

TURNO:	NOTURNO	VERSÃO:	1	ANO / SEMESTRE:	2013.2	Nº	
---------------	----------------	----------------	---	------------------------	--------	-----------	--

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO — BACHARELADO
COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROPOSTA PARA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: VISUALIZADOR VOLUMÉTRICO DE IMAGENS DICOM NA PLATAFORMA ANDROID

ÁREA: Computação Gráfica

Palavras-chave: Padrão DICOM. Visualização volumétrica. Android.

1 IDENTIFICAÇÃO

1.1 ALUNO

Nome: Jonatas Daniel Hermann		Código/matricula: 154633-3	
Endereço residencial:			
Rua: Bahia		nº: 1746	Complemento:
Bairro: Salto	CEP: 89031-001	Cidade: Blumenau	UF: SC
Telefone fixo:		Celular: (47) 91337750	
Endereço comercial:			
Empresa: Valicode			
Rua: Martin Luther		nº: 360	Bairro: Victor Konder
CEP: 89012-010	Cidade: Blumenau	UF: SC	Telefone:
E-Mail FURB:		E-Mail alternativo: jonatas.hermann@gmail.com	

1.2 ORIENTADOR

Nome: Dalton Solano dos Reis	
E-Mail FURB: dalton@inf.fur b.br	E-Mail alternativo: dalton.reis@gmail.com

2 DECLARAÇÕES

2.1 DECLARAÇÃO DO ALUNO

Declaro que estou ciente do Regulamento do Trabalho de Conclusão de Curso de Ciência da Computação e que a proposta em anexo, a qual concordo, foi por mim rubricada em todas as páginas. Ainda me comprometo pela obtenção de quaisquer recursos necessários para o desenvolvimento do trabalho, caso esses recursos não sejam disponibilizados pela Universidade Regional de Blumenau (FURB).

Assinatura: _____ Local/data: _____

2.2 DECLARAÇÃO DO ORIENTADOR

Declaro que estou ciente do Regulamento do Trabalho de Conclusão do Curso de Ciência da Computação e que a proposta em anexo, a qual concordo, foi por mim rubricada em todas as páginas. Ainda me comprometo a orientar o aluno da melhor forma possível de acordo com o plano de trabalho explícito nessa proposta.

Assinatura: _____ Local/data: _____

3 AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

3.1 AVALIAÇÃO DO(A) ORIENTADOR(A)

Acadêmico(a): Jonatas Daniel Hermann

Orientador(a): Dalton Solano dos Reis

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE; pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS TÉCNICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS METODOLÓGICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE. <p>PARECER: () APROVADA () NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

Assinatura do(a) avaliador(a): _____

Local/data: _____

CONSIDERAÇÕES DO(A) ORIENTADOR(A):

Caso o(a) orientador(a) tenha assinalado em sua avaliação algum item como “atende parcialmente”, devem ser relatos os problemas/melhorias a serem efetuadas.

Na segunda versão, caso as alterações sugeridas pelos avaliadores não sejam efetuadas, deve-se incluir uma justificativa.

[illegible]

Assinatura do(a) avaliador(a): _____ Local/data: _____

3.2 AVALIAÇÃO DO(A) COORDENADOR DE TCC

Acadêmico(a): Jonatas Daniel Hermann

Avaliador(a): José Roque Voltolini da Silva

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE; pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS TÉCNICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS METODOLÓGICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE. <p>PARECER: () APROVADA () NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

OBSERVAÇÕES:

Assinatura do(a) avaliador(a):

Local/data:

3.3 AVALIAÇÃO DO(A) PROFESSOR(A) DA DISCIPLINA DE TCCI

Acadêmico(a): Jonatas Daniel Hermann

Avaliador(a): Roberto Heinzle

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
PONTUALIDADE NA ENTREGA			atraso de _____ dias	
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE; pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS TÉCNICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS METODOLÓGICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE. <p>PARECER: () APROVADA () NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

