

ÍNDICE

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

| | | |
|-------|------------------------------|----|
| 1.1.- | Introducción | 1 |
| 1.2.- | Objetivos | 7 |
| 1.3.- | Estructura de la tesis | 10 |

Capítulo II: LAS BASES DE DATOS CARTOGRÁFICAS

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.1.- | Introducción | 13 |
| 2.2.- | Conceptos básicos | 15 |
| 2.2.1.- | Modelo de datos | 15 |
| 2.2.2.- | La leyenda | 16 |
| 2.2.2.1.- | Descripción de las clases o categorías | 17 |
| 2.2.2.2.- | Leyendas simples y leyendas jerárquicas | 17 |
| 2.2.2.3.- | Codificación | 18 |
| 2.3.- | Resumen de bases de datos cartográficas oficiales sobre uso y cobertura del suelo | 19 |
| 2.3.1.- | Cartografía de la Dirección General del Catastro | 19 |
| 2.3.1.1.- | La parcela catastral en la directiva INSPIRE | 22 |
| 2.3.2.- | Sistema de información geográfica de identificación de parcelas agrícolas - SIGPAC | 24 |
| 2.3.3.- | Mapa Forestal de España a escala 1:50000 | 29 |
| 2.3.4.- | Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España a escala 1/50000..... | 31 |
| 2.3.5.- | Corine Land Cover | 33 |
| 2.3.6.- | SIOSE..... | 36 |
| 2.3.7.- | Conclusiones | 40 |
| 2.4.- | El Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) | 41 |

Capítulo III: LA CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES Y LA ACTUALIZACIÓN DE BASES DE DATOS CARTOGRÁFICAS

| | | |
|---------|---|----|
| 3.1.- | Introducción | 45 |
| 3.2.- | Métodos de clasificación según la unidad espacial considerada | 46 |
| 3.2.1.- | Clasificadores por píxel | 47 |
| 3.2.2.- | Clasificadores sub-píxel | 48 |
| 3.2.3.- | Clasificadores de contexto | 49 |
| 3.2.4.- | Clasificadores orientados a objetos..... | 51 |
| 3.2.5.- | Clasificadores orientados a parcelas..... | 57 |
| 3.3.- | Métodos de clasificación no paramétricos..... | 64 |

| | | |
|-------------|---|----|
| 3.3.1.- | Introducción..... | 64 |
| 3.3.2.- | Redes neuronales artificiales..... | 65 |
| 3.3.3.- | Sistemas de clasificación basados en conocimiento..... | 66 |
| 3.3.3.1.- | Introducción..... | 66 |
| 3.3.3.2.- | Obtención de datos de entrenamiento..... | 72 |
| 3.3.3.3.- | Árboles de decisión..... | 72 |
| 3.3.3.3.1.- | Algoritmo C5.0..... | 77 |
| 3.3.3.3.2.- | Ruido, sobreajuste y poda..... | 80 |
| 3.3.3.4.- | Conversión de árboles de decisión en reglas..... | 81 |
| 3.3.3.5.- | Clasificación mediante árboles de decisión..... | 83 |
| 3.3.3.5.1.- | Clasificación con un solo árbol de decisión..... | 83 |
| 3.3.3.5.2.- | Métodos multclasificadores..... | 83 |
| 3.3.3.6.- | Medida del rendimiento del aprendizaje..... | 85 |
| 3.4.- | Actualización de bases de datos cartográficas mediante análisis de imágenes..... | 86 |
| 3.4.1.- | Introducción..... | 86 |
| 3.4.2.- | Métodos automáticos de detección de cambios en una base de datos.. | 88 |
| 3.5.- | Incorporación de la información de una base de datos en la clasificación de imágenes..... | 91 |

Capítulo IV: DATOS Y ZONA DE ESTUDIO

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.1.- | Zona de estudio..... | 99 |
| 4.2.- | Datos de partida..... | 101 |
| 4.3.- | Selección de muestras y definición de la leyenda..... | 103 |
| 4.3.1.- | Descripción de las clases temáticas..... | 105 |

