



Ambiente de Treinamento Médico baseado em Casos Clínicos -- módulo de anotação

bolsista: Gabriel de Freitas Garcia

ra: 216179

Orientador: André Santanchè

Local de Execução: Universidade Estadual de Campinas(UNICAMP)

Vigência: 07/08/2019 - 30/09/2020

1. Introdução e enunciado do problema

O projeto aqui apresentado está inserido em projeto maior multidisciplinar, envolvendo diversos pesquisadores, incluindo médicos que atuam no setor de emergência do Hospital das Clínicas da Unicamp e professores da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp. O problema motivador é a dificuldade de preparação de médicos para atendimento de casos clínicos, em ambiente controlado e livre de pressões de um atendimento real em um hospital. A abordagem escolhida para tratar o problema consiste na concepção e implantação de uma plataforma de aprimoramento baseada na resolução de casos clínicos. Ela inova por ser fortemente guiada pela análise de dados, tanto na construção de casos, quanto no acompanhamento do aluno. O objetivo específico deste trabalho é contribuir com o processo de anotação de imagens como parte do processo de simulação de diagnósticos. Durante a simulação dos casos, as anotações poderão cumprir dois papéis: serão mostrados aos alunos imagens de exames contendo anotações adicionadas pelos autores dos casos em regiões específicas; o usuário poderá marcar qual parte de um exame o auxilia a chegar a um diagnóstico. Também é possível receber informações do usuário através de anotações como, por exemplo, ele pode informar o que aquele exame, ou aquela parte do exame, diz sobre o caso e qual o seu diagnóstico com base nisso. O desafio de pesquisa está em encontrar uma abordagem para anotações de regiões de imagens adequada para a Web.

Esta pesquisa contribui especificamente com uma estratégia e uma ferramenta para anotação de imagens, como eletrocardiogramas e radiografias, que façam parte da simulação. Para delimitar essas anotações sobre as imagens serão utilizadas formas e manipulação de SVG.

2. Revisão da literatura

Fez parte da revisão da literatura a leitura de livros e artigos relacionados a recuperação de informação, como segue:

(MÖLLER et al., 2009) artigo sobre uma ferramenta de anotação semântica de radiografia utilizando-se de ontologias médicas. (KIM et al., 2011) artigo sobre uma ferramenta de anotação de imagens baseada na estrutura SVG. (HANBURY, 2008) artigo sobre diferentes formas de armazenar informação sobre o conteúdo de uma imagem através de anotações semânticas. (HAVERBEKE, 2018) livro utilizado para a aprendizagem de JavaScript. (SANDERSON; CICCARESE; YOUNG, 2017) padrão de anotação para web, baseado num modelo de tripla, anotação, corpo e alvo, sendo serializado através de JSON-LD. (DASIOPOULOU et al., 2011) Artigo que analisa diversas ferramentas para anotação de imagens e vídeos, com base em seu funcionamento, a serialização de suas anotações e a interoperabilidade nos modelos de Web-semântica e MPEG-7. (NIXON; TRONCY, 2014) Documento com uma espécie de manifesto que propõe práticas e princípios para resolver o problema de interoperabilidade existente nas diversas aplicações de anotação de mídia existentes, além de analisar algumas com base nestes princípios, inclusive uma que se adequa muito bem ao que é proposto.

(POOSHFAM; RAJESWARI; RAMACHANDRAM, 2009) Descrição de uma ferramenta para anotação e marcação colaborativa de imagens médicas baseada em Web e implementada com Image Markup Language. (RUBIN et al., 2008) Proposta de uma ontologia e uma aplicação para a mesma, baseada em outras ontologias feitas anteriormente, para o uso em anotações de imagens médicas. Esta evita que as anotações sejam feitas por meio de texto livre ou sem qualquer estrutura formal, garantindo então a melhor computabilidade dessas anotações, além de propor que o contexto também faça parte da anotação, permitindo assim que as anotações sejam feitas mais facilmente pelo usuário. (WANG; RABSCH; LIU, 2008) ferramenta para anotação de imagens utilizando-se de SVG para sua representação e armazenamento. As anotações são manipuladas através de JavaScript numa aplicação web, usando suas propriedades XML e são serializadas através da própria serialização do SVG, salvando-os como atributos desses SVGs.

