

Proposição de um Novo Paradigma de Conteúdo para TV Interativa

Cesar Tadeu Pozzer

Bruno Feijó

Departamento de Informática

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rua Marquês de São Vicente 225

Rio de Janeiro, RJ, 22453-900, Brazil

e-mail: {pozzer, bruno}@inf.puc-rio.br

Angelo Ernani Maia Ciarlini

Departamento de Informática Aplicada

UNIRIO - Universidade do Rio de Janeiro

e-mail: angelo.ciarlini@uniriotec.br

PUC-RioInf.MCC38/03 Outubro, 2003

Abstract: In this work, we initially present a general survey on hardware and software technologies for Interactive TV. We then propose methods for generating and presenting interactive stories, which could be seen as a new paradigm for interactive content. The story generation process is accomplished by a simulating process resulting in a set of operations that define the plot of the story. The generated story should then be graphically represented, using Artificial Intelligence techniques, by the animation of the virtual characters. The user interaction during the generation and presentation processes is also widely discussed.

Keywords: interactive TV, storytelling, story generation, digital entertainment, agents

Resumo: Neste trabalho, inicialmente é realizada uma revisão geral de tecnologias de hardware de software para TV Interativa. Na seqüência, apresentam-se e propõem-se tecnologias para geração e representação de histórias interativas, o que vem a se mostrar como um novo paradigma de conteúdo interativo. A geração das histórias ocorre por um processo de simulação, que tem como resultado operações que definem o fluxo da história, que deverá ser representada por personagens virtuais, por meio de recursos de Inteligência Artificial e Computação Gráfica. Aspectos relativos à interação do usuário também são amplamente discutidos.

Palavras-chave: TV interativa, storytelling, geração de narrativas, entretenimento digital, agentes.

This work is being sponsored by CNPq.

1 Introdução

A velha transmissão analógica da TV convencional está sendo substituída por linhas digitais, que permitem transmissão de imagem com maior resolução, sem a presença de artefatos e outros problemas inerentes à tecnologia analógica [DRI 00]. A transmissão digital garante maior nitidez, além de ser muito mais adaptável às novas necessidades de resolução, conteúdos e formatos de mídias, como texto, áudio, vídeo, imagens, aplicativos, etc.

Para fazer uso deste novo meio de transmissão de dados, está se tornando padrão, em países desenvolvidos, o uso de TVs digitais. A migração da TV analógica para a digital não consiste em apenas substituir os antigos aparelhos de TVs por outros mais recentes, mas também em adequar os meios de transmissão e recepção.

Como resultado de enormes avanços em tecnologia digital, TV digital, redes de alta velocidade, processamento de áudio e vídeo, softwares de compressão e serviços de broadcasting [FUR 96, TVT 03a], um novo conceito de TV está surgindo e se popularizando largamente em países desenvolvidos. Este novo paradigma, conhecido como “interactive TV” ou “enhanced TV”, permite que o usuário possa interagir com o conteúdo e programação que está recebendo em sua casa. O grau de interação é determinado pela tecnologia empregada e pelos recursos de hardware e software disponibilizados, bem como pela natureza do conteúdo recebido. Neste trabalho, será usado o termo iTV (abreviação de interactive TV) para se referir a TV interativa.

A TV convencional, que é passiva e linear, está se tornando sob demanda, participativa, não linear, bidirecional, ou em outras palavras, está permitindo que cada telespectador possa definir o conteúdo e a forma como a informação lhe é apresentada. Esta nova tecnologia vai permitir que o telespectador possa receber informações adicionais sobre assuntos de interesse e até mesmo agendar o horário em que deseja ver seu programa favorito [DRI 00]. iTV é a reinvenção da existente e passiva TV. Segundo [TVT 03b], iTV é, essencialmente, a incorporação de programação ao vídeo que permita algum nível de interatividade. Com a iTV, o telespectador poderá, num futuro próximo, ter boa parte dos recursos disponíveis em um PC, que vão desde jogos, Internet, áudio, vídeo dentre outros, e com mesma eficiência. Entretanto para que tudo isso ocorra, é necessária a criação de padrões, tanto na forma de transmissão digital, quanto no formato do conteúdo a ser exibido.

O termo iTV é muito amplo. Ainda são indefinidas a potencialidade e possibilidades de uso que a iTV pode oferecer. Pode-se afirmar com certeza que é uma tecnologia que veio para ficar, visto que este novo paradigma de TV está chamando a atenção de diversos ramos da indústria que possuem alguma ligação tecnológica com toda a infra-estrutura necessária para disponibilizar conteúdos interativos.

A iTV, além de estar fortemente ligada a tecnologias, também possui um apelo financeiro muito grande, visto que setores de entretenimento digital têm se mostrado como grandes nichos lucrativos [DRI 00]. Empresas de telecomunicação, cabos, satélites e software estão fazendo grandes investimentos financeiros, chegando à cifra de bilhões de dólares. O mesmo vale para emissoras de TV, como a Time Warner, e empresas ligadas a software e tecnologias voltadas ao entretenimento digital, como a Microsoft e Sun Microsystems.

Este trabalho não visa uma análise financeira e comercial detalhada deste novo paradigma de comunicação e entretenimento. Também não será feita uma abordagem detalhada e comparativa de modelos de hardware e software empregados em um

ambiente de TV interativa. Neste trabalho é apresentado um novo paradigma de aplicação, cujo conteúdo, interativo, mostra grandes potencialidades para ser usado em iTV, entretenimento, além de jogos e programas educativos. Uma ferramenta integrada para geração e exibição interativa de histórias (onde o usuário pode controlar o fluxo da história, com um nível de interatividade muito maior do que em aplicativos desenvolvidos para esta tecnologia de TV) é discutida e detalhada ao longo deste trabalho.

Para construir essa ferramenta, é necessário desenvolver pesquisas em três linhas distintas, mas fortemente relacionadas, como mostrado na Figura 1. A linha de TV Interativa corresponde ao estudo de conteúdos interativos e técnicas relacionadas de exibição e interação. A linha de Agentes e IA trata de geração de personagens autônomos. Por fim, a linha de Computação Gráfica é necessária para transformar as representações simbólicas das histórias em informação gráfica que possa ser apresentado como um conteúdo interativo. Este trabalho tem um enfoque direcionado para TV interativa.

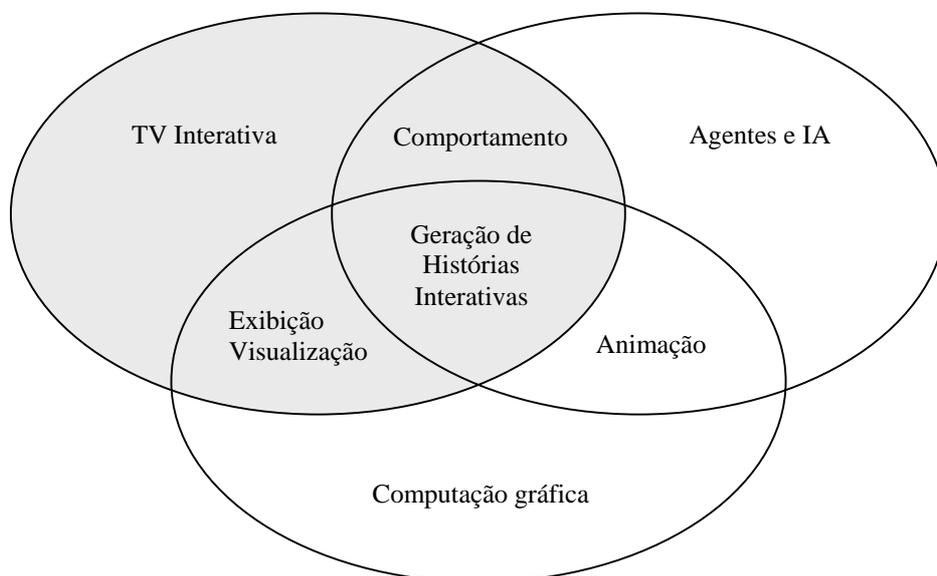


Figura 1: Linhas de pesquisa para geração e visualização de histórias interativas e foco do presente trabalho (sombreado)

O elemento central da arquitetura concentra-se na geração da história, que é realizada por um processo de simulação, fazendo uso de algoritmos de planejamento e de Programação em Lógica com Restrições (Constraint Logic Programming). Este processo gera um conjunto de eventos, baseados em operações com pré e pós-condições que estabelecem fatos que devem ser válidos antes e após os eventos, respectivamente. As ações descritas pelas operações devem ser realizadas pelos personagens, obedecendo a uma ordem cronológica parcialmente definida pelo planejador.

