

Surface Length 3D: *Plugin* do OsiriX para cálculo da distância em superfícies

Surface Length 3D: An OsiriX plugin for measuring length over surfaces

Alexandre Campos Moraes Amato¹

Resumo

Softwares tradicionais de avaliação de imagens médicas, como DICOM, possuem diversas ferramentas para mensuração de distância, área e volume. Nenhuma delas permite medir distâncias entre pontos em superfícies. O menor trajeto entre pontos possibilita o cálculo entre óstios de vasos, como no caso de aneurismas aórticos, e a avaliação dos vasos viscerais para planejamento cirúrgico. O desenvolvimento de um *plugin* para OsiriX para mensuração de distâncias em superfícies mostrou-se factível. A validação da ferramenta ainda se faz necessária.

Palavras-chave: validação de programas de computador; *software*.

Abstract

Traditional DICOM medical imaging software offers several tools for measuring distance, area and volume. None allow measurement of distances between points along surfaces. The shortest path between points makes it possible to calculate distances between the ostia of vessels, useful in cases of aortic aneurysms and for assessment of visceral vessels for surgical planning. Developing a plugin for OsiriX for measurement of distances along surfaces proved to be achievable. The tool still needs to be validated.

Keywords: software validation; *software*.

¹ Amato – Instituto de Medicina Avançada, Departamento de Cirurgia Vasculard, São Paulo, SP, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: O autor declara não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Junho 20, 2016. Aceito em: Outubro 14, 2016.

O estudo foi realizado no Amato – Instituto de Medicina Avançada, São Paulo, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

O *software* OsiriX mostra-se muito útil no planejamento endovascular, com métodos de reconstrução tridimensional multiplanar e projeção de intensidade máxima¹. Com essas duas técnicas, é possível avaliar comprimento, extensão e diâmetro dos vasos em qualquer ângulo. A reconstrução por volume tridimensional evidencia belas imagens, que têm limitação em uso prático².

Com o advento da técnica de endopróteses fenestradas e ramificadas e o planejamento cirúrgico aberto de aneurismas de aorta com comprometimento das artérias viscerais, outras informações se fazem necessárias, como o ângulo de saída das artérias e a distância entre elas³. A opção entre uma prótese de Coselli e um *patch* para viscerais tem como variável a distância entre essas artérias. A distância

linear não pode ser considerada relevante, mas a distância de superfície pode (Figura 1, Figura 2A). Esse foi o problema identificado que conduziu ao desenvolvimento do *plugin*.

MÉTODO

O *plugin* Surface Length 3D⁴ para OsiriX 3 foi desenvolvido pelo autor em Objective-C para computadores com o sistema operacional OSX com o intuito de calcular distâncias em superfícies e está disponível gratuitamente. O OsiriX é um *software* de visualização de imagens médicas que permite grande liberdade na manipulação das imagens, como também permite a criação de extensões desenvolvidas por terceiros. O método usual de reconstrução tridimensional do OsiriX é a renderização por volume de um conjunto de dados tridimensionais,

