

ÍNDICE

<i>Agradecimientos</i>	<i>i</i>
------------------------------	----------

PARTE I: ESTADO DEL ARTE

1. Introducción

1.1. El problema de corte bidimensional	1-1
1.2. Objetivos del proyecto	1-2
1.3. Contenido	1-2

2. Problemas de corte y empaquetado

2.1. Introducción	2-1
2.2. Estructura lógica básica	2-2
2.3. Características y tipos elementales	2-6
2.3.1. Dimensionalidad	2-7
2.3.2. Medida de la cantidad	2-8
2.3.3. La forma de las figuras	2-8
2.3.4. Variedad	2-10
2.3.5. Disponibilidad	2-10
2.3.6. Restricciones de las pautas	2-11
2.3.7. Restricciones de asignación	2-13
2.3.8. Objetivos	2-14
2.3.9. Estado de la información y variabilidad	2-15
2.4. Tipos combinados	2-16
2.5. Resumen	2-19

3. Métodos heurísticos para la solución

3.1. Introducción	3-1
3.2. Algoritmos heurísticos	3-2
3.3. Métodos constructivos	3-2
3.3.1. Algoritmo para el anidado bidimensional de piezas irregulares basado en la suma de Minkowski	3-2
3.3.1.1. La suma de Minkowski	3-3
3.3.1.2. Aplicación de la suma de Minkowski al anidado de piezas complejas	3-4
3.3.1.2.1. Cálculo del casco de la suma de Minkowski	3-5
3.3.1.2.2. Formación de la suma general de Minkowski con la descomposición de piezas cóncavas	3-8
3.3.1.3. Anidado de dos piezas	3-11
3.3.1.3.1. Algoritmo	3-12
3.3.1.3.2. Ejemplo de creación de un par anidado	3-13
3.3.1.4. Algoritmo de distribución	3-14
3.3.1.4.1. Algoritmo	3-14
3.4. Algoritmos genéticos	3-16
3.4.1. Sistema integrado de visión de máquina para el corte de stock no convexo con algoritmos genéticos	3-16
3.4.1.1. Base de datos de las piezas	3-17
3.4.1.2. Método de disposición: el algoritmo genético	3-18
3.4.1.2.1. Algoritmos genéticos	3-19

3.4.1.2.2. Disposiciones y pseudo-disposiciones	3-22
3.4.1.2.3. Implementación	3-30
3.4.1.3. Ajuste del módulo de disposición.....	3-31
3.4.1.3.1. Restricciones de colocación	3-31
3.4.1.3.2. Una hoja irregular.....	3-35
3.4.1.3.3. Muchas hojas rectangulares.....	3-37
3.4.1.3.4. Muchas hojas irregulares	3-38
3.4.2. Algoritmo de anidado bidimensional basado en el polígono de no conveniencia y el principio del mínimo centro de gravedad.....	3-38
3.4.2.1. Procedimiento de anidado de formas irregulares	3-39
3.4.2.2. El algoritmo del polígono de no conveniencia y su función en el anidado	3-39
3.4.2.3. Principio de anidado para piezas irregulares	3-40
3.4.2.3.1. NFP del centro de gravedad	3-41
3.4.2.3.2. Cálculo del centro de gravedad	3-42
3.4.2.4. Algoritmos para determinar la secuencia de anidado.....	3-43
3.4.2.4.1. Anidado recursivo de huecos.....	3-44
3.4.2.4.2. Algoritmo genético para la secuencia.....	3-45
3.4.3. Algoritmo heurístico de llenado inferior izquierdo para el problema de empaquetado irregular bidimensional	3-47
3.4.3.1. Definiciones geométricas	3-47
3.4.3.2. Resolución del solapamiento de primitivas	3-48
3.4.3.2.1. Línea-línea	3-49
3.4.3.2.2. Línea-arco	3-51
3.4.3.2.3. Arco-línea	3-53
3.4.3.2.4. Arco-arco	3-55
3.4.3.2.5. Resumen del método	3-57
3.4.3.3. Formas completamente solapadas	3-57
3.5. Resumen	3-59

PARTE II: METODOLOGÍA PROPUESTA

4. Algoritmo matricial

4.1. Introducción.....	4-1
4.2. Consideraciones.....	4-2
4.3. Representación de las superficies	4-3
4.3.1. Discretización de las superficies.....	4-3
4.3.2. Reducción de parámetros y formateado	4-5
4.4. El algoritmo de disposición	4-6
4.4.1. Disposición de la primera pieza.....	4-7
4.4.1.1. Función de eficiencia alternativa.....	4-7
4.4.2. Disposición recursiva de piezas.....	4-8
4.4.2.1. Función de eficiencia.....	4-8
4.4.2.2. Superposiciones	4-10
4.5. Ejemplo.....	4-11
4.6. Orientaciones	4-12
4.6.1. Rotaciones en el plano XY	4-12
4.6.1.1. Rotar 90°	4-12
4.6.1.2. Rotar 180°	4-12
4.6.1.3. Rotar 270°	4-13

