

Рельефер. Краткое руководство

Phantom Kayo

26 мая 2008 г.

Обзор

В трехмерной графике для более приближенного к реальности отображения геометрии применяются разного рода техники, некоторые из которых достаточно просты в реализации и при минимальных затратах производительности дают максимальный эффект. Технология компьютерной обработки трех измерений ввиду определенных причин главным образом избирает в качестве примитивов треугольные грани. Для получения сколь угодно сложной геометрической формы используется совокупность этих минимальных примитивов. Существуют достаточно понятные ограничения максимального числа треугольников, с которыми могут работать программы и оборудование. Чем больше треугольников мы используем, тем более близким к реальности будет выглядеть форма геометрического объекта, но тем большие вычислительные ресурсы потребуются для ее отображения.

Существование предела, дальше которого не имеет смысла увеличивать число примитивов, из которых состоит геометрия, существенно ограничивает возможности. Наряду с этим существуют распространенные техники, позволяющие улучшить отображение геометрии без увеличения числа примитивов. Эти техники главным образом используются для работы с освещением и микрофактурой трехмерных объектов, позволяя достигать достаточно хороших результатов с минимумом накладных расходов. Имеется ввиду использование алгоритмов рендеринга с применением карт нормалей (Normal Mapping) и карт рельефа (Relief Mapping). Обычно они представляют из себя двухмерные текстуры: карта нормалей — трехкомпонентная, в которой каждый компонент RGB представляет координаты вектора нормали XYZ; карта рельефа — однокомпонентная, значение является глубиной или высотой фрагмента, на который налагается текстел текстуры.

Эти техники достаточно хороши для большого числа программных приложений, применяющих для отображения трехмерную графику, но они порождают проблемы, связанные с получением этих самых карт рельефа и нормалей, которые индивидуальны для разных объектов. Существуют различные подходы к решению этих проблем, самым простым, но и самым трудоемким из которых является ручное рисование текстурной карты в каком-либо растровом графическом редакторе (например **GIMP**¹). При этом подходе обычно создают карту рельефа, и на ее основе с помощью специальных программ или плагинов (напри-

¹GIMP — GNU Image Manipulation Program (<http://gimp.org>)

мер **Normalmap**² к **GIMP**) производится вычисление карты нормалей. Следует иметь в виду, что этот достаточно простой подход практически неприменим на сколько-нибудь сложной геометрии.

Однако существует другая возможность, для реализации которой разработано представленное в этом руководстве программное обеспечение. Подход строится на вычислении соответствующих карт нормалей и рельефа на основе двух представлений формы одного и того же геометрического объекта. Одно представление формы содержит большое число примитивов, оно носит название высоко-полигональной модели (hi-poly model) и является наиболее близким к реальности, другое – состоит из много меньшего числа примитивов и называется низко-полигональной моделью (low-poly model), оно то и предназначено для рендеринга. Карты нормалей и рельефа вычисляются для низко-полигональной модели на основе сравнения ее с высоко-полигональной, которая далее больше не используется.

Рельефер самостоятельная программа, для работы с ним в среде различных редакторов требуется соответствующий плагин или скрипт. На момент написания данного руководства разработан скрипт интеграции с пакетом трехмерного моделирования **Blender**³.

Лицензия

© Phantom Kayo, 2008

Каждый имеет право воспроизводить, распространять и/или вносить изменения в настоящий Документ в соответствии с условиями GNU Free Documentation License, Версией 1.2 или любой более поздней версией, опубликованной Free Software Foundation;

данный Документ не содержит Неизменяемых разделов, не содержит Текста, помещаемого на первой странице обложки и не содержит Текста, помещаемого на последней странице обложки.

