

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
2. Conceptos Básicos de Ecografía y Procesamiento Digital de Imágenes	4
2.1. Ecografía : Principios de la Formación de Imágenes de Ultrasonido	4
2.1.1. Fundamentos y Etapas de la formación de Imágenes de Ultrasonido .	4
2.1.2. Estudio de Caso: Taote, primer ecógrafo ultra portátil y de bajo costo diseñado en Chile	8
2.1.3. El problema del ruido <i>speckle</i> en ecografía	10
2.2. Procesamiento Digital para Mejora de Imágenes	12
2.2.1. Conceptos y Herramientas Matemáticas Básicas	13
2.2.2. Operadores de Histograma	14
2.2.3. Operadores Locales para el tratamiento de ruido.	15
2.2.4. Realce de Bordos	17
2.2.5. Operadores Multi-Imagen	19
2.3. Diseño de Circuitos Digitales y Tecnología FPGA	21
3. Estado del Arte en Técnicas de Reducción de Ruido Speckle	22
3.1. Propiedades Físicas y Estadísticas del Ruido Speckle	22
3.2. Operadores Lineales	23
3.3. Operadores No Lineales	25
3.4. Híbridos basados en <i>Expansión de Región</i>	27
3.5. Algoritmos Orientados a Implementación en FPGA	28
3.6. Métricas de Calidad de Imagen	29
4. Metodología de Diseño e Implementación de Etapas para Realzar Imágenes	32
4.1. Descripción de las actividades y plataformas de desarrollo	32
4.2. Evaluación y Validación de Técnicas de Reducción de Speckle	33
4.3. Diseño de Circuitos Digitales Básicos Para Procesamiento y Realce de Imágenes	43
5. Resultados y Discusiones	50
5.1. Imágenes Procesadas en Taote	50
5.2. Métricas de Evaluación sobre Imágenes Resultantes	53
5.3. Evaluación Médica del Resultado	59
6. Conclusiones y Trabajo Futuro	60
Bibliografía	63

Índice de Tablas

4.1. Desempeño en imagen de control de técnicas con ventana de 3×3	36
4.2. Desempeño en imagen de control de técnicas con ventana de 5×5	37
4.3. Desempeño promedio de técnicas para ventana de 3×3	39
4.4. Desempeño promedio de técnicas para ventana de 5×5	40
5.1. Desempeño en imagen de control de técnicas con ventana de 3×3	57
5.2. Desempeño en imagen de control de técnicas con ventana de 5×5	58

Índice de Ilustraciones

1.1. Equipos de Ecografía.	1
1.2. Médico utilizando <i>Taote</i> como herramienta de diagnóstico.	2
1.3. Diseño de <i>Taote</i> en 2017.	3
2.1. Generación de imágenes por envío y recepción ondas.	5
2.2. Distintos tipos de transductores.	5
2.3. Generación de líneas de scan en ecografía [1].	6
2.4. Conversión de scan.	8
2.5. Muestras, Imagen y Proceso de Ecografía en <i>Taote</i>	10
2.6. Ruido Speckle.	11
2.7. Operadores de Histograma.	16
2.8. Operadores locales para suprimir ruido.	18
2.9. Realce de bordes.	20
3.1. Filtro Mediana Multi-etapa [21].	27
3.2. Efectos de Transformación mediante ARGF [8].	28
3.3. Arquitectura Operador mediana [11].	29
4.1. Imágenes de prueba para simulación de pruebas.	34
4.2. Imágenes de control con ruido speckle ($\sigma^2 = 0,01$).	38
4.3. Procesamiento sobre Ecografía Abdominal con kernel 3×3	41
4.4. Procesamiento sobre Ecografía Abdominal con kernel 5×5	42
4.5. Esquema de circuitos para buffer de 1, 3 y 5 líneas.	44
4.6. Esquema de circuitos para filtro mediana de 3 y 9 elementos.	45
4.7. Esquema de circuito para mediana multietapa.	46
4.8. Esquema de circuito para promedio de 8 elementos.	47
4.9. Esquema de circuito para operador lineal.	47
4.10. Esquema de circuito para filtro mixto.	48
4.11. Esquema de circuito de Post Procesamiento.	49
5.1. Imágenes con Procesamiento sobre Ecografía de Phantom con kernel 3×3	51
5.2. Imágenes con Procesamiento sobre Ecografía Abdominal con kernel 3×3	52
5.3. Imágenes con Procesamiento sobre Ecografía de Phantom con kernel 5×5	54
5.4. Imágenes con Procesamiento sobre Ecografía Abdominal con kernel 5×5	55
6.1. Comparación de ecografías de <i>Taote</i> y Philips iU22	62