
EXTRAÇÃO SEMIAUTOMÁTICA DE CONTORNOS DE EDIFÍCIOS NO ESPAÇO-OBJETO COMBINANDO IMAGENS AÉREAS DE ALTA- RESOLUÇÃO E NUVEM DE PONTOS LASER

ALUIR PORFÍRIO DAL POZ (1)
ANTÔNIO JULIANO FAZAN (2)

(1) Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciência e Tecnologia
Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP
aluir@fct.unesp.br

(2) AMS Kepler
Rio de Janeiro – RJ
ajfazan@gmail.com

Este trabalho apresenta um método semiautomático para a extração de contornos de telhado de edifícios descritos por estruturas retilíneas, a partir da integração de imagens aéreas de alta resolução tomadas sobre cenas urbanas complexas e nuvem de pontos coletada por sistemas de varredura a LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) aerotransportados. A motivação principal para a combinação destas fontes de dados é bem conhecida. Por um lado, as informações tridimensionais fornecidas pelos dados de varredura a LASER possibilitam a extração de planos de telhados de forma acurada e confiável. Por outro lado, as imagens aéreas de altíssima resolução (~ 10–20 cm) normalmente possibilitam a definição de contornos de telhados com alta qualidade. Por exemplo, para efeito de ilustração dessa última propriedade, pode-se supor dados de imagem com resolução altíssima de 10 cm e de varredura a LASER com densidade altíssima de 10 pto./m². Uma imagem com esta característica implica numa densidade de pontos dez vezes melhor que a fornecida pelos dados LASER com a característica acima exemplificada. Portanto, as linhas de descontinuidade, como as relacionadas com contornos de telhados, são mais bem definidas em imagens aéreas de altíssima resolução. O método de extração proposto é formulado em termos de um problema de otimização no espaço-objeto. Nesse contexto, é necessário formular um modelo matemático que represente contornos de telhado de edifícios em um referencial do espaço-objeto, além de selecionar um método apropriado para otimizá-lo. O modelo matemático de contornos de telhado é inicialmente formulado no espaço-imagem, tendo por base a função de energia *snakes*. Esta função de energia, originalmente formulada no espaço bidimensional, possui dois termos distintos de energia: 1) termo de energia interna: este termo descreve as propriedades geométricas da curva (v) governada pela função de energia *snakes*; e 2) termo de energia externa: este termo é governado por forças originadas dos dados da imagem, as quais possibilitam atrair a curva v para a entidade de interesse (contorno de telhado no contexto do método proposto). A principal modificação introduzida na função original de energia *snakes* propicia a modelagem de contornos de telhado através de polígonos, cujos lados adjacentes se interceptam em ângulo reto. O modelo matemático de contorno de telhado no espaço-imagem é então modificado para modelar contornos de telhado no espaço-objeto. Essa modificação tem por base: 1) as relações matemáticas entre pontos no espaço-objeto e os correspondentes pontos no espaço-imagem; e 2) um modelo digital de superfície estruturado na forma triangulada (TIN – *Triangulated Irregular Network*). O modelo matemático resultante é resolvido pelo algoritmo de otimização de programação dinâmica, possibilitando a geração de contornos poligonais definidos por vértices no espaço tridimensional. O processo de otimização é inicializado através de alguns pontos sementes posicionados nas proximidades dos vértices do telhado na imagem de entrada. O método desenvolvido foi avaliado experimentalmente utilizando dados reais de imagens aéreas de alta resolução e dados de varredura a LASER aerotransportado. Os resultados obtidos demonstraram, em casos envolvendo edifícios isolados, um bom desempenho do método proposto de extração dos contornos de telhado. Por outro lado, os resultados obtidos também mostraram que o método é sensível a casos envolvendo edifícios muito próximos ou afetados por vegetação adjacente.