

PROGRAMA DE CURSO

(Detección y Caracterización de Objetos en Nubes de Puntos 3D)

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	DIMEC				
Nombre del curso	Detección y Caracterización de Objetos en Nubes de Puntos 3D				
Nombre del curso en inglés	Detection and Characterization of Objects in 3D Point Clouds				
Código	ME 7001		Créditos	6	
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	0	Trabajo personal 7
Carácter del curso	Obligatorio		Electivo	Electivo, Postgrado	
Requisitos	FI2002				

B. Propósito del curso:

En vista del gran impacto que actualmente tienen las nubes de punto 3D (vehículos autónomos y aplicaciones industriales) el curso busca comprender los principales algoritmos, modelos y herramientas de software que son útiles para detectar y caracterizar objetos en nubes de puntos 3D. El curso comprende el uso de algoritmos clásicos y también algoritmos basados en aprendizaje profundo. También se busca comprender procesos relacionados con la generación de nubes de puntos por medio de tecnologías de scanner 3D, Lidar y métodos de estimación de estado y alineación de datos.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
1.	Comprender y aplicar algoritmos necesarios para detectar objetos en nubes de puntos.
2.	Comprender y aplicar algoritmos necesarios para caracterizar objetos en nubes de puntos.

3.	Comprender y aplicar métodos de estimación de estado y alineación de datos necesarios para la construcción de nubes de puntos.
4.	Conocer y aplicar tecnologías de scanner 3D y Lidar, IMU, necesarias para la generación de nubes de puntos.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
1	Aplicar modelos físico matemáticos relacionados con el manejo y análisis de nubes de puntos.
2	Trabajar en equipos para implementar proyectos prácticos que implementen sistemas basados en los tópicos del curso.
3	Comunicar ideas y resultados de trabajos profesionales de investigación.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1		Introducción	1
Contenidos		Indicador de logro	
<ul style="list-style-type: none"> - Revisión del impacto de las nubes de puntos en distintas industrias. - Sobre la necesidad de detectar objetos en nubes de puntos. - Sobre la necesidad de extraer información y estimar variables relacionadas con las nubes de puntos. - Sobre la necesidad de generar nubes de puntos a partir de distintos sensores. 		Comprende la motivación de los principales tópicos del curso.	

Bibliografía de la unidad	<ul style="list-style-type: none"> - Wang Q, Kim MK. Applications of 3D point cloud data in the construction industry: A fifteen-year review from 2004 to 2018. <i>Advanced Engineering Informatics</i>. 2019 Jan 1;39:306-19. - Soilán M, Justo A, Sánchez-Rodríguez A, Riveiro B. 3D point cloud to BIM: semi-automated framework to define IFC alignment entities from MLS-acquired Lidar data of highway roads. <i>Remote Sensing</i>. 2020 Jan;12(14):2301. - Zermas D, Izzat I, Papanikolopoulos N. Fast segmentation of 3d point clouds: A paradigm on lidar data for autonomous vehicle applications. <i>In 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA) 2017</i> May 29 (pp. 5067-5073). IEEE.
---------------------------	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2		Construcción de nubes de puntos	4
Contenidos		Indicador de logro	
<ul style="list-style-type: none"> - Descripción de nubes de puntos. - Métodos de alineación de nubes de puntos por fragmentos. - Métodos de estimación de estado. - Herramientas de manipulación y registro de datos sobre nubes de puntos. 		Comprende métodos y algoritmos necesarios para la construcción de nubes de puntos.	
Bibliografía de la unidad		<ul style="list-style-type: none"> - Bavle H, Sanchez-Lopez JL, De la Puente P, Rodriguez-Ramos A, Sampedro C, Campoy P. Fast and robust flight altitude estimation of multicopter UAVs in dynamic unstructured environments using 3D point cloud sensors. <i>Aerospace</i>. 2018 Sep;5(3):94. - 	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3		Detección de objetos	5
Contenidos		Indicador de logro	
<ul style="list-style-type: none"> - Detección de planos, cilindros, conos y formas básicas. - Detección de objetos complejos. 		Comprende métodos y algoritmos necesarios para detectar formas básicas y complejas en nubes de puntos.	
Bibliografía de la unidad		<ul style="list-style-type: none"> - He C, Zeng H, Huang J, Hua XS, Zhang L. Structure aware single stage 3d object detection from point cloud. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 2020 (pp. 11873-11882). - Zhou Y, Tuzel O. Voxelnet: End-to-end learning for point cloud based 3d object detection. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition 2018 (pp. 4490-4499). - Shi S, Wang Z, Shi J, Wang X, Li H. From points to parts: 3d object detection from point cloud with part-aware and part-aggregation network. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence. 2020 Feb 28. - Xu D, Anguelov D, Jain A. Pointfusion: Deep sensor fusion for 3d bounding box estimation. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition 2018 (pp. 244-253). 	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4		Caracterización	5
Contenidos		Indicador de logro	
<ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de planos, cilindros, conos y formas básicas. - Caracterización de objetos complejos. 		Comprende métodos y algoritmos necesarios para caracterizar objetos básicas y complejos en nubes de puntos.	
Bibliografía de la unidad		<ul style="list-style-type: none"> - Jovančević I, Pham HH, Orteu JJ, Gilblas R, Harvent J, Maurice X, Brèthes L. 3D point cloud analysis for detection and characterization of defects on airplane exterior surface. Journal of Nondestructive Evaluation. 2017 Dec;36(4):1-7. - Poux F, Billen R. Voxel-based 3D point cloud semantic segmentation: unsupervised geometric and relationship featuring vs deep learning methods. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2019 May;8(5):213. - Poux F, Neuville R, Nys GA, Billen R. 3D Point Cloud semantic modelling: Integrated framework for indoor spaces and furniture. Remote Sensing. 2018 Sep;10(9):1412. 	