Para tornar este conjunto de operações plausível de ser representado como um conteúdo interativo em iTV, de imediato reconhece-se a necessidade de estudos em outras duas linhas de pesquisa: Computação Gráfica (CG) e Inteligência Artificial (IA). A IA se faz necessária para assegurar que cada personagem, aqui representado como um agente de software, seja capaz de expressar um comportamento inteligente e realista, por meio de animações gráficas condizentes com as ações sendo realizadas,

frente ao telespectador (usuário). A IA tem um papel fundamental no comportamento do personagem, pois é responsável pela determinação das animações que cada um deve realizar para o cumprimento das tarefas. Maiores detalhes da implementação da IA dos personagens podem ser encontrados em [POZ 03]. Tendo-se as descrições de posição e animação de cada personagem, faz-se uso de técnicas de Computação Gráfica para visualizar estas informações, por meio de algoritmos de renderização, iluminação e técnicas de modelagem de personagens, que sejam suficientemente realistas para o propósito em questão.

Essa informação gráfica, resultado da história sendo simulada, é o conteúdo final apresentado ao usuário, por meio de recursos de iTV. Cada usuário poderá interagir na alteração de atributos dos personagens e história, e até mesmo definir o rumo da mesma.

Esta monografia está organizada em 6 seções. Na Seção 2 é feito um estudo geral sobre toda infra-estrutura necessária para a implantação da iTV. Nele são focados aspectos de hardware e software, bem como apresentados pontos relevantes referentes a conteúdos e interação. Na Seção 3 é investigado um novo paradigma de conteúdo interativo, com enfoque principal na geração interativa de histórias. Na Seção 4 é apresentado um sistema integrado de geração e exibição de histórias, juntamente com uma arquitetura passível de implementação sobre os atuais recursos de hardware e APIs disponíveis para iTV. Sugestões de trabalhos futuros, sob o aspecto de histórias interativas, são apresentadas na Seção 5. Na Seção 6 são apresentadas as conclusões finais.

2 Infra-estrutura para iTV

Para que a iTV possa se consolidar e vir a substituir a TV tradicional, uma série de requisitos deve ser suprida. O elemento central de toda a infra-estrutura é o conteúdo final que será apresentado ao telespectador (usuário). Em função deste conteúdo, necessidades de banda passante, processamento computacional e nível de interação devem ser determinados e garantidos. Como ainda não existe um padrão definido de iTV, todos estes requisitos devem ser amplamente estudados e abordados sobre diferentes aplicações e configurações.

2.1 Comunicação de Dados

Um dos requisitos necessários para a construção e consolidação da iTV é a substituição da transmissão analógica por linhas digitais de alta velocidade. Este novo meio, além de ser necessário para a iTV, é um passo para a evolução da velha TV analógica pela TV digital (DTV – *Digital Television*). DTV é um dispositivo que pode processar (decodificar) mídias digitais, que em sua grande maioria são comprimidas, para melhor aproveitamento da banda passante.

Não existe uma obrigatoriedade do uso de DTV para acesso a conteúdos interativos. Estes podem ser acessados por meio de TVs analógicas, desde que acopladas a hardwares conversores de sinal digital em analógico. Esta conversão pode ser realizada pelos *set-top boxes*, que são dispositivos que conectam a TV aos provedores (*content providers*), e que também processam os dados e conteúdos interativos. Estes dispositivos são detalhados na Seção 2.4.

DTV não é sinônimo de HTDV (*High definition TV*), que é um padrão de alta definição e, conseqüentemente, representa um maior consumo de banda. Esta banda, em DTV pode ser variada, o que não ocorre em transmissões analógicas.

Diversos serviços interativos, como VoD (*Video on Demand*), transmissão de aplicativos, imagens, gráficos, dentre outros elementos, de grande uso em programações interativas, somente são possíveis com a tecnologia digital.

A mídia digital oferece maior qualidade de imagem, resolução (estilo cinema), som com qualidade de CD e principalmente dá condições ao usuário de interação com o conteúdo, requisitos básicos para promover a adoção da iTV.

Nos EUA, um dos países pioneiros a adotar a TV digital, está estabelecido que a substituição de todo meio de transmissão analógico será feito até 2006. O mesmo está ocorrendo em diversos outros países da Europa, como a França e a Alemanha.

Pela compressão do sinal, um canal padrão de TV analógica de 6 MHz pode suportar de 4 a 5 canais digitais, com a mesma resolução [ITV 03c]. Este grande número de canais é possível porque canais digitais não sofrem interferências de outros canais digitais, o que não ocorre com sistemas analógicos.

O uso de linhas digitais para uso em TV é ainda um conceito novo. Por isso, ainda não existe um consenso sobre a forma de utilização desta larga banda passante. Atualmente existem 3 correntes que propõem diferentes usos desta nova tecnologia:

- Maior resolução: Implicaria na substituição do padrão tradicional de dados (SDTV – *Standard TV*) pelo padrão HDTV;
- Aumento de canais: Nesta estratégia, continua-se usando o padrão SDTV, porém aumenta-se o número de canais disponíveis;
- Adição de recursos interativos: Parte da banda passante seria usada para enviar conteúdos interativos e/ou conteúdos personalizados para cada telespectador. Em outras palavras, a consolidação da iTV.

Uma opinião intermediária sugere variar a resolução em função do conteúdo a ser apresentado. Apesar das opiniões discordantes, certamente, parte da banda passante vai ser usada para iTV, visto o grande sucesso da Internet e desejo de uma grande massa de pessoas em interagir com a informação e com outras pessoas, por meio de jogos, programas interativos, etc.

Acreditando na potencialidade da multimídia como o futuro da informação digital, empresas de cabos e telefonia entraram na batalha por construir e definir estas supervias de dados, capazes de suportar transmissão de vídeo e outros conteúdos digitais em tempo real. Linhas de alta velocidade se fazem necessárias frente à possibilidade de transmissão de conteúdos personalizados a cada usuário, principalmente no caso de VoD.

Vários testes já foram realizados com VoD, utilizando os tradicionais meios de transporte como cabos e redes telefônicas. Entretanto novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para permitir transmissão de vídeo e interação com o usuário [FUR 96].

Segundo [FUR 96], o futuro das redes de comunicação será baseada em sub-redes ATM hierárquicas e interconectadas, distribuídas em áreas geográficas distintas. No topo da hierarquia, existirá uma rede global, que irá conectar várias redes nacionais. Por sua vez, as redes nacionais vão englobar redes metropolitanas, que poderão ser conectadas a redes locais. Toda esta estrutura será implementada sobre as redes já existentes, que passarão a ser substituídas gradativamente por redes de fibra óptica.

