

TABLA DE CONTENIDOS

	página
Dedicatoria	I
Tabla de Contenidos	III
Indice de Figuras	VII
Indice de Tablas	X
Resumen	XII
Abstract	XVI
1. Introducción	1
1.1. Contexto	1
1.2. Descripción del problema	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Alcances y limitaciones	3
1.5. Entorno de pruebas y validación	4
1.6. Discusión y conclusiones	5
2. Antecedentes	6
2.1. Introducción	6
2.2. Personas con discapacidad en números	6
2.3. Tecnologías asistivas orientadas a personas con discapacidades físicas	7
2.4. Enfermedades que afectan a las extremidades superiores: Tetraparesias, Esquizencefalias y Síndromes Hipotónicos	8
2.4.1. Parálisis Cerebral tipo Tetraparesia Mixta	9
2.4.2. Esquizencefalia	9
2.4.3. Síndrome Hipotónico	9
2.4.4. Retraso Mental	9

2.5.	Estudio de las soluciones de accesibilidad actuales	12
2.5.1.	Software basado en sensores para captura de movimientos y patrones	12
2.5.2.	Software basado en procesamiento de imágenes para seguimiento de rostros	16
2.5.3.	Resumen de las soluciones de accesibilidad actuales	19
2.6.	Tecnologías y Hardware	21
2.6.1.	OpenCV	21
2.6.2.	Python	21
2.6.3.	Ubuntu 12.04 LTS	22
2.6.4.	Hardware: Cámara Web	22
2.7.	Procesamiento facial	23
2.7.1.	Detección de rostros	24
2.7.2.	Características que representan un rostro	25
2.7.3.	Características de Haar	26
2.7.4.	Haar Cascade	26
2.8.	Software Libre	27
2.9.	Licencias	28
2.9.1.	Licencia BSD de 3 Cláusulas	28
2.9.2.	Python Software Foundation License	28
2.9.3.	Licencia GPLv3	28
2.10.	Discusión y conclusiones	29
3.	Metodología	30
3.1.	Introducción	30
3.2.	Metodologías de desarrollo de software	30
3.3.	Fases del Proceso Unificado y términos orientados a la planificación	32
3.4.	Cronograma iterativo de trabajo	33
3.5.	Discusión y conclusiones	35
4.	Análisis y requerimientos	36
4.1.	Introducción	36
4.2.	Requerimientos	37
4.2.1.	Especificación de requerimientos	39

4.3.	Funciones del sistema	39
4.4.	Atributos generales	47
4.5.	Casos de uso	48
4.5.1.	Actores	48
4.5.2.	Sección I: Movimiento y acciones del puntero	49
4.5.3.	Sección II: calibraciones y configuraciones	58
4.5.4.	Sección III: Herramientas de accesibilidad opcionales, teclado en pantalla y magnificador de pantalla.	63
4.5.5.	Diagrama de casos de uso	65
4.5.6.	Diagramas de secuencia	66
4.6.	Modelo conceptual	79
4.7.	Contratos	80
4.7.1.	Discusión y conclusiones	98
5.	Diseño	99
5.1.	Introducción	99
5.2.	Diagramas de colaboración	99
5.3.	Diagrama de clases	106
5.4.	Diagrama de diseño de paquetes	108
5.4.1.	Descripción de paquetes	109
5.4.2.	Diagrama de arquitectura de software	111
5.4.3.	Acoplamiento entre capas y paquetes	112
5.5.	Diagramas de estado	113
5.6.	Discusión y conclusiones	118
6.	Implementación	119
6.1.	Introducción	119
6.2.	Handibox	119
6.2.1.	Librerías de OpenCV	120
6.2.2.	Librería GTK+	122
6.2.3.	Persistencia de datos con Dconf	122
6.3.	Implementación Iterativa	122
6.3.1.	Pruebas por iteración	123
6.3.2.	Diagrama de la solución propuesta	126

