

COMPUTACIÓN EVOLUTIVA PARA EL PROBLEMA DE CUTTING

Vanina E. Beraudo - Hugo A. Alfonso
Laboratorio de Investigación en Sistemas Inteligentes (LISI)
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Pampa
Calle 110 Esq. 9 (6360) General Pico – La Pampa – Rep. Argentina
Te. / Fax: (02302) 422780/422372, Int. 6302
e-mail: {beraudov, alfonsoh}@ing.unlpam.edu.ar

Resumen

El problema de cutting se presenta en un gran número de situaciones. La variedad del problema es tan grande como su aplicación en el mundo real. Se puede observar en disciplinas como ciencias de la administración, ingeniería, matemáticas, logística, ciencias de la computación, etc. Este es un problema NP-completo, en el cual se pueden usar la programación entera y las técnicas de branch and bound para encontrar la solución óptima. Sin embargo, no resultan efectivas en problemas cuyo espacio de búsqueda sea de medio o de gran tamaño. Por lo cual se han desarrollado heurísticas y metaheurísticas, para obtener soluciones buenas rápidamente. Una de las metaheurísticas usada en este tipo de problemas es la computación evolutiva.

A partir de la necesidad concreta presentadas por empresas de la región que buscan una distribución más eficiente de las piezas a cortar para lograr un ahorro de materia prima, se plantea el desafío de dar solución al problema de cutting mediante el desarrollo de algoritmos evolutivos.

Descripción de la Línea de Investigación

Los problemas de cutting en general se encargan de encontrar la mejor ubicación de un conjunto de ítems o piezas en grandes regiones contenedoras [2]. El objetivo del proceso de ubicación es maximizar la utilización de la materia prima y, por lo tanto, minimizar el desperdicio. Esto es de particular interés para las industrias con producción masiva, dado que pequeñas mejoras en la distribución (layout) pueden resultar en ahorro de material y una considerable reducción del costo de producción. Un ejemplo es la industria textil (figura 1: se muestra la ubicación de los distintos patrones para el corte en una pieza de tela). Otros ejemplos se encuentran en la industria del metal, de la madera, del vidrio, etc.

La complejidad del problema de cutting está fuertemente relacionada con la forma de las figuras geométricas de las piezas a ser cortadas [5]. Teniendo en cuenta las propiedades geométricas se

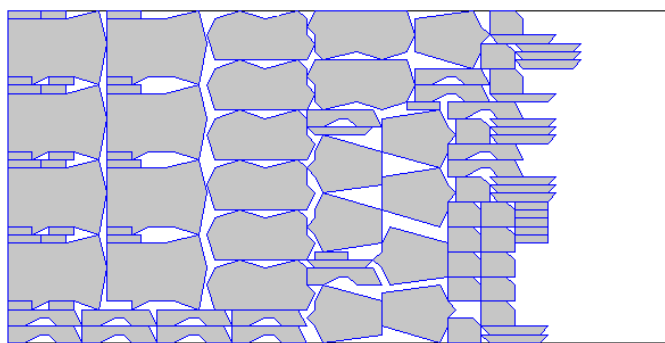


Figura 1: Ubicación de piezas a ser cortadas, maximizando la utilización del material y minimizando el área desperdiciada.

pueden distinguir dos tipos de figuras (figura 2):

- *figuras regulares*: se pueden describir utilizando pocos parámetros. Entre ellas encontramos: círculos, rectángulos, etc.
- *figuras irregulares*: se incluyen aquí las figuras asimétricas y las que tienen concavidades. Ejemplos son los polígonos irregulares, las figuras de forma libre, etc.

Además se debe tener en cuenta la forma de las regiones contenedoras (figura 3), las cuales pueden ser regulares (por ej. en la industria del vidrio), irregulares (por ej. en la industria de la piel) o ser un rollo como en la industria del papel o textil [1].

Como las propiedades geométricas influyen la complejidad del problema y la magnitud del espacio de búsqueda, entonces se las considera muy útiles como clasificación.

Los cortes se pueden realizar con o sin guillotina (figura 4). Cuando se utiliza esta herramienta es necesario incluir la siguiente restricción: las piezas se deben distribuir de tal manera que permita una serie de cortes longitudinales a lo largo del objeto; dcha de otra manera, el corte debe ir desde un eje del rectángulo al opuesto en línea recta y con cada corte la pieza seccionada se divide en dos piezas. La guillotina es utilizada en la industria de la madera, del vidrio y del papel.

