

# Uma Estratégia para Aquisição Automática de Modelos 3-D

EDILSON PONTAROLO  
DÍBIO LEANDRO BORGES\*

CEFET-PR Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná  
Depto. Informática e CPGEI  
Av. 7 de Setembro, 3165 - CEP:80230-910, Curitiba, Pr, Brasil  
edilson, dibio@dainf.cefetpr.br  
\*Professor Visitante

**Abstract.** This short communication addresses the problem of automatic 3-D modelling using range images of multiple views of the objects. A new approach is proposed to guide the process of automatic acquisition of 3-D geometric models. The strategy can be divided into three steps: first, the planar regions of the object are used as primitives for an aspect graph representation of its views; second, by matching the objects with the aspect graphs an initial registration of the 3-D form can be computed; finally, the views can be integrated into a 3-D model by using a group of the intermediate representations.

## 1 Introdução

Sistemas de Visão por Computador necessitam de formas de representação eficientes e de alto nível a fim de viabilizar tarefas como inspeção e reconhecimento. Em tais sistemas, objetos tridimensionais são representados por modelos geométricos. Esses modelos são gerados manualmente utilizando sistemas CAD. Essa tarefa é por demais complexa e exaustiva, principalmente no caso de formas 3-D genéricas. Este trabalho propõe uma estratégia para aquisição automática de modelos de objetos 3-D complexos.

## 2 Aquisição Automática de Modelos (AAM)

A automatização do processo de geração de modelos geométricos é tema relevante em Visão por Computador devido a utilidade de modelos na execução de tarefas como reconhecimento e inspeção automática de objetos. Tópicos relacionados a este tema têm sido abordados em diversos trabalhos, dentre os quais [Bergevin et al. (1995)], [Chen-Medioni (1992)] e [Besl (1992)]. Uma revisão é apresentada por [Borges et al. (1994)]. Nenhuma solução genérica para o problema foi ainda apresentada.

## 3 Abordagem Proposta

Embora várias contribuições tenham sido dadas à solução do problema, em geral elas se concentram em alguma fase específica da AAM, como por exemplo o registro entre as vistas. Há uma necessidade de se organizar estas fases de modo estratégico, de maneira que possam ser integradas em um processo coeso para validação. Este trabalho propõe uma estratégia para a aquisição automática de modelos geométricos com base na análise comparativa dos

grafos de aspectos das vistas de um objeto. A tarefa pode ser dividida nas seguintes etapas (ver Figura 1):

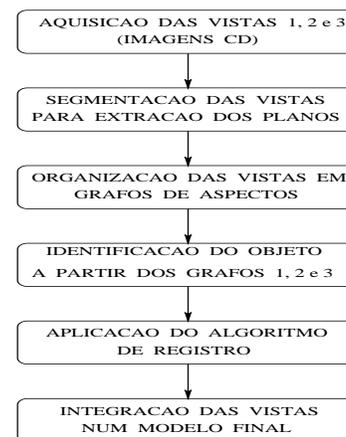


Figura 1: Esquema funcional da estratégia proposta.

- **Aquisição de Dados**  
São usadas imagens codificadas por distância (CD), obtidas relacionando a projeção ortográfica de pontos do objeto a um plano de referência  $(x,y)$ , com a distância de cada ponto a esse plano de referência  $(f(x,y))$ . Optou-se por imagens CD por fornecerem informação 3-D diretamente na forma  $(x,y,f(x,y))$ . São usadas três vistas fixas de cada objeto.
- **Segmentação**  
Para facilitar a busca de correspondências as vistas são segmentadas com um extrator de planos baseado

na geometria diferencial do objeto [Trucco–Fisher (1995)]. O uso do plano simplifica os processos seguintes, e o mesmo pode ser validado como primitiva **básica** na modelagem de várias classes de objetos.