Текст лицензионного соглашения доступен по адресу <http://www.gnu.org/licenses/fdl.html>

²Может быть найден по адресу <http://nifelheim.dyndns.org/~cocidius/normalmap>

³Самая свежая версия всегда доступна на <http://blender.org>

Требования

Рельефер является приложением визуальных вычислений, базированных на графическом процессоре (GPU-based Visual Computing). Использование программируемого графического конвейера позволило в десятки раз ускорить процесс генерации карт нормалей и рельефа. Поэтому требуется наличие графической подсистемы с поддержкой OpenGL 2. В настоящий момент приложение способно работать в операционных системах Unix. Планируется также перенос на другие ОС в следующих выпусках.

Установка

Для установки достаточно собрать программу вызовом **make**, затем скопировать файлы *relieфер* и *relieфер.py* в директорию скриптов вашей инсталляции **Blender** (обычно это `/home/{username}/.blender/scripts` для пользователя или `/usr/share/blender/scripts/blender` глобально). Вызов **make install** выполнит это автоматически.

Текущая версия протестирована на работоспособность только в системах GNU/Linux.

Использование

Рассмотрим работу с Рельефером на простом примере, в котором в качестве низкополигональной модели будем использовать куб, а в качестве высокополигональной — сферу.

Перед использованием Рельефера у вас должны быть две модели объекта высоко-полигональная и низко-полигональная (см. Рис. 1). Для низко-полигональной модели предварительно должна быть выполнена UV развертка (см. Рис. 2). Также следует позаботиться о наличии текстурных объектов, изображения для которых мы намерены получить с помощью рельефера. Предположим, нам требуется отдельная карта нормалей, и карта рельефа (см. Рис. 3).

Перед получением нужной карты сперва следует выбрать *низко-полигональный* объект, а затем *высоко-полигональный* с прижатием **Shift**, при этом следует иметь ввиду, что важен порядок выбора (см. Рис. 4).

Вызов Рельефера осуществляется из меню *Object -> Scripts -> Gen Relief/Normal maps* (см. Рис. 5).

Графический интерфейс для удобства использования поддерживает профили генерации карт. Каждый профиль содержит некоторый набор