E. Estrategias de enseñanza:

- Clases impartidas por el profesor y también preparadas por los mismos alumnos en la primera versión del curso donde recibirán la tarea de investigar algunos tópicos de interés.
- Proyectos prácticos cortos desarrollados por los alumnos donde pondrán en práctica tópicos vistos en clase y también metodologías exploradas por los mismos alumnos.

F. Estrategias de evaluación:

La metodología de evaluación comprende:

- Presentaciones orales realizadas por los alumnos sobre tópicos del curso.
- Tres mini proyectos prácticos a lo largo del semestre con distintos temas relacionados con el curso.

Se emplearán bases de datos de nubes 3D de acceso público y además los alumnos tendrán acceso a herramientas de scanner 3D disponibles en el laboratorio de robótica del DIMEC y en el Fab Lab de la Facultad de Ingeniería.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- Grant D, Bethel J. Cloud to Cloud Registration for 3D Point Data: Rigorous, automatic cloud-to-cloud registration for 3D point data. Scholars' Press; 2014 Sep 9.
- Hai T. FITTING SPHERICAL OBJECTS IN 3D POINT CLOUD USING THE GEOMETRICAL CONSTRAINTS.
- Barfoot TD. State estimation for robotics. Cambridge University Press; 2017 Jul 31.

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

Vigencia desde:	06/08/2021
Elaborado por:	Juan Cristóbal Zagal
Validado por:	Álvaro Valencia
Revisado por:	

PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

Sesión Fecha	ACTIVIDAD
Semana 1	<ul style="list-style-type: none"> - Introducción al curso, profesor presenta el calendario del curso y se explican las principales evaluaciones.
Semanas 2 a 5	<ul style="list-style-type: none"> - Profesor expone la problemática relacionada con la construcción de nubes de puntos y modelos 3D a partir de observaciones parciales del entorno. - Profesor presenta las principales herramientas de trabajo y librerías a usar durante el curso. - Se definen los tópicos a investigar por parte de los alumnos y las

	<p>fechas de sus presentaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se declaran los mini proyectos sobre construcción de nubes de puntos a partir de segmentos de puntos provenientes de Lidar, Scanner 3D, bases de datos, etc. Con o sin datos de IMU. - Se realizan presentaciones por parte de los alumnos. - Se da partida a primer mini proyecto.
Semanas 6 a 10	<ul style="list-style-type: none"> - Profesor expone la problemática relacionada con la detección de objetos y formas básicas y complejas en nubes de puntos. - Profesor expone algunos algoritmos que permiten detectar objetos simples como conos y cilindros. - Se realizan presentaciones del primer mini proyecto. - Se realizan presentaciones por parte de los alumnos. - Se da partida al segundo mini proyecto.
Semanas 11 a 15	<ul style="list-style-type: none"> - Profesor expone la problemática relacionada con la caracterización de objetos y formas básicas y complejas en nubes de puntos. - Profesor expone distintos algoritmos y métodos para la caracterización de objetos. - Se realizan presentaciones del segundo mini proyecto. - Se realizan presentaciones por parte de los alumnos. - Se da partida al tercer mini proyecto.
Semanas de exámenes	Se realizan las presentaciones del tercer mini proyecto.
Evaluaciones:	
<p>Dos presentaciones orales de tópicos de interés del curso a lo largo del semestre.</p> <p>Tres mini proyectos prácticos a lo largo del semestre.</p> <p>Ponderación de notas:</p> <p>$NPT = \text{promedio} (NPT1, NPT2)$</p> <p>$NP = \text{promedio} (NP1, NP2, NP3)$</p> <p>Nota Final = $0.4 * NPT + 0.6 * NP$ con la condición de</p> <p>$NPT \geq 4.0$ y $NP \geq 4.0$</p>	

