PROJETO NETGIZ

GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE CONTEÚDO ADAPTÁVEL PARA EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Renata Falcão Corrêa

IM – NCE – UFRJ – Mestrado em Informática

Luiz Fernando Rust da Costa Carmo

Docteur, Université Paul Sabatier/LAAS – França – 1994

Luci Pirmez

D.Sc. – COPPE/UFRJ – Brasil – 1996

Rio de Janeiro

2002

NETGIZ – GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE CONTEÚDO ADAPTÁVEL PARA EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Renata Falcão Corrêa

Dissertação submetida ao corpo docente do Núcleo de Computação e Eletrônica / Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências em Informática.

Aprovada por:

_____

Prof. Luiz Fernando Rust da Costa Carmo
Dr., UPS, France

_____

Profª. Luci Pirmez,
D.Sc. COPPE/UFRJ

_____

Prof. Oswaldo Vernet de Souza Pires
D.Sc. COPPE/UFRJ

_____

Roberto Willrich
Dr., UPS, France

Rio de Janeiro – RJ

Dezembro de 2002

FICHA CATALOGRÁFICA

CORRÊA, RENATA FALCÃO.

Geração Automática de Conteúdo Adaptável para Educação à Distância, [Rio de Janeiro], 2002.

xi, p. 97, 29,7 cm (IM/NCE/UFRJ, MSc., Informática, 2002)

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, IM/NCE

1. Sistemas Multimídia 2. Educação à Distância 3. QoP 4.Redes

I. IM/NCE/UFRJ II. Título (série)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Marisa e Pedro Paulo, que proporcionaram meus estudos e com muito amor me incentivam a seguir meus sonhos. Às minhas irmãs, Patrícia e Paula, que estiveram ao meu lado ajudando para que pudesse concluir esta dissertação.

À minha prima Lilian, pelo carinho e disposição ao revisar o texto deste trabalho e à toda a minha família pelo amor e apoio que sempre me ofereceram.

Aos amigos que fiz no mestrado, Reinaldo, Ana Paula, Cecilio, Roberta, Magnus, Werner, Coelho, Paula, Leonardo, Noel, Tales, Alexandre, Sidney, César, Haroldo, Débora, Serpa e Flávia, pelos momentos de alegria e pela força que me deram quando precisei.

Aos meus orientadores, Luiz Fernado Rust e Luci, pela paciência e cuidado com que me orientaram no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu professor Antonio Borges, que me incentivou a ingressar no mestrado e sempre esteve presente quando precisei.

Aos professores do Mestrado no NCE/UFRJ, pelos inúmeros conhecimentos passados durante o curso.

RESUMO DA TESE

NetGiz – Geração Automática de Conteúdo Adaptável para Educação à Distância

Renata Falcão Corrêa

Orientadores: Prof. Luiz Fernando Rust da Costa Carmo
Profª. Luci Pirmez

Departamento: Informática

A evolução das tecnologias interativas de comunicação e a conseqüente necessidade de reciclagem profissional contribuem para as mudanças no sistema educacional. Tal sistema enfrenta grandes desafios com o uso do aprendizado imediato, transmitido para o ambiente de trabalho ou para a própria casa do aluno por meio de tecnologias sofisticadas. O emprego da multimídia para a Educação à Distância provê obstáculos técnicos e conceituais. A correta elaboração do conteúdo didático precisa ser estruturada de forma a estimular o aprendizado sem a intervenção do professor e de acordo com os requisitos dos ambientes distribuídos. O projeto NetGiz visa suprir a deficiência de conhecimento tecnológico dos professores, dividindo o processo de autoria em duas fases: a primeira consiste na captura da aula presencial por meio de tecnologias avançadas que, com o auxílio da ferramenta desenvolvida, constroem o documento multimídia cognitivo, descrito usando alinguagem SMIL (*Sinchronized Multimedia Integration Language*) [35]; a segunda agrega a adaptabilidade ao documento gerando o arquivo de controle SCL (*SMIL Control Language*) [16]. O documento SCL é um dos elementos do mecanismo de adaptação proposto pelo ServiMídia [16], projeto desenvolvido pelo NCE/UFRJ. A adaptabilidade faz-se necessária pois, as apresentações multimídia sofrem com a disponibilidade dos recursos da rede, que são escassos e imprevisíveis. A estratégia adotada permite a especificação de vários métodos de adaptação. Para a análise destes métodos foram utilizadas métricas específicas de avaliação perceptiva da qualidade (QoP).

ABSTRACT OF THESIS

NetGiz – Automatic Adapted Content Authoring for Distance Education

Renata Falcão Corrêa

Advisors: Luiz Fernando Rust da Costa Carmo, Dr, UPS
Luci Pirmez, D.Sc.

Department: Computer Science

The evolution of interactive technology of communications and the need for professional recycle changes the educational system. This system are faced with an increasing range of challenges by the use of just-in-time learning, delivered to the workplace or to the home by means of sophisticated technological solutions. The use of multimedia on computer-based learning provides a number of technical and conceptual demands. The knowledge content's authoring must be organized in a way that stimulates the learning without the professor's help and also meet the distributed environment demands, to be adequately generated. The NetGiz project aims to overcome professor's low technological knowledge, by separating the authoring process into two phases: the first captures the classroom environment with advanced technologies and builds the multimedia document represented with SMIL language [35]; the second aggregates the document adaptability creating the control archive SCL [16]. The SCL document is an element from the ServiMídia [16] adaptation mechanism, project developed at NCE/UFRJ. The adaptability is necessary because multimedia presentation has the drawback to suffer with the network's resource availability, which still is scarce and unexpected. The strategy allows various approaches' specifications. In order to compare and validate those approaches a perceptual quality metric is used.

LISTA DE SIGLAS

API	APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE
COM	COMPONENT OBJECT MODEL
DLL	DINAMIC LINKED LIBRARIES
DTD	DOCUMENT TYPE DEFINITION
EAD	EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA
GDI	GRAPHIC DEVICE INTERFACE
LCD	LIQUID CRISTAL DISPLAY
MCI	MEDIA CONTROL INTERFACE
OLE	OBJECT LINK EMBEDED
QoP	QUALIDADE DE PERCEPÇÃO
QoS	QUALIDADE DE SERVIÇO
RGB	RED GREEN BLUE
SAPI	SPEECH APPLICATION PROGRAMING INTERFACE
SCL	SMIL CONTROL LANGUAGE
SMIL	SYNCHRONIZED MULTIMEDIA INTEGRATION LANGUAGE
UML	UNIFIED MODEL LANGUAGE
VRML	VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE
WWW	WORLD WIDE WEB
XML	EXTENDED MARKUP LANGUAGE

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – EXEMPLO DE ESPECIFICAÇÃO SMIL 11
FIGURA 2 – ARQUIVO SCL 12
FIGURA 3 – FÁBRICA DE GERAÇÃO DE CONTEÚDO 16
FIGURA 4 – EXEMPLO DO PROFESSOR UTILIZANDO O QUADRO ELETRÔNICO. [2] 19
FIGURA 5 – EFEITOS DA ZCAM. NO PRIMEIRO QUADRO, TEM-SE UM EXEMPLO DE SEPARAÇÃO POR PROFUNDIDADE E, NO SEGUNDO, A TROCA DO FUNDO, SEM A UTILIZAÇÃO DO TRADICIONAL FUNDO AZUL. 21
FIGURA 6 – AMBIENTE SIMULADO PELO PROTÓTIPO. 22
FIGURA 7 – COMPONENTES VISUAIS 23
FIGURA 8 – DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA INICIAR PROJETO 29
FIGURA 9 – DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA INICIAR CAPTURA 30
FIGURA 10 – DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA SALVAR DOCUMENTO 31
FIGURA 11 – MÓDULOS PRINCIPAIS DA ARQUITETURA DO PROJETO SERVIMÍDIA. [16] 36
FIGURA 12 – PRINCIPAIS COMPONENTES DA EDIÇÃO AUTOMÁTICA 37
FIGURA 13 – DIAGRAMA DE ESTADOS DO ARQUIVO SMIL 38
FIGURA 14 – DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA ADAPTAR DOCUMENTO 48
FIGURA 15 – DIAGRAMA DE ESTADOS ELABORADO PELA FERRAMENTA 49
FIGURA 16 – MODELAGEM DO BANCO DE PARÂMETROS 50
FIGURA 17 – FLUXOGRAMA DA VERIFICAÇÃO DA NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO 52
FIGURA 18 – FLUXO DO PROCESSO DE RECONHECIMENTO DE VOZ. [17] 54
FIGURA 19 – SELEÇÃO DE IMAGENS DE UM VÍDEO 55
FIGURA 20 – SEPARAÇÃO DO ÁUDIO EM PEQUENOS INTERVALOS. 56
FIGURA 21 – A) MÉTODO DSCQS B) MÉTODO DSIS 59
FIGURA 22 – ESPAÇO PERCEPTIVO PARA APLICAÇÕES MULTIMÍDIA. [6] 62
FIGURA 23 – FORMULA DE CONVERSÃO [14]. 63
FIGURA 24 - SEQUENCIA DE APRESENTAÇÃO DOS TESTES 66
FIGURA 25 – GRÁFICO REFERENTE A AVALIAÇÃO DE QOP 67

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COMPARAÇÃO ENTRE AS DIVERSAS ABORDAGENS ESTUDADAS 33
TABELA 2 – PRIORIDADE DAS MÍDIAS PARA O MÉTODO REDUÇÃO 41
TABELA 3 – PRIORIDADE DAS MÍDIAS PARA O MÉTODO CORTE BANDA MÁXIMA 42
TABELA 4 – PRIORIDADE DA MÍDIAS PARA O MÉTODO CORTE BANDA MÍNIMA 42
TABELA 5 – MAPEAMENTO DE QOP PARA QOS 63
TABELA 6 – MAPEAMENTO DOS REQUISITOS DE QOP EM QOS 64
TABELA 7 – AVALIAÇÃO DE QOP SOBRE OS DOCUMENTOS ADAPTADOS 67

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS ..... **VII**

LISTA DE FIGURAS ..... **VIII**

LISTA DE TABELAS ..... **IX**

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO **1**
1.1 – EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA 1
1.2 – OBJETIVOS 3

CAPÍTULO 2 SISTEMAS DISTRIBUÍDOS MULTIMÍDIA **6**
2.1 – SISTEMAS DISTRIBUÍDOS MULTIMÍDIA 6
2.1.1 – Qualidade de Serviço *7*
2.1.2 – Qualidade de Percepção *9*
2.2 – O PROJETO SERVIMÍDIA 10
2.2.1 – Linguagem SMIL *10*
2.2.2 – Linguagem SCL *11*
2.3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS 12

CAPÍTULO 3 ESTRATÉGIA DE GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE CONTEÚDO **13**
3.1 – METODOLOGIAS DE EDIÇÃO DE DOCUMENTOS MULTIMÍDIA 14
3.2 – PROPOSTA DE GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE CONTEÚDO 15
3.3 – ESTRATÉGIA DE CAPTURA 19
3.3.1 – O Quadro *19*
3.3.2 – O Professor *20*
3.4 – EXECUÇÃO DA PROPOSTA – NETGIZ ESTÚDIO 22
3.4.1 – Ambiente de Desenvolvimento *22*
3.4.2 – Casos de Uso *24*
3.4.3 – Diagrama de Seqüência *28*
3.4.4 – Implementação da Ferramenta *31*
3.5 – COMPARAÇÃO COM OUTRAS ABORDAGENS 33
3.6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS 34

CAPÍTULO 4 FERRAMENTA DE AGREGAÇÃO DOS REQUISITOS DE ADAPTABILIDADE **35**
4.1 – METODOLOGIA DE ADAPTAÇÃO DO PROJETO SERVIMÍDIA 35
4.2 – PROPOSTA DE AGREGAÇÃO DA ADAPTABILIDADE 37
4.3 – ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO 40
4.3.1 – Métodos de Adaptação *41*
4.3.2 – Estratégias de Edição de Mídias *43*
4.4 – EXECUÇÃO DA PROPOSTA – NETGIZ EDITOR 44
4.4.1 – Ambiente de Desenvolvimento *44*
4.4.2 – Casos de Uso *45*
4.4.3 – Diagramas de Seqüência *47*
4.4.4 – Implementação da Ferramenta *49*
4.5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS 57

CAPÍTULO 5 AVALIAÇÃO PERCEPTIVA PÓS-ADAPTAÇÃO 58
5.1 – TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO PERCEPTIVA 58
5.1.1 – Métricas Subjetivas 58
5.1.2 – Métricas Objetivas 61
5.2 – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PÓS-ADAPTATIVA 63
5.3 – TESTES E RESULTADOS OBTIDOS 65
5.3.1 – Testes Propostos 65
5.3.2 – Resultado da Ferramenta de Agregação da Adaptabilidade 66
5.4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS 68
CAPÍTULO 6 CONCLUSÃO 69
6.1 – CONSIDERAÇÕES SOBRE A ABORDAGEM 69
6.2 – TRABALHOS FUTUROS 72
APÊNDICE A TESTES E RESULTADOS 73
APÊNDICE B FERRAMENTA NETGIZ 76
REFERÊNCIAS 90

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

Com o advento da Multimídia em 1992 e a posterior ascensão da Internet em 1996, as informações ganharam novas formas bem como as criações dos homens. Diversas áreas expandiram-se e adaptaram-se à nova tecnologia da comunicação. O setor educacional ganhou força e estímulo e a demanda por aprimoramento profissional, decorrente da globalização da economia, influenciou a denominada Educação à Distância. Por ser capaz de representar fielmente qualquer tipo de informação, a Multimídia se tornou indispensável para a disponibilização do material didático na rede. Entretanto, devido a restrições deste meio de comunicação, os recursos multimídia não são devidamente aproveitados.

1.1 – Educação à Distância

O sistema educacional está sofrendo grandes mudanças e enfrentando enormes desafios. A globalização e o surgimento de novas tecnologias são os fatores que mais influenciam na nova forma de aprendizado. Não há duvida de que o resultado desse processo afetará as crianças de hoje e os adultos de amanhã. A inovação ocorrida tem como um de seus representantes a "Educação à Distância", que vem sendo amplamente enfocada em congressos e seminários, despertando grande interesse entre os profissionais da área.

A demanda por aprimoramento profissional e o crescimento tecnológico geram desafios para o sistema educacional, que procura se adequar à nova necessidade do mercado. Por isso, o conteúdo cognitivo que inicialmente era desenvolvido em aplicações *stand-alone* as quais usavam basicamente textos e gráficos, focando o ensino em um restrito conjunto de tópicos, evoluiu. Atualmente, essas aplicações são distribuídas através

da WWW (*World Wide Web*) integrando o material de ensino de diversas áreas. As informações, graça às técnicas multimídia, ganharam novas formas de representação.

A multimídia é a união de dois ou mais meios de comunicação (mídias) que, combinados, proporcionam a capacidade de comunicação da televisão, do vídeo, rádio e telefone, além da interação e busca de informações. Sob o controle do computador é possível capturar, o armazenar e processar as informações de forma multi-sensorial e integrada. Tais características tornaram a Multimídia indispensável à geração de conteúdo.

A utilização de mídias contínuas – como vídeo e áudio – em apresentações de multimídia, que são transmitidas em sistemas distribuídos, requer o conhecimento dos limites da rede e, conseqüentemente, da apresentação. Os desafios tecnológicos surgidos relacionam-se ao fato de os sistemas distribuídos serem imprevisíveis no que tange à disponibilização dos recursos, o que pode prejudicar a qualidade do material didático.

Visando contornar os desafios dos sistemas distribuídos, o projeto ServiMídia [16] propõe uma metodologia adaptativa para os documentos multimídia a serem transmitidos na rede. Basicamente, a estratégia é baseada na especificação de arquivos de controle associados a documentos multimídia convencionais. Os arquivos de controle contém informações necessárias para a realização da adaptação de um documento multimídia. Essa metodologia soluciona o problema na transmissão dos dados; entretanto, este não é o único desafio enfrentado pela educação.

Um programa de Educação à Distância deve utilizar as novas tecnologias de transmissão de informação, como a videoconferência, teleconferência, realidade virtual, softwares e vídeo-aulas. A demanda por material didático de diversas áreas demonstra a desigualdade tecnológica existente no mercado. Muitos professores são obrigados a enfrentar o desafio de utilizar o computador para gerar seu material didático e neste processo, o professor deve organizar os conteúdos de forma que os alunos consigam absorvê-lo sem a sua presença. Todavia, a complexidade na autoria de documentos em multimídia voltados para a Internet é proporcional ao nível de conhecimento tecnológico do professor.

Durante a pesquisa de tese, pôde-se observar que um grande número de educadores não possuía o conhecimento suficiente para a elaboração do material didático a ser disponibilizado na rede. A maioria dos métodos de autoria de documentos multimídia estudados, como TIEMPO [37] e o CMIF [28], não proporcionava interfaces amigáveis e flexíveis aos autores, prejudicando o desenvolvimento desses documentos. A solução utilizada pelo Classroom 2000 [1], embora mais automatizada, não prevê a adaptação dos documentos na rede.

1.2 – Objetivos

O trabalho descrito nesta dissertação é intitulado projeto NetGiz. Seu desenvolvimento foi motivado pela carência de conhecimento tecnológico no setor educacional distribuído. Nesse contexto, o projeto NetGiz explora novas tecnologias com o objetivo de viabilizar a elaboração do conteúdo cognitivo voltado para a Internet. Sendo este um ambiente distribuído, é necessária a garantia de que o material didático será transmitido sem perda de semântica. Portanto, a natureza adaptativa desses documentos é incorporada ao trabalho por meio da utilização da metodologia adaptativa do projeto ServiMídia [5][16], pesquisa na área de redes de computadores e de ensino à distância.

O objetivo do NetGiz é tornar o processo de elaboração dos documentos o mais automático possível para que o perfil de conhecimento tecnológico do professor não o impeça de disponibilizar seu material didático na rede. A estratégia proposta consiste em duas fases: a primeira automatiza o processo de autoria por meio da captura da aula presencial do professor, construindo o documento multimídia da aula; a segunda gera o arquivo de controle proposto pelo ServiMídia, no qual estão as informações de adaptação do documento.

Na primeira fase, a estratégia é separar os principais elementos da aula presencial e capturá-los gerando diversos fluxos, flexibilizando o processo de transmissão e adaptação do documento multimídia pela rede. Os fluxos são capturados por diferentes dispositivos e sincronizados internamente através de marcas de tempo. Para a elaboração do documento

multimídia é utilizada a linguagem SMIL (*Synchronized Multimedia Integration Language*) [35].

Na segunda fase, o documento SMIL é interpretado e suas mídias são verificadas quanto a necessidade de adaptação. Com as mídias selecionadas, são especificados os parâmetros de QoS (Qualidade de Serviço), as mídias alternativas e as condições para que as mesmas sejam ativadas durante a adaptação. As informações obtidas são armazenadas no arquivo de controle, descrito através da linguagem SCL [16] (*SMIL Control Language*).

Para a implementação das funcionalidades de captura e adaptação é proposta a utilização do conceito de fábricas. O objetivo principal da fábrica é a formalização dos processos, com a definição das etapas e tarefas. Com a especialização das máquinas, módulos que compõem a fábrica, a qualidade do produto final é garantida. Neste trabalho, são definidas duas fábricas: a Fábrica de Geração de Conteúdo e a Fábrica de Agregação da Adaptabilidade. Embora possuam funcionalidades diferentes, seus objetivos focam a automação do processo de elaboração de um documento multimídia adaptável.

Com as especializações das máquinas e a definição das etapas do processo, é possível utilizar diferentes abordagens para solucionar um único problema. Na especificação da Fábrica de Agregação da Adaptabilidade serão apresentados quatro métodos para gerar o documento adaptado. Tais métodos são baseados na automação do processo de edição e diferenciam-se pelo grau de interação com o usuário e pelo modo de manipulação das mídias. Para a avaliação das propostas, as fábricas foram implementadas em duas ferramentas separadas e unidas em um único executável, a fim de se construir a ferramenta NetGiz.

Para o material didático, é imprescindível que a apresentação adaptada não altere nem prejudique os aspectos cognitivos da apresentação. Portanto, foi desenvolvida uma metodologia para validação perceptiva das apresentações original e adaptada. Essa metodologia mapeia os requisitos de QoP em requisitos de QoS e valida a apresentação utilizando critérios perceptivos. A avaliação permite também comparar os métodos de geração dos documentos adaptados.

Este trabalho está estruturado em sete capítulos. O capítulo 2 apresenta uma visão geral dos fundamentos teóricos envolvidos no desenvolvimento da dissertação. O capítulo 3 introduz a estratégia de geração automática de conteúdo, descreve as implementações e a execução de todo o processo da Fábrica de Geração de Conteúdo. O capítulo 4 define a metodologia de edição de documentos adaptados baseada no projeto ServiMídia. O capítulo 5 define meios para validar os documentos multimídia adaptados. São descritos também, os testes executados e os resultados obtidos. Por fim, são apresentadas as conclusões finais do trabalho e sugeridas algumas propostas para trabalhos futuros com o objetivo de dar continuidade a este projeto.

Capítulo 2

SISTEMAS DISTRIBUÍDOS MULTIMÍDIA

Muitos dos problemas enfrentados na elaboração do conteúdo cognitivo referem-se ao meio distribuído no qual estão inseridos. Na tentativa de manter os requisitos de QoS (Qualidade de Serviço) e QoP (Qualidade de Percepção) e a preservação semântica da apresentação, o projeto ServiMídia desenvolve um mecanismo capaz de suportar a construção e a reconstrução dinâmica de documentos multimídia.

Neste capítulo serão apresentados os conceitos relacionados aos sistemas distribuídos multimídia relevantes para se compreender a proposta de geração de conteúdo adaptável. As principais características dos sistemas distribuídos multimídia serão apresentadas na primeira seção. A metodologia utilizada no ServiMídia será descrita na segunda seção. Por fim, será apresentado o padrão MPEG-4 que influenciou a metodologia de geração automática proposta.

2.1 – Sistemas Distribuídos Multimídia

Os sistemas distribuídos representam um grande avanço da tecnologia, mas exigem o conhecimento sobre suas restrições frente às necessidades de transmissão das mídias que compõem o documento multimídia. Este é formado por mídias contínuas que sofrem com a imprevisibilidade da rede.

No contexto da proposta deste trabalho, é importante ressaltar os principais pontos que dificultam a transmissão dessas mídias em meios distribuídos. Eles são apresentados a seguir:

(i) a largura de banda de transmissão. A aplicação multimídia exige mais banda que a textual e, no cenário atual, milhões de usuários compartilham a mesma rede com banda limitada.

(ii) a taxa de transmissão, que influencia diretamente no atraso da apresentação. Caracterizados por serem tráfegos de tempo-real, os dados multimídia são afetados pelo atraso médio e a disponibilidade de acesso aleatório da rede.

(iii) a escassez de recursos nos computadores da rede. O fluxo de dados multimídia possui a particularidade de se apresentar em rajadas. Com a limitação do espaço de memória (*buffer*), tanto nos pontos da rede quanto no receptor, pode-se danificar ou até mesmo interromper a apresentação.

A combinação Multimídia–Internet funciona perfeitamente, se bem aproveitada. As mídias que compõem os documentos multimídia necessitam de que os recursos, tanto da rede quanto do sistema final, estejam disponíveis na hora da apresentação. Mas, em ambientes distribuídos, como a Internet, é impossível determinar quando esses recursos poderão ser utilizados. Desse modo, técnicas de admissão convencionais e reserva de recursos [4] tentam suprir essa carência, mas não são capazes de garantir a qualidade sem o desperdício de recursos e a subutilização dos mesmos [12].

Os principais pontos estudados pelos sistemas multimídia distribuídos objetivam solucionar o processamento e a comunicação desses dados sob a condição de tempo-real da rede. A QoS, termo utilizado para descrever determinadas características técnicas da transmissão de dados [12], torna-se fundamental para o controle do desempenho das apresentações, assim como a QoP, utilizada para representar a qualidade do ponto de vista do usuário [34][6].

2.1.1 – Qualidade de Serviço

A QoS trabalha ao nível de sistema, provendo serviços qualitativamente e quantitativamente melhores a um determinado tráfego. No início, a Internet estava voltada

apenas para tráfegos textuais, no qual o nível de serviço utilizado, o de melhor esforço (*best effort*), era suficiente para atender às necessidades da rede. Esse tipo de serviço não oferece a menor garantia de atraso, erro ou até mesmo de entrega dos dados.

Atualmente, a demanda por garantias na qualidade de transmissão de dados é conseqüência da diversidade de arquiteturas de redes e equipamentos de *hardware* e, principalmente, da mudança nas informações que transitam na rede. Dados multimídia, como áudio, vídeo e animações, constituem a maior parte do tráfego que antes era textual.

Os dados multimídia exigem melhor desempenho da rede para sua transmissão. Em [40] a QoS é descrita como "um conjunto de parâmetros que define as propriedades dos fluxos de mídias". Embora a aplicação multimídia possa ser considerada um fluxo contínuo de dados, o computador a trata em eventos distintos com necessidades específicas.