3. Concepção, projeto e implantação

A primeira etapa do projeto envolveu uma exploração prática, a fim de se entender as possibilidades na construção de uma ferramenta de anotação baseada em visual. O protótipo obtido nesta etapa subsidiará o debate com os usuários sobre a abordagem de anotação, bem como fornecerá elementos para o projeto de um modelo de anotação em saúde.

A ferramenta protótipo envolve um editor para permitir a anotação de imagens, como eletrocardiogramas e radiografias. Ela permite que sejam selecionadas áreas específicas de uma certa imagem e que a elas sejam adicionadas informações referentes às mesmas. Essas anotações podem ser através de texto livre ou de ontologias, como a MeSH - Medical Subject Headings (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>)

A demarcação da área é feita através da seleção interativa de figuras em SVG, postas sobre a imagem que se quer anotar. Conforme ilustra a Figura 1, através do contorno, do tamanho da figura e sua posição é determinada a região de interesse. Faz-se isso com quantas regiões se deseja marcar, então utiliza-se um menu para registrar os dados sobre as regiões selecionadas. Foi utilizada a imagem de eletrocardiograma disponível publicamente de forma anônima em <https://www.physionet.org/content/ptbdb/1.0.0/>

As imagens sobrepostas de estrela, oval e retângulo são áreas demarcadas pelo usuário para realizar uma anotação sobreposta. O exemplo da figura é apenas uma demonstração de possibilidades. Em aplicações com os médicos, eles escolherão formas que melhor representam o contorno do que desejam anotar.



Figura 1. Captura de tela do protótipo de anotação. <https://www.physionet.org/content/ptbdb/1.0.0/>

A etapa iniciou-se com um período de aprendizagem da linguagem que seria utilizada ao longo do projeto, o JavaScript. Posteriormente, iniciou-se um período de estudo de manipulação do SVG (Scalable Vector Graphics) através do JavaScript dentro de uma página em HTML.

Essas técnicas foram aprendidas para que se pudesse construir figuras em SVG interativamente e sobrepô-las às imagens dos exames de forma a se armazenar informações sobre a imagem como um todo ou partes da mesma, como está descrito no artigo (HANBURY, 2008).

O protótipo é executado dentro de uma página na Web onde se podem gerar figuras SVG. O ponto de partida foi apenas um retângulo. Após isso, o protótipo foi ampliado para comportar elipses e imagens. No entanto, percebeu-se que trabalhar com tantas formas que se comportam de maneiras diferentes seria muito trabalhoso e desnecessário. Então, o retângulo e a elipse se tornaram parte de um grupo genérico de imagens externas SVG. Dessa forma, cada figura é um elemento SVG dentro do documento HTML e interage com o ambiente de criação de maneira padronizada, em que é alterada apenas a imagem fonte, dispensando assim algoritmos específicos para cada forma.

Após isso, iniciou-se o estudo sobre criação e armazenamento de anotações e metadados através da Web. Essa etapa da pesquisa buscou ver como diversos trabalhos faziam para cumprir esse objetivo, uma vez que não há necessidade de inventarmos nosso próprio modelo se outras pessoas já houvessem feito isso de forma satisfatória e amplamente difundida. Porém, notou-se que ainda não há um padrão amplamente aceito para anotação de imagens como dito por (NIXON; TRONCY, 2014). Essa falta de um modelo bem estabelecido apresentou-se como uma dificuldade. Entretanto, há tentativas de criar um modelo para anotações em toda Web, como a proposta da W3C, (“Web Annotation Data Model”, [s.d.]). Esse modelo mostrou-se interessante por usar uma forma de serialização que é fácil de manipular e tem se tornado amplamente difundida. Complementarmente, adotou-se o JSON-LD para tratar dos aspectos de semântica interoperável das anotações. Ele é um padrão bastante maduro, com termos capazes de descrever diversas situações e tipos de metadados que se quisessem anotar.

Desta forma, optou-se por seguir esse modelo, pelo menos de forma parcial, uma vez que as anotações feitas por nosso sistema seriam, num primeiro estágio, apenas para uso e processamento pelo próprio sistema, alterações a este modelo poderiam ser feitas conforme nossas necessidades, ainda assim tentando-se manter fiel ao que foi proposto.

