

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Contexto	1
1.2. Problema	2
1.3. Relevancia	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo General de la solución	3
1.4.2. Objetivos específicos de la solución	3
1.5. Resumen de los resultados	4
1.5.1. Programa desarrollado	4
1.5.2. Validación de la solución	6
1.6. Contenido de la memoria	6
2. Antecedentes	9
2.1. Herramientas para modificar elevaciones de terreno	10
2.1.1. MATLAB	10
2.1.2. GPlates	12
2.1.3. QGIS	12
2.1.4. GMT	13
2.1.5. Ventajas y desventajas de las herramientas actuales	13
2.2. Datos y formatos	15
2.2.1. Polígonos	15
2.2.2. Modelo de elevación digital	16
3. Especificación del problema, requisitos y metodología de desarrollo	18
3.1. Problema actual	18
3.2. Requerimientos y casos de uso de la herramienta	19
3.2.1. Requerimientos específicos de la aplicación desarrollada	19
3.2.2. Casos de uso	20
3.3. Metodología de desarrollo implementada	22
4. Diseño de la solución	24
4.1. Arquitectura general de la aplicación	24
4.2. Descripción de los módulos principales	25
4.3. Diagramas de clases	26
4.3.1. GUI	26
4.3.2. Escena	28
4.3.3. Engine	29
4.3.4. Errores	31

5. Implementación de la solución	33
5.1. Licencia usada	33
5.2. Tecnologías usadas	33
5.2.1. Python	34
5.2.2. OpenGL	34
5.2.3. GLFW	34
5.3. GPU, Shaders y pipeline gráfico de OpenGL	34
5.3.1. GPU	34
5.3.2. OpenGL y Shaders	35
5.4. Renderizado en 2 dimensiones	37
5.4.1. Carga y lectura de datos	37
5.4.2. Generación del modelo	38
5.4.3. Matriz de proyección	39
5.4.4. Coloración y shaders	40
5.4.5. Actualización de los modelos	40
5.5. Renderizado en 3 dimensiones	40
5.5.1. Procesamiento de datos	40
5.5.2. Matrices de modelo, vista y proyección	41
5.5.2.1. Perspectiva	41
5.5.2.2. Vista	42
5.5.2.3. Modelo	42
5.5.2.4. Aplicación de las matrices	43
5.5.3. Coloración	43
5.5.4. Cámara	43
5.5.4.1. Sistema coordenado	43
5.5.4.2. Movimiento de la cámara	44
5.5.5. Factor de exageración	44
5.5.6. Actualización de la información	44
5.6. Polígonos	45
5.6.1. Creación de polígonos	45
5.6.2. Carga de polígonos	46
5.6.3. Uso de polígonos simples	46
5.7. Selección de los puntos	47
5.8. Transformación de los puntos y filtros	49
5.8.1. Transformación de los puntos	49
5.8.2. Filtros	51
5.9. Interpolación	52
5.10. Suavizamiento	53
5.11. Input y Output del programa	54
5.11.1. Netcdf	55
5.11.1.1. Exportación	55
5.11.1.2. Importación	55
5.11.2. CPT	56
5.11.3. Shapefile	57
5.11.3.1. Importación	57
5.11.3.2. Exportación	58
5.12. Testing	58

5.12.1. Tests unitarios	58
5.12.2. Tests de funcionamiento	59
6. Solución implementada y validación	60
6.1. Características de la solución implementada	60
6.1.1. Aplicación interactiva	60
6.1.2. Modificación de alturas	61
6.1.3. Visualización en 3D	62
6.1.3.1. Exageración de las alturas	62
6.1.3.2. Conversión de unidades	62
6.1.3.3. Cámara	62
6.1.4. Interpolación	64
6.1.5. Suavizado	64
6.2. Modo de uso de la aplicación	67
6.2.1. Carga de mapas	67
6.2.2. Creación y carga de polígonos	67
6.2.2.1. Creación de polígonos	67
6.2.2.2. Carga de polígonos	69
6.2.3. Modificación de la altura de los puntos en un polígono y uso de máscaras	69
6.2.4. Interpolación y suavizamientos de puntos	70
6.2.5. Visualización en tres dimensiones	70
6.2.6. Exportación de mapas y polígonos	72
6.3. Validación de la solución	72
6.3.1. Datos y mapas comparados	73
6.3.2. Resultados obtenidos	73
7. Conclusión	78
7.1. Aplicación desarrollada	78
7.2. Trabajo futuro	79
Bibliografía	81
Anexos	82
A.1. Manual de uso	82
A.1.1. <i>Visualization Tools</i>	83
A.1.2. <i>Polygon Tools</i>	83
A.1.3. <i>Relief Tools</i>	85
A.1.4. <i>Interpolation Tools</i>	87
A.1.5. <i>Polygon Information</i>	88
A.1.6. Barra de navegación	88
A.1.7. Modo 3D	89
A.1.7.1. <i>Camera Information</i>	90
A.1.7.2. <i>View Tools</i>	90
A.1.7.3. <i>Unit Tools</i>	91
A.2. Tecnologías usadas	91
A.2.1. Python	91
A.2.2. OpenGL	92
A.2.3. GLFW	93

A.2.4. Dear IMGUI	93
A.2.5. PlantUML	94
A.2.6. Shapely	94
A.3. Open Source	95
A.4. Formatos	95
A.4.1. Netcdf	96
A.4.2. Shapefile	96
A.5. Documentación	97
A.5.1. Documentación de la arquitectura	97
A.5.1.1. UML y PlantUML	98
A.5.1.2. Documentación de código	98
A.6. Tests unitarios	99