ANDRÉ LUIZ BEHRENSDORF DERRAIK

UM ESTUDO COMPARATIVO DE REPRESENTAÇÕES DE
MULTI-RESOLUÇÃO PARA LINHAS POLIGONAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

PUC-Rio

Rio de Janeiro, 25 de abril de 1997

ANDRÉ LUIZ BEHRENSDORF DERRAIK

UM ESTUDO COMPARATIVO DE REPRESENTAÇÕES DE
MULTI-RESOLUÇÃO PARA LINHAS POLIGONAIS

Dissertação apresentada ao Departamento de
Informática da PUC-Rio como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Mestre
em Ciências em Informática.

Orientador: Marcelo Gattass

Co-orientador: Luiz Henrique de Figueiredo

Departamento de Informática

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, 25 de abril de 1997

A Liane e Karen

Agradecimentos

A Liane e Karen pela compreensão e apoio dados durante todos esses anos.

Ao orientador e Prof. Marcelo Gattass pelo apoio e orientação nesses anos todos de minha vida acadêmica.

Ao amigo e orientador Prof. Luiz Henrique de Figueiredo, pela ajuda em todo o processo de construção deste trabalho.

A todos os amigos do TeCGraf, que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

A CAPES e ao SEPROC/CENPES/PETROBRÁS pelo auxílio financeiro.

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo comparativo de algumas representações em multi-resolução para linhas poligonais. São estudados as estruturas *strip tree*, *arc tree* e *box tree*, e suas variantes, comparando as velocidades de construção, de percorrimento (*drawing*), de operações de interseção e seleção (*pick*); e custo de armazenagem em memória. A comparação é feita usando bancos de dados cartográficos reais disponíveis na Internet.

O objetivo do estudo é identificar técnicas e algoritmos adequados para exploração interativa de grandes bancos de dados cartográficos.

Abstract

This work presents a comparative study of some multiresolution representations for polygonal lines. We study the strip tree, the arc tree and the box tree data structures, comparing their performance for construction, drawing, intersection and selection; and memory storage costs. The comparison uses actual databases available in the Internet.

The goal of this study is to identify techniques and algorithms for interactive exploration of large cartographic data bases.

Sumário

1 Introdução	1
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Organização	3
2 Multi-resolução	4
2.1 Definição	4
2.2 Aplicação	6
2.3 Operações	12
2.3.1 Desenho	12
2.3.2 Seleção.....	13
2.3.3 Interseção	15
2.3.4 Cerceamento	16
3 Representações em Multi-resolução	19
3.1 Strip Tree	19
3.2 Box Tree.....	23
3.3 Arc Tree.....	25
3.4 Dumb	28
3.5 Plain	29
3.6 BBox Tree - Uma Variante da Box Tree	30
3.7 Comparações na Implementação das Representações	30
4 Testes e Avaliações	32
4.1 Descrição dos Bancos de Dados	32
4.2 Resultados por Operação	43

4.2.1 Criação	43
4.2.2 Desenho	43
4.2.3 Desenho com Tolerância	45
4.2.4 Desenho com Tolerância e Cerceamento	45
4.2.5 Interseção	47
4.2.6 Seleção.....	48
4.3 Resultados por Banco de Dados	49
4.3.1 Estados do Brasil.....	49
4.3.2 Municípios do Brasil.....	49
4.3.3 Municípios dos Estados Unidos.....	50
4.3.4 CIA World Data Bank (África)	51
4.3.5 Curvas de Nível de Anchor	51
4.3.6 Curvas de Nível de Madison.....	51
4.3.7 Floresta Amazônica I	52
4.4 Conclusões Preliminares	52
5 Conclusões	54
5.1 Bancos de Dados	54
5.2 Considerações Gerais	57
5.3 Trabalhos Futuros.....	58
Referências	60

