

TABLA DE CONTENIDOS

	página
Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Tabla de Contenidos	III
Índice de Figuras	VI
Índice de Tablas	VII
Resumen	VIII
1. Introducción	10
1.1. Contexto del proyecto	11
1.2. Objetivos	12
1.3. Alcances	13
1.4. Trabajo Relacionado	14
1.5. Resumen	15
2. Marco Teórico	16
2.1. Hardware	17
2.1.1. Sensor Láser	17
2.1.2. Sensor Ultrasónico	18
2.1.3. Visión	18
2.2. Algoritmos	19
2.2.1. Filtro de Kalman Extendido (EKF)	19
2.2.2. Método de mapeo basado en celdillas	21
2.3. Resumen	24
3. Proceso de Construcción de Mapa	26
3.1. Problemas con los ultrasonidos	26
3.2. Algoritmo probabilístico de ocupación	29
3.3. Análisis de la solución	33

3.3.1. Escenario de pruebas	33
3.3.2. Explicación general del sistema	34
3.3.3. Verificación de resultados de las pruebas	36
3.4. Resumen	37
4. Implementación	38
4.1. Hardware: conexión, comunicación y pruebas de funcionalidad	38
4.1.1. Instalación del Sensor Ultrasónico	39
4.1.2. Instalación del servo motor	41
4.2. Programación del sistema	43
4.2.1. Clase Sensor	44
4.2.2. Clase Mapa	46
4.2.3. Programa Principal	51
4.3. Resumen	52
5. Pruebas y Resultados	54
5.1. Comprobación del la lectura del sensor	54
5.2. Pruebas de mapeo	55
5.2.1. Distancias fijas	56
5.2.2. Prueba de sistema: configuración 1	57
5.2.3. Prueba de sistema: configuración 1A	59
5.2.4. Prueba de sistema: configuración 2	61
5.3. Resumen	62
6. Conclusiones	64
6.1. Investigación	64
6.2. Implementación y trabajos de desarrollo	65
6.3. Objetivos	66
6.4. Trabajos futuros	66
Glosario	68
Bibliografía	71
Anexos	

A: Datos de cálculo previo	74
A.1. Apertura del sensor	74
B: Pruebas	77
B.1. Escenarios de pruebas	77

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
2.1. Aplicación típica del filtro de Kalman	20
2.2. Vista de las celdillas y el rango del área del sensor ultrasónico	24
3.1. Modelo de emisión y recepción de ondas ultrasónicas	27
3.2. Representación del error angular de un sensor ultrasónico	28
3.3. Direcciones de referencia y ángulos	29
3.4. Disposición de una configuración de escenario vista desde arriba	34
3.5. Diagrama general del sistema y algunas de sus funcionalidades	35
4.1. Diagrama de instalación del sensor ultrasónico en la Beaglebone	40
4.2. Diagrama de conexión de servo con Beaglebone Black	42
4.3. Representación gráfica de la toma de datos iniciales del sensor ultrasónico	48
4.4. Ejemplo de matriz	49
4.5. Obtención de los puntos de referencia de la apertura de una lectura.	50
4.6. Resultado de producto cruz, para distintos vectores	51
5.1. Prueba y comprobación del sensor de ultrasonido	55
5.2. Resultados de la prueba del sistema de construcción de mapa a distintas distancias	56
5.3. Configuración 1 del escenario de pruebas	57
5.4. Resultados de la primera prueba de la configuración 1 (1 de 2)	58
5.5. Resultados de la segunda prueba de la configuración 1 (2 de 2)	59
5.6. Configuración 1A del escenario de pruebas (1 de 4)	60
5.7. Configuración 1A del escenario de pruebas (2 de 4)	61
5.8. Configuración 1A del escenario de pruebas (3 de 4)	62
5.9. Configuración 1A del escenario de pruebas (4 de 4)	63
B.1. Configuración 1 del escenario de pruebas	78
B.2. Vista superior de la configuración 1	79
B.3. Configuración 2 del escenario de pruebas	80
B.4. Vista con perspectiva del escenario de pruebas con la configuración 2	81

ÍNDICE DE TABLAS

	página
2.1. Representación de la ganancia de Kalman	21
4.1. Valores con los que opera el servo motor Hitec HS-5485HB	44
A.1. Tabla de apertura del sensor a distintas distancias	74
A.2. Tabla de apertura del sensor a distintas distancias	75
A.3. Tabla de apertura del sensor a distintas distancias	76