

Índice:

I. INTRODUCCIÓN	17
I. 1. Objetivo de la tesis y descripción general de la misma	17
I. 2. Descripción general de la tecnología LiDAR	20
I. 3. Elección del lenguaje de programación y breve descripción del mismo	22
I.3.1. Elección del lenguaje de programación.....	22
I.3.2. Elección del compilador.....	25
I. 4. Descripción de los datos test	26
II. ANTECEDENTES A LA PROGRAMACIÓN DESARROLLADA	31
II. 1. Disposición y organización de los datos LiDAR	31
II. 2. Definición de vecindad.....	36
II. 3. Detección de errores groseros ('outliers')	40
II. 4. Detección y extracción de entidades.....	41
II.4.1. Detección y extracción de puntos de tierra	42
II.4.1.1. Filtrado morfológico	42
II.4.1.2. Algoritmos de densificación progresiva	44
II.4.1.3. Filtros basados en la interpolación de superficies	45
II.4.1.4. Filtros basados en segmentación	45
II.4.1.5. Otros métodos	48
II.4.2. Detección de puntos pertenecientes a puentes.....	48
II.4.3. Detección de puntos pertenecientes a edificios y vegetación	49
III. DESARROLLO DE ALGORÍTMOS	53
III. 1. Sistema de importación de datos y desarrollo de una doble estructura de organización espacial de datos LiDAR	53
III.1.1. Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes .	53
III.1.2. Descripción del algoritmo programado	57
III.1.2.1. Importación de datos	57
III.1.2.2. Organización de datos.....	60
III. 2. Definición de vecindad.....	72
III.2.1. Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes .	72
III.2.2. Descripción del algoritmo programado	73
III. 3. Detección de errores grosor ('outliers')	78
III.3.1. Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes .	78
III.3.2. Descripción del algoritmo programado	78
III.3.2.1. Detección de errores groseros. Algoritmos A y B: análisis de variaciones locales de desnivel. Único proceso.....	80
III.3.2.2. Detección de errores groseros. Algoritmo C: análisis de variaciones locales de desnivel. Multiproceso con parámetros adaptativos.....	83
III. 4. Detección automática de puntos pertenecientes al terreno. Algoritmo A: densificación progresiva mediante interpolación selectiva combinada con segmentación	84

III.4.1.	Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes.	84
III.4.2.	Descripción del algoritmo programado	86
III.4.2.1.	Carga de datos de entrada y codificación de datos.....	92
III.4.2.2.	Segmentación total de la escena en superficies continuas	92
III.4.2.3.	Detección del terreno provisional	93
III.4.2.4.	Proceso de densificación progresiva.....	93
III. 5.	Detección automática de puntos pertenecientes al terreno. Algoritmo B: densificación progresiva mediante interpolación selectiva combinada con segmentación y aplicación de reglas de decisión	105
III.5.1.	Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes	105
III.5.2.	Descripción del algoritmo programado	109
III. 6.	Detección de puentes. Algoritmo A: localización de bordes y análisis direccional de la continuidad estructural.....	118
III.6.1.	Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes	118
III.6.2.	Descripción del algoritmo programado	119
III. 7.	Detección de puentes. Algoritmo B: localización de bordes y análisis direccional de la continuidad estructural. Multiproceso con parámetros umbrales adaptativos.....	126
III.7.1.	Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes	126
III.7.2.	Descripción del algoritmo programado	128
III. 8.	Detección de edificios así como vegetación y otros pequeños objetos. Algoritmo A: Análisis de textura	134
III.8.1.	Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes	134
III.8.2.	Descripción del algoritmo programado	134
III. 9.	Detección de edificios así como vegetación y otros pequeños objetos. Algoritmo B: análisis de textura y clasificador angular	142
III.9.1.	Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes	142
III.9.2.	Descripción del algoritmo programado	142
III. 10.	Algoritmos auxiliares	149
III.10.1.	Segmentación total de la escena en superficies continuas.....	149
III.10.1.1.	Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes.....	149
III.10.1.2.	Descripción del algoritmo programado	149
III.10.2.	Detección y extracción del contorno de las entidades	154
III.10.2.1.	Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes.....	154
III.10.2.2.	Descripción del algoritmo programado	155
III.10.3.	Determinación de la propiedad de inclusión entre una serie de puntos y un conjunto de polígonos.....	171
III.10.3.1.	Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes.....	171
III.10.3.2.	Descripción del algoritmo programado	171
III.10.4.	Intersección entre los segmentos	180
III.10.4.1.	Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes.....	180
III.10.4.2.	Descripción del algoritmo programado	180

III.10.5. Cálculo de la superficie de las regiones obtenidas tras segmentar la escena en superficies continuas	186
III.10.5.1. Motivación para el desarrollo del algoritmo y relación con los antecedentes.....	186
III.10.5.2. Descripción del algoritmo programado.....	187
IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	193
IV. 1. Detección de valores atípicos (errores groseros)	194
IV. 2. Detección de terreno	206
IV. 3. Detección de puentes	221
IV. 4. Detección de vegetación y edificios	230
V. CONCLUSIÓN Y LÍNEAS FUTURAS	247
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	251
VII. ANEXO I. INFORMES DE PRECISIÓN Y ERRORES.....	263
VIII. ANEXO II. MAPAS	343