Um exemplo do uso de redes ATM¹ para iTV pode ser visto em [NEL 95]. Neste sistema, cada usuário é conectado a um servidor, que atende a um determinado número de clientes, localizados em uma determinada vizinhança. Para evitar falhas, os serviços são disponibilizados em servidores que possuem réplicas, que entram em operação quando o servidor corrente falhar. Os serviços disponibilizados nesta plataforma, desenvolvidos para a Time Warner, incluem VoD, comércio eletrônico e jogos multi-usuários. Atualmente, transmissões digitais em broadcasting operam sobre satélites, cabos e linhas telefônicas de alta velocidade [ITV 03c].

2.2 Usuário versus Telespectador

Com as propostas da iTV, uma grande mudança deve ocorrer na forma como a TV é usada e manipulada. A possibilidade do usuário poder interagir com o conteúdo que está sendo apresentado, bem como poder escolher o que deseja assistir, é sem dúvida um grande avanço para uma tecnologia que permaneceu inalterada durante várias décadas.

Entretanto, antes de desenvolver todo um aparato tecnológico de redes, processadores e aplicativos, deve-se perguntar ao usuário sobre sua intenção de transformar o mais comum instrumento de diversão, entretenimento e cultura em um dispositivo que, possivelmente, não será operado em sua total funcionalidade sem a intervenção humana. Além disto, põe-se em questão se as pessoas estarão dispostas a pagar mais pelos novos serviços interativos disponibilizados pelas provedoras [TVT 03b]. Este novo paradigma vai exigir das pessoas uma mudança da velha e tradicional atitude passiva por outra onde a interatividade é a palavra chave.

Independente da resposta do usuário ser positiva ou negativa, várias frentes de pesquisa estão avançando na tentativa de definir as linhas mestras desta revolução tecnológica. Entretanto, nem todos têm a mesma opinião sobre os rumos da iTV, o que está levando ao surgimento de tecnologias com dois enfoques divergentes, cujo ponto chave é a determinação do grau de interatividade que será oferecido ao telespectador. Será vencedora a solução que melhor atender às necessidades dos usuários e do mercado.

A primeira, encabeçada pela Microsoft [KRE 00], resume a interatividade com o termo “*lazy interactivity*”, ou seja, a iTV terá sucesso se exigir pouca atenção e esforço do usuário. Já a outra corrente, liderada pela Sun Microsystems, sustenta a definição de uma arquitetura que possa oferecer alto poder de processamento e, conseqüentemente, maior liberdade de interação ao usuário.

A Microsoft está concentrando o desenvolvimento de interfaces intuitivas e divertidas para os usuários. O principal desafio é que estas interfaces precisam ser mais eficientes do que as usadas em computadores atuais e ao mesmo tempo serem mais fáceis para aprender e usar. Para isso, está fazendo-se uso de computação gráfica de alta qualidade [BUR 95].

À medida que a iTV evolui, ela se torna mais semelhante a um computador no que diz respeito tanto a dispositivos de hardware, softwares, poder computacional, potencialidades e, conseqüentemente, nível de interação, quanto na susceptibilidade a erros, o que pode resultar em eventual insatisfação do usuário.

¹ Atualmente, a tecnologia ATM sofreu uma certa descontinuidade em pesquisa e outras soluções de QoS (Qualidade de Serviço) estão sendo analisadas.

Até o momento, não foi feita uma distinção entre usuário e telespectador. Os dois termos foram usados de forma indistinta. Entretanto, existe uma diferença muito clara entre os dois termos. Usuário, em termos computacionais, é a pessoa que usa um dispositivo para realizar uma determinada tarefa. Neste contexto, o telespectador é somente um membro passivo, ou seja, que não interage. Apenas recebe informação. Em se tratando de iTV, o termo telespectador já não é o mais apropriado. Uma vez que ele necessita interagir, se transforma em usuário de um serviço ou aplicativo com que interage. O nível máximo de interação coincide com a equiparação do uso da iTV com um computador pessoal.

Atualmente, o usuário pode escolher o grau de participação, ou seja, pode se enquadrar como um telespectador, como um usuário, ou em uma posição intermediária. À medida que o poder computacional dos set-top boxes aumenta, há uma tendência do aumento do grau de interatividade oferecido e de potencialidades de novas aplicações e conteúdos.

Neste trabalho, o tradicional telespectador da tradicional TV será considerado como um usuário, visto que este poderá em algum momento interagir com a informação recebida, ou em termos mais genéricos, com o conteúdo recebido. Esse aspecto é um dos mais polêmicos referentes à iTV, e está intimamente relacionado com o tipo de conteúdo oferecido, discutido em mais detalhes na próxima seção.

Cabe ressaltar que é muito mais fácil desenvolver poderosos processadores e redes de alta velocidade do que mudar a mentalidade de uma massa de usuários que durante décadas viam a TV apenas com um meio passivo de transmissão de informações, de diversão e lazer.

2.3 Geração de Conteúdo Interativo

O fato de o telespectador poder interagir com o conteúdo recebido é resultado da geração de conteúdo interativo, criado para tal fim, além de recursos de software e hardware no cliente que possam permitir esta interação.

A geração de conteúdo interativo está trazendo à tona muitos desafios e, como consequência, novas áreas de pesquisa estão surgindo. Muitas delas se concentram em adaptar interfaces e programas desenvolvidos para computadores, para os hábitos do novo público alvo emergente.

Os provedores devem se familiarizar com as mudanças necessárias para transformar a velha transmissão broadcasting em algo que possa ser personalizado e direcionado a cada usuário. Além da adaptação, também devem ser levados em conta os novos custos de produção da programação [TVT 03b], o que em muitos casos pode resultar em prejuízos. Para contornar este problema, uma solução é associar conteúdo interativo com comércio eletrônico (*e-commerce*) [CAL 00].

2.3.1 Aplicações e Serviços para iTV

Atualmente, um dos principais usos da iTV é para guia de programação (EPG – *Electronic Program Guide*), que consiste em exibir uma interface gráfica com informações que auxiliam o usuário na escolha de programas, canais, *pay-per-view*, VoD e diversos outros conteúdos disponibilizados neste ambiente digital [ITV 03a]. Serviços mais avançados de EPG oferecem recursos de Internet, como navegação, e-mail, etc.

EPGs podem também memorizar canais preferenciais e até mesmo disponibilizar serviços que possibilitam avisar ao telespectador quando um determinado programa iniciou, além de procurar e bloquear conteúdos de interesse.

Os EPGs são aplicativos que podem ser configurados pelo provedor ou pelo próprio usuário, e por geralmente serem serviços gratuitos, são uma ótima opção para exibição de comerciais e anúncios. Um exemplo é a WebTV for Windows [WEB 03]. Pelo fato dos EPG estarem se tornando um portal para outros conteúdos interativos, é de vital importância que os provedores dominem esta tecnologia e possam disponibilizá-la da melhor forma [TVT 03b].

O conteúdo interativo pode estar mesclado com a programação corrente ou pode ser acessado separadamente. Podem-se citar como exemplos de conteúdos não mesclados as EPGs que informam a previsão do tempo, placares de jogos e notícias.

Em situações onde o conteúdo é mesclado, geralmente usam-se elementos gráficos semitransparentes, preferencialmente localizados em um canto da tela da TV. Esta técnica pode ser usada para visualização de estatísticas de jogos, competições automobilísticas, ou qualquer outra aplicação em que o telespectador tenha interesse em receber informações adicionais, além das convencionais streams de áudio e vídeo presentes na TV. Outra estratégia de exibição de conteúdo é o uso de caixas de diálogo, que podem ser usadas para exibir ou capturar informação do usuário, muito utilizadas para anúncios e comércio on-line. Além das aplicações já mencionadas, podem-se ainda citar recursos de acesso a contas bancárias, escolha do ângulo de visão em partidas de futebol, acesso a cenas de capítulos anteriores, etc.

