

Tabla de Contenidos

RESUMEN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
TABLA DE CONTENIDOS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABLAS.....	IX
NOMENCLATURA.....	X
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMÁTICA.....	1
1.3. OBJETIVOS.....	1
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	1
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	1
1.4. METODOLOGÍA.....	2
1.5. ESTADO DEL ARTE.....	3
1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	4
1.6.1 <i>Alcances</i>	4
1.6.2 <i>Limitaciones</i>	4
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ELECCIÓN DE MATERIALES.....	5
2.1.1 <i>Propiedades del ángulo laminado</i>	5
2.1.2 <i>Propiedades del vidrio templado</i>	5
2.2. IMAGEN DIGITAL.....	7
2.2.1 <i>Color</i>	7
2.2.2 <i>Modo de color RGB</i>	8
2.2.3 <i>Conversión a escala de grises</i>	8
2.2.4 <i>Imagen como matriz</i>	9
2.2.5 <i>Ajustes de imagen digital</i>	10
2.2.6 <i>Histograma</i>	11
2.2.7 <i>Pseudocolor y Slicing</i>	13
2.3. ANATOMÍA DEL PIE.....	16
2.2.8 <i>Distribución de presión en la planta de los pies en bipedestación</i>	18
CAPÍTULO 3. SISTEMA PROPUESTO.....	21
3.1. SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	25
3.2. ADQUISICIÓN DE IMÁGENES.....	26
3.2.1 <i>Cámara</i>	26
3.2.2 <i>Interfaz Gráfica</i>	27
3.2.3 <i>Captura de imagen</i>	31
3.2.4 <i>Procesamiento de imagen</i>	31
3.2.5 <i>Toma de datos del paciente</i>	35
3.2.6 <i>Uso de Histograma</i>	40
3.2.7 <i>Intensidad de gris vs Relación de presión</i>	42
3.2.8 <i>Análisis en 3D</i>	45
CAPÍTULO 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	49
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO.....	49
4.1.1 <i>Preparativo estructura</i>	49
4.1.2 <i>Preparativo software</i>	50
4.2. PRUEBAS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	50
4.2.1 <i>Prueba paciente 1</i>	51
4.2.2 <i>Pruebas paciente 2</i>	53
4.2.3 <i>Pruebas paciente 3</i>	54
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	57

5.1. CONCLUSIONES	57
5.2. TRABAJOS FUTUROS	59
REFERENCIAS	60
ANEXO A. PLANOS ESTRUCTURA SOPORTANTE	62
ÍNDICE PLANOS CONSTRUCTIVOS.....	62
ANEXO B. CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN EN MATLAB	71
CÓDIGOS INTERFAZ GRAFICA	72
FUNCIONES EXTERNAS	92

