

Mapas de Relieve: Bump and Normal Maps

https://docs.blender.org/manual/en/dev/render/blender_render/textures/properties/influence/bump_and_normal.html

Descripción.

Los Mapas de Normales (o "Normal Maps", debido a que emplea los datos de los canales de color RGB asimilándolos a los ejes del sistema de coordenadas "Normal" a la superficie) y Mapas de Bacheado (o "Bump Maps", de "bump": bache, bulto, chichón) son dos tipos de texturas que tienen el mismo propósito, y que no es otro que el de simular la sensación de una superficie 3D con detalle, es decir, generan la ilusión de relieve al interpretar los datos de la textura modificando su sombreado como si la superficie del objeto sobre la cual está aplicada tuviese un montón de pequeños ángulos, en lugar de ser completamente plana. Debido a que está sólo modificando el sombreado de cada píxel, ello no arrojará ninguna sombra real y, por tanto, no obstruirá otros objetos, sino que sólo se re-sombrea a sí mismo. Si el ángulo de la cámara es demasiado tangente a la superficie, nos podremos dar cuenta de que la superficie no tiene la forma que aparenta mediante el falso relieve generado.

Ambos, Mapas de Bacheado y Mapas de Normales trabajan modificando el ángulo normal (la dirección que apunta perpendicular desde una cara), lo que influye en cómo es sombreado un píxel. Aunque los términos "Normal Map" y "Bump Map" se utilizan a menudo como sinónimos, hay notorias diferencias:

Bump maps:

Estas texturas son interpretadas de modo que el valor del color de cada pixel representa una intensidad: la altura relativa de los píxeles desde el punto de vista de la cámara. Los píxeles parecen ser movidos por la distancia requerida en la dirección de las normales de las caras (el "bulto o bache" se compone sólo de un desplazamiento, que tiene lugar a lo largo del existente e inalterable vector-normal de la cara, dando la sensación de alejarse en mayor o menor medida de la cara). Es perfectamente posible utilizar tanto imágenes en escala de grises así como imágenes-RGB traducidos los valores de sus tres canales de color como intensidad (esto incluye a cualquier imagen).

Normal maps:

Estas son imágenes en las que los datos RGB que almacena cada pixel son interpretados una dirección 3D: la dirección definida por los valores de los tres canales de color **RGB** al ser asimilados a los tres ejes **X**, **Y** y **Z** del sistema de coordenadas Normal de la cara. El resultado que ofrecen estas imágenes es mucho más preciso que simplemente simular qué tan lejos está el pixel respecto de la cara a lo largo de una línea (la dirección **Z**, o eje normal a la cara), y pueden simular que ese píxel es movido en cualquier dirección, de un modo arbitrario. La desventaja de los mapas de Normales no es otra que, a diferencia de los mapas de Bacheado (los cuales pueden ser fácilmente pintados a mano), por lo general, los de Normales tienen que ser generados de alguna manera distinta al pintado manual y, a menudo, esa manera suele ser desde la necesidad de disponer de un objeto (malla) de mayor resolución geométrica que la geometría que está siendo aplicada con el mapa.

Los Mapas de Normales, en *Blender*, interpretan la dirección almacenada en los pixeles de la imagen, según el sistema de coordenadas Normal, de la siguiente manera:

- Mapas Rojos: Valores del canal de color Rojo (0-255) se interpretan a X (-1.0 a 1.0)
- Mapas Verdes: Valores del canal de color Verde (0-255) se interpretan a Y (-1.0 a 1.0)
- Mapas Azules: Valores del canal de color Azul (0-255) se interpretan a Z (0.0 a 1.0)





Nota-1: Dado que las direcciones de Normales calculadas deberían apuntar hacia un observador situado en el espacio exterior al volumen del modelo, los valores de Normales en Z negativos no se consideran (ya que serían no visibles de todos modos). En *Blender* se considera la gama completa del azul (asimilándola desde el valor 0.0 al 1.0, sin valores negativos), aunque algunas otras aplicaciones e implementaciones informáticas que también usan los mapas Normales leen los colores del canal azul interpretando y asimilando la gama (128-255) a (0,0 a 1,0). Esta última convención es la utilizada, por ejemplo, en "Doom 3".