Segundo [FUR 96], os principais serviços disponibilizados atualmente, além dos já mencionados, incluem:

- Entretenimento interativo;
- Serviços de navegação;
- Jogos interativos mono e multi-usuários;
- Serviços educacionais e instrucionais como ensino à distância;
- Versões eletrônicas de jornais, revistas e páginas amarelas.

Um dos serviços de mais difícil implementação é o VoD. Existem vários níveis de interatividade [FUR 96], que influenciam diretamente o uso da banda passante da rede:

- *True video-on-demand (TVOD)*: Nesta configuração, o usuário tem total controle sobre a exibição do vídeo, de forma equivalente a assistir um filme usando um vídeo-cassete. Porém, para isso, é alocado um canal dedicado para cada usuário, durante todo o tempo de exibição do programa. Isso limita o número máximo de usuários ao número de canais disponíveis;
- *Near video-on-demand (NVOD)*: A transmissão de uma única cópia de uma programação é iniciada a cada intervalo de tempo T, e distribuída entre vários canais. Quando o usuário faz uma requisição deste conteúdo, o acesso somente é liberado quando uma nova transmissão for iniciada;
- *Partitioned video-on-demand (PVOD)*: Faz uso de NVOD para transmissão de programas mais acessados e reserva o restante da banda passante para uso de serviços do tipo TVOD;

- *Dynamically allocated video-on-demand* (DAVOD): Este serviço permite que usuários fazendo uso de Nvod possam requisitar um serviço TVOD, que será oferecido caso existam canais disponíveis.

2.3.2 Tecnologias para Geração de Conteúdo Interativo

São usadas várias tecnologias para dar suporte ao desenvolvimento de conteúdo interativo. Um exemplo do uso de VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) pode ser encontrado no “*The Steerable Media Project*” [MAR 01]. Nesta pesquisa, são usados os conceitos de *layers* (camadas) para mesclar vídeos e gráficos 2-3D, por meio de uma linguagem de marcação chamada Blendo, que estende a linguagem VRML [VRM 97]. Quando estes elementos chegam ao cliente, é realizada a composição, em tempo dinâmico, de acordo com as preferências do usuário, por meio de um engine de síntese (*Blendo engine*), que também faz uso da biblioteca gráfica OpenGL [WOO 99a]. Neste projeto, se aposta na contínua queda da relação preço/performance de processadores gráficos 3D, bem como de hardwares em geral, para a criação de dispositivos capazes de sintetizar vídeo com alta qualidade, com uso de técnicas de Computação Gráfica, a um custo que os usuários estarão dispostos a pagar.

Além de VRML, é também usada a linguagem Flash [FLA 03], com extensões que permitem trabalhar com múltiplas streams de vídeo, habilidade para renderizar elementos gráficos 2-3D, além de permitir desenvolvimento de aplicações em linguagem C++ e Java. A idéia do projeto é a criação de um cenário para a apresentação de notícias, cujo conteúdo possa ser guiado pelo usuário. Este conteúdo a ser apresentado não deve se parecer nem com a tradicional TV, nem com páginas WEB, o que ocorre no caso da WebTV [WEB 03], desenvolvida pela Microsoft.

A WebTV, por sua vez, faz uso de HTML para estruturação da informação exibida. Com esta tecnologia podem-se apresentar game shows interativos, notícias e eventos esportivos. Todos os elementos da informação como vídeo, textos, etc, são apresentados em janelas distribuídas na tela. Textos e gráficos são renderizados em janelas separadas, o que faz com que o conteúdo apresentado seja muito semelhante a uma página Web. O grau de interatividade e liberdade de geração de conteúdos interativos é também muito limitado.

De forma semelhante a [MAR 01], [GIB 01] também faz uso de extensões da linguagem VRML para a criação de conteúdo interativo voltado a eventos automobilísticos. Neste projeto, também se faz uso do engine Blendo. O protótipo desenvolvido permite desde a exibição de simples estatísticas sob demanda, como, por exemplo, visualizar a telemetria de um determinado carro, até a integração com vídeo games.

Tanto em [MAR 01] como em [GIB 01], os experimentos foram realizados sobre estações de trabalho SGI rodando Windows NT.

2.4 Processamento e Exibição de Conteúdos Interativos

A infra-estrutura para iTV consiste na geração, transmissão e exibição de conteúdos interativos. Este conteúdo, como já mencionado, pode consistir de simples *streams* de áudio e vídeo, como pode também agregar conteúdos interativos, como aplicativos, gráficos, imagens, caixas de diálogo, dentre outros. A manipulação deste

conteúdo digital exige processamento computacional adicional no cliente. Esta tarefa é realizada pelos set-top boxes, que são dispositivos que agem como meio de comunicação entre a TV, digital ou analógica, e o meio de transmissão dos dados, como satélites ou cabos [ITV 03c]. Segundo [DRI 00], “O Set-top Box está situado entre a supervia de informação digital e o aparelho de TV”. Diversas outras nomenclaturas para estes dispositivos podem ser encontradas em [ITV 03b]. Neste trabalho será usado o termo *set-top*.

O set-top recebe o sinal digital comprimido e codificado, e o decodifica, transformando-o em sinais analógicos que possam ser exibidos nas TVs. Eles podem ser vistos como computadores dedicados com interfaces via display e outros dispositivos de interação como mouse, teclado e controle remoto, por onde o usuário pode interagir com o conteúdo em apresentação. Dependendo da ação do usuário, faz-se necessário o uso de uma linha de retorno de dados com o provedor para que as novas requisições ou comandos possam ser atendidos. Esta linha de retorno é geralmente muito mais lenta que a de transmissão de streams, e pode ser implementada por uma linha telefônica, cable modem, DSL, comunicação via satélite, etc.

A TV interativa é muito mais que vídeo sob demanda. Ela é um novo meio pelo qual o telespectador tem tanto educação e entretenimento. O set-top provê acesso a esse meio, e serve como uma ponte de comunicação entre um vasto repositório de informação multimídia e uma ferramenta que pode navegar nesta informação, criando para cada usuário uma apresentação diferenciada [BUR 95]. Todos estes recursos necessitam de processamento adicional, que deve estar presente no set-top, que pode ser assim considerado como um “engine” de síntese.

2.4.1 Arquitetura de Hardware do Set-top

Os set-tops possuem interfaces de rede e decodificadores para capturar e processar as streams que, para economia de banda passante, são comprimidas. Também devem possuir buffers para garantir continuidade de exibição das streams, em casos de delay da rede, e mecanismos de sincronização para assegurar que o áudio e o vídeo vão ser exibidos em sincronia. Além disso, a existência de barramentos, memórias, CPUs, unidades de armazenamento, processadores gráficos e dispositivos de entrada e saída, tornam a arquitetura de um set-top muito parecida com a arquitetura de um PC convencional (arquitetura *Von Neumann*). Segundo [FUR 96], vários dispositivos poderão estar conectados aos set-top, como VCR, controle remoto, CD-ROM, Impressoras, HD, teclados, dentre outros.

Eles podem oferecer recursos de atualização de software como browsers e EPGs. Alguns podem também ter grandes unidades de armazenamento, para armazenar localmente programação a ser exibida no momento que o usuário desejar [ITV 03a].

O conceito de set-top não é totalmente novo. Ele já existe há algum tempo, porém se limitava a apenas receber informação analógica e mostrar na TV. Não possuía linha de retorno e disponibilizava de baixo poder computacional. Em termos cronológicos, este é considerado o set-top de primeira geração, também chamado de Broadcast TV Set-top Box.

