

Benchmarks para Problemas de Scheduling de Máquinas Paralelas Idénticas con Algoritmos Inteligentes

Gatica Claudia Ruth, Esquivel Susana Cecilia

LIDIC

Departamento de Informática/ FCFMyN

Universidad Nacional de San Luis

Ejército de los Andes 950 – Local 106, Tel: (266) 4420823

crgatica,esquivel@unsl.edu.ar

Resumen

En nuestro trabajo presentamos un conjunto de *benchmarks* para el problema de *scheduling* de paralelas idénticas sin restricciones. Hemos estudiado tal problema a través de cuatro funciones objetivo: *Maximum Tardiness (Tmax)*, *Average Tardiness (Tavg)*, *Total Weighted Tardiness (Twt)* y *Weighted Number of Tardy Jobs (Nwt)*. El conjunto de *benchmarks* se dividen en ocho escenarios de 125 instancias cada uno. Tales instancias del problema se construyeron en base a datos seleccionados de la *OR-Library* [6] correspondientes a problemas de tardanza ponderada. Se obtuvieron los valores de los óptimos conocidos o *benchmarks* mediante la aplicación de reglas de despacho y heurísticas conocidas en la literatura [7, 8] y luego se utilizaron dos algoritmos propuestos basados en búsqueda local: uno de ellos es una variación del algoritmo *Simulated Annealing (SA-explorador)*, el segundo algoritmo es de Vecindarios Variables (*VNS*) y el tercer algoritmo basado en

búsqueda poblacional conocido como *Discrete Differential Evolution (DDE)*.

Palabras clave: *benchmarks*, *scheduling*, máquinas paralelas idénticas, algoritmo *Simulated Annealing (SA)* y búsqueda en Vecindarios Variables (*VNS*), *Discrete Differential Evolution (DDE)*.

Contexto

La línea de investigación se enmarca en el paradigma de “Algoritmos Inteligentes”, en el proyecto de investigación: “Diseño de distribución de turbinas en parques eólicos usando métodos de optimización aproximados”. Tal proyecto esta en ejecución desde el 1 de enero de 2014 e inserto dentro del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC).

Introducción

El problema en estudio es la planificación (*scheduling*) de máquinas idénticas paralelas con respecto a cuatro funciones objetivos: la máxima tardanza (*Maximum Tardiness: T_{\max}*), la tardanza media

(Average Tardiness: T_{avg}), la tardanza pondera total (Total Weighted Tardiness: T_{wt}) y el número ponderado de tareas tardías (Weighted Number of Tardy Jobs: N_{wt}). La notación usada en la literatura [7] para describir el problema es una tripla: $(\alpha | \beta | \delta)$. El primer campo α describe el ambiente de máquinas, el segundo campo β indica las restricciones entre las tareas que son asignadas a las máquinas. Por último el tercer campo δ provee la o las funciones objetivo a ser optimizadas. Acorde a esta notación, nuestro problema se describe mediante $(P_m || \delta)$, el campo δ representa las funciones objetivo. Tal problema se ha considerado en [8] de complejidad NP-duro cuando $2 \leq m \leq n$ (m es el número de máquinas y n el número de tareas).

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

En los trabajos relacionados es común encontrar instancias de prueba para la planificación de máquina única, sin embargo para problemas de máquinas paralelas es casi imposible. Así que construimos nuestro propio conjunto de instancias de prueba a partir de los datos seleccionados correspondientes a un problema de tardanza ponderada tomada de la OR-Library [6]. Uno de los objetivos principales de nuestro trabajo es el estudio de algoritmos basados en búsqueda local y poblacional, otro de los objetivos principales es la construcción de *benchmarks* para instancias de prueba del problema de máquinas idénticas paralelas a través de la aplicación de los algoritmos estudiados.

Resultados y Objetivos

Se realizó un estudio de parámetros de los algoritmos propuestos SA-explorador,

VNS y DDE mediante el método de cuadrados latinos (LH) de la literatura [2], se eligieron 20 y 30 configuraciones diferentes de parámetros y se realizó un estudio estadístico mediante el software CONTROLTEST que provee varios *test* estadísticos de los cuales elegimos el *test* de Friedman [2] para clasificar los resultados, esto es, elegir la mejor configuración c_i y luego realizar comparaciones de a pares y analizar diferencias significativas.

Los resultados alcanzados fueron estudiados con varias métricas de evaluación propuestas y han sido plasmados en reportes técnicos. Los escenarios del conjunto de instancias son los siguientes: **I:** $n = 100$ y $m = 5$; **II:** $n = 100$ y $m = 2$; **III:** $n = 40$ y $m = 5$; y **IV:** $n = 40$ y $m = 2$, **V:** $n=100$ y $m=15$, **VI:** $n=100$ y $m=30$, **VII:** $n=40$ y $m=15$; **VIII:** $n=40$ y $m=30$, donde n es el número de tareas y m es el número de máquinas. Nuestro objetivo es presentar un conjunto de *benchmarks* que estén disponibles vía web para la investigación de problemas de planificación de máquinas paralelas idénticas en el futuro.

Formación de Recursos Humanos

El presente trabajo corresponde al plan de trabajo de la tesis doctoral: “Desarrollo y Aplicación de Metaheurísticas basadas en Inteligencia Computacional para resolver problemas de Planificación de Máquinas Paralelas Idénticas”, de la Carrera de Posgrado: Doctorado en Ciencias de la Computación. El trabajo se divide en dos etapas. La Etapa I que involucra el estudio de algoritmos inteligentes basados en búsqueda poblacional y local. La Etapa II comprende la aplicación de los algoritmos estudiados para construir con conjunto de *benchmarks* para instancias del problema y colocarlos a disposición de interesados en la investigación del

problema de *scheduling* de máquinas idénticas paralelas vía web.

Referencias

[1] E.G. Talbi, "Metaheuristics from design to implementation", by John Wiley & Sons, Canada, 2009.

[2] Joaquín Derrac and Salvador García and Daniel Molina and Francisco Herrera, "A practical tutorial on the use of nonparametric statistical tests as a methodology for comparing evolutionary and swarm intelligence algorithms", Swarm and Evolutionary Computation, 2011.

[3] T. Bartz-Beielstein, "Experimental Research in Evolutionary Computation", The New Experimentalism, Springer, 2006.

[4] Liao C. J., Cheng C. C., "A variable neighborhood search for minimizing single machine weighted earliness and tardiness with common due date", Computers and Industrial Engineering, 52(4), 404-413, 2007.

[5] Hiba Yahyaoui, Saoussen Krichen, Bilel Derbel, El-Ghazali Talbi, "A Variable Neighborhood Descent for solving the Single Machine Total Weighted Tardiness Problem", IEEE, 2013.

[6] J.E. Beasley, ORLIB, <http://people.brunel.ac.uk/mastjbjb/jeb/orlib/wtinfo.html>.

[7] Pinedo M., "Scheduling: Theory, Algorithms and System", Prentice Hall, 1995.

[8] Morton T. and Pentico D., "Heuristic Scheduling Systems, John Wiley and Sons", 1993, New York

[9] Hong-yan Sang., "A Discrete Differential Evolution Algorithm for Lotstreaming Flow Shop Scheduling Problems", 2010 Sixth International Conference on Natural Computation (ICNC 2010).