

Tabla de contenido

I. Presentación del tema	1
1. Introducción	2
1.1. Objetivos	3
1.2. Estructura del texto	3
2. Contexto para cuadricópteros en la actualidad	6
2.1. Aplicaciones no militares para cuadricópteros	6
2.2. Cuadricópteros en proyectos de investigación universitaria	6
2.2.1. Trabajos de investigación relativos a estabilización del vuelo y realización de acrobacias	7
2.2.2. Trabajos de investigación relativos a la navegación autónoma, al mapeo autónomo de terrenos y de estructuras 3D	8
2.2.3. Trabajos de investigación relativos al trabajo cooperativo autónomo con otros robots	9
3. Descripción técnica del AR.Drone 2.0	10
3.1. Estructura	11
3.2. Movimientos	12
3.3. Hardware	12
3.4. Embedded Software (Firmware)	13
3.5. Experimentos de uso	15
4. Comunicación con el AR.Drone 2.0 desde un dispositivo cliente	16
4.1. Descripción de la red creada por el AR.Drone 2.0	16
4.2. Comunicación con el AR.Drone utilizando la Librería en C de Parrot	17
4.2.1. Contenido y descripción de la Librería en C de Parrot	18
4.2.2. Ciclo de vida de una aplicación creada utilizando la Librería en C de Parrot	21
4.2.3. Creación de una aplicación de ejemplo utilizando la Librería en C de Parrot	22
4.2.4. Resumen de funciones importantes de la Librería en C de Parrot para controlar el drone	25
4.3. Comunicación con el AR.Drone sin utilizar la Librería en C de Parrot	28
4.3.1. Consideraciones para envío de AT commands	28
4.3.2. Consideraciones para la recepción de navdata	29
4.3.3. Consideraciones para la recepción del stream de video	30
5. Live Robot Programming	33
5.1. Diseño de LRP	33
5.2. Sintaxis de LRP	35
5.3. Puente entre LRP y la API del robot	38
5.4. Pharo Smalltalk	38

II. Descripción de la Solución	40
6. API en Pharo para comunicación con el AR.Drone	43
6.1. Diseño y arquitectura	44
6.2. Observaciones y conceptos relevantes	46
6.2.1. Observaciones sobre la configuración de los datos de navegación	46
6.2.2. Observaciones sobre el envío de comandos	47
7. Descomposición de la API en Pharo según componentes	49
7.1. Configuration variables	49
7.2. Adapters	49
7.3. Process Managers	50
7.3.1. Connection Manager	51
7.3.2. Navdata Manager	53
7.3.3. Command Manager	54
7.3.4. Configuration Manager	57
7.4. Drone Internal State	60
7.5. State Manager	63
7.6. Drone Motion State	63
7.7. Interfaces de usuario	64
7.7.1. Interfaz ARDUIMotionState	64
7.7.2. Interfaz ARDUIKeyboard	64
8. Descripción Funcional de la API en Pharo	68
8.1. Resumen de mensajes públicos	68
8.2. Excepciones asociadas a la API en Pharo (Exceptions de Smalltalk)	68
8.3. Anuncios asociados a la API en Pharo (Announcements de Smalltalk)	69
8.4. Indicaciones de uso y ejemplo demostrativo	69
8.5. Disponibilidad y requisitos de la API en Pharo	70
9. Puente entre LRP y la API en Pharo para el AR.Drone	72
9.1. Puentes implementados anteriormente	72
9.1.1. Puente entre LRP y PhaROS	72
9.1.2. Puente entre LRP y JetStorm	75
9.2. Diseño e implementación del puente entre LRP y la API en Pharo	77
9.2.1. Especificaciones sobre la implementación del puente	77
9.2.2. Métodos de la API en Pharo accesibles desde LRP	78
9.2.3. Diseño de la interfaz de usuario	79
9.2.4. Visualización de video	83
9.3. Programas de prueba	84
9.3.1. Square path	84
9.3.2. Tag detector	86
9.4. Disponibilidad	87

10. Validación y Lecciones Adquiridas	88
10.1. Validación	88
10.1.1. Programa Shell tag follower	91
10.1.2. Programa Oriented roundel navigator	96
10.2. Lecciones Adquiridas	100
III. Conclusión y Trabajo Futuro	102
11. Conclusión	103
12. Trabajo Futuro	105
Bibliografía	106
Anexos	111
A. Resumen de mensajes públicos de la API en Pharo	111
A.1. Instancia de la clase ARDrone y conexión con el drone	111
A.2. Control de movimiento	112
A.3. Animación de LEDs	112
A.4. Consulta de datos de navegación	113
A.5. Consulta y modificación de la configuración interna del drone	114
A.6. Detección de tags	115
A.7. Configuración de la API y captura de excepciones	116

Índice de tablas

1.	Resumen de los AT commands definidos por el firmware del AR.Drone 2.0	29
2.	Estructura de un paquete de navdata	30
3.	Extracto del archivo de configuración enviado por el drone	58
4.	Controles del teclado para movimiento	66
5.	Controles del teclado para Piruetas	66
6.	Controles del teclado para animaciones LED	66

Índice de figuras

1.	AR.Drone 2.0 carcasa para vuelos en interiores	10
2.	AR.Drone 2.0 carcasa para vuelos en el exterior	11
3.	Exhibición de partes del AR.Drone 2.0	11
4.	Ejes de movimiento	12
5.	Tags detectados por el AR.Drone 2.0.	14
6.	Arquitectura de un sistema que utilice el SDK de Parrot.	18
7.	Esquema de la Librería en C de Parrot	20
8.	Ciclo de vida de una aplicación cliente que utiliza la librería en C de Parrot . . .	22
9.	Editor de LRP	35
10.	Diagrama de la máquina follower generado por LRP	36
11.	Diagrama de componentes de la solución	42
12.	Diagrama de componentes de la API	45
13.	Interfaz de usuario ARDUIMotionState reflejando inclinación hacia abajo de la nariz del drone	64
14.	Distribución de comandos del teclado	65
15.	Captura de video publicado en YouTube que muestra un vuelo de prueba contro- lado con teclado.	67
16.	Interfaz de usuario que muestra Publicadores y Subscriptores	74
17.	Interfaz de usuario para crear nueva Suscripción	74
18.	Imagen referencial del robot robuLAB	75
19.	Imagen referencial del robot Ev3 Lego Mindstorms	77
20.	Interfaz de usuario del puente entre LRP y la API del AR.Drone	79
21.	Interfaces para el puente con LRP: Navdata	82
22.	Interfaces para el puente con LRP: Configuration	83
23.	Interfaces para el puente con LRP: Vision Detections	83
24.	Diagrama de estados de la máquina anidada: flightpath	86
25.	Diagrama de estados de la máquina: tagdetector	86
26.	Demostración «Tag follower» versión simple, realizada en Colegio Saint George .	89
27.	Demostración «Oriented Roundel visitor» realizada en Colegio Saint George . . .	90
28.	Diagrama de estados de las máquinas tagFollower y followAlgo, versión simple . .	93
29.	Diagrama de estados de las máquinas tagFollower y followAlgo, versión compleja	95
30.	Diagrama de estados de las máquinas tagNavigator y lookAlgo	98