A geração seguinte de set-top, também conhecida como Enhanced TV Set-top Boxes, já possuía canal de retorno lento, implementado por meio de uma linha

telefônica, e permitia serviços de VoD, comércio eletrônico, e recursos de Internet, como navegação, e-mail e Chat.

Da terceira geração em diante, os set-tops já disponibilizavam alto poder computacional e recursos de armazenamento de dados e possibilidade de executar jogos, tudo isso aliado a redes de maior velocidade.

Assim como para os set-tops, também para tornar a TV digital sustentável, é necessária a existência de padrões que regulamentam os meios usados na transmissão, distribuição e apresentação do conteúdo, o que envolve conseqüentemente a cooperação de vários ramos da indústria, que inclui aparelhagem eletrônica, operadores de redes, protocolos, segurança, transmissores de vídeo, produtores de softwares, etc.

O conceito de iTV pode ser aplicado a vários dispositivos de apresentação tais como set-tops, celulares, PDAs (*Personal Digital Assistant*), equipamentos de TV instalados em carros. Enfim, são muitos os meios de apresentação que podem ser utilizados.

2.4.2 Arquitetura de Software do Set-top

A arquitetura de software de um set-top é muito semelhante à de um computador. Geralmente, ela é dividida em 3 camadas: sistema operacional, middleware e aplicativos. Estas camadas de software se fazem necessárias para dar ao set-top a possibilidade de executar as ações do usuário, bem como processar e exibir o conteúdo interativo.

2.4.2.1 Sistemas Operacionais

Set-tops fazem uso de SO de tempo real (*RTOS – Real-Time OS*), especialmente porque devem processar mídias contínuas, como áudio e vídeo, sem interrupção, e em tempo real. Como os set-tops ainda têm recursos de hardware limitados, o SO precisa ser robusto, compacto e principalmente confiável, visto que telespectadores não estão acostumados com *bugs*, *resets*, nem com pausas para CPU, disco ou rede, resultado de tarefas intensas. Os usuários de iTV esperam que o tempo de resposta nunca não seja maior que meio segundo. Além disso, esperam que a TV e seus recursos estejam sempre disponíveis [NEL 95]. Para rápida inicialização, o SO deve ser preferencialmente armazenado em ROM. Outra exigência do SO é a capacidade de processar concorrentemente diversas tarefas, que vão desde processar o vídeo de entrada até a validação de mensagens.

A abstração do hardware é realizada pela definição do SO em camadas. A camada mais baixa consiste em um conjunto de drivers e abstrações de software que fazem interface diretamente com o dispositivo físico. Com esta estratégia, desenvolvedores podem portar mais facilmente o SO para múltiplas plataformas de hardware. Também é comum a presença de drivers para acesso de teclados, portas, modems, discos, etc [DRI 00]. Outra camada comum é o *kernel*, que tem a função de gerenciar os recursos do set-top, incluindo memória, prioridade de processos, etc.

A seguir são apresentados alguns SOs que compartilham das mesmas características desejáveis em um SO para set-top, que incluem: arquitetura de tempo real, organização em camadas para abstrações de hardware, tamanho reduzido, confiabilidade e principalmente, disponibilização de uma API ou gerenciadores de SO para desenvolvimento de aplicativos.

PowerTV

Este sistema foi desenvolvido especialmente para rodar em set-top, que é armazenado em ROM e pode ser atualizado facilmente pela rede. Foram incorporados no PowerTV gerenciadores de SO para facilitar o desenvolvimento de aplicações, que permitem de forma simplificada e transparente, a comunicação com servidores, dispositivos de armazenamento do Set-top, etc.

VxWorks

Este SO pode ser usado em set-tops, telefones inteligentes, sistemas de navegação para carros e agendas portáteis (handhelds). Oferece diversos recursos de acesso à rede, incluindo TCP/IP, FTP e Telnet. É exportado para várias plataformas de hardware, incluindo PowerPC, Intel, Sparc e MIPS. Para manter a compatibilidade de hardware, são fornecidos códigos fontes dos drivers. Oferece suporte a vários browsers também.

Microsoft Windows CE

O Windows CE é uma versão compacta do Windows, feita para rodar em dispositivos com recursos de hardware limitados, como set-tops e handhelds. A versão para set-top segue a filosofia cliente-servidor.

Uma característica importante deste SO é a possibilidade de executar aplicativos Java ou applets usando uma JVM – *Java Virtual Machine* - específica para Windows CE. Outro ponto de destaque é o suporte à tecnologia *DirectX*, que permite acesso direto da aplicação aos recursos de hardware para processar multimídia [DRI 00].

JavaOS

A tecnologia Java para sistema operacional também é fundamentada na definição de camadas. A base do sistema é um kernel, baseado na tecnologia *ChorusOs*, que é amplamente usada em dispositivos como celulares e sistemas de comunicação. Como camada superior, existe a J2ME – *Java Micro Edition*, que é destinada a fazer a comunicação com aplicativos usados no set-top [DRI 00].

Linux

O Linux está chamando a atenção dos fabricantes de set-tops e está se tornando um dos principais concorrentes do Windows CE, principalmente por ser gratuito e ter baixa exigência de hardware.

2.4.2.2 Middleware

Middleware é um termo relativamente novo em se tratando de set-top. Ele é o centro da nova arquitetura de software, consistindo de uma camada de conexão que age como uma ponte de comunicação entre o SO do set-top e a aplicação do usuário. Esta abstração facilita a migração das aplicações entre diferentes sistemas operacionais.

Em um ambiente set-top, o middleware consiste de alguns componentes, comumente conhecidos como máquinas virtuais. Segundo [SUN 01], pode-se dividir os padrões de middleware em 3 categorias:

- baseada em HTML, Javascript e CSS (*Cascade Style Sheet*), que é definida pelo padrão ATVEF (Advanced Television Enhancement Forum). Este padrão de middleware é a tecnologia adotada pela Microsoft na WebTV;
- Tecnologias proprietárias como OpenTV [OPE 99] e WebTV, e;
- Java TV, que é vista como a tecnologia da nova geração no que se refere a desenvolvimento de conteúdo para TV interativa.

Dependendo da tecnologia, pode haver um casamento entre o middleware e o SO que está sendo executado no set-top. Sobre a tecnologia de middleware é que são implementadas a maioria das aplicações para iTV.

O middleware permite às aplicações operarem transparentemente sobre uma rede sem ter que se preocupar com os protocolos subjacentes. Esta consideração reduz a complexidade de desenvolvimento porque as aplicações podem ser escritas tirando proveito de uma API comum.

Padrão HTML

HTML é sem dúvida a linguagem dominante na Internet, devido à sua simplicidade [KRE 00]. Foi apostando nesta característica que a Microsoft focou seus esforços em produzir sua versão de TV interativa. Para estender os recursos da linguagem HTML, usa-se a linguagem JavaScript, que associadas à norma ATVEF, permitem que conteúdos interativos baseados nesta tecnologia possam ser distribuídos para diversas arquiteturas de set-tops.

O HTML oferece recursos para diversos propósitos simples, resultado de sua concepção. Porém ele não foi projetado para ser usado em TV interativa, pois apresenta limitações no controle de como o layout da tela é renderizado. Outro ponto fraco se refere a elementos dinâmicos, como animações.

Pelo fato de não haver processamento local, a maioria dos recursos de interação só pode ser realizada com uma comunicação bidirecional com o servidor (paradigma cliente/servidor). Um bom exemplo da limitação de processamento local se refere à impossibilidade em desenvolver jogos.

