STYLO: Um Framework Voltado para o Desenvolvimento de Aplicações Baseadas em Vídeo Digital

Julio César Ferreira da Silva
LAVID/UFPB
julio@lavid.ufpb.br

Marcello Galdino Passos
LAVID/UFPB
marcello@lavid.ufpb.br

Guido Lemos de Souza Filho
LAVID/UFPB
guido@lavid.ufpb.br

Tatiana Aires Tavares
LAVID/UFPB
tatiana@lavid.ufpb.br

ABSTRACT

The progress of science and technology coupled with the improvement of communication networks favoring the emergence of services to handle with growing volumes of data and the high transmission power available. There are many scenarios that include such features: telemedicine, sporting events, artistic events, techno-scientific events and so on. So, this work has the purpose of presentation a generic architecture that integrates all of these scenarios in a framework for developing applications related to digital video.

RESUMO

O progresso da Ciência e Tecnologia aliado à melhoria das redes de comunicação, favorecem o surgimento de serviços para lidar com volumes crescentes de dados e com o alto poder de transmissão disponível. São vários os cenários que contemplam tais características: telemedicina, eventos esportivos, eventos artísticos, eventos tecno-científicos etc. Assim, este trabalho tem o propósito de apresentar uma arquitetura genérica que integre todos esses cenários em um framework de desenvolvimento de aplicações voltadas para vídeo digital.

Keywords

Vídeo Digital, Framework, Desenvolvimento.

Informações

Categoria: Mestrado
Universidade: Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Programa: Mestrado em Informática – PPGI
Início: 2010.2
Previsão de defesa: 2011.2

1. CONTEXTO TEÓRICO

Hoje a sociedade passa por transformações na área das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) caracterizadas pela universalização das formas de conectividade (redes de computadores, celulares, TV) e popularização dos dispositivos midiáticos. Novas possibilidades emergem das "super" redes de computadores, as quais lidam com grande volume de dados e alto poder de transmissão. Por exemplo, iniciativas como Internet2 [1] e o Projeto Giga [2] que abrem novos cenários para atuação das TICs.

Neste cenário, destacam-se os serviços que envolvem vídeo digital e, especialmente, vídeo digital em alta definição. A alta definição traz consigo novas possibilidades de interação, as quais aproximam o observador da fonte em exibição de tal forma que a sensação é o compartilhamento de um mesmo espaço, virtual ou real.

Para explorar tais cenários, alguns grupos de trabalho foram criados. O Grupo de Trabalho de Vídeo Digital (GTVD) [3] teve por objetivo implantar uma infraestrutura baseada na RNP [4] que ofereça suporte a aplicações envolvendo manipulação de vídeo digital. Coube ao GTVD incentivar e fornecer condições para criação, armazenamento e transmissão de conteúdo na forma de vídeo digital no Brasil. O Grupo de Trabalho de Mídias Digitais e Arte (GTMDA) [5] teve como foco principal oferecer formas mais avançadas para Interação Humano Computador (IHC), as quais permitissem o entrelaçamento de agentes humanos e sintéticos em espaços midiáticos compartilhados e distribuídos, em tempo real, através de redes de computadores de alta velocidade e com grande volume de informação.

Foram dois os sistemas legados do GTVD: o JD-Live [6] e o JD-Vod [7], sendo o primeiro um servidor para transmissão de vídeo ao vivo de baixa e alta qualidade e o segundo um servidor para vídeo sob demanda. Já o legado do GTMDA foi a ferramenta Arthron [8][9], que caracteriza-se por ser uma solução tecnológica especialmente projetada para apoiar a realização de eventos artísticos distribuídos e em tempo-real.

O uso de aplicações baseadas em vídeo digital pode ser bem abrangente em termos de cenários possíveis. Dentre eles, destacam-se: Educação à distância, Telemedicina e Dança Telemática.

