

Reconstrução de Objetos 3D usando Modelos Deformáveis

ROSANA MARQUES DA SILVA*

WU, SHIN-TING

DCA - FEEC - Unicamp
13081-970 Campinas - SP, CP.6101
{rosana,ting}@dca.fee.unicamp.br

Abstract. The reconstruction of a 3-D model from images can be conveniently split into two stages. The first stage consists basically on the extraction of geometrical information such as the depth and the orientation of image points and the second stage concentrates on the transformation of these data to a 3-D model. In this communication we will focus on the second stage. Our approach is based on a deformable model, which offers more flexibility to mold a 3-D model according to several geometrical constraints[5]. Moreover, instead of looking for a global functional that carries out the transformation, we opt for establishing discrete local correspondences between 3-D surface point data extracted from images and 3-D model points.

1 Introdução

A reconstrução de modelos 3D a partir de imagens pode ser, convenientemente, separado em dois estágios. O primeiro consiste basicamente na extração de informações geométricas, como profundidade e orientação, de pontos amostrados nas imagens, enquanto o segundo concentra-se na transformação dessas informações em um modelo 3D.

Este trabalho se refere ao segundo estágio do processo de reconstrução 3D, onde é apresentado um método para reconstruir objetos 3D a partir de imagens de profundidade usando modelos deformáveis, onde o modelo inicial dado será topologicamente equivalente a uma esfera.

A abordagem de ajuste por modelos deformáveis tem sido proposta em vários trabalhos, principalmente tentando reconstruir o objeto usando métodos de minimização de um funcional para o ajuste do modelo à superfície de uma forma global [1][2][4]. Este funcional modela a lei de conservação de energia, pois é considerado que o modelo inicial seja um corpo elástico, que, quando sujeito às forças externas, tende a alcançar um estado de equilíbrio (energia mínima). As forças externas são estimadas a partir de informações extraídas das imagens.

O método proposto por nós está baseado no modelo de Chen e Medioni[5], conhecido como técnica do balão inflável, onde o ajuste dos pontos do modelo inicial dado é feito de forma local, sem usar nenhum processo de minimização. Os pontos do modelo são

mapeados aos pontos extraídos das imagens de profundidade, usando propriedades locais da superfície inferidas a partir dessas imagens.

Porém, diferentemente da proposta de Chen e Medioni, que requer como ponto de partida da reconstrução um conjunto de imagens registradas, o nosso método poderá ser iniciado com o conhecimento de apenas uma vista do objeto. O método permite ainda a incorporação dinâmica de informações contidas em outras vistas, para um ajuste mais adequado do modelo inicial.

2 Método Proposto

O processo de reconstrução consiste das seguintes etapas:

- Definição de modelo 3D (ponto de partida);
- Estabelecimento das frentes de crescimento;
- Crescimento segundo forças radiais; e
- Ajuste dinâmico do modelo 3D.

Se forem disponíveis outras vistas, pode-se utilizar o resultado deste processo (um modelo 3D) como o ponto de partida e repetir o procedimento até esgotar todas as vistas.

A seguir descrevemos alguns pontos relevantes deste processo.

Modelo Inicial. Similar à abordagem utilizada por Chen e Medioni utilizamos como modelo inicial uma malha triangularizada fechada determinada pelos vértices de um icosaedro. Esta malha é inflada através do deslocamento desses vértices procurando atingir a superfície do objeto a ser reconstruído. O conjunto de vértices cujas direções de deslocamento estão centradas num mesmo ponto determina uma frente de crescimento.

*A autora pertence ao corpo docente do DME/CCT/UFPb/Campina Grande-Pb, e durante a elaboração deste trabalho esteve afastada do mesmo, realizando doutorado na UNICAMP, com apoio financeiro do PICD/CAPEs.