A definição de critérios ajuda a medir a QoS para um determinado evento. De acordo com pesquisas anteriores [6][7][16], quatro métricas determinam a qualidade para aplicações multimídia: (i) largura de Banda (*bandwidth*); (ii) atraso fim-a-fim (Delay); (iii) variação média do atraso fim-a-fim (*jitter*); e (iv) grau de confiabilidade (*relibility*).

O efeito de cada critério depende do dado transmitido (mídia) e do contexto (rede/aplicação) no qual ele está inserido. Alguns parâmetros pré-definidos completam a medida da QoS, definindo os dados quanto às suas necessidades, como: (i) orientado a desempenho: atraso fim-a-fim e taxa binária; (ii) orientado a formato: resolução de vídeo, taxa de quadros e tipo de compressão; (iii) orientado à sincronização: desvio entre o começo de seqüências de áudio e vídeo; (iv) orientado a custo: mudanças na conexão e transmissão de dados; e (v) orientado a usuário: imagem subjetiva e qualidade de som.

No contexto educacional, podem-se caracterizar os dados multimídia como sendo essencialmente orientados ao usuário, ou aluno. Portanto, embora a mensuração técnica seja válida, ela não será completa se não considerar o usuário final. Na perspectiva do usuário, a qualidade está associada à capacidade de aprendizado. Essa questão diz respeito à QoP, tornando-a uma premissa para a transmissão desse tipo de tráfego.

2.1.2 – Qualidade de Percepção

Na literatura, a QoP é definida por Ghinea [15] como "uma medida que agrega não só a satisfação do usuário com a qualidade multimídia apresentada, mas também a capacidade de assimilar, sintetizar e analisar o conteúdo das apresentações". Já segundo Clapool [6], a "qualidade perceptual de uma aplicação multimídia é baseada nas requisições dos usuários: caso estes sejam atingidos a aplicação é aceitável, caso contrário, não".

Embora haja algumas diferenças entre as definições dos autores, a QoP é a representação da QoS no ponto de vista do usuário. A definição do que pode ser considerado "aceitável" ou "ótimo" é bastante subjetiva; entretanto, a qualidade deve ser sempre considerada dentro do escopo da aplicação. Em [26] há a seguinte descrição: "A qualidade de uma apresentação direcionada para a percepção humana é definida pelo grau alcançado do objetivo de comunicação da apresentação. A meta é encontrar uma razão ótima entre a informação provida para o observador humano e a quantidade de informação que é percebida por este."

Alguns fatores, apresentados a seguir, podem ser destacados como influenciadores diretos da medida de qualidade das apresentações multimídia:

(i) observador humano – sua percepção, experiência. Estudos realizados mostram a capacidade dos sentidos humanos, como audição e visão;
(ii) informação a ser codificada. A relevância de uma informação pode ser medida de acordo com seu conteúdo, objetivo e aplicação;
(iii) ferramentas e dispositivos utilizados. O grau de interatividade da apresentação pode influenciar na forma de absorção do conteúdo;

Existem duas grandes classes de métricas para aplicações multimídia: subjetivas e objetivas. As métricas subjetivas envolvem o observador humano, sua capacidade visual e auditiva, para obter avaliações de qualidade mais confiáveis para suas imagens e vídeos. Já as métricas objetivas são baseadas em um determinado modelo matemático ou físico, na

tentativa de mapear a subjetividade da qualidade em termos dos requisitos de QoS da aplicação.

2.2 – O Projeto ServiMídia

Para suprir os desafios enfrentados pelos documentos multimídia na transmissão em meios distribuídos, o projeto ServiMídia propõe o desenvolvimento de aplicações multimídia adaptativas dentro do contexto de ensino à distância. Esse tipo de aplicação requer a absorção dos aspectos cognitivos da apresentação pelos usuários finais/alunos, apesar do ambiente de execução (Internet ou Intranet) não os favorecem. Para que diante da necessidade de adaptação da apresentação original o conteúdo não seja perdido, é preciso manter um certo nível de qualidade entre a apresentação adaptada e a original.

A metodologia de adaptação do projeto ServiMídia, descrita em [16], é baseada em documentos multimídia adaptativos. Por meio dessa metodologia, o autor define relações semânticas entre as mídias e, com isso, mantém o aspecto cognitivo das apresentações. Dentro dessa proposta, há a definição de dois arquivos distintos. O primeiro utiliza a linguagem SMIL 1.0 (*Synchronized Multimedia Integration Language*) [35] para especificar a apresentação original, que seria executada em um sistema com todos os recursos necessários disponíveis. O segundo utiliza a linguagem SCL (*Smil Control Language*) [16] e contém as informações de controle necessárias para se realizar a adaptação da apresentação.

2.2.1 – Linguagem SMIL

A linguagem SMIL pode ser melhor definida em [35]. Nesta seção serão abordados somente os elementos influentes na proposta deste trabalho.

O corpo de um documento SMIL 1.0 [35] contém informações temporais que são agrupadas por dois elementos: *par* e *seq*. O elemento *par* indica que as mídias devem ser apresentadas em paralelo, enquanto que o elemento *seq* indica que a apresentação deve ser seqüencial. Em ambos é possível estipular o início e a duração de cada mídia.

A Figura 1 mostra dois exemplos de especificação SMIL 1.0. Na Figura 1.a o elemento *par* indica que o vídeo "v" e o áudio "a" serão apresentados em paralelo. O atributo *begin* do vídeo indica que ele deve ser iniciado 6 segundos após o início da apresentação. Já o atributo *begin* do áudio indica que este será apresentado 4 segundos após o vídeo iniciar. Na Figura 1.b, o intervalo entre dois áudios é representado pelo elemento *seq*, indicando que o "a2" deverá ser reproduzido 5 segundos após o término de "a1".

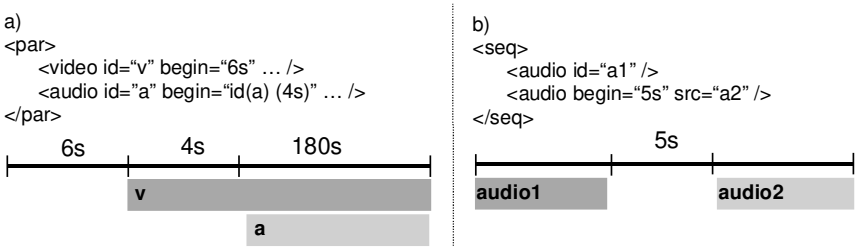


Figura 1 – Exemplo de especificação SMIL

2.2.2 – Linguagem SCL

A linguagem SCL [16], também baseada em XML (*Extended Markup Language*), foi especificada para a elaboração de arquivos de controle. Esses arquivos contêm informações necessárias à adaptação do documento SMIL. Em um arquivo SCL, são descritos os requisitos de QoS dos elementos multimídia que compõem a apresentação original e as mídias alternativas para os mesmos. As dependências condicionais existentes entre os elementos também podem ser definidas, permitindo, assim, a reestruturação da apresentação de forma coerente com a original.

Basicamente, o arquivo SCL é dividido em dois grupos de elementos: "<controls>" e "<alternatives>". O grupo "<controls>" é formado pelas informações de controle (parâmetros de QoS e dependências condicionais) relativas às mídias presentes no arquivo SMIL original. Cada elemento "<description>" presente no grupo "<controls>" possui as informações de controle referentes às respectivas mídias. O grupo "<alternatives>" é constituído por informações referentes às mídias alternativas que poderão substituir as originais na ocorrência de uma adaptação. Cada elemento "<replace>" presente no grupo "<alternatives>" representa um objeto de mídia alternativo (ou um conjunto de objetos).

A Figura 2 exibe um arquivo SCL, contendo informações para a adaptação das mídias apresentadas na Figura 1.a. No exemplo, o vídeo "v" e o áudio "a" possuem requisitos que, quando não satisfeitos, disparam a adaptação na qual a animação "an1" substitui o vídeo "v", e o texto "t1" substitui o áudio "a" .

```
<scl>
  <controls>
    <description about="V">
      <minRequirements bw="12Mbps".../>
    </description>
    <description about="A">
      <minRequirements bw="0,13Mbps" .../>
      <stoplink expr="(V:stopped)">
    </description>
  </controls>
  <alternatives>
    <replace target="V">
      <startlink expr="(V:stopped)"/>
      <resourceToSubstitute>
        <animation id="an1" ... />
      </resourceToSubstitute>
    </replace>
<replace target="A">
      <startlink expr="(A:stopped)"/>
      <resourceToSubstitute>
        <text id="T1" ... />
      </resourceToSubstitute>
    </replace>
  </alternatives>
</scl>
```

Figura 2 – Arquivo SCL

2.3 – Considerações finais

Este capítulo apresentou a visão geral dos conceitos de QoS e QoP em ambientes distribuídos, possibilitando a identificação dos principais pontos que devem ser focados quando um documento multimídia é elaborado. Em seguida, foi descrita a metodologia de adaptação do projeto ServiMídia, na qual o documento pode ser adaptado sem haver perda de semântica.

Capítulo 3

ESTRATÉGIA DE GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE CONTEÚDO

Na educação à distância, ao contrário da educação presencial, o contato entre o professor e o aluno ocorre de forma indireta. Logo, o material utilizado deve estimular o aprendizado sem a presença física do professor. As ferramentas de geração de conteúdo viabilizam esse processo e fornecem os meios necessários para que o professor estruture sua aula. O uso de recursos multimídia torna-se inevitável para o aprimoramento do material didático, porém aumenta a complexidade para os professores.

Visto que muitos professores não possuem conhecimentos em informática, o processo de geração do material didático fica comprometido. Contudo, os avanços tecnológicos produzem inúmeras vantagens para os homens e podem ser utilizados na busca da automação e simplificação de processos, como a geração de conteúdo. Neste projeto, as técnicas abordadas agem em prol do professor, facilitando essa geração de conteúdo. O objetivo é simplificar a autoria do documento multimídia didático mantendo a flexibilidade que os sistemas distribuídos demandam. Para isso, a estratégia desenvolvida utiliza a aula presencial do professor como fonte de dados cognitivos que irão compor o documento a ser disponibilizado na rede.

O processo de digitalização da aula presencial inicia-se pela separação da mesma em diversos elementos, que são capturados por um dispositivo diferente e unidos no documento final de acordo com marcas de tempo. Neste capítulo, serão abordados os métodos de edição multimídia que estão relacionados a ambientes distribuídos. Em seguida, será apresentada a estratégia de geração automática de conteúdo e sua implementação. Por último, será feita a comparação entre os métodos existentes e a proposta apresentada.

3.1 – Metodologias de Edição de Documentos Multimídia

Muitas ferramentas se destinam a elaborar apresentações multimídia que serão distribuídas em rede. Entretanto, o processo de manipulação das mídias nessas ferramentas não é trivial, o que acaba prejudicando o autor. No contexto da EAD, o autor ou usuário dessas ferramentas é o professor que pode não possuir conhecimentos tecnológico.

A flexibilidade nos métodos de edição multimídia permite a criação de apresentações que estão ligadas aos usuários finais, a determinadas ferramentas de navegação e até mesmo a recursos da rede. Além disso, se o autor possui conhecimento sobre as necessidades de um determinado usuário, é possível que ele procure adaptar a apresentação para esse usuário específico, negligenciando os demais.

Entre os métodos estudados, muitos se distinguem por utilizarem os recursos de modelos (*templates*) [37] para facilitar a elaboração dos documentos. Outra característica marcante é a abordagem em relação ao sincronismo entre imagem e som. Neste caso, os métodos se tornam complexos para quem os manuseia.

O sistema *MAEstro* (*Multimedia Authoring Enviroment*) [10] inclui diversos editores de mídias, entre eles o editor baseado em linha de tempo responsável por estruturar documentos multimídia, organizando as ações sobre a edição de mídias. Porém, as facilidades de interação nesse sistema limitam-se a um painel de controle para controlar toda a apresentação.

O CMIF (*CWI Multimedia Interchange Format*) [28] foi desenvolvido para que os autores tivessem, no mesmo ambiente, a estruturação e a manipulação da apresentação. A autoria é dividida em três visões separadas que se comunicam: hierárquica (*hierarchy view*), por canal (*channel view*), e por execução (*runtime ou player view*). Mas, como qualquer outro modelo baseado em linha de tempo, o CMIF pode confundir o autor durante a especificação da disposição temporal.

O TIEMPO (*Temporal Integrated Model to Present Multimedia-Objects*) [37] contém ferramentas de autoria e apresentação, além de tradutores para integrar documentos em notações padronizadas independentes de plataformas. O editor gráfico é baseado em linguagem própria e utiliza modelos, estruturas hierárquicas, sincronização temporal e múltiplas formas de interação. Como muitas das ferramentas de geração automática, o TIEMPO também é baseado em modelos (*templates*) fixos.

O Classroom 2000 [1] elabora documentos para WWW em dois passos. Primeiramente ocorre a captura do quadro do professor e partes de sua fala. Em seguida, a documentação textual é inserida em forma de hipertexto. Há, portanto, a necessidade de conhecimento sobre as ferramentas de geração de hipertexto, para que o documento multimídia esteja disponível na rede.

3.2 – Proposta de Geração Automática de Conteúdo

O estudo das metodologias existentes e o objetivo de simplificar o processo de geração de conteúdo, produzindo um material que estimule o aluno, resultou na busca pela automação do processo de autoria.

Para facilitar a geração de conteúdo, optou-se por trabalhar sobre a aula presencial do professor. Desta forma, o conteúdo da aula não precisaria ser reformulado para ser transmitido pela rede. Com a captura dos elementos da aula presencial, simplifica-se a passagem do conteúdo cognitivo textual para o ambiente multimídia.

Embora a captura da aula por câmeras de vídeo seja o processo mais simples, ela não é suficiente. Os arquivos produzidos são muito grandes e pouco interativos. A rede impõe que o arquivo a ser transmitido consuma a menor largura de banda possível. Portanto, a geração do material didático deve considerar as limitações da rede. De acordo com todas as necessidades levantadas, optou-se por utilizar o conceito do padrão MPEG-4 [19], i.e., dividir a aula em diversos objetos.

A separação em diversos objetos permite o manuseio independente e interações direcionadas. As características de cada objeto são preservadas e individualmente tratadas para que não onerem a rede. As interações são focadas em um objeto, permitindo que os demais permaneçam inalterados. Neste trabalho, o enfoque será sobre as interações distintas por objetos, sem considerar porém, a implementação dessas interações.

A estratégia proposta neste trabalho é baseada no conceito de fábricas. A principal característica das fábricas é a formalização dos processos e produtos, trabalhando em linha de produção, com etapas e tarefas perfeitamente definidas. Com a alta especialização das máquinas, que compõem a fábrica, cada uma garante a produtividade da etapa de produção em que está engajada, trazendo uma série de benefícios. A fábrica definida tem o objetivo de gerar um documento multimídia de forma automática. Dentro dessa definição, as máquinas são especializadas na captura de mídias que formam o ambiente de sala de aula virtual. Para a especificação das máquinas foram selecionados os pontos principais da aula presencial: a fala do professor; a escrita no quadro; a sala de aula; e o personagem do professor. Denominou-se Fábrica de Geração de Conteúdo a fábrica responsável pela captura da aula presencial.

A Fábrica de Geração de Conteúdo é composta por cinco máquinas: (i) Máquina Captura Quadro, (ii) Máquina Captura Mídias, (iii) Máquina Captura Voz, (iv) Máquina Captura Professor, e (v) Máquina SMIL. Além das máquinas, há o Centro de Controle, responsável por gerenciá-las. A fábrica é ilustrada na Figura 3.

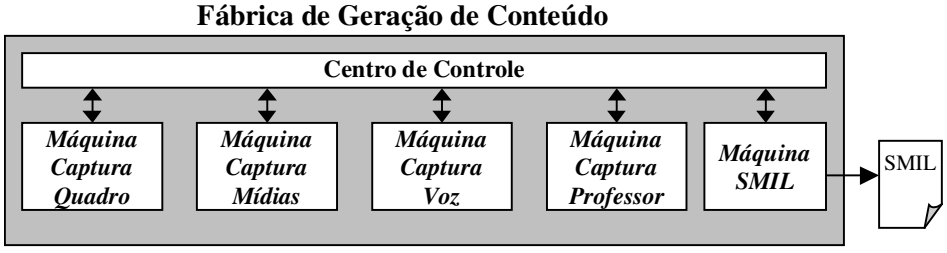


Figura 3 – Fábrica de Geração de Conteúdo

As quatro máquinas de captura agem de forma independente, gerando fluxos separados para cada tipo de captura. Esses fluxos são armazenados com marcas de tempo e organizados pelo Centro de Controle. A definição da funcionalidade de cada módulo será apresentada a seguir:

Centro de Controle

O Centro de Controle possui duas funções principais. A primeira é a interface com o usuário, que apresenta-se de forma amigável e simples para que o professor acione a captura de sua aula.

A segunda função do Centro de Controle é comandar as máquinas. O Centro é responsável por ativá-las e controlar as ações resultantes da interface com o usuário. Nesse comando, ele é capaz de requisitar as mídias capturadas e organizá-las estruturando o documento final.

Máquina Captura Quadro

O quadro negro representa o componente principal da sala de aula. É nele que o professor escreve os principais tópicos que serão abordados e complementa suas explicações orais. A função da Máquina Captura Quadro é explorar os recursos do ambiente de desenvolvimento para capturar as anotações. A mídia capturada é armazenada com estampas de tempo para manter o sincronismo com os produtos das demais máquinas. Essa máquina implementa as funcionalidades de gravação, pausa, finalização, retrocesso e avanço.

Máquina Captura Mídias

A Máquina Captura Mídias surgiu como alternativa para os professores que estão habituados a utilizarem mídias (como transparências, vídeos, imagens e vídeos) em sua aula. A função desta máquina é permitir a inclusão e exibição de mídias conforme determinado pelo usuário. A exibição é monitorada de forma que o instante de apresentação

e a permanência em tela de cada mídia sejam armazenados com estampas de tempo. Essa máquina implementa as funcionalidades de gravação, pausa, finalização, retrocesso e avanço.

Máquina Captura Voz

A explicação oral do professor permite compreender melhor o conteúdo cognitivo. Responsável pela captura da fala, a Máquina Captura Voz, comunica-se com o dispositivo de áudio e grava o fluxo oriundo do microfone. O áudio, assim como os demais fluxos, também são marcados com o instante de tempo inicial e final. Essa marcação é necessária para casos nos quais o professor gere uma pausa na gravação. Assim como as demais, ela implementa as funcionalidades de gravação, pausa, finalização, retrocesso e avanço.

Máquina Captura Professor

A figura do professor é essencial em um documento que visa a recriar o ambiente de sala de aula. A função da Máquina Captura Professor é capturar a imagem do professor. As mídias resultantes, assim como as demais, são marcadas com estampas de tempo. Ela também implementa as funcionalidades de gravação, pausa, finalização, retrocesso e avanço.

Máquina SMIL

Para compor o documento final, aplicou-se a linguagem descritiva SMIL [35]. Conforme exposto no capítulo 2, a linguagem SMIL 1.0 possui diversos elementos que permitem definir o instante de apresentação de cada objeto, a região na qual este objeto será exibido e o sincronismo dos fluxos de mídia. Além disso, é a linguagem utilizada pelo projeto ServiMídia [16]. A Máquina SMIL é responsável por descrever a aula capturada utilizando SMIL. Ela recebe as informações sobre os fluxos de mídias capturados e os transforma em um documento representando a apresentação.

3.3 – Estratégia de Captura

A especialização das máquinas permitiu o estudo direcionado sobre cada elemento a ser capturado. Dois elementos se destacaram por representarem um desafio para o processo de captura: o quadro; e o personagem do professor. Algumas tecnologias foram estudadas, para verificar a viabilidade desses processos, e serão apresentadas a seguir:

3.3.1 – O Quadro

O processo de captura do quadro pode ser feito com o auxilio do quadro eletrônico branco [18], ou de dispositivos como o Mimio [25], especializados na digitalização dos dados escritos sobre o quadro. A Figura 4.b ilustra a utilização do quadro branco eletrônico pelo professor. Esse exemplo foi retirado da metodologia de edição Classroom 2000 [1]. Nele, o professor escreve no quadro eletrônico e suas anotações aparecem nos computadores dos alunos conforme exibido na Figura 4.a.

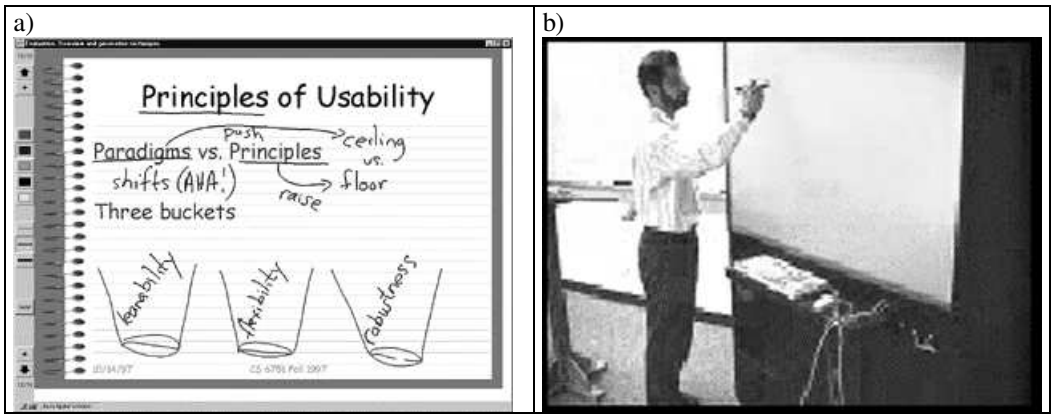


Figura 4 – Exemplo do professor utilizando o quadro eletrônico. [2]

Os dispositivos de captura digital dos quadros se conectam a um computador ou a um projetor LCD (*Liquid Cristal Display*) para criar uma grande tela iterativa. O usuário pode controlar o ambiente do computador, bem como fazer anotações na área ativa de trabalho em tempo real. Todas as funções de programa e anotação são transferidas para o computador através de canetas eletrônicas.

As informações enviadas para o computador podem ser interpretadas de duas maneiras: por meio de imagens que representam o quadro escrito ou de coordenadas que indicam a posição da caneta em determinado instante da apresentação. As imagens representam grandes arquivos e necessitam de certos recursos da rede, já a leitura e o armazenamento das coordenadas da caneta em um arquivo de bytes, apresenta-se como a solução mais viável para a geração de documentos sem que se sobrecarregue a rede.

3.3.2 – O Professor

A problemática envolvida na captura do professor está relacionada ao ambiente distribuído. A simples filmagem da aula não apenas cria um ambiente paralelo, no qual o vídeo e os demais fluxos estão sendo apresentados em regiões diferentes, como também sobrecarrega o documento multimídia ao requisitar mais recursos. A solução é capturar apenas a figura do professor, separando-o do resto da cena.

Existem diversos métodos para a realização dessa tarefa como a técnica do fundo azul, a câmera tridimensional [41] e até algoritmos complexos [11][30][32] que, além de extraírem a imagem do professor, geram um objeto 3D com as informações capturadas. A técnica do fundo azul foi imediatamente descartada, pois era preciso que o professor realizasse sua aula sem o quadro.

Os algoritmos estudados utilizam diversas visões para construir um objeto 3D. Cada visão é representada por uma imagem contendo um perfil do professor. As imagens são posteriormente combinadas por meio de cálculos vetoriais gerando o personagem 3D. Mas o fato de separarem o processo de captura do professor em dois passos prejudica a sincronização com os demais fluxos que estão sendo capturados.

A câmera tridimensional, desenvolvida pela 3DV Systems[1], é capaz de captar a distância relativa de cada pixel de um quadro. Sua tecnologia permite que o usuário capture um objeto 3D, como o professor, e manipule seus dados. A essência dessa tecnologia é a captura simultânea de cor (RGB) e profundidade (Z) para cada pixel da imagem, em vez da leitura pixel a pixel. Seu funcionamento pode ser resumido da seguinte forma: quando a luz, projetada da câmera, atinge a superfície de um objeto na cena, algumas componentes da luz retornam ao detetor. A intensidade delas indica a reflexividade, ou seja, a cor (RGB) da atual região iluminada do objeto alvo, o tempo entre a transmissão e o retorno dessas componentes é utilizado para calcular a distância até o ponto iluminado, retornando a profundidade (Z). Esse processo pode ser visualizado na Figura 5.

A posse da informação de profundidade permite a separação automática de objetos da imagem em tempo real, eliminando, assim, a necessidade do tradicional fundo azul utilizado para efeitos especiais. Essa separação possibilita também a divisão em objetos para a transmissão, utilizando o sistema de compressão MPEG-4 [19].

Figura 5 – Efeitos da Zcam. No primeiro quadro, tem-se um exemplo de separação por profundidade e, no segundo, a troca do fundo, sem a utilização do tradicional fundo azul.

[1] Grupo de vinte engenheiros que desde 1996 é coordenado por Rafael Development e Vision-Sciences, nos EUA. O grupo opera também com uma aliança estratégica com a Asahi Optical, controladora da Pentax brand.

A tecnologia inclui ainda as seguintes características: (i) taxa acima de trinta quadros por segundo; (ii) controle dinâmico de distância em tempo real, possibilitando a visualização de objetos através da distância relativa à câmera; e (ii) facilidade de operação.

