

Текстуры

Быковских Дмитрий Александрович

25.11.2023

Текстура — массив данных (одномерный или многомерный).
Текстура обычно содержит характеристики цвета (RGBA).
Текстура описывает тактильные или визуальные характеристики поверхности, которые можно воспринимать через осязание или зрение.
В контексте изображений или компьютерного зрения текстура определяет распределение интенсивности или цвета пикселей на изображении.
Элемент текстуры — texel (texture element).

2023-12-06

Слайны

Текстуры

Текстуры

Текстура — массив данных (одномерный или многомерный).
Текстура обычно содержит характеристики цвета (RGBA).
Текстура описывает тактильные или визуальные характеристики поверхности, которые можно воспринимать через осязание или зрение.
В контексте изображений или компьютерного зрения текстура определяет распределение интенсивности или цвета пикселей на изображении.
Элемент текстуры — texel (texture element).

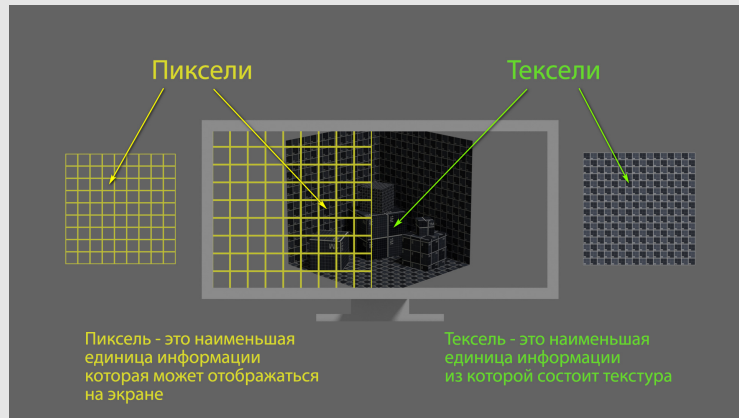


Рис. 1: Пример текстуры

Наложение текстур

Texture Mapping

Пространство текстуры
Координаты текстур
uv-space

Пространство объектов
Параметры поверхности
xyz-space

Преобразование наблюдения, проектирования, растеризация
Пространство изображений
Координаты пикселей
xy-space

Преобразование поверхностной текстуры

2023-12-06

Слайны

Наложение текстур

Наложение текстур	Texture Mapping
Пространство текстуры	
Координаты текстур	uv-space
Пространство объектов	
Параметры поверхности	xyz-space
Пространство изображений	
Координаты пикселей	xy-space
Преобразование поверхностной текстуры	
Преобразование наблюдения, проектирования, растеризация	

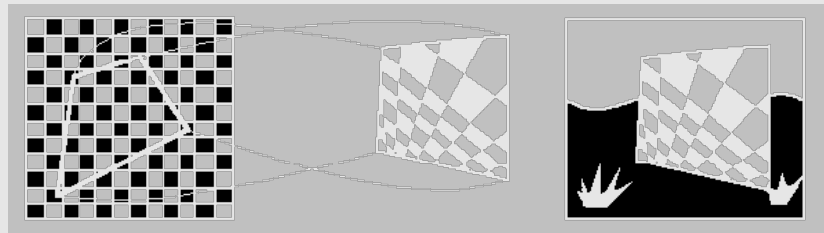


Рис. 2: Пример текстуры

Примечание.
направление наложения
объект проектируется на текстуре
Параметрическое преобразование

Слайды с конвейером трехмерного преобразования L1-Introduction и L5-Graphics_pipeline.

Эффект ступенчатости

Aliasing

Термин "aliasing" (ступенчатость) происходит от слова "alias" в английском языке, которое означает "псевдоним" или "иное имя". В компьютерной графике, алиасинг происходит, когда высокочастотные детали изображения (например, тонкие линии или края) не могут быть правильно представлены на низкочастотной сетке пикселей. Это приводит к появлению артефактов в виде ступенчатости или "псевдонимов" вдоль краев объектов. Антиалиасинг (англ. antialiasing) - это техника в компьютерной графике, направленная на уменьшение ступенчатости (или зубчатости) на изображениях, особенно заметной на краях объектов или диагоналях.

Ступенчатость возникает из-за ограниченного числа пикселей, используемых для представления изображения, что может создавать впечатление неровных и недостаточно гладких линий. Антиалиасинг достигается путем размытия переходов между цветами на краях объектов. Это может быть выполнено различными методами, включая сглаживание, суперсэмплирование и другие.

