

Vetorização Automática de Ortofotos

Orthophotos Automatic Vectorization

Andrea Verri Bastian

Universidade Federal da Bahia, Brasil
ablago@uol.com.br

Abstract

The architectural documentation is a means of perpetuating the memory for future generations, traditional techniques applied in most studies conducted in Brazil, using direct measurements on the monument. The Photogrammetry, like lifting technique, allows metric and morphological recovery of an object without direct contact with it, and as a product of 2D - orthophotos. The focus of this work is the automatic vectorization of orthophotos, presenting experiments done with software for automatic feature extraction from orthophotos, aiming to test tools and procedures that can speed up the process for generating drawings refund.

Keywords: Photogrammetry; Orthophoto; Vectorization.

Introdução

A imposição de documentar, de representar a realidade construída resulta da necessidade do homem em intervir, procurando fazer-la tendo em mãos certa quantidade de informações sobre o objeto da intervenção. Várias são as técnicas possíveis de serem utilizadas na documentação do patrimônio arquitetônico, entretanto, as técnicas tradicionais, aplicadas na maioria dos trabalhos realizados no Brasil, utilizam medições diretas sobre o monumento, o que no caso de edificações em fase adiantada de deterioração, é um fator limitador. A ISPRS (International Society of Photogrammetry and Remote Sensing) têm produzido vários documentos para a divulgação de técnicas que facilitem o estudo e a conservação de edificações históricas e obras de arte; a fotogrametria é crucial neste contexto, uma vez que permite a restituição métrica e morfológica do objeto em estudo (Silva, 2006).

Como produtos 2D da Fotogrametria, passíveis de serem utilizados em registros e análises no contexto da conservação, restauro ou reabilitação, ou ainda, na preservação da memória, podem ser citados os desenhos de restituição, fotos retificadas, ortofotos, fotomosaicos, ortofotomosaicos. Sendo a vetorização de ortofotos, o foco desse trabalho, esta (ortofoto) pode ser definida como o produto fotogramétrico obtido a partir de fotografias, onde na imagem resultante (ortofoto) obedece aos princípios da projeção ortogonal, visto que são corrigidas todas as deformações de perspectivas decorrentes do processo de captura fotográfica, devido à projeção cônica, bem como aquelas introduzidas pelo sistema óptico das câmeras fotográficas. A partir da extração das feições do objeto sobre a ortofoto (desenho de restituição), pode-se obter informações bidimensionais precisas a respeito da edificação.

O problema de extração automática de feições em imagens digitais tem sido um grande desafio; desde 1964 a área de

processamento de imagens vem crescendo, propondo métodos capazes de melhorar a informação visual para a análise e interpretação humanas (Gonzales; Woods, 2010).

Nesse contexto, este artigo apresenta experimentos feitos com programas para extração automática de feições a partir de ortofotos, visando testar ferramentas e procedimentos que possam acelerar o processo interativo de vetorização das imagens para geração de desenhos.

Conceitos e processos envolvidos

Existem diversas áreas de aplicação para processamento de imagens como Cartografia, Medicina, Engenharia, Meteorologia, além de visão computacional e aplicações militares, que dependem de um operador humano para que as informações possam ser extraídas de imagens digitais. A busca pela automação de processos é constante na pesquisa, tendo em vista que geralmente acarreta na redução de custos, um menor tempo de resposta, e na obtenção de resultados mais confiáveis.

O processamento (digital) de imagens (digitais) envolve processos realizados por algoritmos, onde a maioria das rotinas pode ser automatizada através da implementação de *software*. De acordo com Kulkarni (1994), no processo de extração de feições, transforma-se um vetor de observação em um vetor de feições empregando-se algoritmos; para tanto, feições como forma, cor, textura e relacionamentos especiais são utilizados, sendo que a escolha do algoritmo dependerá da natureza da imagem.