No cenário de educação à distância, têm-se aplicações voltadas para tele-educação, tele-aula e transmissão de eventos tecno-científicos. Essas aplicações são especialmente interessantes como alternativas educacionais, facilitando a inclusão de novos formatos mais atraentes e motivadores para o aprendiz. Assim, este cenário visa aumentar o acesso ao conhecimento, diminuindo barreiras geográficas, flexibilizando o local e o horário das aulas e utilizando diferentes estratégias pedagógicas, atendendo a diferentes perfis e necessidade de desenvolvimento de competências.

WebMedia'11: Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web. XI Workshop on Ongoing Thesis and Dissertations.
October 3 -6, 2011, Florianópolis, SC, Brazil.
ISSN 2175-9650.
SBC - Brazilian Computer Society

O cenário de telemedicina se caracteriza por ações voltadas para os campos da Telemedicina e Telessaúde. Grandes empresas de tecnologia como Polycom [10], Tandberg [11] e Cisco [12] estão investindo pesado nestes campos. A Cisco, por exemplo, apresentou na Conferência de 2010 da Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS) a Cisco HealthPresence, uma nova tecnologia de Telemedicina avançada que permite uma ligação remota a médicos e clínicos para consultas médicas, com funcionalidades e tecnologias nunca antes utilizadas. Combinando vídeo em alta definição, excelente qualidade de áudio, e permitindo a transmissão de dados médicos, dando a sensação ao paciente de estar participando de uma consulta presencial.

O cenário de dança telemática é ilustrado pela transmissão de eventos artísticos que aproximam e mesclam as áreas de Arte e Tecnologia. Segundo Santana [13], as transformações ocorridas em virtude da aproximação das fronteiras entre Arte, Ciência e Tecnologia culminaram em novos formatos de manifestações artísticas, como o espetáculo E-Pormundos Afeto [14].

O presente artigo apresenta, então, o STYLO, um framework que tem como objetivo principal encapsular experiências adquiridas no desenvolvimento de aplicações baseadas em vídeo digital e que contemplem esses e outros cenários. Pretende-se, com isso, fornecer soluções para que os desenvolvedores possam, de forma rápida e intuitiva, criar suas próprias aplicações voltadas, por exemplo, para transmissão, codificação e gerenciamento de fluxos de mídia.

Será mostrado, então, o problema identificado que motivou o seu desenvolvimento, bem como as contribuições esperadas. Será mostrado o estágio de trabalho e os resultados parciais obtidos com o seu desenvolvimento. Por fim, serão apresentados os trabalhos correlatos e as considerações finais.

2. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

O desenvolvimento de ferramentas, como as legadas pelos grupos de trabalho GTVD e GTMDA, mostra que a necessidade de determinados componentes de software é recorrente. Uma vez que não exista modularização e reaproveitamento de componentes, um alto e desnecessário nível de retrabalho é demandado. Players, codificadores e streamers de mídia, por exemplo, são refeitos do zero passando pelas mesmas dificuldades e riscos. Surge a partir daí a necessidade de uma abstração de software como um arcabouço que reúna e encapsule funcionalidades comuns a aplicações dentro do escopo de vídeo digital.

Na literatura, identifica-se esse arcabouço como um framework. Segundo Appleton [15], um framework é definido como uma arquitetura reusável que fornece comportamento e estrutura genérica para uma família de abstrações de software. Neste artigo é adotada a definição de Fayad e Johnson [16] onde um framework é definido como uma aplicação semi-completa contendo componentes estáticos e dinâmicos os quais podem ser adaptados para produzir aplicações específicas dentro de um domínio.

Diante disso, percebeu-se a necessidade de um processo sistêmico para o provimento do arcabouço ferramental imprescindível para apoiar o desenvolvimento de aplicações baseadas em vídeo digital.

3. CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS

Como resultado do trabalho é esperado o desenvolvimento de um framework que dê à comunidade suporte ao desenvolvimento de aplicações que contemple diversos cenários em vídeo digital. Esse framework possibilitará o reuso de código, acelerando o desenvolvimento de tais aplicações, possibilitará um bom nível de abstração, suporte para captura, exibição, codificação, transmissão e gerenciamento de fluxos de mídia, suporte para medição, monitoramento da rede. Além disso, facilitará a incorporação de funcionalidades que não estão relacionadas propriamente a vídeo digital, porém servem de complemento para aplicações com esse fim, como segurança e criptografia de dados, mapa geográfico, temporizador de operações, customizador de interface gráfica, dentre outros.

4. ESTÁGIO DO TRABALHO

4.1 STYLO

O STYLO é um framework que tem o propósito de dar suporte aos programadores que desejam desenvolver aplicações que contemple os mais diversos cenários em vídeo digital. Nesta seção ele é, então, descrito e detalhado através de sua API, da visão da arquitetura, da visão tecnológica e de seus componentes.

4.1.1 API

A definição do STYLO é descrita por uma API (Application Program Interfaces) que define as funcionalidades oferecidas pelo framework e necessárias para a implementação de aplicativos baseados em vídeo digital. A Tabela 1 detalha as suas principais funcionalidades.

Tabela 1. Principais Funcionalidades Providas pelo STYLO

Funcionalidade	Descrição
Capturar fluxos de mídia	Fazer a captura a partir de câmeras, placas de captura, webcams, stream, arquivo, desktop
Exibir fluxos de mídia	Exibí-los em diferentes formatos como MPEG, AVI, WMV, FLV, OGG
Gravar fluxos de mídia	Efetuar a gravação dessa mídia
Codificar fluxos de mídia	Fazer a codificação de um determinado fluxo para outro formato
Transmitir fluxos de mídia	Fazer transmissão em diferentes protocolos, como UDP, HTTP, RSTP
Gerenciar fluxos de mídia	Provê suporte para controlar fluxos remotamente, ou seja, pode-se à distância, por exemplo, especificar para onde determinado fluxo vai e em que formato será transmitido
Replicar fluxos de mídia	Permitir com que um determinado fluxo seja replicado em outros fluxos, podendo-se especificar suas respectivas codificações e destinos
Sincronizar fluxos de mídias	Permite fazer a sincronização de fluxos de mídia entre pontos.
Fazer Medição e Monitoramento da rede	Permitir a medição e monitoramento do estado corrente da rede para que se possa verificar qual a codificação ideal do fluxo de mídia para este cenário.

4.1.2 Visão Geral da Arquitetura

Para prover as funcionalidades supracitadas, o STYLO organiza sua arquitetura em camadas, como pode ser vista na Figura 1. As camadas são: *Application Engine*, *Core* e *Utils*.

- Application Engine: são aquelas funcionalidades, métodos e abstrações que estão relacionadas diretamente à multimídia, a exemplo de captura, codificação e exibição de conteúdo.
- Core: relaciona-se com agentes externos que são utilizados pelos sistemas multimídia interativos, tais como câmeras e robôs. Um exemplo de componente dessa camada é aquele que é responsável por fazer o controle de uma câmera ip.
- Utils: São as funcionalidades que não são propriamente relacionadas à multimídia, mas que provêem serviços que dão suporte aos sistemas multimídia.

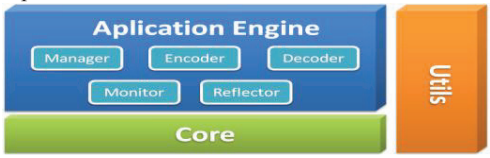

Figura 1. Visão Geral da Arquitetura do STYLO

4.1.3 Visão Tecnológica

Para a implementação do STYLO foram utilizadas as tecnologias especificadas na Figura 2. Dentre elas, destacam-se: Java [17], que é uma tecnologia multiplataforma, o VLCJ [18] responsável por fazer a comunicação com o player VLC [19], o IPerf [20] e o SNMP [21], responsáveis por fazer a medição da rede e o monitoramento, respectivamente.

