

TABLA DE CONTENIDOS

	página
Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Tabla de Contenidos	IV
Índice de Figuras	VII
Índice de Tablas	X
Resumen	XI
1. Introducción	13
1.1. Descripción del contexto	13
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo General	15
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Alcances	16
1.3.1. Sobre las especies de árboles	16
1.3.2. Sobre las hojas de árbol	16
1.3.3. Sobre la fotografía	16
2. Marco Teórico	18
2.1. Procesamiento digital de imágenes	18
2.2. Imagen digital	21
2.2.1. Profundidad del color	22
2.2.2. Escala de grises	23
2.2.3. Modelo color RGB	23
2.3. Histograma	24
2.4. Segmentación por umbralización	25
2.4.1. Umbralizar una imagen	25
2.4.2. Umbralización Iterativa IsoData	26

2.5.	Reducción de ruidos	27
2.5.1.	Filtro de Mediana	27
2.6.	Detección de bordes	28
2.6.1.	Detector de bordes Roberts	29
2.6.2.	Detector de bordes Prewitt	30
2.6.3.	Detector de bordes Sobel	30
2.6.4.	Resumen detección de bordes	31
2.7.	Esqueletización por adelgazamiento	32
2.8.	Representación mediante K-curvatura	34
2.9.	Reconocimiento	36
2.9.1.	k -Nearest Neighbors	38
2.9.2.	Funciones discriminantes	40
2.9.3.	Re-sampling	41
2.10.	Resumen Marco Teórico	42
3.	Diseño general del sistema	44
3.1.	Componentes del sistema	44
3.1.1.	ImageJ	45
3.2.	Aplicación móvil	46
3.3.	Servidor	47
3.4.	Metodología de desarrollo	48
4.	Desarrollo	49
4.1.	PDI aplicado	49
4.2.	Fase 1: Adquisición	51
4.2.1.	Condiciones del ambiente y opciones de cámara	51
4.2.2.	Ejemplos de adquisición	52
4.3.	Fase 2: Validación	58
4.3.1.	RGB a escala grises en ImageJ	59
4.3.2.	Obtención de umbral automático en ImageJ	59
4.3.3.	Criterio Validación A: Brillo	60
4.3.4.	Criterio Validación B: Distribución Bimodal	61
4.3.5.	Criterio Validación C: Porcentaje píxeles en umbral automático	63
4.3.6.	Umbral mejorado	64

4.4.	Fase 3: Procesamiento	67
4.4.1.	Umbralización	67
4.4.2.	Reducción de ruidos	68
4.4.3.	Detección de bordes	70
4.4.4.	Esqueletización	71
4.4.5.	K-Curvatura	73
4.5.	Fase 4: Reconocimiento	80
4.5.1.	Re-sampling	81
4.5.2.	Autocorrelación	82
5.	Pruebas y resultados	85
5.1.	Conjunto de datos	85
5.1.1.	Hojas de árbol y sus k -curvaturas	88
5.2.	Prueba	95
5.3.	Resultados	96
5.3.1.	Elección de Función Discriminante	97
5.3.2.	Resultados validación cruzada	98
5.4.	Elección de parámetro K en k -NN	104
5.5.	Aumento de clases retornadas por k -NN	108
5.6.	k -NN optimizado	109
6.	Conclusión	110
6.1.	Conclusión General	110
6.2.	Clasificación de las muestras	111
6.3.	PDI	113
6.4.	Trabajo a futuro	114
7.	Acrónimos	115
	Bibliografía	116