Lista de Figuras

Figura 1.1. Representación gráfica del sistema propuesto [Fuente: Elaboración propia].	4
Figura 2.1. Representación gráfica del fenómeno de Betts [5].	6
Figura 2.2. Ejemplo práctico del fenómeno de Betts. [Fuente: The Cartagena Post].	7
Figura 2.3 .Escala Munsell de grises.....	8
Figura 2.4 .Distribución de colores en el espacio RGB.....	8
Figura 2.5 .Referencia espacial del pixel (1,1) [Fuente: Elaboración propia]	9
Figura 2.6 .Representación de un pixel de 8 bits.....	10
Figura 2.7. Ejemplo de diferencia en gama de colores de 10 y 8 bits.	10
Figura 2.8. (De arriba a abajo) imagen original, imagen con alto brillo, imagen con bajo brillo cada uno con su respectivo histograma [Fuente: elaboración propia].	12
Figura 2.9. Ecuilización de histograma [fuente: Elaboración propia].	12
Figura 2.10. Interpretación geométrica de la técnica de corte de intensidad [22]	13
Figura 2.11. Representación gráfica de la técnica de corte de intensidad [22].	14
Figura 2.12. (1) Imagen en escala de grises en la que la intensidad corresponde a la precipitación mensual promedio, (2) Colores asignados a los valores de intensidad, (3) Imagen codificada por colores, (4) Zoom a la región de Sudamérica (pequeñas pintas rojas muestran donde hay más precipitación) [23].	14
Figura 2.13. Probeta de acero al aplicarle fuerza y correlación de imagen [25].	15
Figura 2.14. Imágenes en grises y pseudocolor de, (1) premolar descalcificado, (2) tiroides dañada, (3) Soldadura fracturada [22] [26].	15
Figura 2.15. (1) Vista de la cara media del pie, (2) Vista de la cara lateral del pie, (3) Vista superior del pie, donde se muestran los huesos que lo conforman. [27].	16
Figura 2.16. Modelo de viga del arco longitudinal. [27].	17
Figura 2.17. Estructura de la Bóveda plantar [28].	17
Figura 2.18. Patologías del pie más comunes [29].	18
Figura 2.19. Distribución de la planta del pie distribuido por zonas [30].	19
Figura 2.20. Distribución promedio regional del peso expresado como porcentaje (1) y como kilopascales (2) de la carga total soportada por el pie en bipedestación y descalzo. [27].	20
Figura 3.1. Diagrama de bloques de plataforma Baropodométrica propuesta [Fuente: Elaboración propia].	21
Figura 3.2. Ley de reflexión aplicado al sistema de cámara y espejo [Fuente: Elaboración propia].	22
Figura 3.3. Prototipo virtual de la estructura propuesta hecha en INVENTOR 2015 [Fuente: Elaboración propia].	23
Figura 3.4. Deformación total de acrílico de 500x400x5 mm [Fuente: Elaboración propia].	23
Figura 3.5. Esfuerzo equivalente de acrílico de 500x400x5 mm [Fuente: Elaboración propia].	24
Figura 3.6. Tira de luces LED. [Fuente: ermec.com]	25
Figura 3.7. Sistema propuesto para iluminación de la plataforma. Realizado en Proteus. [Fuente: Elaboración propia].	26
Figura 3.8. Webcam General Electric Minicam Pro [800x600 Px] [Fuente: General Electric].	26
Figura 3.9. Push Button [Fuente: Matlab].	27
Figura 3.10. Cuadro Axes [Fuente: Matlab].	28
Figura 3.11. (Izquierda) Slide Bar vertical, (Derecho) Slide bar vertical [Fuente: Matlab].	28
Figura 3.12. Página inicial del Software de Sistema de Detección de Presiones Plantares [Fuente: Elaboración propia].	29
Figura 3.13. Ventana principal que enseña las distintas funciones presente en el software [Fuente: Elaboración propia].	29
Figura 3.14. Captura de imagen [Fuente: Elaboración propia].	31
Figura 3.15. Diagrama para conseguir una imagen en escala de gris [Fuente: Elaboración propia]	32
Figura 3.16. Gráfico de asignación de Pseudocolor [Fuente: Elaboración propia].	33
Figura 3.17 .Prueba de asignación de umbral negro de Pseudocolor [Fuente: Elaboración propia].	34
Figura 3.18 . Resultado de procesamiento digital de imagen con técnica de Pseudocolor y Slicing [Fuente: Elaboración propia].	35
Figura 3.19. Ingreso de nombre del paciente. [Fuente: Elaboración propia]	35
Figura 3.20. Ingreso de datos. [Fuente: Elaboración propia].	36
Figura 3.21. Ventana para visualización de datos. [Fuente: Elaboración propia].	37
Figura 3.22. Ventana de Opciones de Guardado. [Fuente: Elaboración propia].	37