Figura 2. Visão Tecnológica do STYLO

4.1.4 Visão de Componentes

Têm-se três pacotes principais: Manager, Encoder e Decoder. Esses pacotes são suficientes para o objetivo principal do framework, ou seja, criar uma aplicação de manipulação (gerenciamento, codificação transmissão, dentre outras) de mídias digitais. Porém, faz-se necessário o uso de uma série de outros pacotes para que ele possa atender outras necessidades.

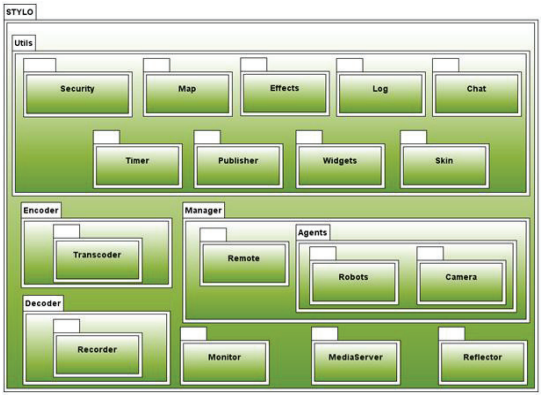

Figura 3. Visão de Componentes do STYLO

Por exemplo, programadores que visam desenvolver aplicações baseadas em vídeo digital que agregam requisitos de segurança (pacote criptografia), sincronização (pacote temporização), comunicação (pacote chat), mapa geográfico (pacote map), efeitos visuais (pacote effects), dentre outros (vide Figura 3).

4.2 Resultados Parciais

O Grupo de Trabalho em Ambientes de VídeoColaboração em Saúde (GTAVCS) [22] propõe uma infraestrutura de hardware e software com gerência remota para captura e distribuição segura de múltiplos fluxos simultâneos a fim de prover suporte a diversos cenários de vídeo colaboração em saúde. Assim, abaixo são mostrados os resultados que foram obtidos com o uso do STYLO neste grupo de trabalho, que contempla um cenário ao qual o framework se propõe: telemedicina.

4.2.1 VideoRoom

O VideoRoom, basicamente, concentra as funcionalidades dos pacotes Encoder e Decoder, facilitando a comunicação dos usuários com vários pontos distribuídos simultaneamente. O desenvolvimento desta aplicação foi necessário principalmente para facilitar a configuração do set up de equipamentos no ambiente de captura e exibição de mídias dentro da sala de cirurgia. Estes espaços normalmente são limitados e reduzidos e, por questões de controle de infectologia, é aconselhável concentrar em um único equipamento a função de captura e exibição de mídias em ambiente cirúrgico.

Figura 4. Interface Gráfica do VideoRoom

4.2.1.1 Detalhes de Implementação

Para o desenvolvimento desta aplicação são destacadas as seguintes funcionalidades que foram utilizadas do STYLO:

- Capturar fluxo de mídia: nesta aplicação isso pode ser feito a partir de um arquivo, câmera ip, stream e placa de captura. Para isso cria-se um *EncoderStylo*, chama-se o método para o que se quer capturar e inicia o processo de captura. Um exemplo é ilustrado a seguir para a captura de arquivo.

```
EncoderStyloIF encoder = new VlcjEncoderStylo();
encoder.openFile(path);
encoder.play();
```

- Transmitir fluxo de mídia: a transmissão pelo EncoderStylo pode ser feita em diferentes protocolos como HTTP, RSTP, RTP ou UDP. Nesta aplicação é usado apenas o protocolo UDP. Isso é feito com uma chamada ao método addUdpDst que recebe como parâmetros o IP e a porta do destino.

```
encoder.addUdpDst("127.0.0.1", 1234);
```

- Exibir fluxo: para que o vídeo capturado seja exibido, é necessário criar um DecoderStylo e associá-lo ao componente java.awt.Canvas na interface gráfica. Em seguida, especificar a origem da fonte do vídeo e iniciar o processo de exibição.

```
DecoderStyloIF decoder = new VlcjDecoderStylo(canvas);
decoder.openUdpStream("", 1234);
decoder.play();
```

4.2.2 Articulador

O Articulador é uma aplicação que é responsável por centralizar o controle dos fluxos de vídeo que estão envolvidos num dado experimento. Assim, com ele é possível, remotamente, controlar onde e quando os fluxos serão exibidos. Por exemplo, é o articulador que controla quais os fluxos de mídia que serão exibidos no VideoRoom.

