

Оглавление

Предисловие	26
От издательства	27
Новое в третьем издании.....	28
Благодарности.....	30

Часть I. Основы

Глава 1. Введение.....	34
1.1. Структура типичной игровой команды.....	35
1.1.1. Разработчики	36
1.1.2. Специалисты творческих профессий	36
1.1.3. Геймдизайнеры	37
1.1.4. Продюсеры.....	38
1.1.5. Другой персонал	38
1.1.6. Издатели и студии.....	38
1.2. Что такое игра.....	39
1.2.1. Видеоигры как мягкая симуляция реального времени.....	39
1.3. Что такое игровой движок	41
1.4. Различия движков для разных жанров	43
1.4.1. Шутеры от первого лица.....	44
1.4.2. Платформеры и другие игры от третьего лица	46
1.4.3. Файтинги.....	47

1.4.4.	Гонки	49
1.4.5.	Игры-стратегии	51
1.4.6.	Многопользовательские онлайн-игры.....	52
1.4.7.	Контент, созданный игроком.....	54
1.4.8.	Виртуальная, дополненная и смешанная реальность	56
1.4.9.	Другие жанры	60
1.5.	Обзор игровых движков	60
1.5.1.	Семейство движков Quake	60
1.5.2.	Движок Unreal	61
1.5.3.	Source — движок Half-Life	62
1.5.4.	DICE Frostbite	62
1.5.5.	RAGE.....	62
1.5.6.	CRYENGINE.....	63
1.5.7.	Sony PhyreEngine.....	63
1.5.8.	Microsoft XNA Game Studio.....	63
1.5.9.	Unity.....	64
1.5.10.	Другие коммерческие игровые движки	64
1.5.11.	Внутренние движки, находящиеся в частной собственности.....	65
1.5.12.	Движки с открытым исходным кодом	65
1.5.13.	Игровые движки 2D для непрограммистов	66
1.6.	Архитектура среды выполнения движка	67
1.6.1.	Целевое аппаратное обеспечение.....	67
1.6.2.	Драйверы устройств	67
1.6.3.	Операционная система	70
1.6.4.	Сторонние SDK и промежуточное ПО.....	70
1.6.5.	Уровень независимости от платформы.....	73
1.6.6.	Основные системы	74
1.6.7.	Управление ресурсами.....	75
1.6.8.	Движок рендеринга.....	75
1.6.9.	Инструменты профилирования и отладки.....	79
1.6.10.	Столкновения и физика	81
1.6.11.	Анимация.....	82
1.6.12.	Устройства ввода.....	83
1.6.13.	Аудио.....	83
1.6.14.	Многопользовательская онлайн-игра (игра по сети).....	84

1.6.15.	Система основного геймплея	85
1.6.16.	Специфические для игры подсистемы.....	88
1.7.	Инструменты и конвейер ресурсов.....	88
1.7.1.	Инструмент создания контента.....	92
1.7.2.	Конвейер подготовки ресурсов.....	92
1.7.3.	Редактор мира.....	95
1.7.4.	База данных ресурсов.....	96
1.7.5.	Некоторые подходы к архитектуре инструментов	97
Глава 2.	Полезные инструменты	100
2.1.	Контроль версий.....	100
2.1.1.	Зачем использовать контроль версий	101
2.1.2.	Распространенные системы контроля версий.....	101
2.1.3.	Обзор Subversion и TortoiseSVN	102
2.1.4.	Настройка репозитория с кодом	103
2.1.5.	Установка TortoiseSVN	103
2.1.6.	Версии файлов, обновление и коммиты.....	105
2.1.7.	Множественная синхронизация, ветвление и слияние.....	107
2.1.8.	Удаление файлов.....	109
2.2.	Компиляторы, компоновщики и IDE	109
2.2.1.	Исходные файлы, заголовки и единицы компиляции	110
2.2.2.	Библиотеки, исполняемые файлы и динамически компонуемые библиотеки.....	110
2.2.3.	Проекты и решения.....	111
2.2.4.	Конфигурации сборки	112
2.2.5.	Отладка кода	122
2.3.	Инструменты профилирования	130
2.3.1.	Список профилировщиков	132
2.4.	Утечка и нарушение целостности памяти	132
2.5.	Другие инструменты	133
Глава 3.	Основы разработки игрового ПО.....	135
3.1.	Обзор C++ и лучшие практики	135
3.1.1.	Краткий обзор ООП	136
3.1.2.	Стандартизация языка C++	142
3.1.3.	Стандарты программирования: для чего и сколько	147

