

O uso de padrões Internet na auditoria de projetos fotogramétricos do E-FOTO

Guilherme Lucio Abelha Mota
João Araújo Ribeiro
Jorge Luis Nunes e Silva Brito
Rafael Paz Silva

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Computação / Geomática
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ – Brasil
{guimota, joao.araujo, jsilvabr, rafapaz}@gmail.com

Abstract. E-FOTO project aims at developing an Educational Digital Photogrammetric Workstation (EDPW). One important issue for that purpose is the photogrammetric input/output data storage. In the E-FOTO project, it was defined that an eXtensible Markup Language (XML) document would be used by the EDPW to store photogrammetric data. XML can be shortly defined as a general-purpose specification for creating custom markup languages. Therefore, it was designed a custom XML derived language so-called EPP, whose name consists of an acronym for E-FOTO Photogrammetric Project. After EPP definition, one still remaining issue is the photogrammetric audit. The fact that XML is a commonly used Internet language makes arise a very innovative proposal; the usage of general purpose web browsers for audit. This paper is devoted to the presentation of such approach, which requires the coordinate usage of CSS and XSLT. On one hand, CSS (Cascading Style Sheets) describes the presentation of a document written in a markup language. On the other hand, XSLT (Extensible Stylesheet Language Transformations) is an XML-based language used for the transformation of XML documents into other XML or "human-readable" documents. Therefore, while CSS defines the audit layout, XSLT brings interactivity, making possible the selection of what information is visible or hidden as a function of the user interest, expressed by his actions on the web browser. The results of such low-cost interactive audit proposal, encompassing an Imageviewer, were very successful, making possible an uniform visualization of text, images, matrices and numeric data.

Palavras-chave: photogrammetry, digital photogrammetric workstation, Internet; fotogrametria, estação fotogramétrica digital, Internet.

1. Introdução

Projetos fotogramétricos compreendem desde a definição dos objetivos, passando pelo planejamento e realização da aquisição das imagens fotográficas de interesse e execução de diversas etapas do processo fotogramétrico, até o armazenamento e apresentação dos resultados de forma compreensível pelo usuário, GDE (1994).

Recentemente, a equipe do projeto E-FOTO encarregada do desenvolvimento da estação fotogramétrica digital educacional (EFDE) definiu que o software disponibilizado até então deveria ser integrado e que a mesma deveria tornar-se uma EFD orientada a projetos fotogramétricos. Para isto, foi necessária a definição de uma estrutura capaz de armazenar, garantir a integridade e o acesso, por parte dos diferentes módulos e dos usuários, aos dados de entrada e resultados produzidos pela EFDE. Assim sendo, foi definida uma estrutura para o arquivo de projeto fotogramétrico do E-FOTO, referido de agora em diante pelo termo EPP (acrônimo do inglês E-FOTO *Photogrammetric Project* que em português significa Projeto Fotogramétrico do E-FOTO).

O EPP é uma linguagem de marcação livre, licença GNU/GPL, derivada da XML (*eXtensible Markup Language*). De acordo com Bray et al. (2006), XML é uma linguagem para estruturação de dados originalmente desenvolvida para a Internet. A derivação de uma linguagem de marcação a partir da XML define o formato dos arquivos válidos, bem como a semântica, cardinalidade e a estrutura dos elementos.

No contexto do projeto E-FOTO, o uso da XML criou uma possibilidade interessante, a realização da auditoria de projetos fotogramétricos abrindo-se o arquivo EPP num navegador

Internet. Para tanto, o XML deve ser usado em conjunto com outras linguagens originalmente definidas para apresentação e formatação de dados a serem acessados e visualizados também via Internet.

