

Contenido

Capítulo 1: ¿Qué es la simulación?.....	1
1.1 Modelación.....	1
1.1.1 ¿Qué se está modelando?	2
1.1.2 ¿Y si sólo se juega con el sistema?	3
1.1.3 A veces no se puede (o no se debe) jugar con el sistema	3
1.1.4 Modelos físicos.....	4
1.1.5 Modelos lógicos (o matemáticos)	4
1.1.6 ¿Qué es lo que se hace con un modelo lógico?.....	5
1.2 Simulación por computadora	5
1.2.1 Popularidad y ventajas	5
1.2.2 Las malas noticias	6
1.2.3 Diferentes tipos de simulaciones.....	7
1.3 Cómo se hace la simulación	8
1.3.1 A mano	8
1.3.2 Programación en lenguajes con un propósito general	10
1.3.3 Lenguajes de simulación	10
1.3.4 Simuladores de alto nivel.....	10
1.3.5 En dónde encaja Arena	10
1.4 Cuándo se usan las simulaciones	12
1.4.1 Los primeros años	12
1.4.2 Los años de formación	12
1.4.3 El pasado reciente	13
1.4.4 El presente.....	13
1.4.5 El futuro.....	14
Capítulo 2: Conceptos principales de simulación	15
2.1 Un ejemplo	15
2.1.1 El sistema	15
2.1.2 Metas del estudio	17
2.2 Opciones de análisis.....	18
2.2.1 Conjetura educada	18
2.2.2 Teoría de colas.....	19
2.2.3 Simulación mecánica	20
2.3 Piezas de un modelo de simulación	20
2.3.1 Entidades	20
2.3.2 Atributos.....	21

2.3.3	Variables (globales).....	21
2.3.4	Recursos.....	22
2.3.5	Colas.....	22
2.3.6	Acumuladores estadísticos.....	23
2.3.7	Eventos.....	23
2.3.8	Reloj de simulación.....	24
2.3.9	Empezar y parar.....	24
2.4	Simulación manual dirigida por eventos.....	25
2.4.1	Esbozo de la acción.....	25
2.4.2	Mantenimiento del rastro de las cosas.....	26
2.4.3	Llevarla a cabo.....	28
2.4.4	Resumen.....	32
2.5	Simulación orientada a eventos y procesos.....	32
2.6	Aleatoriedad en la simulación.....	34
2.6.1	Entrada y salida aleatoria.....	34
2.6.2	Repetición del ejemplo.....	34
2.6.3	Comparación de alternativas.....	36
2.7	Simulación con hojas de cálculo.....	38
2.7.1	El problema del voceador.....	38
2.7.2	Una cola de servicio sencilla.....	43
2.7.3	Extensiones y limitaciones.....	47
2.8	Visión general de un estudio de simulación.....	47
2.9	Ejercicios.....	48
Capítulo 3: Un recorrido guiado a través de Arena.....		53
3.1	Inicio.....	53
3.2	Exploración de la ventana de Arena.....	55
3.2.1	Abrir un modelo.....	55
3.2.2	Interacción básica y partes de la ventana de Arena.....	56
3.2.3	Tomar vista panorámica, acercamiento, ver y alinear en la vista del diagrama de flujo.....	58
3.2.4	Módulos.....	60
3.2.5	Documentación interna del modelo.....	61
3.3	Navegar por un modelo existente: modelo 3-1.....	62
3.3.1	El módulo Create en diagrama de flujo.....	62
3.3.2	El módulo de Entity Data (Datos de la Entidad).....	64
3.3.3	El módulo diagrama de flujo de proceso.....	64
3.3.4	El módulo Data del recurso.....	66
3.3.5	El módulo Queue Data.....	67
3.3.6	Animar recursos y colas.....	68
3.3.7	El módulo Dispose de diagrama de flujo.....	68
3.3.8	Conexión de los módulos del diagrama de flujo.....	68
3.3.9	Gráficos dinámicos.....	69
3.3.10	Arreglando las cosas.....	71
3.3.11	Preparando las condiciones para la ejecución.....	72