3.4 – Execução da Proposta – NetGiz Estúdio

Com o objetivo de avaliar funcionalmente a estratégia de geração automática, foi desenvolvida a ferramenta denominada NetGiz Estúdio. Nesta seção, serão detalhados o ambiente de desenvolvimento escolhido e a implementação da ferramenta.

3.4.1 – Ambiente de Desenvolvimento

O ambiente de desenvolvimento utilizado para a elaboração do protótipo é composto por um computador pessoal com 64Mb RAM, placas de som e de vídeo, microfone profissional WM-308, *WebCam* da *Creative Labs* e sistema operacional Windows. Como linguagem de programação, foi utilizado o *Borland Delphi* versão 5.0. O ambiente simulado pelo protótipo é ilustrado na Figura 6.

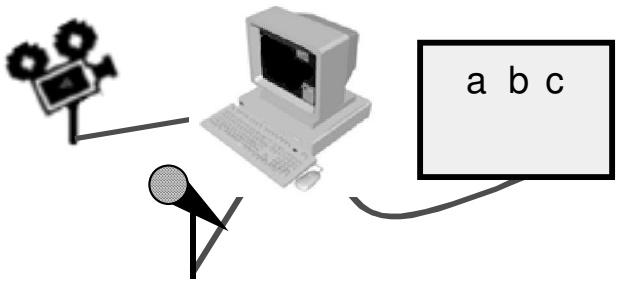


Figura 6 – Ambiente simulado pelo protótipo.

Técnica de Componentes

Toda a programação utilizou a técnica de orientação a objetos, que garante a reutilização de código. O conceito de componentes visuais existente no Borland Delphi foi empregado também com o propósito de reutilizar os códigos de forma fácil. O Borland Delphi permite a criação de componentes visuais e a adição dos mesmos em sua barra de objetos. Esta funcionalidade facilita a inserção dos componentes nos formulários.

Os objetos transformados em componentes visuais são aqueles que lidam com os dispositivos de captura. A Figura 7 ilustra os componentes inseridos na barra de objetos do Delphi: TMicrophone, TMediaShow, TCamera e TWhiteBoard. Cada um deles é melhor explicado na definição das classes no apêndice B deste trabalho.

Figura 7 – Componentes Visuais

No decorrer do desenvolvimento, todos os componentes visuais foram testados individualmente para verificar a viabilidade da captura dos fluxos da aula. As vantagens e desvantagens da ferramenta serão apresentadas durante a descrição dos objetos implementados.

Programação em Ambiente Windows

Ao longo do desenvolvimento do projeto, diversas pesquisas foram realizadas com os dispositivos de captura, visando ampliar o conhecimento nessa área e selecionar os meios alternativos mais próximos do ambiente ideal de captura.

A plataforma da Microsoft® possui interfaces de programação denominadas API (*Aplication Programing Interface*) [27]. Com as APIs, os aplicativos Win32 podem desenhar e imprimir em uma variedade de dispositivos. O *software* que suporta esse dispositivo independente está dentro de suas bibliotecas dinâmicas. Uma delas é a GDI (*Graphics Device Interface*), que corresponde ao dispositivo de interface gráfica. As funcionalidades da GDI permitem o controle sobre o desenho nas interfaces do aplicativo.

A comunicação direta com a placa de som também pode ser realizada através de outra API, denominada MCI (*Media Control Interface*). Segundo [8]:

A MCI do Windows é um conjunto de comandos de alto nível, que fornece um método independente de controle de dispositivos multimídia (som, vídeo, música, etc.) e dos arquivos que eles usam, chamados recursos. Os recursos podem ser identificados como arquivos de áudio, CD-ROM, microfones, entre outros.

3.4.2 – Casos de Uso

Utilizando o conceito de Fábrica de Geração de Conteúdo, a ferramenta desenvolvida foi denominada NetGiz Estúdio. Sua implementação será descrita utilizando o auxílio da UML [24] (*Unified Model Language*) para a descrição dos principais casos de uso, dos diagramas de seqüência e das classes implementadas.

Os quatro componentes visuais desenvolvidos – TMicrophone, TMediaShow, TWhiteBoard e TCamera – implementam as funcionalidades de captura requeridas pelas máquinas da fábrica. Para que o arquivo final contendo a descrição das mídias capturadas fosse gerado utilizando a linguagem SMIL, a classe TParserSMIL foi desenvolvida, completando, assim, as cinco máquinas definidas na arquitetura. Essas máquinas são controladas pela classe TControlClass, que realiza o papel do Centro de Controle, sendo responsável pela troca de mensagens entre o usuário e os dispositivos. As mensagens trocadas podem ser definidas como inicializar dispositivo, gravar, parar, pausar, apresentar e salvar.

As funcionalidades implementadas são melhores descritas pelos casos de uso. Foram idealizadas e implementadas as principais ações do professor na construção do conteúdo cognitivo. Os casos de uso apresentados a seguir ilustram essas ações e exemplificam o funcionamento interno da ferramenta.

Caso de Uso 1: Criar Novo Documento

- **Ator:** Professor.
- **Finalidade:** Iniciar os dispositivos para a captura da aula.

- **Visão Geral:** O professor seleciona a opção de "Novo Documento" exibida na interface da ferramenta. A interface requisita a entrada do nome do projeto que o identificará nas etapas subsequentes do processo. Por fim, é criada uma instância o Centro de Controle através da classe TControlClass e exibidas as opções de inserir mídias e capturar aula.

- **Seqüência de Eventos:**

☺	O professor seleciona a opção de "Novo Documento"
💻	A interface requisita o nome do projeto
☺	O professor digita o nome desejado
💻	A interface cria a instância do centro de controle e exibe as opções de inserir mídias e capturar aula.
💻	O sistema aguarda próximo comando.

☺	Ação do ator
💻	Ação da ferramenta

Caso de Uso 2: Inserir Mídias

- **Ator:** Professor

- **Finalidade:** Permitir a inclusão de mídias para auxiliar a aula do professor. É importante ressaltar que esse passo não é obrigatório. Ele pode ser utilizado por professores mais experientes que queiram incrementar sua aula.

- **Visão Geral:** O professor seleciona a opção de "Preparar Dados Multimídia". A interface principal exibe um formulário para a inclusão das mídias. Depois de selecionar as mídias e confirmar, o Centro de Controle é acionado. Em seguida, o Centro de Controle cria a instância da Máquina Captura Mídias através da classe TMediaShow e envia as mídias recebidas.

- **Seqüência de Eventos:**

☺	O professor seleciona a opção de "Preparar Dados Multimídia"
💻	A interface exibe o formulário para inclusão das mídias
☺	O professor busca as mídias desejadas.
☺	O professor organiza as mídias de acordo com a seqüência em que deseja apresentar.
☺	O professor confirma a inclusão.

☺	Ação do ator
💻	Ação da ferramenta

	O Centro de Controle é acionado e as mídias são enviadas.
	O Centro de Controle cria a instância da Máquina Captura Mídias.
	O Centro de Controle envia a seqüência de mídias recebidas da interface para a Máquina Captura Mídias.
	O Sistema aguarda próxima instrução.

Caso de Uso 3: Capturar Aula

- **Ator:** Professor
- **Finalidade:** Exibir a tela de captura da aula e os controles para que o professor inicie sua geração de conteúdo.
- **Visão Geral:** O professor seleciona a opção de "capturar aula". A interface principal exibe a Interface de Captura e os controles de gravação disponíveis para o professor. O Centro de Controle cria as instâncias das demais máquinas através das classes TMicrophone, TWhiteBoard e TCamera. O Centro de Controle começa a monitorar as ações do professor.
- **Seqüência de Eventos:**

	O professor seleciona a opção de "Capturar Aula".
	A interface de captura é exibida.
	Os controles de gravação são apresentados.
	O Centro de Controle é ativado e cria as instâncias das demais máquinas.
	O Centro de Controle aguarda a próxima instrução.

	Ação do ator
	Ação da ferramenta

Caso de Uso 4: Inicializar Captura.

- **Ator:** Professor
- **Finalidade:** Acionar os dispositivos para que comecem a gravar a aula do professor.

- **Visão Geral:** O centro de controle envia a mensagem de gravação para os dispositivos. Cada dispositivo aciona o seu método de gravação.

- **Seqüência de Eventos:**

☺	O professor seleciona a opção de "Gravar Aula".
💻	O Centro de controle envia para as máquinas a Mensagem de inicializar gravação.
💻	Os dispositivos iniciam seus métodos de gravação.

☺	Ação do ator
💻	Ação da ferramenta

Caso de Uso 5: Finalizar Captura.

- **Ator:** Professor

- **Finalidade:** Acionar os dispositivos para que finalizem a gravação da aula do professor.

- **Visão Geral:** O Centro de Controle envia a mensagem de fim da gravação para os dispositivos. Cada dispositivo finaliza seu método de gravação.

- **Seqüência de Eventos:**

☺	O professor seleciona a opção de "Parar Aula".
💻	O Centro de controle envia para as máquinas a Mensagem de fim da gravação.
💻	Os dispositivos finalizam seus métodos de gravação

☺	Ação do ator
💻	Ação da ferramenta

Caso de Uso 6: Salvar Aula Capturada.

- **Ator:** Professor

- **Finalidade:** Gerar o arquivo SMIL contendo a aula capturada.

- **Visão Geral:** O Centro de Controle requisita às máquinas as mídias capturadas. Em seguida, constrói a estrutura contendo a descrição das mídias capturadas e como devem estar dispostas no arquivo para montar a apresentação. O Centro de

Controle então, cria a instância da Máquina SMIL (classe TParserSMIL) enviando essa estrutura. A Máquina SMIL salva a descrição das mídias em formato SMIL.

- **Seqüência de Eventos:**

☺	O professor seleciona a opção de "Salvar Aula".
💻	O Centro de controle requisita às máquinas as mídias que foram capturadas.
💻	O Centro de Controle monta a estrutura em que as mídias devem estar dispostas no arquivo final.
💻	O Centro de Controle cria a instância da Máquina SMIL.
💻	O Centro de Controle envia a estrutura SMIL e o nome do arquivo em que deve ser salvo à Máquina SMIL.
💻	A Máquina SMIL salva o arquivo no formato SMIL.
💻	A Máquina SMIL informa ao Centro de Controle que o arquivo foi salvo.
💻	A Máquina SMIL é destruída.

☺	Ação do ator
💻	Ação da ferramenta

3.4.3 – Diagrama de Seqüência

Os diagramas de seqüência representam as interações entre os objetos da ferramenta e ajudam a explicar melhor a metodologia de implementação utilizada. O primeiro diagrama, Figura 8, ilustra o processo de inicialização de um projeto seguido da inclusão de mídias que serão futuramente apresentadas. O Centro de Controle é criado assim que o usuário preenche o nome do novo projeto. Ele permanece à espera de novos comandos como o de inclusão de mídias para a apresentação. Neste momento, ele cria a Máquina Captura Mídias e volta a aguardar por novas instruções.

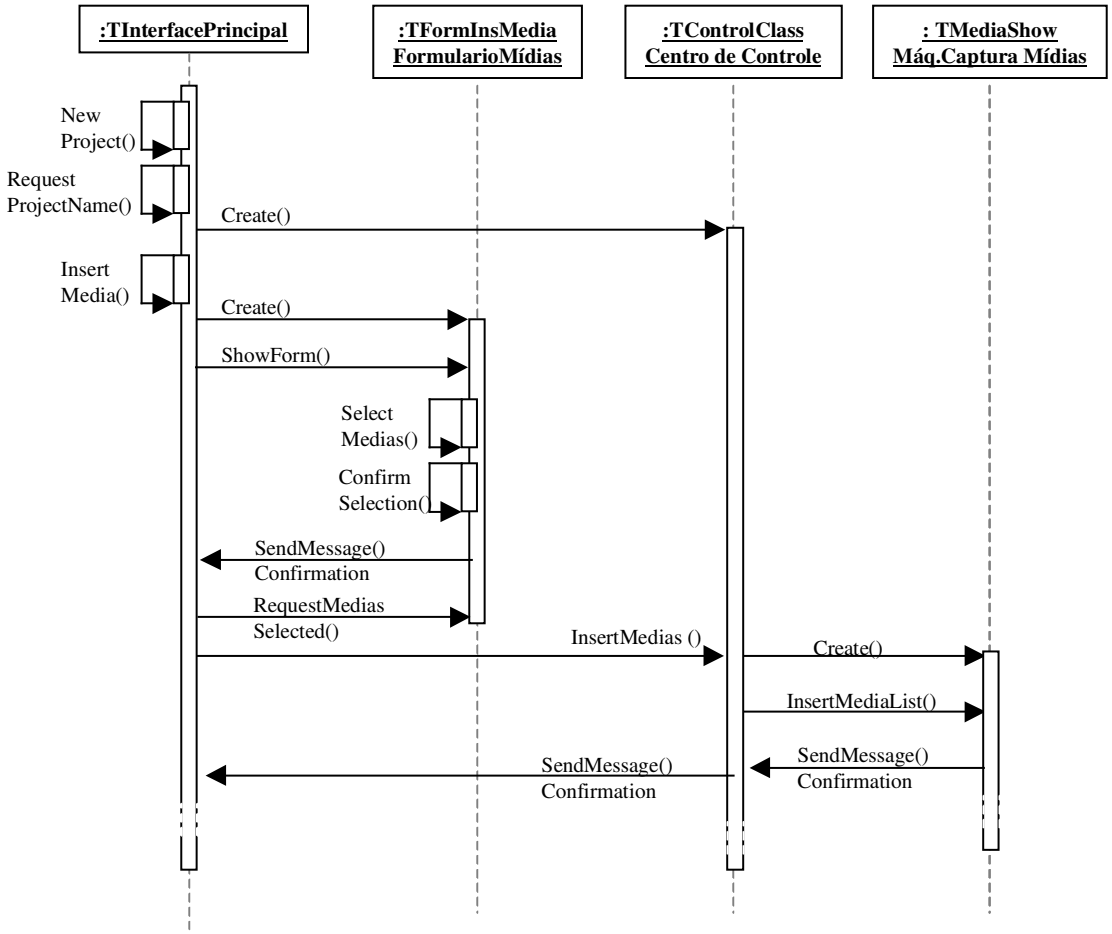


Figura 8 – Diagrama de Seqüência Iniciar Projeto

O segundo diagrama, Figura 9, ilustra a ação de iniciar a captura da aula. Dois processos podem ser separados de acordo com a interação com o usuário: (i) a exibição da interface de captura; e (ii) a gravação da aula. Ao requisitar o módulo de captura da aula, o usuário dispara a criação das demais máquinas de captura.

Conforme descrição anterior, se o usuário selecionar a inclusão de mídias, no passo de elaboração de um novo projeto, a Máquina Captura Mídias já terá sido criada. Caso contrário, essa máquina permanece inativa. A criação da Máquina Captura Mídias foi propositadamente separada para que não fosse criada uma instância sem estar sendo utilizada. Todas as trocas de mensagens entre o Centro de Controle e as máquinas só ocorrem se as mesmas estiverem criadas. O acionamento seqüencial das classes, no

momento de gravação, não atrapalha o desempenho da ferramenta, uma vez que representa uma diferença de milisegundos que é compensada pelo momento inicial da aula.

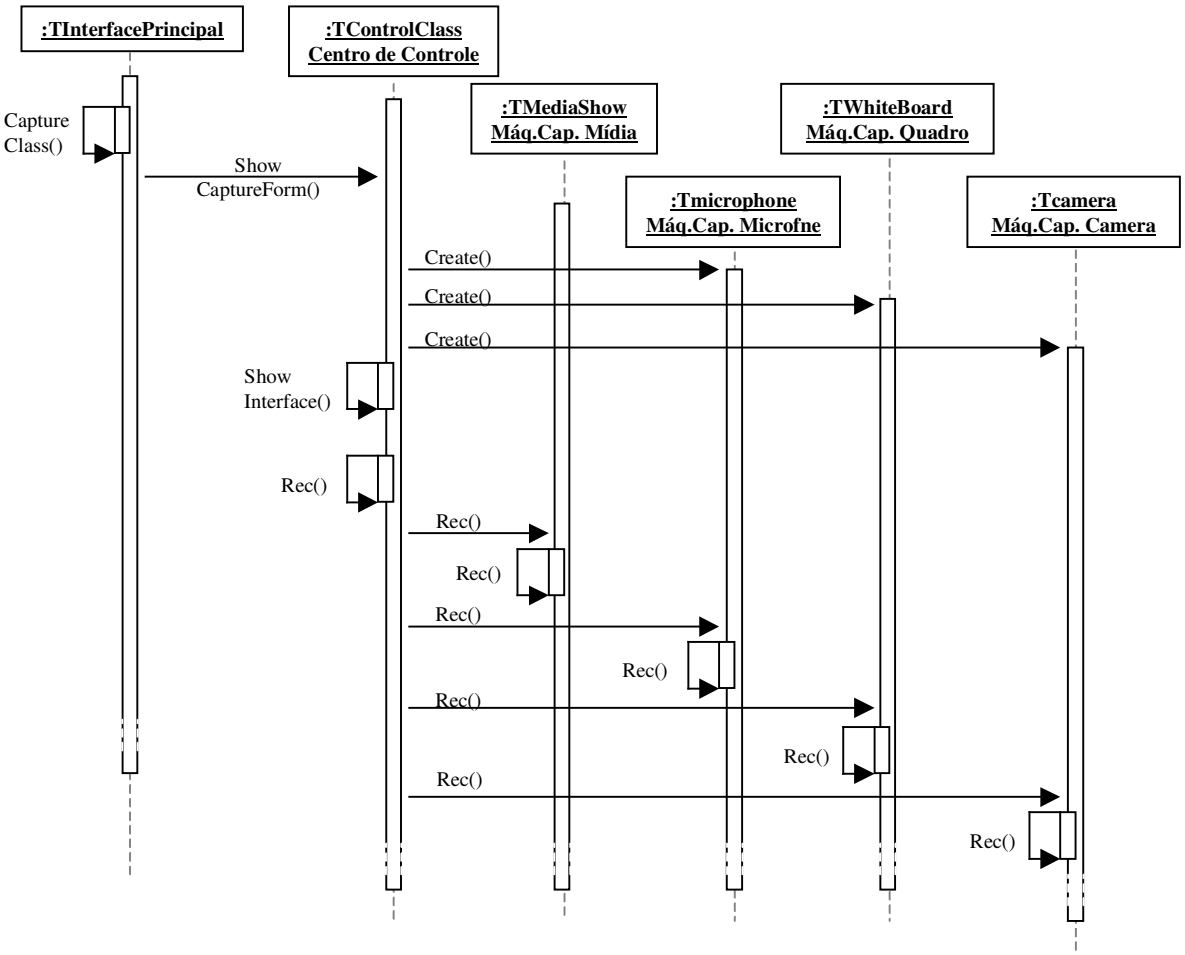


Figura 9 – Diagrama de Seqüência Iniciar Captura

A descrição do processo de parar a gravação da aula é similar ao de gravar, por isso não será ilustrado. O terceiro diagrama, Figura 10, ilustra o processo de salvar a aula capturada. O Centro de Controle requisita a cada uma das máquinas de captura a referência sobre a mídia capturada. Internamente, ele monta uma estrutura SMIL para a representação da aula capturada. Em seguida, cria a Máquina SMIL e envia a estrutura para que seja salva.

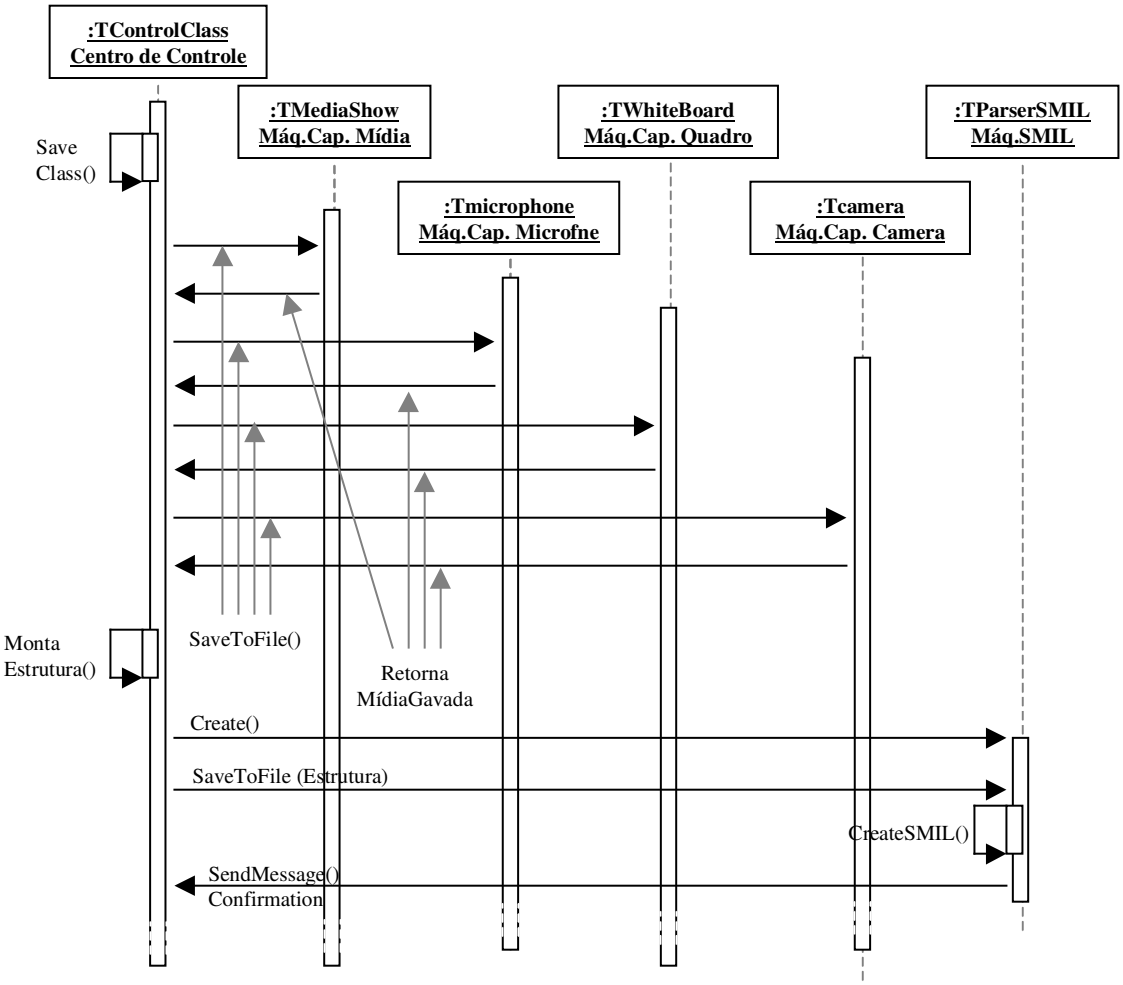


Figura 10 – Diagrama de Seqüência Salvar Documento

3.4.4 – Implementação da Ferramenta

As classes que implementam as máquinas descritas a seguir estão definidas no apêndice B desta dissertação.

Máquina Captura Quadro

Estudos realizados sobre os dispositivos de captura do quadro branco mostraram que a caneta eletrônica funciona como o *mouse*. Implementada pela classe TWhiteBoard a captura do quadro foi simulada através do armazenamento das coordenadas do *mouse* na tela. Em um ambiente gráfico, definiu-se um editor gráfico através do qual o usuário pode

realizar suas anotações. Para manter o sincronismo com os demais fluxos, a leitura das coordenadas é marcada com instantes de tempo. O resultado é o conjunto de pontos, representados pelo trio (x, y, t_i), no qual x e y são as coordenadas da caneta no quadro e t_i o instante de sua captura. Esse trio é adaptado para a região de espaço e tempo em que ocorre a apresentação do documento.

Os pontos são salvos em um arquivo com extensão *wbp* e identificados como animação no arquivo SMIL final. Os arquivos *wbp* são caracterizados por serem pequenos e não necessitarem de muita banda para sua transmissão.

Máquina Captura Voz

A captura do fluxo de áudio foi implementada pela classe TMicrophone, que usa a MCI para a interface com os dispositivos de áudio. O áudio gravado é marcado com o instante inicial e final da gravação e devidamente inserido no documento multimídia. A desvantagem na utilização da MCI está na codificação do arquivo final, ele utiliza a codificação PCM (*Pulse Code Modulation*) e 8 bits de armazenamento das amostras, o que prejudica a qualidade da mídia gerada.

Máquina Captura Professor

A captura do professor utilizou o pior caso, no qual todo o ambiente é filmado e transformado em um vídeo. Para os testes de captura do professor foi utilizada uma *WebCam*. Todavia, os resultados não foram satisfatórios, pois a qualidade do vídeo obtida era ruim e, embora tenha sido criado um componente visual para a captura da câmera, ele não foi utilizado durante a fase de testes da ferramenta, capítulo 5. Esse fato não impossibilitou a captura, apenas alterou a estrutura do documento final. O componente gerado, TCamera, é apresentado para fins de compreensão da metodologia de implementação.

Máquina Captura Mídias

Essa máquina foi implementada pela classe TMediaShow. Ela permite a inserção e ordenação das mídias de acordo com a apresentação. Cada mídia tem o formato (*nome,* t_i, t_f), no qual t_i é o instante de exibição inicial e t_f o instante final da mídia na tela. De acordo com o tipo da mídia um dispositivo de exibição é acionado para apresentá-la.

