Texturas em Computação Gráfica[1]

Antonia Lucinelma Pessoa Albuquerque

Departamento de Informática, PUC-Rio
Rio de Janeiro, Brasil
emails: nelma@inf.puc-rio.br
nelma@visgraf.impa.br

PUC-RioInf. MCC36/99, Novembro, 1999

Abstract: Texture values can be produced by space-filling functions $f(x, y, z)$ or 2D functions $f(x, y)$. Different ways for applying these functions lead to interesting results. This work intends to discuss the synthesis of texture for representing realistic images. Many concepts and different techniques for texturing are examined and some images, obtained as a result of the implementation of some functions, are shown.

Keywords: Textures, Texture mapping, Bump mapping, Space-filling functions, Computer graphics.

Resumo: Os valores para textura podem ser obtidos tanto por funções do espaço $f(x, y, z)$ como por funções 2D $f(x, y)$. Variações na forma de aplicação destas funções podem levar a interessantes e diferentes resultados. O objetivo deste trabalho é abordar a síntese de texturas para representação de imagens realistas. O exposto aqui é composto de uma coletânea de conceitos, e de resultados obtidos pela implementação de algumas funções para obtenção de efeitos de textura.

Palavras-chave: Texturas, Mapeamento de textura, Bump mapping, Textura sólida, Computação Gráfica.

---

[1] Nota da Autora: esta pesquisa foi realizada em Outubro de 1996, portanto as informações e resultados apresentados correspondem à data de elaboração do documento. O ano de 1999 refere-se apenas à data de publicação do mesmo.

Índice

Lista de Figuras

1 Introdução

Dentro do objetivo amplo de atingir o realismo na representação de imagens por computador, e para que o observador de uma imagem tenha cada vez mais a sensaçõ de estar olhando para uma cena real, diversas técnicas e procedimentos vêm sendo desenvolvidos e estudados.

Dentre estas diversas técnicas pode-se destacar um subconjunto que estuda a síntese de texturas. A inclusão de alguma informação visual relacionada ao material de que é composto o objeto que se quer representar, incrementa a percepção do realismo e é resultado imediato da aplicação destas técnicas relacionadas à textura.

Entretanto, não é só do ponto de vista de representação do realismo numa cena que a síntese de texturas é importante. Na área de Processamento de Imagens tem-se a análise de radiografias, mapas geológicos ou geográficos, fotografias de satélites, etc. para as quais a informação de textura é fundamental.

No mundo real, objetos são texturizados. Em computao gráfica a textura é algo que modifica a aparência de um objeto. Por exemplo ffffflaffffffff uma laranja pode ser considerada uma esfera com uma textura de relevo ffbumpyff sobre ela. O globo terrestre é marcado por cores diferentes para indicar regiões diferentes, uma textura de relevo para indicar montanhas, etc. É difícil modelar diretamente este tipo de detalhe sobre uma superfície. Ao invés disto, cria-se uma textura e aplica-se sobre a superfície.

O termo textura permite uma grande quantidade de definições derivadas dos inúmeros aspectos com que o mesmo fenômeno de percepção pode ser entendido.

Em computao gráfica, com base nas diversas definições pode-se dizer que ao nome fftexturaff está associada qualquer informação visual relacionada à natureza do objeto que está sendo representado. Portanto, qualquer parâmetro que altere o aspecto final de um objeto representado, no intuito de simular textura, vem sendo objeto de estudo nesta área.

2 Técnicas para a síntese de texturas

A introdução do tema textura em superfícies visando o realismo em imagens sintetizadas por computador teve seu inicio com uma grande contribuição na década de 7ff por parte de E. E. Catmull ffCat74ff e ff. F. Blinn ffBff76ff. Técnicas de texturização de superfícies permitiram que imagens muito mais interessantes fossem feitas sem que fosse necessário produzir novas descrições mais complexas para uma mesma superfície. Desde então várias técnicas de textura vêm sendo exploradas e fazendo deste tema um dos mais atuais em síntese de imagens.

Texturas aplicadas a superfícies acrescentam realismo sem complicar a descrição básica da superfície. Valores de textura podem ser produzidos por funções do espaço tridimensional spaceffffflling functions fffxffyffffff ou por funções do espaço bidimensional fffxffyff. Um valor de textura pode ser usado para modificar a corff capacidade de reflexãoff transparffencia ou outras propriedades de uma superfície ffue esteffam relacionadas com seu processo de shading ffCroffffff.

Imagens fotográficas são uma excelente fonte de imagens 2D ffue servem para gerar texturasff e isto tem motivado muitos estudos de métodos para mapear texturas 2D em superfícies. Diferentes técnicas de síntese de texturas são apropriadas para diferentes níveis de detalhes.

Técnicas de texturas são úteis ffuando a forma do modelo do obffeto não fornece detalhes suficientesff e em contra partida estes detalhes exatos a nível de modelagem da superfície não são importantes. ffor exemploff se um ovo é para ser visto a uma determinada distffanciaff as variações de cores geradas pelo modelo de iluminação são suficientes para representar sua cor. Mas se este ovo deve ser visto de forma mais próximaff com detalheff o relevo natural ffue existe na casca do ovo deve ser representadoff daí sendo necessário a utiliffação de uma das técnicas de textura para obterffse um rendering satisfatório. Entretantoff se este mesmo ovo deve ser visto a uma distffancia microscópicaff a estrutura do material da casca tornaffse importanteff e neste caso técnicas de textura não são aplicáveis ffCroffffff.

