

## 7 Bibliografia

ALBERTS, P.; WARNER, M.; LISTER, D. **Artificial Neural Networks for Simultaneous Multihorizon Tracking Across Discontinuities**, 70<sup>th</sup> Annual Meeting: Society of Exploration Geophysicists – SEG, p. 651—653, 2000. *Proceedings*.

BAHORICH, M. S.; FARMER, S. L. 3-D seismic discontinuity for faults and stratigraphic features: The coherence cube. **The Leading Edge**, v.12, n.10, p. 1053—1058. October 1995.

BARNES, A. E. Theory of 2-D complex seismic trace analysis. **Geophysics**, v.61, n.1, p. 264—272, January/February 1996.

BARNES, A. E. The complex seismic trace made simple. **The Leading Edge**, v.17, n.4, p. 473—478, April 1998.

BARNES, A. E. Shaded relief seismic attribute. **Geophysics**, v.68, n.4, p. 1281—1285, July/August 2003.

BLINN, J. **Simulation of Wrinkled Surfaces**. In: International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH'78), 5th, p. 286—292, August 1978. *Proceedings*.

BLYTHE, D; McREYNOLDS, T. **Advanced Graphics Programming Techniques Using OpenGL**, In: SIGGRAPH 2000, Course Notes, No. 32 (2000).

BROWN, L. S. A Survey Of Image Registration Techniques, **ACM Computing Surveys**, v.24, n.4, p. 325—376, 1992.

DORN, G. A. Modern 3-D Seismic Interpretation, **The Leading Edge**, v.17, n.9, p. 1262—1272. 1998.

DREBIN, R. A.; CARPENTER, L.; HANRAHAN, P. **Volume rendering**, In: SIGGRAPH '88, 15<sup>th</sup>, v.22, p. 65—74, August 1988. *Proceedings*.

FERNANDO, R.; KILGARD, M. J. **The Cg Tutorial: The Definitive Guide to Programmable Real-Time Graphics**, Addison-Wesley Pub Co, February 26, 2003.

GERHARDT, A. **Aspectos da Visualização Volumétrica de Dados Sísmicos**. 1998. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 1998.

GERHARDT, A. et al. **Two-Dimensional Opacity Functions for Improved Volume Rendering of Seismic Data**. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Geofísica, VII, 2001 Salvador, *Proceedings*.

GERHARDT, A. et al. **Towards an Accurate and Robust Volume Visualization of 3D Seismic Data**. *A ser publicado*.

GHIGLIA, D. C.; PRITT, M. D. **Two-Dimensional Phase Unwrapping**. Wiley, NY, 1998.

HADWIGER, M.; KNISS, J. M.; ENGEL, k.; REZK-SALAMA, C. **High-Quality Volume Graphics on Consumer PC Hardware**, In: SIGGRAPH 2002, Course Notes, No. 42 (2002).

KINDLMANN, G.; DURKIN, J. W. **Semi-Automatic Generation of Transfer Functions for Direct Volume Rendering**. In: IEEE Symposium On Volume Visualization, 1998 North Carolina, p. 79—86. *Proceedings*.

KINDLMANN, G. **Semi-Automatic Generation of Transfer Functions for Direct Volume Rendering**. Masters of Science Thesis - Program of Computer Graphics, Cornell University, Ithaca, NY, 1999.

KNISS, J.; KINDLMANN, G.; HANSEN, C. **Interactive Volume Rendering Using Multi-Dimensional Transfer Functions and Direct Manipulation**

**Widgets.** In: IEEE Visualization 2001 Conference (VIS 2001), 12<sup>th</sup>, 2001 San Diego. *Proceedings*.

KNISS, J.; KINDLMANN, G.; HANSEN, C. Multi-Dimensional Transfer Functions for Interactive Volume Rendering. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v.8, n.3, p. 270—285, July/September 2002.

LACROUTE, P.; LEVOY, M. **Fast volume rendering using a shear-warp factorization of the viewing transformation.** In: SIGGRAPH '94, pp. 451—458, 1994. *Proceedings*.

LEVOY, M. Display of Surfaces from Volume Data. **IEEE Computer Graphics & Applications**, v.8, n.3, p. 29—37, May/June 1988.

LORENSEN, W. E.; CLINE, H. E. **Marching Cubes: A High Resolution 3D Surface Construction Algorithm.** In: International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH'87), 14<sup>th</sup>, v.21, n.4, August 1987, p. 163—169. *Proceedings*.

MACHADO, M. **Segmentação de Dados Sísmicos Via Hyperstack para Visualização**, Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2000.

MAX, N. Optical models for direct volume rendering. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v.1, n.2, p. 99—108, June 1995.

MEIßNER, M.; HOFFMANN, U.; STRÄßer, W. **Enabling Classification and Shading for 3D-texture Based Volume Rendering Using OpenGL and Extensions.** In: IEEE Visualization, 1999. *Proceedings*.

PFISTER, H. et al. The Transfer Function Bake-Off. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v.21, n.3, p. 16—22, May/June 2001.

PHONG, B. T., Illumination for Computer Generated Pictures, **Communications of the ACM**, v.18, n.6, p. 311—317, June 1975.

REZK-SALAMA, C.; ENGEL, K.; BAUER, M.; GREINER, G.; ERTL, T. **Interactive Volume Rendering on Standard PC Graphics Hardware Using Multi-Textures and Multi-Stage Rasterization.** In: SIGGRAPH/Eurographics Workshop on Graphics Hardware, 2000. *Proceedings*.

ROBINSON, E. A.; TREITEL, S. **Geophysical Signal Analysis**, Prentice-Hall, 1980.