3.2.	Поиск и обработка ошибок	148
3.2.1.	Типы ошибок.....	148
3.2.2.	Обработка ошибок	149
3.2.3.	Реализация обнаружения ошибок и их обработки.....	151
3.3.	Данные, код и схема памяти	159
3.3.1.	Числовые представления.....	159
3.3.2.	Примитивные типы данных.....	165
3.3.3.	Килобайт или киббайт	170
3.3.4.	Объявления, определения и компоновка.....	171
3.3.5.	Структура памяти программы C/C++	177
3.3.6.	Переменные-члены	182
3.3.7.	Расположение объектов в памяти.....	184
3.4.	Основы аппаратного обеспечения компьютеров	191
3.4.1.	Обучение на более простых компьютерах прошлых лет	191
3.4.2.	Архитектура компьютера.....	192
3.4.3.	Центральный процессор.....	193
3.4.4.	Частота	197
3.4.5.	Память	198
3.4.6.	Шины.....	199
3.4.7.	Машинный и ассемблерный языки.....	201
3.5.	Архитектура памяти.....	207
3.5.1.	Сопоставление памяти.....	207
3.5.2.	Виртуальная память	209
3.5.3.	Архитектуры памяти для уменьшения задержки	213
3.5.4.	Иерархии кэш-памяти	215
3.5.5.	Неоднородный доступ к памяти.....	222
Глава 4.	Параллелизм и конкурентное программирование	226
4.1.	Определение конкурентности и параллелизма	227
4.1.1.	Конкурентное выполнение.....	227
4.1.2.	Параллелизм	228
4.1.3.	Параллелизм данных и задач	229
4.1.4.	Таксономия Флинна.....	230
4.1.5.	Ортогональность конкурентных вычислений и параллелизма	233
4.1.6.	Вопросы, рассматриваемые в главе	233

4.2.	Неявный параллелизм.....	233
4.2.1.	Конвейерная обработка.....	234
4.2.2.	Задержка и пропускная способность.....	236
4.2.3.	Глубина конвейера	236
4.2.4.	Потеря скорости конвейера	237
4.2.5.	Зависимости данных	237
4.2.6.	Зависимости ветвления.....	239
4.2.7.	Суперскалярные процессоры	243
4.2.8.	Очень длинные командные слова	245
4.3.	Явный параллелизм.....	247
4.3.1.	Гиперпоточность	247
4.3.2.	Многоядерные процессоры.....	248
4.3.3.	Симметричная и асимметричная многопроцессорная обработка.....	250
4.3.4.	Распределенные вычисления	251
4.4.	Основы операционной системы.....	252
4.4.1.	Ядро	252
4.4.2.	Прерывания	254
4.4.3.	Вызовы ядра	255
4.4.4.	Вытесняющая многозадачность	256
4.4.5.	Процессы	257
4.4.6.	Потоки	262
4.4.7.	Фиберы.....	271
4.4.8.	Потоки пользовательского уровня и корутины.....	273
4.4.9.	Что еще почитать о процессах и потоках	276
4.5.	Введение в параллельное программирование	277
4.5.1.	Зачем писать параллельное программное обеспечение	277
4.5.2.	Модели параллельного программирования.....	278
4.5.3.	Состояние гонки	279
4.5.4.	Критические операции и атомарность.....	282
4.6.	Примитивы синхронизации потоков	287
4.6.1.	Мьютексы.....	288
4.6.2.	Критически важные секции	290
4.6.3.	Переменные условия.....	291
4.6.4.	Семафоры.....	295
4.6.5.	События Windows	299