3.3.12	Ejecución.....	73
3.3.13	Ver los reportes.....	74
3.4	Construya el modelo 3-1 usted mismo	79
3.4.1	Nueva ventana del modelo y panel básico del proceso	80
3.4.2	Colocar y conectar los módulos del diagrama de flujo.....	81
3.4.3	El módulo Create de diagrama de flujo	81
3.4.4	Despliegues	82
3.4.5	El módulo Entity Date	83
3.4.6	El módulo de diagrama de flujo Process	83
3.4.7	Los módulos Resource y Queue data	84
3.4.8	Animation Resource (Animación).....	84
3.4.9	El módulo Dispose del diagrama de flujo	85
3.4.10	Gráficos dinámicos.....	85
3.4.11	Fachada (apariciencia)	88
3.4.12	Los cuadros de diálogo Run > Setup (Correr > configurar).....	89
3.4.13	Establecer Named Views	89
3.5	Estudio de caso: procesamiento serial especializado frente a procesamiento paralelo generalizado	89
3.5.1	Modelo 3-2: Procesamiento serial. Trabajo especializado separado .	90
3.5.2	Modelo 3-3: Procesamiento paralelo. Trabajo integrado generalizado	93
3.5.3	Modelos 3-4 y 3-5: El efecto de la variabilidad de tiempo de tarea	95
3.6	Más de menús, barras de herramientas, dibujo e impresión	97
3.6.1	Menús	98
3.6.2	Barras de herramientas.....	102
3.6.3	Dibujar.....	105
3.6.4	Imprimir.....	107
3.7	¡Ayuda!.....	107
3.8	Más de ejecutar modelos	108
3.9	Resumen y pronóstico.....	110
3.10	Ejercicios	110
Capítulo 4: Modelación de operaciones y entradas básicas		115
4.1	Modelo 4-1: montaje electrónico y sistema de prueba.....	115
4.1.1	Desarrollo de un enfoque de modelado	116
4.1.2	Construcción del modelo.....	117
4.1.3	Ejecución del modelo	127
4.1.4	Ver los resultados	130
4.2	Modelo 4-2: montaje electrónico mejorado y sistema de prueba	132
4.2.1	Expansión de la representación de recursos: Programas y Estados	133
4.2.2	Programas del recurso	134
4.2.3	Fallas del recurso.....	138
4.2.4	Frecuencias.....	140
4.2.5	Resultados del modelo 4-2.....	144

4.3	Modelo 4-3: mejora de la animación.....	147
4.3.1	Cambio de las colas de animación	148
4.3.2	Cambio de las imágenes de entidad	150
4.3.3	Agregar imágenes de recurso	152
4.3.4	Agregar variables y gráficas.....	154
4.4	Modelo 4-4: montaje electrónico y sistema de prueba con movimientos de piezas.....	156
4.4.1	Algunos conceptos nuevos de Arena: Estaciones y Transferencias.....	156
4.4.2	Añadir la lógica de ruta	158
4.4.3	Alterar la animación.....	162
4.5	Encontrar y corregir errores.....	165
4.6	Análisis de entradas: especificación de parámetros y distribuciones del modelo .	172
4.6.1	Entradas deterministas contra aleatorias.....	173
4.6.2	Recopilación de datos.....	174
4.6.3	Uso de datos.....	175
4.6.4	Ajuste de distribuciones de entradas vía el analizador de datos de entrada (Input Analyzer)	176
4.6.5	¿Sin datos?.....	183
4.6.6	Procesos de llegada no estacionarios	186
4.6.7	Datos de entrada multivariados y correlacionados.....	187
4.7	Resumen y pronóstico.....	187
4.8	Ejercicios	188

Capítulo 5: Modelado de operaciones detalladas 195

5.1	Modelo 5-1: un sistema de centro de atención telefónica sencillo.....	196
5.2	Nuevos temas de modelado	197
5.2.1	Rechazos (Rejections) y cuando el cliente renuncia (Balking).....	197
5.2.2	Decisiones de tres caminos	198
5.2.3	Variables y expresiones	198
5.2.4	Almacenamientos (Storages).....	199
5.2.5	Simulaciones terminantes o de estado estable.....	199
5.3	Enfoque del modelado.....	200
5.4	Construcción del modelo	202
5.4.1	Crear llegadas y dirigir al servicio.....	202
5.4.2	Lógica de corte de llegada (cutoff).....	208
5.4.3	Llamadas de soporte técnico	210
5.4.4	Llamadas de ventas	213
5.4.5	Llamadas de estado del pedido.....	214
5.4.6	Salida del sistema y configuración de ejecución	220
5.4.7	Animación.....	222
5.5	Modelo 5-2: sistema mejorado del centro de atención telefónica.....	225
5.5.1	Descripción del nuevo problema.....	225
5.5.2	Conceptos nuevos.....	227
5.5.3	Definición de datos.....	229
5.5.4	Modificación del modelo.....	232