4.6.2. Orientación en el eje Z.....	4-14
4.6.2.1. Orientar según el eje Z negativo	4-14
4.6.3. Optimización	4-14
4.6.3.1. $A = A_{90}$	4-15
4.6.3.1.1. $A = A_{90}; A = A^{-z}$	4-15
4.6.3.2. $A \neq A_{90}; A = A_{180}$	4-16
4.6.3.2.1. $A \neq A_{90}; A = A_{180}; A = A^{-z}$	4-16
4.6.3.3. $A \neq A_{90}; A \neq A_{180}$	4-16
4.6.3.3.1. $A \neq A_{90}; A \neq A_{180}; A = A^{-z}_{\theta}$	4-17
4.6.3.4. Resumen	4-17
4.7. Resumen	4-18

5. Aplicación para CATIA

5.1. Introducción.....	5-1
5.2. Diseño de la aplicación.....	5-2
5.2.1. Seleccionar disposición	5-4
5.2.2. Generar	5-4
5.2.2.1. Agregar pieza.....	5-4
5.2.2.2. Generar disposición con la lista actual de piezas	5-5
5.2.3. Cargar	5-5
5.2.4. Bloque MATLAB.....	5-5
5.3. Manual de instalación.....	5-6
5.4. Manual de usuario	5-6
5.4.1. Crear una nueva disposición.....	5-6
5.4.1.1. Pasos previos	5-6
5.4.1.2. Ventana de inicio	5-7
5.4.1.3. Ventana de formas agregadas	5-8
5.4.1.4. Ventana de selección de forma.....	5-8
5.4.1.5. Ventana de orientación manual - orientación automática	5-9
5.4.1.5.1. Piezas	5-9
5.4.1.5.2. Orientación Z negativa	5-10
5.4.1.5.3. Puntos de inspección	5-10
5.4.1.5.4. Radio de inspección.....	5-12
5.4.1.5.5. Orientación	5-12
5.4.1.6. Ventana de dimensiones de hoja	5-12
5.4.1.7. Archivos de salida	5-13
5.4.1.8. MATLAB	5-14
5.4.2. Cargar disposición	5-14
5.5. Resumen	5-14

PARTE III: APLICACIÓN, RESULTADOS Y CONCLUSIONES

6. Adquisición y análisis de los resultados

6.1. Introducción.....	6-1
6.2. Ejemplos de distribuciones	6-1
6.2.1. Distribución 1	6-5
6.2.2. Distribución 2	6-7
6.2.3. Distribución 3	6-8
6.2.4. Distribución 4	6-10
6.2.5. Distribución 5	6-11

6.2.6. Distribución 6	6-13
6.2.7. Distribución 7	6-14
6.2.8. Distribución 8	6-16
6.2.9. Distribución 9	6-17
6.2.10. Distribución 10	6-19
6.2.11. Distribución 11	6-20
6.2.12. Distribución 12	6-22
6.2.13. Distribución 13	6-23
6.2.14. Distribución 14	6-25
6.2.15. Distribución 15	6-26
6.2.16. Resumen	6-28
6.2.17. Conclusiones.....	6-29
6.2.17.1. Tiempo de ejecución.....	6-29
6.2.17.2. Porcentaje de utilización.....	6-32
6.2.18. Ejemplo de distribución con margen entre piezas.....	6-34
6.3. Comparación.....	6-36
6.4. Resumen	6-38

7. Conclusiones y futuros desarrollos

7.1. Introducción.....	7-1
7.2. Conclusiones.....	7-1
7.3. Futuros desarrollos	7-2

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO

A. Códigos

A.1. Introducción.....	A-1
A.2. Códigos MATLAB	A-1
A.2.1. Archivo rot90.m.....	A-1
A.2.2. Archivo rot180.m.....	A-2
A.2.3. Archivo rot270.m.....	A-2
A.2.4. Archivo esq.m.....	A-2
A.2.5. Archivo separacion.m	A-3
A.2.6. Archivo orientacionznegativa.m.....	A-4
A.2.7. Archivo prox2.m.....	A-4
A.2.8. Archivo prueba.m	A-10
A.3. Códigos BASIC	A-19
A.3.1. Formulario frmAgregarFormas	A-19
A.3.2. Formulario frmDimensionesHoja.....	A-20
A.3.3. Formulario frmInicio	A-21
A.3.4. Formulario frmIntroduzcaCarpeta	A-34
A.3.5. Formulario frmIntroduzcaDimensiones	A-34
A.3.6. Formulario frmIntroduzcaNumerodePiezas	A-35
A.3.7. Formulario frmIntroduzcaPunto	A-35
A.3.8. Formulario frmIntroduzcaRadio.....	A-35
A.3.9. Formulario frmOrientacionAutomatica	A-36
A.3.10. Formulario frmOrientacionManual	A-45
A.3.11. Formulario frmSeleccionarForma1	A-53