4.7.	Проблемы с параллелизмом на основе блокировки	300
4.7.1.	Взаимная блокировка	300
4.7.2.	Динамическая взаимная блокировка	302
4.7.3.	Ресурсное голодание	303
4.7.4.	Инверсия приоритетов	303
4.7.5.	Обедающие философы	304
4.8.	Несколько лучших практик параллелизма	305
4.8.1.	Правила глобального порядка	305
4.8.2.	Алгоритмы на основе транзакций.....	306
4.8.3.	Минимизация раздоров.....	307
4.8.4.	Безопасность потоков	307
4.9.	Параллелизм без блокировок.....	308
4.9.1.	Причины ошибок в гонке данных.....	310
4.9.2.	Реализация атомарности.....	311
4.9.3.	Барьеры	319
4.9.4.	Семантика упорядочения памяти.....	322
4.9.5.	Атомарные переменные.....	332
4.9.6.	Параллельность в интерпретируемых языках программирования.....	335
4.9.7.	Спин-блокировки	336
4.9.8.	Транзакции без блокировок	344
4.9.9.	Связанный список без блокировки	345
4.9.10.	Дополнительная литература по программированию без блокировки	346
4.10.	SIMD/векторная обработка	347
4.10.1.	Набор инструкций SSE и его регистры	348
4.10.2.	Использование SSE для векторизации цикла.....	352
4.10.3.	Векторизованное скалярное произведение	353
4.10.4.	Векторно-матричное умножение с помощью SSE	358
4.10.5.	Матрица-матричное умножение с SSE	358
4.10.6.	Обобщенная векторизация	359
4.10.7.	Предикация векторов.....	360
4.11.	Введение в программирование GPGPU.....	363
4.11.1.	Параллельные вычисления данных	364
4.11.2.	Вычислительные ядра.....	365

4.11.3.	Выполнение ядра.....	367
4.11.4.	Потоки GPU и группы потоков.....	368
4.11.5.	Дополнительная литература	372
Глава 5.	3D-математика для игр	373
5.1.	Решение 3D-задач в 2D.....	373
5.2.	Точки и векторы.....	374
5.2.1.	Точки и декартовы координаты.....	374
5.2.2.	Левосторонние и правосторонние системы координат.....	375
5.2.3.	Векторы.....	376
5.2.4.	Векторные операции	377
5.2.5.	Линейная интерполяция точек и векторов	388
5.3.	Матрицы.....	388
5.3.1.	Умножение матриц.....	389
5.3.2.	Представление точек и векторов в виде матриц.....	390
5.3.3.	Единичная матрица	391
5.3.4.	Инвертирование матриц	391
5.3.5.	Транспонирование.....	391
5.3.6.	Однородная система координат	392
5.3.7.	Матрицы базовых преобразований	394
5.3.8.	Матрицы 4×3	397
5.3.9.	Координатное пространство	397
5.3.10.	Переход к новому базису	401
5.3.11.	Преобразование векторов нормали.....	404
5.3.12.	Хранение матриц в памяти.....	404
5.4.	Кватернионы.....	406
5.4.1.	Единичные кватернионы как трехмерные вращения	407
5.4.2.	Операции с кватернионами	408
5.4.3.	Вращение векторов через кватернионы.....	409
5.4.4.	Кватернионно-матричная эквивалентность	410
5.4.5.	Линейная интерполяция вращения	412
5.5.	Сравнение представлений вращения	414
5.5.1.	Углы Эйлера	415
5.5.2.	Матрицы 3×3	415
5.5.3.	Ось + угол.....	416

5.5.4.	Кватернионы	416
5.5.5.	Преобразования SRT.....	416
5.5.6.	Двойные кватернионы	417
5.5.7.	Вращения и степени свободы.....	418
5.6.	Другие полезные математические объекты	419
5.6.1.	Прямые, лучи и отрезки	419
5.6.2.	Сферы	420
5.6.3.	Плоскости.....	420
5.6.4.	Параллельные осям ограничивающие параллелепипеды	422
5.6.5.	Ориентированные ограничивающие параллелепипеды	422
5.6.6.	Усеченная пирамида	423
5.6.7.	Выпуклые многогранные области	424
5.7.	Генерация случайных чисел.....	424
5.7.1.	Линейные конгруэнтные генераторы	424
5.7.2.	Вихрь Мерсенна	425
5.7.3.	Мать всего, Xorshift и KISS99	425
5.7.4.	PCG	426