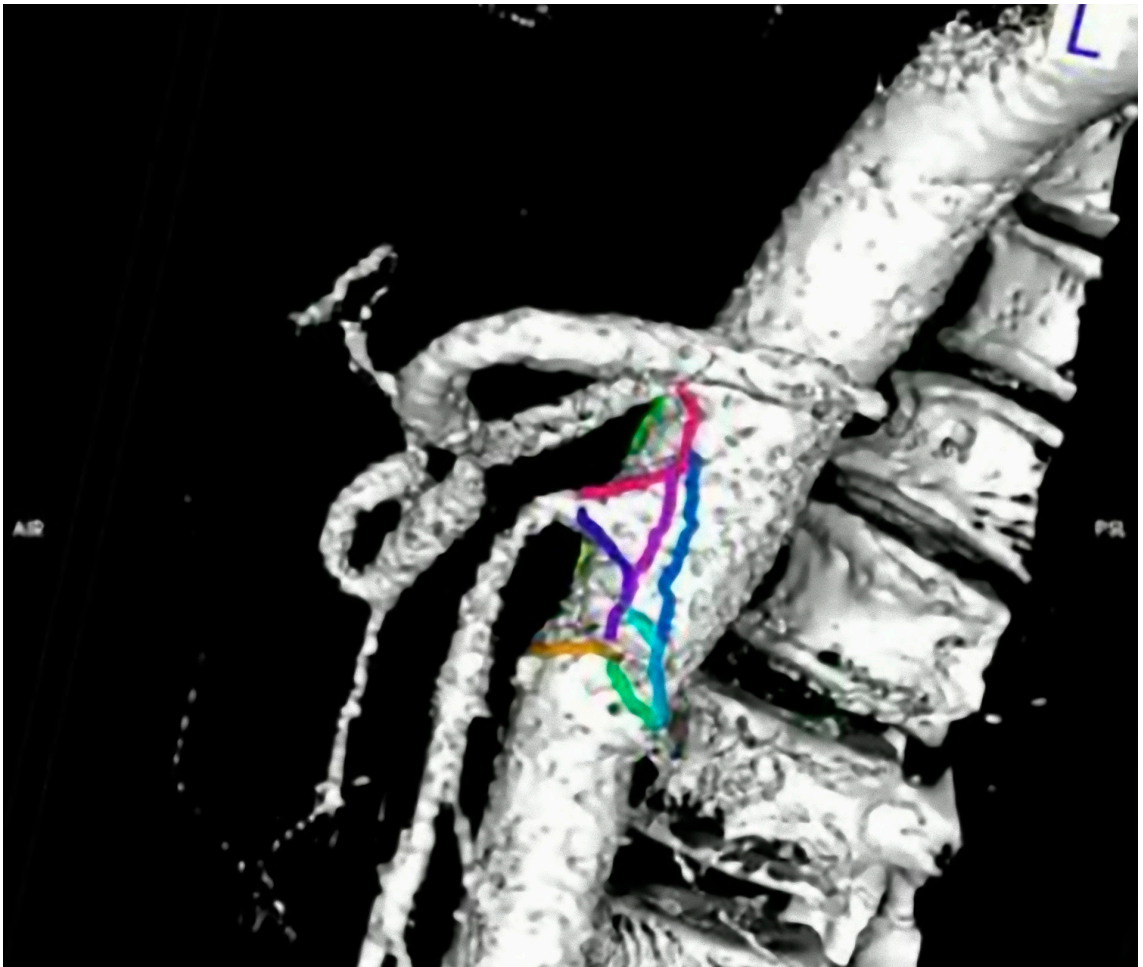


Figura 1. Visualização tridimensional dos tracejados de superfície em modelo de superfície elaborados pelo *plugin* 3D Surface Length 3D e OsiriX.

que consiste em um grupo empilhado de imagens bidimensionais planas. Essas imagens são adquiridas em seqüência, com distância padronizada entre si e com um número regular de *pixels* bidimensionais. Os *pixels*, quando tridimensionais, chamam-se *voxels*. Para criar renderização por volume, uma câmara é disposta virtualmente relativa ao espaço criado, e todos os *voxels* passam a conter informação de cor e transparência. A renderização por superfície pode ser feita por diversos algoritmos diferentes e consiste na conversão dos dados tridimensionais em modelos vetoriais, ou seja, modelos com vértices, linhas e planos. Essa conversão depende do algoritmo selecionado, da estrutura a ser convertida e do ponto de corte selecionado. Por causa disso, algumas estruturas são muito bem delineadas na renderização por superfície, como ossos, e outras são muito mal delineadas. Estruturas mal delineadas não possuem consistência na sua densidade ou possuem estruturas adjacentes com densidades semelhantes. O aparelho circulatório não tem as características necessárias para bom delineamento; porém, ao utilizar-se contraste, a densidade se diferencia das estruturas adjacentes, e ele passa a ser devidamente convertido para superfície. Apesar de o método chamar-se renderização por superfície, a segmentação realizada é do contraste vascular; portanto, a parede do vaso pode não estar incluída na superfície.