2023-12-06

Слайны

Эффект ступенчатости

Эффект ступенчатости
Aliasing

Термин "aliasing" (ступенчатость) происходит от слова "alias" в английском языке, которое означает "псевдоним" или "иное имя". В компьютерной графике, алиасинг происходит, когда высокочастотные детали изображения (например, тонкие линии или края) не могут быть правильно представлены на низкочастотной сетке пикселей. Это приводит к появлению артефактов в виде ступенчатости или "псевдонимов" вдоль краев объектов. Антиалиасинг (англ. antialiasing) - это техника в компьютерной графике, направленная на уменьшение ступенчатости (или зубчатости) на изображениях, особенно заметной на краях объектов или диагоналях. Ступенчатость возникает из-за ограниченного числа пикселей, используемых для представления изображения, что может создавать впечатление неровных и недостаточно гладких линий. Антиалиасинг достигается путем размытия переходов между цветами на краях объектов. Это может быть выполнено различными методами, включая сглаживание, суперсэмплирование и другие.

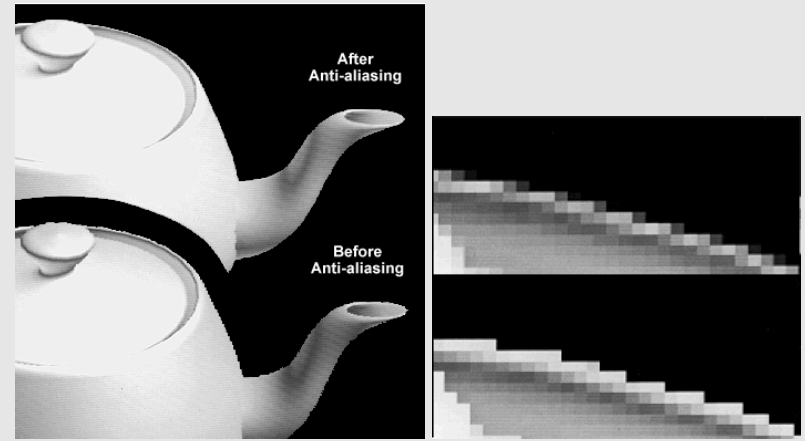


Рис. 3: Пример текстуры

Способы наложения текстуры

- 1 метод ближайшей точки (без фильтрации)
- 2 билинейная фильтрация
- 3 бикубическая фильтрация
- 4 трилинейная фильтрация
- 5 анизотропная фильтрация

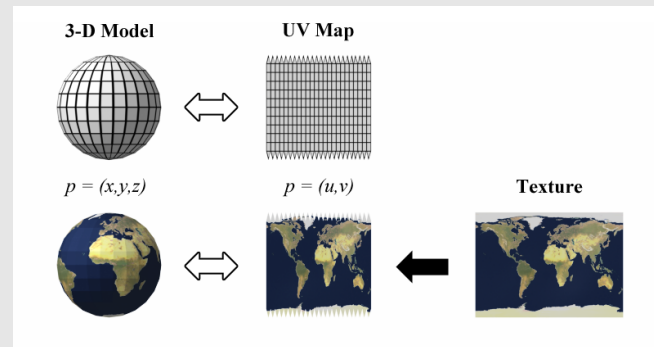


Рис. 4: uv-развертка (uv-mapping)

Метод ближайшего соседа

Nearest-Neighbour Method

Метод ближайшего соседа — основан на ступенчатой интерполяции. Этот метод использует значения самого близкого пикселя для вычисления нового значения после масштабирования. Когда изображение масштабируется в больший размер, каждый новый пиксель получает значение из ближайшего пикселя в оригинальном изображении. Аналогично, при уменьшении размера каждый новый пиксель получает значение из ближайшего пикселя, что может быть менее точным представлением данных.

Вот примеры использования метода ближайшего соседа:

- 1 Приложения с низкими требованиями к производительности;
- 2 Бинарные изображения (черно-белые; только два цвета).

2023-12-06

Слайны

Метод ближайшего соседа

Метод ближайшего соседа
Nearest-Neighbour Method

Метод ближайшего соседа — основан на ступенчатой интерполяции. Этот метод использует значения самого близкого пикселя для вычисления нового значения после масштабирования.

