

Contenido

Resumen	3
Agradecimientos	5
Contenido	6
Índice de Figuras	8
Índice de ecuaciones y tablas.....	10
Capítulo 1 Introducción	11
1.1 Introducción General.....	11
1.2 Estado del Arte.....	13
1.2.1 Seguimiento de objetos y personas.....	13
1.2.2 Drones.....	19
1.2.3 Dron y seguimiento a objetos.....	23
1.2.4 Discusión.....	24
1.3 Hipótesis.....	26
1.4 Objetivos.....	26
1.4.1 Objetivo general.....	26
1.4.2 Objetivos específicos.....	26
1.5 Alcances y Limitaciones	26
1.6 Metodología	27
1.6.1 Estudio teórico sobre procesamiento de imagen	27
1.6.2 Estudio teórico sobre dron y el seguimiento de personas.....	28
1.6.3 Diseño y creación de estructura para las cámaras de procesamiento de imagen	28
1.6.4 Implementación sobre algoritmos desarrollados, montaje y puesta en marcha	28
1.7 Espacios Utilizados	28
Capítulo 2 Implementación	29
2.1 Introducción	29
2.2 Componentes.....	29
2.2.1 Drone.....	29
2.2.2 Computador	30
2.2.3 Transmisión y recepción de la señal de video.....	30
2.2.4 Arduino	31
2.3 Softwares.....	32
2.4 Implementación.....	33
2.4.1 Conexionado del mando de Drone y Arduino.....	34
Capítulo 3 Procesamiento de imagen	38
3.1 Introducción	38
3.2 Lenguaje y librerías utilizadas.....	38
3.3 Imagen por procesar	39

3.4	Detección de colores	40
3.5	Transformar de BGR a HSV	41
3.6	Determinación de los rangos donde se encuentra el color.....	42
3.7	Visualización.....	42
3.8	Tracking.....	45
3.9	Calibración de la cámara.....	48
3.10	Algoritmo de trabajo final.....	52
Capítulo 4	Control.....	57
4.1	Introducción	57
4.2	Transmisión de los datos calculados a placa Arduino.....	57
4.3	Desarrollo del algoritmo de control.....	57
Capítulo 5	Resultados Experimentales	63
5.1	Introducción	63
5.2	Resultados experimentales	63
5.2.1	<i>Ajustes del proyecto en pruebas experimentales.....</i>	<i>64</i>
5.2.2	<i>Secuencia de imágenes realizada del día uno de pruebas</i>	<i>64</i>
5.2.3	<i>Secuencia de imágenes realizada del día dos de prueba</i>	<i>68</i>
Capítulo 6	Conclusiones.....	74
6.1	Sumario.....	74
6.2	Conclusiones	74
6.3	Trabajo a futuro.....	76
Referencias	77
Anexos	84

