### Текстуры

Быковских Дмитрий Александрович

16.11.2024

4□ > 4団 > 4豆 > 4豆 > 豆 ∽9

1 / 18

2024-11-15 Сплайны

Текстуры

Быновских Дмитрий Александрович 16.11.2024

Быковских Д.А. Сплайны 16.11.2024

### Содержание

Определение Наложение текстур Сплайны — Содержание Содержание

Опрадаление

Макемения тестур

2024-11-15

### Определение

Текстура (texture) — массив данных (одномерный или многомерный). Элементом текстуры (texture element) является тексел (texel). При рендеринге 3D-объекта тексели из текстуры преобразуются в пиксели на экране. Например, текстура может содержать характеристики цвета (RGB).

Сплайны —Определение

2024

Теистура (toxture)— массив данных (одномерный или многомерный). Элементом текстуры (texture element) эшпится тексел (text). При рекрарение 3D-объекта тексели из текстуры преобразуются в инжели за жария. Например, текстура может содержать характеристики цвета (RGB).

Определение

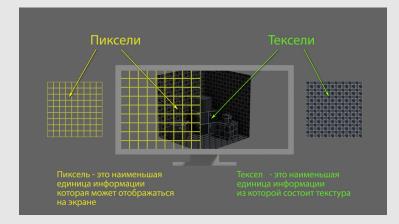


Рис. 1: Процесс преобразования текселей в пиксели на экране

Быковских Д.А. Сплайны 16.11.2024 3 / 18

イロト イ団ト イミト イミト 一恵

### Текстурное отображение (Texture Mapping)

Texture Mapping (текстурное отображение) — процесс проецирования текстуры (2D-изображения) на поверхность 3D-объекта.

Этот процесс устанавливает связь между координатами объекта (в 3D-пространстве) и координатами текстуры (в 2D-пространстве) посредством определения соответствия участков текстуры для каждой точке поверхности объекта.

В качестве дополнительного атрибута для каждой вершины объекта, имеющей координаты, указывается текстурные координаты (или UV-координаты).

Примечание.

. Генерацию UV-развертки для объекта можно выполнить автоматически, например, с помощью редактора blender.

(D) (B) (E) (E) E 990

Сплайны

2024

└─ Текстурное отображение (Texture Mapping)

Гекстурное отображение (Texture Mapping)

Техтите Марріяқ (тектурнов отображения) — процес произдоравания тектуры (ДР монбражения) в лю поершокть 30-блюста. Этот процесс устаналивает сяка между координатами объекта (в 30-прострамстей» и координаливае тектуры (в 20-прострамство посрядством опрядильния соответствия участков текстуры для каждо точке повершокти объекта.

имеющей координаты, указывается текстурные координаты (или ЛУ-координаты). Примечание. Тенерацию UV-развертки для объекта можно выполнить

автоматически, например, с помощью редактора blen

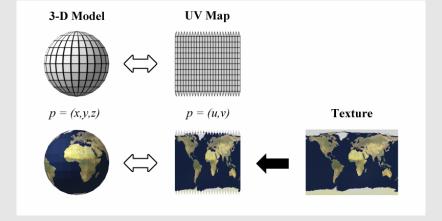


Рис. 2: uv-развертка (uv-mapping)

### Наложение текстур

Texture Sampling (сэмплирование) — процесс извлечения данных из текстуры (например, цвета или других атрибутов) в заданной точке на основе интерполированных UV-координат, которые были рассчитаны автоматически на этапе растеризации.

Сплайны —Наложение текстур



Наложение текстур

Texture Sampling (самплирование) — процесс извлечения данных из гекстуры (например, цвета или других атрибутов) в заданной точке на эснове интерполированных UV-координат, которые были рассчитаны

Пространство текстуры Координаты текстур uv-space

2024

Пространство объектов Параметры поверхности xyz-space

Пространство изображения Координаты пикселей xy-space

Рис. 3: Схема наложения текстуры на поверхность объекта

 Быковских Д.А.
 Сплайны
 16.11.2024
 5 / 18

# Эффект ступенчатости Aliasing

Термин "aliasing"(ступенчатость) происходит от слова "alias" в английском языке, которое означает "псевдоним" или "иное имя". В компьютерной графике, ступенчатость возникает, 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. Antialiasing (сглаживание) — 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.