A abordagem proposta permite a visualização de um conjunto de dados sob múltiplas perspectivas e se apóia na separação entre conteúdo, definido num documento EPP, e apresentação. As linguagens XSLT (*eXtensible Stylesheet Language Transformations*), que filtra o conteúdo e possibilita a geração de arquivos de diferentes formatos, e CSS (*Cascade Style Sheets*), que é usada pelo navegador Internet para definir cores, fontes e a disposição do conteúdo, trabalham em conjunto neste intuito. Na presente proposta, o documento EPP é a cada interação com o usuário transformado num HTML diferente, criando o efeito de página *web* dinâmica. Esta característica dá ao usuário a opção de selecionar quais dados estarão visíveis a cada momento. Outra característica que motivou a elaboração da presente proposta deriva dos recursos fornecidos pelos navegadores. Como os mesmos incorporam infraestrutura para a apresentação de seqüências de caracteres, matrizes, imagens e valores numéricos, é possível obter uniformidade na apresentação de conteúdos de naturezas diversas.

O presente artigo apresenta e discute o uso de padrões Internet na proposta de auditoria de projetos fotogramétricos do E-FOTO. Este documento está organizado na seguinte estrutura: a seção 2 apresenta uma breve descrição das tecnologias Internet empregadas, a seção 3 fornece uma breve descrição do formato EPP, a seção 4 traz a proposta de auditoria. Na seção 5 são sucintamente apresentados e discutidos os resultados da implementação. Finalmente, são trazidas conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

2. Tecnologias Utilizadas

Esta seção descreve de forma breve as tecnologias originalmente desenvolvidas para Internet utilizadas no presente trabalho.

2.1. XML - Extensible Markup Language

Desde meados da década de 1990, é testemunhado um crescimento espantoso da Internet e, como conseqüência, foram observadas as limitações da linguagem HTML (HyperText Markup Language), Daum e Merter (2002). Em resposta à crescente demanda de extensões, bem como da necessidade de interoperabilidade, houve um esforço inicial de estender a linguagem HTML, provendo-a com folhas de estilo em cascata, mais comumente conhecida como CSS (Cascading Style Sheet). Entretanto, essa solução constituiu-se apenas num paliativo.

A fim de buscar uma solução mais definitiva, sob coordenação do W3C (World Wide Web Consortium) foi movido esforço, visando oferecer à comunidade uma nova linguagem que pudesse satisfazer às necessidades de interoperabilidade, escalabilidade e flexibilidade, permitindo-se, portanto, fácil extensão. Surge, então, a linguagem XML (*eXtensible Markup Language*) que é caracterizada por prover independência de dados, bem como separar conteúdo de apresentação. Um documento ou arquivo XML compreende a descrição da semântica dos dados, tornando-se possível seu processamento por uma aplicação. XML tem sido, cada vez mais, utilizada por desenvolvedores, devido ao suporte que ela oferece tanto a interoperabilidade quanto funcionalidade da *web*. Trata-se de uma linguagem baseada em texto, a qual permite a descrição de conteúdo facilmente compreensível às pessoas e manipulável pelos computadores, Moulis e Kirk (2000).

A XML é uma meta linguagem de marcação de dados (*meta markup language*), provendo um formato para descrever dados estruturados. Ela foi desenvolvida para ser utilizada em marcações de documentos, facilitando declarações mais precisas do conteúdo e resultados mais significativos de busca por meio de múltiplas plataformas. A XML também criou condições para o surgimento de uma nova geração de aplicações de manipulação e

visualização de dados via Internet, Anderson et al. (2001). O suporte que a XML oferece a separação entre conteúdo e apresentação é também um aspecto de suma importância na linguagem.

Os objetivos principais da XML são: (1) especificar formalmente a marcação de documentos; (2) prover o intercâmbio de documentos por meio da *web* de forma independente de sistemas operacionais ou formatos de arquivos; (3) suportar uma grande gama de aplicações, permitindo a definição de elementos pelo usuário (ou aplicação) para estruturar um documento; (4) facilitar a análise de documentos XML por programas; (5) tornar os arquivos de dados legíveis por humanos; (6) permitir a criação ilimitada de *tags*.

São duas as formas mais utilizadas para descrever arquivos XML. A primeira é a linguagem DTD e a segunda corresponde à XSD, tema da subseção a seguir.