Nota-2: Hay aplicaciones informáticas que son capaces de analizar la imagen 2D de un objeto o forma, deducir su forma 3D equivalente, y a partir de ese análisis generar un mapa de Normales, como por ejemplo:

- <u>Aplicaciones instalables:</u>
 - **xNormal** (gratuito; genera mapa de Normales y, también, Ambient Occlusion y mapa de Desplazamiento): <u>http://www.xnormal.net/</u>
 - MapZone (y FX-MaPS) (gratuito): <u>http://www.mapzoneeditor.com/</u> <u>http://www.truancyfactory.com/portals/mapzone/mapzoneIndex.html</u>
 - **CrazyBump** (no gratuito; genera mapas: de Normales, AO, de Desplazamiento v de Especularidad): <u>http://www.crazybump.com/</u>
 - PixPlant (no gratuito, version demo por 30 días y con marca de agua): http://www.pixplant.com/
 - Knald (no gratuito, version demo por 30 días): https://www.knaldtech.com/
- On-line (desde página web):
 - **SmartNormal** (gratuito; también tiene una versión descargable e instalable): <u>http://www.smart-page.net/smartnormal/</u> (versión on-line) <u>http://www.smart-page.net/smartnormal1</u>/ (versión descargable e instalable)
 - NormalMap-Online (gratuito; también genera texturas de Desplazamiento, AO y Specular): <u>http://cpetry.github.io/NormalMap-Online/</u> <u>http://cpetry.github.io/TextureGenerator-Online/</u> (generador de texturas procedurales)
- <u>AddOns o Plugins (agregados a otros programas):</u>

- NVIDIA Texture Tools, como *plugin* para Adobe Photoshop 5.0, 5.1, 6.0, 7.0, CS, CS2, CS3, CS4, CS5 and CS6 (gratuito; genera "normal maps", "mip map", "cube map" y gestión de compresión de texturas):

https://developer.nvidia.com/nvidia-texture-tools-adobe-photoshop

<u>Editor de gráficos vectoriales</u> (*.svg, *.dxf, *.sk1, *.pdf, *.eps, PostScript, y otros):

- INKSCAPE (gratuito; soporta Bézier, Texto, relleno de áreas, capas, grupos, etc.): https://inkscape.org/es/



Flujo de Trabajo

Para la generación y el uso Mapas de Bacheado (*"Bump Maps"*) y de Normales (*"Normal Maps"*), los pasos a seguir son los siguientes:

1) Modelar un modelo de alto nivel de detalle *(malla con alto número de polígonos o "high-poly")*. ¿Cuánto detalle es conveniente definir? Esto es algo de criterio muy personal y será el usuario el que defina el modelo del cual quiere partir y el nivel de detalle que desea plasmar mediante el modelado de la malla. Lo que sí está claro es que mientras más densidad de vértices y aristas tenga la malla de origen, mejor podrán definirse perillas, botones, ojales, pliegues, bultos, protuberancias, aberturas de bolsillos, agujeros, picos, filos, etc., que deseemos muestre nuestro modelo de alto nivel de detalle, y dichos detalles lucirán al observarlos desde cualquier distancia, independientemente de cuántos recursos informáticos consuman. Nuestro ejemplo (ver cabeza de la figura siguiente) tiene 68.110 vértices, 204.324 aristas y 136.216 caras (triangulares).



2) Dado que nuestro modelo de alto nivel de detalle puede llegar a consumir excesivos recursos informáticos a la hora de usarlo con alguna aplicación concreta (exportándolo, por ejemplo, a un videojuego, o a mundos virtuales como *"Second Life"*, etc.), es por lo que necesitaremos obtener, a partir de el, un nuevo objeto cuya geometría nos ofrezca un aspecto global lo más parecido posible al modelo de alto nivel de detalle pero que tenga una malla con muchos menos vértices, aristas y caras (malla *"low-poly"*). La tasa idónea de reducción de la densidad de elementos de la malla dependerá mucho de cada modelo concreto (por ejemplo, una oreja humana muy detallada puede llegar a tener 1000 caras en el modelo de alto número de polígonos, mientras que esa misma oreja puede ser reemplazada por una sola cara cuyo plano esté orientado en la misma dirección que se muestra la oreja de la malla detallada, iy quizá este nivel de reducción sea un ejemplo extremo!, pero bien pueden considerarse normales tasas de reducción de 100 o 250 caras "triangulares" de la malla *"low-poly"*. Por tanto, a