Сплайны

-Эффект ступенчатости

ступенчатости

Термия "абакілув" (ступен-чатость) происходия от слова "абак" в антивійском залиж, которое соначент "поверхомия іми "аном иня". В ковальсятряскі графия, ступен-аттость ковансаят, ясида высоко-астотным дита изображения (нагример, точном линия или ири») на могут беля правильно представлена за изисно-асточной сети пискова. Это предират и ковалично артефатов в муже ступен-атточти или "поверхников" изоль чрами объяктов. Антабайскій (ступен-атточни или "поверхников" изоль чрами объяктов. Антабайскій (ступен-атточни или "поверхников" изоль чрами объяктов.

направленная на уменьшение строночатости (или зубчатости) на изображениях, сосбенно заметной на крако объектов или двагонатия Ступен-затель вознакат и коз сермиченного ческа пискова, колользумных для представления изображения, что может создавать иличатления неровных и

After Anti-aliasing

Before Anti-aliasing

Рис. 4: Пример эффекта ступенчатости

### Способы наложения текстур

- 1 Метод ближайшего соседа (Nearest-Neighbour Method) (без фильтрации)
- билинейная фильтрация (Bilinear Filtering)
- бикубическая фильтрация
- трилинейная фильтрация (Trilinear Filtering)
- анизотропная фильтрация (Anisotropic Filtering)

#### Примечание.

Используется аппаратно-программная поддержка.

Сплайны

2024-1

-Способы наложения текстур

Способы наложения текстур

- Метод ближайшего соседа (Nearest-Neighbour Method) (без фильтрации) 🎍 билинейная фильтрация (Bilinear Filtering)
- бикубическая фильтрация
- трилинейная фильтрация (Trilinear Filtering)

а анизотропная фильтрация (Anisotropic Filtering

Используется аппаратно-программная подреджка

Быковских Д.А

Сплайны

16.11.2024

7 / 18

## 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:

Быковских Д.А

Приложения с низкими требованиями к производительности.

Сплайны

4 D > 4 D > 4 D > 4 D > 16.11.2024

8 / 18

2024-

Сплайны

Метод ближайшего соседа

Метод ближайшего соседа Nearest-Neighbour Method

Этот метод использует значения самого близкого пикселя для вычисления нового значения после масштабировани:

Когда изображение масштабируется в больший размер, каждый новыі тиксель получает значение из ближайшего пикселя в оригинальном изображении. Аналогично, при уменьшении размера каждый новый тиксель получает значение из ближайшего пикселя, что может быть Вот примеры использования:

Приложения с низкими требованиями к производительности.

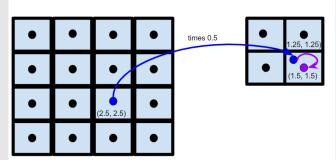


Рис. 5: Пример текстуры

### Текстурная фильтрация

#### Texture Filtering

Фильтрации основаны на интерполяции
Билинейная фильтрация — метол фильтрации т

Билинейная фильтрация — 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 — 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,
Быковских Д.А.
Сплайны 16.11.2024 9 / 1

Сплайны

Текстурная фильтрация

оная фильтрация

Белинойкая фильтрация — метод фильтрация текстур а компьютерой графине, кольозумный для крупсшения качества отображения текстур при масшитабирования. Этот метод працеальну для устранивния супрем-итости и а ритефильто, которые можут возмомуть при изключие размера текстур. Бемубическая фильтрация — метод фильтрации, использумный и

билинойной фильтрацией. Этот метод часто примененется при изменении размера изображений. Основная идея биубичносой фильтрации заключается в том, чтобы использачения не тольно бексайции: пекселей, как в биленейной фильтрации, но

новими мдея бикубической фильтроции заключается в том, чтобы испол очения не только ближайших гинстелей, как и билинейной фильтроции, и ичения соседиих тинселей, чтобы создать более гладион и точные разуль гориты используят кубические полиновым для интерпольнуми зачачный ак

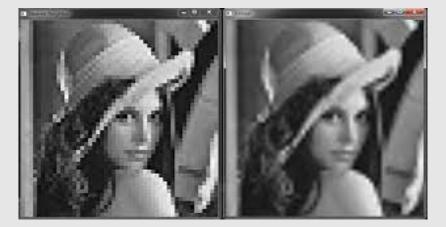


Рис. 6: Сравнение фильтраций: метод ближайшего соседа (слева) и билинейная фильтрация (справа)

# Мір-текстура

Mipmaps

Міртар (Multum In Parvo, т.е. 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.