Segundo Gonzales e Woods (2010), a primeira etapa do processo de extração automática de feições é o pré-processamento, cuja função é melhorar a imagem, aumentando assim a probabilidade de sucesso nas etapas posteriores. Esse pré-processamento

tipicamente envolve operações para diminuição de ruídos e realce de contrastes. O próximo passo é o da segmentação, onde a imagem é dividida em partes ou objetos constituintes, sendo uma das etapas mais difíceis e, quando bem sucedida, favorece substancialmente o processamento. Os processos tradicionais para a extração automática seguem uma sequência composta por cinco etapas distintas, propostas por Paine e Lodwick (1988) apud Artero (1999), conforme disposto abaixo:

- Suavização (smoothing)
- Detecção de bordas (edge detection)
- Limiarização (thresholding)
- Afinamento de bordas (thinning)
- Conexão (linking)

Experimentação

A primeira etapa da experimentação foi investigar os vários programas disponíveis, que permitem a vetorização automática de imagens raster. Tendo em vista o objetivo da geração de desenhos a partir de ortofotos, foi dada preferência aos programas que permitissem exportação de arquivos em formato DXF, para que as análises da qualidade do produto pudessem ser feitas no AutoCAD. Assim, por questão de conveniência, dentre as ferramentas encontradas, foram escolhidas as seguintes: Corel Draw, Illustrator, Inkscape e Magic Trace.

Visando avaliar os resultados obtidos com os quatro programas, foi utilizada, inicialmente, a ortofoto de uma maquete simplificada de papelão, contendo apenas linhas retas. Iniciou-se o processo partindo-se de uma ortofoto produzida no software Photomodeler Scanner 2012, seguindo da sua conversão em escala de cinza, para que fosse vetorizada nas ferramentas selecionadas:

- Corel Draw → Bitmap – Center trace
- Illustrator → Object – Image trace
- Inkscape → Path – Trace bitmap
- Magic Tracer → Vector – Vector converse

Para que a comparação dos resultados entre vetorização automática e vetorização interativa fosse feita no AutoCAD 2013, os arquivos foram exportados no formato DXF (Figura 1).

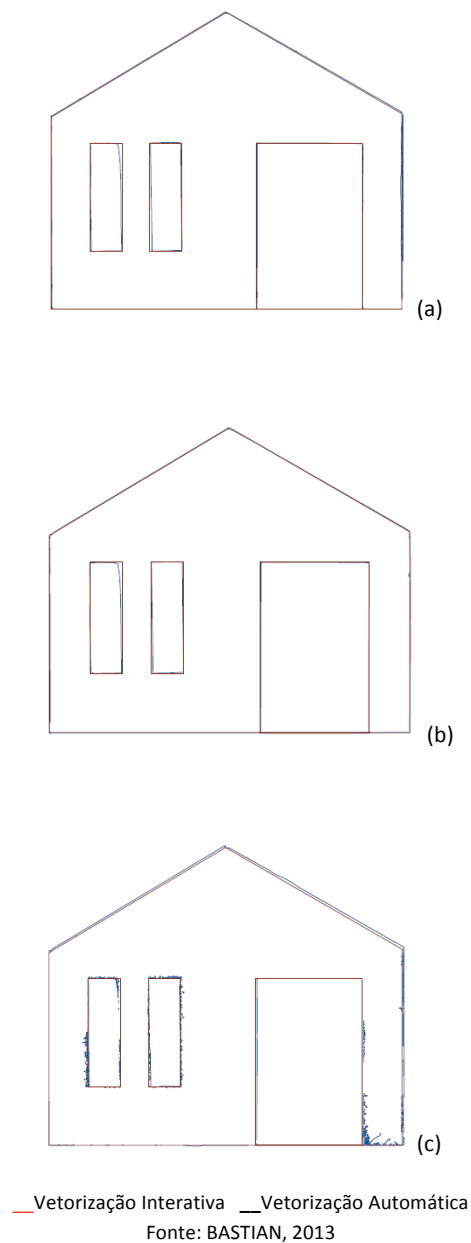


Figura 1: Comparação de resultados – Vetorização automática e interativa Corel Draw (a); Inkscape (b); Magic Trace (c)

Com o objetivo de comparar os resultados da vetorização utilizando a ortofoto em preto e branco. Foi feita o pré-processamento da imagem (Photo Paint), primeiramente com a equalização do histograma de cores, com a ferramenta Magic Wand Mask, retirado o fundo e posteriormente convertendo em preto e branco e, em um segundo teste, no pré-processamento foi somente retirado o fundo da imagem e feita à conversão em preto e branco. As duas imagens foram vetorizadas no CorelDraw, exportadas em DXF, importadas no AutoCAD e os resultados comparados com os primeiros obtidos pela vetorização da ortofoto em escala de cinza, como vistos na Figura 2.

