

Índice general

Resumen	I
Resum	III
Abstract	V
Agradecimientos	VII
1. Introducción y objetivos	1
1.1. Introducción	1
1.2. Motivación	5
1.3. Objetivos	7
1.4. Organización de la tesis	10
2. Reproducción espacial de sonido	13
2.1. Introducción	13
2.2. Sistemas basados en el efecto <i>phantom</i>	14
2.2.1. El efecto <i>phantom</i>	14
2.2.2. Sistema estéreo	16
2.2.3. Sistemas Surround 5.1, 6.1, 7.1, 10.2 y 22.2	18
2.2.4. <i>Vector base amplitude panning</i> (VBAP)	24

2.3. Reconstrucción binaural	26
2.3.1. Sistemas transaurales	29
2.4. Síntesis del campo sonoro	31
2.4.1. Ambisonics	32
2.4.2. <i>Wavefield Synthesis</i>	36
2.5. <i>Wavefield Synthesis</i>	37
2.5.1. Fundamentos teóricos clásicos	38
2.5.2. Fundamentos teóricos actualizados	44
2.5.3. Comparación	53
2.5.4. Limitaciones	54
3. Soluciones prácticas para la implementación de sistemas	
WFS	63
3.1. Consideraciones previas	64
3.2. Síntesis de una fuente virtual	66
3.2.1. Retardo fraccionario	68
3.3. Selección de sub-arrays para topologías complejas	71
3.3.1. Técnica de la línea de referencia	72
3.3.2. Técnica de la visibilidad	73
3.3.3. Técnica de la intensidad	75
3.3.4. Comparación y discusión	77
3.3.5. Comentarios sobre la difracción	82
3.4. Fuentes próximas al array	83
3.4.1. Tratamiento del módulo de r_n	85
3.4.2. Tratamiento del ángulo θ_n	86
3.4.3. Discusión	88
3.5. Fuentes focalizadas	89
3.5.1. Fundamentos	90

3.5.2.	Síntesis de fuentes focalizadas	92
3.5.3.	Técnica del cono de apertura	92
3.5.4.	Técnica de la intensidad	96
3.5.5.	Comparación y discusión	97
3.6.	Fuentes en movimiento	101
3.6.1.	El efecto <i>doppler</i>	103
3.6.2.	Variación del retardo: modulación en frecuencia . . .	105
3.6.3.	Variación de la ganancia: modulación en amplitud. .	108
3.6.4.	Movimiento sin efecto <i>doppler</i>	109
3.6.5.	Discusión	110
3.7.	Mejora del <i>aliasing</i> espacial	111
3.7.1.	Técnica OPSI	112
3.7.2.	Aproximación por subbandas	113
3.7.3.	Discusión	118
3.8.	Conclusiones	120
4.	Procesado de WFS en tiempo real: arquitectura e imple-	
	mentación	123
4.1.	Introducción	123
4.2.	Arquitectura de computadores	126
4.2.1.	Estrategias tecnológicas	126
4.2.2.	Estrategias organizativas	128
4.2.3.	El sistema operativo multitarea	132
4.3.	Modelo de acceso al <i>hardware</i> de I/O	133
4.3.1.	Procesado por bloques	134
4.3.2.	<i>Hardware</i> de sonido	134
4.3.3.	La librería ASIO	136
4.4.	Diseño del software para rentabilizar el <i>hardware</i>	138

4.4.1.	Optimización del código	139
4.4.2.	Procesado vectorial	146
4.4.3.	Paralelismo	148
4.4.4.	Problemas de sincronización	152
4.5.	Arquitectura del software de WFS	154
4.5.1.	Diseño orientado a objetos	155
4.5.2.	Paralelización de WFS	160
4.5.3.	Procesado de la señal	173
4.5.4.	Comentarios sobre la eficiencia	181
4.6.	Prototipos	183
4.6.1.	<i>Hardware</i> de conversión D/A y amplificación	183
4.6.2.	Arrays de altavoces	185
4.7.	Conclusiones	189
5.	Arquitectura software para la producción de sonido espacial	193
5.1.	Introducción	194
5.2.	Estrategias para el desarrollo de aplicaciones de autoría de WFS	196
5.2.1.	Aplicación autónoma	196
5.2.2.	Actualización de las aplicaciones existentes	197
5.2.3.	Estrategia híbrida	198
5.3.	Arquitectura de producción de sonido propuesta	199
5.3.1.	Codificación de las escenas	201
5.3.2.	Adaptación de XML3DAudio para su uso en WFS	209
5.4.	Descripción de los módulos desarrollados	214
5.4.1.	Gestor de las escenas	214
5.4.2.	<i>Plug-in</i> VST	220

5.4.3. Núcleo de renderizado	222
5.5. Conclusiones	230
6. Conclusiones y líneas abiertas	233
6.1. Conclusiones	234
6.2. Contribuciones	235
6.3. Líneas abiertas de trabajo	239
6.4. Publicaciones	240
A. Notación	243
A.1. Convenciones	243
A.2. Lista de símbolos	244
A.3. Abreviaturas y acrónimos	244
B. Protocolo UDP de gestión de las escenas	247
B.1. Comandos globales	247
B.2. Creación de fuentes sonoras.	247
B.3. Control de una fuente sonora.	248
C. Software de simulación numérica	251
Bibliografía	255