Когда изображение масштабируется в больший размер, каждый новый пиксель получает значение из ближайшего пикселя в оригинальном изображении. Аналогично, при уменьшении размера каждый новый пиксель получает значение из ближайшего пикселя, что может быть менее точным представлением данных.

Вот примеры использования метода ближайшего соседа:

- Приложения с низкими требованиями к производительности;
- Бинарные изображения (черно-белые; только два цвета).

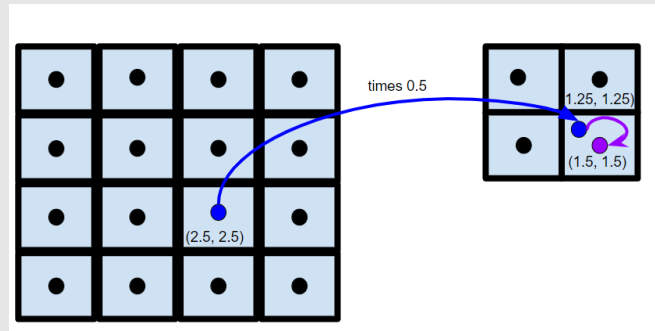


Рис. 5: Пример текстуры

Текстурная фильтрация

Texture Filtering

Фильтрации основаны на интерполяции

Билинейная фильтрация — это метод фильтрации текстур в компьютерной графике, используемый для улучшения качества отображения текстур при масштабировании. Этот метод предназначен для устранения ступенчатости и артефактов, которые могут возникнуть при изменении размера текстур.

Бикубическая фильтрация — это метод фильтрации, используемый в компьютерной графике, который обеспечивает более точное и качественное увеличение изображений и текстур по сравнению с билинейной фильтрацией. Этот метод часто применяется при изменении размера изображений.

Основная идея бикубической фильтрации заключается в том, чтобы использовать значения не только ближайших пикселей, как в билинейной фильтрации, но и значения соседних пикселей, чтобы создать более гладкие и точные результаты.

Алгоритм использует кубические полиномы для интерполяции значений пикселей.

2023-12-06

Слайны

Текстурная фильтрация

Текстурная фильтрация
Texture Filtering

Фильтрация основана на интерполяции. Билинейная фильтрация — это метод фильтрации текстур в компьютерной графике, используемый для улучшения качества отображения текстур при масштабировании. Этот метод предназначен для устранения ступенчатости и артефактов, которые могут возникнуть при изменении размера текстур. Бикубическая фильтрация — это метод фильтрации, используемый в компьютерной графике, который обеспечивает более точное и качественное увеличение изображений и текстур по сравнению с билинейной фильтрацией. Этот метод часто применяется при изменении размера изображений. Основная идея бикубической фильтрации заключается в том, чтобы использовать значения не только ближайших пикселей, как в билинейной фильтрации, но и значения соседних пикселей, чтобы создать более гладкие и точные результаты. Алгоритм использует кубические полиномы для интерполяции значений пикселей.



Рис. 6: Сравнение фильтрации методом ближайшего соседа и билинейной фильтрации

Mipmap (Multum In Parvo, Многое в малом) представляет собой предварительно созданный набор изображений с разными разрешениями исходной текстуры. Каждое последующее изображение в этом наборе имеет размер в половину (или в другой пропорции) меньший, чем предыдущее. Таким образом, создается иерархия текстур, где каждый уровень представляет собой изображение с определенным уровнем детализации. Использование такой текстуры позволяет избежать артефактов, таких как мерцание и дрожание текстур на дальних объектах, и в то же время повысить производительность при рендеринге.



Рис. 7: Mip-текстура

Трилинейная фильтрация

Trilinear Filter

Трилинейная фильтрация — это техника фильтрации текстур в компьютерной графике, предназначенная для улучшения качества отображения при масштабировании текстур на различных расстояниях и углах обзора.

Трилинейная фильтрация включает в себя два этапа фильтрации:

- 1 Мипмап фильтрация: Выбор подходящего уровня mipmap в зависимости от расстояния до объекта.
- 2 Билинейная фильтрация: Интерполяция значений внутри выбранного уровня mipmap.

Трилинейная фильтрация обеспечивает более гладкое и качественное отображение текстур, особенно при масштабировании, так как она учитывает как изменения масштаба, так и углы обзора.

Недостаток такой техники заключается в том, что все цвета вдалеке сильно смешиваются.