SCHMIDT, A. E. F. **Visualização tridimensional combinada de dados volumétricos e modelos poligonais usando o algoritmo shear-warp.** 2000. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2000.

SEIXAS, R. B. **Visualização Volumétrica com Ray-Casting num Ambiente Distribuído.** 1997. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 1997.

SHERIFF, R. E. **Encyclopedic Dictionary of Exploration Geophysics**, 3. ed., Society of Exploration Geophysicists – SEG, Tulsa, OK, 1991.

SILVA, P. M.; MACHADO, M.; GATTASS, M. **3D Seismic Volume Visualization**, In: Congresso da Sociedade Brasileira de Geofísica, VIII, 2003 Rio de Janeiro, *Proceedings*.

SILVA, P. M. et al. **Seismic Horizon Tracking: An Optimization Approach.** A ser publicado.

SPAGNOLINI, U. 2-D phase unwrapping and phase aliasing. **Geophysics**, vol. 58, n. 9, p. 1324—1334, September 1993.

SPITZER, J. **Programmable Texture Blending.** In: Game Developers Conference. 2001. <http://www.nvidia.com/developer>.

STARK, T. **Unwrapping instantaneous phase to generate a relative geologic time volume.** In: Annual Meeting of Society of Exploration Geophysicists, SEG, p. 5019—5022. October 2003, *Expanded Abstracts*.

WESTERMANN, R.; ERTL, T. **Efficiently using graphics hardware in volume rendering applications.** In: SIGGRAPH '98, pp. 169–178, 1998. *Proceedings.*

WESTOVER, L. **Footprint evaluation for volume rendering,** In: International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 17<sup>th</sup>, 1990, Dallas, TX, *Proceedings.*

WITTENBRINK, C. M.; MALZBENDER, T.; GOSS, M. E. **Opacity-weighted color interpolation, for volume sampling,** In: IEEE symposium on Volume visualization, 1998, p. 135—142, *Proceedings.*

WOODHAM, C. A.; SANDHAM, W. A.; DURRANI, T. S. 3-D Seismic Tracking with Probabilistic Data Association, **Geophysics**, v.60, n.4, p. 1088—1094. 1995.

YILMAZ, O. **Seismic Data Processing,** Society of Exploration Geophysicists – SEG, Tulsa, OK, 1987.

## Apêndice A: Transformada de Hilbert

A transformada de Hilbert foi derivada originalmente por Hilbert no contexto da teoria de funções analíticas.

A transformada de Hilbert de um sinal real unidimensional  $u(t)$  é definida pela integral

$$v(t) = \frac{1}{\pi} VP \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{u(s)}{t-s} ds \quad (45)$$

A transformada de Hilbert inversa é dada pela integral

$$u(t) = \frac{-1}{\pi} VP \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{v(s)}{t-s} ds \quad (46)$$

As integrais definidas na eq. (45) e na eq. (46) são impróprias, pois seus integrandos não estão definidos para  $s = t$ . Por isso as integrais estão definidas usando o valor principal de Cauchy (denotado por  $VP$ ). Tomar o valor principal de Cauchy significa que as equações devem ser calculadas usando limites como abaixo:

$$v(t) = \frac{1}{\pi} \lim_{\epsilon \rightarrow 0, A \rightarrow \infty} \left( \int_{-A}^{t-\epsilon} \frac{u(s)}{t-s} ds + \int_{t+\epsilon}^A \frac{u(s)}{t-s} ds \right) \quad (47)$$

As definições da transformada de Hilbert e sua inversa também podem ser escritas usando a notação de convolução.

$$(f * g)(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(s)g(t-s)ds \quad (48)$$

$$v(t) = u(t) * \frac{1}{\pi t} \quad (49)$$

$$u(t) = v(t) * \frac{-1}{\pi t} \quad (50)$$

Ao contrário de outras transformadas, como a transformada de Fourier, a transformada de Hilbert não muda o domínio da função. Por exemplo, uma função de uma variável de tempo  $t$  é transformada para outra função de mesma variável de tempo  $t$ , enquanto a transformada de Fourier muda uma função com variável de tempo  $t$  para uma função com variável de freqüência  $f$ .

A transformada de Hilbert está intimamente relacionada com a transformada de Fourier definida abaixo:

$$U(f) = F\{u(t)\}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} u(t) e^{-i2\pi f t} dt \quad (51)$$

A transformada de Fourier do núcleo  $h(t) = \frac{1}{\pi t}$  da transformada de Hilbert é:

$$H(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-i2\pi f t}}{\pi t} dt = -i \text{sinal}(f) \quad (52)$$

onde

$$\text{sinal}(f) = \begin{cases} +1, & f > 0 \\ 0, & f = 0 \\ -1, & f < 0 \end{cases} \quad (53)$$

Aplicando o teorema que diz que a transformada de Fourier de uma convolução é o produto das transformadas à eq. (49) temos:

$$F\{v\}(f) = F\{u(t) * h(t)\}(f) = F\{u\}(f) \cdot F\{h\}(f) \quad (54)$$

Aplicando a transformada de Fourier inversa temos:

$$v(t) = F^{-1} \{ -i sinal(f) \cdot U(f) \}(t) \quad (55)$$

A equação acima representa uma maneira elegante e precisa para o cálculo da transformada de Hilbert de um sinal real unidimensional discreto. Usando a transformada de Fourier direta e inversa, este cálculo pode ser implementado de forma eficiente usando alguma implementação de FFT. Na nossa implementação utilizamos a equação acima juntamente com a biblioteca FFTW para implementar a transformada de Hilbert.