2000] A. Fernandez, P. Hill, "A Comparative Study of Eight Constraint Programming Languages over the Boolean and Finite Domains", Kluwer Academic Publishers, Boston, 2000.
- [Fruhw, 93] T. Fruhwirth, P. Handschke, "Terminological Reasoning with Constraint Handling Rules". PPCP. Workshop, 1993
- [Ibañez,94] F. Ibañez, "CLP(Temp), Integración de Restricciones Temporales Métricas y Simbólicas, en el Marco CLP", Tesis Doctoral, UPValencia, España, 1994.
- [Ibañez,96], F. Ibañez, R. Forradellas, L. Rueda, "An Instance of the CLP(X) Scheme which allows to deal with Temporal Reasoning Problems", 3rd Workshop on Logic, Language, Information and Computation (WoLLIC'96), Salvador (Bahia), Brasil, 1996.
- [I,Sol-R,99] "Ilog Solver - Reference Manual Version 5.0", Ilog, France, 2000.
- [I,Sch-R,99] "Ilog Schedule- Reference Manual Version 5.0", Ilog, France, 2000.
- [OPL,1999] P. Van Hentenryck "The OPL Optimization Programming Language". The MIT Press. 1999.
- [OZ,2000] Mozart Documentation <http://www.mozart-oz.org/documentation/>
- [PascalVH,1989] P. Van Hentenryck. Constraint Satisfaction in Logic Programming. Logic Programming Series, The MIT Press. Cambridge, MA,1989.
- [Rueda,95] Rueda L. Klenzi R. Gutierrez L. Ibañez F. Forradellas R., "Tratamiento de Problemas de Combinatoria Discreta mediante el Paradigma CLP", 2das. Jornadas de Inteligencia Artificial, ATIA Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 1995..