O *plugin* utiliza um algoritmo matemático que busca a menor distância de superfície entre dois pontos e dispõe o resultado planejado esquematizado (Figura 3). O algoritmo utilizado, denominado *vtkDijkstraGraphGeodesicPath*, calcula a série de linhas que descrevem o menor caminho entre pontos sobre a malha poligonal. O cálculo da distância é feito somando-se as diversas linhas calculadas⁵, baseado no algoritmo de Dijkstra⁶ (Figura 2).

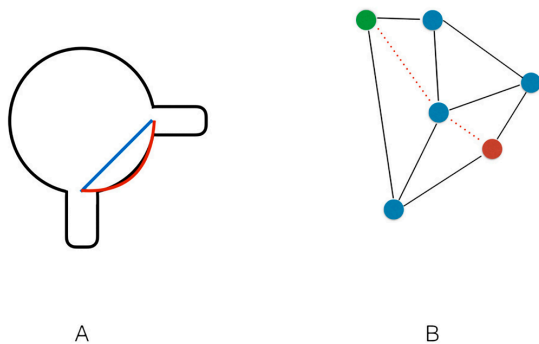


Figura 2. (A) Representação bidimensional de corte transversal de vaso mostrando a diferença entre a medida linear e a medida de superfície; (B) Representação bidimensional de malha poligonal e algoritmo de cálculo de menor medida entre pontos.

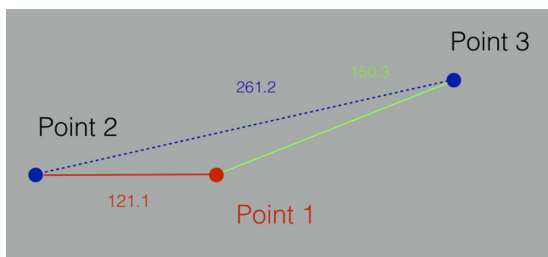


Figura 3. Modelo esquemático apresentado pelo *plugin* dos pontos selecionados e da distância entre eles.

da ferramenta, mas ainda necessita de avaliação. Durante o período de exposição do método a outras especialidades, notamos possibilidade de uso em neurocirurgia, com a definição de local para drenagem de hematomas subdurais utilizando distâncias mensuráveis de pontos de referência no crânio, fazendo-se a triangulação do local (Figura 4); e na cirurgia plástica, com medidas de superfície entre pontos de referência.

Uma validação prévia das medidas de distância com as ferramentas padrão do OsiriX mostraram precisão de 0,3 mm com boa confiança⁷. Apesar disso, o *plugin* desenvolvido utiliza algoritmo matemático original de cálculo de medida que necessita ser validada para utilização médica. O desenvolvimento da ferramenta e a ampliação de uso para versões atualizadas do OsiriX podem expandir as possibilidades de uso. Novos estudos podem validar o uso da ferramenta com *phantoms* para posterior aplicação prática.

RESULTADO

O *plugin* criado mostrou capacidade de mensurar distâncias de diferentes estruturas em superfícies devidamente extraídas de *datasets* tridimensionais (Figura 1).

DISCUSSÃO

O objetivo inicial do projeto de fazer medidas de distâncias em superfície mostrou-se factível. A capacidade de identificar aortas e a distância dos vasos viscerais entre si e que necessitam prótese diferenciada tanto para cirurgia tradicional quanto endovascular pode ser uma das possibilidades