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
1.1. Espectro electromagnético	13
2.1. Pasos del PDI y Reconocimiento de Patrones	18
2.2. Áreas relacionadas al PDI	19
2.3. Procesos fundamentales del PDI	20
2.4. Representación de una imagen digital	22
2.5. Profundidad de color de 1 a 4 bits	23
2.6. Modo de color RGB	24
2.7. Histograma de 4 niveles de intensidad	25
2.8. Vecindario 3x3 centrado en pixel x,y	28
2.9. Aplicación de filtro sobre vecindad 3x3	31
2.10. Esqueletización de letra H	34
2.11. Curvatura medida con kcoseno	35
2.12. Representación del contorno de un objeto mediante K-curvatura.	36
2.13. Ejemplo de reconocimiento de patrones	37
2.14. Ejemplo de aplicación del algoritmo k -NN básico	39
2.15. El proceso de Re-sampling	42
3.1. Componentes del sistema	44
3.2. Representación de imágenes en ImageJ	46
3.3. Estructura de un proyecto RUP	48
4.1. Diagrama de flujo del PDI aplicado a las imágenes	50
4.2. Ejemplo de escena	51
4.3. Factores influyentes en la adquisición de imagen	52
4.4. Puertas afuera, a la sombra	53
4.5. Puertas afuera, al sol, ajuste de brillo 3/9	54
4.6. Puertas afuera, al sol, sin ajuste de brillo	55
4.7. puertas adentro, con flash	56
4.8. Escena con superficie base	57
4.9. Contorno de la hoja incompleto	58
4.10. Criterio de validación A	61

4.11. Criterio de validación B	62
4.12. Criterio de validación C	63
4.13. Ejemplos de umbralizar con umbral automático vs umbral mejorado .	65
4.14. Calcular umbral mejorado	66
4.15. Umbralización de imagen en escala de grises	67
4.16. Aplicación de despeckle a una imagen binaria	68
4.17. Efecto del ruido al obtener la K-curvatura de una imagen	69
4.18. Detección de bordes con detector Sobel	70
4.19. Esqueletización por adelgazamiento en ImageJ	71
4.20. Esqueletización mediante adelgazamiento	73
4.21. Contorno menor dentro del contorno de la hoja de árbol.	75
4.22. Identificación de contorno	76
4.23. Imagen para probar valores de K	78
4.24. K-curvaturas con distintos valores de K	79
4.25. Resumen Desarrollo	80
4.26. Resultado de aplicar re-sampling	82
4.27. Desplazamiento de una k-curvatura sobre otra	83
5.1. Clasificación de hojas de árbol según el limbo	86
5.2. A1: Álamo Deltoide	88
5.3. A2: Ciclamor	88
5.4. A3: Ciruelo	89
5.5. A4: Encina	89
5.6. A5: Laurel Rosa	90
5.7. A6: Liquidámbar	90
5.8. A7: Parra	91
5.9. A8: Pitosporo	91
5.10. A9: Plátano Oriental	92
5.11. A10: Roble Negro	92
5.12. A11: Sauce Llorón	93
5.13. A12: Tulipanero	93
5.14. A13: Castaño De Indias	94
5.15. A14: Acacia	94
5.16. A15: Abedul	95

5.17. Diferencia entre las MNC de A1 y la MYC más parecida de cada clase	100
5.18. Promedio de diferencia entre las MNC de A1	101
5.19. Diferencia entre las MNC de A4 y la MYC más parecida de cada clase	103
5.20. Precisión al clasificar 75 MNC con distintos valores de K	106
5.21. Efectos que pueden producir clasificación incorrecta	107
6.1. Parecido visual de dos muestras de distinta clase	112

ÍNDICE DE TABLAS

	página
2.1. Clasificación de procesos por su nivel de complejidad	19
2.2. Intensidades de píxeles en una vecindad 3x3	29
2.3. Filtros de Roberts	29
2.4. Filtros de Prewitt	30
2.5. Filtros de Sobel	30
2.6. Coordenadas de los ocho vecinos de un pixel (x,y)	33
2.7. Resumen Marco Teórico	43
5.1. Identificadores de clases	87
5.2. Ejemplo de comparación entre la MNC 1 de A1 y las MYC de A1 . .	96
5.3. Diferencia entre las MNC de A1 y la MYC más parecida de cada clase	99
5.4. Matriz de confusión para las 75 MNC	102
5.5. Clasificación k -NN de las 75 MNC con 15 valores distintos de K . .	105
6.1. Clasificación para las MNC de A7 con 15 valores distintos de K . . .	113