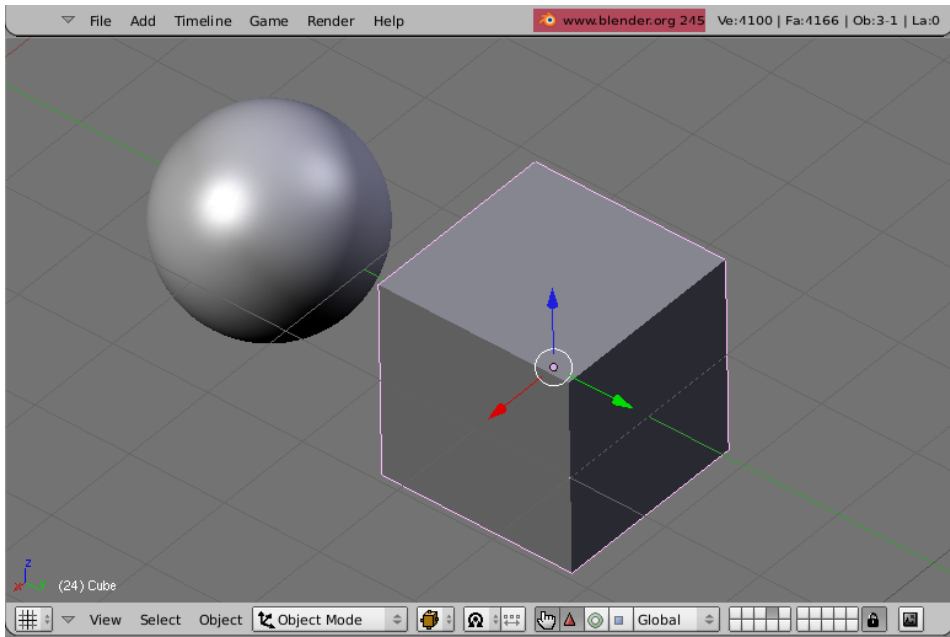


Рис. 1: Целевые объекты

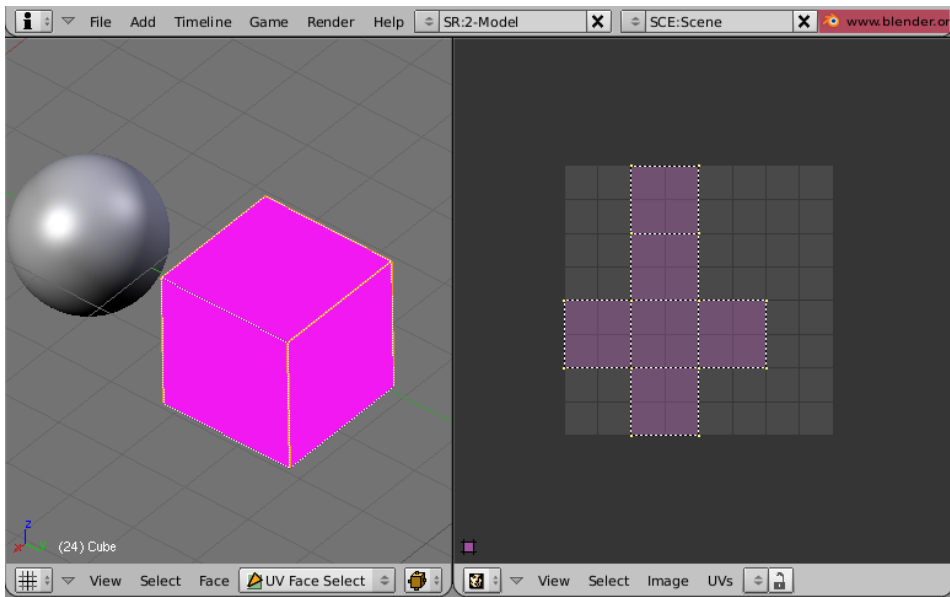


Рис. 2: Развертка низко-полигональной геометрии

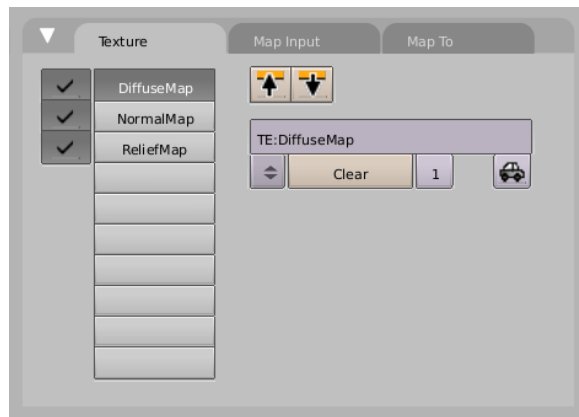


Рис. 3: Подготовка текстурных объектов

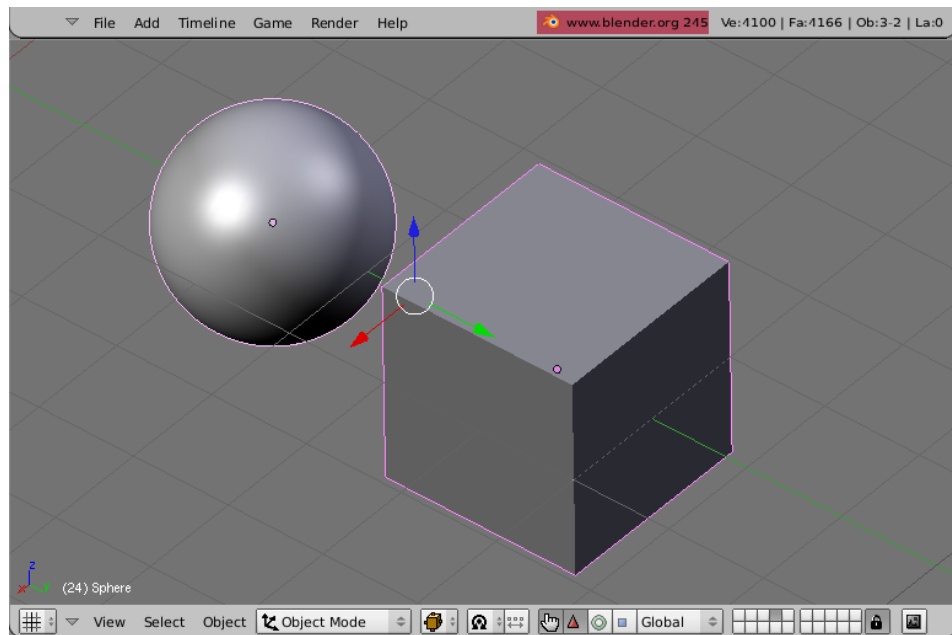


Рис. 4: Выбор объектов

установок, которые будут влиять на получаемую карту. В текущей реализации доступны следующие опции:

- Параметры текстуры:
 - Разрешение получаемой текстуры
 - Степень сглаживания текстуры

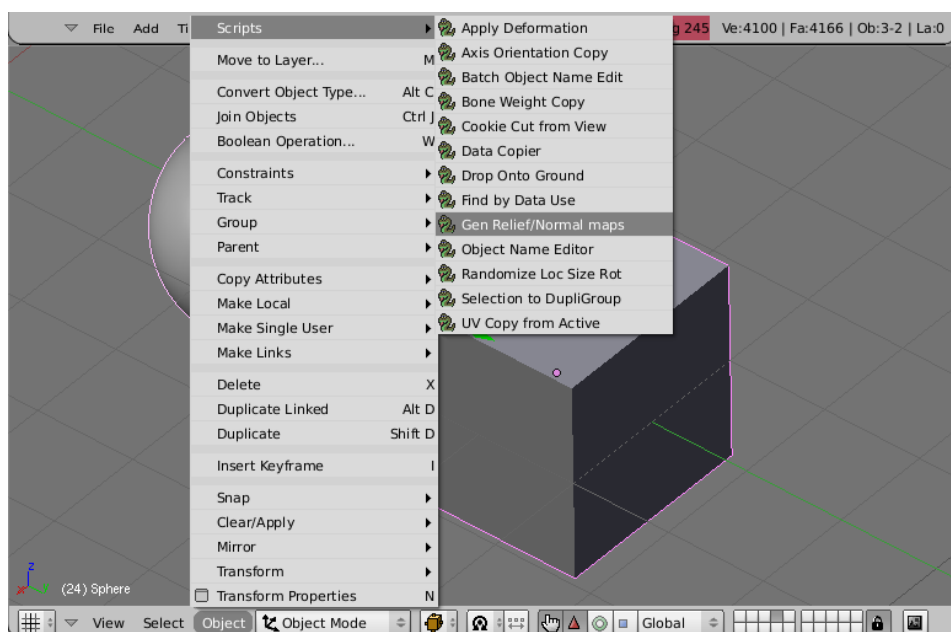


Рис. 5: Вызов Рельефера

- Формат пиксела текстурной карты
- Диапазон измерения глубины
- Другие опции:
 - Множественная выборка (Multisampling)

Вызовом пункта меню инициируется выбор нужного профиля (см. Рис. 6). Вы можете выбрать уже имеющийся профиль или создать новый. В примере имеются два профиля *Relief map* и *Normal map*. Предположим, что мы намерены получить текстурную карту нормалей, выберем *Normal map*. Перед нами диалог конфигурации профиля (см. Рис. 7). В качестве формата используется “n,1”, что означает наше намерение получить нормали в качестве компонент RGB и 1 в компоненте Alpha текстурной карты.

