

INDICE

Agradecimientos	15
Prefacio	17
1. Introducción	21
1.1. ¿Qué es la realidad virtual?	22
1.2. Las tres <<I>> de la realidad virtual	24
1.3. Curso histórico de la realidad virtual	25
1.4. Hacia la comercialización	32
1.5. El contenido del libro	34
2. Las Herramientas de la Realidad Virtual	35
2.1. Sensores de posición tridimensional	35
2.1.1. Sensores magnéticos 3D	37
2.1.2. Sensores tridimensionales de ultrasonidos	43
2.2. <<Trackball>> (Sistemas de control con bola)	46
2.3. Los guantes sensitivos	48
2.3.1. El DataGlove	48
2.3.2. El CyberGlove	54
2.3.3. El PowerGlove	56
2.3.4. El DHM (Dextrous Hand Master)	57
2.4. Sistemas de visión estereoscópicos	61
2.4.1. La visión humana estereoscópica	62
2.4.2. Cascos de visualización	64
2.4.2.1. Cascos de visualización que emplean LCD	67
2.4.2.2. Cascos de visualización que emplean CRT	70
2.4.2.3. Los monitores binoculares omnidireccionales	72
2.4.3. Gafas estereoscópicas	75
2.4.4. Pantallas estereoscópicas de proyección	80
2.5. Generadores de sonido tridimensionales	81
2.5.1. Modelo auditivo del ser humano	84
2.5.2. El convolvotron	86
2.5.3. El Benchtron y el Acoustetron	90
3. Retornos Táctiles y Retorno de Fuerza	91
3.1. El retorno táctil difiere del retorno de esfuerzo	92
3.2. Requisitos de los retornos táctiles y de esfuerzos virtuales	95
3.3. Retorno táctil	98
3.3.1. Retorno táctil neumático	98
3.3.2. Retorno vibro – táctil	101
3.3.3. Retorno táctil <<aumentado>>	105
3.4. Retorno de esfuerzo	106
3.4.1. Los brazos de retorno de esfuerzo	106
3.4.2. Palancas de mando	109
3.4.3. Palancas de mando mejoradas	112
3.4.4. Sistemas maestros portátiles	114
3.4.4.1. El <<Rutgers Portable Master>>	114

3.4.4.2. El <<LRP portable Master>>	118
3.4.4.3. El SAFIRE y el Force ArmMaster	119
3.5. Combinar retorno táctil y retorno de esfuerzo	120
4. La Arquitecturas de Cálculo	125
4.1. Carga de cálculo y velocidad de refresco	126
4.1.1. Rendimiento gráfico y modo de elaboración de las sombras	126
4.1.2. Rendimiento gráfico y complejidad de escena	131
4.2. Motores de realidad virtual basados en PC	136
4.2.1. El PC – 486 y los aceleradores gráficos ActionMedia	137
4.2.2. El PC – 486 con los aceleradores gráficos Spea <<Fire>>	139
4.2.3. Otros aceleradores gráficos con PC	143
4.3. Arquitecturas basadas en Estaciones de Trabajo (Workstations)	145
4.3.1. La estación de trabajo <<Virtual Holographic>>	145
4.3.2. La estación de tranbajo <<ProVisión 100>>	146
4.4. Motores de realidad virtual altamente paralelos	149
4.5. Realidad virtual distribuida	154
4.5.1. Sistemas basados en superordenadores	156
4.5.2. El sistema distribuido de IBM	158
4.5.3. Retorno de esfuerzo distribuido	161
4.5.4. Sistema con dos usuarios	164
5. Modelización	167
5.1. El modelo geométrico	168
5.1.1. La forma del objeto	168
5.1.2. Aspecto del objeto	170
5.2. Modelo cinemático	176
5.2.1. La posición de un objeto	176
5.2.2. Detección de colisiones	178
5.2.3. Desplazamiento, asimiento y factor de escala	179
5.2.4. Jerarquías de objetos	181
5.2.5. Punto de vista sobre el mundo virtual	183
5.3. Modelo físico	186
5.3.1. Modelización del peso	186
5.3.2. Ductibilidad y deformación de superficies	187
5.3.3. Rugosidad de la superficie	190
5.4. Comportamiento de un objeto	191
5.5. Segmentación del modelo	192
5.5.1. Segmentación en celdas	193
5.5.2. Nivel de segmentación de los detalles	196
6. La Programación en Realidad Virtual	201
6.1. El editor de realidad virtual	203
6.1.1. RenderWare	205
6.1.2. El editor VRT3	207
6.1.3. El editor <<Amaze>>	211
6.2. El modelizador residente	215
6.3. Secuenciación de acontecimientos	218

