

5. Discusión de Resultados

De manera general se presentan tres de las pruebas más significativas hechas con el algoritmo difuso. Las piezas seleccionadas van desde geometrías tan simples como lo es un rectángulo, hasta geometrías que presentan mayores irregularidades, tanto de perfil como de pieza, tales irregularidades conllevan huecos en el acomodo. De tal forma que se muestra como trabaja el algoritmo con cualquier tipo de geometría.

La primera prueba es la más básica, pues muestra un perfil sencillo y una pieza a acomodar similar. En ella se observa claramente cómo se van reduciendo los huecos al ir recorriendo el contorno.

En la segunda prueba se propone un perfil con tres irregularidades y una pieza a acomodar que tendrá un hueco, de tal forma que en cualquier acomodo y por la forma del perfil ese hueco no puede evitarse, a pesar de este hueco se logra llegar a la posición óptima, teniéndose una bondad de 100%. Esta prueba pasa por bondades que van desde muy mala a muy buena pues sus valores de bondad son desde 15% a 100%.

Finalmente se tiene un perfil de forma aún más irregular y una pieza a acomodar irregular. Se observa claramente que se tienen desde bondades que van de 6% a 20%, debido a los huecos que no pueden evitarse dadas las complejidades de ambas geometrías. Sin embargo, a pesar de estos valores bajos de bondad, el algoritmo es capaz de seleccionar la posición óptima.

Ahora bien de estas conclusiones generales se puede resaltar lo siguiente, siendo que se va de un contenedor sencillo hasta uno muy irregular y de una pieza a acomodar sencilla hasta una irregular, y dado que en los tres casos el algoritmo fue capaz de elegir la posición óptima, se puede decir que el algoritmo es general, es decir, que funciona para perfiles y piezas a acomodar de toda geometría. Lo anterior se observa más claramente en la prueba 3.

También es importante resaltar que se buscó que las variables a tomar en cuenta en el algoritmo fueran las que proporcionaran la suficiente información como para tomar la posición óptima. Se concluye que las variables seleccionadas, la Tasa de Huecos y la Eficiencia de Área Ocupada son las adecuadas puesto que se logra seleccionar una posición óptima en cualquier caso. Esto es evidente en los tres ejemplos, sobre todo al hablar de la Tasa Huecos, ya que en cada una de las pruebas se manejó la misma pieza a acomodar en sus distintas posiciones al recorrer el perfil, así la Eficiencia de Área Ocupada

se vuelve constante en cada prueba. Por lo que la Tasa de Huecos se vuelve predominante, dato que se observa desde el planteamiento de las FAM. Conjuntamente se puede decir que fue suficiente manejar dos conjuntos difusos, lo que resulta evidente en la prueba 3, pues a pesar de ser geometrías irregulares, y de que la posición 7 se asimila a la posición 8, el algoritmo logra discernir cual es el mejor acomodo entre las dos posiciones. Tomando como referencia las posiciones antes mencionadas se puede notar otro punto de vital importancia. Anteriormente en el capítulo 1 se menciona que la lógica difusa se aproxima al pensamiento humano, que no es una lógica absoluta, que permite ver en qué grado el vaso esta medio lleno o medio vacío, es decir los acomodos que se eligen después de llevar a cabo el algoritmo difusos son los que elegiría una persona con un grado de conocimiento empírico en cuanto a acomodo de piezas, de manera inmediata esta persona se daría cuenta que la posición 8 es mejor por sobre la posición 7, por el simple hecho que la primera está pegada al contorno del contenedor y la segunda deja un pequeño hueco.

De lo anterior se puede aseverar que el algoritmo propuesto y los conjuntos elegidos permiten tomar la decisión que tomaría una persona capacitada para la labor de acomodar piezas en un contenedor. Lo que nos lleva a concluir que no sólo se eligieron bien los conjuntos de entrada, sino que además se llevó a cabo una buena calibración de las funciones de membresía, pues de no ser así no se llegaría a las soluciones óptimas en todos los casos. Una mala calibración nos llevaría al funcionamiento del algoritmo sólo en ciertos casos, dejando a los más complejos fuera de su ámbito de solución. Esto se puede apreciar claramente en los tres casos, pues en los tres toma la posición óptima, sin importar las irregularidades, ya sean del contenedor o de la pieza a acomodar.

Siendo que las pruebas muestran que el algoritmo toma la decisión que tomaría una persona capacitada para esta labor, se puede decir que una vez implementado en la industria textil podrían reducir los costos de mano de obra, permitiendo utilizar esa mano de obra en otras actividades. Además de los costos de manos de obra se reducen los costos en el gasto de material, ya que el algoritmo permite que se desperdicie la menor cantidad posible de material. Y como se ha mencionado en varias ocasiones es lo primordial en el problema de Nesting y tomando en cuenta que entre mejor sea el ahorro del material será menor el gasto de manufactura de un par de zapatos, lo que es proporcional también con la cantidad de zapatos producidos.

En el Nesting es deseable reducir el tiempo, pero no es prioritario. El algoritmo hace la elección de la posición óptima en un tiempo de 484 milisegundos para la prueba 1, 624 ms para la prueba 2 y 702 ms para la prueba 3. Tomando en cuenta que el algoritmo se ejecutó en un equipo con un procesador Intel Core 2 Duo a 2GHz con memoria de 3GB. El

tiempo de ejecución pudiera mejorarse con un equipo más potente si se utilizara en la industria. Y los milisegundos ahorrados en cada ejecución serían más significativos en la industria puesto que se trata de acomodar la mayor cantidad de piezas en grandes contenedores.

Trabajo a Futuro

Como se mencionó en el capítulo dos, este trabajo no resuelve el problema de Nesting, sin embargo se encamina hacia poder resolverlo. A futuro se podría considerar la ampliación del algoritmo de tal manera que resuelva el Nesting de forma óptima.

Cabe mencionar que para resolver el Nesting, y pensando propiamente en la industria del calzado, habría que considerar otros conjuntos difusos en el algoritmo. Tales conjuntos deberán considerar que las pieles no son de constitución perfecta no homogénea, sino que tienen varias imperfecciones y en ocasiones perforaciones.

La no homogeneidad se refiere a que la piel está dividida en diferentes zonas de calidad; para dar una solución a esto es necesario agregar un conjunto que nos permita situar las piezas del calzado en la zona de calidad de la piel que le corresponde, considerando que una pieza del calzado de calidad x solo puede ir en una zona de la piel de igual o mejor calidad.

El problema de los defectos y perforaciones en la piel se podría resolver marcando esas zonas y para desperdiciar la menor cantidad de piel se podría considerar un conjunto ángulo que permitiera que la pieza rotara ciertos grados, de tal forma que se pudiera acoplar. Esto sin duda mejoraría y resolvería el problema del Nesting.