partir de una copia del modelo de alto nivel de detalle, crearemos un modelo de bajo número de polígonos (malla menos detallada o *"low-poly"*) cuya forma geométrica global obedezca y se ajuste, lo más posible, a la forma y tamaño globales del modelo de alto nivel de detalle, usando para ello herramientas de edición de mallas de *Blender* (como, por ejemplo, el modificador: "**Decimate**", complementándolo luego con herramientas de edición y modelado manual para terminar de ajustar elementos o zonas concretas de la malla; también pueden obtenerse buenos resultados directos usando una herramienta externa a *Blender* que sea específica para este tipo de trabajo de diezmar o reducir la densidad de elementos de una malla como, por ejemplo, la aplicación denominada *"MeshLab"*, la cual puede descargarse gratuitamente desde su web: <u>http://meshlab.sourceforge.net/</u>). Nosotros hemos reducido los 68.110 vértices a sólo 382.



3) Tras la fase de modelado y retopologización, y una vez que la malla de bajo número de polígonos nos ofrezca un volumen y forma globalmente equivalentes a la malla del objeto de alto número de polígonos (aunque, evidentemente, sin poseer la malla *"low-poly"* el detalle menudo de la malla *"high-poly"* original), entonces habrán de realizarse las siguientes operaciones en la malla *"low-poly"*:

3.a) Abrir una nueva ventana en la interfaz de usuario de *Blender*, disponiendo en dicha ventana el editor "E UV/Image Editor".

3.b) Seguidamente, desde la ventana de la "**W** Vista 3D", y en "modo Edición", seleccionar todos los elementos de la malla 3D, mediante el atajo de teclado: **A**.

3.c) Y ahora, se realizará un despliegue de toda la malla 3D para obtener su desarrollo plano completo en un "mapa UV". No hace falta recordar que, previamente, necesitaremos marcar, desde el "modo Edición", las aristas que deseemos considerar como costuras de corte de la malla ("Mark Seam") para el despliegue UV en el caso de que vayamos a llevar a cabo un despliegue con el método "Unwrap", no siendo necesario tal marcaje de las costuras si el método de despliegue a utilizar es cualquier otro de los que *Blender* ofrece con el atajo U.







4) Permaneciendo en el "**modo Edición**" de trabajo y con todos los elementos de la malla 3D seleccionados (los cuales acabamos de desplegar), en la ventana "**UV/Image Editor**" asociaremos a su lienzo un contenedor de textura vacio creándolo con el botón: **+ New** (o bien desde el menú: "**Image** "**>>** opción: "**New Image Ait + N**"), a fin de que el Render "hornee" (*función* "Bake") el "Mapa de Normales" que deseamos obtener volcándolo hacia la textura vacía vinculada al despliegue UV del modelo 3D realizado en el "mapa UV".

5) Con el atajo **TAB**, conmutaremos al **"modo Objeto**" para, desde este modo de trabajo, procesar el objeto de la malla *"low-poly"* de manera que sus caras se muestren con **sombreado "suave**", dando la ilusión de que su superficie presenta curvatura continua sin aristados vivos ni filosos, aplicando para ello el operador **"Smooth"** (que usa, para el sombreado de la superficie del objeto, las **normales interpoladas de los vértices: T** >> **Tools** >> **VEdit** >> botón: **Smooth**).

6) Los "sistemas de coordenadas" de los dos objetos (el de la malla "*high-poly*" y el de la malla "*low-poly*") deben coincidir y, además, situaremos a ambos en el espacio con una localización, orientación y escala en las cuales se **ajusten sus superficies lo más posible la una con la otra** ya que, en el paso siguiente, el "Bake" del Render capturará el tipo de sombreado elegido del objeto seleccionado (el sombreado "Normal" del objeto "*high-poly*") y lo proyectará, desde él, sobre la superficie del objeto activo (*el "low-poly*").