Máquina SMIL

A Máquina SMIL foi implementada pela classe TParserSMIL, o algoritmo utiliza a estrutura montada pelo Centro de Controle para transcrever os requisitos para a estrutura SMIL. A construção do documento de controle é baseada no DTD do SMIL 1.0.

3.5 – Comparação com Outras Abordagens

Como afirmado anteriormente, seção 3.1, várias abordagens têm por fim a autoria de documentos multimídia que serão disponibilizados em ambientes distribuídos. Neste projeto tentou-se agregar as características de ambiente adaptável e sincronização de fluxos, existentes nas abordagens MAEstro, CMIF e TIEMPO, com a facilidade de iteração existente no Classroom 2000. A Tabela 1 compara os métodos estudados com a metodologia de geração automática proposta neste capítulo.

Abordagens	*Ambiente Adaptável*	*Sincronização dos Fluxos*	*Interface com o Autor*
MAEstro	SIM	SIM	Painel de Controle
CMIF	SIM	SIM	Disposição Temporal Confusa
TIEMPO	SIM	SIM	Modelos (*templates*)
Classroom 2000	NÃO	NÃO	Ferramentas de Hipertextos
NetGiz	SIM	SIM	Ferramenta de Captura

Tabela 1 – Comparação entre as diversas abordagens estudadas.

3.6 – Considerações finais

Este capítulo abordou, inicialmente, alguns métodos de edição multimídia e apontou as dificuldades de manuseio caso o autor não possua conhecimentos tecnológicos. Em seguida, foi apresentada uma estratégia de captura da aula presencial do professor como fonte de geração do conteúdo cognitivo. Nela a aula é divida em vários objetos, que são combinados em um arquivo final (SMIL), gerando uma apresentação mais flexível. A arquitetura da ferramenta que é baseada no conceito de fábrica, na qual as máquinas representam os módulos de captura da aula. Esse modelo garante a definição detalhada da funcionalidade de cada máquina e a qualidade do produto final. Cada fluxo é capturado por tecnologias como o quadro branco eletrônico, a câmera tridimensional e o microfone.

Na seqüência, foram apresentados o ambiente e a metodologia de implementação da ferramenta. O desenvolvimento é baseado em orientação a objeto. Os principais módulos de captura foram transformados em componentes visuais para Borland Delphi, o que possibilita uma maior flexibilidade para futuras implementações. A ferramenta contemplou as principais ações do professor durante a geração de conteúdo. Os diagramas referentes à implementação foram definidos utilizando UML. Por fim, foi realizada uma comparação com os métodos de edição estudados.

Capítulo 4

FERRAMENTA DE AGREGAÇÃO DOS REQUISITOS DE ADAPTABILIDADE

Como o conteúdo gerado utiliza a rede como meio de transmissão, há a necessidade de especificação de um método de adaptação para o documento multimídia gerado. O projeto ServiMídia prevê a adaptação de documentos multimídia através de arquivos de controles contendo mídias alternativas. Nesse caso, a problemática passa a ser a agregação da funcionalidade também de forma automática, sem grandes impactos para o professor.

Neste capítulo, inicialmente, é detalhada a metodologia de adaptação do projeto ServiMídia [16]. Em seguida, a estratégia de adaptação, baseada no conceito de fábrica, é apresentada. Com a especialização dos módulos da fábrica é possível especificar diferentes métodos de adaptação. Alguns desses métodos são propostos para serem avaliados. Por fim, é descrita a implementação da ferramenta utilizando os recursos da UML.

4.1 – Metodologia de Adaptação do Projeto ServiMídia

O projeto ServiMídia [16] define dois níveis de adaptação que visam suavizar o impacto das apresentações sobre os usuários finais. O primeiro nível, denominado suave (*soft*), é aplicado sobre as mídias individualmente, e a adaptação ocorre no nível de codificação da mídia. O segundo nível, denominado forte (*hard*), é executado sob as mídias com base nas informações de adaptação (dependências condicionais) especificadas no arquivo de controle. Os arquivos de controle contêm as informações necessárias para a geração dos documentos adaptados, portanto o segundo nível de adaptação exige do professor o conhecimento sobre as características das mídias.

As dependências condicionais [9] definem as relações entre as mídias e desempenham um papel fundamental durante as adaptações, pois asseguram que a apresentação adaptada seja semanticamente equivalente à original. Para o controle das adaptações, o projeto ServiMídia define a linguagem SCL baseada em XML, na qual o autor descreve as informações necessárias para a realização dos dois níveis de adaptação.

No arquivo SCL são descritas as variantes de QoS para os elementos multimídia que compõem a apresentação original, as mídias alternativas e as condições para que as mesmas se tornem ativas. A linguagem SCL é flexível e permite ao autor especificar inconsistências no arquivo de controle. Essas inconsistências foram apontadas e solucionadas em [29] por meio da validação da estrutura de adaptação.

Basicamente, a metodologia de adaptação segue a arquitetura do sistema, Figura 11, e pode ser resumida da seguinte forma: O arquivo SMIL, contendo a apresentação original, é resgatado do servidor (*Media Server*) juntamente com o arquivo de controle SCL. Na máquina do cliente (*Media Client*), enquanto o *SPlayer* apresenta o arquivo SMIL, o SCL é enviado ao *Adapter,* que separa as informações de QoS e as envia ao *QoS Agent*. O *QoS Agent* monitora os fluxos de mídias e sinaliza ao *Adapter* quando algum dos requisitos de QoS é violado. Nesse caso, baseado nas informações contidas no arquivo SCL, o *Adapter* elabora um novo documento SMIL (apresentação adaptada) e envia-o ao *SPlayer*.

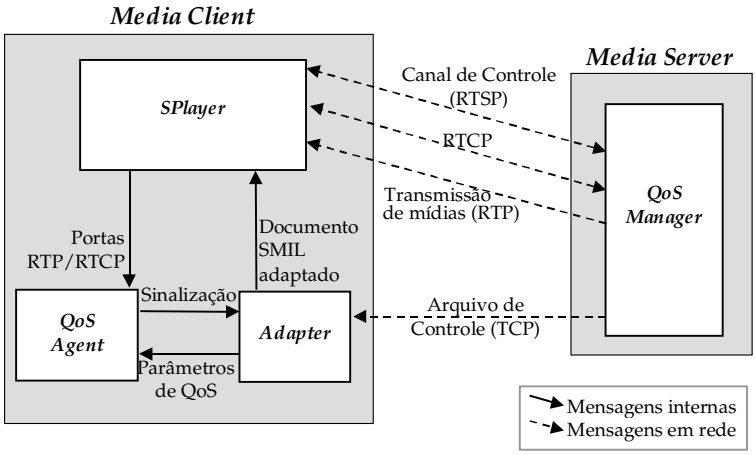


Figura 11 – Módulos principais da arquitetura do Projeto ServiMídia. [16]

De acordo com a metodologia do projeto ServiMídia, quatro premissas podem ser ressaltadas para a elaboração da estratégia de edição automática: (i) as dependências condicionais entre as mídias precisam ser mantidas; (ii) os requisitos de QoS precisam ser mapeados para o arquivo de controle; (iii) o arquivo de controle precisa estar descrito na linguagem SCL; e (iv) as inconsistências precisam ser tratadas.

4.2 – Proposta de Agregação da Adaptabilidade

A estratégia de agregação dos requisitos de adaptabilidade segue o mesmo conceito de fábrica desenvolvido para a geração automática de conteúdo. Para que o produto final possua qualidade, é preciso definir máquinas com objetivos específicos. Nesta fábrica, diferente da Fábrica de Geração de Conteúdo, o processo de produção não é paralelo, gerando a necessidade do detalhamento das fases para que cada executor tenha perfeito conhecimento do que o antecede, assim como dos eventos subseqüentes. Ao tornar o processo modular e serial, cada fase pode ser explorada ao máximo para se obter uma ferramenta capaz de gerar, com qualidade, um documento adaptável.

O objetivo da Fábrica de Agregação da Adaptabilidade é a geração do arquivo de controle de acordo com o documento multimídia gerado pela Fábrica de Geração de Conteúdo. Para compor esse processo a fábrica é composta por seis módulos: (i) Centro de Controle; (ii) Máquina SMIL; (iii) Máquina de Homologação; (iv) Máquina de Adaptação; (v) Máquina SCL e (vi) Banco de Parâmetros. A arquitetura proposta pode ser observada pela Figura 12.

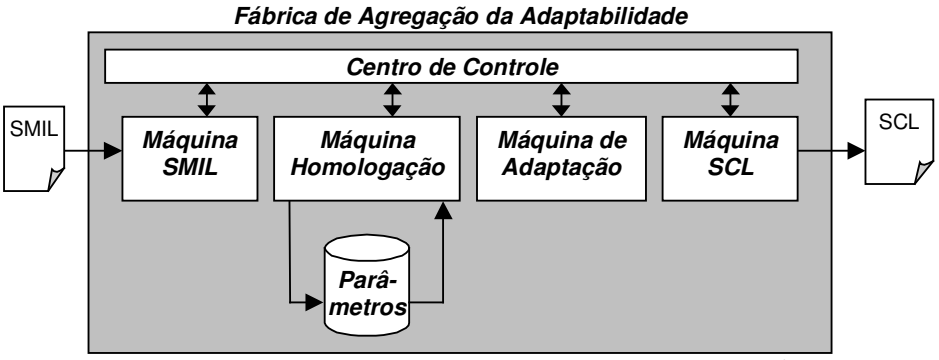


Figura 12 – Principais Componentes da Edição Automática

Conforme descrito anteriormente, na Fábrica de Agregação da Adaptabilidade, as máquinas trabalham de forma serial para a geração do arquivo SCL. As fases implementadas por cada uma delas serão descritas a seguir.

Máquina SMIL

A Máquina SMIL abre o documento SMIL 1.0 e gera o diagrama de estados da apresentação. No diagrama, cada estado possui seu instante inicial t_i, seu instante final t_f e as mídias ativas AM (*Active Medias*). O diagrama é construído baseado nas informações contidas nos elementos <*par*> e <*seq*>, da seguinte forma: partindo do estado inicial S1 (t_i = 0), no qual nenhuma mídia está ativa, cada estado S_i subseqüente possui o grupo de mídias ativas AM (*Active Medias*) em seu intervalo de tempo (t_i a t_f). As transições têm origem no estado S_i e destino S_{i+1}, sendo elas formadas pelo início (t_i) ou término (t_f) da apresentação de uma mídia. Portanto, o intervalo de tempo de um estado s_i é determinado pelo instante de início ou término de mídias. As Figura 13.a e b mostram, respectivamente, os diagramas de estados dos arquivos SMIL representados nas Figura 1.a e b.

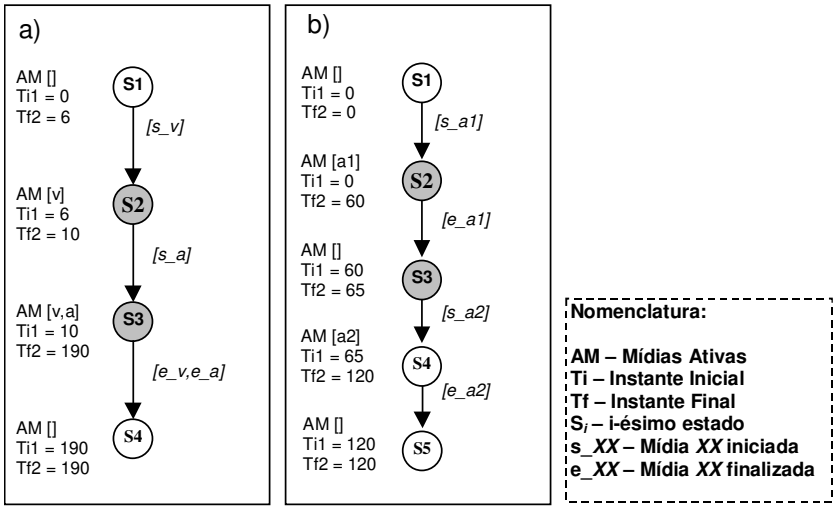


Figura 13 – Diagrama de estados do arquivo SMIL

Máquina de Homologação

Essa máquina analisa os estados do diagrama e aponta as mídias que precisam ser adaptadas. Cada estado é analisado levando em consideração o ambiente de rede e a

importância das mídias no contexto da apresentação. Este fato permite flexibilizar a geração do documento adaptado, tornando-o mais próximo do original e de acordo com as limitações da rede em que será transmitido.

A informação das mídias que precisam ser adaptadas é preenchida levando em consideração as dependências entre elas e a possibilidade de inconsistência no documento de controle. O esquema adotado pelo ServiMídia, de definição de links condicionais entre pares (ou grupos) de mídias, permite que ocorra um encadeamento indesejável de links provocando algum tipo de inconsistência semântica nas informações de adaptação. As inconsistências podem causar um comportamento indesejável nos mecanismos de adaptação (mais especificamente, do mecanismo de adaptação forte).

Como abordado em [29], esse procedimento é essencial para que o arquivo final esteja consistente. As inconsistências mais comuns são: (i) links condicionais redundantes; (ii) expressões condicionais de links, nas quais os objetos são mutuamente exclusivos, impedindo que o mesmo seja disparado; e (iii) links dependentes do tempo de execução das mídias.

Banco de Parâmetros

O Banco de Parâmetros é modelado de forma a parametrizar as informações que serão utilizadas pela Máquina de Homologação. Desta forma, ele contém os requisitos da rede, da prioridade de adaptação das mídias e das possíveis dependências entre elas. A prioridade das mídias é classificada utilizando a escala de 1 a 10. Sendo o valor 10 correspondente a alta necessidade de adaptação, 5 a necessidade regular e 1 necessidade baixa de adaptação.

Máquina de Adaptação

A Máquina de Adaptação recebe as mídias selecionadas pela Máquina de Homologação e gera a estrutura de mídias que as substituirão. O produto dessa máquina é a estrutura de adaptação do documento original. Como será apresentado mais adiante, foram sugeridos diversos métodos para a implementação dessa máquina.

Máquina SCL

A Máquina SCL recebe a estrutura adaptada e gera o arquivo de controle SCL baseado na linguagem definida pelo DTD do SCL. Conforme descrito na seção 2.2.2, a linguagem SCL é formada pelas informações de controle relativas às mídias presentes no arquivo SMIL original.

Centro de Controle

O Centro de Controle é a unidade responsável pela comunicação entre o usuário e as máquinas. Seu principal objetivo é fornecer interface clara e amigável ao professor. A idéia é ajudar ao professor a construir um documento adaptado para sua apresentação, utilizando todos os recursos possíveis para minimizar a falta de conhecimento tecnológico.

A função mais importante desempenhada pelo Centro de Controle é o comando das máquinas por meio da coordenação das etapas de geração do arquivo SCL. O Centro de Controle é capaz de ativar e desativar uma máquina de acordo com a etapa do processo.

4.3 – Estratégias de Adaptação

A flexibilidade da proposta de agregação da adaptabilidade permite a especificação de diversas estratégias de adaptação. O enfoque das adaptações é baseado em dois tipos de mídias: áudio e vídeo. Tais mídias são conhecidas por requisitarem grandes recursos da rede, pois precisam ser transferidas a taxas constantes. Caso ocorram falhas na transmissão, elas são refletidas diretamente na apresentação prejudicando o perfeito entendimento do conteúdo. Como o objetivo final é educar, não pode ser permitido que tal fato ocorra. As mídias do tipo animação são avaliadas como sendo as anotações do professor no quadro branco, pois é assim que elas são salvas. Os métodos propostos a seguir manipulam tanto a Máquina de Adaptação quanto a Máquina de Homologação em busca do melhor método adaptativo.

4.3.1 – Métodos de Adaptação

Neste trabalho serão focados quatro métodos que permitirão analisar a melhor estratégia de adaptação. Esses métodos variam quanto a forma de adaptar as mídias e quanto a escolha de quais mídias serão adaptadas. A seleção das mídias segue as prioridades definidas no Banco de Parâmetros. Cada mídia recebe um valor de 1 a 10, sendo 10 correspondente a alta necessidade de adaptação, 5 a necessidade regular e 1 necessidade baixa de adaptação. A Máquina de Homologação utiliza dois limites para a seleção das mídias prioritárias para adaptação, o limite cinco quando há uma necessidade alta de adaptação e o limite sete quando há uma necessidade baixa de adaptação, i.e., as mídias acima destes limites são selecionadas para serem adaptadas. Todavia, caso nenhuma mídia esteja acima do limite é selecionada a mídia mais prioritária. Os métodos descritos a seguir, utilizam as prioridades das mídias e os limites para indicar quais devem ser adaptadas.

Método Redução

O objetivo deste método é gerar rapidamente o documento adaptado sem a ajuda do professor. Para manter a semântica e diminuir a banda passante, a estratégia utilizada é a redução da qualidade da mídia. A Tabela 2 ilustra a configuração de prioridades de adaptação das mídias. Mídias como vídeo e áudio são consideradas críticas para a rede e portanto, são priorizadas para serem adaptadas.

Mídias	Prioridade
Vídeo	10
Áudio	9
Imagem	6
Texto	1
Animação	3

Tabela 2 – Prioridade das Mídias para o Método Redução

A imagem, inicialmente, foi marcada com prioridade três, porém, durante os testes verificou-se a necessidade de alteração desta prioridade para seis. Esse fato ocorreu por

causa da possibilidade de inserção de mídias pelo professor, permitindo assim, a inclusão de imagens não comprimidas e que necessitam de adaptação.

Método Cortes Banda Máxima

A estratégia deste método é realizar cortes sobre determinadas mídias sem degradar a qualidade das demais. O áudio, segundo Steinmetz [34], é essencial para a compreensão do contexto da apresentação e no contexto da educação, a explicação oral do professor é extremamente importante para a perfeita compreensão do conteúdo cognitivo. Logo, o áudio é considerado mídia essencial do documento. Este tipo de mídia necessita de razoável largura de banda para ser transmitida. Por isso, este método é denominado Corte Banda Máxima. Como pode ser observado pela Tabela 3, o áudio é a última mídia que deverá sofrer alguma alteração. Todas as demais mídias que se apresentarem paralelamente poderão ser eliminadas.

Mídias	Prioridade
Vídeo	10
Áudio	1
Imagem	5
Texto	3
Animação	3

Tabela 3 – Prioridade das mídias para o Método Corte Banda Máxima

Método Cortes Banda Mínima

O método Cortes Banda Mínima propõe o corte de mídias sem considerar sua importância no contexto do documento. As mídias são eliminadas de acordo com os requisitos da rede. Com estas características, a prioridade das mídias quanto a adaptação pode ser observada pela Tabela 4.

Mídias	Prioridade
Vídeo	10
Áudio	9
Imagem	5
Texto	1
Animação	3

Tabela 4 – Prioridade da Mídias para o Método Corte Banda Mínima

Método Caminho Alternativo

O Caminho Alternativo tem como objetivo substituir as mídias mais críticas por outras mais simples, como a utilização de textos para a substituição do áudio e imagens para a substituição do vídeo. A Tabela 2 usada para o Método Redução é aplicada para este método.

4.3.2 – Estratégias de Edição de Mídias

Para o método Caminho Alternativo foram elaborados duas modalidades de edição que facilitam a elaboração de mídias alternativas. Tais métodos se diferenciam pelo grau de interação com o professor e são descritos a seguir.

Edição Inteligente

A Edição Inteligente tem como princípio não usar a interação do professor. Por isso, são definidos processos que tentam automatizar a geração de mídias alternativas.

- VÍDEO: Para a adaptação do vídeo é utilizada a eliminação de quadros redundantes, originando uma seqüência de imagens que substitui o fluxo sem onerar a rede. Esse processo é realizado automaticamente, sem a interação do professor.

- ÁUDIO: A opção para substituição do áudio é torná-lo textual. Os textos requisitam menos recursos da rede do que o áudio e conseguem passar a mesma mensagem. O processo de textualização da fala também é automático, não necessitando da interação com o professor.

As metodologias de automação desses processos serão discutidas na seção de implementação.

Edição Conduzida

A Edição Conduzida, como o próprio nome já a define, tem o objetivo de criar novas mídias por meio da interação conduzida com o professor. Todos os passos percorridos pelo professor, para a elaboração de novas mídias, são guiados por mensagens explicativas. A vantagem desse método é que o novo documento gerado é elaborado sob a supervisão do professor, garantindo, portanto, a qualidade cognitiva do documento adaptado.

- VÍDEO: Para a adaptação do vídeo o professor deve selecionar imagens do próprio vídeo para substituí-lo.

- ÁUDIO: Utilizando a mesma metodologia do método inteligente, o usuário deve ser induzido a criar textos que substituam suas falas.

4.4 – Execução da Proposta – NetGiz Editor

Para avaliar a estratégia proposta, foi implementada a ferramenta NetGiz Editor, que representa a Fábrica de Agregação da Adaptabilidade. Nesta seção, serão descritos o ambiente de desenvolvimento e a implementação realizados durante o decorrer deste trabalho.

4.4.1 – Ambiente de Desenvolvimento

O ambiente de desenvolvimento se manteve o mesmo da ferramenta NetGiz Estúdio. Como linguagem de programação, foi utilizado também o Delphi 5.0. Para o banco de dados foi utilizado o *Advatage DataBase Server*, um servidor de banco de dados gratuito e de fácil instalação.

Para o Método Inteligente testou-se a tecnologia para o reconhecimento de voz utilizando a API, criada pela Microsoft, denominada SAPI (*Speech Application Programming Interface*) [31]. A SAPI utiliza a arquitetura OLE COM (*Object Link Embeded Component Object Model*) sobre Microsoft Win32 e fornece uma série de facilidades para a construção de aplicativos que utilizam a fala. Alguns dos fabricantes de

dispositivos de reconhecimento de voz permitem a utilização da tecnologia SAPI, como: (i) IBM – ViaVoice; (ii) Learnout & Houspie – Real Speak; (iii) Dragon; (iv) Lucent; (v) Microsoft; (vi) OMRON; (vii) TELES AG; e (viii) Voice Control System.

4.4.2 – Casos de Uso

As funcionalidades implementadas são melhor descritas pelos casos de uso. Os principais casos estão descritos a seguir:

Caso de Uso 1: Abrir Documento SMIL

- **Ator:** Professor.
- **Finalidade:** Criar a instância da Máquina SMIL e requisitar a leitura do arquivo.
- **Visão Geral:** O professor seleciona a opção de "Abrir Documento" exibida na interface da ferramenta e escolhe o documento. O Centro de Controle (TControl) é acionado e cria a instância da Máquina SMIL (TParserSMIL) para a abertura do documento. A Máquina SMIL interpreta o documento e gera um diagrama de estados contendo a seqüência de apresentação. O Centro de Controle cria instância da Máquina de Homologação (TProbate) e envia o diagrama de estados para ser validado. A Máquina de Homologação indica quais os estados que precisam ser adaptados.
- **Seqüência de Eventos:**

☺	O professor seleciona a opção de "Abrir Documento"
☺	O professor seleciona o documento e confirma.
💻	O Centro de Controle é acionado
💻	O Centro de Controle cria a instância da Máquina SMIL
💻	O Centro envia o documento para a Máquina SMIL.
💻	A Máquina SMIL interpreta o documento e gera um diagrama de estados contendo referente a apresentação.
💻	A Máquina SMIL envia o diagrama para o Centro de Controle.
💻	A Máquina SMIL é destruída.
💻	O Centro cria a instância da Máquina de Homologação

☺	Ação do ator
💻	Ação da ferramenta

💻	O Centro envia o diagrama para a Máquina de Homologação
💻	A Máquina de Homologação valida os estados.
💻	A Máquina de Homologação devolve o diagrama e a estrutura SCL para o Centro de Controle.
💻	A Máquina de Homologação é destruída.

Caso de Uso 2: Adaptar Documento

- **Ator:** Professor.
- **Finalidade:** Executar o método que irá gerar as mídias alternativas.
- **Visão Geral:** O professor seleciona a opção de "Adaptar Documento" exibida na interface da ferramenta. O Centro de Controle cria a instância da Máquina de Adaptação (TMethod). Dependendo do método implementado, pode ou não haver a interação com o professor. Na seqüência de eventos definida a seguir, será assumido o método em que não há a interação com o professor.
- **Seqüência de Eventos:**

☺	O professor seleciona a opção de "Adaptar Documento"
💻	O Centro de Controle é acionado
💻	O Centro de Controle cria a instância da Máquina de Adaptação
💻	O Centro de Controle envia o diagrama e a estrutura SCL.
💻	A Máquina de Adaptação completa a estrutura SCL com as mídias adaptadas.
💻	A Máquina de Adaptação devolve o diagrama e a estrutura SCL para o Centro de Controle.
💻	A Máquina de Adaptação é destruída.

☺	Ação do ator
💻	Ação da ferramenta

Caso de Uso 3: Salvar Documento Adaptado

- **Ator:** Professor.
- **Finalidade:** Executar o método que irá salvar a estrutura SCL em um arquivo de controle.

- **Visão Geral:** O professor seleciona a opção "Salvar" exibida na interface da ferramenta. O Centro de Controle cria a instância da Máquina SCL (TParserSCL) e envia a estrutura SCL recebida do método. A Máquina SCL monta o arquivo de controle e o salva.