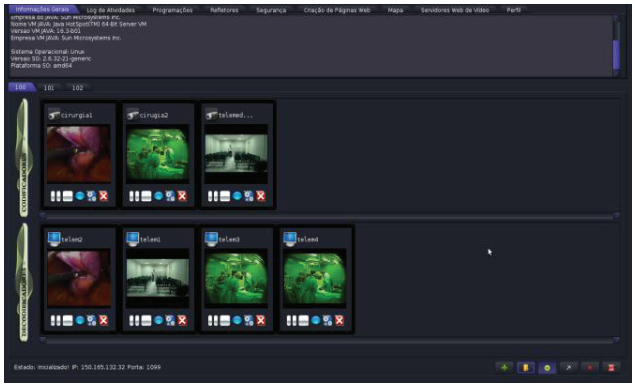

Figura 5. Interface Gráfica do Articulador

4.2.2.1 Detalhes de Implementação

Para o desenvolvimento desta aplicação, basicamente, são destacadas as seguintes funcionalidades que foram utilizadas do STYLO:

- Exibir fluxo: que é análogo ao que é feito no VideoRoom.
- Programação temporal: provê a abstração para implementação de eventos temporais. É possível, então, implementar um método e especificar dentro de quanto tempo ele será executado. Para isto, cria-se uma classe que herde de *TimerStylo* e implemente o método *action*(). Por fim, quando esta classe for instanciada, passa-se o tempo que a ação irá levar para ser executada e adiciona-se essa classe ao gerenciador temporal do framework, o *TimerManagementStylo*.
- Look and Feel: é possível aplicar à interface gráfica com skins pré-definidos ou customizá-la de acordo com a necessidade. Assim, tanto para o Articulador quanto para o VideoRoom foi aplicado um look and feel azul escuro da seguinte forma:

```
SkinStylo.getInstance().setSkinStylo(SkinStylo.Themes.DARKBLUE)
```

- Mapa Geográfico: no Articulador é possível saber a localização geográfica de cada um dos componentes que estão conectados a ele. Por exemplo, é possível saber onde um determinado VideoRoom está localizado, como ilustrado na Figura 6. Para isso, cria-se um *MapViewerStylo* e adiciona-se a sua localização.

```
MapViewerStylo map = new MapViewerStylo();
map.addDescriptionWaypoint("VideoRoom", LATITUDE, LONGITUDE);
```

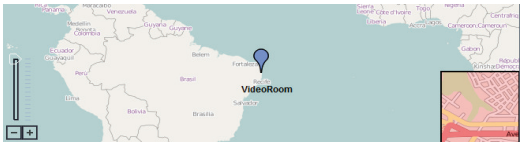

Figura 6. Mapa Geográfico no Articulador

5. TRABALHOS RELACIONADOS

5.1 Um Ambiente Integrado para Multimídia Interativa em Sistemas Multimídia Distribuídos

Este trabalho [23] propõe um framework, open source, para sistemas multimídia interativos em ambientes distribuídos que inclua funcionalidades de sincronização de mídia, processamento de vídeo e interface de usuário. Com respeito à sincronização de mídia, o framework dá suporte a interações VCR (Video Cassette Recorder) como backward e skip por meio de regras de sincronização orientadas a eventos ou geradas a partir de expressões SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language). O suporte ao processamento de vídeo é de grande valia no tipo de sistemas em questão uma vez que reduz significativamente a quantidade de dados a ser transmitida. Esse trabalho propõe a compressão do sinal por DCT (transformada cosseno discreta). A interface de usuário proposta além dos controles VCR traz um controle de alto nível de conteúdo de apresentações multimídia.

