

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Contexto y motivación	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1. Objetivos generales	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Metodología	2
1.4. Estructura de la memoria	2
2. Estado del arte	4
2.1. Programas profesionales	4
2.1.1. Animación	4
2.1.2. Videojuegos	4
2.1.3. Diseño	5
2.2. Soluciones en CPU	5
2.3. Soluciones en GPU	5
2.4. Machine Learning	6
3. Trabajo previo	8
3.1. Simulación en navegador web	8
3.2. Simulación utilizando GPU	9
4. Teoría e implementación	11
4.1. Representación	11
4.1.1. Discretización espacial	11
4.1.2. Discretización temporal	12
4.1.3. Formalización	13
4.1.4. Estructura de datos: Half-Edge	14
4.2. Ciclo de la simulación	15
4.3. Modelos de fuerzas y restricciones	16
4.3.1. Masa - Resorte	16
4.3.1.1. Aplicación de restricciones	17
4.3.1.2. Aplicación de fuerzas	19
4.3.2. Mecánicas continuas	20
4.3.2.1. Aplicación de fuerzas	22
4.4. Evolución en el tiempo	26
4.4.1. Integración de Verlet	27
4.5. Manejo de colisiones	27
4.5.1. Detección	27

4.5.1.1. Tela - Objeto	28
4.5.1.1.1 Octree	28
4.5.2. Respuesta	29
5. Evaluación	32
5.1. Modelos	32
5.2. Detección de colisiones	34
6. Programa de simulación	36
6.1. Requerimientos	36
6.2. Dependencias	37
6.3. Arquitectura	37
6.3.1. Simulación	38
6.3.1.1. Objeto	39
6.3.1.2. Modelo	41
6.3.1.3. Integración	42
6.3.1.4. Colisión	42
6.3.2. Renderizado	43
6.3.2.1. Objeto según API	44
6.3.2.2. Framebuffer	45
6.3.2.3. Shaders	46
6.3.2.4. Luces	46
6.3.2.5. Cámara	47
6.3.3. Interfaz	47
7. Conclusiones	50
8. Trabajo futuro	51
Bibliografía	52
Anexos	54
A. Diagramas de clase	54
B. Intersección entre primitivas	56
B.1. Triángulo - Plano (Test)	56
B.2. Triángulo - Caja (Test)	56
B.3. Segmento - Caja (Test)	59
B.4. Segmento - Triángulo (Intersección)	60
C. Configuración utilizada por Figura	62
C.1. Figura 4.1	62
C.2. Figura 4.7	62
C.3. Figura 4.8	62
C.4. Figura 4.9	62
C.5. Figura 4.12	63
C.6. Figura 4.17	63
C.7. Figura 4.18	63
C.8. Figura 5.1	63
D. Código fuente	64

D.1.	Modelos de fuerzas y restricciones	64
	D.1.1. Masa - Resorte	64
	D.1.2. Mecánicas continuas	70
D.2.	Evolución en el tiempo	78
	D.2.1. Integración de Verlet	79
D.3.	Manejo de colisiones	80
	D.3.1. Octree	80