После настройки следует нажать ОК, при этом появится запрос выбора текстурного объекта, куда будет помещена соответствующая карта (см. Рис. 8). Если выбрать текстуру, будет произведен запуск Рельефера, после соответствующих вычислений результирующая карта будет автоматически загружена в **Blender**. Выбираем *Normal map*. Работа может занять некоторое время, которое связано с выгрузкой геометрии из

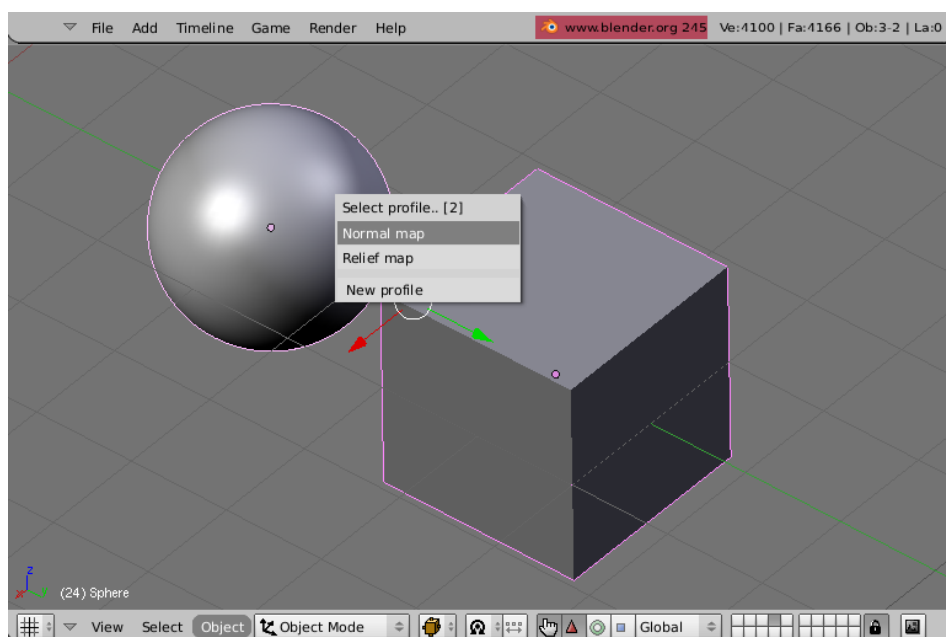


Рис. 6: Выбор профиля

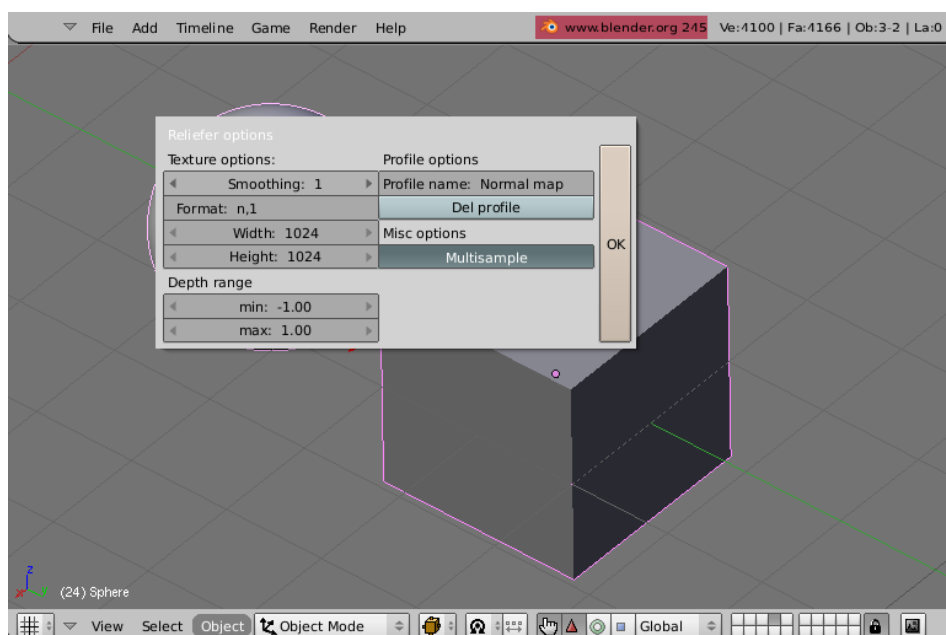


Рис. 7: Редактирование профиля для генерации карты нормалей