OBSERVAÇÕES:

Assinatura do(a) avaliador(a): _____

Local/data: _____

3.4 AVALIAÇÃO DO(A) PROFESSOR(A) ESPECIALISTA NA ÁREA

Acadêmico(a): Jonatas Daniel Hermann

Avaliador(a): _____

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> • qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE; • pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS TÉCNICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou • pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS METODOLÓGICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE. <p>PARECER: () APROVADA () NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

OBSERVAÇÕES:

Assinatura do(a) avaliador(a): _____

Local/data: _____

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO

VISUALIZADOR VOLUMÉTRICO DE IMAGENS DICOM NA
PLATAFORMA ANDROID

JONATAS DANIEL HERMANN

BLUMENAU
2013

JONATAS DANIEL HERMANN

**VISUALIZADOR VOLUMÉTRICO DE IMAGENS DICOM NA
PLATAFORMA ANDROID**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso
submetida à Universidade Regional de
Blumenau para a obtenção dos créditos na
disciplina Trabalho de Conclusão de Curso I
do curso de Ciência da Computação —
Bacharelado.

Prof. Dalton Solano dos Reis - Orientador

**BLUMENAU
2013**

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia na área medicinal, diversas tecnologias foram empregadas para um diagnóstico e estudo mais aprofundado do corpo humano. Este avanço permitiu que, hoje, tenham-se exames médicos de alta precisão com invasão praticamente nula ao paciente. Dentre esses exames, podem-se destacar a tomografia computadorizada e a ressonância magnética.

Tendo em vista este avanço, foi estabelecido com a finalidade de padronizar a formação das imagens diagnósticas, um conjunto de normas para tratamento, armazenamento e transmissão de informação médica num formato eletrônico denominado *Digital Imaging and COmmunications in Medicine* (DICOM). O padrão, criado em 1983, possibilita o compartilhamento de imagens diagnósticas dos pacientes entre diversos laboratórios, mesmo tendo equipamentos de marcas distintas, desde que, façam uso do padrão especificado. Além do diagnóstico inicial é possível através do padrão DICOM acompanhar todo processo de evolução do paciente, já que ele contém informações detalhadas de seus diagnósticos (MONTEIRO, 2005, p. 54).

Aproveitando a popularidade e massificação dos dispositivos móveis, a área médica tem se aproveitado disso para auxiliar na visualização das imagens geradas por estes diagnósticos, para apresentar ao paciente, uma forma mais simples e clara das suas lesões.

Diante do exposto, este trabalho propõe apresentar os algoritmos de visualização volumétrica para desenvolver um aplicativo que, através das imagens do formato DICOM, seja possível a visualização volumétrica, que irá permitir analisar as partes interna e externas das imagens no formato 3D, em um dispositivo da plataforma Android.

Foi escolhida a plataforma Android devido, dentre outros fatores, ao seu recente crescimento e pela sua participação no mercado de dispositivos móveis, contendo, segundo a *International Data Corporation* (IDC) (2012), 68,1% da fatia deste mercado. Outro fator determinante na escolha da plataforma foi a percepção de certa deficiência nas ferramentas disponíveis para o tema proposto, tornando assim o trabalho mais desafiante e maior impacto na comunidade.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo para a plataforma Android que permita realizar a visualização volumétrica de imagens no padrão DICOM.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) inspecionar as imagens volumétricas de diferentes pontos de vista em 3D;
- b) o arquivo DICOM a ser visualizado deve estar localmente no dispositivo móvel.

1.2 RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Os exames médicos por imagem possibilitam uma visualização da área do paciente como um todo. Assim sendo, desenvolver um aplicativo que realize, através desta imagem gerada pelo exame médico, a visualização volumétrica do exame, possibilita ao profissional responsável diagnosticar com maior facilidade as áreas envolvidas. Desenvolvendo o aplicativo para dispositivos móveis da plataforma Android, possibilita ter o recurso de visualização a qualquer momento e em qualquer lugar, na palma da mão.

