

TABLA DE CONTENIDOS

	página
Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Tabla de Contenidos	III
Índice de Figuras	VI
Índice de Tablas	VIII
Resumen	IX
Resumen	XI
1. Introducción	13
1.1. Contexto del proyecto	14
1.2. Caso raíz	14
1.3. Problema principal	14
1.4. Trabajo relacionado	15
1.5. Objetivos	15
1.5.1. Objetivo general	15
1.5.2. Objetivos específicos	15
1.6. Hipótesis	16
1.7. Alcances	16
1.8. Estructura del documento	16
1.9. Resumen	17
2. Marco teórico	18
2.1. Procesamiento digital de imágenes	18
2.1.1. Técnicas	18
2.1.2. Texturas de una imagen	20
2.1.3. Transformada de Hough	22
2.2. Modelos de color	24

2.2.1.	RGB	26
2.2.2.	YCbCr	28
2.2.3.	HSV	28
2.2.4.	CIE 1976 L*a*b*	30
2.3.	Segmentación de imágenes	31
2.3.1.	Imágenes binarias	32
2.3.2.	Método de umbrales	32
2.3.3.	Etiquetado	34
2.4.	Resumen	35
3.	Metodología	36
3.1.	Conjunto de datos	36
3.2.	Propuesta de solución	36
3.2.1.	Aplicando la transformada de Hough	39
3.2.2.	Verificación de resultados y Rango de error aceptable	40
3.3.	Librería a utilizar	43
3.4.	Resumen	44
4.	Desarrollo	45
4.1.	Funcionalidades	46
4.1.1.	Carga de imagen	46
4.1.2.	Aplicar zoom	47
4.1.3.	Seleccionar tres puntos	48
4.1.4.	Distancia entre puntos	49
4.1.5.	Binarizar imagen	50
4.1.6.	Eliminar ruido existente	53
4.2.	Funcionalidad principal	56
4.2.1.	Detectar inclinación de los árboles	56
4.2.2.	Centro de un árbol	58
4.2.3.	Aceptar árbol como existente	62
4.3.	Resumen	68
5.	Pruebas y resultados finales	70
5.1.	Detección de las inclinaciones	70
5.2.	Detección del valor de umbral	72

5.3. Centro de un árbol	74
5.4. Margen de error aceptable	77
5.4.1. Cantidad de árboles detectados	78
5.5. Visualización en imagen RGB	80
5.6. Resumen	81
6. Conclusiones	82
6.1. Marco teórico	82
6.2. Metodología	83
6.3. Desarrollo	83
6.4. Objetivos planteados	84
6.5. Aprendizaje personal	85
6.6. Trabajo futuro	85
Glosario	87
Bibliografía	88

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
2.1. Representación de la matriz de co-ocurrencia de niveles de grises.	23
2.2. Rectas encontradas sobre una imagen, utilizando la transformada de Hough	24
2.3. Representación del espacio RGB con su respectiva escala de grises en la diagonal Negro-Blanco.	26
2.4. (a) Imagen en su banda R . (b) Histograma de la imagen.	27
2.5. (a) Imagen en su banda G . (b) Histograma de la imagen.	27
2.6. (a) Imagen en su banda B . (b) Histograma de la imagen.	28
2.7. Hexágono de la representación del espacio HSV	29
2.8. Representación del modelo en el espacio $L^*a^*b^*$	31
2.9. Umbral detectado con el programa Gimp.	33
2.10. Imagen final, luego de aplicar el Umbral en Gimp.	33
2.11. Algoritmo de etiquetado	35
3.1. Falta de uno o varios árboles en una hilera	37
3.2. Ruido en la imagen producido por otro tipo de árbol	38
3.3. Imagen Original	42
3.4. Imagen rotada en 90 grados	43
4.1. Etapas de desarrollo del sistema.	46
4.2. Carga de imagen al software.	47
4.3. Imagen cargada en el sistema.	47
4.4. (a) Imagen al 50 %, (b) Imagen al 100 %, (c) Imagen al 150 %	48
4.5. Primeros tres arboles seleccionados por el usuario.	49
4.6. Demostración del calculo de la distancia entre dos puntos utilizando el Teorema de Pitágoras.	50
4.7. Conexión tipo 8 de un píxel.	51
4.8. Imagen binarizada según umbral detectado.	54
4.9. Imagen suavizada con el método medianBlur de OpenCV.	55
4.10. Línea de inclinación detectada por la transformada de Hough.	57
4.11. Puntos centrados en su eje de ordenadas.	59

4.12. Puntos centrados en su eje de abscisas.	60
4.13. Puntos centrados en su eje de abscisas y ordenadas.	61
4.14. Área de observación para la existencia de un árbol.	63
4.15. Puntos con orientación horizontal.	64
4.16. Puntos con orientación vertical.	66
4.17. Puntos con orientación diagonal.	68
5.1. Línea recta que representa un ángulo de inclinación entre 0° a 15° . . .	71
5.2. Línea recta que representa un ángulo de inclinación entre 16° a 74° . .	71
5.3. Línea recta que representa un ángulo de inclinación entre 75° a 90° . .	72
5.4. Imagen de árboles del predio con fondo blanco apreciable.	73
5.5. Imagen binarizada utilizando el valor de umbral detectado por el método Otsu.	73
5.6. Imagen binarizada utilizando el valor de umbral definido por el usuario. .	74
5.7. Imagen con puntos seleccionados cerca del borde de manera horizontal. .	75
5.8. Imagen con puntos centrados por el método horizontal.	75
5.9. Imagen con puntos seleccionados cerca del borde de manera vertical. .	76
5.10. Imagen con puntos centrados por el método vertical.	76
5.11. Imagen con puntos seleccionados cerca del borde de manera diagonal. .	77
5.12. Imagen con puntos centrados por el método diagonal.	77
5.13. Árboles detectados en la imagen utilizando el método horizontal. . . .	78
5.14. Árboles detectados en la imagen utilizando el método diagonal. . . .	79
5.15. Árboles detectados en la imagen utilizando el método vertical.	79
5.16. Árboles detectados, sobre la imagen original con inclinación horizontal. .	80
5.17. Árboles detectados, sobre la imagen original con inclinación diagonal. .	81

ÍNDICE DE TABLAS

	página
3.1. Valores de confianza estándares	42