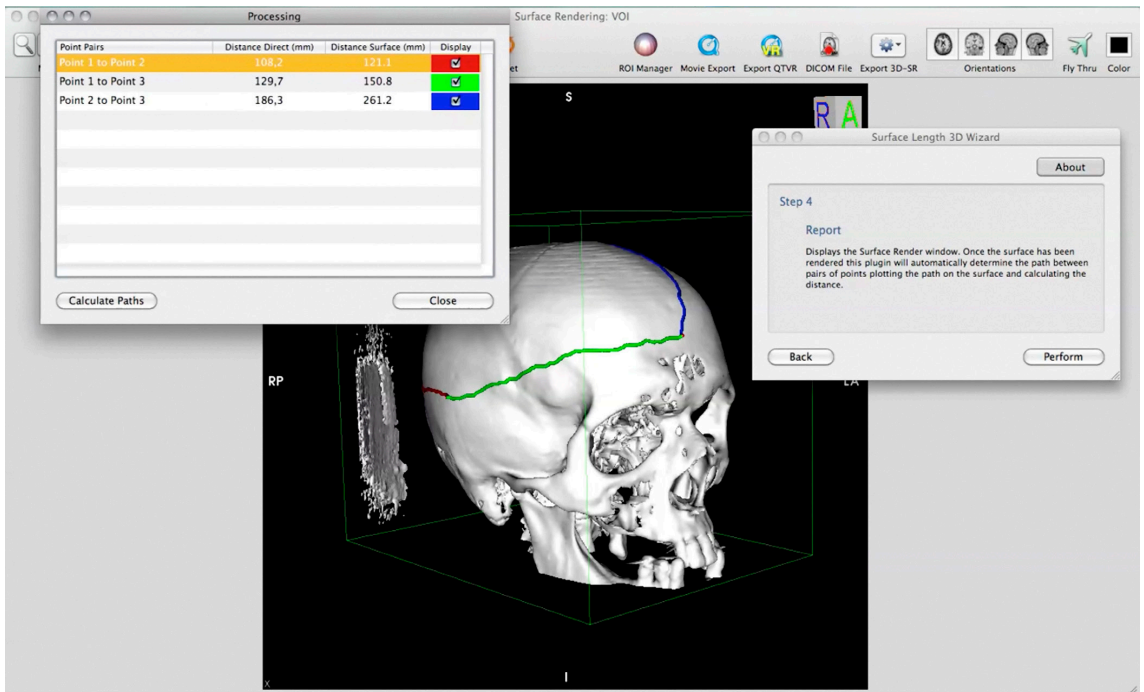


Figura 4. Exemplificação do uso da medida de superfície sobre estrutura óssea craniana.

CONCLUSÃO

A medida de superfície não é técnica conhecida amplamente por não haver outras ferramentas que permitam essa mensuração. Pode ser útil em diversas especialidades médicas, incluindo a cirurgia vascular. Porém, necessita de maiores investigações.

REFERÊNCIAS

- Amato AC, Benitti DA. Impact of continuing education in vascular images analysis for endovascular planning. *J Vasc Bras*. 2014;13(4):285-8. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.0014>.
- Amato AC, Benitti DA. The new age of endovascular surgery planning. *J Vasc Bras*. 2011;10(4):279-81.
- Rubin GD, Paik DS, Johnston PC, Napel S. Measurement of the aorta and its branches with helical CT. *Radiology*. 1998;206(3):823-9. PMID:9494508. <http://dx.doi.org/10.1148/radiology.206.3.9494508>.
- Amato Software [site na Internet]. Surface Length 3D - OsiriX Plugin [citado 2016 dez 8]. <http://software.amato.com.br/content/surface-length-3d-osirix-plugin>
- Visualization Toolkit [site na Internet]. vtkDijkstraGraphGeodesicPath Class Reference [citado 2016 dez 8]. <http://www.vtk.org/doc/nightly/html/classvtkDijkstraGraphGeodesicPath.html>
- Cormen TH, Leiserson CE, Rivest RL. *Algorithms*. Cambridge: MIT Press; 1990.
- Kim G, Jung HJ, Lee HJ, Lee JS, Koo S, Chang SH. Accuracy and reliability of length measurements on three-dimensional computed tomography using open-source OsiriX software. *J Digit Imaging*. 2012;25(4):486-91. PMID:22270788. <http://dx.doi.org/10.1007/s10278-012-9458-6>.