Desenvolver o aplicativo para dispositivos móveis torna-se um desafio, visto que não possuem o mesmo poder de processamento de outros equipamentos, tais como computadores pessoais. Para isso, será necessário utilizar técnicas de otimização de processamento para obter um melhor desempenho, sem que comprometa a usabilidade do aplicativo em questão.

1.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico: realizar o levantamento bibliográfico sobre o padrão DICOM, visualização volumétrica, plataforma Android, *Open Graphics Library for Embedded Systems* (OpenGL-ES), técnicas de otimização de algoritmos e trabalhos correlatos;
- b) elicitação de requisitos: detalhar e reavaliar os requisitos, observando as

- necessidades levantadas durante a revisão bibliográfica;
- c) estudo do padrão DICOM: estudar a especificação do formato do padrão DICOM, bem como das bibliotecas para manipulação deste tipo de arquivo;
 - d) estudo dos algoritmos de visualização direta de volumes: efetuar um estudo sobre os principais algoritmos existentes para realizar a visualização direta de volumes;
 - e) especificação do aplicativo (biblioteca DICOM, algoritmo de visualização e ferramenta): especificar o aplicativo com análise orientada a objetos utilizando *Unified Modeling Language* (UML). Será utilizada a ferramenta *Astah* para elaboração dos diagramas de classe, casos de uso e sequência;
 - f) implementação da biblioteca DICOM: avaliar as bibliotecas já existentes para a linguagem Java e se elas dão suporte à dispositivos móveis;
 - g) implementação do algoritmo de visualização direta de volumes: realizar a implementação do algoritmo escolhido, procurando otimizá-lo para o processamento nos dispositivos móveis. Este algoritmo será implementado utilizando a linguagem Java, utilizando a ferramenta Eclipse;
 - h) implementação da ferramenta: efetuar a implementação da aplicação proposta neste trabalho, utilizando os conceitos estudados anteriormente e realizar a implementação da biblioteca para manipulação de imagens DICOM e do algoritmo de visualização direta de volumes. Esta aplicação será desenvolvida utilizando a linguagem Java e para o seu desenvolvimento, a ferramenta Eclipse;
 - i) testes: realizar os teste necessários para verificar se atendem os requisitos propostos, assim como a velocidade da geração da visualização volumétrica das imagens DICOM.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 1.

etapas / quinzenas	2013									
	jul.		ago.		set.		out.		nov.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico										
elicitação de requisitos										
estudo do padrão DICOM										
estudo dos algoritmos de visualização direta de volumes										
especificação do aplicativo										
implementação da biblioteca DICOM										
implementação do algoritmo de visualização direta de volumes										
implementação da ferramenta										
testes										

Quadro 1 - Cronograma

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Inicialmente, na seção 2.1 são apresentados os conceitos de visualização volumétrica. Na seção 2.2, tem-se uma breve explanação sobre o padrão DICOM e porque do seu surgimento e importância na área médica nos dias de hoje. Posteriormente é apresentado a história e conceitos iniciais da plataforma Android, mostrando em que base tecnológica o sistema será desenvolvido, bem como a biblioteca principal no desenvolvimento do visualizador volumétrico. Finalizando, são apresentados dois trabalhos correlatos que servem como auxílio no desenvolvimento do trabalho aqui especificado.