7) Y, antes de que el Render "hornee" (función "Bake") el "Mapa de Normales", seleccionamos, en el orden que se expresa, primero el objeto de la malla "high-poly" y en último lugar el objeto de la malla "low-poly" para, seguidamente, configurar el tipo de información de sombreado a Desde la ventana de "
Propiedades por Contextos" >> capturar por el "Bake": >> will contexto del Render >> panel de sección: "▼Bake" >> botón desplegable: "Bake Mode: $\stackrel{\sim}{\rightarrow}$, y también el botón desplegable: "Normal Space: Tangent $\stackrel{\leftarrow}{\rightarrow}$ " (espacio) Normals coordenado/en el que se computa el sombreado respecto a la luz; el espacio tangente es reguerido en mallas que vayan a sufrir deformación) y, además, activamos la casilla: "Selected to Active". Bake ", procedemos a ejecutar la función Y, finalmente, pulsando el botón: " del "Bake", que, tras unos segundos de procesamiento, hornea nuestro "mapa de Normales" y lo vuelca en el contenedor de imagen vacío que fue vinculado al despliegue UV del modelo 3D realizado antes en el "mapa UV". La imagen obtenida será semejante a la mostrada en la página siguiente, la cual podremos salvar desde el menú: "Image* " >> opción: "Save As Image F3 ".





8.a) Cuando se utilice un "Mapa de Bacheado" ("Bump Map"), mapear la textura activando en sus "▼influencias" >> apartado: "Geometry:" >> "M Normal" (activada), y no usar los valores RGB de la imagen para el mapeado de las normales, es decir, sección: "▼Image Sampling" >> casilla: Mormal Map (desactivada). No es el caso de nuestro ejemplo de la presente práctica.



8.b) Cuando se utilice un "**Mapa de Normales**" (*"Normal Map"*), mapear la textura activando en sus "▼influencias" >> apartado: "**Geometry**:" >> "**Normal**" (*activada*), y usar los valores RGB de la imagen para el mapeado de las normales, es decir, sección: "▼Image Sampling" >> casilla: **Normal Map** (*activada*). En nuestro ejemplo es la configuración que utilizanos.

Ahora podremos visualizar ambos objetos, el "high-poly" y el "low-poly", sin más que separarlos el uno del otro para que no coincidan ni se solapen, y disponiendo el modo visual "Material" o "**Rendered**" para poder comparar y comprobar el efecto de falso relieve que genera la textura de "mapa de Normales".



Tal como se ha dicho anteriormente, los sistemas de coordenadas de los dos objetos deben coincidir. Por ejemplo, si usted "hornea" ("Bake" del Render) usando un mapa UV del modelo de alto nivel de detalle, debe mapear el modelo de bajo nivel de detalle y alinear sus coordenadas UV para que coincida con el contorno de la imagen de alto nivel de detalle (ver los despliegues UV para alinearse con los bordes del mapa de alto nivel de detalle).

Explicación del Funcionamiento del "Bake" del Render

En primer lugar vamos a explicar, desde la perspectiva de los artistas, lo que es y hace un mapa de Normales. Imaginemos una cabeza de espuma de poliestireno que está facetada y su superficie no está refinada ni devastada. Esto sería nuestro modelo de bajo número de polígonos. Luego imaginemos que recubrimos esta superficie con arcilla y que esculpimos sobre ella un rostro mucho más detallado en la superficie exterior del recubrimiento de arcilla, en lo que será nuestro modelo de alto número de polígonos. Entonces arranquemos o separemos esta arcilla de su parte posterior y saquémosla haciendo palanca. Dejémoslo sobre la mesa, y se verá que tiene un apreciable mayor espesor en algunos lugares, mientras que es de espesor más delgado en las posiciones en donde las aristas de la cabeza facetada (el modelo *"low-poly"*) están cerca de la superficie esculpida *(el modelo "high-poly")*.