5.6	Modelo 5-3: el centro de llamadas mejorado con más medidas del desempeño de la salida.....	238
5.7	Modelo 5-4: simulación de inventario (s, S).....	245
5.7.1	Descripción del sistema	245
5.7.2	Modelo de simulación	247
5.8	Resumen y pronóstico.....	258
5.9	Ejercicios	258
Capítulo 6: Análisis estadístico de resultados de las simulaciones terminadas.....		265
6.1	Marco de tiempo de las simulaciones.....	266
6.2	Estrategia para recopilación y análisis de datos	266
6.3	Intervalos de confianza para sistemas terminados	268
6.4	Comparación de dos escenarios	273
6.5	Evaluación de varios escenarios con el Process Analyzer (PAN) (Analizador de procesos).....	277
6.6	Búsqueda de un escenario óptimo con OptQuest.....	282
6.7	Resumen y pronóstico.....	287
6.8	Ejercicios	288
Capítulo 7: Modelado intermedio y análisis estadístico de estado estable		293
7.1	Modelo 7-1: un sistema pequeño de fabricación	293
7.1.1	Nuevos conceptos de Arena	294
7.1.2	El enfoque de modelado	296
7.1.3	Los módulos de datos.....	297
7.1.4	Los módulos de lógica.....	299
7.1.5	Animación.....	306
7.1.6	Verificación	308
7.2	Análisis estadístico de resultados de las simulaciones de estado constante.....	312
7.2.1	Calentamiento y longitud de ejecución	312
7.2.2	Réplicas truncadas	316
7.2.3	Agrupar en una sola ejecución	317
7.2.4	¿Qué hacer?	320
7.2.5	Otros métodos y objetivos para el análisis estadístico de estado estable.....	321
7.3	Resumen y pronóstico.....	321
7.4	Ejercicios	321
Capítulo 8: Transferencia de entidades		327
8.1	Tipos de transferencias de entidades.....	327
8.2	Modelo 8-1: el pequeño sistema de fabricación con transferencias restringidas por los recursos.....	329
8.3	El pequeño sistema de fabricación con transportadores.....	333

8.3.1	Modelo 8-2: el modelo 8-1 modificado para los transportadores...	333
8.3.2	Modelo 8-3: refinación de la animación para los transportadores .	341
8.4	Transportadores continuos	347
8.4.1	Modelo 8-4: el pequeño sistema de fabricación con transportadores continuos no acumuladores	350
8.4.2	Modelo 8-5: el pequeño sistema de fabricación con transportadores acumuladores	355
8.5	Resumen y pronóstico.....	356
8.6	Ejercicios	356
Capítulo 9: Un muestrario de aspectos y técnicas adicionales de modelado		359
9.1	Modelado de transportadores continuos usando el panel Transferencia Avanzada	359
9.1.1	Modelo 9-1: almacenamientos intermedios finitos en las estaciones	360
9.1.2	Modelo 9-2: piezas que permanecen sobre el transportador durante el procesamiento.....	364
9.2	Más acerca de los transportadores (discretos).....	365
9.3	Abandono por parte de la entidad	366
9.3.1	Renuncia y abandono por parte de la entidad	366
9.3.2	Modelo 9-3: un modelo de servicio con renuncia y abandono	367
9.4	Retención de entidades y formación de lotes con ellas	375
9.4.1	Opciones de modelado	375
9.4.2	Modelo 9-4: un ejemplo del proceso de formación de lotes.....	376
9.5	Traslape de recursos.....	382
9.5.1	Descripción del sistema	382
9.5.2	Modelo 9-5: un sistema de producción estrechamente acoplado....	384
9.5.3	Modelo 9-6: adición de estadísticas de los estados de las piezas	390
9.6	Unos cuantos aspectos diversos del modelado.....	394
9.6.1	Transportadores guiados	394
9.6.2	Colas paralelas	394
9.6.3	Lógica de decisión	396
9.7	Ejercicios	396
Capítulo 10: Integración y personalización de Arena.....		403
10.1	Modelo 10-1: lectura y escritura de archivos de datos.....	403
10.1.1	Modelo 10-2: lectura de llegadas de entidades desde un archivo de texto.....	405
10.1.2	Modelo 10-3 y modelo 10-4: lectura y escritura de archivos Access y de Excel.....	409
10.1.3	Lectura y escritura avanzadas.....	416
10.2	VBA en Arena	419
10.2.1	Panorama general de ActiveX Automation y VBA.....	420
10.2.2	Eventos VBA integrados en Arena	421