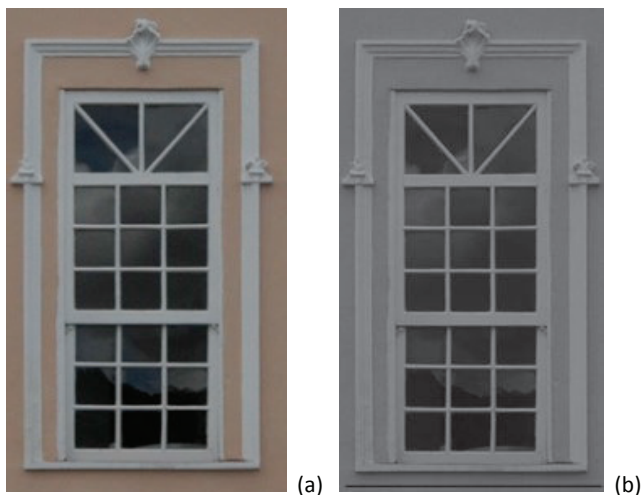


(a) (b) (c)

Fonte: BASTIAN, 2013

Figura 2 : Comparação AutoCAD. Ortofoto em preto e branco (a); com alteração de histograma (b); sem alteração de histograma (c)

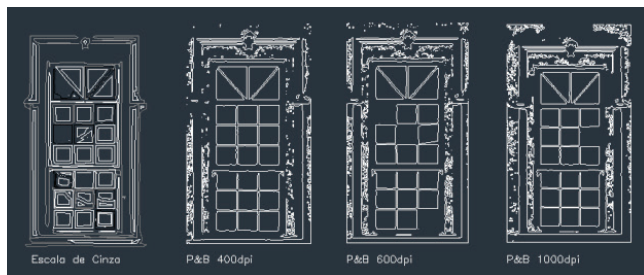
Com o intuito de testar a ferramenta com um objeto mais complexo, foi utilizada a ortofoto de uma janela (Figura 3), sendo primeiramente convertida em escala de cinza e procedida a vetorização no CorelDraw. Para que se pudesse analisar a influência da resolução da imagem utilizada nessa conversão, a ortofoto da janela (resolução original 153 dpi) teve sua resolução aumentada para 400, 600 e 1000 dpi (operação realizada no Photo Paint) e posteriormente feita à conversão para preto e branco.



Fonte: BASTIAN, 2013

Figura 3: Ortofoto janela (a); Ortofoto em escala de cinza (b)

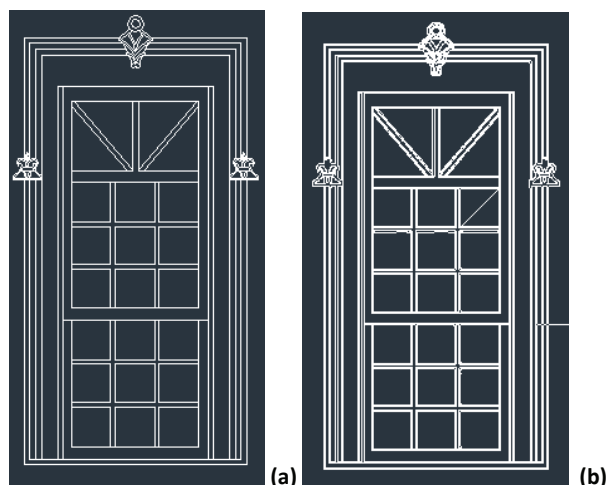
Com procedimento análogo aos anteriores, as imagens foram vetorizadas no CorelDraw, exportadas em formato DXF e, conforme mostra a Figura 4, os resultados comparados no AutoCAD 2013.



Fonte: BASTIAN, 2013

Figura 4: Comparação AutoCAD

Ainda para se verificar a influência das feições originais da imagem, no processo de vetorização automática, optou-se por testar uma imagem gerada a partir da vetorização interativa. Nesse processo foi utilizada a imagem gerada a partir da vetorização interativa (AutoCAD), feita sobre a ortofoto da janela, exportada no formato PDF, convertida em imagem. Posteriormente, pré-processada para aumento da resolução para 1000 dpi e convertida para preto e branco. A Figura 5 apresenta a comparação entre a vetorização interativa e o produto gerado através da vetorização automática feita no CorelDraw.