2.1 VISUALIZAÇÃO VOLUMÉTRICA

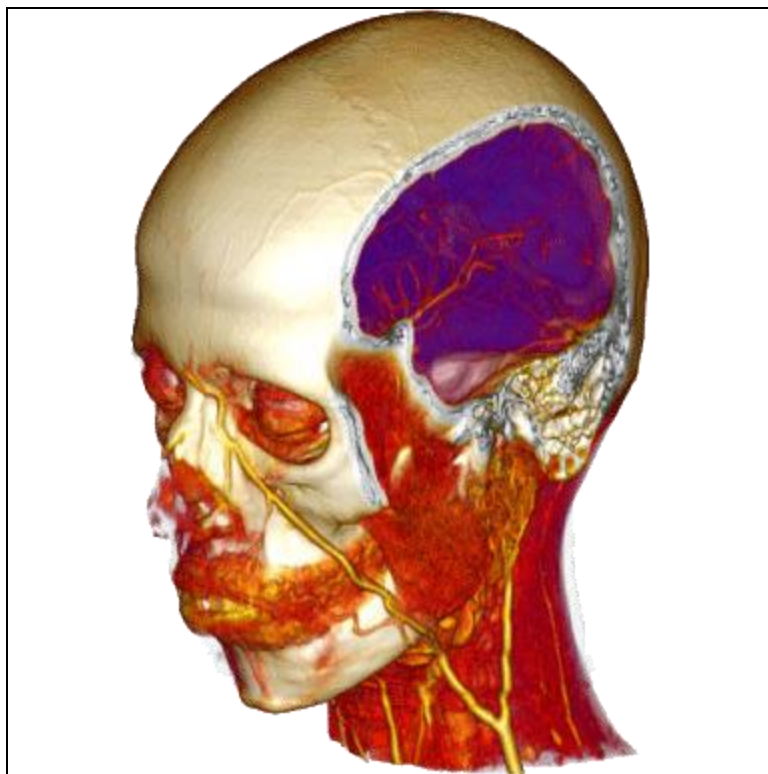
Visualização é um termo relacionado aos métodos que permitem a extração de informações relevantes a partir de complexos conjuntos de dados, processo geralmente feito através da utilização de técnicas de computação gráfica e processamento de imagens (PAIVA; SEIXAS; GATTAS, 1999, p. 01).

Denomina-se visualização científica quando estes conjuntos de dados representam fenômenos complexos e o objetivo é a extração de informações científicas relevantes. Uma das mais interessantes subáreas da visualização científica, e que tem tido um rápido crescimento, é a visualização volumétrica.

Visualização volumétrica é o conjunto de técnicas utilizadas na visualização de dados associados a regiões de um volume, tendo como principal objetivo a exibição do interior de objetos volumétricos, a fim de explorar sua estrutura e facilitar sua compreensão.

Os dados volumétricos podem ser capturados através da amostragem em três dimensões de um objeto real, usando diferentes dispositivos como: satélites, *scanners*, tomógrafos, simuladores, medidores especiais, entre outros. Estes dados são geralmente tratados como uma matriz de elementos de volume, denominados *voxels*. *Voxels* são paralelepípedos, fortemente agrupados, formados pela divisão do espaço do objeto através de um conjunto de planos paralelos aos eixos principais desse espaço (McCormick, 1988).

Na Figura 1 tem-se um exemplo de um software realizando a visualização volumétrica de um objeto.



Fonte: Vienna University of Technology (2003).

Figura 1 – Exemplo de visualização volumétrica de um objeto

2.2 PADRÃO DICOM

O padrão DICOM surgiu em 1983, por um comitê criado pela *American College of Radiology* (ACR) e pela *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA), visando padronizar a comunicação, apresentação e armazenamento das imagens médicas (MONTEIRO, 2005, p. 54).

O padrão estabelece uma linguagem comum entre todos os equipamentos da área médica, mesmo sendo os equipamentos, de marcas diferentes. Esta linguagem contém uma série de regras que permitem que as imagens sejam trocadas por diversos aparelhos de imagens diagnósticas entre diferentes hospitais, laboratórios, clínicas, entre outros.