 $\frac{3}{2}$ ahora expliquemos cómo funciona el "**Bake**" del Render. La superficie de bajo número de polígonos (el modelo *"low-poly"*) arroja "rayos" proyectándolos desde su superficie usando grupos



de suavizado (grupos normales interpoladas) para determinar la dirección de los rayos emitidos (pueden ajustarse estos rayos, mediante la edición de las normales, en algunos programas). Si se han aplicado grupos de suavizado diferenciados al modelo *"low-poly"*, no sólo va a mostrar marcas allá donde existan definidas aristas vivas o filosas *("sharp")*, sino que el **"Bake**" del Render se va a perder la captación de porciones de superficie del modelo *"high-poly"*, tal como muestra el esquema de la imagen inferior de la figura adjunta.



Hábitos Prácticos para Obtener Correctos Mapas de Normales

• Dividir las UVs en islas cuyas aristas perimetrales se correspondan con aristas 3D filosas:

• Cuando en el modelo 3D *"low-poly"* no se esté sombreando toda su superficie con la característica "Smooth" y se usen algunas aristas duras o filosas (por caras marcadas como "**Flat**" o por aristas o vértices marcados como "**Sharp**") el resultado del mapa de Normales obtenido por el "Bake" del render será incorrecto. Ello será debido a que, al utilizarse la dirección del vector normal a los vértices del modelo *"low-poly"* como dirección de proyección, se produce en el espacio UV una superposición del sombreado producido por un mismo vértice en dos o más direcciones (sus normales divididas), y se sobrescribe en ellos un valor (color) medio que es incorrecto para representar los valores del sombreado de las caras adyacentes. Este valor (color) medio calculado es interpretado incorrectamente en el espacio tangente y causará un efecto de relieve similar a una costura o aristado extraño no deseado.

◆ Para evitar dicho efecto cuando son usadas aristas duras o filosas en el modelo "low-poly" 3D, debe dividirse su mapa UV en islas de caras en donde las aristas filosas del modelo 3D sean aristas UV pertenecientes al perímetro de las islas de caras UV, a fin de evitar la superposición y sobrescritura en la imagen generada debido las proyecciones según las citadas direcciones normales divididas de un mismo vértice. Ello permite a las direcciones normales divididas resolverse correctamente cuando se "hornea" ("Bake") la generación de la imagen del mapa de normales, puesto que los vértices UV ya no mantienen compartida la localización en el espacio UV y pueden "hornearse" ("Bake") valores de color correctos. Por tanto, marque costuras ("Mark Seam") antes de desenvolver la malla del modelo o edite y ajuste el mapa UV una vez desenvuelto a fin de desdoblar y separar las aristas UV que son filosas en el modelo 3D.

 \bigcirc

◆ Además, por seguridad, se recomienda dejar un espacio de margen de al menos 2 pixeles entre islas UV, o donde se haya desdoblado alguna arista UV que sea filosa en el modelo 3D.



• La importancia de triangular antes de "hornear":

◆ Un mapa de normales, aplicado sobre la superficie del modelo "low-poly" 3D, sólo puede emular, reproducir y compensar adecuadamente la geometría del modelo "high-poly" 3D si la geometría del modelo "low-poly" 3D (desde el cual se proyectan las normales de vértices) es correcta y se ajusta y aproxima lo más posible La geometría de la malla "high-poly" 3D. Hay que tener muy presente que la geometría del modelo "low-poly" 3D es automáticamente triangulada como parte inicial o previa del proceso de "horneado" (ver, En la ventana de "Internate triangulada como parte inicial o previa del proceso de "horneado" (ver, En la ventana de "Internate triangulada como parte inicial o previa del proceso de "horneado" (ver, En la ventana de "Internate triangulada como parte inicial o previa del proceso de "horneado" (ver, En la ventana de "Internate triangulada como parte inicial o previa del proceso de triangulada en dos diferentes de la modo de división de cuadriláteros: casilla "Split: Automatic / Fixed / Fixed Alternate ‡"); pero resulta que cada "quad" (cara cuadrangular) puede ser triangulada en dos diferentes formas (por sus dos diagonales) y, por lo tanto, alrededor del 50% de todos los "quads" serán triangulados automáticamente por la diagonal incorrecta o que resulta la menos conveniente a la hora de reproducir con el mapa de normales la superficie del modelo "high-poly". Las caras "n-gons" están exponencialmente expuestas a ser automáticamente trianguladas erróneamente, e irán a peor a medida que aumente su número de lados.