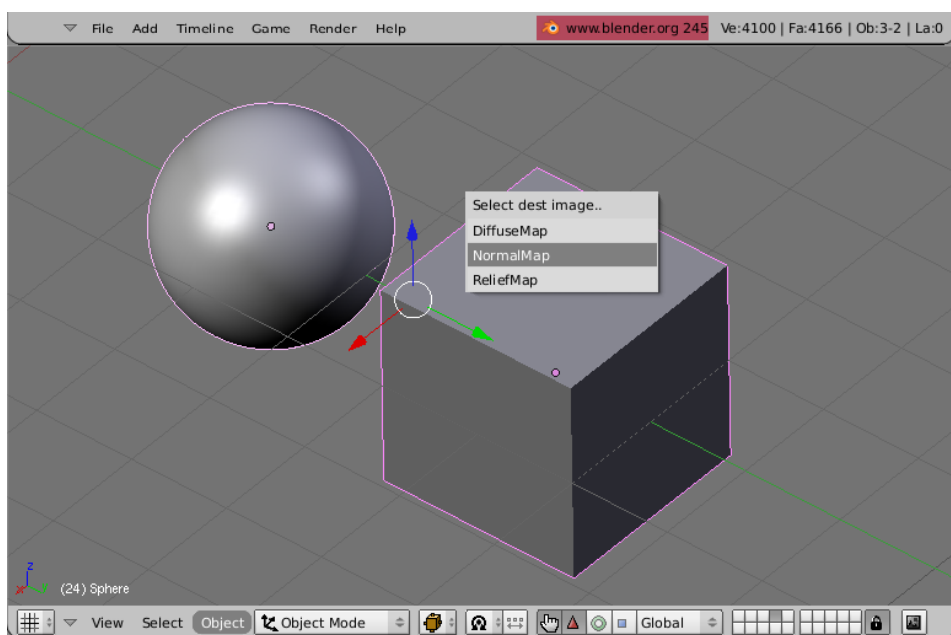


Рис. 8: Выбор текстуры для карты нормалей

Blender в Рельефер, выполняемой скриптом, тогда как непосредственно генерация карты при использовании современных графических ускорителей выполняется достаточно быстро.

Когда процесс завершен, мы можем увидеть результат (см. Рис. 9).

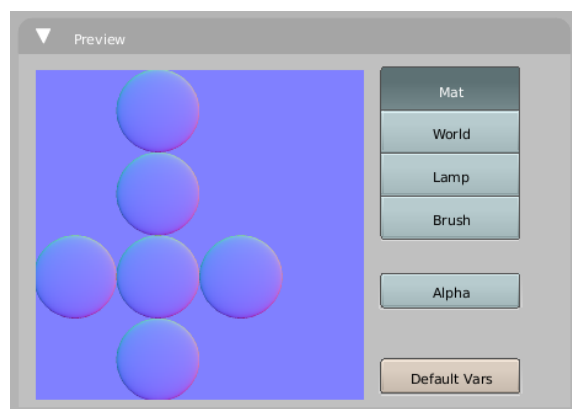


Рис. 9: Полученная карта нормалей

Аналогично генерируем карту рельефа. Выбираем профиль *Relief map*,

в диалоге профиля указываем в качестве формата “d,d,d,1” (см. Рис. 10).