- **Seqüência de Eventos:**

☺	O professor seleciona a opção de "Salvar"
💻	O Centro de Controle é acionado
💻	O Centro de Controle cria a instância da Máquina SCL
💻	O Centro de Controle envia o a estrutura SCL para a Máquina SCL.
💻	A Máquina de SCL salva a estrutura em um arquivo de controle.
💻	A Máquina SCL informa ao Centro de Controle que a tarefa foi completada.
💻	A Máquina SCL é destruída.

☺	Ação do ator
💻	Ação da ferramenta

4.4.3 – Diagramas de Seqüência

Os diagramas de seqüência representam as interações entre os objetos da ferramenta e ajudam a explicar melhor a metodologia de implementação utilizada. O diagrama ilustrado na Figura 14 foi desenvolvido utilizando UML [3] e demonstra as etapas de geração do documento adaptado.

Quando o professor requisita a adaptação de um arquivo, o Centro de Controle cria a instância da Máquina SMIL para abri-lo. Então, a Máquina SMIL interpreta o arquivo construindo um diagrama de estados da apresentação. Esse diagrama é enviado à Máquina de Homologação para ser validado. Caso haja alguma necessidade de adaptação ela informa ao Centro de Controle, que cria a instância da Máquina de Adaptação. Tal máquina, como será visto mais adiante, foi implementada com vários algoritmos que geravam uma estrutura SCL contendo as mídias alternativas. Com a estrutura SCL final, o Centro de Controle cria a instância da Máquina SCL e salva o documento em um arquivo de controle.

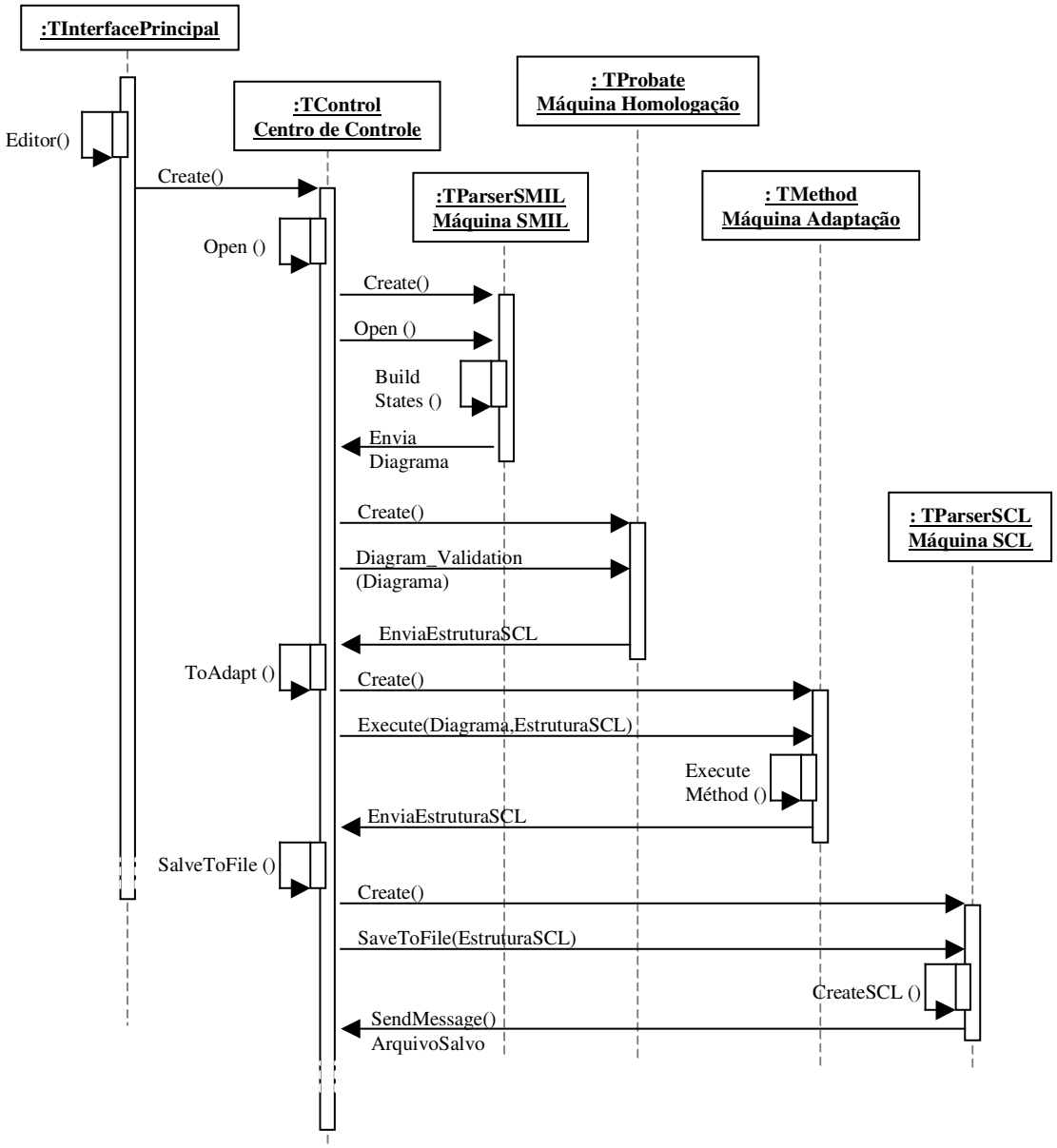


Figura 14 – Diagrama de Seqüência Adaptar Documento

4.4.4 – Implementação da Ferramenta

Máquina SMIL

Com a finalidade de centralizar a manipulação do arquivo SMIL em apenas uma classe, a TParserSMIL, elaborada na ferramenta de captura, incorporou a função de abertura de arquivos SMIL implementando as funcionalidades requeridas pela Máquina SMIL.

A leitura do arquivo SMIL da apresentação resulta em um diagrama de estados estruturado conforme definido anteriormente. Para isso, entre os diversos elementos especificados na linguagem SMIL, o *par* e o *seq* são o alvo principal desta classe. É baseado nas informações advindas dos atributos desses dois elementos que a Máquina SMIL realiza a função de montar a estrutura que será enviada à Máquina de Homologação. A TParserSMIL inicia o processo de construção do diagrama separando os eventos determinados pelos elementos *par* e *seq*. Esses eventos são ordenados cronologicamente e separados por grupos de eventos simultâneos que representarão os estados do diagrama. A Figura 15.a ilustra o diagrama de estados construído pela ferramenta para o arquivo SMIL apresentado na Figura 15.b.

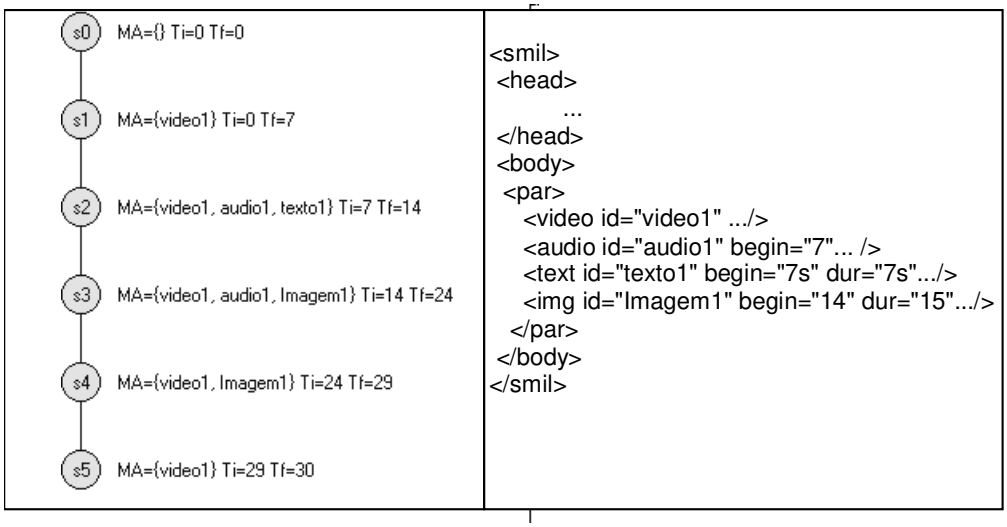


Figura 15 – Diagrama de Estados Elaborado pela Ferramenta

Banco de Parâmetros

O Banco de Parâmetros foi modelado de acordo com as necessidades de parametrização da Máquina de Homologação. Ele é composto por três tabelas: NG_Medias, NG_Relation e NG_Requirements. Essas tabelas podem ser observadas pela Figura 16.

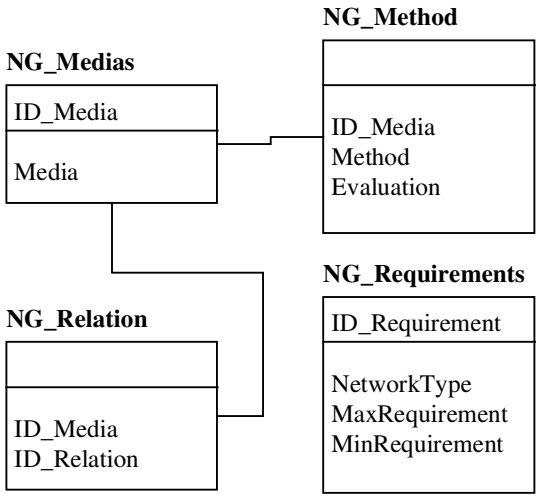


Figura 16 – Modelagem do Banco de Parâmetros

A tabela NG_Medias é formada por dois campos: (i) Media – que contém os tipos de mídias como vídeo, áudio, texto, animação e imagem –; (ii) ID_Media – que representa a identificação da mídia.

A tabela NG_Metodo é formada por três campos: (i) ID_Media; (ii) Method – identifica o método –; e (iii) Evaluation – que representa a necessidade de adaptação. O valor contido em Evaluation pode variar de 1 a 10, conforme definido anteriormente. O objetivo desses valores é mensurar o valor das mídias de acordo com a apresentação.

A tabela NG_Relation é formada pelo ID_Media e pelo ID_Relation. As mídias que possuírem o mesmo ID_Relation podem ser dependentes, i.e., um link condicional poderá ser criado entre elas.

A tabela NG_Requirements armazena os tipos de rede em NetworkType e os requisitos mínimo e máximo de cada uma. Estes requisitos são expressos em *Kpbs*. Os

valores utilizados nas tabelas são apresentados no capítulo seguinte. Eles foram ajustados durante a fase de testes para que pudessem expressar as necessidades das apresentações capturadas.

Máquina de Homologação

A Máquina de Homologação foi desenvolvida na classe TProbate e implementa as funcionalidades requeridas para apontar as mídias que precisam ser adaptadas. O algoritmo implementado pode ser descrito da seguinte forma: primeiramente, são buscados no Banco de Parâmetros os requisitos mínimo e máximo da rede. Em seguida, cada estado é submetido à seqüência de passos ilustrada na Figura 17, na qual é calculada a largura de banda necessária para a transmissão das mídias do estado. Se essa largura ultrapassar o limite máximo da rede, o critério de identificação das mídias adaptáveis será mais rigoroso.

As mídias selecionadas para serem adaptadas são submetidas ao Banco de Parâmetros para que se verifique a possibilidade de dependência entre elas e as demais mídias contidas no estado. Caso elas possam ser dependentes, é preciso verificar se a dependência não ocasionará inconsistência no documento de controle. Segundo [16], as mídias deverão ser verificadas em relação ao tempo de apresentação. O processo de verificação parte do princípio de que a mídia dependente não poderá iniciar ou terminar antes da mídia da qual depende. Suponha duas mídias A e B, B será dependente de A se $t_{iB} \leq t_{iA}$ e $t_{fB} \geq t_{fA}$, pois desta forma não haverá a possibilidade de A parar e tentar, em vão, parar B. Caso o contrário seja verdadeiro, i. e., $t_{iB} \geq t_{iA}$ e $t_{fB} \leq t_{fA}$ o algoritmo torna A dependente de B. A dependência é expressa com o *Stoplink* de A sendo associado a B "<Stoplink (B:stopped)>". Por fim, as mídias são inseridas na estrutura SCL, com seus *links* condicionais para serem adaptados pela Máquina de Adaptação.

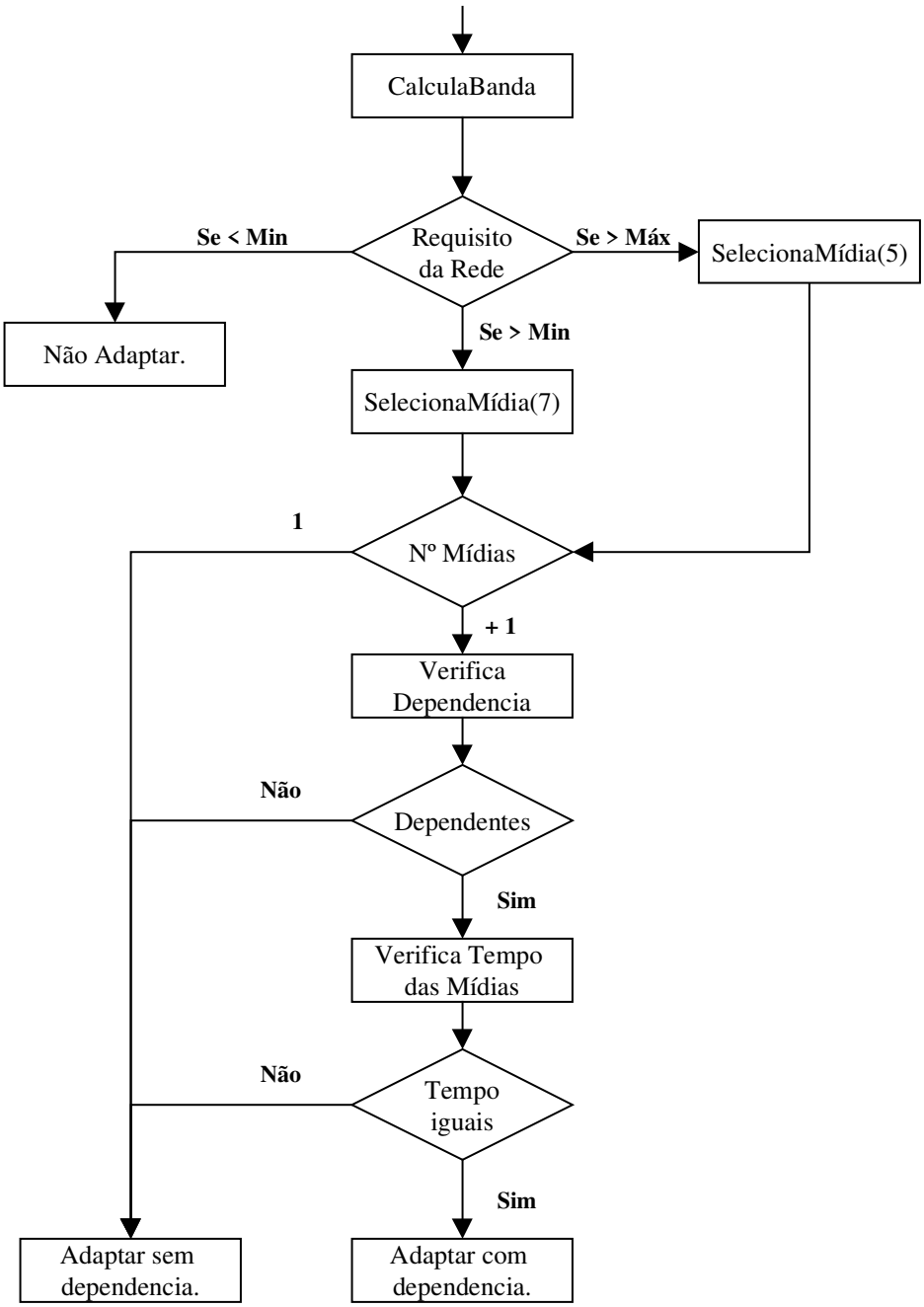


Figura 17 – Fluxograma da Verificação da necessidade de adaptação

Máquinas de Adaptação

Para a Máquina de Adaptação, foram sugeridos diversos métodos. A seguir serão apresentadas algumas funcionalidades que foram implementadas para que fosse possível avaliar os métodos propostos. Primeiramente, será apresentado as funções de edição de mídias, em seguida serão descritos a implementação de cada Método.

- **Edição Inteligente**

Para a edição Inteligente foi estudado o processo de detecção das fronteiras das imagens, para a adaptação do vídeo e o processo de reconhecimento de voz, para a adaptação do áudio. A implementação iniciou pelo processo de reconhecimento de voz, utilizando a tecnologia SAPI. Entretanto, como será explicado, seus resultados não foram satisfatórios e este método não foi incluído nos testes realizados. O estudo e as conclusões obtidas serão apresentados a seguir:

A fronteira ou borda de uma imagem é a região na qual ocorre a mudança significativa em algum aspecto físico da imagem, tal como mudança de intensidade, cor e textura. Existem vários algoritmos de detecção de borda. Alguns comparam as imagens pixel a pixel, outros utilizam métodos mais inteligentes para a detecção. O problema da comparação pixel a pixel é a geração de ruído, uma vez que qualquer mudança brusca de intensidade pode ser considerada como uma fronteira.

Sethi e Patel, em [33], propõem três métodos baseados em hipóteses e estatísticas para a detecção das fronteiras em cenas do vídeo. Ao invés da simples análise quadro a quadro, Sethi e Patel olham a cena em nível geral do plano de histórico de intensidade dos pixels. Os resultados obtidos demonstram que a mudança da cena pode ser detectada com quase 100% de certeza.

A detecção da fronteira entre as cenas elimina aquelas redundantes e gera um novo vídeo apenas com as imagens mais importantes. O problema desse método, porém, surge quando é apresentada uma imagem com muitas alterações de cenas. Neste caso, a maioria

dos quadros permanecerão no vídeo e a mídia adaptada sofrerá tanto quanto a original com a variabilidade da rede.

A tecnologia de reconhecimento de voz testada envolve captura e digitalização das ondas sonoras. As ondas são convertidas em unidades básicas da linguagem ou fonemas, a partir dos quais se constroem palavras. A análise contextual dessas palavras assegura que as mesmas sejam soletradas corretamente, principalmente aquelas que possuírem pronúncias similares (como noz e nós). A Figura 18 ilustra a descrição do processo mencionado acima, no qual o usuário fala no microfone que captura as ondas sonoras e gera pulsos elétricos. A placa de som converte os sinais acústicos em sinais digitais e envia-os para o dispositivo de reconhecimento da voz, que converte os sinais digitais para fonemas e depois para palavras. O aplicativo processa as palavras como entrada de texto.

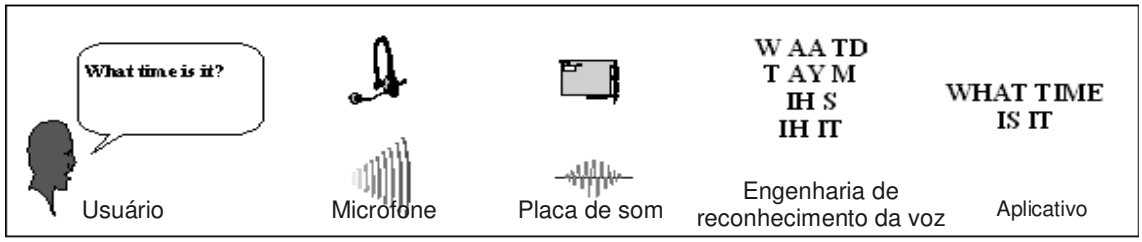


Figura 18 – Fluxo do processo de reconhecimento de voz. [17]

Os dispositivos de reconhecimento de voz são os dispositivos de *software* que convertem o sinal acústico para o sinal digital e enviam a fala em forma de texto para o aplicativo. As ferramentas existentes suportam dois métodos de reconhecimento de voz: (i) Ditado; e (ii) Comando e controle.

Embora o método por comando e controle seja mais fácil de ser programado, a gramática é limitada aos comandos existentes no aplicativo. O método de ditado é o mais completo. Nele o usuário entra com os dados lendo diretamente para o computador na velocidade de uma conversa. A maioria das ferramentas suporta as falas contínuas. A limitação do reconhecimento depende do dicionário ou gramática que está sendo utilizado.

Os testes realizados sobre o processo de reconhecimento de voz, conforme dito anteriormente, não resultaram em mídias adaptadas coerentes com o áudio. Para que o reconhecimento produza algum resultado, é preciso que o dispositivo seja adequado à fala do usuário. No contexto do trabalho, significa que o professor precisaria treinar o dispositivo para que este reconhecesse sua fala. Além de impor essa atividade ao professor, os dispositivos de reconhecimento de voz existentes apresentam muitas falhas, reconhecendo uma porcentagem baixa para as expectativas da ferramenta. Portanto, como será descrito durante os testes, este método não foi considerado nos resultados finais.

– **Edição Conduzida**

Dois processos foram desenvolvidos para a edição conduzida: o processo de seleção das imagens do vídeo e a textualização do áudio, ambos com o auxílio do professor. Para a seleção das imagens do vídeo, são extraídos a cada segundo os quadros que o compõem. Esses quadros são dispostos lado a lado para que o professor selecione quais ele deseja manter na apresentação. Cada quadro selecionado é salvo com o padrão JPEG [22] e inserido no documento adaptado de forma a preservar o tempo de execução do vídeo. O processo de seleção é ilustrado na Figura 19.

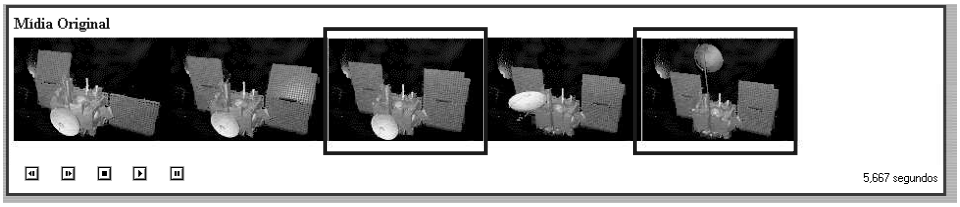


Figura 19 – Seleção de Imagens de um vídeo

Para a adaptação do áudio, a seqüência sonora é quebrada em pequenos intervalos, aos quais o professor deve associar um texto explicativo. Como o tempo total da apresentação deve ser preservado, o texto deve permanecer na tela de acordo com o intervalo da fala a que se refere. Logo, foi considerado que cada trecho deverá ter no mínimo 5 segundos de duração para que o usuário final consiga lê-lo. O tempo máximo do intervalo é determinado pelo silêncio mais próximo. Desta forma, é mantida a semântica do intervalo. A Figura 20 ilustra a separação dos intervalos implementada na ferramenta.

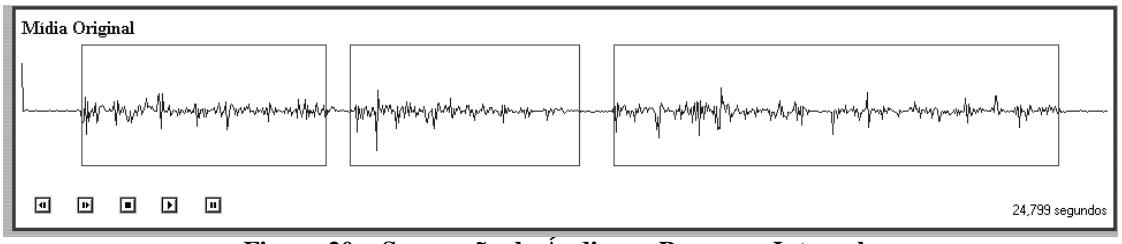


Figura 20 – Separação do Áudio em Pequenos Intervalos.

- **Método Redução**

A implementação dos algoritmos de compactação está fora do escopo deste trabalho, porém, para que fosse possível avaliar o método as mídias tiveram suas qualidades reduzidas por outras ferramentas de edição.

- **Métodos Corte Banda Máxima e Mínima**

Os métodos de Corte foram implementados de forma parecida, cada mídia selecionada pela Máquina de Homologação, para ser adaptada, é inserida no arquivo de controle sem nenhuma mídia alternativa, somente é informada sua retirada do arquivo.

- **Método Caminhos Alternativos**

Este método foi implementado utilizando a edição conduzida. Cada mídia selecionada pela Máquina de Homologação é tratada individualmente. As mídias alternativas são inseridas no arquivo de controle de acordo com suas substituições.

Máquina SCL

A Máquina SCL foi implementada pela classe TParserSCL, o algoritmo utiliza a estrutura montada pelo Centro de Controle para transcrever os requisitos para a estrutura SCL. A construção do documento de controle é baseada do DTD do *SCL Semantics*.

4.5 – Considerações Finais

Neste capítulo, primeiramente, foi apresentada a metodologia de adaptação do projeto ServiMídia. A utilização de um documento de controle, capaz de recriar um documento alternativo, resultou na proposta de agregação da adaptabilidade baseada no conceito de fábrica. Na Fábrica de Agregação da Adaptabilidade as máquinas trabalham de forma seqüencial, se especializando nas etapas principais do processo de edição do documento adaptado. A especialização das máquinas permitiu a elaboração de diversos métodos de adaptação, como: Método Redução, Método Corte Banda Máxima, Método Corte Banda Mínima e Método Caminho Alternativo. Foram propostos também dois modos de edição de mídias: Edição Inteligente, Edição Conduzida.