◆ Triangulando intencional y conscientemente en forma manual antes del "horneado" ("Bale"), eligiendo el usuario aquellas diagonales que sean las idóneas para ajustar la superficie de la malla *"low-poly"* a la superficie de la malla *"high-poly"*, nos asegurará que no haya margen de error en este sentido.

• No use el mapa de normales en geometrías que no sean la que se empleó para obtener el "horneado" de la imagen del mapa resultante. Y, además, use la misma geometría con el motor de render que se utilizó para el "horneado".

• Geometrías incorrectas causarán errores de sombreado (vértices duplicados, caras plegadas, superficies "non manifolds", etc.). Revise la corrección geométrica antes de "hornear".

• El acolchado o sangrado en el perímetro de las islas de caras UV:

◆ En la ventana de " Propiedades por Contextos" >> i contexto del Render >> panel de sección: "▼Bake" >> dispondremos de la casilla numérica: " < Margin: 16 px > " la cual nos permite añadir o extender el resultado de la imagen del mapa capturado por el "Bake" hacia el exterior del perímetro de las islas de caras UVs mediante el señalamiento de un margen medido en número de pixetes de anchura., lo cual asegura la aplicación de los valores calculados por el mapeado de normales en todos los pixeles de la superficie texturizada del modelo 3D, en concreto en las costuras usadas para el despliegue UV (según se indicó como última recomendación para el caso de aristas filosas).

• Este margen de sangrado del mapa calculado cobra especial importancia cuando se utilizan texturas "mipped" o "mipmaps" (mapas "mip", del latín: "multum in parvo" = mucho en poco espacio, son mapos de imagen que contienen los datos necesarios para producir la reducción automática del tamaño de la textura basándose en la distancia de visualización a fin de mostrar un nivel de detalle, "LOD" o "Level Of Detail", adecuado a la resolución de pixeles disponibles en el medio de reproducción visual para cada zona del modelo renderizado). El usar un adecuado tamaño o ancho de este margen de sangrado de la imagen del mapa, en función de los distintos niveles de reducción del detalle que serán mostrados de una imagen "mipmapped", es fundamental para evitar efectos distorsionantes o artefactos visuales entre pixeles.

• Trate de mantener un relleno del margen de sangrado de 1 pixel alrededor de cada isla de caras UV para el más bajo nivel de detalle del "mipmap".

◆ Dar 16 pixeles de margen de sangrado alrededor de cada isla de caras UV para el nivel más alto de detalle (5º LOD) asegura un suficiente y progresivamente correcto margen en cada LOD inferior (16 / 8 / 4 / 2 / 1) de un "mipmap". Esto significa 16 pixeles de margen de sangrado por cada isla (a su alrededor, y no entre cada dos islas).



♦ Mejor aún sería un 100% de sangrado en todo el borde exterior perimetral a las islas de la textura, es decir, rellenar toda la imagen de la textura para no dejar margen de error ninguno. Siempre podremos realizar un 100% de relleno manual como paso final. El cómo se vea ese relleno extra en la imagen de la textura es irrelevante; en cambio el cómo sombrea la textura aplicada en el render es lo importante.

• El color de fondo de una textura de mapa de normales:

◆ A la hora de rellenar el fondo de una textura de mapa de normales, el color de fondo o de relleno empleado es importante, ya que no todos los colores representan normales válidas. Por ejemplo, nunca use el color negro, ya que ello representa una normal orientada hacia abajo (hacia el interior del volumen del modelo), y los mapas de normales referenciados al "espacio tangente" no tienen normales orientadas hacia abajo.

◆ En sRGB, el valor de relleno correcto debería ser "(127.5, 127.5, 255)", pero este valor noes posible asignarlo ya que sólo son posibles números enteros desde 0 a 255. Entonces, en su lugar, usaremos "(128, 128, 255)" o lo que es igual, en codificación hexadecimal: "#8080FF", o bien "(0.5, 0.5, 1.0) en el espacio lineal normalizado. Este valor representa una dirección normal plana (vertical a la superficie y que, por tanto, no cambia la orientación de la superficie representada por el mapa de normales.

- FIN - (MALM -Lupercus Eyre- © 2015)