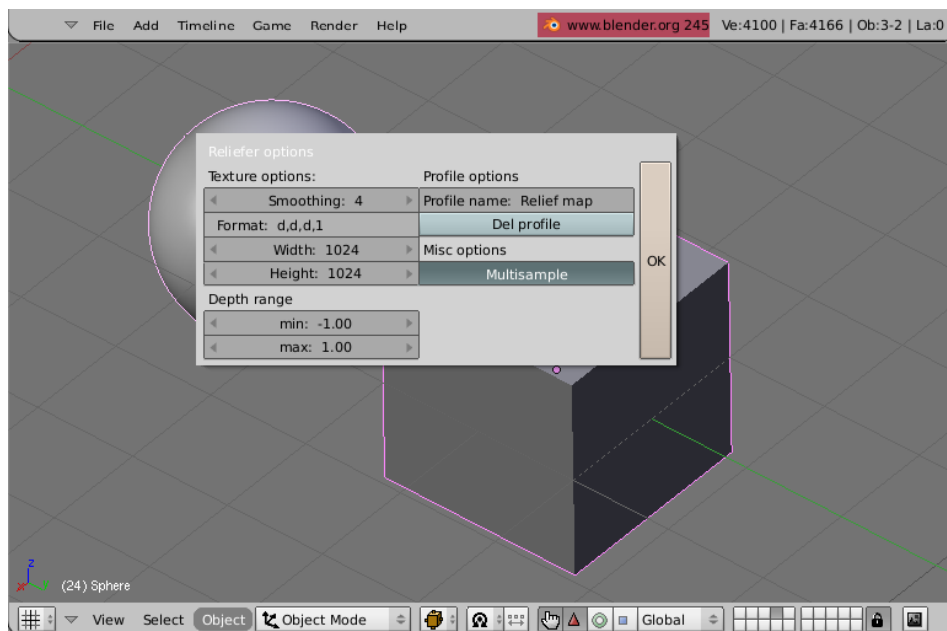


Рис. 10: Диалог настройки профиля для карты рельефа

После нажимает ОК и выбираем текстурный объект (см. Рис. 11).

Результирующая карта попадает в соответствующую текстуру (см. Рис. 12).

По умолчанию представленные в примере профили отсутствуют, их необходимо создать самостоятельно выбрав *New profile*. Чтобы удалить профиль, следует активировать кнопку удаления и нажать ОК.

Вы можете отказаться от выбора текстурного объекта после активации ОК в диалоге настройки профиля, в этом случае сохранится текущая конфигурации, но генерации карты не произойдет.

Подробности настройки профилей

Разрешение текстуры

В текущей реализации должно быть кратным степени 2. Обычно максимальное разрешение ограничено возможностями вашей видео подсистемы.