6.3.3.	Primera Iteración: Reconocimiento de rostros	131
6.3.4.	Segunda Iteración: Seguimiento de rostros	136
6.3.5.	Tercera Iteración: Coordinación de movimientos (rostro+puntero)	139
6.3.6.	Cuarta Iteración: Calibraciones y eventos del mouse	143
6.3.7.	Quinta Iteración: Herramientas opcionales	146
6.3.8.	Sexta Iteración: Pruebas continuas con usuarios reales y calibraciones individuales	149
6.3.9.	Séptima iteración: Configuraciones y calibraciones	154
6.4.	Discusión y conclusiones	157
7.	Pruebas y testing	158
7.1.	Introducción	158
7.2.	Usuarios con discapacidad	159
7.3.	Usuarios monitores	160
7.4.	¿Cómo se realizó la implementación de Handibox?	160
7.4.1.	Colegio Especial Enseña	161
7.4.2.	Material generado para la implementación	161
7.5.	Usos alternativos de Handibox	163
7.5.1.	Usos en rehabilitación	163
7.5.2.	Usos pedagógicos	163
7.5.3.	Usos como recurso comunicativo	164
7.6.	Requerimientos creados por los usuarios durante el proceso de desarrollo	165
7.7.	Pruebas del desarrollador sin usuarios sobre la versión 6 de Handibox	166
7.8.	Discusión y conclusiones	167
8.	Conclusión	168
8.1.	Introducción	168
8.2.	Principales aportes	169
8.3.	Trabajos futuros	170
	Bibliografía	172

INDICE DE FIGURAS

	página
2.1. Prevalencia Nacional de la Discapacidad [1].	7
2.2. Prevalencia Nacional de la Discapacidad Según Grados [1].	7
2.3. Emotiv EPOC, cintillo neuronal.	13
2.4. Emotiv EPOC, software de detección.	13
2.5. LifewareIntegra, cintillo neuronal.	14
2.6. LifewareIntegra, software de detección.	14
2.7. IntegraKinect, sensor Kinect para XBOX 360.	15
2.8. Camera Mouse.	16
2.9. Eviacam.	17
2.10. HeadMouse.	17
2.11. MouseTrap.	18
2.12. Webcam Fujitel HD.	22
2.13. Características de Haar.	26
2.14. Diagrama de funcionamiento para la Cascada de Haar.	27
3.1. Desarrollo iterativo e incremental [2].	31
3.2. Planificación en el UP [2].	32
3.3. Planificación dentro de cada iteración.	34
4.1. Diagrama de casos de uso.	65
4.2. Diagrama de secuencia caso de uso 00.	67
4.3. Diagrama de secuencia caso de uso 01.	68
4.4. Diagrama de secuencia caso de uso 02.	69
4.5. Diagrama de secuencia caso de uso 03.	70
4.6. Diagrama de secuencia caso de uso 04.	71
4.7. Diagrama de secuencia caso de uso 05.	72
4.8. Diagrama de secuencia caso de uso 06.	73
4.9. Diagrama de secuencia caso de uso 07.	74
4.10. Diagrama de secuencia caso de uso 08.	75
4.11. Diagrama de secuencia caso de uso 09.	76
4.12. Diagrama de secuencia caso de uso 10.	77

4.13. Diagrama de secuencia caso de uso 11.	78
4.14. Modelo conceptual.	79
5.1. Diagrama de colaboración: Reconocimiento de rostros.	100
5.2. Diagrama de colaboración: Movimiento del puntero del mouse.	101
5.3. Diagrama de colaboración: Acciones del puntero del mouse.	102
5.4. Diagrama de colaboración: Selección de cámara.	103
5.5. Diagrama de colaboración: Calibraciones del sistema.	104
5.6. Diagrama de colaboración: Reinicio de valores.	104
5.7. Diagrama de colaboración: Mostrar y ocultar el teclado en pantalla.	105
5.8. Diagrama de colaboración: Activar y desactivar el magnificador de pantalla.	105
5.9. Diagrama de clases.	107
5.10. Diagrama de diseño de paquetes.	108
5.11. Diagrama de arquitectura de software.	111
5.12. Acoplamiento parcial entre paquetes.	112
5.13. Diagrama de estados 1: Mover mouse.	114
5.14. Diagrama de estados 2: Gatillar pulsaciones del mouse.	115
5.15. Diagrama de estados 3: Cargar y modificar valores de configuraciones.	116
5.16. Diagrama de estados 4: Resetear valores por defecto.	116
5.17. Diagrama de estados 5: Activar o desactivar Magnificador de pantalla.	117
5.18. Diagrama de estados 6: Activar o desactivar teclado en pantalla.	117
6.1. Componentes OpenCV.	120
6.2. Diagrama de funcionamiento Handibox.	126
6.3. Diagrama de funcionamiento Handibox II.	127
6.4. Vista general Handibox.	128
6.5. Vista general del panel de configuraciones Handibox.	129
6.6. Trayectoria del puntero del mouse.	141
6.7. Primer prototipo e icono del producto de software Handibox.	142
6.8. Segundo prototipo e incorporación del panel de acciones del puntero del mouse del producto de software Handibox.	145
6.9. Tercer prototipo e incorporación de las herramientas opcionales del producto de software Handibox.	148
6.10. Configuraciones del mouse vistas desde Dconf-editor.	150