Fonte: BASTIAN, 2013

Figura 5: Vetorização interativa (a); automática (b)

Discussão de Resultados

Maquete

Os primeiros experimentos foram realizados com a maquete, quando se verificou que os arquivos exportados no formato DXF geravam splines, sendo um fator complicador sua manipulação, principalmente, quando há excesso de ruídos decorrentes da textura da imagem. Entretanto, o AutoCAD permite a conversão dessas, em polilinhas, o que facilita a edição e modificação dessas primitivas. Ainda, quando da utilização de imagem em preto e branco, houve redução nos ruídos que, por questão de praticidade podem ser eliminados no próprio programa de vetorização automática, sem que haja prejuízo no produto da vetorização.

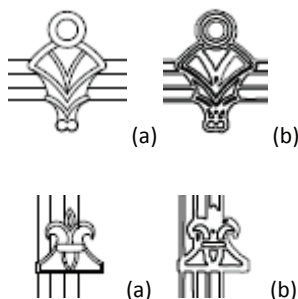
Outro ponto importante, no processo de conversão da imagem para preto e branco é testar o fator de limiarização de acordo com a imagem, pois valores muito altos ou muito baixos dificultam o processo de vetorização automática.

Ortofoto da janela

Os resultados obtidos, com a utilização da imagem convertida em escala de cinza, não foram satisfatórios uma vez que grande parte das feições teve sua geometria distorcida. Esse problema é, em parte, solucionado quando se faz uso da imagem convertida em preto e branco, precedido do aumento da resolução geométrica,

embora as vetorizações geradas a partir da imagem com resolução de 600 dpi e 1000 dpi apresentaram perda de dados na caixilharia da esquadria.

A comparação da vetorização automática, gerada a partir da imagem obtida pela vetorização interativa, com a própria vetorização interativa apresenta formas muito próximas (Figura 6), o que é um indício de que imagens com resoluções altas, contrastes e feições bem definidas podem gerar produtos de qualidade, passíveis de utilização em conjunto com processo de vetorização interativa.



Fonte: BASTIAN, 2013

Figura 6: Comparação de detalhes vetorização interativa (a); vetorização automática (b)

Conclusões

Comparando os resultados dos testes feitos, percebe-se que contornos bem definidos na imagem produzem melhores resultados e, contrastes maiores de cores produzem vetorizações com melhor qualidade, por isso a utilização de imagens em preto e branco. Apesar dos resultados promissores obtidos, faz-se necessário testar outros tipos de geometria para que seja possível verificar as possibilidades de combinar processos de vetorização interativa e ferramentas de vetorização automática para a extração de feições na produção de desenhos de forma mais ágil e precisa.

Referências

- ARTERO, A. O. Técnicas para a extração automática de feições retas em imagens digitais. Presidente Prudente: UNESP, 1999. 134 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Cartografia, Programa de Pós-graduação em Ciências Cartográficas, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1999.
- AZEVEDO, E.; CONCI, A. Computação Gráfica Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 353 p.
- CONCI, A.; AZEVEDO, E.; LETA, F. Computação Gráfica V. 2. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 408 p.
- CORRIGAN, J. Computação Gráfica – segredos e soluções. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 1994. 291 p.
- DAL POZ, A. P.; ZANIN, R. B; VALE, J. M. Extração automática de feições rodoviárias em imagens digitais. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ca/v18n1/a04v18n1.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2013.
- DEMARQUI, E. N. Determinação semi-automática da altura de edifícios em imagens aéreas. Presidente Prudente: UNESP, 2007. 149 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Cartografia, Programa de Pós-graduação em Ciências Cartográficas, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2007.
- GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. Processamento de imagens digitais. São Paulo: Edgar Blucher, 2010. 510 p.
- GROETELAARS, N. J. Um estudo da Fotogrametria Digital na documentação de formas arquitetônicas e urbanas. Salvador: UFBA, 2004. 280 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.
- MARQUES, O. F.; VIEIRA, H. Processamento de imagens digitais. Rio de Janeiro: Brasport, 1999. 331 p.
- MATEUS, L. M. C. Contributos para o projecto de conservação, restauro e reabilitação. Uma metodologia documental baseada na Fotogrametria Digital e no Varrimento Laser 3d Terrestres - Volume 1. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2012. 339p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.
- SILVA, D. Retificação de imagens digitais de fachadas com pré-correção das distorções das lentes. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/bcg/article/viewArticle/5325>> . Acesso em: 20 out. 2012.