Correspondência

Alexandre Campos Moraes Amato
Av. Brasil, 2283
CEP 01431-001 - São Paulo (SP) – Brasil
Tel.: (11) 5053-2222
E-mail: dr.alexandre@amato.com.br

Informações sobre o autor

ACMA - Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP), cirurgião vascular do Amato – Instituto de Medicina Avançada e professor de Cirurgia Vascular da Universidade de Santo Amaro (UNISA).

Surface Length 3D: An OsiriX plugin for measuring length over surfaces

Surface Length 3D: Plugin do OsiriX para cálculo da distância em superfícies

Alexandre Campos Moraes Amato¹

Abstract

Traditional DICOM medical imaging software offers several tools for measuring distance, area and volume. None allow measurement of distances between points along surfaces. The shortest path between points makes it possible to calculate distances between the ostia of vessels, useful in cases of aortic aneurysms and for assessment of visceral vessels for surgical planning. Developing a plugin for OsiriX for measurement of distances along surfaces proved to be achievable. The tool still needs to be validated.

Keywords: software validation; software.

Resumo

Softwares tradicionais de avaliação de imagens médicas, como DICOM, possuem diversas ferramentas para mensuração de distância, área e volume. Nenhuma delas permite medir distâncias entre pontos em superfícies. O menor trajeto entre pontos possibilita o cálculo entre óstios de vasos, como no caso de aneurismas aórticos, e a avaliação dos vasos viscerais para planejamento cirúrgico. O desenvolvimento de um *plugin* para OsiriX para mensuração de distâncias em superfícies mostrou-se factível. A validação da ferramenta ainda se faz necessária.

Palavras-chave: validação de programas de computador; *software*.

¹Amato – Instituto de Medicina Avançada, Departamento de Cirurgia Vascular, São Paulo, SP, Brazil.

Financial support: None.

Conflicts of interest: No conflicts of interest declared concerning the publication of this article.

Submitted: June 20, 2016. Accepted: October 14, 2016.

The study was carried out at Amato – Instituto de Medicina Avançada, São Paulo, SP, Brazil.

■ INTRODUCTION

OsiriX software has proven very useful for endovascular planning, offering methods for three-dimensional multiplanar reconstruction and maximum intensity projection.¹ These two techniques enable evaluation of the length, extension, and diameter of vessels at any angle. Reconstruction by three-dimensional volume provides beautiful images, but has limitations for practical use.²

The advent of fenestrated and branched stent techniques and planning of open surgery for aortic aneurysms with involvement of visceral arteries demand additional information, such as the exit angles of arteries and the distances between them.³ For example, the choice between a Coselli graft and a patch for visceral repairs is based on the variable distance between the arteries. The linear distance is

not the relevant dimension, rather it is the surface distance that is needed (Figure 1, Figure 2A). It was identification of this problem that prompted development of the plugin.

■ METHOD

The Surface Length 3D plugin⁴ for OsiriX 3 was developed by the author in Objective-C for computers running the OSX operating system with the objective of providing a tool for calculating distances along surfaces and is available free of charge. OsiriX is a software package for viewing medical images that offers great freedom for image manipulation and also allows third-party developers to create extensions. The usual method of three-dimensional reconstruction in OsiriX is rendering by volume from a three-dimensional dataset that comprises a