Слайны

2023-12-06

Трилинейная фильтрация

Трилинейная фильтрация

Trilinear Filter

Трилинейная фильтрация — это техника фильтрации текстур в компьютерной графике, предназначенная для улучшения качества отображения при масштабировании текстур на различных расстояниях и углах обзора.

Трилинейная фильтрация включает в себя два этапа фильтрации:

- 1 Мипмап фильтрация: Выбор подходящего уровня mipmap в зависимости от расстояния до объекта.
- 2 Билинейная фильтрация: Интерполяция значений внутри выбранного уровня mipmap.

Трилинейная фильтрация обеспечивает более гладкое и качественное отображение текстур, особенно при масштабировании, так как она учитывает как изменения масштаба, так и углы обзора. Недостаток такой техники заключается в том, что все цвета вдалеке сильно смешиваются.

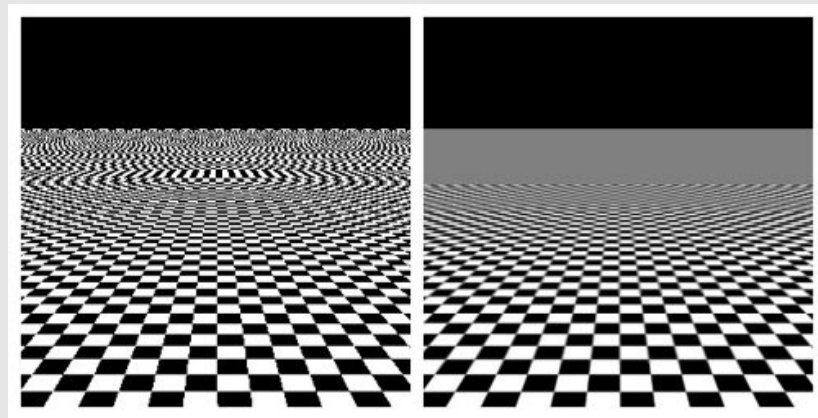


Рис. 8: Сравнение билинейной и трилинейной фильтраций

Анизотропная фильтрация

Anisotropic Filtering (with Mipmaps)

Анизотропная фильтрация — это техника в компьютерной графике, применяемая к текстурам для улучшения качества отображения при различных углах обзора. Эта техника особенно полезна при работе с текстурами, которые наклонены под разными углами или отображаются под разными ракурсами. Фактически убирает размытие при смешивании за счет того, что работает в трех измерениях.

2023-12-06

Слайны

└ Анизотропная фильтрация

Анизотропная фильтрация
Anisotropic Filtering (with Mipmaps)

Анизотропная фильтрация — это техника в компьютерной графике, применяемая к текстурам для улучшения качества отображения при различных углах обзора. Эта техника особенно полезна при работе с текстурами, которые наклонены под разными углами или отображаются под разными ракурсами. Фактически убирает размытие при смешивании за счет того, что работает в трех измерениях.

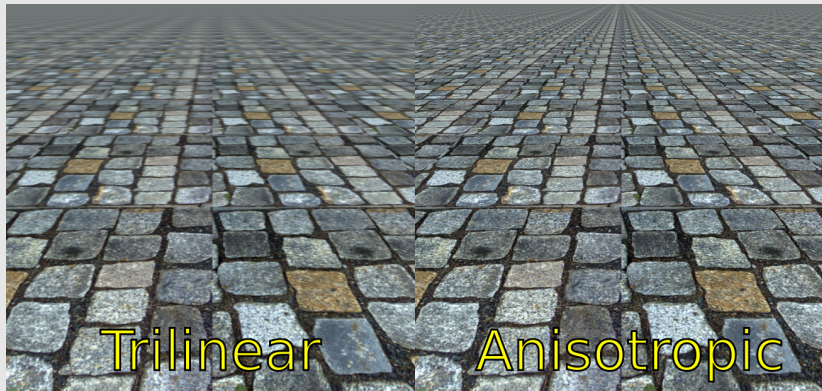


Рис. 9: Сравнение трилинейной и анизотропной фильтраций

Классификация

Основные виды

- 1 Исходные изображения;
- 2 MIP-текстуры;
- 3 Процедурные текстуры.

Специализированные

- 1 Карта нормалей (Normal Map);
- 2 Карта высот (Height Map);
- 3 Карта окклюзии (Ambient Occlusion Map);
- 4 Карта тени (Shadow Map);
- 5 Карта смешивания (Blend Map);

2023-12-06

Слайны

Классификация

Эффект наложения текстур на полигональные модели привел к большому прорыву.