Índice de Figuras

Fig. 1.1 Etapas del procesamiento de imagen [11]	14
Fig. 1.2 Arquitectura general del sistema [4]	15
Fig. 1.3 Diagrama para posición del objeto [4]	16
Fig. 1.4 clasificación basada en los métodos de generación de sustentación [22]	20
Fig. 1.5 Drone de ala fija [23]	20
Fig. 1.6 Drone multi rotor [23]	21
Fig. 1.7 Drone hexacóptero [24]	21
Fig. 1.8 Drone octacóptero [25]	21
Fig. 1.9 Drone híbrido [22]	22
Fig. 2.1 Drone Syma modelo X8HG [31]	29
Fig. 2.2 Notebook HP ProBook 430 g5	30
Fig. 2.3 Transmisor TX TS832 FPV (Referencial) [29]	30
Fig. 2.4 Receptor CX RC832 FPV (referencial) [29]	31
Fig. 2.5 Arduino Mega 2560 utilizado para el control del Drone	32
Fig. 2.6 Diagrama de bloques general del proyecto	33
Fig. 2.7 Control remoto del Drone Syma X8HG	34
Fig. 2.8 Circuito del control remoto del Drone	35
Fig. 2.9 Conexión de los pines del análogo hacia el Arduino	35
Fig. 2.10 Diagrama de conexión de los pines del análogo del control hacia el Arduino	35
Fig. 2.11 Potenciómetros del análogo derecho: 1) potenciómetro que desplaza hacia derecha e izquierda a) fijo b) variable c) fijo. 2) potenciómetro para avanzar o retroceder	36
Fig. 2.12 Potenciómetros del análogo izquierdo: 3) giro izquierda o derecha y 4) arriba o abajo	36
Fig. 3.1 Diagrama de flujo de procesamiento de imagen completo	39
Fig. 3.2 Notebook HP ProBook 430 g5 con zoom en cámara web	40
Fig. 3.3 Espacio de color HSV [49]	41
Fig. 3.4 Rango de Colores de HSV [52]	42
Fig. 3.5 Objeto a detectar con el rango de color señalado	43
Fig. 3.6 Detección binaria del objeto (detecta o no detecta color)	43
Fig. 3.7 Proceso final con detección de color, mostrando el color analizado	43
Fig. 3.8 Detección de objeto con mayor iluminación en el entorno	44
Fig. 3.9 Detección binaria del color con mayor iluminación	44
Fig. 3.10 Proceso final mostrando el color analizado en un campo de mayor iluminación	45
Fig. 3.11 Selección del objeto a seguir	46
Fig. 3.12 Seguimiento del objeto mediante Tracking	46
Fig. 3.13 Acercamiento del objeto en cuestión	47
Fig. 3.14 Movimiento del objeto para verificación del seguimiento adecuado	47
Fig. 3.15 Imagen del tablero de ajedrez y una de las imágenes utilizadas para la calibración de la cámara	49
Fig. 3.16 Imagen del tablero de ajedrez y una de las imágenes utilizadas para la calibración de la cámara	49
Fig. 3.17 Imagen del tablero de ajedrez y una de las imágenes utilizadas para la calibración de la cámara	49
Fig. 3.18 Imagen del tablero de ajedrez y una de las imágenes utilizadas para la calibración de la cámara	50
Fig. 3.19 Imagen del tablero de ajedrez y una de las imágenes utilizadas para la calibración de la cámara	50
Fig. 3.20 Imagen del tablero de ajedrez y una de las imágenes utilizadas para la calibración de la cámara	50
Fig. 3.21 Imagen del tablero de ajedrez ya calibrado	51
Fig. 3.22 Imagen captada del algoritmo antes de ser procesada	53
Fig. 3.23 Imagen binaria detección del Rango 1 del rojo en HSV	54
Fig. 3.24 Imagen binaria detección del Rango 2 del rojo en HSV	54
Fig. 3.25 Imagen que detecta el Rango 2 del rojo en HSV sin filtro	55
Fig. 3.26 Imagen que detecta el Rango 2 del rojo en HSV después del filtro	55
Fig. 4.1 Representación gráfica de transmisión y recepción de datos	57
Fig. 4.2 Referencia de cámara en dirección a la persona	58
Fig. 4.3 Referencia de movimiento rotatorio izquierdo	58
Fig. 4.4 Referencia de movimiento rotatorio derecho	59
Fig. 4.5 Representación de distancia inicial para obtener área	59
Fig. 4.6 Referencia del acercamiento del Drone	59

Fig. 4.7 Referencia de distanciamiento del Drone	60
Fig. 4.8 Diagrama de flujo de control	61
Fig. 4.9 Rango de trabajo del algoritmo de control para mantener en el centro al Drone	62
Fig. 4.10 Rango de trabajo del algoritmo de control para mantener la distancia del Drone	62
Fig. 5.1 Puesto de trabajo para adquisición de la imagen, procesarlo y control del Drone.....	63
Fig. 5.2 Referencia gráfica de cómo sería el montaje para pruebas experimentales	64
Fig. 5.3 Referencia de los movimientos secuenciales realizados en la prueba experimental 1	65
Fig. 5.4 Secuencia de elevación del Drone	65
Fig. 5.5 Posicionamiento inicial en rango cercano al origen de la cámara y área en rango del área inicial	66
Fig. 5.6 Secuencia de estabilización del Drone en la altura	66
Fig. 5.7 Modificación de posición de la persona frente la cámara.....	67
Fig. 5.8 Movimiento rotacional del Drone.....	67
Fig. 5.9 Avance del Drone hasta poder estar en el rango del área inicial	68
Fig. 5.10 Referencia de los movimientos secuenciales realizados en la prueba experimental 2.....	68
Fig. 5.11 Inicio de video y a la secuencia de prueba.....	69
Fig. 5.12 Inicio del vuelo y rotación del Drone	69
Fig. 5.13 Secuencia de avance del Drone	70
Fig. 5.14 Rotación y avance del Drone por mantener ubicación	70
Fig. 5.15 Estabilización de Drone por obtener misma área inicial.....	71
Fig. 5.16 Verificación de la posición de figura capturada (izquierdo del computador)	71
Fig. 5.17 Rotación del Drone por posición frente la cámara.....	72
Fig. 5.18 Nueva posición mas alejada de la cámara	72
Fig. 5.19 Cambio de posición por nueva área.....	73

Índice de ecuaciones y tablas

(3.1) Modelo de perspectiva en unidades métricas	48
(3.2) Modelo de perspectiva expresado en pixeles	48
(3.3) Matriz de la cámara	51
(3.4) Matriz de la cámara refinada	51
(3.5) Ecuación de dispersión de una nube de puntos	56
(3.6) Ecuación de dispersión de una nube de puntos considerando x e y igual a 0	56
(3.7) Ecuación de dispersión de una nube de puntos considerando x como 1 e y como 0	56
(3.8) Cálculo de centroide respecto eje x	56
(3.9) Cálculo de centroide respecto eje y	56
Tabla 2.1 Códigos más importantes utilizados en el algoritmo de procesamiento de imagen	52