2.2 XSD - XML Schema Definition

XML Schema, W3schools (2008a), é uma tecnologia para representação de esquemas de dados XML recomendada pelo W3C, representando uma alternativa importante à DTD (Document Type Definition), W3schools (2008b), que foi proposta no início da utilização de XML, e que é bastante popular, sendo muito utilizada ainda. Segundo Pinto et al. (2003) As principais características do XSD são: (1) um XSD é um documento XML; (2) determina os elementos e atributos que podem existir nos documentos por eles validados, bem como sua ordem; (3) permite definição mais restrita de tipos de dados para elementos e atributos, em relação à DTD; (4) determina a cardinalidade dos elementos, controlando a quantidade exata de ocorrências de um elemento; (5) suporta a definição de tipos criados pelo usuário; (6) permite, com o recurso *namespaces*, a reutilização de código; (7) possui grande compatibilidade com bancos de dados relacionais.

2.2. XSLT - Extensible Stylesheet Language Transformations

Os navegadores Internet da atualidade ainda não possibilitam a representação de documentos XML. O máximo que é permitido é a verificação da validade dos documentos XML. Para resolver este problema, utilizam-se folhas de estilo que são usadas para a representação de documentos criados em XML. Essas folhas dão ao documento XML a interface, ou seja, a forma que o documento será apresentado para o usuário.

Uma grande vantagem das folhas de estilo é que elas são independentes da estrutura do documento, apenas representando o *layout* desejado para o documento XML, Moulis e Kirk (2000). As folhas de estilos podem ser utilizadas para separar as informações, um mesmo documento será apresentado de acordo com uma finalidade preestabelecida, Anderson et al. (2001). A Figura 1 demonstra este funcionamento. Podem ser observadas três formas para a apresentação do documento, cada uma possui sua própria folha de estilo.

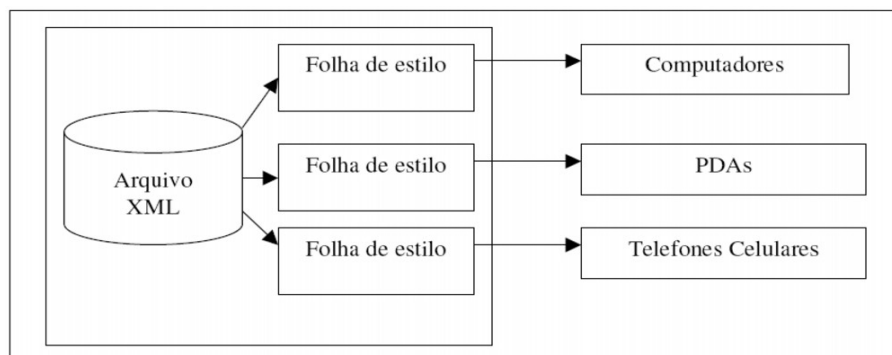


Figura 1. Folhas de estilo e sua utilização prática, Anderson et al. (2001)

Segundo Anderson et al. (2001), a folha de estilo XSLT é a mais utilizada atualmente, por ter sido desenvolvida para uso exclusivo em conjunto da linguagem XML e possuir vantagens sobre as demais. Por causa desta superioridade, no presente artigo, foi escolhida para ser empregada em conjunto com a CSS (Cascading Style Sheets).

A XSLT auxilia à exibição do arquivo XML num navegador Internet, por exemplo, conforme é o caso da presente proposta. Assim sendo, quando é solicitada a visualização de algum documento é realizada a transformação de XML para HTML. Tal transformação é de responsabilidade exclusiva da folha de estilo XSLT. O documento XML transformado pode ser visualizado em qualquer navegador Internet que interprete a linguagem HTML. A XSLT neste processo trabalha em conjunto com a CSS, tema da próxima seção, que fornece a identidade visual da página.