5.2 EvalVid - Um Framework para Transmissão de Vídeo e Avaliação de Qualidade

O EvalVid [24] consiste em um framework, open source, e um conjunto de ferramentas para transmissão de vídeo e avaliação unificada da qualidade de transmissão. Ele apresenta uma estrutura modular, tornando-se possível trocar, a critério dos usuários, tanto o sistema de transmissão subjacente, bem como os codecs. Assim, é aplicável a qualquer tipo de esquema de codificação e pode ser utilizada tanto em experimentos em tempo real quanto em simulações. As funcionalidades são implementadas em puro ISO-C para máxima portabilidade. Todas as interações com a rede são feitas através de dois arquivos de rastreamento.

5.3 Um Framework para dar suporte a aplicações com conteúdo de vídeo distribuído

Langen e Opdam [25] propuseram o ViFramework, um framework, open source, dedicado para o desenvolvimento de aplicações de vídeo distribuídas. Ele possui uma camada de abstração de middleware, permitindo que os desenvolvedores se preocupem exclusivamente no projeto de aplicações de vídeo distribuídas. O ViFramework facilita a distribuição de uma aplicação de vídeo através da utilização de cápsulas de software. Essas cápsulas podem ser implantadas no mesmo host ou em diferentes hosts e são capazes de transmitir fluxos de vídeo com dados associados sincronizados, eventos e dados não sincronizados em uma rede.

O framework é orientado a arquiteturas cliente-servidor. Compõem tanto os clientes quanto os servidores um componente responsável pelo envio e recebimento dos fluxos e codificação das mídias, outro componente gerenciando esses envios e recebimentos e interfaces de comunicação.

5.4 Análise Comparativa

A Tabela 2 apresenta um comparativo entre os trabalhos correlatos (5.1 – AYGUN, 5.2 – KLAUE e 5.3 – LANGEN) com o STYLO. Eles foram analisados em relação ao provimento das seguintes funcionalidades: streaming de mídia, gerenciamento de fluxos de mídia, codificação ou compressão de mídia, monitoramento de rede, sincronismo entre mídias, funcionalidades de suporte a sistemas multimídia (não relacionadas necessariamente com multimídia, como criptografia, chat e mapa de visualização geográfica) e se o framework é open source.

Tabela 2. Comparativo entre os Trabalhos

	AYGUN	KLAUE	LANGEN	STYLO
Streamming	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerenciamento	Não	Não	Sim	Sim
Codificação	Sim	Sim	Sim	Sim
Monitoramento	Não	Sim	Sim	Sim
Sincronização	Sim	Não	Sim	Sim
Suporte	Não	Não	Não	Sim
Open Source	Sim	Sim	Sim	Sim

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de ferramentas especializadas para o gerenciamento de conteúdo multimídia (eventos artísticos, técnico-científicos, esportes, telemedicina, tele-aula, dentre outros) diminui a complexidade operacional do experimento e aumentam as possibilidades de transmissão. A difusão e o desenvolvimento de ferramentas que tenham tais propósitos crescerão cada vez mais com o desenvolvimento das redes de computadores. Então, ter um framework, como o STYLO, que facilite e agilize o processo de criação e desenvolvimento dessas ferramentas é de suma importância para que os maiores esforços sejam focados em novas funcionalidades e não na implementação de soluções já existentes.

7. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio financeiro da CAPES, entidade do governo brasileiro voltada para formação de recursos humanos, e da RNP, Rede Nacional de Ensino e Pesquisa.

8. REFERÊNCIAS

[1] Internet2. Disponível em <http://www.internet2.edu/>, acessado em 13 de fevereiro de 2011.

[2] RNP (Brasil). Projeto Giga. Disponível em: <http://www.rnp.br/pd/giga/>. Acesso em: 29 jan. 2011.

[3] RNP (Brasil). GT Vídeo digital. Disponível em: <http://www.rnp.br/pd/gts2002-2003/gt- vd.html>. Acessado em: 29 Janeiro. 2011.