Durante este período de pesquisa, percebeu-se que os médicos poderiam querer associar uma mesma anotação a diferentes áreas da imagem, então começou-se a desenvolver um algoritmo para agrupamento das figuras, utilizando-se da própria estrutura de grupos apresentada pelo SVG. Portanto, o usuário pode clicar nas figuras criadas para selecioná-las, elas ficam destacadas pelos mesmos quadrados usados para o redimensionamento, e se ele clicar no botão “group” o sistema irá agrupá-las e elas passarão a ser tratadas em conjunto. Isso significa se mover em conjunto, crescer juntas e quando o usuário criar uma anotação, ela será adicionada ao grupo, não apenas a uma figura.

O sistema pode agrupar grupos dentro de grupos a uma profundidade indeterminada, porém o comportamento de grupo se mantém para todos os elementos do grupo mais externo. Ao se mover uma figura do grupo, todas se movem, mesmo que estejam em subgrupos diferentes.

Por fim, decidiu-se construir um pequeno esquema para a representação das anotações. A pesquisa de (WANG; RABSCH; LIU, 2008) decidiu adicionar os metadados das anotações como propriedades da figura SVG. Em nosso trabalho, decidiu-se fazer o uso de anotações em um segundo arquivo em JSON-LD que referenciam o SVG. Todo o elemento SVG de nosso documento foi serializado e pode ser referenciado pelo nosso arquivo JSON-LD, que contém a anotação. Cada figura ou grupo é identificado por um identificador único, permitindo e facilitando a associação, busca e recuperação dessas anotações.

São oferecidas duas formas de fazer essas anotações, semelhantemente à proposta de (HANBURY, 2008): texto livre, o qual o usuário insere o que quiser, não há restrições e também há a opção vocabulário controlado, que o usuário pode escolher entre opções pré-definidas vindas de ontologias médicas, como o MeSH ou qualquer outra que o aplicativo forneça para ser usada pelo editor.

Para fazer este registro os termos usados vieram do Web Annotation Data Model, descrito em (SANDERSON; CICCARESE; YOUNG, 2017) e do Dublin Core (“DCMI: Home”, [s.d.]).

Em nosso arquivo JSON-LD, dentro da *tag* “@context”, são colocados os links para os vocabulários que estamos usando. O SVG onde as anotações foram criadas é serializado para XML e referenciado pela *tag* “target” do JSON-LD. Na *tag* “body” deste JSON-LD é salva uma lista com diferentes referências para objetos do SVG, que podem estar associadas às propriedades “dc:title” ou

“*dc:subject*” . A primeira é associada a textos livres digitados pelos usuários, a segunda guarda a URL para o termo do vocabulário controlado, selecionado pelo usuário. Para se referenciar o objeto SVG associado ao valor, sendo ele texto livre ou vocabulário controlado, é armazenado o id único do grupo ou figura a qual esses termos estão sendo ligados. Essas dois tipos de objeto que podem conter essas propriedades, para anotação em texto livre e termos da ontologia, serão posteriormente definidas como classes RDF.

Após a representação, a imagem anotada pode ser salva num arquivo JSON-LD e enviada ao servidor ou pode ser anexada ao texto do caso a qual ela faz parte.

Foi escolhido o formato JSON-LD associado ao SVG por duas razões: (i) anotações em XML dentro do arquivo SVG não teriam a interoperabilidade semântica proporcionada pelos padrões da Web Semântica, como o JSON-LD; (ii) foi escolhido a modalidade JSON, em vez de um padrão serializável em XML, por sua simplicidade de processamento em JavaScript.

4. Testes e validação

Foram feitos diversos testes de funcionamento técnico da ferramenta. Todas as funcionalidades implementadas estão funcionando, com uma quantidade mínima de erros que precisam ser eventualmente corrigidos, porém não comprometem seu funcionamento.

Está previsto para serem selecionados alguns exames para que médicos e alunos possam utilizar o sistema para fazermos a avaliação. Esses médicos e alunos irão usar o sistema com exames pré-selecionados, com alguns desafios de anotação propostos e então seria observado como foi o desempenho do sistema e se ele atende aos objetivos do projeto.

Considerações finais

A inserção de metadados em imagens se mostrou um componente relevante na criação de simulações do projeto. O desafio foi encontrar uma forma prática de se aplicar o conhecimento disponível nos trabalhos relacionados de forma específica ao nosso projeto. Entretanto, a maior parte do material disponível atualmente trata de métodos de automatização de anotações através de Machine Learning. Outro problema encontrado foi que o material encontrado sobre anotações manuais, especialmente na área médica, é todo muito antigo e não existe ainda uma forma padronizada para se fazer anotações em imagens. Então, precisou-se procurar como diversos projetos diferentes solucionaram essa questão para aproveitar o que há de bom em cada solução e ainda é viável nos dias de hoje, além de também adaptar outras soluções para outros problemas, mas que pudessem ser relacionados com o nosso projeto.