Textura é geralmente aplicada através da análise de uma função de textura em cada pixel exibidoff no ffual a superfície texturiffada é representada. O valor da textura pode ser usado para modificar o shading de uma superfície em um número de diferentes formas.

Uma forma conhecida é a de usar este valor como uma intensidade para a cor da superfície variando entre ffero e um. ffuando o valor de textura é 1ff a superfície mantém sua corff ffuando este valor tende a fferoff a cor vai para fferoff ou seffaff tende a ser proporcionalmente escurecida.

Se trffes valores são atribuídos a cada pixel pela função de textura ffisto éff um valor para vermelhoff outro para verde e mais um para affulffff então a própria textura pode fornecer a cor da superfícieff ffá ffue essas são as trffes cores básicas RffB cuffa variao de ff a 255 dão origem aos matiffes ffue o computador é capaff de representar. Isso é particularmente apropriado ffuando uma fotografia é usada para fornecer uma textura natural.

Um dos mais fáceis e mais popular uso de texturas é o de ffpintarff uma imagem diretamente sobre uma superfícieff como se estivesse aplicando um papel parede ou decalffue. ffara aplicar a imagem a uma superfície é necessário primeiro especificarffse esta imagem. Esta imagem é chamada comumente de Mapa de Textura ffTexture Mapff ou simplesmente Textura. O processo de aplicação dessa textura chamado de Mapeamento de textura.

Outro uso interessante de textura é o controle da transparffencia da superfícieff chamado de Transparency mapping. Como um mapa este assemelhaffse a uma imagemff mas o computador não interpreta o conteúdo do mapa como cores. O conteúdo deve ser interpretado como valores ffue descrevem a transparffencia da superfície em cada ponto. Uma forma de representar istoff é faffer cada entrada no mapa ser um número entre ff ffsignificando totalmente opaco) e 255 (significando totalmente transparente). Valores intermediários representam transparências intermediárias ffflaffffff.

Existe uma outra técnica que parece mudar a forma do objeto, ou melhor deformar a sua superfície, mas é basicamente um truque, uma ilusão e chama-se bump mapping. Lembrando que o "shading" de uma superfície está diretamente relacionado com a normal à superfície, quanto mais a normal em um determinado ponto da superfície apontar em direção a uma fonte de luz, maior será a intensidade proveniente desta luz chegando neste ponto. Portanto os resultados mudam dependendo de como as normais mudam.

Por exemplo: interrompendo-se o processo de shading de uma esfera logo após o cálculo das normais em cada ponto, e em alguns pontos aplicando-se uma perturbação no valor das normais e depois concluindo-se o processo de shading, tem-se como resultado uma esfera com a superfície parecendo estar em relevo.

Dois dos aspectos de textura são geralmente os mais considerados e serão melhor especificados aqui. Um é a adição de um padrão especificado separadamente à uma superfície suave, e após o processo a superfície continua suave. Isto é constituído basicamente de uma função de mapeamento, ou como citado anteriormente (texture mapping). O segundo consiste em dar uma aparência enrugada a superfície, já citado como (bump mapping), e constituído basicamente de uma função de perturbação.

3 Mapeamento de Textura - Texture Mapping

3.1 Mapeamento 2D

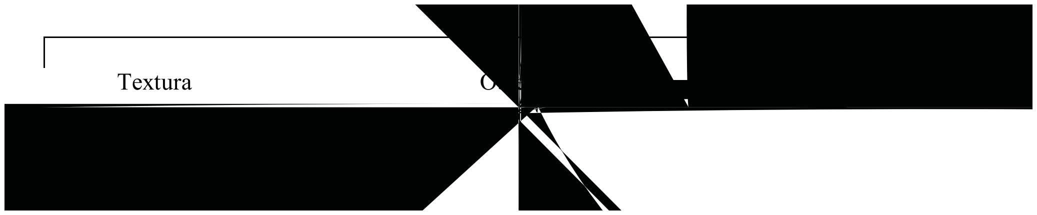
A primeira idéia de mapas de textura foi a de que uma imagem bidimensional poderia ser "colada" à superfície do objeto, então a intensidade do pixel que se quer representar seria obtida diretamente do pixel da imagem (que será o mapa de textura), ao invés de obtê-la de um modelo de iluminação.

O princípio baseia-se em estabelecer uma correspondência entre cada ponto do objeto com cada pixel da imagem (textura), esta poderá ser qualquer imagem 2D, fotografia, desenhos, etc. Deste princípio tem-se a semelhança com a aplicação de um papel parede sobre uma superfície. Só que este "papel" precisará esticar ou encolher em função da forma da superfície do objeto que nem sempre será plana.

O problema fica reduzido a transformar os pontos de um sistema de coordenadas em outro, com uma correspondência ponto a ponto, sendo a superfície do objeto representada parametricamente. As variáveis paramétricas que definem a superfcie - u e v - por exemplo, podem ser utilizadas como índices de acesso ao arquivo que contem as intensidades a serem mapeadas. A cada pixel correspondem valores de u e v diferentes.

O processo pode ser descrito por duas transformações como mostra a figura. A primeira é a parametrização da superfície que leva a textura bidimensional e cola no objeto, e a

segunda é a transformação padrão das coordenadas do objeto em coordenadas da tela.



v = 63
b = π/4

u = 63; v = 63
a = π/2; b = π/4

Mapa de
Text

Figura 4: Os ffuatro Offmappings

2. A interseção da normal ffià superfície em′ffxff yff ffff com T