До сих пор использование текстур является основой для построения реалистичного изображения.

Классификация

Основные виды

- Исходные изображения;
- MIP-текстуры;
- Процедурные текстуры.

Специализированные

- Карта нормалей (Normal Map);
- Карта высот (Height Map);
- Карта окклюзии (Ambient Occlusion Map);
- Карта тени (Shadow Map);
- Карта смешивания (Blend Map);

Процедурные текстуры

Процедурные текстуры - это текстуры, которые генерируются алгоритмически, а не создаются вручную или с помощью изображений. Они используют математические функции и алгоритмы для создания деталей, шумов, узоров и других характеристик текстуры. Этот подход позволяет создавать бесконечные и вариативные текстуры, которые могут быть адаптированы под различные условия и среды.

Примеры процедурных текстур:

- 1 Шум Перлина (Perlin Noise)
- 2 Фрактальные текстуры
- 3 Текстуры шероховатости
- 4 Марблинг и деревообразные текстуры

Преимущество процедурных текстур заключается в их гибкости, возможности легкой настройки и создания уникальных вариантов текстур без необходимости хранения больших файлов изображений.

2023-12-06

Слайны

Процедурные текстуры

Процедурные текстуры

Процедурные текстуры - это текстуры, которые генерируются алгоритмически, а не создаются вручную или с помощью изображений. Они используют математические функции и алгоритмы для создания деталей, шумов, узоров и других характеристик текстуры. Этот подход позволяет создавать бесконечные и вариативные текстуры, которые могут быть адаптированы под различные условия и среды.

Примеры процедурных текстур:

- 1 Шум Перлина (Perlin Noise)
- 2 Фрактальные текстуры
- 3 Текстуры шероховатости
- 4 Марблинг и деревообразные текстуры

Преимущество процедурных текстур заключается в их гибкости, возможности легкой настройки и создания уникальных вариантов текстур без необходимости хранения больших файлов изображений.

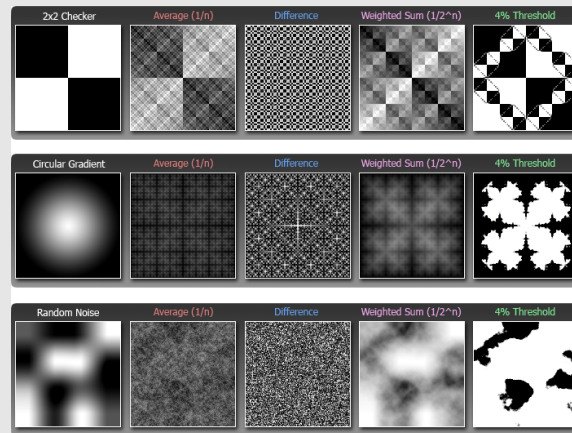


Рис. 10: Процедурные текстуры

- 1 Карта нормалей (Normal Map): Используется для добавления деталей к поверхности объекта, не увеличивая количество полигонов. Цвет каждого пикселя карты нормалей представляет собой вектор, указывающий направление нормали к поверхности в данной точке.
- 2 Карта высот (Height Map): Используется для создания рельефности поверхности. Значения яркости пикселей определяют высоту соответствующих точек на поверхности объекта.

Специализированные текстуры

- 1 Карта нормалей (Normal Map): Используется для добавления деталей к поверхности объекта, не увеличивая количество полигонов. Цвет каждого пикселя карты нормалей представляет собой вектор, указывающий направление нормали к поверхности в данной точке.
- 2 Карта высот (Height Map): Используется для создания рельефности поверхности. Значения яркости пикселей определяют высоту соответствующих точек на поверхности объекта.

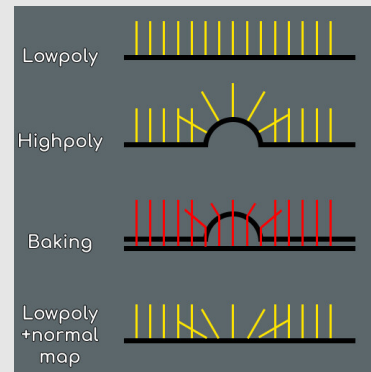


Рис. 11: Запекание текстуры

Специализированные текстуры

связанные с тенями

- 1 Карта окклюзии (Ambient Occlusion Map): Описывает, насколько освещен каждый пиксель, учитывая его окружение. Темные области могут указывать на близость объектов или узкие пространства, где освещение ограничено.
- 2 Карта тени (Shadow Map): Используется для определения областей, находящихся в тени.

