

## TABLA DE CONTENIDOS

	página
Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Tabla de Contenidos	III
Índice de Figuras	v
Índice de Tablas	VI
Resumen	VII
<b>1. Introducción</b>	<b>8</b>
1.1. Objetivos . . . . .	9
1.1.1. Objetivo general . . . . .	9
1.1.2. Objetivos específicos . . . . .	9
1.2. Contexto . . . . .	10
1.3. Alcance . . . . .	10
<b>2. Marco de Referencia</b>	<b>11</b>
2.1. LIDaR . . . . .	11
2.1.1. Visión general . . . . .	11
2.1.2. Información entregada por LIDaR . . . . .	12
2.1.3. Inconvenientes y limitaciones de LIDaR . . . . .	13
2.2. Algoritmos y estructuras de datos . . . . .	14
2.2.1. Algoritmos . . . . .	14
2.2.2. Estructuras de datos . . . . .	16
2.2.3. Desempeño . . . . .	29
2.2.4. Computación Paralela . . . . .	29

<b>3. Metodología de Trabajo</b>	<b>32</b>
3.1. Herramientas . . . . .	32
3.1.1. Programación . . . . .	32
3.2. Implementación . . . . .	33
3.2.1. $kD$ -Tree . . . . .	33
3.2.2. Quadtree . . . . .	35
3.3. Planificación de Pruebas . . . . .	37
<b>4. Pruebas y resultados</b>	<b>39</b>
4.1. Pruebas . . . . .	39
4.2. Resultados . . . . .	41
4.2.1. Tabla de resultados . . . . .	41
4.2.2. Gráficos . . . . .	42
<b>5. Conclusiones y Trabajo futuro</b>	<b>48</b>
5.1. Conclusiones . . . . .	48
5.2. Trabajo futuro . . . . .	49
<b>Anexos</b>	
<b>A: Resultados</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	página
2.1. Tecnología de detección remota LIDaR [12]. . . . .	12
2.2. K-Nearest Neighbor con parámetro $k = 3$ . . . . .	15
2.3. Range Query. . . . .	16
2.4. (a) Representación cartesiana de un $kD$ -Tree. (b) Estructura de datos $kD$ -Tree [14]. . . . .	18
2.5. (a) Patrón de inserción de un $kD$ -Tree para eje X. (b) Patrón de inserción de un $kD$ -Tree para eje Y [7]. . . . .	19
2.6. (a) Búsqueda de 1NN. (b) Hiperesfera sobre hiperplano con centro en el nodo buscado. (c) Verificación realizada para ver si se busca en el otro lado del corte en el eje Y [7]. . . . .	21
2.7. (a) RQ sólo con el lado $x \geq x_0$ . (b) RQ sólo con el lado $y \leq y_1$ . (c) RQ con ambos lados para los dos ejes. . . . .	23
2.8. (a) Representación cartesiana de un Quadtree de puntos. (b) Estructura de datos Quadtree de puntos [14]. . . . .	25
2.9. (a) Representación cartesiana de un $PR$ -Quadtree. (b) Estructura de datos $PR$ -Quadtree [14]. . . . .	26
2.10. (a) Representación cartesiana de un $MX$ -Quadtree. (b) Estructura de datos $MX$ -Quadtree [14]. . . . .	27
3.1. (a) División de los datos para KNN en paralelo. (b) División de los datos para RQ en paralelo. . . . .	37
4.1. (a) Resultados Sequential $kD$ -Tree Implementation (SKI). (b) Resultados Parallel $kD$ -Tree Implementation (PKI). . . . .	43
4.2. (a) Resultados Sequential Quadtree Implementation (SQI). (b) Resultados Parallel Quadtree Implementation (PQI). . . . .	44
4.3. (a) Resultados para diez datos. (b) Resultados para doscientos mil datos. . . . .	45
4.4. (a) Resultados para dos millones de datos. (b) Resultados para cinco millones de datos. (c) Resultados para diez millones de datos. . . . .	46
4.5. (a) “Speed-up” PKI. (b) “Speed-up” PQI. . . . .	47

## ÍNDICE DE TABLAS

	página
2.1. Desempeño teórico de Quadtree y kD-Tree . . . . .	29
4.1. Implementaciones secuenciales (en <i>ms</i> ). . . . .	41
4.2. Implementaciones Paralelas (en <i>ms</i> ). . . . .	41
A.1. Resultados de la función Insertion para 10 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	54
A.2. Resultados de la función K-Nearest Neighbor para 10 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	54
A.3. Resultados de la función Range Query para 10 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	55
A.4. Resultados de la función Insertion para 200.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	55
A.5. Resultados de la función K-Nearest Neighbor para 200.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	55
A.6. Resultados de la función Range Query para 200.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	56
A.7. Resultados de la función Insertion para 2.000.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	56
A.8. Resultados de la función K-Nearest Neighbor para 2.000.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	56
A.9. Resultados de la función Range Query para 2.000.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	57
A.10. Resultados de la función Insertion para 5.000.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	57
A.11. Resultados de la función K-Nearest Neighbor para 5.000.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	57
A.12. Resultados de la función Range Query para 5.000.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	58
A.13. Resultados de la función Insertion para 10.000.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	58
A.14. Resultados de la función K-Nearest Neighbor para 10.000.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	58
A.15. Resultados de la función Range Query para 10.000.000 datos (en <i>ms</i> ). . . . .	59
A.16. Resultados de la implementación PKI para 10.000.000 datos con 1, 2, 3 y 4 núcleos (en <i>ms</i> ). . . . .	60
A.17. “ <i>Speed-up</i> ” de la implementación PKI con 1, 2, 3 y 4 núcleos. . . . .	60
A.18. Eficiencia de la implementación PKI con 1, 2, 3 y 4 núcleos. . . . .	60
A.19. Resultados de la implementación PQI para 10.000.000 datos con 1, 2, 3 y 4 núcleos (en <i>ms</i> ). . . . .	61
A.20. “ <i>Speed-up</i> ” de la implementación PQI con 1, 2, 3 y 4 núcleos. . . . .	61
A.21. Eficiencia de la implementación PQI con 1, 2, 3 y 4 núcleos. . . . .	61