

PROGRAMA DE CURSO

MALLAS GEOMÉTRICAS Y APLICACIONES

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ciencias de la Computación					
Nombre del curso	Mallas Geométricas y Aplicaciones	Código	CC5501	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Geometric Meshes and Applications</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1.5	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio			Electivo	X	
Requisitos	(CC3301 / CC3002), CC3001					

B. Propósito del curso:

Este curso tiene como propósito que el estudiante desarrolle habilidades de modelación, análisis, y solución de problemas aplicados que requieren de mallas geométricas sobre geometrías 2D, superficies 3D, volumen 3D, y datos asociados.

El estudiante debe ser capaz de comprender las técnicas y desafíos geométricos asociados a la construcción, manipulación y aplicación de mallas geométricas, combinando soluciones teóricas con implementaciones prácticas en programas informáticos.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Capacitar a los alumnos en la comprensión y dominio de fundamentos, dificultades, problemas de interés y algoritmos en mallas geométricas.
CE2	RA2: Desarrollar soluciones computacionales que requieran aplicar conceptos fundamentales de mallas geométricas usando estructuras de datos y algoritmos.
CE2	RA3: Desarrollar habilidades de modelación, análisis, y solución de problemas aplicados que requieren de mallas geométricas y estudiar las dificultades de implementación.
CE5	RA4: Construir programas que resuelvan algoritmos de triangulaciones en lenguajes como Python o C++.
CE9	RA5: Enfrentar a los alumnos a las aplicaciones de las mallas geométricas en ámbitos de ingeniería, ciencias, computación gráfica y medicina.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje



CG1	RA6: Explicar y aplicar de forma oral o escrita conceptos fundamentales de mallas geométricas.
CG2	RA7: Leer artículos académicos y recursos en inglés sobre mallas geométricas.
CG5	RA8: Comprender y aplicar soluciones en un tema de investigación práctico y moderno.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Introducción y fundamentos	1.5
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Polígonos: definición y discretización. 1.2. Triangulaciones. 1.3. Grillas y mallas de polígonos. Clasificación de técnicas. Aplicaciones de ingeniería, ciencias, medicina. 1.4. Aplicaciones en computación gráfica.		El/la estudiante: 1. Comprende los conceptos fundamentales sobre polígonos y su relación con las triangulaciones. Además, estudia la importancia práctica de sus aplicaciones.	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 3, [2] Cap. 1 y 2	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3	Triangulación de Delaunay en 2D	2.5
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Problemas, definiciones y propiedades. 2.2. Triangulación de Delaunay de conjunto de puntos. 2.3. Algoritmo dividir para reinar, costo óptimo. 2.4. Algoritmo <i>sweep</i> line. 2.5. Algoritmos incrementales: - Intercambio de diagonales - Cavidad 2.6. Modelos de datos. 2.7. Robustez geométrica. 2.8. Triangulaciones de polígonos y triangulaciones Delaunay restringidas.		El/la estudiante: 1. Comprende los fundamentos matemáticos de la triangulación, problemas y soluciones. 2. Implementa un algoritmo geométrico matemático con sus dificultades. 3. Comprende la importancia del buen diseño y la necesidad de generar resultados válidos.	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 9, [4, 5, 6]	



Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA3	Triangulaciones de buena calidad y Aplicaciones	2
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Triangulaciones de buena calidad, agregando puntos. 3.2. Triangulaciones en el espacio. 3.3. Triangulaciones refinadas para aproximar funciones. 3.4. Métodos de visualización sobre funciones.		El/la estudiante: 1. Comprende la importancia diseñar y generar una triangulación de buena calidad para las distintas aplicaciones donde es requerida. 2. Entiende los conceptos y criterios para obtener soluciones adecuadas al problema en consideración.	
Bibliografía de la unidad		[7, 8]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3	Algoritmos de Refinamiento Delaunay	1
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Criterios de selección de puntos: circuncentro, off center, Lepp punto medio, Lepp centroide, otros.		El/la estudiante: 1. Entiende los conceptos matemático-computacionales y criterios que dan origen a algoritmos alternativos de refinamiento Delaunay.	
Bibliografía de la unidad		[8, 9, 10, 11]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA4, RA5	Triangulaciones y problemas en computación gráfica	1
Contenidos		Indicador de logro	
5.1 Para objetos escaneados / datos satelitales de terreno, aplicaciones de computación gráfica, modelación de terrenos. 5.2 Algoritmos de simplificación. Operaciones sobre triangulaciones.		El/la estudiante: 1. Entiende y maneja los problemas de triangulaciones, mallas de polígonos y quadrees / octrees en el contexto de computación gráfica.	
Bibliografía de la unidad		[2] Cap. 8 [12]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
--------	-------------------	---------------------	---------------------