A diferença básica entre o nosso método e o de Chen e Medioni consiste na determinação das direções de deslocamento dos vértices. O Chen e Medioni consideram como direções de deslocamento as direções normais à malha nos vértices em questão. À medida que a malha se deforma, esta direção poderá ser alterada. No nosso método a direção de deslocamento de cada vértice é determinada ao estabelecer uma frente de crescimento e esta direção é mantida até atingir o ponto correspondente ou mudar a frente.

Adotamos esta estratégia em vista do nosso objetivo que consiste em reconstruir objetos utilizando ao máximo as informações disponíveis em cada vista separadamente; enquanto Chen e Medioni consideravam a reconstrução a partir de um conjunto de imagens de profundidade devidamente registradas.

Forças de Deformação. O modelo matemático das forças que movimentam os vértices é determinado pela equação do movimento de uma partícula com inércia nula, a qual pode ser simplificada, resultando a expressão $v_{i+1} = k n_i + v_i$, onde v_i representa o vértice na posição i , n_i a direção de crescimento deste vértice, e k um parâmetro que está relacionado com o deslocamento máximo permitido em cada iteração. Este deslocamento depende da área máxima permitida a cada triângulo da malha.

Ajuste Dinâmico. A qualidade de ajuste do modelo à superfície em reconstrução é determinada pela subdivisão da malha triangularizada. O critério de subdivisão que utilizamos é a área máxima permitida a cada triângulo da malha.

Incompletitude de Dados. No tratamento da falta de informações em algumas regiões e da presença de pontos ruidosos utilizamos uma estratégia equivalente à apresentada em [5]. Esta estratégia consiste na análise do comportamento de uma vizinhança dos pontos problemáticos.

Frentes de Crescimento. A geração de novas frentes de crescimento ocorre quando a frente corrente não atinge todas as regiões amostradas na imagem. Um novo referencial é criado e uma nova frente é gerada. Este processo é recursivo até que todas as regiões da superfície do objeto sejam resolvidas.

Terminado o processo, uma nova vista, devidamente registrada e integrada, pode ser utilizada para refinar o ajuste do modelo à superfície do objeto.

Registro e Integração das Imagens. Para o registro estamos considerando o conhecimento inicial da transformação rígida que ajusta as imagens ao mesmo referencial.

A integração das vistas em uma única imagem é realizada definindo-se o diagrama de Venn das imagens registradas, conforme [3]. O método consiste em determinar a região comum entre as imagens através dos testes de vizinhança espacial (*Spatial Neighborhood Test*, SNT) e de visibilidade espacial (*Surface Visibility Test*, SVT).

Após a integração, precisa-se determinar as regiões onde incidirão as novas informações para o ajuste do modelo 3D. Nesta fase de ajuste a frente de crescimento poderá ser positiva (para fora da superfície do modelo) ou negativa (para o interior do modelo).

3 Considerações finais

O método proposto está sendo implementado em linguagem C para plataformas UNIX.

As etapas de reconstrução referentes a uma vista, crescimento radial, subdivisão e determinação de frentes de crescimento, estão em fase de teste.

Referências

- [1] D. Terzopoulos, A. Witkin e M. Kass. Constraints on Deformable Models: Recovering 3D Shape and Nonrigid Motion. *Artificial Intelligence*, vol. 38, pp. 91-123, 1988.
- [2] D. Terzopoulos e D. Metaxas. Dynamic 3D Models with Local and Global deformations: Deformable Superquadrics. *IEEE Trans. on Patt. Anal. Machine Intell.*, vol. 13, no. 7, pp.703-714, 1991.
- [3] M. Soucy e D. Laurendeau. A General Surface Approach to the Integration of a Set of Range Views. *IEEE Trans. on Patt. Anal. Machine Intell.*, vol. 17, no. 4, pp.344-358, 1995.
- [4] X. Shen e D. Hogg. Shape Models from Image Sequences. *Lecture Notes in Computer Science. Computer Vision - ECCV'94*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, vol. 800, pp.225-230, 1994.
- [5] Y. Chen e G. Medioni. Description of Complex Objects from Multiple Range Images Using an Inflating Balloon Model. *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 61, no. 3, pp.325-334, 1995