6.11. Cuarto prototipo y ventana de configuraciones de Handibox.	156
7.1. Colegio Enseña, Talca.	161
7.2. Usuario y monitor del Colegio Enseña, Talca.	163
7.3. Pictogramas interactivos con ingreso de texto	164
7.4. Pictograma “Quiero”	165
7.5. Screen Keyboard GNOME Shell	165
7.6. Screen Magnifier GNOME Shell	166
7.7. Pantallazo de YouTube: Handibox accessibility software.	166
7.8. YouTube: Handibox accessibility software.	167

INDICE DE TABLAS

	página
2.1. Grados de Discapacidad Mental.	11
2.2. Resumen de productos de accesibilidad.	20
2.3. Especificaciones técnicas webcam.	23
4.1. Listado de requerimientos.	38
4.2. Especificación de requerimientos.	39
4.3. Funciones del sistema: R1. Reconocimiento y seguimiento de rostro.	40
4.4. Funciones del sistema: R2. Sincronización rostro-puntero del mouse.	41
4.5. Funciones del sistema: R3. Emulación de funciones del mouse.	43
4.6. Funciones del sistema: R4. Calibraciones y configuraciones.	45
4.7. Funciones del sistema: R5. Herramientas de accesibilidad opcionales.	46
4.8. Atributos generales.	47
4.11. CU00 Mover puntero del mouse.	49
4.14. CU01 Realizar pulsación sencilla.	50
4.18. CU02 Realizar pulsación doble.	52
4.22. CU03 Realizar pulsación secundaria.	54
4.27. CU04 Realizar arrastrar y soltar.	57
4.29. CU05 Calibrar sensibilidad de movimiento del puntero del mouse.	58
4.31. CU06 Calibrar retardo del click.	59
4.33. CU07 Calibrar aceleración de movimiento del puntero del mouse.	60
4.35. CU08 Reiniciar valores de calibraciones.	61
4.37. CU09 Seleccionar y guardar cámara.	62
4.40. CU10 Activar y apagar teclado en pantalla.	63
4.43. CU11 Activar y apagar magnificador de pantalla.	64
4.44. Contrato: CO00.	80
4.45. Contrato: CO01.	81
4.46. Contrato: CO02.	82
4.47. Contrato: CO03.	83
4.48. Contrato: CO04.	84
4.49. Contrato: CO05.	85
4.50. Contrato: CO06.	87

4.51. Contrato: CO07.	88
4.52. Contrato: CO08.	89
4.53. Contrato: CO09.	90
4.54. Contrato: CO10.	91
4.55. Contrato: CO11.	92
4.56. Contrato: CO12.	93
4.57. Contrato: CO13.	94
4.58. Contrato: CO14.	95
4.59. Contrato: CO15.	96
4.60. Contrato: CO16.	97
6.4. Usuarios de prueba.	125
6.5. Listado de cascadas de Haar instaladas por defecto en OpenCV	132
6.6. Resumen de resultados experimentales con cascadas de Haar.	134
7.3. Usuarios con discapacidad.	159
7.4. Pruebas con usuarios y monitores usando material didáctico	161
7.5. Actividades usadas en la implementación y su objetivo.	162