Примечание.

Текстура, в которой хранятся тени от рассеянного света, содержит оттенки серого.

Подходит для сцены с неподвижными источниками света.

2023-12-06

Слайны

Специализированные текстуры

Специализированные текстуры
связанные с тенями

- 1 Карта окклюзии (Ambient Occlusion Map): Описывает, насколько освещен каждый пиксель, учитывая его окружение. Темные области могут указывать на близость объектов или узкие пространства, где освещение ограничено.
- 2 Карта тени (Shadow Map): Используется для определения областей, находящихся в тени.

Примечание.
Текстура, в которой хранятся тени от рассеянного света, содержит оттенки серого.
Подходит для сцены с неподвижными источниками света.

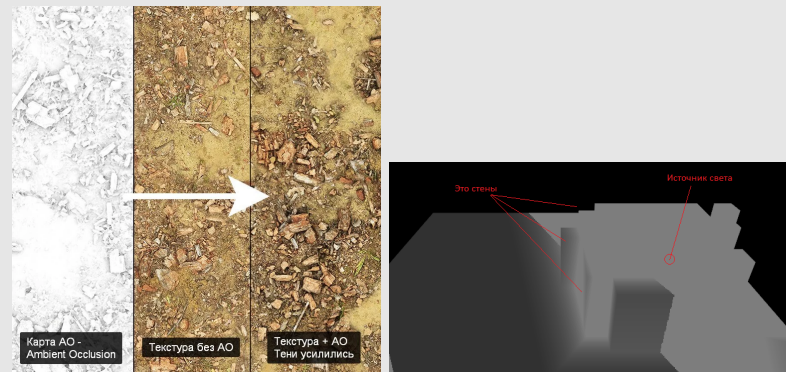


Рис. 12: Ambient Occlusion Map и карта теней

Специализированные текстуры

- 1 Карта смешивания (Blend Map): Применяется для смешивания нескольких текстур в зависимости от определенных условий. Например, можно использовать карту смешивания для определения, где на объекте применять текстуру травы, а где текстуру камня.



Рис. 13: Проблема при смешивании

2023-12-06
Слайны

Специализированные текстуры

Специализированные текстуры

1 Карта смешивания (Blend Map): Применяется для смешивания нескольких текстур в зависимости от определенных условий. Например, можно использовать карту смешивания для определения, где на объекте применять текстуру травы, а где текстуру камня.




Рис. 13: Проблема при смешивании

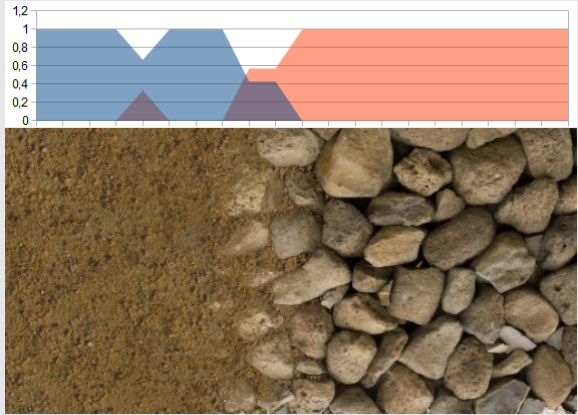


Рис. 14: Карта смешивания и результат

Литература

- 1 Procedural Textures
- 2 Displaying Textures on the Screen
- 3 Texture Coordinates
- 4 Anti-Aliasing
- 5 Nearest Neighbour Interpolation
- 6 Viewport Texturing Filtering
- 7 Normal and Displacement Mapping
- 8 Baking Normal Maps
- 9 Что такое Ambient Occlusion
- 10 Shadow Mapping
- 11 Смешивание текстур ландшафта

- 1 Procedural Textures
- 2 Displaying Textures on the Screen
- 3 Texture Coordinates
- 4 Anti-Aliasing
- 5 Nearest Neighbour Interpolation
- 6 Viewport Texturing Filtering
- 7 Normal and Displacement Mapping
- 8 Baking Normal Maps
- 9 Что такое Ambient Occlusion
- 10 Shadow Mapping
- 11 Смешивание текстур ландшафта