Para resolver este problema utilizamos técnicas de computación evolutiva, en particular algoritmos evolutivos, las cuales se aplican de forma exitosa en la optimización de problemas complejos pertenecientes a distintas áreas. Como el problema de cutting corresponde a la clase de NP-completos [2], estas técnicas resultan adecuadas para hallar soluciones de buena calidad. Basándose

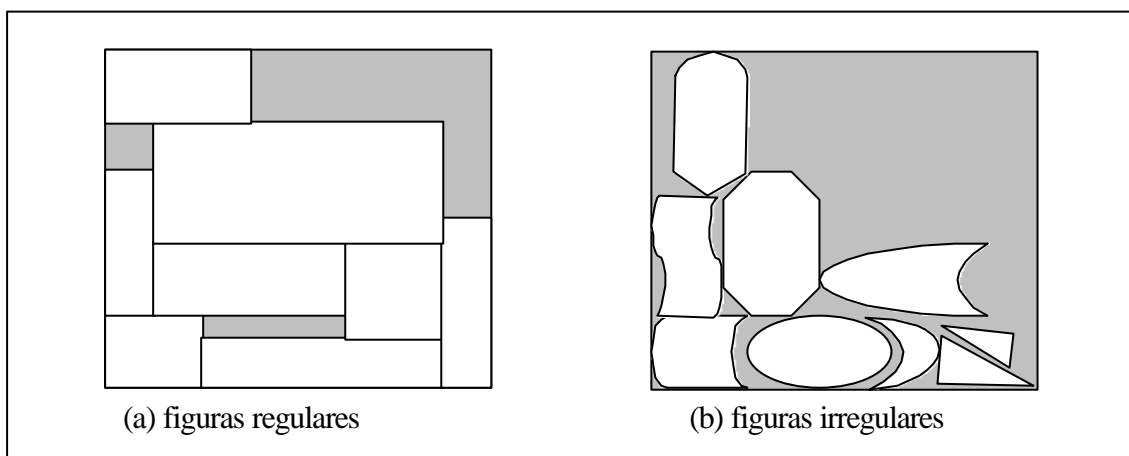


Figura 2. Forma de las figuras.