2.3 CSS - Cascading Style Sheets

O HTML foi projetado como um sistema de estruturação que designa o estado relativo dos blocos de informação (cabeçalho maior, cabeçalho secundário, parágrafo normal, etc.) e deixa a cargo do navegador Internet a decisão a respeito de que formatação deve ser usada para representar essa estrutura. A abordagem proposta no presente artigo trabalha com a idéia de que os documentos *web* devem ser completamente independentes de plataformas particulares e de software. Ele também corresponde à tradicional relação entre autores e editores de textos impressos, na qual o autor forneceria o conteúdo e a estrutura da informação, enquanto o editor decidiria com que aparência o texto seria graficamente representado.

A não utilização da CSS pode tornar a manutenção de um *web site* grande uma tarefa árdua e difícil, pois as folhas de estilos CSS permitem ao programador isolar os códigos de formatação aplicado a várias páginas, de maneira que as mudanças gerais de estilo podem ser feitas editando apenas um único arquivo. Uma outra vantagem é a redução na quantidade de dados que têm que ser transmitidos e analisados pelos navegadores, acelerando a abertura das páginas através da Internet.

A presente seção tratou das tecnologias Internet utilizadas. Na seção a seguir será descrita brevemente a estrutura dos documentos EPP.

3. Documentos EPP

Documentos EPP são tipos especiais de documentos XML. Um arquivo EPP válido precisa seguir regras, expressas em XSD, que definem a estrutura a linguagem EPP. A visão geral da estrutura dos documentos EPP é apresentada na Figura 2.

Conforme pode ser observado na Figura 2, o elemento raiz é chamado de *efotoPhotogrammetricProject*. Os descendentes diretos do elemento raiz são dedicados às etapas do processo fotogramétrico, respectivamente: dados de projeto, terreno, sensores, vôos, imagens digitais, pontos, orientação interior, orientação exterior, bloco fotogramétrico, restituição digital, pares estéreo, normalização, modelo numérico de elevações e ortoretificação. Os descendentes do elemento raiz a partir da segunda geração serão omitidos do escopo do presente artigo, no entanto, podem ser obtidos em Silva (2008).

4. Auditoria

A arquitetura da presente proposta é dividida duas camadas: dados e apresentação. A camada de dados, abordada na seção 3, nada mais é do que o documento EPP propriamente dito. Devido à grande quantidade e complexidade de informações pertinentes em projetos fotogramétricos, houve grande esforço no sentido de construir uma estrutura que comportasse os diversos dados. Esta construção se valeu de tipos previamente existentes nas definições de GML e MathML.

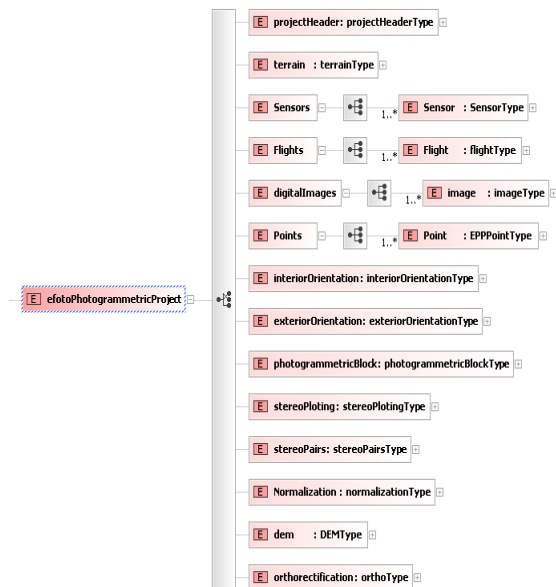


Figura 2. Visão geral da estrutura dos documentos EPP.

A camada de apresentação representa a interface entre o usuário e o restante do aplicativo. Trata-se de uma parte essencial do aplicativo, um projeto inadequado pode resultar em complexidade demais, falta de flexibilidade e experiência do usuário ineficiente e frustrante, Hill (2004). Considerando o público alvo do projeto E-FOTO estudantes e profissionais de cartografia, a interação com o usuário, ou seja, a camada de apresentação, torna-se um fator crítico. O acesso às informações deve ser intuitivo, organizado e de fácil navegação.