Segundo [SUN 01], o HTML não é um verdadeiro padrão de middleware, pois não existem certificações formais quanto ao seu interpretador, principalmente no que se refere a extensões da linguagem, o que produz, de forma semelhante à Internet, diversos bugs e incompatibilidades. Desta forma, os set-tops que não foram desenvolvidos no padrão WebTV, mas que têm interpretadores HTML, poderão ter problemas de incompatibilidade.

Apesar da grande quantidade de pontos fracos, esta tecnologia é adotada por grandes empresas devido à sua simplicidade e pela influência de marketing exercida pela Microsoft. Os principais usos desta tecnologia são: comerciais, propaganda, notícias, clima, programas de auditório, comércio eletrônico, enfim, nada que exija grandes recursos de processamento no lado do cliente.

Padrão Java

Combinando-se a robustez da linguagem Java com as iniciativas da Sun em favor da TV Interativa, nota-se que a plataforma Java oferece um poder de expressão muito grande em relação ao desenvolvimento de aplicações para set-tops. Ele é composto por uma versão mais leve da máquina virtual Java (J2ME – Java 2 Micro Edition) e por um conjunto de bibliotecas.

O Java é sem dúvida uma das tecnologias mais modernas e mais poderosas em se tratando de TV interativa, pois disponibiliza uma API completa de programação, e que independe de plataforma. Outra característica importante diz respeito à segurança, pois sendo uma linguagem interpretada, ocorre uma verificação dos bytecodes antes de sua execução. Isso assegura ao Java alta confiabilidade, o que é uma característica essencial em TV [CAL 00]. Cabe, porém, observar que a linguagem Java, pelo fato de ser interpretada, é fortemente penalizada pela baixa eficiência quando comparada com linguagens como C e C++.

Padrão MHEG-5

Além das máquinas virtuais HTML, Javascript e Java, existe também um outro padrão de middleware chamado MHEG-5, adotado na Europa, o qual foi desenvolvido para tratar com informações multimídia e hipermídia. O termo multimídia refere-se às diversas mídias suportadas, incluindo áudio, vídeo, gráficos e texto. O termo hipermídia é descrito como um aperfeiçoamento que permite navegar na tela por meio de *links*. Além da definição de objetos multimídia e hipermídia, o padrão também aborda a transferência destes objetos da base de dados até as redes de comunicação.

Uma vez que os dados multimídia/hipermídia sejam agrupados no servidor, em uma stream de bits, são enviados por uma rede até o set-top, onde reside o *engine* MHEG-5, que extrai a informação, a interpreta e então faz a sua exibição na tela do aparelho de TV. O engine requer apenas 300Kb, logo pode ser implantado em sistemas com baixos recursos.

Um novo recurso adicionado a este padrão é a possibilidade de interpretar código Java, o que dá a ele a possibilidade de executar operações complexas e acessar serviços em dispositivos remotos, como servidores, localizados nos provedores. Além deste recurso, também estão sendo adicionados ao padrão características como a presença de canal de retorno e dispositivos de entrada, como teclados sem fio. Como principais aplicações deste padrão podem-se citar: EPG, VoD, comércio eletrônico e jogos on-line.

Tecnologias Proprietárias

A maioria dos analistas da matéria concorda que nenhum padrão de middleware em particular vai controlar o mercado de set-top num futuro próximo, o que está despertando algumas companhias de software a desenvolverem produtos de middleware para set-top. Pode-se citar como exemplos a OpenTV, PowerTV, PlanetWeb, Liberate Navigator. Uma lista completa pode ser encontrada em [ITV 03d].

Estas novas tecnologias proprietárias resolvem muitos dos problemas apresentados no HTML, porém impõem outros, principalmente no que se refere à natureza não padronizada destes ambientes.

As tecnologias proprietárias na sua maioria dão suporte aos padrões vistos anteriormente. Cada uma oferece suas próprias APIs, ferramentas e serviços. Isso torna as aplicações não portáteis, exigindo que versões específicas sejam desenvolvidas para diferentes plataformas [SUN 01].

Entretanto, segundo [OPE 99], a versão *EN2* do middleware da OpenTV é independente de plataforma, modular, extensível, e dá suporte a diversos SOs, como pSOS, VxWorks, Nucleus Plus, microTOS, OS2O, etc. Oferece também uma biblioteca que inclui funções gráficas, de rede, manipulação de streams de vídeo, criptografia, dentre outros. Mesmo sendo multiplataforma, não disponibiliza os códigos fontes.

2.4.2.3 Aplicativos

Na camada mais alta do ambiente de software estão os aplicativos. A idéia é que a aplicação possa fazer uso das camadas inferiores, como mostrado na Figura 2. Esta característica pode trazer ganho de performance, porém ao mesmo tempo impossibilita sua execução em diversas plataformas.

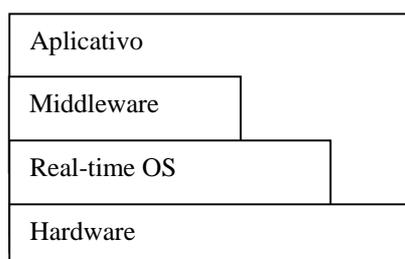


Figura 2: Camadas de software em um set-top

Como já mencionado, o poder computacional e desempenho destes aplicativos depende fortemente das linguagens de programação disponibilizadas, bem como também das APIs e middlewares presentes na arquitetura.

3 Perspectivas de Evolução de Conteúdos Interativos

O grau de evolução da iTV não está associado somente com a evolução do hardware, no caso o set-top. A quebra de paradigmas é também outro fator muito importante, senão crucial, para a evolução e definição de novas gerações de conteúdos

e programas interativos. Porém, o hardware ainda tem um papel muito importante neste processo, pois é ele que vai viabilizar a implantação e implementação de novos conceitos de aplicações.

A evolução do grau de interação dos conteúdos apresentados procura ser de forma suave, ora para habituar o antigo telespectador ao novo cargo de usuário, ora por insuficiência de tecnologia de hardware, como processadores gráficos e principalmente redes de transmissão de alta velocidade.

Pode-se observar que há uma tendência natural em aplicar tecnologias desenvolvidas para o mundo da informática para o novo conceito de iTV. Estas tecnologias incluem tanto hardware, quanto principalmente softwares e aplicações computacionais, como acesso a Internet, navegação, e atualmente, a incorporação da crescente massa de tecnologia desenvolvida para jogos, à qual uma grande massa da população está aderindo, e que tem, portanto, um grande apelo financeiro.

A aplicação de jogos em iTV, além de ser de fácil adaptação para este dispositivo, abre um mundo de possibilidades para definição de conteúdos realmente interativos, culminando com a transformação do usuário em um personagem de mundo virtual, onde o grau de interação será muito maior que programas onde o telespectador atual pode escolher uma entre duas opções do final de um programa, por exemplo.

São baseadas nestas questões que neste trabalho propõem-se idéias e e apresentam-se tecnologias de software para construção de ambientes virtuais que permitam ao usuário realmente interagir com a programação que está recebendo em sua casa, ou se preferir, somente assistir ao conteúdo selecionado.

Neste trabalho, semelhante a [MAR 01], também se aposta na existência futura e breve de set-tops com recursos computacionais abundantes, que possam permitir simulações que atualmente são possíveis apenas em computadores de última geração. Observando-se a tendência de evolução dos primeiros set-tops até os atuais, pode-se afirmar que sua evolução não será tão lenta como ocorreu com a TV. Em plena era da informática, e pela crescente competição tecnológica e mercadológica, nenhuma empresa vai apostar em tecnologia do passado, principalmente no que se refere a telecomunicações, que além de TVs, também incluem celulares, PDAs, etc.