Ele diferencia-se dos outros formatos de imagens por permitir que as informações dos pacientes sejam armazenadas juntamente com a imagem, mas de forma estruturada. Isso é, elas são armazenadas contendo identificadores, conhecidos como “*tags*”, que identificam e limitam as informações. A imagem propriamente dita, no padrão DICOM é baseada no formato JPEG, com ou sem compressão, dependendo do equipamento que a gerou (MONTEIRO, 2005, p. 54).

Atualmente, o padrão DICOM encontra-se na versão 3.0, que foi apresentada em 1993, e desde então, tem se tornado padrão em muitos equipamentos de imagens diagnósticas (MONTEIRO, 2005, p. 54).

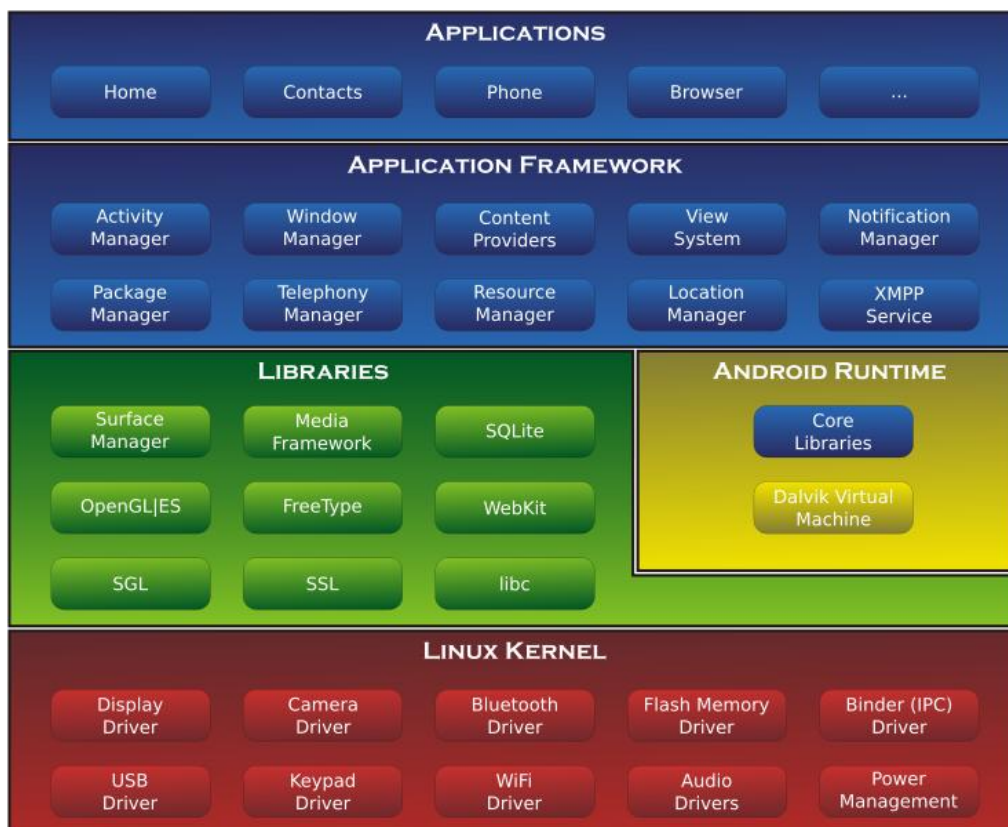
2.3 PLATAFORMA ANDROID

Android é um sistema operacional móvel baseado no Linux desenvolvido pela Google, tendo sua primeira versão distribuída em 2007.

A plataforma Android foi construída de forma que permite que os desenvolvedores possam criar aplicações capazes de tirar o melhor proveito de tudo que um dispositivo móvel pode oferecer. Não existe diferenciação para o Android entre uma aplicação nativa e uma aplicação criada por terceiros, todas tem acesso aos mesmos recursos do dispositivo. Devido a isso, cada usuário pode customizar seu dispositivo da forma que melhor lhe agrada, trocando, por exemplo, a aplicação de discador do telefone, o seu navegador de Internet ou até mesmo a interface principal do sistema. Conforme Lecheta (2010, p. 22), esta característica, associada ao fato do Android ser uma plataforma de código aberto, atraiu o interesse de diversas empresas, que viram no Android uma oportunidade de terem um sistema customizado em seus dispositivos.

