

Um algoritmo para identificação de linhas de borda baseado na variação do mapa de normais.

Altobelli B. Mantuan, **Helena Cristina G. Leitão**,

Depto de Ciências de Computação, UFF
Passo da Pátria, 156, 3a andar, bloco D, Niterói, RJ, Brasil
E-mail: amantuan@ic.uff.br, hcg1@ic.uff.br,

Rafael Felipe V. Saracchini **Jorge Stolfi**,

Depto de Ciências de Computação, UNICAMP
Caixa Postal 6176, 13083-970, Campinas, SP, Brasil
E-mail: rafael@ic.unicamp.br, stolfi@ic.unicamp.br

RESUMO

O projeto consiste na identificação de linhas de bordas, mais precisamente, linhas de fratura de objetos cerâmicos tridimensionais fragmentados, a partir de mapas de normais. Aplicações para esta técnica incluem a reconstrução de objetos arqueológicos fragmentados, e a restauração de objetos de arte.

Em uma primeira abordagem para a detecção de bordas, foi feita uma manipulação da imagem, sendo que transformamos a cena em cores em tons de cinza, a partir dessa nova imagem, comparamos cada ponto com seus vizinhos e, dado um limiar de corte, podemos identificar quais são as possíveis linhas de fronteiras.

Na segunda abordagem, utilizamos o mapa de normais, obtido a partir do método estereofotométrico [2]. Nesta abordagem, analisamos as normais, que são vetores perpendiculares a uma superfície (muito importantes em iluminação, pois podem ser usadas para descrever a orientação de uma determinada superfície), e desenvolvemos um novo critério para detecção de bordas, baseado na variação das normais.

Seguindo esta idéia, verificamos para cada ponto da superfície do objeto 3D, o quanto a normal varia em torno de seus vizinhos. Para isso, definimos um parâmetro ' r' ' que define a vizinhança ao um ponto central, que será utilizada para calcular a variação das normais. Além de ' r' ', definimos também um vetor VI , de tamanho N , que é utilizado da seguinte forma, na primeira posição do vetor $VI_{[1]}$ guardamos o ponto central, e nas seguintes, $VI_{[2]}$ a $VI_{[N]}$, estão os vizinhos selecionados. Calculamos então, para cada ponto x, y do mapa de normais, a matriz IK que será utilizada para encontrar os conjuntos de valores da matriz M .

$$Tx = \frac{1}{(VI_{[i]}.x - VI_{[1]}.x)}$$

$$Ty = \frac{1}{(VI_{[i]}.y - VI_{[1]}.y)}$$

$$IK = \begin{bmatrix} \sum_{i=2}^N \left(Tx * \left(VI_{[i]}.x.Nx \right) \right) & \sum_{i=2}^N \left(Ty * \left(VI_{[i]}.y.Nx \right) \right) \\ \sum_{i=2}^N \left(Tx * \left(VI_{[i]}.x.Ny \right) \right) & \sum_{i=2}^N \left(Ty * \left(VI_{[i]}.y.Ny \right) \right) \\ \sum_{i=2}^N \left(Tx * \left(VI_{[i]}.x.Nz \right) \right) & \sum_{i=2}^N \left(Ty * \left(VI_{[i]}.y.Nz \right) \right) \end{bmatrix}$$

$$M_{(x,y)} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 (IK_{ij})^2} \quad (1)$$

No final do processamento temos uma matriz M que é o conjunto de valores que mostram o quanto a normal de cada ponto de um objeto varia. Para validar o método proposto foi realizado um teste com um conjunto de fragmentos de cerâmica, veja a Figura 1. Na Figura 2 mostramos o mapa de normais da Figura 1. Na Figura 3 o resultado da identificação das bordas, baseado no algoritmo de limiar de corte. Por fim, mostramos o resultado da aplicação do método desenvolvido, que identifica as linhas de fratura, a partir do mapa de normais, gerando a imagem da Figura 4, após o mapeamento dos resultados para o intervalo 0 a 255. Observe na Figura 4 que os detalhes da linha de fratura ficam mais evidentes do que na Figura 3. Estudos estão sendo feitos para idealizar a segunda etapa do projeto que são usar a informação obtidas a partir das linhas de fraturas para comparar fragmentos a fim de identificar trechos adjacentes.

Figura 1: Fragmentos de cerâmica

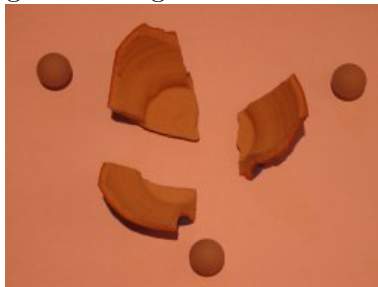


Figura 2: Mapa de normais

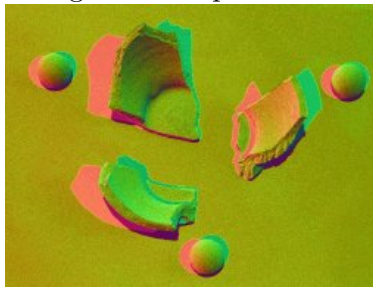


Figura 3: Saida do alg. de limiar de corte



Figura 4: Saida do método que utiliza o mapa de normais



Palavras-chave: *Bordas, Normais*

Referências

- [1] Robert J. Woodham. Photometric method for determining surface orientation from multiple images. *Optical Engineering*, (1980) 120-144.
- [2] Helena Cristina G. Leitao, Rafael Felipe V. Saracchini, Jorge Stolfi, "A Bucket Grid Structure to Speed Up Table Lookup in Gauge-Based Photometric Stereo," *sibgrapi*, pp.221-230, XX Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing (SIBGRAPI 2007), 2007