Tanto animação como games estão se popularizando. Cada vez mais estão sendo feitos investimentos neste ramo, que vão deste entretenimento a simulações de ambientes reais. Nesta última, pesquisas estão sendo realizadas no sentido de adicionar ao ambiente, que pode ser distribuído entre vários usuários, “personagens” com comportamentos próprios, como medo, alegria e excitação. Esses fatores têm como intuito dar ao usuário a sensação de estar num mundo virtual.

Jogos desenvolvidos para iTV se assemelham muito, na forma de interação, com jogos eletrônicos desenvolvidos para outras plataformas. Entretanto, qual é o conceito de iTV? Sob o ponto de vista de que iTV apresenta algo a mais do que a simples TV, e que TV é um meio onde o telespectador somente recebe informação, iTV deve ser algo onde além de receber conteúdos, o usuário também possa interagir. Sob este ponto de vista, jogos de computador exigem muita interação e as características de TV deixam de existir, pois ela passa a agir como um computador.

Neste capítulo, propõe-se um novo paradigma de aplicação, que apesar de se assemelhar a um jogo de computador tradicional, apresenta características que melhor se adaptam ao conceito de conteúdo interativo. Esta aplicação vai permitir que o conteúdo possa tanto ser apresentado de forma automática, como controlado pelo usuário, que de forma semelhante a um jogo, porém com menor necessidade de interação, pode controlar o fluxo do conteúdo a ser apresentado.

Na Seção 3.2 é discutido o trabalho de Ciarlini [CIA 99], que vai servir de base para a proposição de um novo modelo de conteúdo interativo, apresentado na seqüência.

3.1 Histórias Interativas

TV, filmes, vídeo games e Internet tendem a convergir em direção a uma grande stream de entretenimento digital onde autores, público e agentes virtuais interagem em uma experiência colaborativa [SCI 00]. O ponto chave deste contexto é a geração interativa de histórias, cujos fluxos e exibição possam ser guiados pelo usuário.

Segundo Ciarlini [CIA 02], para a criação automática de histórias, que são ao mesmo tempo interessantes e coerentes, é necessário considerar a geração delas como um processo de simulação. Nesta simulação, personagens são agentes que competem e colaboram entre si para atingirem objetivos, dentro do contexto da estrutura da história. Um outro trabalho, similar a [CIA 02], porém com menor formalismo, é o “*Agent Stories*”, desenvolvido pelo Interactive Cinema Group, no MIT Media Laboratory [DAV 00].

No contexto de iTV, a exibição de histórias que possam ser criadas e guiadas pelo próprio usuário se mostra como um novo paradigma de conteúdo interativo onde o usuário pode agir como autor e diretor de uma história cujo desenvolvimento pode assumir infinitas combinações.

Baseado nessas idéias, neste trabalho propõe-se uma arquitetura de software que dá suporte à correta manipulação e interação de personagens em um mundo virtual, para que seja possível a implementação deste novo paradigma de conteúdo interativo em iTV.

3.2 Geração Automática de Enredos

Um passo inicial para a geração automática de enredos teve início com os estudos do pesquisador russo Vladimir Propp [PRO 68], que observou que, em textos literários de gêneros específicos (no caso de contos de fadas russos), é muito comum à ocorrência de eventos típicos e de padrões de encadeamento entre os eventos.

Propp sugeriu a caracterização dos textos de um determinado gênero pela associação de *funções* a pequenos trechos das narrativas. A ocorrência das funções ao longo de uma narrativa obedeceria sempre a determinadas seqüências, que poderiam envolver todas ou apenas parte das funções típicas do gênero. As funções proppianas seriam, então, os eventos típicos básicos da narrativa, descrevendo-se os enredos como seqüências de ocorrências das funções. O encadeamento entre os eventos é um processo que tem de respeitar uma lógica, segundo a qual um evento só ocorre na presença de determinadas condições. Cada evento, por sua vez, pode também criar as condições necessárias para a execução de outros eventos [CIA 99]. No trabalho de Propp, a semântica das funções é descrita apenas de forma intuitiva. No total, Propp caracterizou 31 funções, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Lista das 31 funções típicas de contos de fadas Russo

<p>absence (1): Um dos membros da família da vítima se ausenta de casa.</p> <p>interdiction (2): Uma proibição é feita à vítima.</p> <p>violation (3): A proibição é violada.</p> <p>reconnaissance (4): O vilão busca informações sobre a vítima.</p> <p>delivery of information (5): A informação sobre a vítima é obtida.</p> <p>fraud (6): O vilão tenta enganar a vítima para tomar posse dela ou de seus bens.</p> <p>complicity (7): A vítima, sem querer, colabora com o vilão.</p> <p>villainy or lack (8): O vilão causa dano à vítima (ou a membro de sua família).</p> <p>mediation (9): O herói toma conhecimento do infortúnio.</p> <p>counteraction (10): O herói concorda em ir em busca da vítima.</p> <p>departure (11): O herói sai de casa.</p> <p>proof (12): O herói é testado por um doador para saber se merece receber o objeto mágico ou um auxiliar.</p> <p>reaction (13): O herói reage às ações do futuro doador.</p> <p>receipt of magical object (14): O herói adquire um objeto mágico ou um auxiliar.</p> <p>translocation (15): O herói é transportado para as vizinhanças de onde está a vítima.</p> <p>struggle (16): O herói combate o vilão.</p> <p>marking (17): O herói recebe uma marca.</p> <p>victory (18): O herói vence o vilão.</p> <p>liquidation (19): A vítima é libertada ou a causa de infelicidade é eliminada.</p> <p>return (20): O herói retorna.</p> <p>pursuit (21): O herói é perseguido.</p> <p>rescue (22): O herói é resgatado da perseguição.</p> <p>arrival (23): O herói chega em casa sem ser reconhecido.</p> <p>pretentions (24): Um falso herói se apresenta reclamando a recompensa.</p> <p>task (25): Uma tarefa difícil é proposta ao herói.</p> <p>solution (26): O herói resolve a tarefa.</p> <p>recognition (27): O herói é reconhecido.</p> <p>exposure (28): O vilão ou falso herói é exposto.</p> <p>transfiguration (29): O herói ganha uma nova aparência.</p> <p>punishment (30): O vilão é punido.</p> <p>wedding (31): O herói é recompensado, usualmente casando-se.</p>

Baseado no trabalho de Propp, [CIA 02] propôs um método formal para a especificação dessas funções, representando-as por operações lógicas que modificam estados de um banco de dados. Dessa forma, possibilitou-se o uso de algoritmos de planejamento para gerar simulações onde os eventos são encadeados. Cada uma das 31 funções listadas por Propp apresenta diversos casos com características diferentes (e.g. a vilania pode ser um assassinato, um rapto, etc). Cada um dos casos possibilita a definição de uma operação especializada.

Em geral, os eventos da história não ocorrem aleatoriamente. Ocorrem essencialmente em vista dos objetivos que levam os personagens a agirem. E esses objetivos surgem quando determinadas situações se configuram, exigindo a ação dos personagens. Os enredos resultam, portanto, da interação cooperativa ou competitiva entre os personagens na busca de seus objetivos. Deve-se destacar que as situações mais interessantes, que conferem dramaticidade aos textos literários e demandam mais atenção em situações reais, decorrem justamente dos conflitos entre personagens ou dos conflitos entre diferentes objetivos de um mesmo personagem [CIA 99].

A criação de um enredo de um certo gênero é realizada por um processo de *simulação* que tem como ponto de partida a descrição da situação inicial dos personagens, o modelo de comportamento atribuído a eles (especificado em termos de objetivos a serem perseguidos em situações previstas), e as alternativas que cada personagem tem para atingir seus objetivos, que são especificadas em termos das operações (ou padrões típicos) que caracterizam o gênero. Uma operação descreve os fatos válidos antes e depois do evento. Para que uma operação seja executada, é necessário que suas pré-condições sejam satisfeitas, ou no próprio estado inicial, ou então pelas pós-condições de operações que a precedem.