Lista de Figuras

Figura 2.1: Representação da multi-resolução de forma abstrata.	5
Figura 2.2: Respresentação da curva da Figura 2.2 nos níveis 1 e 2.....	5
Figura 2.3: Mapa do Brasil, todos os segmentos desenhados.	6
Figura 2.4: Mapa do Brasil com tolerância de 1 <i>pixel</i>	7
Figura 2.5: Mapa do Brasil com tolerância de 10 <i>pixels</i>	7
Figura 2.6: Mapa do Brasil com tolerância de 20 <i>pixels</i>	8
Figura 2.7: Mapa do Brasil com tolerância de 50 <i>pixels</i>	8
Figura 2.8: Mapa do Brasil com tolerância de 100 <i>pixels</i>	9
Figura 2.9: Mapa do Brasil com <i>zoom out</i> desenhando todos os segmentos.	10
Figura 2.10: Mapa do Brasil com <i>zoom out</i> e tolerância de 1 <i>pixel</i>	11
Figura 2.11: Mapa do Brasil sem <i>zoom</i> e a tolerância de 1 <i>pixel</i>	11
Figura 2.12: Definição do retângulo de seleção.....	14
Figura 2.13: O segmento ab é parcialmente visível.	18
Figura 3.1: Definição de uma <i>strip</i>	21
Figura 3.2: Exemplo de uma <i>strip tree</i> de nível 2.....	21
Figura 3.3: Representação da árvore do exemplo anterior.....	23
Figura 3.4: Definição da <i>box</i>	23
Figura 3.5: Exemplo de uma <i>box tree</i>	25
Figura 3.6: Definição da região limitante da <i>arc tree</i>	26
Figura 4.1: Formato externo dos Bancos de Dados.	32
Figura 4.2: Banco de dados do Continente Africano.	36
Figura 4.3: Histograma da distribuição do número de pontos por poligonal da CIA World Data Bank (África).	36
Figura 4.4: Banco de dados da Floresta Amazônica I.....	37
Figura 4.5: Histograma da distribuição do número de pontos por poligonal do banco de dados da Floresta Amazônica I.	37

Figura 4.6: Banco de dados dos Municípios do Brasil.	38
Figura 4.7: Histograma da distribuição do número de pontos por poligonal dos Municípios do Brasil.	38
Figura 4.8: Banco de dados de Curvas de Nível de Madison.	39
Figura 4.9: Histograma da distribuição do número de pontos por poligonal das Curvas de Nível de Madison.	39
Figura 4.10: Banco de dados de Curvas de Nível de Anchor.	40
Figura 4.11: Histograma da distribuição do número de pontos por poligonal das Curvas de Nível de Anchor.	40
Figura 4.12: Banco de dados dos Municípios dos Estados Unidos.	41
Figura 4.13: Histograma da distribuição do número de pontos por poligonal dos Municípios dos Estados Unidos.	41
Figura 4.14: Banco de dados dos Estados do Brasil.	42
Figura 4.15: Histograma da distribuição do número de pontos por poligonal dos Estados do Brasil.	42
Figura 4.16: Definição do tamanho da área de desenho.	44
Figura 4.17: Diminuição da área de desenho em 200 <i>pixels</i> de cada borda.....	46
Figura 4.18: Linha poligonal englobando toda a região do desenho para o cálculo da interseção.	47
Figura 5.1: Exemplo de Mapa Político: banco de dados dos Municípios dos Estados Unidos.	55
Figura 5.2: Exemplo de Curvas de Nível: banco de dados de Madison.	55
Figura 5.3: Exemplo de Mapas Temáticos, banco de dados de CIA World Data Bank, Continente Africano.	56

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Comparação do número de segmentos e tamanhos em <i>bytes</i> dos desenhos nas diversas resoluções.	10
Tabela 2.2: Comparação dos números de segmentos e tamanhos em <i>bytes</i> dos desenhos com <i>zoom out</i> e sem <i>zoom</i>	12
Tabela 3.1: Médias e desvio padrão das correlações da regressão dos comprimentos acumulados de cada poligonal.	27
Tabela 4.1: Principais características dos bancos de dados utilizados nos testes.	34
Tabela 4.2: Médias, variâncias, máximos e mínimos dos números de pontos por poligonal dos bancos de dados.	35
Tabela 4.3: Tempos em segundos para a operação de criação.	43
Tabela 4.4: Tempos em segundos para a operação de desenho sem tolerância.	44
Tabela 4.5: Tempos em segundos para a operação de desenho com tolerância de 1 <i>pixel</i>	45
Tabela 4.6: Tempos em segundos para a operação de desenho com tolerância de 1 <i>pixel</i> e <i>cerceamento</i>	47
Tabela 4.7: Tempos em segundos para a operação de interseção.	48
Tabela 4.8: Tempos em segundos para a operação de seleção.	48
Tabela 4.9: Comparação das estruturas para o banco de dados dos Estados do Brasil.	49
Tabela 4.10: Comparação das estruturas para o banco de dados dos Municípios do Brasil.	50
Tabela 4.11: Comparação das estruturas para o banco de dados dos Municípios dos Estados Unidos.	50
Tabela 4.12: Comparação das estruturas para o banco de dados do CIA World Data Bank, Continente Africano.	51
Tabela 4.13: Comparação das estruturas para o banco de dados das Curvas de Nível de Anchor.	51
Tabela 4.14: Comparação das estruturas para o banco de dados das Curvas de Nível de Madison.	52

Tabela 4.15: Comparação das estruturas para o banco de dados da Floresta Amazônica I.....	52
Tabela 4.16: Comparação do tamanho do nós de cada representação.	53
Tabela 5.1: Resultado das melhores respresentações separados por tipos de banco de dados.....	57