

TABLA DE CONTENIDOS

	página
Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Tabla de Contenidos	III
Índice de Figuras	VII
Índice de Tablas	VIII
Resumen	IX
1. Introducción	10
1.1. Descripción del Contexto	10
1.1.1. Introducción al Problema	11
1.2. Objetivos	12
1.2.1. Objetivo General	12
1.2.2. Objetivos Específicos	12
1.3. Alcances	12
1.3.1. Sobre la Fotografía	12
1.3.2. Sobre la Interfaz de Usuario	12
1.4. Estructura del Documento	13
2. Antecedentes	14
2.1. Ética del Proyecto	14
2.1.1. Respeto a los Derechos y Dignidad de las Personas	14
2.1.2. Protección de Datos de Carácter Personal	14
2.2. Microexpresiones Faciales	15
2.2.1. Anatomía Facial	15
2.2.2. Anatomía Ocular	16
2.3. Procesamiento Digital de Imágenes	17
2.3.1. Imagen Digital	18
2.4. Extracción de Características	20

2.4.1.	Detección de Características Locales y Filtros	20
2.4.2.	Filtros	20
2.5.	Máquinas de Soporte Vectorial (SVM)	21
2.5.1.	Comparativa RNA vs SVM	25
2.6.	Algoritmo de Reconocimiento de Caras	26
2.6.1.	Eigenfaces	26
2.6.2.	Fisherfaces	27
3.	Análisis del Problema	29
3.1.	Proyectos Similares	29
3.1.1.	Propuesta de Solución	30
4.	Diseño General del Sistema	31
4.1.	Componentes de API REST	31
4.1.1.	Diseño de API	32
4.2.	Python	32
4.2.1.	Flask	33
4.2.2.	Scikit-Learn	33
4.3.	OpenCV	34
4.4.	Dlib	34
4.5.	Metodología de Desarrollo	34
4.6.	Elección Algoritmo de Reconocimiento Facial	35
5.	Desarrollo	36
5.1.	Computador Servidor	36
5.2.	Captura de Imágenes	37
5.2.1.	Condiciones del Entorno y Características de la Cámara	37
5.3.	Base de Datos	38
5.3.1.	Reconocimiento Facial	38
5.3.2.	Microexpresiones Oculares	39
5.4.	Etapas 1: Reconocimiento Facial	39
5.5.	Etapas 2: Reconocimiento Microexpresiones Oculares	43
5.5.1.	Preparación de Datos y Entrenamiento	43
5.5.2.	Extracción de Microexpresiones Oculares	44
5.5.3.	Entrenamiento, Clasificación y Predicción SVM	44
5.6.	Etapas 3: Desarrollo API	46

5.6.1. Usuarios	46
5.6.2. Funcionalidades	46
6. Pruebas y Resultados	49
6.1. Reconocimiento Facial	49
6.1.1. Escenarios de Prueba	49
6.1.2. Confianza y Reconocimiento	49
6.2. Reconocimiento Microexpresiones Oculares	51
6.2.1. Base de Datos	51
6.2.2. Kernel	52
6.2.3. Coste SVM Kernel LINEAL	53
6.3. FME_API	54
6.3.1. Reconocimiento Facial	54
6.4. Reconocimiento de Microexpresiones Oculares	56
6.4.1. Resumen Peticiones FME_API	57
6.5. Resultados	59
7. Conclusión	60
7.1. Del Estudio Teórico	60
7.2. Del Reconocimiento Facial	60
7.3. Del Reconocimiento de Microexpresiones Oculares	61
7.4. Trabajos Futuros	61
Glosario	62
Anexos	
A: Documentos Oficiales	67
A.1. Formato Consentimiento Informado	68
A.2. Formato Documento de Requisitos	69
A.3. Documento de Requisitos Validado	72
A.4. Documentación API	75
B: Gráficos Elección de Algoritmos de Reconocimiento Facial	80
B.1. Comparación de Iluminación	80
B.2. Comparación de Pose	81

C: Dependencias de Instalación	82
D: Base de Datos	84
D.1. Reconocimiento Facial	84
D.2. Microexpresiones Oculares	85
E: FME API	86
E.1. Fotografías Usadas en Pruebas	86

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
1.1. Espectro Electromagnético.	10
2.1. Músculos faciales.	16
2.2. Distribución de células conos en la retina.	17
2.3. Transformación imagen a píxel.	18
2.4. Imagen y matriz de puntos.	19
2.5. Imagen de Intensidad.	19
2.6. Support Vector Machine Lineal	22
2.7. Comportamiento de observaciones en hiperplanos de SVM.	22
2.8. Comportamiento de SVM utilizando distintos valores de parámetro C. . .	23
2.9. Transformación de espacios SVM	24
4.1. Arquitectura de la API.	33
5.1. Imágenes de la base de datos microexpresiones oculares.	39
5.2. Proceso de reconocimiento facial.	40
5.3. Puntos de referencias faciales.	41
5.4. Normalización de imagen facial.	42
5.5. Modelo de reconocimiento facial.	43
5.6. Proceso de reconocimiento microexpresiones oculares.	44
5.7. Predicción clasificador SVM para rostros con cejas en estado normal. . .	45
5.8. Predicción clasificador SVM para rostros con cejas arriba.	45
B.1. Comparación de desempeño, utilizando variación de iluminación	80
B.2. Comparación de desempeño, utilizando variación de poses	81

ÍNDICE DE TABLAS

	página
2.1. Tipos de kernel para conjuntos no linealmente separables.	25
2.2. Comparación RNA vs SVM	25
3.1. Comparación de APIS de reconocimiento facial.	30
5.1. Lista de funcionalidades FME_API.	46
5.2. Peticiones cURL y respuestas tipo JSON.	48
6.1. Variaciones reconocimiento facial.	50
6.2. Rendimiento con variación de base de datos SVM LINEAL.	51
6.3. Rendimiento clasificador SVM utilizando kernel <i>LINEAL</i>	52
6.4. Rendimiento clasificador SVM utilizando kernel <i>RBF</i>	52
6.5. Rendimiento clasificador SVM utilizando kernel <i>POLY</i>	53
6.6. Rendimiento SVM kernel LINEAL con variación de coste.	53
6.7. Prueba entrenamiento modelo de reconocimiento facial.	54
6.8. Reconocimiento facial de cara conocida	55
6.9. Reconocimiento facial de cara desconocida	55
6.10. Reconocimiento facial de cara no reconocida	56
6.11. Reconocimiento cejas arriba	57
6.12. Reconocimiento cejas en estado normal	57
6.13. Error 404, dirección URL invalida.	58
6.14. Tiempos reales de ejecuciones locales y remotas.	58