12.2	Generación de variables aleatorias.....	511
12.2.1	Discretas.....	511
12.2.2	Continuas.....	512
12.3	Procesos de Poisson no estacionarios.....	514
12.4	Reducción de varianza.....	516
12.4.1	Números aleatorios comunes.....	516
12.4.2	Otros métodos.....	523
12.5	Muestreo secuencial.....	524
12.5.1	Modelos de terminación.....	524
12.5.2	Modelos de estado estable.....	529
12.6	Diseño y ejecución de experimentos de simulación.....	530
12.7	Ejercicios.....	532
Capítulo 13: Realización de estudios de simulación.....		535
13.1	Un estudio exitoso de simulación.....	535
13.2	Formulación del problema.....	538
13.3	Metodología de solución.....	539
13.4	Especificación del sistema y la simulación.....	540
13.5	Formulación y construcción del modelo.....	544
13.6	Verificación y validación.....	546
13.7	Experimentación y análisis.....	548
13.8	Presentación y conservación de resultados.....	550
13.9	Difusión del modelo.....	551
Apéndice A: Una especificación funcional para <i>The Washington Post</i>.....		553
A.1	Introducción.....	553
A.1.1	Organización del documento.....	553
A.1.2	Objetivos de la simulación.....	553
A.1.3	Propósito de la especificación funcional.....	554
A.1.4	Uso del modelo.....	554
A.1.5	Requerimientos de hardware y software.....	555
A.2	Descripción del sistema y enfoque de modelado.....	555
A.2.1	Cronología del modelo.....	555
A.2.2	Rotativas.....	555
A.2.3	Tipos de producto.....	557
A.2.4	Líneas de empaque de las rotativas.....	557
A.2.5	Sistema de bandejas.....	557
A.2.6	Llegadas de los camiones.....	559
A.2.7	Puertos.....	559
A.2.8	Entarimadores.....	560
A.2.9	Proceso de inserción manual.....	560
A.3	Animación.....	562
A.4	Resumen de entradas y salidas.....	562

A.4.1	Entrada del modelo	562
A.4.2	Resultados del modelo.....	563
A.5	Entregables del proyecto	564
A.5.1	Documentación del modelo de simulación	564
A.5.2	Manual del usuario	564
A.5.3	Validación del modelo	564
A.5.4	Animación.....	565
A.6	Aceptación.....	565
Apéndice B: IIE/RA Problemas de concurso		567
Apéndice C: Una actualización en probabilidad y estadística		569
C.1	Fundamentos de probabilidad	569
C.2	Variables aleatorias	571
C.2.1	Bases	571
C.2.2	Discretas.....	572
C.2.3	Continuas.....	574
C.2.4	Distribuciones conjuntas, covariancia, correlación e independencia.....	575
C.3	Muestreo y distribuciones de muestreo	579
C.4	Estimación puntual	580
C.5	Intervalos de confianza	581
C.6	Pruebas de hipótesis.....	583
C.7	Ejercicios	584
Apéndice D: Distribuciones de probabilidad de Arena.....		587
Apéndice E: Instrucciones de instalación del software académico.....		603
E.1	Autorización para copiar el software	603
E.2	Instalación del software de Arena.....	603
E.3	Requisitos del sistema.....	604
Referencias		605
Índice analítico.....		609