Para verificar a viabilidade da proposta a fábrica foi implementada na ferramenta NetGiz Editor. Utilizando os recursos da UML, a implementação é detalhada, separando individualmente os métodos implementados.

Capítulo 5

AVALIAÇÃO PERCEPTIVA PÓS-ADAPTAÇÃO

Numa escala de valores, a "qualidade" permite avaliar e conseqüentemente aprovar, aceitar ou recusar, qualquer objeto em questão. A subjetividade do termo é conseqüência de sua generalidade. Para ser possível defini-la é preciso especificar o contexto. Na área de EAD que trata de mídias a serem transmitidas na rede, a "qualidade" pode ser considerada pela perspectiva do usuário final, o aluno. Nesse caso, ela está associada à possibilidade de aprendizado e absorção do conteúdo cognitivo.

Neste capítulo, serão analisadas técnicas de avaliação perceptiva. Essas técnicas servirão de base para a proposta de avaliação dos documentos multimídia adaptados. Por fim serão avaliados os testes realizados com a ferramenta.

5.1 – Técnicas de Avaliação Perceptiva

Conforme exposto no capítulo 2, a métrica perceptiva permite avaliar a apresentação de acordo com a capacidade de aprendizado do aluno. Em QoP existem dois tipos de métricas: subjetiva e objetiva. Algumas abordagens foram estudadas para que fosse possível analisar os documentos gerados através da percepção do usuário final ou aluno.

5.1.1 – Métricas Subjetivas

As métricas subjetivas visam a obter avaliações de qualidade mais confiáveis para suas imagens e vídeos por meio do parecer do usuário. Os testes subjetivos são realizados com escalas de valores, fornecidas aos usuários para classificar a aplicação. Essas escalas podem ser simples intervalos de números ou conjuntos de qualidades específicas (i.e.,

nitidez, etc.). Por utilizarem a subjetividade humana, as métricas subjetivas são mais acuradas e úteis para a avaliação de documentos multimídia.

Testes subjetivos formais são definidos pelo ITU–R BT500–7 [20] para a qualidade de imagens e pelo ITU–T P.830 [21] para áudio. Essas recomendações propõem critérios para observadores e métodos de avaliação e análise. Alguns desses métodos são apresentados a seguir:

(i) DSCQS (*Double Stimulus Continuous Quality Scale*): Este método utiliza duas seqüências de vídeos, uma de referência e outra de teste. Essas seqüências possuem durações curtas, de aproximadamente 10 segundos, e são apresentadas de forma alternada para o usuário, sem que o mesmo tenha conhecimento de qual seqüência está sendo apresentada. As avaliações ocorrem de acordo com a escala de qualidade contínua que varia entre "ruim" e "excelente", e a análise é baseada na diferença de cada par, normalmente mapeada na escala de 0 a 100, Figura 21.a.

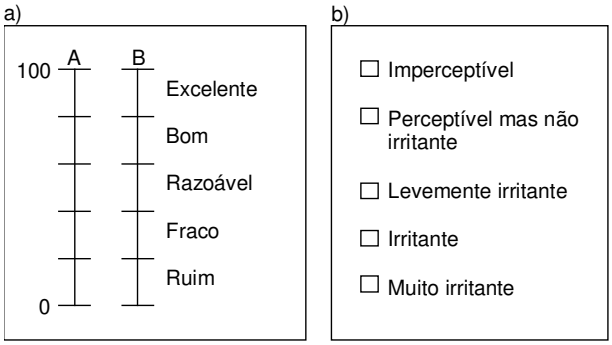


Figura 21 – a) método DSCQS b) método DSIS

(ii) DSIS (*Double Stimulus Impairment Scale*): O método DSIS apresenta as seqüências de referência sempre antes das de teste. Os observadores avaliam a quantidade de interferência na seqüência de teste em uma escala discreta de cinco níveis que variam entre "muito irritante" e "imperceptível" – Figura 21**.b**.

(iii) SSCQE (*Single Stimulus Continuous Quality Evaluation*): Este método exibe um programa de 20 a 30 minutos de duração, no qual os observadores avaliam continuamente a qualidade percebida. A escala utilizada é a mesma do DSCQS.

(iv) MOS (*Mean Opinion Score*): Este método é amplamente reconhecido e utilizado para medir a qualidade do áudio. A recomendação P.830 [21] descreve em detalhes como conduzir um teste experimental subjetivo. Para determinar o MOS, um número de ouvintes ouve amostras de áudio. Para cada amostra é associado um valor na escala de 1 (ruim) a 5 (excelente). O MOS (*Mean Opnion Score*) não é apenas uma métrica subjetiva.

Cada método possui uma aplicação diferente; o DSCQS é utilizado quando se existem pequenas diferenças na qualidade entre as amostras, e o método DSIS é apropriado para avaliações de interferências como as causadas por erros de transmissão. Todos esses métodos foram baseados nos sistemas de televisão, o que pode prejudicar a avaliação de aplicações multimídia, pois o padrão de qualidade exigido é alto se comparado a sistemas distribuídos. O trabalho da UCL [38] questiona os métodos do ITU para a avaliação de aplicações multimídia e propõe três metas para a avaliação:

(i) Identificar o vocabulário apropriado para descrever a qualidade subjetiva;

(ii) Identificar as dimensões das qualidades chaves e determinar quais termos as descrevem melhor;

(iii) Empregar o conhecimento adquirido em (i) e (ii) no desenvolvimento de um novo método para medir a qualidade subjetiva.

Ghinea, em [13], realiza testes com usuários para obter informações sobre o impacto da QoS em vídeos. Ghinea utiliza variações de cores (8 e 24 bits) e taxas de apresentação (5, 15 e 25 quadros por segundo – fps). Os resultados obtidos no experimento são mostrados a seguir:

(i) A perda significativa de quadros não reduz a compreensão e a percepção da apresentação. Esse fato ocorre porque o usuário possui mais tempo para visualizar o quadro antes que este seja alterado.

(ii) A assimilação do conteúdo é indiferente à observação de pequenos detalhes. O usuário conclui os fatos baseados na intuição e em experiências passadas.

(iii) O usuário tem dificuldade em absorver áudio, vídeo e texto ao mesmo tempo, focando em apenas uma mídia.

(iv) O link entre compreensão e percepção é mais complexo e, quando há algum problema visível (como falta de sincronismo entre imagem e som), os usuários tendem a abstrair a imagem e focar apenas no áudio.

(v) Cenas altamente dinâmicas não possuem bom impacto nos usuários, dificultando a compreensão e a assimilação da informação.

Steinmets, em [34], apresenta o resultado de uma série de experimentos sobre a percepção humana em relação ao sincronismo de mídias, principalmente entre áudio e imagem. Seus resultados mostram a tolerância dos usuários em relação a pequenos desvios de sincronização, o que permite estipular limites para a variação do atraso (*Jitter*) e contribui como base para métricas de QoS.

Todos esses métodos possuem particularidades que os tornam mais ou menos aptos a avaliarem determinadas aplicações. Embora as métricas subjetivas sejam ótimas medidas de qualidade, elas consomem muito tempo e podem ser onerosas. As desvantagens proporcionadas por esse tipo de medida resultaram no desenvolvimento das métricas objetivas.

5.1.2 – Métricas Objetivas

As métricas objetivas tentam mapear a subjetividade da qualidade em termos dos requisitos de QoS da aplicação ou em relação a algum modelo matemático. Muitos avaliam

os dados processados em relação aos originais e determinam os fatores que afetarão na hora da avaliação.

Em [6], Claypool e Riedl propõem uma extensão ao trabalho do Naylor e Kleinrock [23], que mede a qualidade de uma audioconferência baseado no número de quadros perdidos e na capacidade de armazenagem (*buffering*) do lado do cliente. Claypool cria um espaço tridimensional no qual cada eixo é um critério de QoS (variação do atraso, perda de pacote e latência). O melhor valor para qualidade é posto na origem; cada eixo é normalizado de forma que as definições dos mínimos aceitáveis, dadas pelos usuários, possuam o mesmo peso. A aplicação se localiza em um ponto nesse espaço e cada coordenada é determinada pela predição dos critérios de QoS. Matematicamente, é aplicada a distância Euclidiana do ponto à origem. Se a aplicação estiver definida dentro da região de qualidade, ela é "aceitável", caso contrário, não. A Figura 22 mostra um exemplo 3D do espaço perceptivo para aplicações multimídia, a área hachurada corresponde à região aceitável, na qual a aplicação deve estar definida.

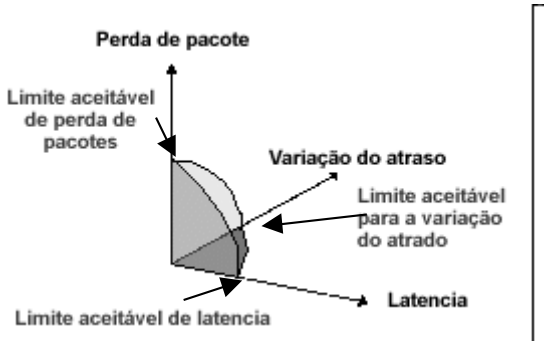


Figura 22 – Espaço perceptivo para Aplicações Multimídia. [6]

Ghinea, em [14], descreve um método para mapear os dados de QoP [13] em parâmetros de QoS. De acordo com [13], cada apresentação multimídia pode ser caracterizada pelo seu dinamismo *D* e pela importância relativa de seus componentes (vídeo *V*, áudio *A* e texto *T*) como fontes de informação. Ghinea utiliza cinco parâmetros de QoS: taxa de erro (*BER*), perda de segmento (*SL*), ordem de segmento (*SO*), atraso (*DEL*) e variação do atraso (*JIT*). A Tabela 5 exibe a matriz de conversão entre QoP e QoS.

Mapeamento QoP para QoS		QoP		
		Vídeo	***Áudio***	***Texto***
QOS	***Taxa de Erro (bit)***	Baixo	Baixo	Baixo
	Perda de Segmento	Baixo	Alto	Alto
	Ordem de Segmento	Alto	Médio	Médio
	Atraso	Médio	Médio	Baixo
	Variação do atraso	Médio	Baixo	Médio

Tabela 5 – Mapeamento de QoP para QoS

A relação obtida, Figura 23, relaciona a matriz M, mapeamento da Tabela 5, com as mídias do documento (V, A e T) e o peso de cada parâmetro de QoS (BER ... SL). Estes pesos estão relacionado à rede em que aplicação está sendo executada. Logo, o valor final da QoP é calculado de acordo com o contexto da aplicação.

$$QoP \propto \frac{1}{V+A+T} \begin{pmatrix} V & A & T \end{pmatrix} M \begin{pmatrix} BER \\ DEL \\ JIT \\ SO \\ SL \end{pmatrix}$$

Figura 23 – Formula de Conversão [14].

5.2 – Critérios de Avaliação Pós-Adaptativa

É possível perceber que não basta apenas utilizar os parâmetros subjetivos para medir a QoP dos documentos; é necessário mapear esses parâmetros para os requisitos de QoS. As métricas objetivas, por fazerem o mapeamento dos requisitos de QoP em parâmetros de QoS, são mais aptas para a validação dos documentos multimídia.

A fim de analisar os métodos propostos para a agregação dos requisitos de adaptabilidade foram adotados sete critérios. Estes critérios serão descritos a seguir:

- **C1..C5: QoS das Mídias**

Cada apresentação adaptada será comparada a original de acordo com o somatório dos requisitos de QoS. Os resultados analisados por Ghinea, Tabela 5, são transformados em número na Tabela 6. Para as animações serão utilizadas as mesmas pontuações do texto, pois, na aplicação que foi desenvolvida, a animação corresponde a uma seqüência de

pontos que representa o quadro branco. Como a imagem pode ser interpretada com sendo uma seqüência de pixel que, unidos constroem a informação final, a QoP da imagem também se baseou na pontuação do texto.

Mapeamento QoP para QoS		QoP				
		Vídeo	***Áudio***	***Texto***	***Animação***	***Imagem***
QOS	***Taxa de Erro (bit)***	1	1	1	1	1
	Perda de Segmento	1	3	3	3	3
	Ordem de Segmento	3	2	2	2	2
	Atraso	2	2	1	1	1
	Variação do atraso	2	1	2	2	2

Tabela 6 – Mapeamento dos requisitos de QoP em QoS

De acordo com a Tabela 6, cinco critérios são definidos: taxa de erro (C1), perda de segmento (C2), ordem do segmento (C3), atraso (C4) e variação do atraso (C5). Esses critérios são avaliados utilizando a formula de Ghinea [14], na qual os pesos dos parâmetros de QoS possuem o valor um. Como será visto mais adiante alguns critérios receberam um peso maior pela influencia nos documentos cognitivos. A formula de Ghinea pode ser apresentada da seguinte forma: $\Sigma (N_M * C_{iM}) / \Sigma (N_M)$. Na qual, N_M é o número de mídias do tipo M e C_{iM} é o valor do *i*-ésimo critério referente a mídia do tipo M.

– **C6: Carência de Contexto**

Os métodos propostos não alteram o contexto, entretanto, podem ocasionar perda de informação. Quando se trata de um documento educacional o conteúdo cognitivo deve ser assegurado para não prejudicar o aluno. Por isso este critério será definido como possuindo os seguintes valores:

3 – Conteúdo deficiente.

2 – Houve perda de informação mas não prejudicou o conteúdo.

1 – Não alterou o conteúdo.

– **C7: Necessidade de Readaptação**

O documento adaptado não deve apresentar a necessidade de se readaptar, uma vez que sua qualidade perceptiva é pior que a do documento original. Conforme definido pela ferramenta, a necessidade de adaptação é verificada comparando a largura de banda da

apresentação com os requisitos mínimo e máximo da rede. Se esta se apresentar acima do requisito máximo, a necessidade de adaptação é alta, caso esteja acima do requisito mínimo, a necessidade é baixa, mas é adaptável. Somente se a largura de banda estiver abaixo do mínimo é que a apresentação pode não sofrer adaptação. Com base nesses dados, esse critério tem os seguintes valores:

3 – Necessidade de adaptação;

2 – Necessidade baixa de adaptação;

1 – Sem Necessidade de adaptação.

5.3 – Testes e Resultados Obtidos

Nesta seção serão apresentadas os testes e os resultados obtidos com a utilização das ferramentas de geração de conteúdo e agregação da adaptabilidade. Foram estipulados que o limite mínimo da rede é de 64 Kbps e o máximo 128Kbps.

5.3.1 – Testes Propostos

Na descrição dos testes, as mídias serão definidas no formato: (nome, tipo, tamanho), i.e., uma mídia de nome T1, do tipo TXT e de tamanho 6Kb será definida como (T1,TXT,6Kb). As seqüências de apresentação das mídias em cada teste podem ser visualizadas pelos gráficos da Figura 24. Cada teste foi elaborado sobre os arquivos gerados pela Fábrica de Geração de Conteúdo, algumas mídias porém, foram usadas em mais de um teste. Quatro testes são propostos e descritos a seguir.

- Teste A: formado por dois vídeos, (V1, AVI, 571Kb) e (V2, AVI, 4807Kb), e um áudio, (A1, WAV, 4273Kb).

- Teste B: formado por um áudio (A1, WAV, 4273Kb) e uma animação (An1, WBP, 56Kb).

- Teste C: formado por três áudios, (A3, WAV, 130Kb), (A4, WAV, 596Kb) e (A5, WAV, 367Kb), e três imagens, (I1, BMP, 150Kb), (I2, BMP, 150Kb) e (I3, BMP, 150Kb).

- Teste D: formado por um vídeo, (V1, AVI, 571Kb), um áudio, (A1, WAV, 4273Kb), uma animação, (An2, WBP, 45Kb), e três imagens, (I4, BMP, 11Kb), (I5, BMP, 41Kb) e (I6, BMP, 4Kb).

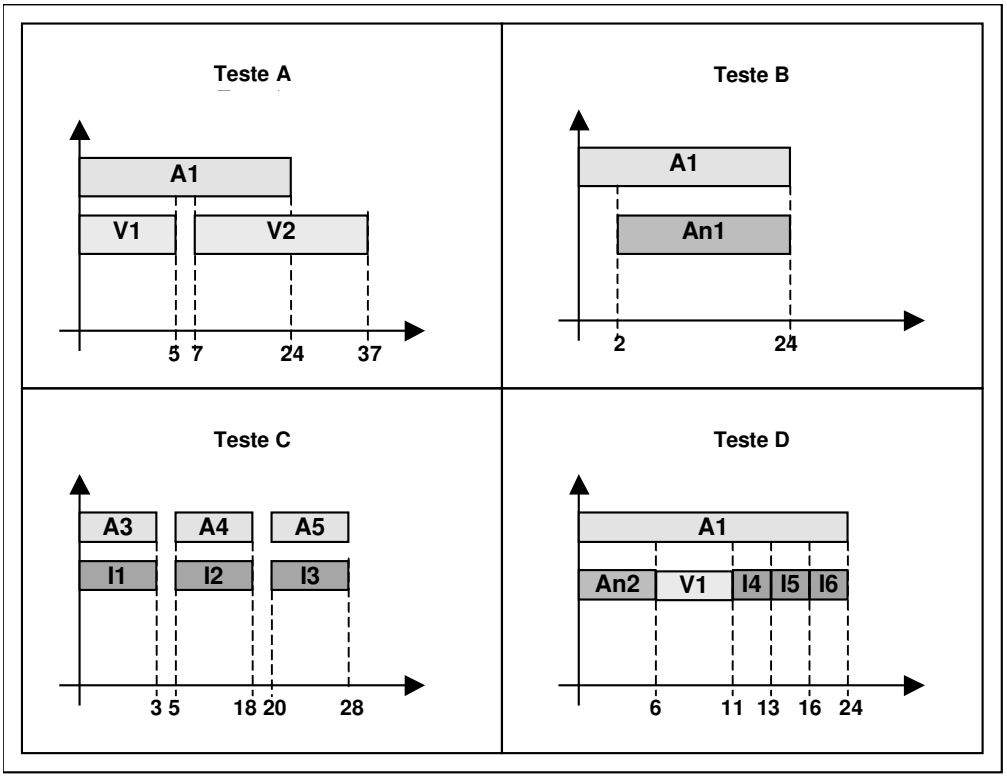


Figura 24 - Sequencia de apresentação dos testes

5.3.2 – Resultado da Ferramenta de Agregação da Adaptabilidade

Para o cálculo da QoP dos critérios de 1 a 5 são importantes o número e o tipo de mídias existentes no documento multimídia, a Tabela A.2 – Apêndice A – detalha o número de mídias existentes nos arquivos adaptados. Cada conjunto de mídia está separado de acordo com o método utilizado. A Figura 25 representa o gráfico originado a partir das informações contidas na Tabela 7, referente a avaliação de QoP realizada sobre os documentos adaptados.

	Caminho Alternativo							Corte Banda Máxima						
Testes	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A	1	2,3	2	1	2	1	1	1	3	2	2	1	2	3
B	1	3	2	1	2	1	1	1	3	2	1,5	1,5	2	3
C	1	2,5	2	1	2	1	2	1	3	2	2	1	2	2
D	1	2,44	2	1	2	1	1	1	3	2	2	1	2	3
Total1	1	2,56	2	1	2	1	1,25	1	3	2	1,88	1,13	2	2,75
Média	1,46010101							1,965909091						
	Corte Banda Mínima							**Redução**						
Testes	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A	0	0	0	0	0	3	1	1	1,67	2,67	2	1,67	1	1
B	1	3	2	1	2	2	1	1	3	2	1,5	1,5	1	1
C	1	2	2	1	2	2	3	1	2,5	2	1,5	1,5	1	2
D	1	2,25	2	1	2	2	2	1	2,17	2,17	1,33	1,83	1	2
Total1	0,75	1,81	1,5	0,75	1,5	2,25	1,75	1	2,33	2,21	1,58	1,63	1	1,5
Média	1,642045455							1,488636364						

Tabela 7 – Avaliação de QoP sobre os documentos adaptados

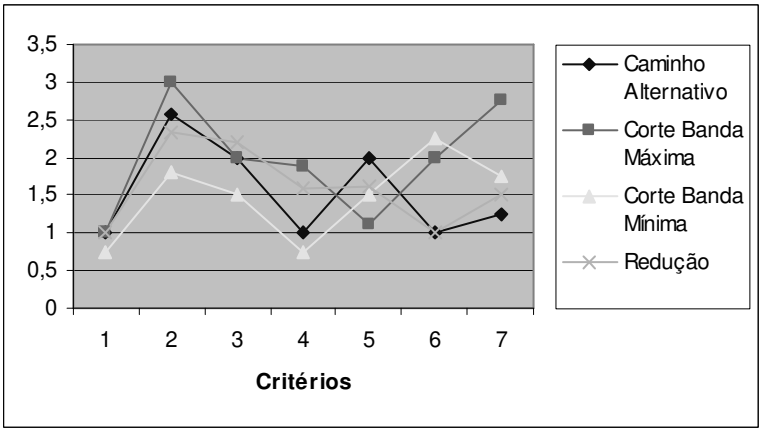


Figura 25 – Gráfico referente a avaliação de QoP

A média final dos métodos foi calculada adicionando peso dois aos critérios 4 e 7 e peso três ao critério 6. O critério 4 refere-se a variação de atraso, prejudicial por representar o fator de inquietude no usuário final. O critério 7 representa a necessidade de readaptação do documento, inviabilizando a alternativa sugerida. O critério 6 relaciona-se ao conteúdo da aplicação, caso haja alguma carência, o documento adaptado pode não estar passando o conhecimento de forma correta.

De acordo com os resultados obtidos, nos quais a menor média é o melhor resultado, os métodos Caminho Alternativo e Redução ficaram próximos. Porém, pela análise individual dos testes – apêndice A – pode-se perceber que o de Redução depende do método de compressão utilizado, i.e., se a compressão for alta e ainda mantiver a qualidade das mídias, este método possuirá uma média melhor que a do Caminho Alternativo. Contudo, se a compressão não resultar em uma boa qualidade, o documento adaptado sofrerá com a carência de contexto. Em compensação, o Caminho Alternativo por ser caracterizado pela diminuição da banda passante sem a alteração ou perda de contexto, mantém a qualidade do documento final em qualquer situação. Sua vulnerabilidade é também seu ponto forte, a elaboração de mídias alternativas com a ajuda do professor assegura a integridade de contexto mas, permite a criação de mídias que podem gerar a necessidade de readaptação.

A redução do fluxo de mídias realizado pelo Corte de Banda Mínima favoreceu o resultado da avaliação sobre os critérios referentes à QoS. Entretanto, a perda de contexto, evidente pela análise da Tabela 7 na qual o teste A teve suas mídias cortadas, caracterizou a média perceptiva elevada em relação aos dois primeiros métodos. O Corte Banda Máxima provocou mudanças de contexto mantendo a necessidade de readaptação, fatores essenciais para a avaliação perceptiva.

5.4 – Considerações Finais

Este capítulo apresentou as técnicas para a Avaliação Pós-Adaptação, que se baseiam nas métricas de QoP, pois lidam com a percepção do usuário sobre a apresentação. A técnica de Ghinea foi selecionada para fazer parte do método de avaliação dos documentos gerados. Adicionalmente, critérios de avaliação são inseridos na metodologia, como a possibilidade de readaptação e a carência de contexto. Os resultados obtidos demonstram que os melhores métodos são o Caminho Alternativo e o de Redução pois mantém a semântica do documento diminuindo a banda passante da apresentação. Todavia, o método de Redução depende do algoritmo de compressão utilizado.

Capítulo 6

CONCLUSÃO

A proposta deste trabalho focou o setor educacional e a problemática na elaboração de conteúdo voltado para o ambiente distribuído. O objetivo principal foi definir uma metodologia que permitisse a autoria de documentos multimídia sem que fosse necessário o professor conhecer as tecnologias. Neste capítulo serão apresentados as considerações sobre a metodologia abordada e os trabalhos futuros que permitam dar continuidade ao projeto NetGiz.

6.1 – Considerações sobre a Abordagem

A abordagem proposta visou à automação do processo de criação de documentos multimídia que podem ser transmitidos na rede, minimizando o contato do professor com o computador. O projeto ServiMídia influenciou o desenvolvimento deste trabalho ao fornecer a base para a elaboração da agregação da adaptabilidade ao documento gerado.

Este trabalho foi dividido em duas etapas: a geração de conteúdo e a agregação da adaptabilidade. Em ambas as etapas o conceito adotado foi baseado em fábricas. Durante o trabalho foi verificado que esse conceito permitiu a definição detalhada das fases de cada processo e a especialização dos módulos que compõem as fábricas. Basicamente, a utilização desta abordagem implicou as seguintes vantagens: (i) utilização de dispositivos específicos para a captura de cada ponto da aula; (ii) não necessidade de desenvolvimento integral da ferramenta para alteração da funcionalidade de uma determinada máquina; (iii) possibilidade de especificação de diversos métodos de adaptação; e (iv) torna o sistema independente de novas versões de dispositivos de captura, da linguagem SMIL e da linguagem SCL.