707 - Мір-текстура Мір-текстура Мірнаря

Міртира (Multum In Parvo, т. т. имогое в малом) прядставляет собой прядрам (Минтим In Parvo, т. т. т. имогое в малом) прядставляет собой разрешениями есозраей тестуры. Каждее последующее изображнеми разрешениями и атом мюбре минтер заямер в полем мобре минтер заямер по меньшей, чем предъажущее. Таким образом, создантся мераризм тестурь, да каждей уровения редставления собой зоображение с опряделеным уговения редставления. И Использования Тестуры поволовет избижать автерьатов, таким Использования Тестуры поволовет избижать автерьатов, таким тестуры поволовет избижать автерьатов, тестуры по

использование такои текстуры подволяет изовжать артефактов, так как мерцание и дрожание текстур на дальних объектах, и в то же время повысить производительность при рендеринге.

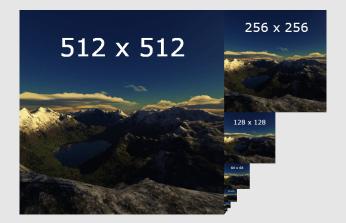


Рис. 7: Мір-текстура

Быковских Д.А. Сплайны 16.11.2024 10 / 18

4 D > 4 B > 4 B > 4 B > -

# Трилинейная фильтрация

Trilinear Filter

Трилинейная фильтрация — 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:

- Міртар фильтрация. Выбор подходящего уровня тіртар 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.

4□ > 4□ > 4□ > 4□ > 4□ > 4□

Сплайны

Трилинейная фильтрация

Грилинейная фильтрация

Трилинейная фильтрация — техника фильтрации текстур в компьютерной графике, предназначенная для улучшения качества

- Трилинейная фильтрация включает в себя два этапа фильтрас а Miomao фильтрация. Выбоо подходящего уровня miomao
- Міртар фильтрация. Выбор подходящего уровня тіртар зависимости от расстояния до обънкта.
- Билинейная фильтрация. Интерполяция значений внутри выбранного уровня mipmap.

Трилинейная фильтрация обеспечивает более гладкое и качествения отображение текстур, особенно при масштабировании, так как она учитывает как изменения масштаба, так и углы обзора. Недостаток такой техники заключается и том, что всо цента ядалек

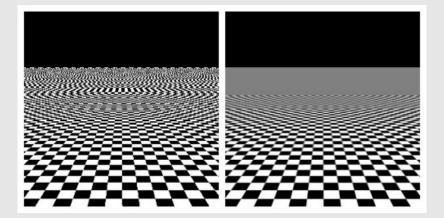


Рис. 8: Сравнение методов фильтрации: билинейной (слева) и трилинейной (справа)

### Анизатропная фильтрация

Anisotropic Filtering (with Mipmaps)

Анизотропная фильтрация — 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.

Сплайны

—Анизатропная фильтрация

затропная фильтрация

Аниатогропная фильтрация — техника в компьютерной графике, перимонемам, к текстурам для кулучания исчества отображения при различных углах обхоры. Эта техника сообенно полезна при работе с текстурами, которые маклонены под разными углами или отображаются под разными ракурсами.

Фактически убирает размытие при смешивании за счет того, ч работает в трех измерениях.



Рис. 9: Сравнение методов фильтрации: трилинейной (слева) и анизатропной (справа)

### Классификация

#### Основные виды

- Исходные изображения;
- МІР-текстуры;
- Процедурные текстуры.

#### Специализированные

Быковских Д.А

- Карта нормалей (Normal Map);
- Карта высот (Height Map);
- Карта окклюзии (Ambient Occlusion Map);

Сплайны

- Карта тени (Shadow Map);
- S Карта смешивания (Blend Map);



13 / 18

Сплайны Основные виды Исходные изображения Процедурные текстуры 2024-1 Карта нормалей (Normal Map); -Классификация A Kapra sucor (Height Map): Карта окклюзии (Ambient Occlusion Map а Карта тени (Shadow Map): Карта смешивания (Blend Map);

Эффект наложения текстур на полигональные модели привел к большому прорыву.

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

Классификация

### Процедурные текстуры

Процедурные текстуры — 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:

- Шум Перлина (Perlin Noise)
- Фрактальные текстуры
- Текстуры шероховатости
- 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.