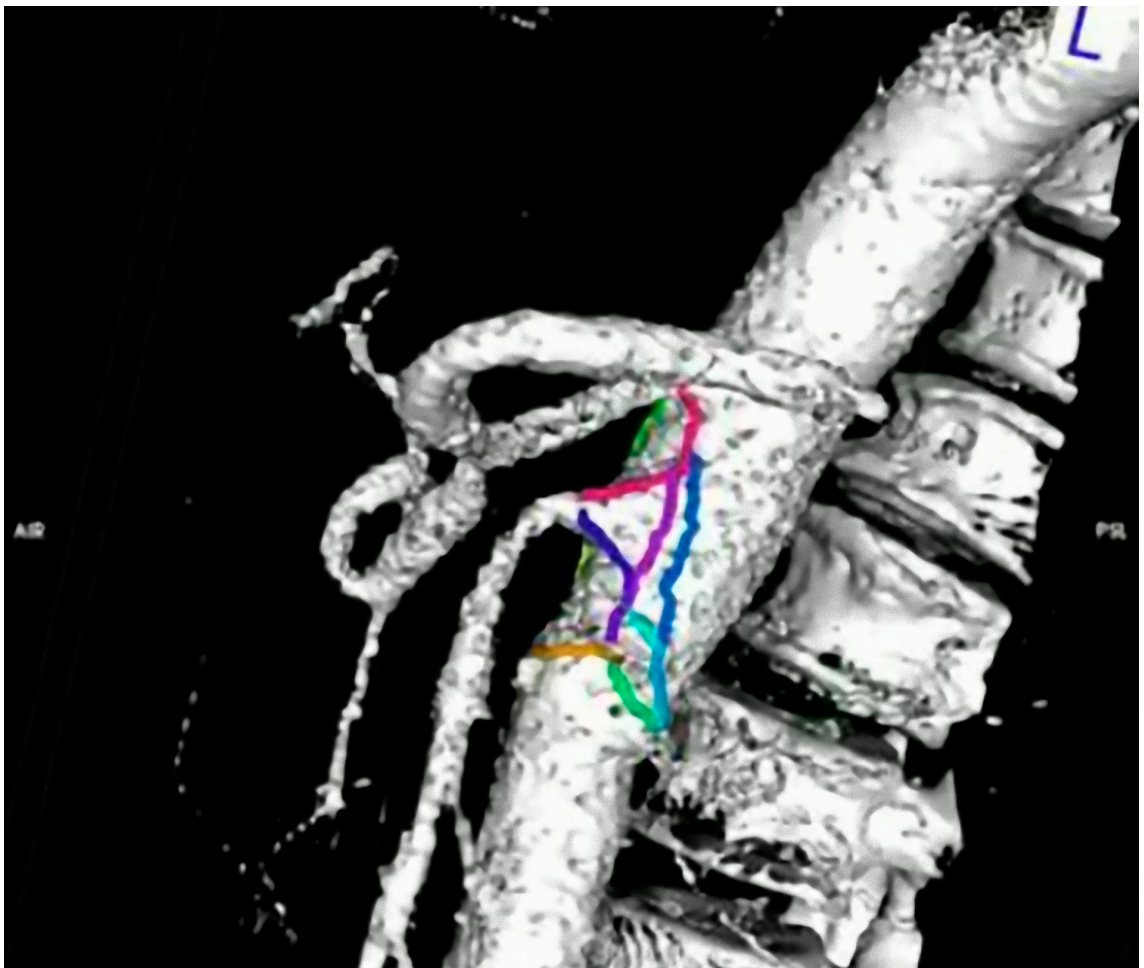


Figure 1. Three-dimensional view of paths along surfaces on a surface model produced using the Surface Length 3D plugin and OsiriX.

piled group of flat two-dimensional images. These images are acquired in sequence, with a standardized distance between each and with a regular number of two-dimensional pixels. Three-dimensional pixels are called voxels. To create volume rendering, a camera is placed virtually relative to the space created and all voxels contain information on color and transparency. Surface rendering can be accomplished using a number of different algorithms and consists of a process by which three-dimensional data are converted into vector models, i.e. models made up of vertices, lines, and planes. The conversion is dependent on the algorithm chosen, on the structure to be converted, and on the cutoff point chosen. As a result, some structures, such as bones, are very well delineated in a surface render, while others are very poorly delineated. Structures that are poorly delineated are those that do not have consistent density or have adjacent structures with similar densities. The circulatory apparatus does not possess the characteristics needed for good delineation, but using contrast its density can be differentiated from the adjacent structures and it can be duly converted in a surface render. Although the method is called surface rendering, segmentation is actually performed on the vascular contrast and so the vessel wall may not be included in the surface.