Часть II. Низкоуровневые системы движка

Глава 6.	Системы поддержки движка.....	428
6.1.	Подсистема запуска и остановки.....	428
6.1.1.	Порядок статической инициализации C++ (или его отсутствие)	428
6.1.2.	Простой работающий подход	431
6.1.3.	Некоторые примеры реальных движков	433
6.2.	Управление памятью	436
6.2.1.	Оптимизация динамического распределения памяти.....	436
6.2.2.	Фрагментация памяти	446
6.3.	Контейнеры	450
6.3.1.	Операции с контейнерами.....	452
6.3.2.	Итераторы	452
6.3.3.	Алгоритмическая сложность.....	454
6.3.4.	Создание пользовательских контейнерных классов.....	455
6.3.5.	Динамические массивы и выделение памяти фрагментами	459
6.3.6.	Словари и хеш-таблицы	460

6.4.	Строки.....	464
6.4.1.	Проблема со строками	464
6.4.2.	Классы строк	465
6.4.3.	Уникальные идентификаторы.....	466
6.4.4.	Локализация.....	469
6.5.	Конфигурация движка	479
6.5.1.	Параметры загрузки и сохранения.....	479
6.5.2.	Параметры для каждого пользователя.....	480
6.5.3.	Управление конфигурацией в некоторых реальных движках.....	481
Глава 7.	Ресурсы и файловая система	486
7.1.	Файловая система.....	487
7.1.1.	Имена файлов и пути к ним.....	487
7.1.2.	Базовый файловый ввод/вывод.....	491
7.1.3.	Асинхронный файловый ввод/вывод	493
7.2.	Менеджер ресурсов	497
7.2.1.	Автономное управление ресурсами и цепочка инструментов.....	498
7.2.2.	Управление ресурсами среды выполнения.....	507
Глава 8.	Игровой цикл и симуляция в реальном времени	526
8.1.	Цикл рендеринга	526
8.2.	Цикл игры.....	527
8.2.1.	Простой пример: пинг-понг	527
8.3.	Архитектурные стили цикла игры	529
8.3.1.	Конвейер сообщений Windows.....	529
8.3.2.	Фреймворки на основе обратных вызовов.....	530
8.3.3.	Обновление на основе событий.....	531
8.4.	Абстрактные временные шкалы.....	532
8.4.1.	Реальное время.....	532
8.4.2.	Игровое время.....	532
8.4.3.	Локальное и глобальное время.....	533
8.5.	Измерение времени и работа с ним	534
8.5.1.	Частота смены кадров и время.....	534
8.5.2.	От частоты кадров к скорости.....	535
8.5.3.	Измерение реального времени с помощью таймера высокого разрешения	539

8.5.4.	Единицы измерения времени и переменные часов	540
8.5.5.	Работа с точками останова	543
8.6.	Многопроцессорные игровые циклы	544
8.6.1.	Разложение задания	544
8.6.2.	Один поток на подсистему	545
8.6.3.	Разбиение/сборка	546
8.6.4.	Система заданий	549
Глава 9.	Устройства HID	559
9.1.	Виды HID-устройств	559
9.2.	Взаимодействие с HID-устройствами	561
9.2.1.	Опрашивание	561
9.2.2.	Прерывания	562
9.2.3.	Беспроводные устройства	562
9.3.	Виды элементов управления	562
9.3.1.	Цифровые кнопки	562
9.3.2.	Аналоговые оси и кнопки	564
9.3.3.	Относительные оси	565
9.3.4.	Акселерометр	565
9.3.5.	Положение в трехмерном пространстве при использовании Wiimote или DualShock	566
9.3.6.	Камеры	566
9.4.	Виды вывода	569
9.4.1.	Вибрация	569
9.4.2.	Силовая обратная связь	569
9.4.3.	Звук	569
9.4.4.	Другие разновидности ввода и вывода	569
9.5.	Системы игрового движка для работы с HID-устройствами	570
9.5.1.	Типичные требования	570
9.5.2.	Мертвые зоны	571
9.5.3.	Фильтрация аналоговых сигналов	571
9.5.4.	Обнаружение событий ввода	573
9.5.5.	Управление несколькими HID-устройствами для нескольких игроков	580
9.5.6.	Межплатформенные HID-системы	580
9.5.7.	Переназначение элементов управления	582