Ainda há coisas a serem desenvolvidas e alguns erros a serem arrumados na plataforma, para que ela seja inserida plenamente no projeto maior do qual este projeto faz parte. Certamente este projeto vai ser uma grande contribuição às ferramentas já disponíveis e para este projeto específico.

Bibliografia

MANUEL MÖLLER, SVEN REGEL, Michael Sintek. RadSem: Semantic Annotation and Retrieval for Medical Images. 2009. **Anais** [...]. Berlin: Springer, 2009. p. 15. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-642-02121-3_6.

KIM, Edward; XIAOLEI HUANG, Gang Tan. Markup SVG—An Online Content-Aware Image Abstraction and Annotation Tool. **IEEE Transactions on Multimedia**, v. 13, n. 5, p. 993–1006, 2011. DOI <https://doi.org/10.1109/TMM.2011.2161275>.

HANBURY, Allan. A survey of methods for image annotation. **Journal of Visual Languages & Computing**, v. 19, n. 5, p. 617–627, 2008. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2008.01.002>.

HAYERBEKE, Marijn. **Eloquent JavaScript**. 3. ed. San Francisco: No Starch Press, 2018. Bousseljot R, Kreisler D, Schnabel, A. Nutzung der EKG-Signaldatenbank CARDIODAT der PTB über das Internet. Biomedizinische Technik, Band 40, Ergänzungsband 1 (1995) S 317

DASIOPOULOU, S. et al. A Survey of Semantic Image and Video Annotation Tools. In: PALIOURAS, G.; SPYROPOULOS, C. D.; TSATSARONIS, G. (Eds.). . **Knowledge-Driven Multimedia Information Extraction and Ontology Evolution: Bridging the Semantic Gap**. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011. p. 196–239.

NIXON, L.; TRONCY, R. **Survey of Semantic Media Annotation Tools for the Web: Towards New Media Applications with Linked Media**. (V. Presutti et al., Eds.)The Semantic Web: ESWC 2014 Satellite Events. **Anais...**: Lecture Notes in Computer Science.Cham: Springer International Publishing, 2014

POOSHFAM, H.; RAJESWARI, M.; RAMACHANDRAM, D. **A Web-based framework for resource sharing and collaborative medical image annotation**. Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia. **Anais...**: MoMM '09.Kuala Lumpur, Malaysia: Association for Computing Machinery, 14 dez. 2009 Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/1821748.1821847>>. Acesso em: 25 set. 2020

RUBIN, D. et al. **Medical Imaging on the Semantic Web: Annotation and Image Markup**. . In: SEMANTIC SCIENTIFIC KNOWLEDGE INTEGRATION, PAPERS FROM THE 2008 AAAI SPRING SYMPOSIUM. Stanford: 26 mar. 2008

WANG, F.; RABSCH, C.; LIU, P. **Native Web Browser Enabled SVG-based Collaborative Multimedia Annotation for Medical Images**. 2008 IEEE 24th International Conference on Data Engineering. **Anais...** In: 2008 IEEE 24TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA ENGINEERING. abr. 2008

BELLAMY-ROYDS, A. et al. **Scalable Vector Graphics (SVG) 2**. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/SVG2/>>. Acesso em: 30 set. 2020.

DCMI: Home. Disponível em: <<https://dublincore.org/>>. Acesso em: 30 set. 2020.

OWL WORKING GROUP. **OWL - Semantic Web Standards**. Disponível em: <<https://www.w3.org/OWL/>>. Acesso em: 30 set. 2020.

RDF WORKING GROUP. **RDF - Semantic Web Standards**. Disponível em: <<https://www.w3.org/RDF/>>. Acesso em: 30 set. 2020.

SANDERSON, R.; CICCARESE, P.; VAN DE SOMPEL, H. **Open Annotation Data Model**. Disponível em: <<http://www.openannotation.org/spec/core/>>. Acesso em: 30 set. 2020.

SANDERSON, R.; CICCARESE, P.; YOUNG, B. **Web Annotation Data Model**. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/annotation-model/>>. Acesso em: 30 set. 2020.