O arquivo EPP ao ser aberto em um navegador *web* é transformado em informação inteligível pelos usuários descrita em linguagem HTML. Esta trabalho de transformação é realizado pela linguagem de transformação XSLT, pelas folhas de estilos CSS e por alguns detalhes interativos em JavaScript embebidos no código.

4.1 Requisitos

Os requisitos para a auditoria de projetos fotogramétricos no E-FOTO, consideram a estrutura da EPP descrita na seção 3. Estes requisitos são listados e apresentados a seguir: (1) aparência compatível com site do projeto E-FOTO apresentando os dados de cadastro de projeto no centro da página inicial; (2) o usuário deve ter acesso direto aos dados gerais de todas as etapas do projeto por meio de um menu; (3) a medida que o usuário interage com a tela devem ser expandidos os detalhes de cada etapa; (4) os dados referentes a sistemas de coordenadas devem ser exibidos com suas unidades de medidas corretas; (5) as informações acerca dos dados de entrada devem vir logo após a página inicial; (6) por serem de grande importância para a fotogrametria, as imagens deverão ser tratadas com maior cuidado na visualização, incluindo um visualizador especial *pop-up* com recursos avançados de zoom, *fit-to-screen*, coordenadas do espaço-imagem do cursor, apresentação de feições, pontos, marcas fiduciais e a respectiva legenda; (7) os dados relativos à orientação das imagens e à normalização, incluindo as matrizes de parâmetros ajustados e da qualidade, deverão ser dispostos por imagem e por par estéreo, respectivamente; (8) a apresentação dos dados referentes aos pares estéreo deve conter a foto-base e as matrizes de rotação R_K , R_Φ , R_Ω e R_B ; (9) na seção restituição fotogramétrica devem ser exibidos o nome, a descrição, sua estrutura geométrica e a semântica da feição; (10) os pontos e coordenadas devem ser apresentados sob a forma de tabelas, trazendo-as tanto no sistema do espaço-objeto (metros) quanto no espaço-imagem (pixels); (11) devem estar disponíveis as informações gerais a respeito do MNE e das ortoimagens;

5 Resultados

Esta seção apresenta como os principais requisitos anteriormente listados foram implementados. Primeiramente, logo na página inicial, devem estar presentes as informações gerais do projeto. Ao acessar um documento EPP válido através de um navegador Internet, o usuário visualizará o nome do projeto, a descrição, a data de início e da última modificação, o responsável, os objetivos gerais e o contexto. A figura 3 mostra o resultado. Como pode-se observar, na página inicial também foram colocados *links* para a visualização de cada parte do projeto fotogramétrico.

Após a página inicial, o usuário visualiza os dados de terreno, da câmara e dos vôos. Todos estes dados são do tipo texto ou escalares, portanto de fácil exibição. Logo após, vêm as imagens digitais, onde versões reduzidas de cada uma são exibidas juntamente com suas informações importantes: dimensões, localização no disco, resolução, vôo onde ocorreu a captura e o sensor utilizado.

Ao clicar sobre a versão reduzida de uma imagem, abre-se uma janela *pop-up* do módulo especial de visualização de imagens. Através deste aplicativo, o usuário pode ter uma interação mais dinâmica com as imagens fotogramétricas e observa informações importantes. A nova janela possui recursos especiais de visualização, como zoom e a visualização das coordenadas por onde passa o mouse. Todos os pontos do projeto fotogramétrico medidos ou calculados sobre aquela imagem são exibidos em suas respectivas coordenadas, bem como o nome de cada ponto. Além disto, a legenda indica o que significa cada ponto (marcas fiduciais, pontos de controle, de verificação, fotogramétricos ou feição). A figura 4 mostra esta ferramenta, podem ser observados 4 pontos de controle, três marcas fiduciais e duas feições.

De volta à página principal da auditoria, os pontos e as feições de especial significado para os cálculos fotogramétricos são exibidos de forma semelhante, ou seja, com o nome de sua localização no terreno, bem como suas coordenadas espaciais e nas imagens.