9.5.8.	Контекстный ввод	583
9.5.9.	Отключение элементов управления	584
9.6.	НID-устройства на практике	585
Глава 10.	Инструменты для отладки и разработки.....	586
10.1.	Журналирование и трассировка.....	586
10.1.1.	Форматированный вывод с помощью функции OutputDebugString().....	587
10.1.2.	Уровень детализации.....	588
10.1.3.	Каналы.....	589
10.1.4.	Копирование вывода в файл.....	590
10.1.5.	Отчеты о сбоях	590
10.2.	Средства отладочной отрисовки.....	591
10.2.1.	API для отладочной отрисовки	593
10.3.	Внутриигровые меню.....	597
10.4.	Внутриигровая консоль	598
10.5.	Отладочные камеры и остановка игры.....	599
10.6.	Читы.....	600
10.7.	Снимки экрана и запись видео	601
10.8.	Внутриигровое профилирование	602
10.8.1.	Иерархическое профилирование.....	603
10.8.2.	Экспорт в Excel.....	608
10.9.	Внутриигровые показатели использования памяти и обнаружение утечек.....	609

Часть III. Графика, движение и звук

Глава 11.	Движок рендеринга.....	614
11.1.	Основы растеризации треугольников с буферизацией глубины	614
11.1.1.	Описание сцены	616
11.1.2.	Описание визуальных свойств поверхности	626
11.1.3.	Основы освещения.....	640
11.1.4.	Виртуальная камера	649
11.2.	Конвейер рендеринга	660
11.2.1.	Общая схема конвейера рендеринга.....	661
11.2.2.	Инструментальный этап	663
11.2.3.	Этап подготовки ресурсов	665

11.2.4. Конвейер графического процессора	666
11.2.5. Программируемые шейдеры.....	671
11.2.6. Сглаживание	677
11.2.7. Этап приложения	680
11.3. Продвинутое освещение и глобальное освещение	691
11.3.1. Освещение на основе изображения.....	691
11.3.2. Освещение с расширенным динамическим диапазоном	695
11.3.3. Глобальное освещение	696
11.3.4. Отложенный рендеринг	703
11.3.5. Физически корректное затенение	704
11.4. Визуальные эффекты и наложения	705
11.4.1. Эффекты частиц	705
11.4.2. Декали.....	706
11.4.3. Эффекты окружения.....	707
11.4.4. Наложения	710
11.4.5. Гамма-коррекция	712
11.4.6. Полноэкранные постэффекты	714
11.5. Дополнительная литература	714
Глава 12. Системы анимации	716
12.1. Разновидности анимации персонажей	716
12.1.1. Келевая анимация	717
12.1.2. Жесткая иерархическая анимация.....	717
12.1.3. Поверхинная анимация и морфинг-мишени.....	718
12.1.4. Скиновая анимация	720
12.1.5. Методы анимации как методы сжатия данных.....	721
12.2. Скелеты.....	722
12.2.1. Скелетная иерархия.....	723
12.2.2. Представление скелета в памяти	723
12.3. Позы и положения	724
12.3.1. Поза привязки.....	725
12.3.2. Локальные позы	725
12.3.3. Глобальные позы.....	728
12.4. Клипы	729
12.4.1. Локальная временная шкала	730
12.4.2. Глобальная временная шкала	734

12.4.3.	Сравнение глобального и локального таймеров.....	736
12.4.4.	Простой формат анимационных данных	739
12.4.5.	Непрерывные каналные функции	740
12.4.6.	Метаканалы	741
12.4.7.	Отношения между мешами, скелетами и клипами	742
12.5.	Скининг и генерация палитры матриц.....	744
12.5.1.	Сведения о скининге для отдельной вершины	744
12.5.2.	Математический аспект скининга.....	745
12.6.	Слияние анимации	749
12.6.1.	Линейная интерполяция.....	749
12.6.2.	Способы применения слияния методом LERP.....	751
12.6.3.	Сложные слияния методом LERP.....	756
12.6.4.	Частичное скелетное слияние.....	760
12.6.5.	Аддитивное слияние.....	761
12.6.6.	Способы применения аддитивного слияния	764
12.7.	Постобработка.....	766
12.7.1.	Процедурная анимация	766
12.7.2.	Инверсная кинематика.....	767
12.7.3.	Тряпичные куклы	769
12.8.	Методы сжатия	769
12.8.1.	Пропуск каналов.....	769
12.8.2.	Квантование	770
12.8.3.	Частота дискретизации и пропуск семплов	774
12.8.4.	Сжатие на основе кривых	774
12.8.5.	Сжатие с использованием вейвлетов	775
12.8.6.	Выборочные загрузка и потоковая передача	775
12.9.	Конвейер анимации.....	775
12.10.	Конечные автоматы действий.....	778
12.10.1.	Подход с плоским средним взвешенным	779
12.10.2.	Деревья слияния	783
12.10.3.	Параметры состояния и дерева слияния.....	787
12.10.4.	Переходы	792
12.10.5.	Управляющие параметры	795
12.11.	Ограничения	797
12.11.1.	Крепления	797
12.11.2.	Выравнивание объектов.....	798