6	RA3, RA4	Algoritmos de Refinamiento para Métodos de Elementos Finitos	2
Contenidos		Indicador de logro	
6.1. Algoritmos anidados de refinamiento de triangulaciones. 6.2. Propiedades matemáticas. 6.3. Algoritmos LEPP. 6.4. Métodos de elementos finitos. 6.5. Adaptividad. 6.6. Desrefinamiento.		El/la estudiante: 1. Comprende las aplicaciones y sus requerimientos. 2. Comprende los algoritmos.	
Bibliografía de la unidad		[9, 10, 11, 13]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
7	RA1, RA2	Otros algoritmos para generar mallas	1
Contenidos		Indicador de logro	
7.1 Triangulaciones con métodos de frente de avance 7.2 Métodos quadtree / octrees 7.3 Triangulaciones óptimas 7.4 Algoritmos en 3D: Cube marching		El/la estudiante: 1. Comprende otros algoritmos con mallas poligonales y aplicaciones.	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 12	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
8	RA1, RA2	Delaunay en 3D: propiedades y dificultades	2
Contenidos		Indicador de logro	
8.1 Propiedades de triangulación de Delaunay en 3D. 8.2 Dificultades de la implementación 3D		El/la estudiante: 1. Comprende el problema de implementar una triangulación Delaunay en 3D y los desafíos de los algoritmos de refinamiento.	
Bibliografía de la unidad			

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
9	RA5, RA7, RA8		2
Contenidos		Indicador de logro	
9.1 Necesidades de la paralelización 9.2 Dificultades de la paralelización		El/la estudiante:	



<p>9.3 Algoritmos de memoria compartida sobre máquinas multicore. 9.4 Paralelización de Algoritmo Lepp Casi Delaunay.</p>	<p>1. Estudia casos de paralelización de algoritmos de refinamiento sobre mallas de triangulaciones.</p>
<p>Bibliografía de la unidad</p>	

E. Estrategias de enseñanza-aprendizaje:

<p>Clases expositivas con resolución de problemas geométricos teóricos y su respectiva implementación en un programa.</p> <p>Trabajo de investigación que ayuda al estudiante a profundizar en un tema de su interés.</p> <p>Tareas de programación de ejecución práctica para manejar librerías geométricas y generar soluciones a problemas de interés.</p>

F. Estrategias de evaluación:

Tipo de evaluación	RA asociado a la evaluación
• 3 Ejercicios	Evalúa R1, RA6
• 1 Control	Evalúa R1, RA6
• 2 Tareas	Evalúa RA2, RA3, RA4
• 1 Trabajo de investigación (Examen)	Evalúa R5, RA6, RA7, RA8

Nota del curso $NF = (NEJ*0.2 + NC*0.2) + (NT*0.3 + TI*0.3)$

Aprobación con $NF \geq 4.0$

G. Recursos bibliográficos:

<p>Bibliografía obligatoria:</p> <p>(1) De Berg, M. Van Kreveld, M. Overmars and O. Schwarzkopf, Computational Geometry, Algorithms and Applications, Second, Revised Edition, Springer Berlin 2000.</p> <p>(2) O'Rourke, Computational Geometry in C, Second Edition, Cambridge University Press, 1998.</p> <p>(3) M. Bern and D. Eppstein, Mesh Generation and Optimal Triangulations, pp. 23-90 of Computing in Euclidean Geometry, DZ Du and F. Hwang (eds.), World Scientific, Singapore, 1992.</p>

Algoritmos de Delaunay

- (4) L.J. Guibas and J. Stolfi. Primitives for the Manipulation of General Subdivisions and the computation of Voronoi Diagrams, ACM Transactions on Graphics 4(1985), 74-123
- (5) J. Shewchuk. Lecture Notes on Delaunay Mesh Generation Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of California at Berkeley, 1999.
<http://www.cs.berkeley.edu/~jrs/mesh/>
- (6) W. Sloan. A fast algorithm for constructing delaunay triangulations in the plane, Advances in Engineering Software, 9(1987)m 34-55.

Algoritmos de Triangulaciones basados en el circuncentro.

- (7) L.P. Chew. Constrained Delaunay Triangulations. Algorithmica 4(1989), 97-108.
- (8) J. Ruppert, A. Delaunay refinement algorithms for quality 2-dimensional mesh generation. Journal of Algorithms 18(1995), 548-585.

Referencias sobre Algoritmos tipo “Longest-Edge” sobre Triangulaciones

- (9) M.C. Rivara, Algorithms for Refining Triangular Grids Suitable for Adaptive and Multigrid Techniques, Int. Journal for Numerical Methods in Engineering, 20(1984), 745-756.
- (10) M.C. Rivara, New Longest-Edge Algorithms for the Refinement and / or Improvement of Unstructured Triangulations, Int. J. For Numerical Methods in Engineering, 40(1997), 3313- 3324.
- (11) M.C. Rivara, N. Hitschfeld and Simpson, Terminal-edges Delaunay (small-angled based) algorithm for the quality triangulation problem, Computer Aided-Design, 33(2001), 263- 277.

Modelación de terrenos (superficie terrestre)

- (12) M.de Berg, K.T.G. Dobrindt, On levels of details in terrains, Utrecht University, Department of Computer Science, UU-CS-1995-12, 1995, 19 pages.

Libros sobre mallas

- (13) Pascal Jean Frey and Paul-Louis George, Mesh Generation: applications to finite elements, Hermes Science, 2000.

Bibliografía complementaria:

- (14) J. E. Goodman and J. O'Rourke (Eds.), Handbook of Discrete and Computational Geometry, CRC Press, Boca Ratón, New York, 1997.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera 2024
Elaborado por:	Benjamín Mellado y María Cecilia Rivara
Validado por:	Jefe Docente Nelson Baloian, Académica del área: Nancy Hitschfeld, y CTD mes de julio 2024.
Revisado por:	Área de Gestión Curricular