Сплайны

### Процедурные текстуры

Процедурные текстуры — текстуры, которые генерируютс алгоритмически, а не создаются вручную или с помощы каображений. Они используют математические функции и алгоритмы вля создания деталей, шумов, узоров и других характеристи: гекстуры. Этот подход поэволяет создавать бесконечные и вариативные текстуры, которые могут быть адаптированы под

Примеры процедурных текстур:

- Шум Перлина (Perlin Noise)
- Фрактальные текстуры
- Текстуры шероховатости Марблинг и деревообразные текстуры
- Преимущество процедурных текстур заключается в их гибирсти возможности легкой настройки и создания уникальных вариантов текстур без необходимости хранения больших файлов изображений

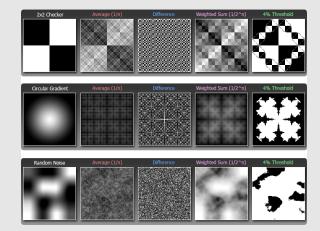


Рис. 10: Процедурные текстуры

### Специализированные текстуры

- 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.
- Карта высот (Height Map) Используется для создания рельефности поверхности. Значения яркости пикселей определяют высоту соответствующих точек на поверхности объекта.

#### Этапы запекания (baking) текстур

Быковских Д.А

- 📵 Создание из исходной (высокополигональной) модели низкополигональную модель путем отбрасывания вершин, сохраняя общие очертания модели.
- Создание uv-развертки для низкополигональной модели.
- Выбор тип карты для запекания и создание текстуры, куда будет сохранять результат.

Сплайны

16.11.2024

15 / 18

Выполнить запекание, указав нужные параметры.

Сплайны

2024

#### Специализированные текстуры

пециализированные текстур

 Карта нормалей (Normal Map) Используется для добавления деталей к поверхности объекта, н

увеличивая количество полигонов. Цвет каждого пикселя карть ноомалей представляет собой вектор, указывающий направлени

Используется для создания рельефности поверхности. Значени яркости пикселей определяют высоту соответствующих точек на

Выполнить запекание, указав исхоные параметры

Примечание. Позволяет сохранить высокую детализацию, минимизируя вычислительные затраты

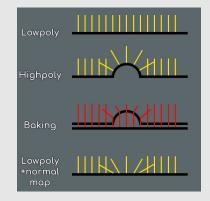


Рис. 11: Схема процесса запекания текстуры

### Специализированные текстуры

связанные с тенями

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

#### Примечание.

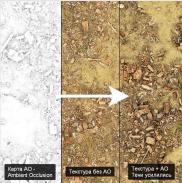
Текстура, в которой хранятся тени от рассеянного света, содержит оттенки серого.

Подходит для сцены с неподвижными источниками света. Разделение необходимо в случаи изменения степени освещенности сцены.

Сплайны

#### -Специализированные текстуры

Kapra oxpywaroujero zarenenie (Ambient Occlusion Map) окружение. Темные области могут указывать на близость Используется для определения областей, находящихся в те



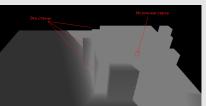


Рис. 12: Специализированные текстуры: Карта окружающего затенения (слева) и карта теней (справа)

Быковских Д.А

Сплайны

16.11.2024

### Специализированные текстуры

• 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

4□ > 4團 > 4 = > 4 = > = 900

2024-11-15

#### -Специализированные текстуры

Специализированные текстуры

« Карта смешивания (Blend Map)

 Карта свешивания (Blend Map)
 Примененте за участвения вескольких текстур в зависимости от опраделенных условий. Например, можно использовать жарту смешивания для определения, где на объекте применять текстуру торых а гле тектутить камия





Рис. 14: Карта смешивания и результат

### Заключение

#### Литература

- Procedural Textures
- Oisplaying Textures on the Screen
- Texture Coordinates
- 4 Anti-Aliasing
- Nearest Neighbour Interpolation
- Viewport Texturing Filtering
- Normal and Displacement Mapping
- Baking Normal Maps
- Что такое Ambient Occlusion
- Shadow Mapping
- Смешивание текстур ландшафта

4 D F 4 D F 4 D F 4 D F

Сплайны

2024-1

-Заключение

Заключение

Литература Procedural Textures

- Displaying Textures on the Screen
- Texture Coordinates
- Nearest Neighbour Interpolation
- Anti-Aliasing
- Viewport Texturing Filtering Normal and Displacement Mapping
- Baking Normal Maps Что такое Ambient Occlusion
- Shadow Mapping
- Смешивание текстур ландшафта

Быковских Д.А. Сплайны 16.11.2024 18 / 18