12.11.3. Инверсная кинематика движений захвата рукой	802
12.11.4. Извлечение движений и инверсная кинематика ног	803
12.11.5. Другие виды ограничений	805
Глава 13. Столкновения и динамика твердого тела.....	807
13.1. Нужна ли в вашей игре физика?	808
13.1.1. Что можно делать с системой симуляции физики	808
13.1.2. Делает ли физика игру интересной?.....	809
13.1.3. Влияние физики на игру.....	810
13.2. Промежуточный слой для столкновений/физики.....	813
13.2.1. ODE.....	813
13.2.2. Bullet	813
13.2.3. TrueAxis.....	814
13.2.4. PhysX	814
13.2.5. Havok	814
13.2.6. Physics Abstraction Layer (PAL)	814
13.2.7. Digital Molecular Matter	815
13.3. Система обнаружения столкновений.....	815
13.3.1. Элементы, которые могут сталкиваться между собой	816
13.3.2. Мир столкновений/физики.....	817
13.3.3. Концепции геометрических форм	819
13.3.4. Примитивы столкновения.....	820
13.3.5. Проверки на столкновение и аналитическая геометрия	825
13.3.6. Оптимизация производительности.....	834
13.3.7. Запросы о столкновениях.....	836
13.3.8. Фильтрация столкновений	840
13.4. Динамика твердого тела.....	842
13.4.1. Некоторые основы.....	843
13.4.2. Линейная динамика.....	845
13.4.3. Решение уравнений движения.....	847
13.4.4. Численное интегрирование.....	849
13.4.5. Угловая динамика в двухмерном пространстве.....	853
13.4.6. Угловая динамика в трехмерном пространстве	857
13.4.7. Реакция на столкновение.....	862
13.4.8. Ограничения	869
13.4.9. Управление движениями твердых тел	873
13.4.10. Отдельный шаг симуляции столкновений/физики.....	875

13.5. Интеграция физического движка в игру	877
13.5.1. Связывание игровых объектов и твердых тел.....	877
13.5.2. Обновление симуляции	882
13.5.3. Пример использования систем столкновений и физики в игре	885
13.6. Расширенные физические возможности	894
Глава 14. Звук	896
14.1. Физика звука	897
14.1.1. Свойства звуковых волн	897
14.1.2. Субъективная громкость звука и децибел.....	899
14.1.3. Распространение звуковой волны.....	901
14.1.4. Восприятие положения в пространстве	907
14.2. Математика звука.....	908
14.2.1. Сигналы	908
14.2.2. Преобразование сигналов.....	909
14.2.3. Линейные стационарные системы.....	910
14.2.4. Импульсная характеристика систем ЛСС.....	911
14.2.5. Частотная область и преобразование Фурье	917
14.3. Аудиотехнологии.....	925
14.3.1. Аналоговые аудиотехнологии	925
14.3.2. Цифровые аудиотехнологии.....	930
14.4. Рендеринг звука в 3D.....	937
14.4.1. Краткий обзор процесса рендеринга 3D-звука	938
14.4.2. Моделирование мира звука	938
14.4.3. Затухание в зависимости от расстояния	939
14.4.4. Панорамирование.....	941
14.4.5. Распространение, реверберация и акустика	947
14.4.6. Эффект Доплера	954
14.5. Архитектура звукового движка.....	955
14.5.1. Конвейер обработки звуков	956
14.5.2. Концепции и терминология.....	959
14.5.3. Голосовая шина.....	960
14.5.4. Главный микшер	962
14.5.5. Главная шина вывода	964
14.5.6. Реализация шины	965
14.5.7. Управление ресурсами.....	967

14.5.8.	Микширование в игре.....	969
14.5.9.	Обзор звуковых движков.....	973
14.6.	Звуковые возможности, характерные для разных видов игр.....	976
14.6.1.	Поддержка разделенного экрана.....	977
14.6.2.	Система диалогов.....	977
14.6.3.	Музыка.....	989

