

1

Introdução

1.1

Motivação

Os algoritmos de extração de isosuperfícies representam uma poderosa ferramenta na interpretação de dados volumétricos. As isosuperfícies desempenham um papel importante em áreas da ciência, como biologia, medicina, química e dinâmica computacional de fluidos. E, para que os dados sejam corretamente interpretados, é crucial que a isosuperfície seja representada de forma correta.

Em algoritmos de extração de isosuperfícies, o dado de entrada é um campo escalar F , do qual é conhecido apenas seus valores sobre os pontos de uma grade tridimensional. As células da grade podem ser constituídas por cubos, tetraedros ou algum outro tipo de poliedro e, dependendo da aplicação, a função F pode representar temperatura, densidade de massa, etc. Dado um isovalor α (um valor escalar), extrair a isosuperfície associada a α consiste em calcular e visualizar o conjunto dos pontos $x \in \mathbb{R}^3$ tais que $F(x) = \alpha$. O processo computacional de extração de isosuperfícies pode ser dividido em duas fases. Primeiramente são detectadas as arestas da grade intersectadas pela isosuperfície. Em seguida, de acordo com o tipo de célula pela qual a grade é constituído, aplica-se um algoritmo para a geração da isosuperfície. Na Figura (1.1) apresentamos exemplos de isosuperfícies. Nela apresentamos malhas extraídas do dado Bonsai, para três diferentes isovalores.

O algoritmo Marching Cubes (MC) proposto por Lorensen e Cline (16) em 1987 é sem dúvida o mais popular entre os algoritmos de extração de isosuperfície, e uma importante ferramenta para muitos especialistas em visualização e pesquisadores. A popularidade do algoritmo MC vem das suas muitas vantagens, que incluem a simplicidade, robustez e velocidade. A adoção generalizada do MC resultou em um grande número de melhorias em áreas que vão desde desempenho à qualidade do triângulo e coerência topológica. Esses dois últimos temas são de especial interesse neste trabalho.

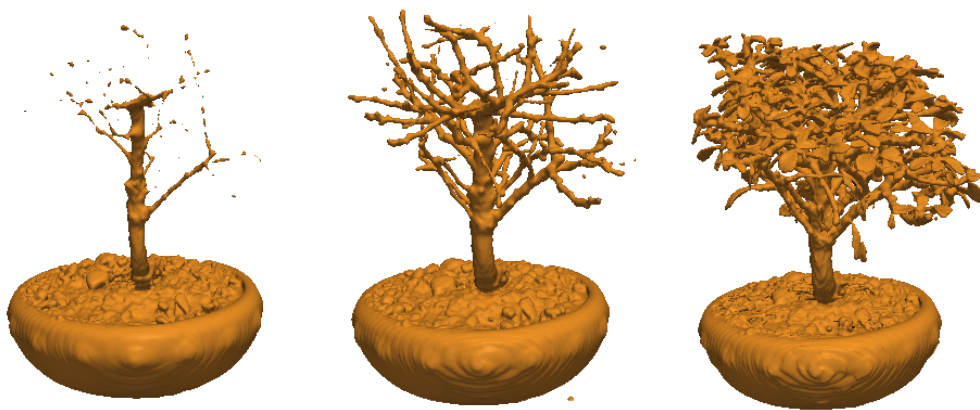


Figura 1.1: Malhas extraídas do dado Bonsai para os isovalores 130, 70 e 30.

Abordamos primeiramente as consequências na topologia da malha causadas por ambiguidades no interior do cubo e, em particular, discutimos a coerência topológica do Marching Cubes 33, uma extensão do algoritmo Marching Cubes (MC33), proposto por Chernyaev (5). Em seguida, focamos na qualidade da triangulação na malha extraída pelo MC33.

1.2 Contribuição

O Marching Cubes 33, proposto por Chernyaev (5), foi a primeira das variações do Marching Cubes destinada a preservar a topologia do interpolante trilinear. Neste trabalho, abordamos problemas encontrados no algoritmo Marching Cubes 33 e em sua extensão e implementação proposta por Lewiner et al. (14), que resultam em incoerências topológicas na malha resultante. Em seguida apresentamos soluções para cada um dos problemas encontrados, e com esses ajustes no MC33 chegamos em um algoritmo que chamamos de C-MC33 (6). Com isso buscamos cobrir uma lacuna na coerência topológica do MC33, existente há quase 20 anos.

Buscando unir a coerência topológica do C-MC33 a uma melhor qualidade na triangulação gerada, propomos um método que, baseado no trabalho de Raman e Wenger (23), estende a tabela de triangulação do MC33, permitindo que os vértices da grade façam parte da triangulação, resultando em uma melhor qualidade na malha gerada pelo C-MC33.

Além disso, fazemos os nossos resultados reprodutíveis, o que significa que a maior parte dos exemplos apresentados neste trabalho podem ser facilmente explorados e estudados. Finalmente, como parte da filosofia da reprodutibilidade, oferecemos uma versão corrigida da implementação do

Marching Cubes 33 e acesso à bases de dados que podem ser usados para verificar a coerência topológica de qualquer extrator de isosuperfície que preserve a topologia do interpolante trilinear.

1.3

Divisão da Tese

No Capítulo 2 descreveremos o algoritmo Marching Cubes e suas principais melhorias relacionadas à coerência topológica e à qualidade da malha resultante. No Capítulo 3 apontamos alguns problemas e propomos soluções para o Marching Cubes 33. No Capítulo 4, propomos uma extensão da tabela de triangulação proposta por Chernyaev com o objetivo que melhorar a qualidade da triangulação gerada.