As fábricas definidas na proposta foram: a de Geração de Conteúdo e a de Agregação da Adaptabilidade. A Fábrica de Geração de Conteúdo é formada por um conjunto de máquinas que trabalham para produzir o documento multimídia. A estratégia adotada é a captura da aula presencial do professor por meio de recursos tecnológicos como o quadro branco eletrônico e a câmera tridimensional digital. Para a captura dos fluxos oriundos dos dispositivos, as máquinas precisam trabalhar em paralelo, produzindo mídias que serão sincronizadas e inseridas no arquivo final. As máquinas são coordenadas pelo Centro de Controle, responsável também pela interface entre o professor e as máquinas. A linguagem descritiva adotada para a representação do arquivo final foi a linguagem SMIL, utilizada no projeto ServiMídia.

Durante o trabalho foi implementada a ferramenta NetGiz Estúdio, com o objetivo de verificar a viabilidade da estratégia de geração de conteúdo. A implementação foi baseada na orientação a objetos e na elaboração de componentes visuais utilizando a linguagem Delphi. Sobre esta implementação foram realizados testes individuais com as máquina. A captura das mídias pode ser simulada por recursos do computador. Contudo, foi verificado que o dispositivo utilizado na máquina de captura do professor não gerava mídias com qualidade satisfatória, o que inviabilizou o seu teste em conjunto com as demais máquinas. A interface utilizada para captura do áudio gera arquivos de baixa qualidade mas que não interferiram no documento multimídia final. A utilização de marcas de tempo permitiu o sincronismo entre os fluxos.

A Fábrica de Agregação da Adaptabilidade também é constituída por máquinas. Entretanto, nesta fábrica as máquinas trabalham em série sendo definidas as fases do processo de geração do arquivo de controle, descrito utilizando a linguagem SCL. Com a especialização das máquina foi possível definir quatro métodos de geração de arquivos de controle para serem avaliados: Redução, Corte Banda Máxima, Corte Banda Mínima e Caminho Alternativo. Além dos métodos, duas modalidades de edição foram definidas: Inteligente e Conduzido. Esperava-se que a modalidade de edição Inteligente apresentasse um melhor resultado por não necessitar do auxilio do professor. No entanto, com os testes

realizados sobre a tecnologia de reconhecimento de voz, pode-se perceber que ela ainda não pode ser utilizada para ajudar no desenvolvimento de documentos multimídia.

Para a avaliação da agregação da adaptabilidade e dos métodos foi implementada a ferramenta NetGiz Editor. A implementação utilizou a linguagem Delphi e foi baseada na orientação a objetos. A máquina de homologação contou com um Banco de Parâmetros que possibilitou priorizar as mídias de acordo com os métodos. Estes focaram sempre o áudio e o vídeo por serem as mídias críticas dos documentos multimídia. Todavia, foi verificado que com a flexibilidade da ferramenta de geração de conteúdo, é possível incluir imagens sem compressão que irão aumentar a largura de banda necessária aos documentos multimídia da aula. Este fato resultou no reajuste dos valores do Banco de Parâmetros para que as imagens estivessem também entre as mídias críticas.

Para homologar os diversos métodos de adaptação propostos foi definida a métrica de avaliação perceptiva baseada em sete critérios: taxa de erro, perda de segmento, ordem de segmento, atraso, variação do atraso, carência de contexto e necessidade de readaptação. Esses critérios foram valorados de 1 a 3, respectivamente do melhor para o pior caso.

Os resultados obtidos pelos testes mostraram que a adaptação pelo Caminho Alternativo foi a melhor opção. Além de reduzir a largura de banda da apresentação, ela mantém a semântica do documento pois, utiliza o modo de Edição Conduzida para a elaboração das mídias alternativas. O método de Redução apresentou também, resultados satisfatórios, porém, dependentes do tipo de compressão utilizado. Os demais métodos, como já era esperado, causaram a perda de conteúdo e a necessidade de readaptação, colocando-os acima da média.

As ferramentas implementadas mostraram-se bastante funcionais no sentido de automatizar o processo de geração de conteúdo, garantindo que este seja adaptável de acordo com a rede.

6.2 – Trabalhos Futuros

Muitos pesquisadores de EAD consideram a captura da aula do professor muito arriscada, pois a qualidade está sendo reduzida, uma vez que, não há a interação aluno-professor existente na sala de aula. Por isso, como trabalho futuro, é proposto o desenvolvimento de um ambiente virtual capaz de interpretar os fluxos capturados. Nele os alunos poderiam interagir através de salas de bate-papo ou até mesmo áudio-conferências. Dessa forma, o aluno possui o ambiente completo da sala de aula.

De acordo com a ferramenta de edição de documentos adaptados desenvolvida, é possível elaborar outros métodos de edição. Um bom exemplo é a utilização de redes neurais e lógica *fuzzy* para o ajuste dos valores do Banco de Parâmetro. Os valores contidos no banco podem ser realimentados de acordo com o perfil do usuário e suas respostas podem ser direcionadas para o contexto da aplicação.

Um dos grandes interesses de EAD, atualmente estudados pelo meio acadêmico, é a possibilidade de ajuste do material didático ao perfil do aluno, i.e., de acordo com a forma de absorção do conteúdo, o aluno possui diversos caminhos a serem percorridos. A metodologia de adaptação de QoS pode ser modificada para a adaptação de acordo com o perfil do aluno, ou seja, ao invés de requisitos de rede pode ser utilizado valores de aprendizado. Com o uso de diferentes fluxos é possível haver a troca sem que haja uma mudança brusca de contexto.

Apêndice A

TESTES E RESULTADOS

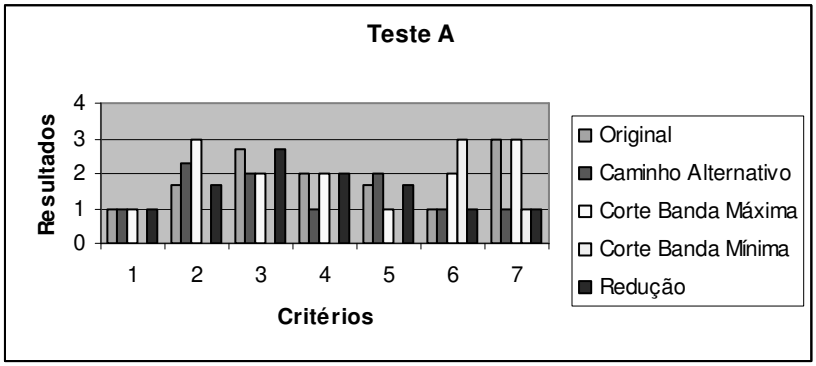
Os testes sobre a ferramenta foram individualmente analisados, na Tabela A.1, estão ilustrados as mídias resultantes do modo de edição conduzido. Na Tabela A.2 são especificados os números de mídias obtidos por cada método, esse número é importante para o cálculo da QoP. Na Figura A.1 são exibidos os gráficos por teste, referentes ao cálculo da avaliação perceptiva. Cada teste compara os resultados dos métodos com o da apresentação original.

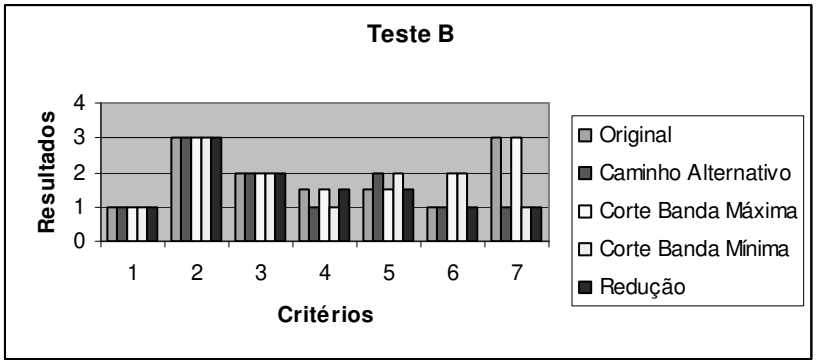
Testes	Mídias Originais	Mídias Adaptadas
A	(V1, AVI, 571Kb)	(V1'1, JPG, 10Kb), (V1'2, JPG, 10Kb)
	(V2, AVI, 4807Kb)	(V2'1, JPG, 10Kb), (V2'2, JPG, 16Kb), (V2'3, JPG, 15Kb), (V2'4, JPG, 9Kb), (V2'5, JPG, 17Kb), (V2'6, JPG, 20Kb)
	(A1, WAV, 4273Kb)	(A1'1, TXT, 1Kb), (A1'2, TXT, 1Kb), (A1'3, TXT, 1Kb)
B	(A1, WAV, 4273Kb)	(A1'1, TXT, 1Kb), (A1'2, TXT, 1Kb), (A1'3, TXT, 1Kb)
	(An1, WBP, 56Kb)	-
C	(A3, WAV, 130Kb)	(A3'1, TXT, 1Kb),
	(A4, WAV, 596Kb)	(A4'1, TXT, 1Kb),
	(A5, WAV, 367Kb)	(A5'1, TXT, 1Kb),
	(I1, BMP, 150Kb)	(I1'1, JPG, 68Kb)
	(I2, BMP, 150Kb)	(I2'1, JPG, 74Kb)
	(I3, BMP, 150Kb)	(I3'1, JPG, 74Kb)
D	(V1, AVI, 571Kb)	(V1'1, JPG, 10Kb), (V1'2, JPG, 10Kb)
	(A1, WAV, 4273Kb)	(A1'1, TXT, 1Kb), (A1'2, TXT, 1Kb), (A1'3, TXT, 1Kb)
	(An2, WBP, 45Kb)	-
	(I4, BMP, 11Kb)	(I4'1, JPG, 4Kb)
	(I5, BMP, 41Kb)	(I5'1, JPG, 23Kb)
	(I6, BMP, 4Kb)	(I6'1, JPG, 3Kb)

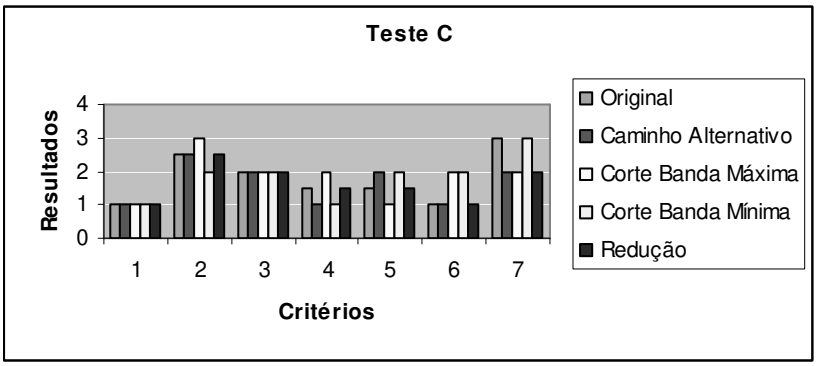
Tabela A.1 – Mídias Alternativas geradas pelo Modo de Edição Conduzido

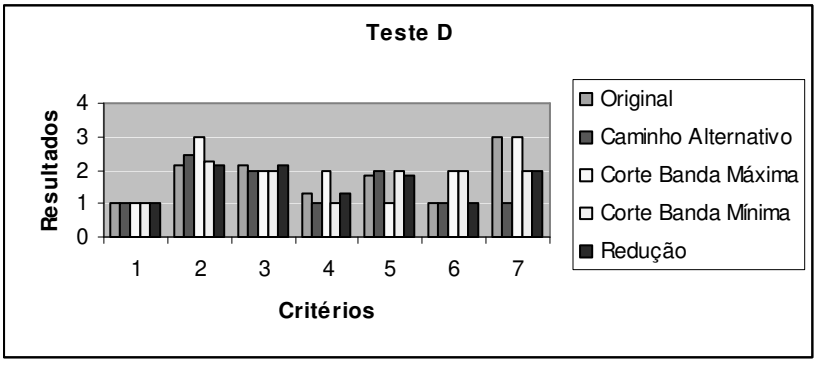
	MÉTODO REDUÇÃO				
	Número de Mídias				
TESTES	Vídeo	Áudio	Texto	Animação	Imagem
A	2	1	0	0	0
B	0	1	0	1	0
C	0	3	0	0	3
D	1	1	0	1	3
	MÉTODO CORTE BANDA MÁXIMA				
	Número de Mídias				
TESTES	Vídeo	Áudio	Texto	Animação	Imagem
A	0	1	0	0	0
B	0	1	0	0	0
C	0	3	0	0	0
D	0	1	0	0	0
	MÉTODO CORTE BANDA MÍNIMA				
	Número de Mídias				
TESTES	Vídeo	Áudio	Texto	Animação	Imagem
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	1	0
C	0	0	0	0	3
D	0	0	0	1	3
	MÉTODO CAMINHO ALTERNATIVO				
	Número de Mídias				
TESTES	Vídeo	Áudio	Texto	Animação	Imagem
A	0	0	3	0	8
B	0	0	3	1	0
C	0	0	3	0	3
D	0	0	3	1	5

Tabela A.2 – Resultado Obtido nos Testes. As células em amarelo representam as mídias adaptadas.









Gráficos comparativos por teste.

Apêndice B

FERRAMENTA NETGIZ

A ferramenta NetGiz é composta por dois módulos o NetGiz Estúdio e o NetGiz Editor. A seguir estão listadas as classes que compõem esses dois módulos.

B.1. Hierarquia de Classes – NetGiz Estúdio

Serão apresentadas em detalhe as principais classes que compõem a ferramenta. A Figura B.1 ilustra as classes e o relacionamento entre elas. Como pode ser observado, durante o processo de definição das máquinas, constatou-se um conjunto de funcionalidades que estavam envolvidas na atividade fim da fábrica e que deveriam ser obrigatoriamente disponibilizadas. Por motivos organizacionais, os métodos comuns foram agrupados em uma interface denominada IMachine. Dessa forma, é garantida a implementação desses métodos em futuras máquinas.

Embora conceitualmente os métodos possuam o mesmo objetivo, eles apresentarão implementações distintas dependendo da semântica da classe que os implementem. Porém, como poderá ser visto a seguir, a classe TParserSMIL não implementa todos os métodos definidos pela interface IMachine. Esse fato decorre da classificação das máquinas em relação à fábrica. Existem as máquinas que implementam o objetivo fim da fábrica e aquelas que apenas auxiliam o trabalho. Neste contexto, a TParserSMIL é uma máquina auxiliar.

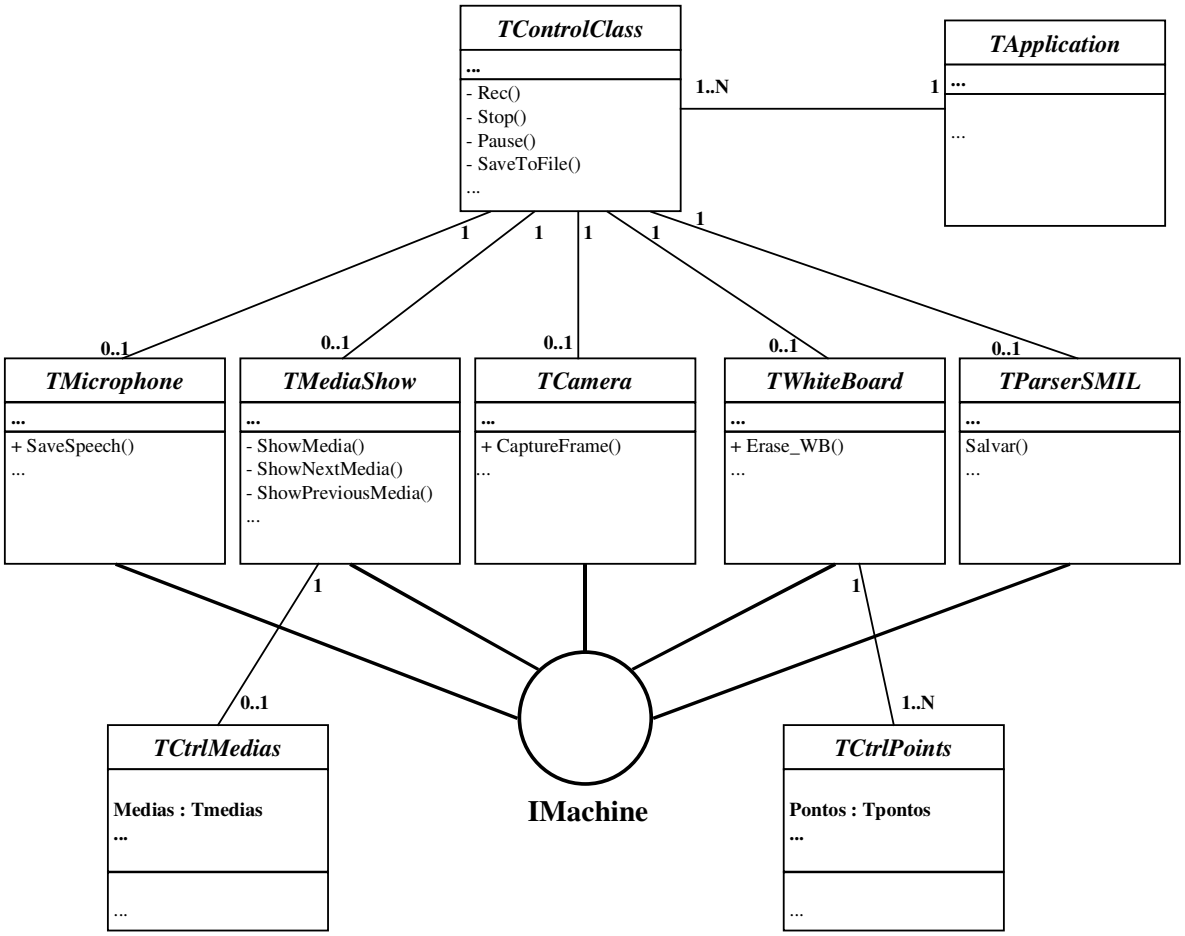


Figura B.1 – Diagrama de Classes da Ferramenta

A seguir, serão detalhadas as principais classes da ferramenta.

- Interface **IMachine**

  Essa é uma interface que define os principais métodos que serão implementados pelas máquinas de captura.

  - Método **Rec**: Definida para que as máquinas implementem o procedimento de iniciar a gravação do dispositivo.

  - Método **Stop**: Definida para que as máquinas implementem o procedimento de parar a gravação do dispositivo.

- Método **Pause**: Definida para que as máquinas implementem o procedimento de pausar a gravação do dispositivo.

- Método **Rewind**: Definida para que as máquinas implementem o procedimento de retroceder a mídia gravada.

- Método **Foward**: Definida para que as máquinas implementem o procedimento de avançar a mídia gravada.

- Método **SaveToFile**: Definida para que as máquinas implementem o procedimento de salvar a mídia gravada.

- Classe **TMicrophone**

Responsável por capturar o áudio, implementa todos os métodos definidos por TMachine por meio da API MCI (Media Control Interface)

+ Método **SaveSpeech**: Esse método é responsável por salvar o áudio gravado. É acionado durante as pausas, para que o áudio final não fique muito grande.

- Método **Open:** Abre um arquivo de áudio para ser tocado.

- Método **Close**: Fecha o arquivo de áudio aberto.

- Classe **TMediaShow**

Essa classe implementa todos os métodos definidos pela interface TMachine. Ela é responsável por exibir e gravar a seqüência de mídias que o professor deseja apresentar durante sua aula.

+ Método **DisplayMedia**: Responsável por exibir a mídia que é passada por parâmetro.

+ Método **FindMediaType**: Busca o tipo da mídia passada como parâmetro.

- Método **ShowMedia**: Exibe a mídia, cujo índice é passado como parâmetro.
- Método **ShowNextMedia**: Exibe a próxima mídia de acordo com a seqüência enviada.
- Método **ShowPreviousMedia**: Exibe a mídia anterior de acordo com a seqüência enviada.
- Método **InsertMediaList:** Insere uma lista contendo a seqüência de mídias selecionada pelo professor.

- Classe **TCtrlMedia:**

  Essa classe é responsável por armazenar a seqüência de mídias apresentada. Cada mídia é definida como TMedia (nome, tipo, t_i, t_f).

  - Método **InsertMedia**: Insere a mídia e o tempo em que está sendo apresentada.
  - Método **FirstMedia:** Volta para a primeira mídia gravada. Utilizado durante a exibição da gravação.
  - Método **NextMedia:** Avança para a mídia seguinte.
  - Método **SaveToFile:** Salva a seqüência das mídias que foram gravadas.

- Classe **TCamera:**

  Responsável por capturar as imagens recebidas da WebCam. Implementa os métodos da interface TMachine.

  + Método **CaptureFrame**: Captura a imagem que está sendo enviada da WebCam.

- Classe **TWhiteBoard:**

Essa classe é responsável por capturar a escrita do professor do quadro. Seu funcionamento é semelhante ao de um editor de imagens.

+ Método **Set_Pcolor**: Associa a cor da caneta definida na propriedade *Pen_Color*.

+ Método **Set_Psize**: Define o tamanho da caneta de acordo com a propriedade *Pen_Size*.

– Método **EraseWB**: Limpa a imagem do quadro.

- Classe **TctrlPoint:**

Essa classe é responsável por armazenar a seqüência de pontos oriunda da movimentação da caneta no quadro. Conforme descrito anteriormente, cada coordenada capturada é armazenada com o instante de tempo referido, cor e tamanho da caneta. Cada ponto é definido como TPoint (X, Y, tipo, cor, tamanho e tempo).

– Método **InsertPoint**: Insere a coordenada da caneta, a cor, o tamanho e o tempo em que o conteúdo escrito é apresentado.

– Método **FirstPoint:** Volta ao primeiro ponto gravado. Utilizado durante a exibição da gravação.

– Método **NextPoint:** Avança para o ponto seguinte.

– Método **SaveToFile:** Salva a seqüência de pontos, com extensão ".wbp".

- Classe **TParserSMIL:**

Embora seja uma classe TMachine, ela não implementa todos os métodos definidos pela interface. Essa classe trabalha com a estrutura SMIL ilustrada na Figura B.2 .

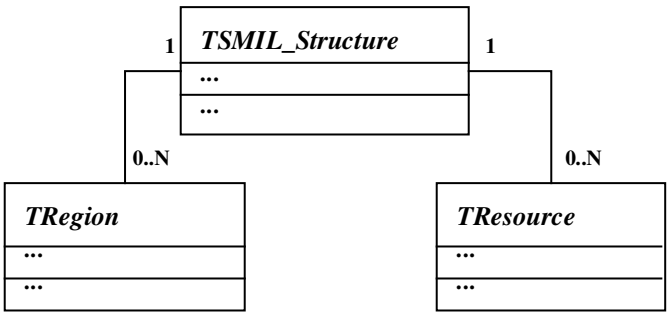


Figura B.2 – Estrutura SMIL

+ Método **ElementBody:** Monta o corpo do SMIL conforme a estrutura de mídias passadas por parâmetro.

+ Método **ElementHead:** Monta o cabeçalho do SMIL conforme a estrutura SMIL passada.

+ Método **CreateSMIL:** Monta a estrutura SMIL que será salva.

– Método **SaveToFile:** Salva a estrutura SMIL enviada em um arquivo SMIL.

- Classe **TControlClass:**

Essa classe implementa o centro de controle. Ela comanda os dispositivos realizando a interface entre o usuário e os dispositivos.

– Método **OpenProject:** Abre um projeto salvo.

– Método **SaveToFile**: Salva o conteúdo previamente gravado, requisitando as mídias gravadas dos dispositivos e montando a estrutura SMIL definida acima. Com a estrutura montada, esse método cria a instância do objeto TParserSMIL e envia a estrutura para ser salva em um arquivo SMIL.

– Métodos **Rec, Stop, Play, Rewind, Foward, Pause:** Implementa a chamada dos métodos correspondentes para cada máquina que irá capturar a aula.

– Método **InsertMedias:** Cria a instância da classe TMediaShow e envia a lista de mídias selecionadas para serem apresentadas.

- Método **ChangePenColor:** Requisita que o objeto TWhiteBoard altere a cor da caneta.

- Método **ChangePenSize:** Requisita que o objeto TWhiteBoard altere o tamanho da caneta.

- Método **ChangeLayout:** Permite que o usuário selecione a visão com que deseja trabalhar. Nesta ferramenta foram implementadas quatro visões: (i) somente o quadro branco, (ii) somente a tela de apresentação das mídias ou (iii) e (iv) a visualização dos dois, ao mesmo tempo, em lugares distintos da tela.

- Método **Eraser**: Simula um apagador, trocando a cor da caneta para branca.

- Método **EraseAllWB**: Executa o método *EraseWB* do objeto TWhiteBoard.

- Método **NextMedia:** Executa o método *NextMedia* do objeto TMediaShow.

- Método **PreviousMedia**: Executa o método *PreviousMedia* do objeto TMediaShow.

B.2. Hierarquia de Classes – NetGiz Editor

A Figura B.3 ilustra o diagrama de classes da ferramenta. É possível observar que a classe TMethodX representa os métodos implementados e testados durante este trabalho. As classes desses métodos não serão descritas detalhadamente, uma vez que implementam basicamente as funcionalidades definidas por TMethod.