Capítulo V: METODOLOGÍA

| | | |
|-------------|---|-----|
| 5.1.- | Introducción..... | 113 |
| 5.2.- | Extracción de características..... | 117 |
| 5.2.1.- | Características espectrales..... | 117 |
| 5.2.2.- | Características texturales..... | 119 |
| 5.2.3.- | Características estructurales..... | 124 |
| 5.2.3.1.- | Estudio de la regularidad de las parcelas mediante análisis del semivariograma..... | 124 |
| 5.2.3.1.1.- | Introducción..... | 124 |
| 5.2.3.1.2.- | Variables aleatorias regionalizadas..... | 125 |
| 5.2.3.1.3.- | El semivariograma experimental..... | 126 |
| 5.2.3.1.4.- | Pasos para la construcción del semivariograma experimental en una imagen..... | 131 |

| | | |
|---------------|---|-----|
| 5.2.3.1.5.- | Aplicación del semivariograma a la determinación de los marcos de plantación | 132 |
| 5.2.3.1.5.1.- | Extracción de índices | 135 |
| 5.2.3.2.- | Identificación de árboles individuales | 138 |
| 5.2.3.3.- | Identificación de marcos de plantación mediante la transformada de Hough | 141 |
| 5.2.3.3.1.- | Introducción..... | 141 |
| 5.2.3.3.2.- | La transformada de Hough | 141 |
| 5.2.3.3.3.- | Descripción del algoritmo..... | 145 |
| 5.2.3.3.4.- | Aplicación de la transformada de Hough en el reconocimiento de marcos de plantación..... | 146 |
| 5.2.4.- | Segmentación de árboles | 151 |
| 5.2.4.1.- | Introducción | 151 |
| 5.2.4.2.- | Preprocesado de imágenes | 152 |
| 5.2.4.3.- | Clasificación no supervisada | 156 |
| 5.2.4.4.- | Asignación de significado a las clases generadas en la clasificación no supervisada | 158 |
| 5.2.4.5.- | Características extraídas de los objetos segmentados | 165 |
| 5.2.4.5.1.- | Características espectrales | 166 |
| 5.2.4.5.2.- | Características relativas al tamaño de los sub-objetos | 166 |
| 5.2.4.5.3.- | Características relativas a la posición de los sub-objetos . | 167 |
| 5.2.4.5.4.- | Características relativas a la forma de los sub-objetos | 169 |
| 5.2.4.5.4.1.- | Ajuste de una elipse | 169 |
| 5.2.4.5.4.2.- | Índices descriptores de la forma del objeto..... | 171 |
| 5.2.5.- | Características topográficas | 172 |
| 5.2.6.- | Clasificación a nivel de píxel | 174 |
| 5.2.7.- | Características de forma de la parcela | 175 |

CAPÍTULO VI: RESULTADOS

| | | |
|---------|--|-----|
| 6.1.- | Introducción | 177 |
| 6.2.- | Identificación del tamaño medio de los árboles mediante el análisis del semivariograma..... | 179 |
| 6.3.- | Determinación de características descriptivas del marco de plantación con la transformada de Hough | 181 |
| 6.4.- | Extracción de árboles mediante segmentación de imágenes | 185 |
| 6.5.- | Clasificación de parcelas con cultivos arbóreos | 189 |
| 6.5.1.- | Ensayo 1: Un árbol de decisión con 20 características | 193 |
| 6.5.2.- | Ensayo 2: Un árbol de decisión con 12 características | 194 |
| 6.5.3.- | Ensayo 3: Diez árboles de decisión con 20 características | 195 |

| | | |
|---|--|-----|
| 6.5.4.- | Ensayo 4: Diez árboles de decisión con 12 características | 196 |
| 6.5.5.- | Evaluación de las clasificaciones | 197 |
| 6.6.- | Clasificación de parcelas agrícolas | 201 |
| 6.7.- | Incorporación del uso previo contenido en una base de datos en la clasificación de parcelas | 207 |
| 6.8.- | Actualización de una base de datos cartográfica | 216 |
| 6.8.1.- | Cálculo de las características descriptivas para cada parcela | 217 |
| 6.8.2.- | Extracción de vías de comunicación | 218 |
| 6.8.2.1.- | Análisis de los errores cometidos en la extracción de vías de comunicación | 219 |
| 6.8.3.- | Selección de características..... | 221 |
| 6.8.4.- | Clasificación con 37 variables | 226 |
| 6.8.5.- | Incorporación de la clase contenida en la base de datos..... | 231 |
| 6.8.6.- | Contribución de las características en la clasificación | 235 |
| 6.8.7.- | Análisis detallado de los errores cometidos en la clasificación con 37 variables | 237 |
| 6.8.8.- | Comparación de la clase asignada con la contenida en la base de datos catastral | 249 |
| 6.8.9.- | Revisión mediante fotointerpretación y visitas de campo | 254 |
| CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS | | |
| 7.1.- | Conclusiones..... | 257 |
| 7.2.- | Líneas futuras de investigación | 267 |
| ANEJO I | | |
| | Fichas de revisión en campo | 271 |
| ANEJO II | | |
| | Clasificación por píxel..... | 275 |
| BIBLIOGRAFÍA | | |
| | | 277 |