6.4. Simulación distribuida en tiempo real	221
6.4.1. Descomposición de las tareas	222
6.4.2. Actores	224
6.4.3. El elemento <<jerarquía>>	225
6.4.4. El espacio de datos compartido	225
6.5. Programación gráfica	228
7. Los Factores Humanos. Los Problemas de la Evaluación	231
7.1. Las dificultades de la evaluación	234
7.2. Enfoques de la evaluación de los sistemas de RV	235
7.2.1. El control	235
7.2.2. Visión y control	236
7.2.2.2. Percepción del relieve	241
7.2.2.3. Distinción de los colores	242
7.2.2.4. La visión <<contemplativa>>	243
7.2.3. Visión y mando: La visión <<activa>>	245
7.2.4. Visión y control / mando: la visión <<realzada>>	246
7.2.5. La audición y el control/mando	248
7.2.5.1. La audición pasiva	249
7.2.5.2. La audición activa o la generación de sonidos para el mando	250
7.2.5.3. La audición realzada o la generación de sonidos dinámicos para el control / mando	251
7.2.6. El sentido háptico y el control/ mando	252
7.2.6.1. De la evaluación de los guantes sensitivos	256
7.2.7. De la evaluación tecnológica global	261
7.2.7.1. Coordinación en el mando	263
7.2.8. Otros factores humanos con incidencia tecnológica	270
7.2.8.1. El mareo de los simuladores	270
7.2.8.2. La seguridad del operador	271
7.3. Realidad virtual y sociedad	271
7.3.1. El progreso técnico	271
7.3.1.1. Impacto en la vida profesional	272
7.3.1.2. Impacto en la vida privada	272
7.3.1.3. Impacto en la vida pública	274
8. Las Aplicaciones	277
8.1. Medicina y rehabilitación	278
8.1.1. Cirugía	279
8.1.2. Simulador de anatomía	279
8.1.2.1. Simuladores quirúrgicos	283
8.1.3. Telecirugía	286
8.1.4. Sistemas híbridos	290
8.1.5. Rehabilitación	291
8.1.5.1. Diagnóstico de la mano	293
8.1.5.2. Rehabilitación del cuerpo humano	295
8.1.5.3. Mejorar la calidad de vida de los discapacitados	297
8.1.6. Biotecnología	300

8.2. Diversiones, artes y enseñanza	302
8.2.1. Las diversiones	303
8.2.1.1. Galerías donde se exponen sistemas de realidad virtual	303
8.2.1.2. Los juegos de realidad virtual en casa	310
8.2.2. Las artes	313
8.2.2.1. El <<Videoplace>>	313
8.2.2.2. <<Mandala>>	315
8.2.2.3. Los actores virtuales	317
8.2.2.4. El museo virtual	319
8.2.2.5. Música virtual	321
8.2.3. La enseñanza	323
8.3. Aplicaciones en el campo militar y aeroespacial	326
8.3.1. Aplicaciones militares	327
8.3.1.1. La red de entrenamiento <<SIMMET>>	327
8.3.1.2. La guerra antisubmarinos	330
8.3.1.3. Sistema de entrenamiento virtual del misil Stringer	332
8.3.2. Aplicaciones aeroespaciales	334
8.3.2.1. El sistema de entrenamiento con realidad virtual de la NASA	334
8.3.2.2. La ESA (European Space Agency)	335
8.4. Aplicaciones para los negocios	336
8.4.1. Las finanzas	336
8.4.1.1. La interfaz maxus para el comercio de mercancías	337
8.4.1.2. Visualización de los tipos de cambio	339
8.4.2. La publicidad	340
8.4.3. Diseño de interiores	342
8.5. Robótica y producción asistida por ordenador	343
8.5.1. Robótica	344
8.5.2. Robot y realidad virtual	347
8.5.2.1. Ayuda en el diseño de robots	347
8.5.2.2. Ayuda a la consideración de entornos mal conocidos en el funcionamiento autónomo de los robots	348
8.5.2.3. Ayuda al aprendizaje y a la programación autónoma de los robots	348
8.5.2.4. Ayuda a la teleoperación	351
8.5.3. Producción asistida por ordenador	355
9. El Porvenir de la Realidad Virtual	359
9.1. Simulaciones dentro de grandes volúmenes	359
9.2. Nuevos sistemas de visualización	361
9.3. Nuevos sistemas de representación háptica	363
9.4. Interfaces biológicos	365
9.5. Guantes imagen	367
9.6. Control vocal	367
9.7. Ordenadores portátiles	369
9.8. Programación y modelización	369

9.9. Conclusión	370
Bibliografía	371
Índice de figuras	387
Índice de tablas	397
Índice de empresas y laboratorios de investigación	399
Índice analítico	405