**Tabla de contenido**

|  |  |
| --- | --- |
| **1. Introducción** | **1** |
| 1.1 Objetivo y Aportaciones | 1 |
| 1.2 Tumores de mama y el uso del ultrasonido | 1 |
| 1.2.1 Biopsias de tumores de mama | 2 |
| 1.2.2 Diagnóstico de tumores de mama | 4 |
| 1.2.3 Palpación instrumentada | 9 |
| 1.3 Ultrasonido 3D | 11 |
| 1.4 Intervenciones y Diagnósticos guiados por imágenes de ultrasonido | 14 |
| 1.4.1 Image Guided Surgery Toolkit (IGSTK) | 16 |
| 1.5 Capitulado de la tesis | 18 |

|  |  |
| --- | --- |
| **2. Ultrasonido 3D a mano libre** | **22** |
| * 1. La técnica de ultrasonido 3D a mano libre | 22 |
| 2.2 Calibración de la sonda de ultrasonido | 23 |
| 2.3 Adquisición digital de imágenes de ultrasonido | 27 |
| 2.4 Reconstrucción de volúmenes de ultrasonido | 29 |
| 2.4.1 Método Basado en Pixeles | 32 |
| 2.4.2 Método Basado en Voxeles | 33 |
| 2.5 Visualización de volúmenes de ultrasonido | 35 |
| 2.6 Aplicaciones | 37 |
| 2.6.1 Biopsias de tumores de mama con aguja | 37 |
| 2.6.2 Palpación instrumentada | 39 |

|  |  |
| --- | --- |
| **3. Segmentación automática de imágenes de ultrasonido de mama** | **43** |
| 3.1 Segmentación de tumores de mama en imágenes de ultrasonido 2D y 3D | 43 |
| 3.1.1 Filtrado | 45 |
| 3.1.2 Mejora de Contraste | 47 |
| 3.1.3 Análisis de Textura | 48 |
| 3.1.4 Segmentación de tumores: Bajo y Alto nivel | 51 |
| 3.2 Segmentación de piel y tejido en un volumen de ultrasonido de mama | 60 |
| 3.2.1 Segmentación de piel | 60 |
| 3.2.2 Segmentación de tejido | 64 |
| 3.3 Creación de una malla 3D de ultrasonido de mama | 67 |

|  |  |
| --- | --- |
| **4. Experimentos y Resultados** | **74** |
| 4.1 Reconstrucción de volúmenes de ultrasonido de maniquíes de mama | 74 |
| 4.1.1 Fabricación de maniquíes de ultrasonido | 74 |
| 4.1.2 Adquisición de imágenes de ultrasonido rastreadas | 78 |
| 4.1.3 Calibración de la sonda de ultrasonido | 80 |
| 4.1.4 Comparación y validación de los métodos de reconstrucción de volúmenes de ultrasonido | 84 |
| 4.2 Segmentación de tumores de mama en imágenes de ultrasonido | 89 |
| 4.2.1 Evaluación de los descriptores de textura y la etapa de pre-procesamiento | 90 |
| 4.2.2 Evaluación de la segmentación automática de tumores | 97 |
| 4.3 Segmentación de piel y tejido en imágenes de ultrasonido | 103 |
| 4.4 Construcción de una malla a partir de imágenes de ultrasonido segmentadas | 107 |
| 4.5 Implementación de aplicaciones | 107 |
| 4.5.1 Biopsias de tumores de mama con aguja | 107 |
| 4.5.2 Palpación instrumentada | 113 |

|  |  |
| --- | --- |
| **5. Conclusiones y discusión** | **118** |
| 5.1 Reconstrucción de volúmenes de ultrasonido de maniquíes de mama | 119 |
| 5.1.1 Fabricación de maniquíes de ultrasonido | 119 |
| 5.1.2 Calibración de la sonda de ultrasonido | 121 |
| 5.1.3 Reconstrucción de volúmenes de ultrasonido | 121 |
| 5.2 Segmentación automática de imágenes de ultrasonido de mama | 123 |
| 5.2.1 Segmentación de tumores de mama en imágenes de ultrasonido | 123 |
| 5.2.2 Segmentación de piel y tejido en imágenes de ultrasonido | 126 |
| 5.3 Implementación de aplicaciones | 127 |
| 5.3.1 Biopsias de tumores de mama | 127 |
| 5.3.2 Palpación instrumentada | 128 |