Com isso surgiu a *Open Handset Alliance* (OHA), um grupo formado por diversas empresas na área de tecnologia, que ajudam a manter e distribuir o sistema operacional, tendo como principal desenvolvedora, a própria Google.

Segundo a Google (2012), o sistema operacional é dividido em quatro principais camadas: *kernel* Linux, bibliotecas, *framework* de aplicação e aplicações. Na Figura 2 pode-se ver como essas camadas dividem-se.



Fonte: Android Developers (2009).

Figura 2 – Camadas do sistema operacional Android

Como pode ser visto na Figura 2, a camada de bibliotecas já fornece suporte à biblioteca OpenGL for *Embedded Systems* (OpenGL-ES), que pode ser usado na concepção da imagem a partir do arquivo DICOM escolhido. A biblioteca OpenGL-ES embutida no Android encontra-se atualmente na versão 1.0, baseada na versão 1.3 do OpenGL. Alguns recursos da versão OpenGL foram retirados na versão OpenGL-ES, visando otimização para sistemas embarcados.

2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Existem alguns trabalhos acadêmicos relacionados ao tema de visualização volumétrica que podem servir como fonte de pesquisa. Dentre eles foram selecionados os trabalhos “Visualização Interativa 3D de Dados Volumétricos” (CARNEIRO; MARTHA, 2000) e o software Osirix (2011).

2.4.1 Visualização Interativa 3D de Dados Volumétricos

O trabalho apresenta, inicialmente uma visão geral de *rendering* de volumes, mostrando aspectos importantes como *pipeline* de visualização volumétrica direta. A seguir é estudado os mecanismos mais usuais de interação 3D, além de apresentar alguns recursos que facilitam a interação, tais como alinhadores de campo de gravidade. Posteriormente é feito um estudo mais detalhado sobre algumas ferramentas de interação 3D, em especial o *Open Inventor*, *Virtual Reality Modelling Language* (VRML), *Widgets 3D* e o MTK (CARNEIRO; MARTHA, 2000, p. 22).

Por fim, o trabalho apresenta um estudo da interação 3D em ambientes volumétricos, sempre procurando identificar as técnicas de interação que possam permitir a visualização exploratória dos dados, já que esse é um dos principais objetivos dos sistemas de visualização volumétrica, principalmente os voltados para a área médica e engenharia (CARNEIRO; MARTHA, 2000, p. 33).

Apesar de todo estudo, a conclusão chegada foi que não há muitas novidades na área de visualização volumétrica, porém há muito campo à ser explorado na área de realidade virtual.

2.4.2 Osirix

O Osirix é conhecido como a mais completa ferramenta para visualização de imagens DICOM, sendo desenvolvido na linguagem Objective-C e tendo o seu código como *open-source*. Esta ferramenta foi desenvolvida para a plataforma Mac-OS, tendo sua distribuição gratuita. Posteriormente foi lançada uma versão para iOS, sendo essa paga. Dentre as principais funcionalidades desta ferramenta estão a possibilidade de visualizar todos os metadados que constam no arquivo DICOM e suas diversas modalidades de visualização das imagens DICOM, sendo possível realizar a visualização em 2D, 3D e para alguns tipos de imagens médicas é possível ainda obter uma visualização 4D e 5D. Esta ferramenta também permite visualizar as imagens em orientações diferentes e possui uma funcionalidade que permite realizar a remoção de ossos quando é realizada uma visualização volumétrica da imagem (OSIRIX, 2011).

Na Figura 3 é possível verificar uma das visualizações na plataforma iOS.



Fonte: Apple iTunes (2012).

