TEMA 2 - PLAN DE TRABAJO

TESIS DE LICENCIATURA EN CS DE LA COMPUTACIÓN

Metaheurísticas Paralelas Aplicadas a la Explotación de Yacimientos Gasíferos

Director: Dra. Nélida Beatriz Brignole

Colaboradores: Dra.Paola Patricia Oteiza – Cr. Martin Carlos De Meio Reggiani

Objetivos

El objetivo es elaborar un algoritmo capaz de minimizar el costo de un proyecto de extracción de gas natural en un yacimiento que se encuentra en la etapa de explotación temprana. A tal fin se propone implementar la metaheurística Simulated Annealing (SA) [1] con dos enfoques: secuencial y paralelo, para poder efectuar comparaciones de desempeño. Como caso de estudio se tomará el yacimiento Rincón del Mangrullo ubicado en la provincia de Neuquén (Argentina) [2, 3, 4].

Antecedentes

El diseño de técnicas y algoritmos eficientes que resuelvan adecuadamente problemas complejos de optimización es un área con gran repercusión en la actualidad. El objetivo perseguido es esencialmente el desarrollo de nuevos métodos capaces de resolver problemas complejos con el menor esfuerzo computacional posible, mejorando así a los algoritmos existentes. Por lo tanto, no sólo permite afrontar los problemas de forma más eficiente, sino tratar casos que antes no podían ser resueltos con mucha rigurosidad debido a su alto costo computacional [5].

Las metaheurísticas han demostrado su gran eficiencia, ya que permiten reducir significativamente el tiempo asociado a un proceso de búsqueda. Sin embargo, este tiempo puede seguir siendo muy elevado en algunos problemas de interés real. Es por esta razón que la aplicación de estrategias de computación de alto desempeño, y en particular la paralelización de metaheurísticas, representan una opción atractiva a la hora de reducir tiempos y tener algoritmos rápidos y eficientes. A su vez, se sabe que las búsquedas con estos métodos logran alcanzar un mejor balance entre intensificación y diversificación.

Con respecto al procedimiento paralelo, se presentan distintas estrategias a analizar según Alba [5] a saber:

MIR (Multiple Independent Runs): Siguiendo una estrategia Maestro-Esclavo, se disparan múltiples corridas independientes de procesos SA (Esclavos) concurrentemente con diferentes condiciones iniciales. Esta modalidad puede presentar una variante asincrónica y sincrónica. La primera de ellas es de más fácil aplicación, puesto que no requiere comunicación ni coordinación entre los núcleos. Sin embargo, existe una alta probabilidad que los núcleos evalúen zonas que están siendo o han sido evaluadas por los restantes procesadores, incurriendo en ineficiencias en la exploración del espacio de búsqueda. Es por este motivo que la modalidad sincrónica intercambia soluciones parciales. Sin embargo, esta variante presenta interrogantes acerca del momento exacto de la comunicación a fin de evitar tiempos muertos. Chu et al. [6] plantean un algoritmo MIR asincrónico que, mediante un proceso de enfriamiento en particular, busca mantener la distribución de Boltzmann.

Parallel Moves: La segunda propuesta consiste en que el maestro envíe a cada núcleo una copia de la solución inicial. En cada procesador se debería obtener una solución vecina con el fitness correspondiente. Finalmente, cada solución y su fitness son devueltos al maestro para que éste decida la mejor opción. Seguidamente, el proceso principal ajusta la temperatura y redistribuye a los núcleos el resultado previamente obtenido para continuar con las iteraciones. El problema de este enfoque es el alto riesgo de caer en óptimos locales. Bhandarkar [7] propone la creación de un algoritmo con movimientos paralelos para resolver la reconstrucción de cromosomas reordenando las secuencias de ADN.

Evolutionary Parallelism: Alba [5] sostiene que SA secuencial presenta dos grandes debilidades: es un algoritmo relativamente lento para converger a la solución definitiva y, principalmente, tiene tendencia a encontrar óptimos locales. El remedio sugerido para la primera falla es, obviamente, el paralelismo. Sin embargo, el segundo problema no ha podido resolverse mediante un algoritmo puro de SA. Para ello, se propone combinar esta técnica con métodos exploratorios, tales como Algoritmos Genéticos. Una variante de este algoritmo es el presentado en Vales-Alonso et al. [8], donde proponen la generación de una población de alelos que luego es evolucionada a la siguiente generación mediante SA. Otra alternativa sugerida implicaría realizar una exploración inicial del espacio de búsqueda utilizando GA. Luego, se aplicaría SA paralelo a cada

individuo de la última población obtenida para refinar la búsqueda.

Actividades y metodología

Para satisfacer los objetivos propuestos se planea estudiar el desempeño de distintas estrategias de implementación del algoritmo de optimización paralela. Así, se proponen las siguientes actividades específicas:

1. Análisis generalizado del modelo de transporte y entendimiento de sus características principales.
2. Revisión de la literatura relacionada con el campo de las metaheurísticas paralelas.
3. Desarrollo de algoritmos en conjunto con el equipo de trabajo:
    a) Diseño del algoritmo de SA secuencial
    b) Diseño de algoritmos paralelos de SA
    c) Elegir el lenguaje de programación disponible más conveniente
    d) Implementaciones
    e) Análisis de resultados
4. Propuesta final de un modelo de optimización.
5. Elaboración de informes parciales. En el transcurso de todas las actividades, el alumno redactará informes escritos semanales para documentar el trabajo realizado. En el mes 4, se estará en condiciones de elaborar el manuscrito final de esta tesis.

Cronograma

Se proyecta llevar a cabo estas actividades según el siguiente cronograma:

Actividad	**Mes 1**	**Mes 2**	**Mes 3**	**Mes 4**
1	X			
2	X	X		
3		X	X	X
4				X
5	X	X	X	X

Referencias

[1] Kirkpatrick, S. C. D.; Gelatt, Jr.; Vecchi, M. P. Optimization by Simulated Annealing. Science, New Series. 220 (4598), 671-680. 1983.

[2] Infobae, http://www.infobae.com/2012/04/23/643890-volveran-poner-marcha-el-area-rincon-del-mangrullo-neuquen, 23 de Abril de 2012.

[3] Argentina Shale. http://www.argentinashale.com/es/noticias/companias-exploracion-y-desarrollo-inversiones/pampa-obtiene-prestamo-de-765-millones-para, 29 de Julio de 2015.

[4] Minuto Mundo, http://www.minutouno.com/notas/328808-ypf-puso-funcionamiento-un-gasoducto-neuquen, 6 de Julio de 2014.

[5] Alba, E. Parallel Metaheuristics: A New Class of Algorithms. Wiley, 2005.

[6] Chu, K-W.; Deng, Y.; Reinitz, J. Parallel Simulated Annealing by Mixing of States. Journal of Computational Physics, 148, 646–662. 1999.

[7] Bhandarkar, S.M.; Machaka, S.; Chirravuri, S, Arnold, J. Parallel computing for chromosome reconstruction via ordering of DNA sequences. Parallel Computing, 24, 1177-1204.1998.

[8] Vales-Alonso, J.; Fernandez. J.; Gonzalez-Castaño, F.J.; Caballero, A. A parallel optimization approach for controlling allele diversity in conservation schemes. Mathematical Biosciences, 183, 161–173. 2003.