Часть IV. Игровой процесс

Глава 15.	Введение в системы игрового процесса.....	992
15.1.	Структура игрового мира.....	993
15.1.1.	Элементы мира.....	993
15.1.2.	Области игрового мира.....	995
15.1.3.	Высокоуровневый игровой поток.....	997
15.2.	Реализация динамических элементов: игровые объекты.....	997
15.2.1.	Объектные модели игры.....	999
15.2.2.	Игровые объекты на этапах проектирования и выполнения.....	1000
15.3.	Игровые движки на основе данных.....	1001
15.4.	Редактор игрового мира.....	1002
15.4.1.	Типичные возможности редактора игрового мира.....	1004
15.4.2.	Интегрированные средства управления ресурсами.....	1011
Глава 16.	Системы организации игрового процесса на этапе выполнения.....	1014
16.1.	Компоненты системы организации игрового процесса.....	1014
16.2.	Архитектуры объектной модели времени выполнения.....	1017
16.2.1.	Архитектуры объектного стиля.....	1018
16.2.2.	Архитектуры на основе свойств.....	1031
16.3.	Форматы областей игрового мира.....	1035
16.3.1.	Двоичные образы объектов.....	1036
16.3.2.	Описание сериализованных игровых объектов.....	1037
16.3.3.	Спаунеры и схемы типов.....	1038
16.4.	Загрузка и потоковая передача игровых миров.....	1042
16.4.1.	Простая загрузка уровней.....	1043
16.4.2.	Шаг в направлении бесшовной загрузки: шлюзы.....	1044
16.4.3.	Потоковая загрузка игрового мира.....	1045
16.4.4.	Управление памятью для создания объектов.....	1047
16.4.5.	Сохраненные игры.....	1049

16.5.	Ссылки на объекты и запросы к игровому миру.....	1051
16.5.1.	Указатели.....	1051
16.5.2.	Умные указатели.....	1052
16.5.3.	Дескрипторы	1054
16.5.4.	Запросы игровых объектов	1056
16.6.	Обновление игровых объектов в реальном времени	1058
16.6.1.	Простой подход (который не работает).....	1059
16.6.2.	Влияние пакетных обновлений на производительность.....	1061
16.6.3.	Взаимные зависимости объектов и подсистем.....	1064
16.7.	Применение конкурентности к обновлению игровых объектов	1071
16.7.1.	Конкурентные подсистемы движка	1072
16.7.2.	Асинхронный подход к проектированию.....	1073
16.7.3.	Зависимости заданий и степень параллелизма.....	1075
16.7.4.	Распараллеливание самой объектной модели игры.....	1078
16.8.	События и передача сообщений.....	1083
16.8.1.	Проблема со статически типизированным связыванием функций	1083
16.8.2.	Инкапсуляция события в виде объекта	1085
16.8.3.	Типы событий	1086
16.8.4.	Аргументы событий.....	1087
16.8.5.	Обработчики событий.....	1089
16.8.6.	Распаковка аргументов событий.....	1090
16.8.7.	Цепочки обязанностей.....	1090
16.8.8.	Подписка на события	1092
16.8.9.	Использовать ли очередь	1093
16.8.10.	Некоторые проблемы с незамедлительной отправкой событий.....	1098
16.8.11.	Системы передачи событий/сообщений на основе данных	1099
16.9.	Скрипты.....	1102
16.9.1.	Для выполнения кода и описания данных	1103
16.9.2.	Характеристики языков программирования	1103
16.9.3.	Некоторые распространенные игровые скриптовые языки	1105
16.9.4.	Архитектуры для скриптования.....	1109
16.9.5.	Возможности игровых скриптовых языков на этапе выполнения	1111
16.10.	Высокоуровневый игровой поток	1123

Часть V. Подведение итогов

Глава 17. Хотите сказать, что это еще не все?	1126
17.1. Некоторые подсистемы движка, которые мы не рассмотрели	1126
17.1.1. Видеоплеер	1126
17.1.2. Сетевые возможности для многопользовательских игр	1127
17.2. Системы игрового процесса	1127
17.2.1. Игровая механика	1127
17.2.2. Камеры	1127
17.2.3. Искусственный интеллект	1128
17.2.4. Другие системы игрового процесса	1129
Список литературы	1130