[4] Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP). Disponível em <www.rnp.br>, acessado em 22 de Julho de 2010.Tavel, P. 2007. Modeling and Simulation Design. AK Peters Ltd., Natick, MA.

[5] GTMDA - Grupo de Trabalho de Mídias Digitais e Arte. Disponível em: <www.lavid.ufpb.br/gtmda>. Acessado em: 18 de Março de 2011

[6] SOUZA FILHO, G. L. ; SILVA, Linconl David Nery e ; SOUSA FILHO, Gilberto Farias de . JDLive - Dynavideo Java Live Video Distribution Server. 2004.

[7] SOUZA FILHO, G. L. ; BATISTA, Carlos Eduardo Coelho Freire . JDVoD - Dynavideo Java Video on Demand Distribution Server. 2004.

[8] MELO, E. A. G. ; et al. ARTHRON 1.0: Uma Ferramenta para transmissão e gerenciamento remoto de fluxos de mídia. In: Salão de Ferramentas do SBRC, 2010, Gramado/RS. Proceedings of XXVIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC), 2010.

[9] MELO, E. A. G. ; et al. Arthron: Uma Ferramenta para Performances Artístico-Midiáticas Distribuídas. In: WFA - VIII Workshop de Ferramentas e Aplicações, 2009, Fortaleza. Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (Webmedia), 2009.

[10] POLYCOM. Polycom Healthcare Solutions. Disponível em: <http://www.polycom.com/solutions/industry/healthcare.html>. Acesso em: 15 jan. 2011.

[11] TANDBERG. TelePresence Conferencing Infrastructure. Disponível em: <http://www.tandberg.com/video-conferencing-multipoint-control.jsp>. Acesso em: 15 jan. 2011.

[12] CISCO. Cisco lança HealthPresence,Tecnologia inovadora para Telemedicina. Disponível em: <http://www.cisco.com/web/PT/press/articles/100412.html>. Acesso em: 25 jan. 2011.

[13] Santana, Ivani. A imagem do corpo através das metáforas (ocultas) na dançatecnologia. Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil. : s.n., 2003. INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. p. 17.

[14] e-PORMUNDOS AFETO. Grupo de Pesquisa Poéticas Tecnolóficas. <http://www.poeticatecnologica.ufba.br/site/?page_id=386>

[15] APPLETON, B. Patterns and Software: Essential concepts and terminology. Disponível em: <http://www.cmcrossroads.com/bradapp/docs/patterns-intro.html>. Acesso em maio de 2011

[16] FAYAD, M. E; JOHNSON, R, E. Domain-specific application frameworks: experience by industry. First ed. John Wiley & Sons, 2000.

[17] JAVA. Disponível em <http://www.java.com>

[18] VLCJ. Disponível em: <http://code.google.com/p/vlcj/>.

[19] VLC MEDIA PLAYER. Disponível em: <www.videolan.org/vlc/>.

[20] NLANR/DAST. Iperf. Disponível em: <http://iperf.sourceforge.net/>.

[21] NETWORK WORKING GROUP. A Simple Network Management Protocol(SNMP). Disponível em: <http://tools.ietf.org/html/rfc1157>

[22] GTAVCS – Grupo de Trabalho em Ambiente de Vídeocolaboração em Saúde. Disponível em: <www.lavid.ufpb.br/gtavcs/>

[23] Aygun, R. Savas. An Integrated Framework for Interactive Multimedia in Distributed Multimedia Systems. ACM Multimedia 2001. September/October 2001. Otawa, Ontario, Canadá.

[24] Klaue, Jirka; Rathke, Berthold; Wolisz, Adam; EvalVid - A Framework for Video Transmission and Quality Evaluation, 2003. Proceedings of the 15th International Conference on Modelling Techniques and Tools for Computer Performance.

[25] Langen, van Koen S. W.; Opdam, Mathijs; A framework for supporting distributed video content applications. Technische Universiteit Eindhoven. 2010