Figura 3.23. Carpeta en las que quedan guardados los datos e imágenes del paciente. [Fuente: Elaboración propia].	38
Figura 3.24. Planilla Excel en la que quedaron guardados los datos del paciente. [Fuente: Elaboración propia].	39
Figura 3.25. Histograma en tono gris, rojo, verde y azul de la imagen capturada. [Fuente: Elaboración propia].	40
Figura 3.26. Histogramas con brillo excesivo (1) y con brillo escaso (2). [Fuente: Elaboración propia].	41
Figura 3.27. Ventana de análisis de pesos cualitativo. [Fuente: Elaboración propia].	42
Figura 3.28. Valores de salida deseados para Slide Bar. [Fuente: Elaboración propia].	43
Figura 3.29. Análisis de pesos cualitativo del pie derecho en una determinada fila de la imagen. [Fuente: Elaboración propia].	44
Figura 3.30. Análisis de pesos cualitativos de ambos pies de una fila (grafico superior) y columna (grafico inferior) determinado de la imagen. [Fuente: Elaboración propia].	45
Figura 3.31. Vista isométrica en 3D de los pies. [Fuente: Elaboración propia].	46
Figura 3.32. Vista lateral en 3D de los pies. [Fuente: Elaboración propia].	47
Figura 3.33. Valores de presiones máximas en cada zona del pie en el plano sagital [30].	48
Figura 4.1. Sistema implementado (1) Vista isométrica. (2) Vista de planta. (3) Vista frontal. (4) Sistema eléctrico. [Fuente: Elaboración propia].	49
Figura 4.2. Demostración de ruido en la imagen por exceso de luz en el ambiente. [Fuente: Elaboración propia].	51

Lista de Tablas

TABLA 1. RESULTADOS OBTENIDOS DE SIMULACION DE ELEMENTOS FINITOS.....24

TABLA 2. RESOLUCIONES DISPONIBLES DE LA WEBCAM A UTILIZAR [Fuente: Matlab].....27

TABLA 3. DATOS RELEVANTES DEL PACIENTE 151

TABLA 4. REPETIBILIDAD DE RESULTADOS DE PACIENTE 152

TABLA 5. DATOS RELEVANTES DEL PACIENTE 253

TABLA 6. REPETIBILIDAD DE RESULTADOS DE PACIENTE 253

TABLA 7. DATOS RELEVANTES DEL PACIENTE 354

TABLA 8. REPETIBILIDAD DE RESULTADOS DE PACIENTE 355

Nomenclatura

$^{\circ}$: Grados angulares.
kPa	: Kilo Pascal (1×10^3).
MPa	: Mega Pascal (1×10^6).
GPa	: Giga Pascal (1×10^9).
mm	: Milímetros.
m	: Metros.
θ_i	: Ángulo de incidencia.
θ_c	: Ángulo crítico.
n_a	: Índice de refracción del aire.
n_{ac}	: Índice de refracción del acrílico.
n_p	: Índice de refracción del plástico.
n_1	: Índice de refracción del medio 1.
n_2	: Índice de refracción del medio 2.
θ_1	: Ángulo del rayo de luz incidente.
θ_2	: Ángulo del rayo de luz refractado.
RGB	: Rojo, Verde y Azul.
$B\&N$: Blanco y Negro
i, m	: Filas de una matriz o vector.
j, n	: Columnas de una matriz o vector.
M	: Matriz imagen.
A	: Matriz de ajuste de canal. Área
C	: Matriz de imagen ajustada. Calcáneo.
B	: Escalar.
N	: Número total de píxeles en una imagen. Eje normal del espejo.
F, W	: Fuerza [Newtons].
Px	: Píxeles.
s	: Segundos.
V	: Voltaje.
x	: Eje de las Abscisas.
y	: Eje de las ordenadas.
z	: Eje de cotas.
W	: Watts.
IM	: Primer metatarsiano.
VM	: Quinto metatarsiano.
AP	: Antepié.
MP	: Mediopié.
RP	: Retropié.
σ_{falla}	: Esfuerzo de fluencia.
σ_{perm}	: Carga permisible.
DC	: Corriente continua.