Figura 3. Página inicial do sistema de auditoria, com as informações básicas do projeto fotogramétrico e o acesso aos demais módulos.



Figure 4: Ferramenta de visualização de imagens.

Para apresentar as informações pertinentes ao módulo de Normalização de imagens foi utilizado o padrão MathML para representar as matrizes, bem como tabelas com as coordenadas dos pontos de teste. Os parâmetros e medidas de qualidade das orientações interior e exterior são apresentadas de modo semelhante. Todos os parâmetros de entrada, bem como as matrizes de resultados e de qualidade dos mesmos são auditáveis.

Por fim, o usuário pode ver as informações pertinentes ao modelo numérico de elevações (MNE). Cada MNE possui uma ou mais grades que são os pontos adquiridos. Estas grades podem ser regulares, semi-regulares ou dispersas. Optou-se nesta versão por apresentar apenas as coordenadas do canto superior esquerdo e inferior direito de cada grade, bem como suas divisões. A etapa de orto-retificação é apresentada de forma semelhante.

6. Conclusões

O presente trabalho apresentou a auditoria do projeto fotogramétrico do E-FOTO através do uso de padrões Internet. O protótipo foi cuidadosamente estruturado de forma a comportar toda a sua base de dados. A simplicidade do padrão XML e dos esquemas XSD permite a estruturação do EPP de maneira bastante modular. Isto favorece a portabilidade, a interoperabilidade, a escalabilidade e a manutenção do sistema. Portanto, os desenvolvedores do projeto E-FOTO contam com uma estrutura de dados de fácil manutenção e os usuários podem visualizar as informações de seus projetos fotogramétricos em qualquer sistema operacional, desde que este possua um navegador *web* compatível com os padrões W3C, graças a portabilidade do padrão XSLT.

Existem melhorias a serem feitas, esperamos poder dar as devidas soluções a estas demandas em breve. Abaixo seguem alguns dos pontos a serem desenvolvidos no futuro:

aperfeiçoamento do visualizador de imagens, adicionando recursos como a plotagem das feições em forma de polígonos e linhas; desenvolvimento um visualizador de MNE (Modelo Numérico de Elevações), permitindo que o usuário veja o terreno em três dimensões.

7. Referências

- Anderson, R. **Professional XML**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2001. 1266 p.
- Bray, T.; Paoli, J.; Sperberg-McQueen, C.M.; Maler, E.; Yergeau, F.; **Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fourth Edition)**, W3C Recommendation, 16 ago. 2006. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2006/REC-xml-20060816>> Acesso em: 16.nov.2008 .
- Coelho Filho, L. C. T.; Brito, J. L. N. e S. **Fotogrametria digital**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007. 196 p.
- Daum, B.; Merter, U. **Arquitetura de sistemas com XML**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. 441p.
- GDE Systems, Inc. **Digital Photogrammetric Workstation User's Manual**. 1994.
- Hill, D. **Escolhendo a arquitetura da camada de apresentação correta**. Microsoft Corporation, 2004. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/brasil/msdn/Tecnologias/arquitetura/ChoosingPresentationLayer.msp>>, Acesso em: 15.mai.2008.
- Moultis, N. P.; Kirk, C. **XML: black book**. São Paulo: Makron Books, 2000. 627p.
- Pinto, M. B.; Saccol, D. de B. Um estudo sobre esquemas para documentos XML. In: V Encontro de Estudantes de Informática do Tocantins, 2003, Palmas.: **Anais...** 2003. p. 211-220.
- Silva, R. P., **Arquivo XML de projeto fotogramétrico e sua auditoria no E-FOTO**, 2008. 73 p. Projeto de Conclusão de Curso – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.
- W3schools. **DTD Tutorial**. Disponível em: <<http://www.w3schools.com/DTD/>>. Acesso em: 15.jun.2008a.
- W3schools. **XML Schema Tutorial**. Disponível em: <<http://www.w3schools.com/Schema/>>. Acesso em: 18.mai.2008b.