Figura 3 – Visualização de uma imagem DICOM no aplicativo Osirix para iOS

3 REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO

O aplicativo para a visualização volumétrica de imagens DICOM deverá:

- a) efetuar a leitura do cabeçalho e das imagens de um arquivo DICOM (Requisito Funcional – RF);
- b) apresentar a sequência de imagens no formato 2D contidas no arquivo DICOM (RF);
- c) efetuar a renderização volumétrica das imagens DICOM no próprio dispositivo (RF);
- d) permitir a visualização da imagem volumétrica em diversos pontos de vista (RF);
- e) ser implementado utilizando a linguagem de programação Java (Requisito Não-Funcional – RNF);
- f) ser implementado utilizando o ambiente de desenvolvimento Eclipse (RNF);
- g) ser desenvolvido para executar em dispositivos móveis com o sistema operacional Android, como *smartphones* e *tablets* (RNF).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando trazer um visualizador de imagens diagnósticas mais completo para dispositivos móveis com o sistema operacional Android, pretende-se desenvolver um aplicativo que permite a visualização volumétrica de imagens no padrão DICOM, utilizando a linguagem de programação Java e o *framework* OpenGL-ES, presente já no pacote de bibliotecas do Android.

Para a manipulação de arquivos DICOM foi estudada a biblioteca DCM4CHE (2012) implementada em Java. Porém, é necessário realizar testes para verificar se a biblioteca é apropriada para dispositivos móveis. Caso não tenha o desempenho desejado, será necessário realizar algumas otimizações no código da biblioteca, que é de código aberto, para então ser usada no aplicativo proposto.

Ainda deverá ser feito um estudo sobre qual abordagem e técnica de visualização volumétrica trará um resultado mais satisfatório, considerando que está sendo usado dispositivos móveis, e não pretende-se ter a visualização das imagens afetada de modo que fique inviável seu uso.

Definida a abordagem de visualização volumétrica, será necessário realizar um estudo para verificar qual algoritmo será aplicado de uma forma mais eficiente no problema proposto, considerando a abordagem escolhida e os limites de hardware de um dispositivo móvel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDROID DEVELOPERS. [S.l.], 2009. Disponível em: <<http://developer.android.com/about/index.html>>. Acesso em: 20 set. 2012.
- APPLE ITUNES. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://www.apple.com/itunes/>>. Acesso em: 20 set. 2012.
- CARNEIRO, Marcelo M.; MARTHA, Luiz F. C. R. **Visualização interativa 3D de dados volumétricos**. 2000. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Departamento de Informática. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- DCM4CHE. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://www.dcm4che.org/>>. Acesso em: 17 set. 2012.
- GOOGLE. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://www.google.com.br/about/company/>>. Acesso em: 20 set. 2012.
- IDC. Framingham, Massachusetts, 2012. Disponível em: <<http://www.idc.com/>>. Acesso em: 18 set. 2012.
- LECHETA, Ricardo. **Google Android**: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK. 2. edição. Novatec, 2010. 608 p.
- MCCORMICK, Bruce; DEFANTI, Thomas; BROWN, Maxine. (1987). **Visualization in Scientific Computing**. *SIGBIO ACM Special Interest Group on Biomedical Computing*, New York, v.10, p 15-21, 1987.
- MONTEIRO, Denyse N. B. **Estudo sobre a visualização de imagens médicas obtida por exames virtuais**. 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado em Computação) - Curso de Pós-graduação em Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- OSIRIX. [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.osirix-viewer.com/Roadmap.html>>. Acesso em: 18 set. 2012.
- PAIVA, Anselmo C.; SEIXAS, Roberto de B.; GATTAS, Marcelo. **Introdução à Visualização Volumétrica**. 1999. 16 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Departamento de Informática, PUC-Rio, Rio de Janeiro.
- VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://www.tuwien.ac.at/en/>>. Acesso em: 20 set. 2012.