The plugin employs a mathematical algorithm that seeks the shortest surface distance between two points and displays the result as a flattened schematic (Figure 3). The algorithm used, called *vtkDijkstraGraphGeodesicPath*, calculates a series of lines that describe the shortest path between points along a polygonal mesh. The total distance is calculated by summing the various different lines calculated,⁵ based on the algorithm developed by Dijkstra (Figure 2).⁶

RESULTS

The plugin developed proved capable of measuring distances between different structures along surfaces duly extracted from three-dimensional datasets (Figure 1).

DISCUSSION

The initial objective of the project was to measure distances along surfaces and this proved to be attainable. The capacity to identify aortas and the distances between visceral vessels that need special grafts, whether deployed with traditional surgery or using endovascular techniques, could be one of the tool's possible applications, but this still needs to be

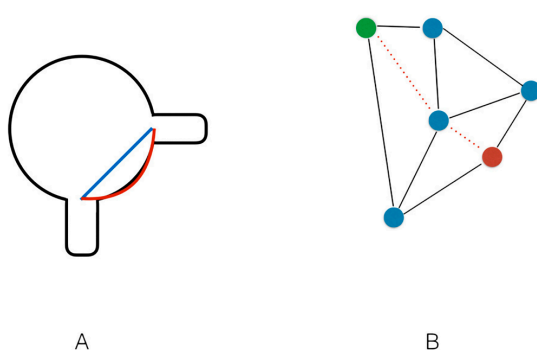


Figure 2. (A) Two-dimensional cross-sectional representation of a vessel showing the difference between a linear measurement and a measurement along a surface; (B) Two-dimensional representation of a polygonal mesh and the algorithmic method for calculating the shortest distance between points.

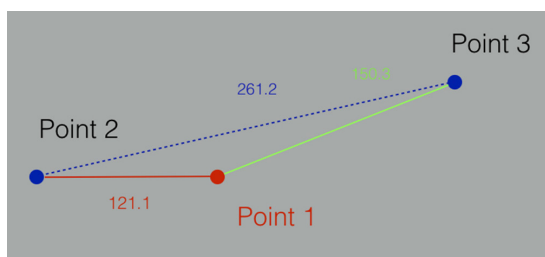


Figure 3. Schematic model produced by the plugin of the points selected and the distance between them.

evaluated. During a period in which the method was presented to other specialties, we detected a possibility for applications in neurosurgery, for definition of sites for drainage of subdural hematomas using distances measurable from reference points in the skull to triangulate the site (Figure 4); and in plastic surgery, to conduct surface measurements between reference points.

A preliminary validation of distance measurements using the standard tools available in OsiriX showed a precision of 0.3 mm with good reliability.⁷ Notwithstanding, the plugin developed uses an original mathematical algorithm for calculating measurements that must be validated for medical use. Development of this tool and conversion to make it compatible for use with more up-to-date versions of OsiriX should expand the possible applications. Further studies could be conducted to validate the tool using phantom data before moving on to applications in practice.