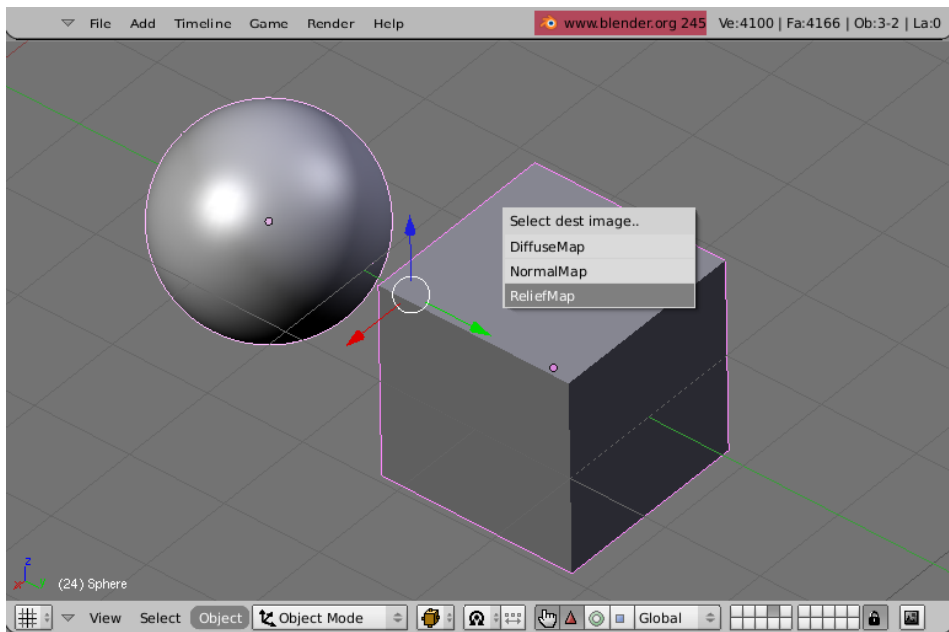


Рис. 11: Выбор текстуры для карты рельефа

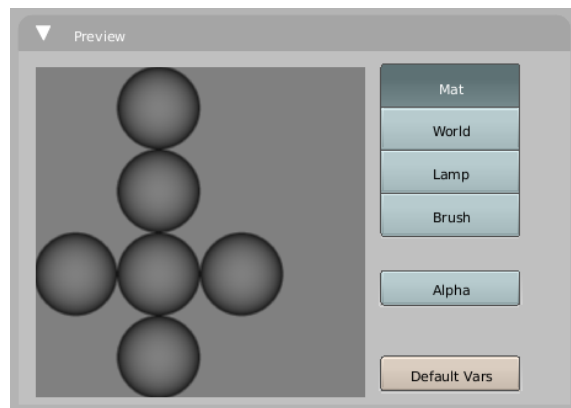


Рис. 12: Полученная карта рельефа

Степень сглаживания текстуры

Целое число, определяющее радиус смешивающего пятна. Чем выше число, тем больше радиус охвата сглаживания.

Формат пиксела текстурной карты

Формат позволяет гибко менять функциональность приложения, определяя значения, которые будут занесены в компоненты RGBA результирующей текстурной карты. Формат представляет из себя список элементов, разделенных запятыми. Каждый элемент представляет значение одной или более цветовых компонент, которые будут занесены в текстурную карту. Поскольку в графических вычислениях используются арифметика чисел с плавающей точкой, все значения компонент должны лежать в пределах от 0.0 до 1.0. Элементы могут быть константным числом либо символом переменной формата. Основные доступные переменные формата представлены ниже:

n.x — компонента X тангенциальной⁴ нормали.

n.y — компонента Y тангенциальной нормали.

n.z — компонента Z тангенциальной нормали.

n — компоненты XYZ тангенциальной нормали (тоже самое, что **n.x,n.y,n.z**).

d — значение глубины фрагмента.

r — три значения глубины фрагмента (тоже самое, что **d,d,d**).

d2 — 16 битное значение глубины фрагмента, упакованное в две компоненты (для достижения большей точности).

d3 — 24 битное значение глубины фрагмента, упакованное в три компоненты.

d4 — 32 битное значение глубины фрагмента, упакованное в четыре компоненты.

Также доступны дополнительные следующие переменные:

c.x — компонента X тангенциальных координат фрагмента.

c.y — компонента Y тангенциальных координат фрагмента.

c.z — компонента Z тангенциальных координат фрагмента.

c — компоненты XYZ тангенциальных координат фрагмента (тоже самое, что **c.x,c.y,c.z**).

⁴Тангенциальной в данном контексте означает переведенной в координатную систему грани

rc.x — компонента X реальных координат фрагмента.

rc.y — компонента Y реальных координат фрагмента.

rc.z — компонента Z реальных координат фрагмента.

rc — компоненты XYZ реальных координат фрагмента (тоже самое, что **rc.x,rc.y,rc.z**).

rn.x — компонента X реальной⁵ нормали.

rn.y — компонента Y реальной нормали.

rn.z — компонента Z реальной нормали.

rn — компоненты XYZ реальной нормали (тоже самое, что **rn.x,rn.y,rn.z**).

Следует учесть, что число компонент, задействованных форматом не должно быть меньше 4. Кроме того вы можете использовать несложные арифметические операции над переменными формата соблюдая следование и число компонент результатов.

Формат позволяет использовать Рельефер кроме своего непосредственно назначения для генерации текстурных карт другого рода. В будущем возможно расширение переменных формата.

Диапазон глубины

Определяет пределы изменения глубины фрагментов высокополигональной модели напротив соответствующих граней низкополигональной. По умолчанию лежит в пределах от -1.0 до 1.0.

⁵Реальной в данном контексте означает переведенной в координатную систему объекта