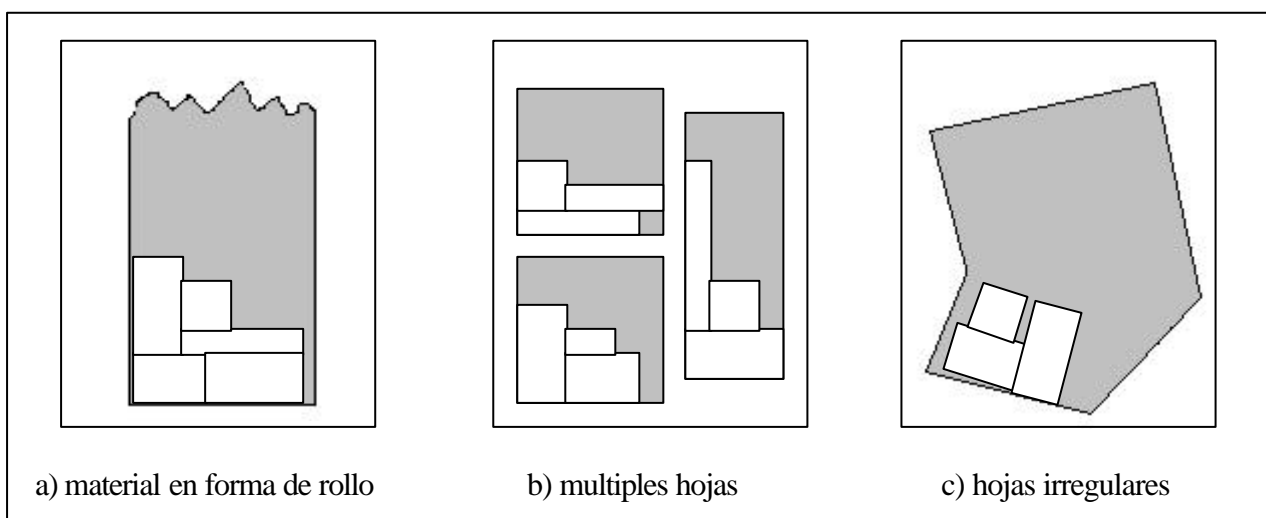


Figura 3. Forma de las regiones contenedoras

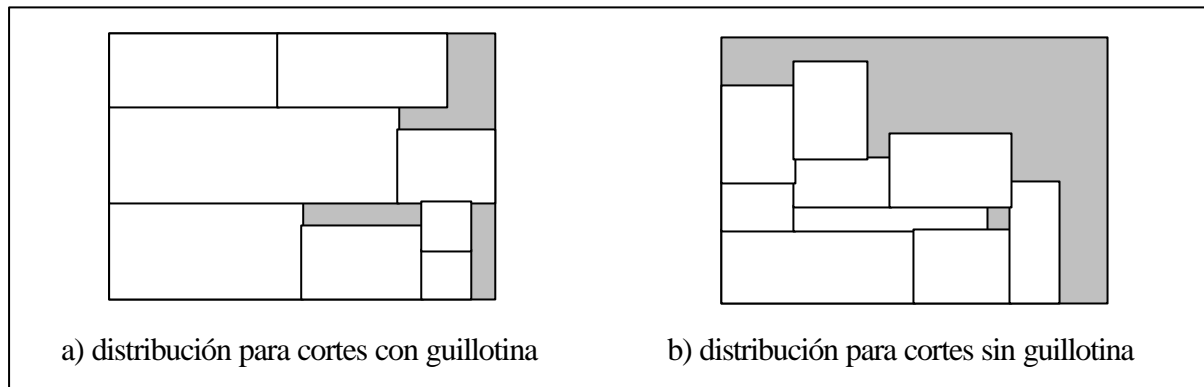


Figura 4: Cortes con o sin guillotina

en la investigación sobre las heurísticas existentes relacionadas con el tema [1, 2, 3, 4, 5, 6], ha sido posible desarrollar una nueva representación de las soluciones al problema y por consiguiente una función de evaluación asociada, también fue necesario modificar los operadores genéticos para adecuarlos a dicha representación. Como punto de partida se han tomado cortes de figuras regulares, realizados con guillotina sobre hojas de material con formato regular. De los primeros resultados experimentales se observan mejorías en las soluciones halladas con respecto a las obtenidas por otros investigadores [2].

Los pasos a seguir en esta línea de investigación consisten en encontrar la mejor configuración de los parámetros de este algoritmo evolutivo en particular. Además de ampliar este último para llevar a cabo otros tipos de cortes. Esta investigación ha surgido como una necesidad de una fábrica regional, que utilizaría este tipo de algoritmos en el corte de materiales para el armado de casas rodantes.

Referencias

- [1] Anand S., McCord C., y Balachander T. "An Integrated Machine Vision Based System for Solving the Non-Convex Cutting Stock Problem Using Genetic Algorithms", University of Cincinnati. *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 18 Nro. 6, pag. 396-405, 1999.
- [2] Beasley J.E., "A Population Heuristic for Constrained Two Dimensional Non Guillotine Cutting". Working paper available from the authors at The Management School, Imperial College, London, England, 2000.
- [3] Dasgupta D., Michalewicz Z., "Evolutionary Algorithms in Engineering Applications". Springer Verlag. 3^o edition, 1996.
- [4] Fritsch A., Vornberger O. "Cutting Stock by Iterated Matching". Universidad de Osnabruck, Dep. of Math/ Computer Science, Osnabruck. In *Operation Research Proceedings, selected papers of the International Conference on OR 94*, Springer, pag. 92-97, 1995
- [5] Hopper E., y Turton B. "Application of Genetic Algorithms to Packing Problems" - A Review School of Engineering, University of Wales, Cardiff Newport Road, Cardiff CF2 3TD, UK. In *proceedings of the 2^o On-line World Conference on Soft Computing in Engineering Design and Manufacturing*, Springer Verlag, London, pag. 279-288, 1997.
- [6] Milenkovic V.; "Rotational Polygon Containment and Minimum Enclosure Using only Robust 2D Constructions", Department of Mathematics and Computer Science, University of Miami, P.O. Box 249085, Coral Gables, FL 33124, USA. Communicated by J. Rossignac; 1999.