

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica

Profesor Patrocinante
Dr. Emilio Dufeu Delarze

**TECNICAS DE CONTROL DE MALLADO UTILIZANDO EL METODO DE
DELAUNAY**

MARIO ALEJANDRO ACUÑA CRUZ

Informe de Memoria de Título
para optar al Título de

Ingeniero Civil Mecánico

Enero 2000

RESUMEN.

El uso del método de los elementos finitos requiere una adecuada discretización del dominio considerado para obtener buenos resultados. En este trabajo se da a conocer algunas alternativas para generar la discretización de un dominio bidimensional que será utilizable por el método de los elementos finitos. La discretización es obtenida con la triangulación de Delaunay aprovechando la buena calidad de los triángulos y las ventajas que estos permiten en relación a polígonos más complejos.

El propósito de este trabajo es crear en el ambiente de Matlab un programa que entregue un mallado para el método de los elementos finitos dada la descripción de la frontera del dominio. Para lograr este objetivo los principales problemas son: 1) generar los puntos sobre los cuales hacer la triangulación, y 2) respetar la frontera dada por el usuario. La importancia de la generación de puntos esta en que es la base para obtener triángulos de buena calidad (cercanos a equiláteros) y por lo tanto un mallado cercano a uniforme.

En esta investigación se implementó en Matlab dos alternativas para efectuar el mallado. Ambos algoritmos se basan en la inserción de puntos dentro de triángulos que excedan un área determinada, para luego hacer la triangulación y obtener triángulos más pequeños. La primera alternativa inserta puntos y luego triangulariza todo el dominio. La segunda opción, utilizada por la mayoría de los algoritmos de triangulación de Delaunay, consiste en la inserción, uno a uno, de los puntos y en la triangularización local de las mallas que se ven afectadas por cada nuevo punto.

Las alternativas de mallado mencionadas son implementadas en programas capaces de tratar dominios simplemente conectados. La alternativa de triangulación local es utilizada en un programa para mallar dominios multiconectados. La imposición de la frontera es llevada a cabo por un procedimiento de eliminación de mallas exteriores.

Los distintos programas son comparados utilizando algunos dominios de prueba. Para estos mallados se obtienen las características de los triángulos: área, cantidad, grado de equilateralidad; y también el tiempo de ejecución del programa.

Todos los mallados obtenidos son satisfactorios. En líneas generales el algoritmo de triangulación local muestra ser el más rápido. Sin embargo, las características de los triángulos son un poco mejores en los mallados con el algoritmo alternativo. Las diferencias son leves, en ningún caso puede decirse que una discretización sea aceptable y la otra no.

INDICE.

	Página Nº
RESUMEN.....	I
INDICE.....	II
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- LA TRIANGULACIÓN DE DELAUNAY.....	3
2.1.- Introducción.....	3
2.2.- Polígonos de Voronoi, o teselación de Dirichlet.....	3
2.3.- Triangulación de Delaunay.....	4
2.4.- Algoritmo de triangulación de Delaunay.....	6
3.- MÉTODOS PARA LA GENERACIÓN DE PUNTOS.....	11
3.1.- Descripción del dominio.....	11
3.2.- Puntos interiores.....	11
3.2.1.- Primeros métodos.....	12
3.2.2.- Utilización de un "quadtree".....	13
3.2.3.- Generación de puntos sobre líneas horizontales a través del dominio..	16
3.2.4.- Inserción de puntos en mallado de puntos de la frontera.....	18
3.2.5.- Offset.....	25
3.3.- Comentarios.....	29
4.-DESARROLLO DE ALGORITMOS Y PROGRAMAS EN MATLAB PARA LA GENERACIÓN DE PUNTOS Y MALLADO.....	30
4.1.- Introducción.....	30
4.2.-Función para discretizar la frontera (Dominios simplemente conectados).....	30
4.3.- Estructura y funcionamiento de los programas para la generación de puntos interiores y mallado (Dominios convexos).....	33
4.3.1.-Mallado mínimo.....	33
4.3.2.- Calculo área de referencia.....	33
4.3.3.- Puntos interiores.....	34
4.3.3.1.- Global. Remallado total del dominio.....	34
4.3.3.2.- Local. Triangulación local.....	37
4.4.- Dominios no convexos.....	42
4.4.1.-Fronteramin. Imposición de la frontera sobre el mallado mínimo.....	42
4.4.2.-Fronteraxxx. Imposición de la frontera sobre cualquier triangulación	49
4.5.- Generación de puntos en el circuncentro del triángulo.....	50

4.6.- Dominios multiconectados.....	51
4.6.1.- Discretización de las fronteras.....	51
4.6.2.- Desarrollo del programa.....	52
5.- COMPARACION ENTRE PROGRAMAS.....	55
6.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	59
6.1.- Resultados.....	59
6.2.- Dominios convexos.....	92
6.3.- Dominios no convexos.....	95
6.4.- Dominios multiconectados.....	97
7.- REFERENCIAS.....	101
ANEXO 1. Ecuación paramétrica de la recta.....	103
A.1.1.- Ecuación de la recta.....	104
A.1.2.- Intersección de dos rectas.....	104
A.1.3.- Rectas perpendiculares.....	105
ANEXO 2. Producto vectorial.....	106
ANEXO 3. Las medias y el centroide de un triángulo.....	108
ANEXO 4. Los círculos inscrito y circunscrito a un triángulo.....	109
ANEXO 5. Matrices de entrada de los dominios de prueba.....	110
ANEXO 6. Programas de Matlab (archivos *.m).....	117