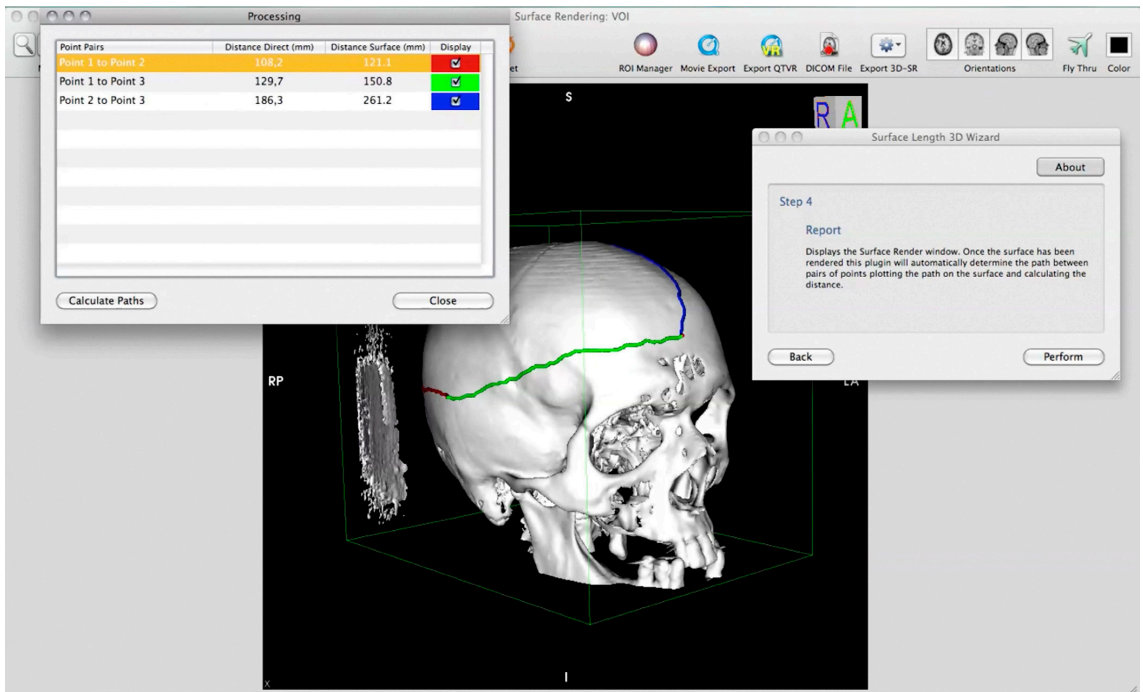


Figure 4. Example application of surface length plugin to measurement of bony structures of the skull.

CONCLUSIONS

Measurement along surfaces is a technique that is not widely known because there are no other tools that enable such measurements. It could be useful in many medical specialties, including vascular surgery. However, further investigation is needed.

REFERENCES

- Amato AC, Benitti DA. Impact of continuing education in vascular images analysis for endovascular planning. *J Vasc Bras*. 2014;13(4):285-8. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.0014>.
- Amato AC, Benitti DA. The new age of endovascular surgery planning. *J Vasc Bras*. 2011;10(4):279-81.
- Rubin GD, Paik DS, Johnston PC, Napel S. Measurement of the aorta and its branches with helical CT. *Radiology*. 1998;206(3):823-9. PMID:9494508. <http://dx.doi.org/10.1148/radiology.206.3.9494508>.
- Amato Software [site na Internet]. Surface Length 3D - OsiriX Plugin [citado 2016 dez 8]. <http://software.amato.com.br/content/surface-length-3d-osirix-plugin>
- Visualization Toolkit [site na Internet]. `vtkDijkstraGraphGeodesicPath` Class Reference [citado 2016 dez 8]. <http://www.vtk.org/doc/nightly/html/classvtkDijkstraGraphGeodesicPath.html>
- Cormen TH, Leiserson CE, Rivest RL. *Algorithms*. Cambridge: MIT Press; 1990.
- Kim G, Jung HJ, Lee HJ, Lee JS, Koo S, Chang SH. Accuracy and reliability of length measurements on three-dimensional computed tomography using open-source OsiriX software. *J Digit Imaging*. 2012;25(4):486-91. PMID:22270788. <http://dx.doi.org/10.1007/s10278-012-9458-6>.

Correspondence

Alexandre Campos Moraes Amato
Av. Brasil, 2283
CEP 01431-001 - São Paulo (SP) – Brazil
Tel.: +55 (11) 5053-2222
E-mail: dralexandre@amato.com.br

Author information

ACMA - PhD in Sciences from Universidade de São Paulo (USP), vascular surgeon at Amato – Instituto de Medicina Avançada, and professor of Vascular Surgery at Universidade de Santo Amaro (UNISA).