- **Representação Intermediária**  
Os planos obtidos de cada vista não podem ser correspondidos diretamente, uma vez que um mesmo plano é visto de forma diferente a partir de visadas diferentes. A fim de obter uma estrutura eficiente de representação, os planos extraídos e as relações entre eles são organizados em grafos de aspectos, um para cada vista (ver Figura 2). Essa forma de representação, centrada no observador, considera mudanças qualitativas no aspecto da cena [Stewman (1991)]. Cada plano dá origem a um aspecto (**nodo**), enquanto que as relações entre os planos, tais como adjacência e inclinação, são os eventos visuais (**arcos**).
- **Estimativa Inicial**  
Considerando em um grafo três planos adjacentes, dois–a–dois, pode-se pesquisar a existência no outro grafo de uma configuração com as mesmas relações. Esse conjunto de planos adjacentes e suas relações constitui uma primitiva de alto nível, invariante nas diferentes vistas para objetos rígidos. Ao corresponder dois desses conjuntos de três planos é possível calcular uma estimativa do registro.
- **Registro**  
Nessa etapa a estimativa inicial, anteriormente calculada, é refinada obtendo-se a transformação rígida que alinha as vistas. Para fins de avaliação os algoritmos de registro ICP (*Iterative Closest Point*) [Besl (1992)], e o algoritmo “Plano Tangente” [Bergevin et al. (1995)] serão testados.
- **Integração das Vistas**  
Para que se possa integrar as vistas em um único modelo é preciso primeiro aplicar o registro a elas, passando-as para um mesmo referencial. As regiões da superfície do objeto, que não puderam ser aproximadas por planos nas fases anteriores, serão também incorporadas. Ainda está-se estudando a melhor alternativa para um modelo final: um grafo de aspectos geral; ou uma alternativa baseada nas equações das regiões que reunidas em um modelo único podem também representar o objeto.

#### 4 Conclusões

A estratégia aqui proposta está em fase de desenvolvimento para ser validada na aquisição automática de modelos para objetos rígidos. Os procedimentos intermediários, desde

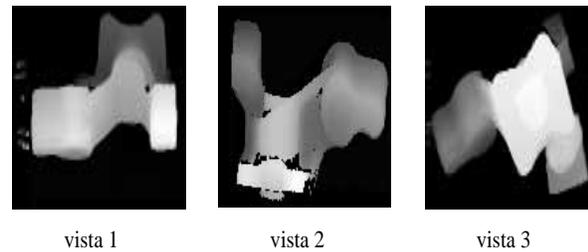


Figura 2: Uma peça de automóvel em três vistas.

a segmentação das vistas até a obtenção da estimativa inicial do registro provavelmente degradarão um pouco o processo como um todo, no entanto, este procedimento precisa ser executado apenas quando da geração do modelo. A solução apresentada é híbrida e flexível, pois associa características qualitativas da cena, através de grafos de aspectos, com métodos numéricos como os algoritmos iterativos de registro.

#### Agradecimentos

Este trabalho é parcialmente financiado pelo CNPq, processo 520441/95–8. Agradecimentos pela colaboração em discussões e pelas aquisições de imagens CD ao Dr. Robert Fisher, *Dept. Artificial Intelligence, University of Edinburgh (UK)*.

#### 5 Referências Bibliográficas

- R. Bergevin, D. Laurendeau, D. Poussart, Registering range views of multipart objects. *Computer Vision and Image Understanding*, **61(1)** (1995) 1–16.
- P. J. Besl, A method for registration of 3-d shapes, *IEEE Trans on PAMI*, **14(2)** (1992) 239–256.
- D. L. Borges, E. M. Bispo, R. B. Fisher, Técnicas de aquisição automática de modelos geométricos para reconhecimento e inspeção, *Revista Brasileira de Computação*, **7(2)** (1994) 49–60.
- Y. Chen, G. Medioni, Object modelling by registration of multiple range images. *Image and Vision Computing*, **10(3)** (1992) 145–155.
- J. H. Stewman, *Viewer Centered Representation for Polyedral Objects: Computing the Exact Perspective Projection Aspect Graph of an Object Bounded by Planar Faces*, PhD thesis, University of South Florida, Tampa, Florida, December (1991).
- E. Trucco, R. B. Fisher, Experiments in Curvature-Based Segmentation of Range Data. *IEEE Trans on PAMI*, **17(2)** (1995) 117–182.