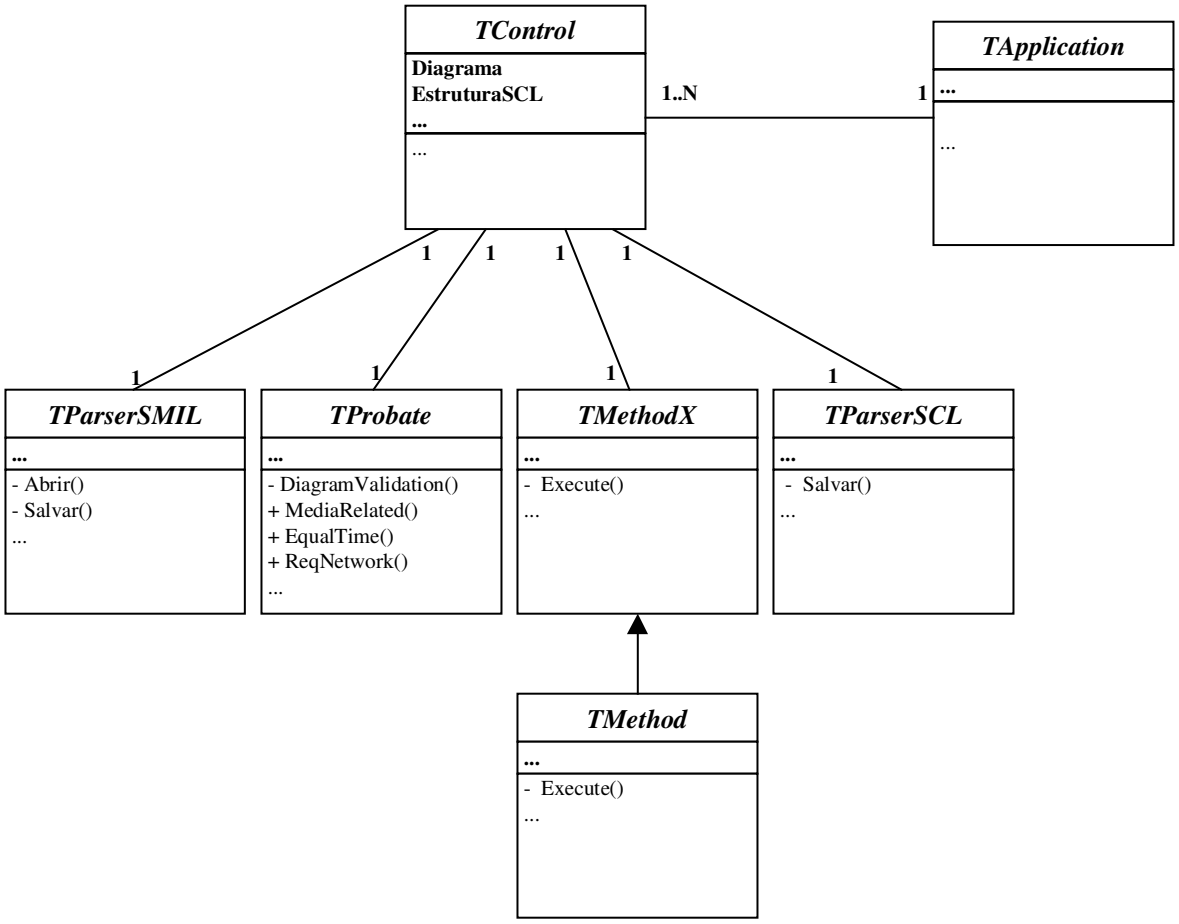


Figura B.3 – Diagrama de Classes NetGiz Editor

- Classe **TParserSMIL**

  Como pode ser observado, essa classe já foi descrita anteriormente e portanto só será mensionado os métodos incluídos. A classe retorna ao Centro de Controle um diagrama de estados cuja estrutura é ilustrada na Figura B.4 .

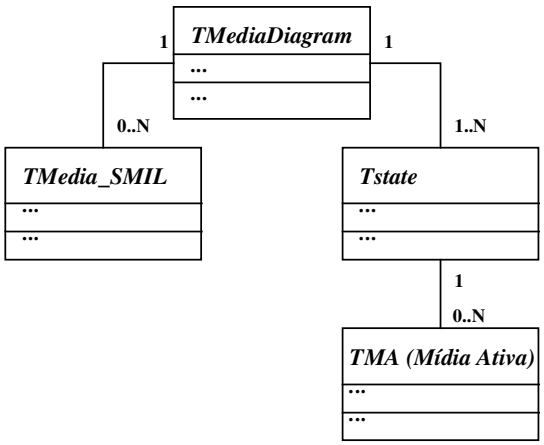


Figura B.4 – Estrutura do Diagrama de Estados

- Método **LoadFromFile:** Lê a seqüência de apresentação das mídias de um arquivo SMIL e constrói um diagrama de estados de acordo com o instante de apresentação de cada mídia.

- Classe **TProbate**

  Responsável por verificar cada estado do diagrama enviado e indicar quais mídias precisam ser adaptadas. A estrutura SCL utilizada pode ser visualizada na Figura B.5 .

  + Método **MediaRelated**: Verifica se as mídias passadas por parâmetro podem ser relacionadas. Esse método consulta o Banco de Parâmetros.

  + Método **ReqNetwork:** De acordo com o tipo de rede passada por parâmetro, retorna a largura de banda mínima e máxima registrada no Banco de Parâmetros.

  + Método **SearchSize:** Retorna o tamanho da mídia que foi passada por parâmetro.

  + Método **EqualTime:** Recebe duas mídias por parâmetro e verifica se a segunda é apresentada no mesmo tempo ou em tempo menor que a primeira.

- Método **DiagramValidation:** Recebe o diagrama de estados e verifica para cada estado se é necessário haver adaptação. A necessidade de adaptação é dada pela verificação da largura de banda do estado em relação aos limites da rede.

- Classe **TMethod**

Responsável por executar o método de adaptação, preenchendo a estrutura SCL com as mídias adaptadas.

- Método **Execute**: Executa o método.

- Método **SaveAlternativeMedias:** Salva as mídias alternativas.

- Classe **TParserSCL**

Responsável por salvar o arquivo de controle de acordo com a estrutura SCL enviada.

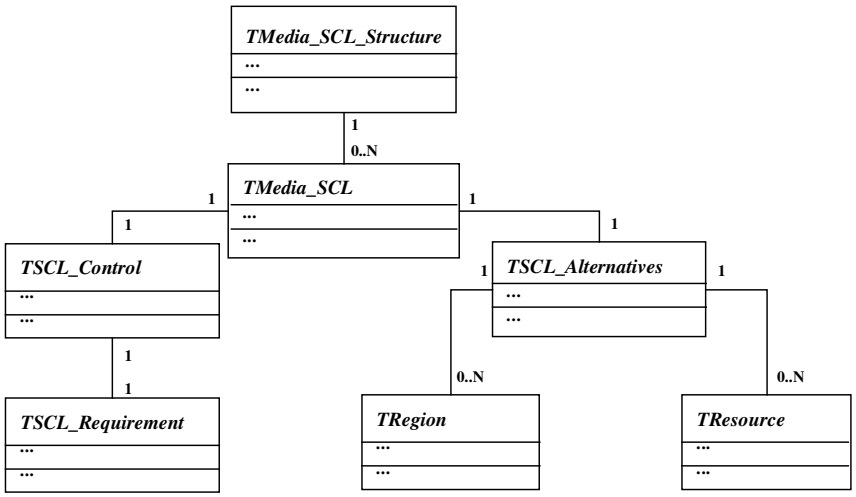


Figura B.5 – Estrutura SCL

+ Método **ElementMinRequirement**: Retorna o texto referente aos requisitos mínimos de cada mídia.

+ Método **ElementMaxRequirement**: Retorna o texto referente aos requisitos máximos referentes a cada mídia.

+ Método **ElementStopLink**: Retorna o texto referente ao *StopLink.*

+ Método **ElementDescription:** Retorna o texto com a descrição da mídia.

+ Método **ElementStartLink:** Retorna o texto referente ao *StartLink.*

+ Método **ElementRegionToAdd**: Retorna o texto referente à região de exibição da mídia.

+ Método **ElementResourceToSubstitute:** Retorna o texto referente à mídia alternativa.

+ Método **ElementReplaceTarget:** Retorna o texto referente à mídia que será substituída.

+ Método **CreateSCL:** Cria o arquivo de controle invocando as funções descritas anteriormente.

– Método **SaveToFile:** Salva a estrutura enviada no formato do arquivo SCL.

▪ Classe **TControl**

Responsável por controlar as máquinas.

– Método **Open**: Requisita o nome do arquivo e cria as instância das máquinas SMIL e de Homologação para, respectivamente, abrir e validar o arquivo SMIL.

– Método **Adaptar**: Invoca a Máquina de Adaptação para gerar o arquivo de controle.

- Método **SaveToFile:** Invoca a Máquina SCL para salvar a estrutura de adaptação.

B.3. Telas da Ferramenta NetGiz

Figura B.6 – Tela principal da ferramenta.

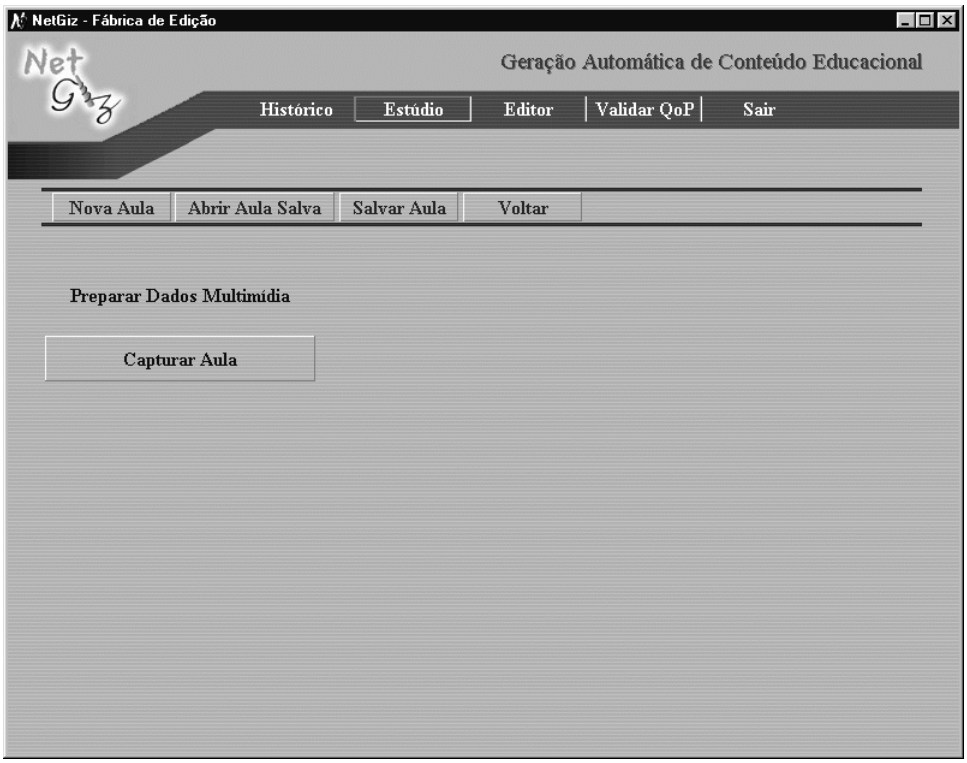


Figura B.7 – Tela principal NetGiz Estúdio

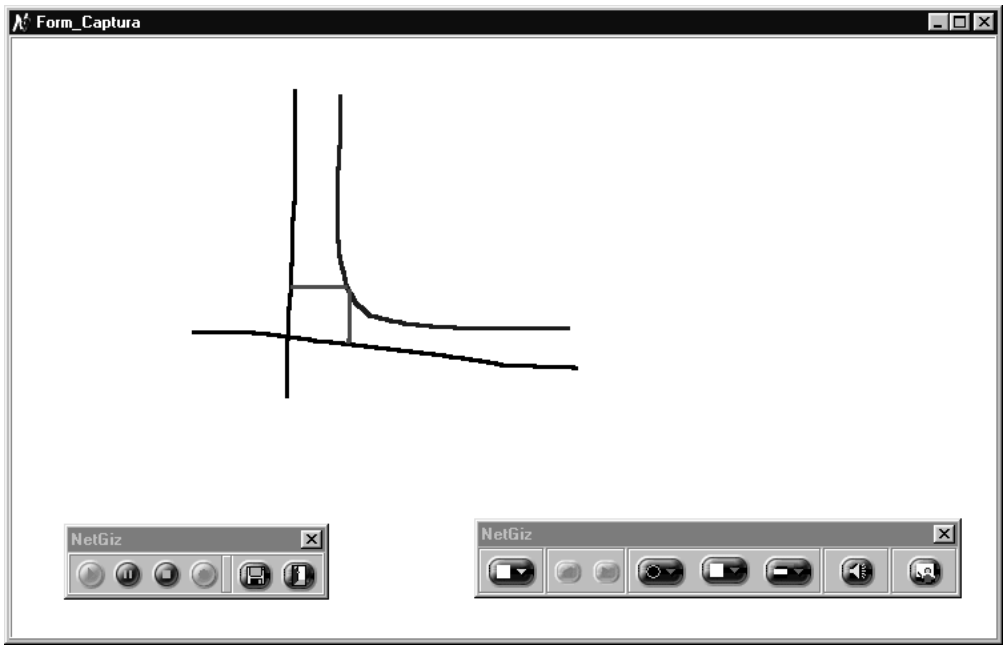


Figura B.8 – Tela de Captura da Aula presencial

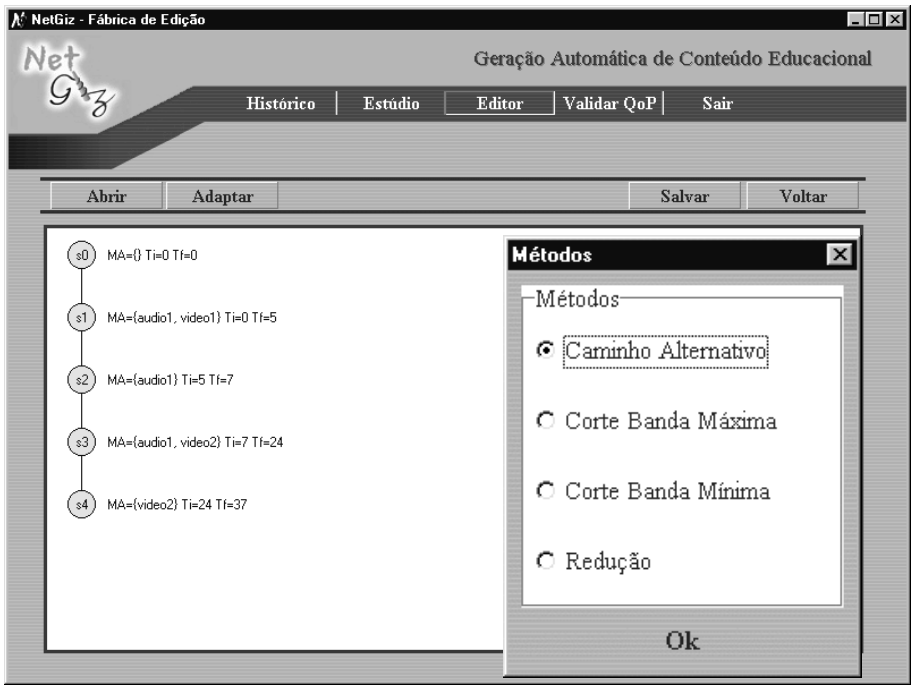


Figura B.9 Tela Principal do NetGiz Editor

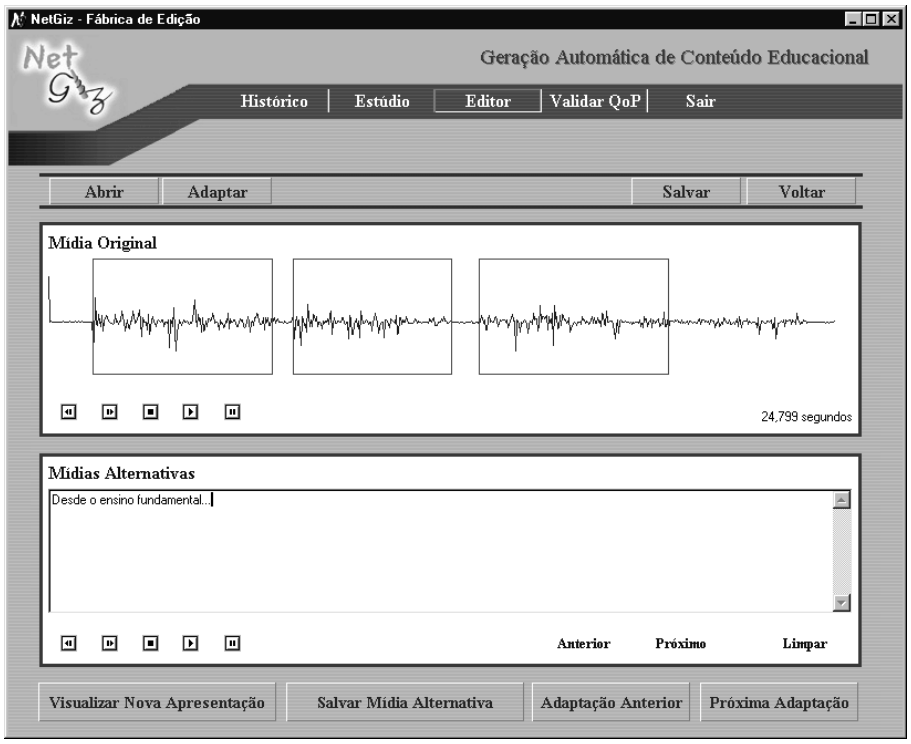


Figura B.10 – Tela de edição do áudio do Método Caminho Alternativo

REFERÊNCIAS

[1] ABOWD G., ATKESON C., BROTHERTON J., BHALODIA J. – "Classroom 2000: A System for Capturing and Accessing Multimedia Classroom Experiences." – In: CHI'98 Demonstration Paper, Maio 1998.

[2] ABOWD G., ATKESON C., BROTHERTON J., ENQVIST T., GULLEY P., LEMON J. – "Investigating the capture, integration and access problem of ubiquitous computing in an educational setting" – In: the Proceedings of CHI '98, pp. 440–447, Maio 1998.

[3] BOOCH G., ROMBAU J., JACOBSON I. – "UML Guia do Usuário" – Ed. Campos.

[4] BRANDEN, ZHANG, BERSON, HERZOG, JAMIN – "Resourse ReserVation Protocol – RSVP", RFC 2205, Internet Engeneering Task Force, Setembro 1997.

[5] CARMO L.F., PIRMEZ L., – "ServiMídia: An Integrated System for Multimedia Document Creation and Retrieval with Adaptive QoS Control". – France–Brazil Symposium on Distributed Computer Systems, Fevereiro 1997.

[6] CLAYPOOL M., RIEDL J. – "End-to-End Quality in Multimedia Application" – Chapter 40 in Handbook on Multimedia Computing, CRC Press, Boca Raton, FL, Agosto 1998.

[7] CLAYPOOL M., TANNER J. – "The Effect of Jitter on the Perceptual Quality of Video" – Proceedings of the ACM Multimedia'99, Orlando, Florida, 1999.

[8] CORREA R. – "Script Maker: Ferramenta de Sincronização entre Imagem e Som" – Projeto Final de Curso, IM/UFRJ, Junho 1999.

[9] CORREIA R., CORRÊA R., GOMES R., RUST L.F., PIRMEZ L., BARCELLAR L.F. – "An Adaptive Distributed System Based on Conditional Dependencies" – In: Seventh IEEE International Workshop on Object Oriented Real-time Dependable Systems, Proceedings of WORDS. San Diego – California, 2002.

[10] DRAPEAU G., GREENFIELD H. – "MAEstro — A Distributed Multimedia Authoring Environment" – In: Proc. Summer 1991 USENIX Conference, Nashville, TN, pp. 315–328. 1991

[11] DYER C., DAVIS L., KLUWER – "Volumetric Scene Reconstruction from Multiple Views" In: Foundations of Image Understanding, 469–489, Boston, 2001.

[12] FERGUNSON P., HUSTON G. – "Quality of Service on the Internet: fact, Fiction or Compromise?". – In: Internet Conference, Genebra, Suiça, 1998.

[13] GHINEA G., THOMAS J.P. – "QoS Impact on User Perception and Understanding of Multimedia Video Clips" – Proceedings of ACM Multimedia '98, Bristol, United Kingdom, 1998.

[14] GHINEA G., THOMAS J.P. – "An Approach towards Mapping Quality of Perception to QoS in Multimedia Communications" – Proceedings of IEEE Multimedia Signal Processing Workshop, Copenhagen, Denmark, 1999.

[15] GHINEA G., MAGOULAS G. – "Perceptual Considerations for Quality of Service Management: An Integrated Architecture" – 8th International Conference on User Modelling, Sonthofen, Germany, 2001.

[16] GOMES R. – "Autoria e Apresentação de Documentos Multimídia Adaptativos em Redes" – Dissertação de Mestrado UFRJ/IM/NCE, Rio de Janeiro, 85p., 2001.

[17] HOW SPEECH WORKS – MICROSOFT. Disponível na INTERNET via www.url: http://www.microsoft.com/speech/news/how.asp. Arquivo consultado em 2000.

[18] INTERACTIVE WHITEBOARD: Visual Collaboration Tools. Disponível na INTERNET via www.url: http:\\www.picturetel.com. Arquivo Consultado em 2000.

[19] ISO. **MPEG-4 Standard**. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3747, 1999.

[20] ITU-R RECOMMENDATION BT.500-7 – "Methodology for the Subjective Assessment of the Quality of Television Pictures." – ITU, Geneva, 1995.

[21] ITU-T RECOMMENDATION P.830 – "Subjective Performance Assessment of Telephone-band and Wideband Digital Codecs" – ITU, 1996.

[22] JPEG – Padrão JBIG – Disponível na INTERNET via www.url: http:\\www.jpeg.org

[23] KLEINROCK, NAYLOR – "Stream Traffic Communication in Packet Switched Networks: Destination Buffering Considerations" – IEEE Transaction on Communications, COM-30(12):2527 - 2534, Dezembro 1982.

[24] LARMAN, C., "Applying UML and Patterns", Ed. Prentice Hall, primeira edição, 1997.

[25] MIMIO: Think it. Share it. Disponível da INTERNET via www.url: http:\\www.mimio.com. Arquivo Consultado em 2001.

[26] MÜLLER W., GERFELDER N. – "Objective Quality Estimation for Digital Images in Multimedia Environments." – CIM'98, University of Derby, UK, Março 1998.

[27] PETZOLD C., – "Programming Windows 3.1" – 3ª. Edição – Ed. Microsoft Press.

[28] ROSSUM G., JANSEN J., MULLENDER K.S., BULTERMAN D. – "CMIFed: A Presenta-tion Environment for Portable Hypermedia Documents" – In: Proceedings ACM Multimedia'93, Anaheim CA, pp. 183–188, Agosto 1993.

[29] RUST L.F., PIRMEZ L., GOMES R., CORREIA R., CORREA R. – "Validação da Estratégia de Adaptação Dinâmica de QoS do Projeto ServiMídia" – Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores SBRC, Buzios – Rio de Janeiro, maio 2002.

[30] SAITO H., KANADE T. – "Shape Reconstruction in Projective Grid Space from Large Number of Images." – IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR '99), Junho 1999.

[31] SAPI : SPEECH API 5.0 OVERVIEW. Disponível na INTERNET via www.url: http://www.microsoft.com/speech/technical/SAPIOverview.asp. Arquivo consultado em 2000.

[32] SEALES B., WELCH G., JAYNES C. – "Real-Time Depth Warping for 3-D Scene Reconstruction" – IEEE Aerospace Conference 1999, Aspen, CO, Março 1999.

[33] SETHI I., PATEL N. – "A statistical approach to scene change detection," – In: IS&T SPIE Proceedings: Storage and Retrieval for Image and Video Databases III, vol. 2420, pp. 329– 339, San Jose , Fevereiro 1995.

[34] STEINMETZ R. – "Human Perception of Jitter and Media Synchronisation" – IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 14(1), pp. 61-72, 1996.

[35] W3C. – "Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) 1.0 Specification". – W3C Recommendation, Junho 1998.

[36] WADDINGTON, D.G., HUTCHISON, D. – "End-to-end QoS Provisioning through Resource Adaptation". – IFIP Conference on High Performance Networking, 1998.

[37] WAHL, T., WIRAG, S., ROTHERNMEL, K. – "TIEMPO: Temporal Modeling and Authoring of Interactive Multimedia". – IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems, p.274–277, Washington D.C., USA Fevereiro 1995.

[38] WATSON A., SASSE M.A. – "Measuring Perceived Quality de Speech and Video in Multimedia Conferencing Applications" – Proc. of ACM Multimedia'98, Bristol, UK, Setembro 1998.

[39] WIRAG, S. – "Modeling of Adaptable Multimedia Documents" – Interactive Distributed Systems and Telecomunication Services, p.420–429. Abril 1997.

[40] WOLF L. C., GRIODZ C., STEINMETZ R. – "Multimedia Communications" – Proceedings of IEEE, v.85, n.12, p.1915–1933, Dezembro 1997.

[41] ZCAM: Real-Time 3D studio camera. Disponível na INTERNET via www.url: http:\\www.3dvsystems.com. Arquivo consultado em 2001.