Uma vez definido esse contexto, torna-se possível gerar desencadeamentos lógicos dos eventos utilizando-se um sistema automático. Como diversos desencadeamentos diferentes podem ocorrer, o usuário deve interagir com o sistema para selecionar as alternativas mais interessantes, na medida em que enredos parciais são criados. É importante também que o autor possa interagir impondo condições correspondentes a estados dos personagens ao longo da narrativa. Se o modelo de comportamento definido inicialmente não produz bons resultados, o autor deve finalmente interagir com o sistema, em um nível mais profundo, corrigindo o modelo de comportamento de seus personagens e reiniciando o processo.

O usuário pode também forçar a ocorrência de eventos e especificar que algumas situações devem ser verdadeiras em certos momentos durante a narrativa. Este tipo de interação é permitido tanto no início como durante o processo de simulação.

Para a geração semi-automática de narrativas de um certo gênero, [FUR 99] faz uso de um kernel chamado IPG (*Interactive Plot Generator*). Este kernel gera uma narrativa baseada em um contexto que define os seguintes itens, sendo os dois últimos, itens que caracterizam o gênero da narrativa:

- Uma configuração inicial do personagem e sua situação inicial, usadas como ponto de partida para criação do enredo;
- Uma biblioteca de operações, estabelecendo os eventos e enredos típicos do gênero, através da definição das operações e restrições de integridade que podem ser executadas;
- Um conjunto de regras lógicas, para inferir objetivos a serem almejados (perseguidos) pelos personagens, na medida da ocorrência de determinadas situações.

O sistema automaticamente gera enredos que são coerentes com o modelo. O contexto pode ser baseado na criatividade do usuário, bem como extraído de ações passadas.

O processo de geração dos enredos faz parte de um ciclo com múltiplos estágios, onde alternam-se fases de inferência de objetivos e planejamento, e no qual, após cada fase de planejamento, o usuário pode intervir. Esta solução é implementada com o uso de técnicas de Inteligência Artificial e Bancos de Dados, por meio da linguagem Prolog.

Esta geração é semi-automática, e permite que o usuário possa interagir de 3 formas distintas:

- Através da especificação e modificação do contexto em que serão gerados os enredos;

- Fornecendo *observações*, ou seja, condições sobre estados dos personagens e operações que devem ocorrer ao longo do enredo; e
- Escolhendo as alternativas de enredos que lhe pareçam mais promissoras.

A Figura 3 mostra o esquema de geração de enredos proposto por [CIA 02]. Nesse esquema, um novo enredo pode ser obtido a partir de uma simulação completa, da instanciação de um padrão típico de acordo com informações fornecidas pelo usuário ou por um processo misto no qual usa-se simulação para adaptar um enredo típico a condições específicas.

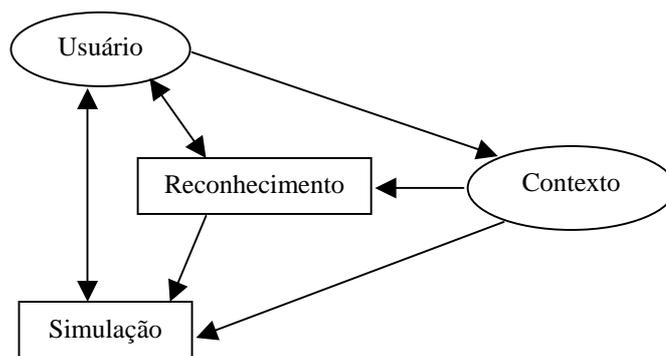


Figura 3: Esquema de geração de enredos

O IPG já foi utilizado em dois tipos de contextos [CIA 99]: contextos de banco de dados empresariais, no apoio à tomada de decisões, e em contextos literários, no caso contos de fadas. Para a modelagem de contos de fadas, foi utilizado, com algumas adaptações, um subconjunto das funções catalogadas por Propp, cada uma associada a uma operação com pré e pós-condições. Estas condições são especificadas por um conjunto de predicados, que devem permitir que qualquer conto do gênero possa ser gerado pelo IPG. Em [CIA 99], foram definidos ao todo nove predicados, listados a seguir:

- **character(PERS, ROLE)**, onde *ROLE* é o papel do personagem *PERS* na história. Ex: “hero”, “villain”, “victim”, “dispatcher”, etc.
- **place(PERS, LOC)**, onde *LOC* é o local em que *PERS* se encontra. Ex: “home”, “intermediate_land”, “opposite_land”.
- **victim_state(PERS, STATE{,LEVEL})**, onde *STATE* representa um estado típico da vítima *PERS*. Ex: “young”, “interdicted”, “suffering”, “dead”, “strong”,...
- **hero_state(PERS,STATE{,LEVEL})**, onde *STATE* representa um estado típico do herói *PERS*. Ex: “powerful”, “victorious”, “rich”, “strong”, “ready_to_depart”, “fighting”, “trying_to_solve_task”,...
- **villain_state(PERS,STATE{,LEVEL})**, onde *STATE* representa um estado típico do vilão *PERS*. Ex: “exposed”, “punished”, “deserving_punishment”,...
- **dispatcher_state(PERS,STATE{,LEVEL})**, onde *STATE* representa um estado típico de um personagem *PERS* encarregado de enviar o herói em uma missão. Ex: “rich”, “asking_for_help”...
- **assistant_state(PERS,STATE{,LEVEL})**, onde *STATE* representa um estado típico de um personagem auxiliar *PERS*. Ex: “powerful”, “single”,...

- **relationship(PERS1,RELATION,PERS2)**, onde *RELATION* representa o sentimento ou atitude de *PERS1* em relação a *PERS2*. Ex: “love”, “fear”, “trust”, “humiliation”, “fighting”, “deceiving”,...
- **predicted_relationship(PERS1,RELATION,PERS2)**, onde *RELATION* representa o sentimento ou atitude que *PERS1* terá em relação a *PERS2*, tipicamente segundo alguma profecia. Ex: “love”, “fear”, “trust”, “humiliation”, “fighting”, “deceiving”,...

Além das funções, Propp também enumerou 7 tipos de personagens que ocorrem nestas histórias. Estes personagens são os executores das funções:

- Vilão (**villain**)
- Doador (**donor**)
- Auxiliar (**helper**)
- Vítima (**victim**)
- Mandante (**dispatcher**)
- Herói (**hero**)
- Falso herói (**false hero**)

Como o IPG trabalha com planejamento não-linear, são gerados planos compostos por um conjunto de operações parcialmente ordenadas. O exemplo apresentado na Figura 4, baseado em casos das funções de Propp, ilustra esta ordenação. Para este exemplo, a operação 2 somente pode ser executada após a 1, as operações 7 e 8 somente após a 5 e assim por diante. A ordenação total é definida pelo usuário, que pode assumir diferentes combinações desde que respeitadas as precedências, representadas por setas na Figura 5.

```

0: Init()
1: Absence_of_younger_people (princess)
2: Kidnapping_of_a_person (princess, dragon)
3: Call_for_help (hero, tsar)
4: Departure_of_seeker_hero (hero)
5: Fight_in_an_open_field (hero, dragon)
6: Out_of_earth_receipt (hero)
7: Victory_in_open_battle (hero, dragon)
8: Return (hero)
9: Reward (hero)

1 < [2]
5 < [7, 8]
7 < [9]
4 < [5]
6 < [7]
8 < [9]

```

Figura 4: Ordem parcial das operações

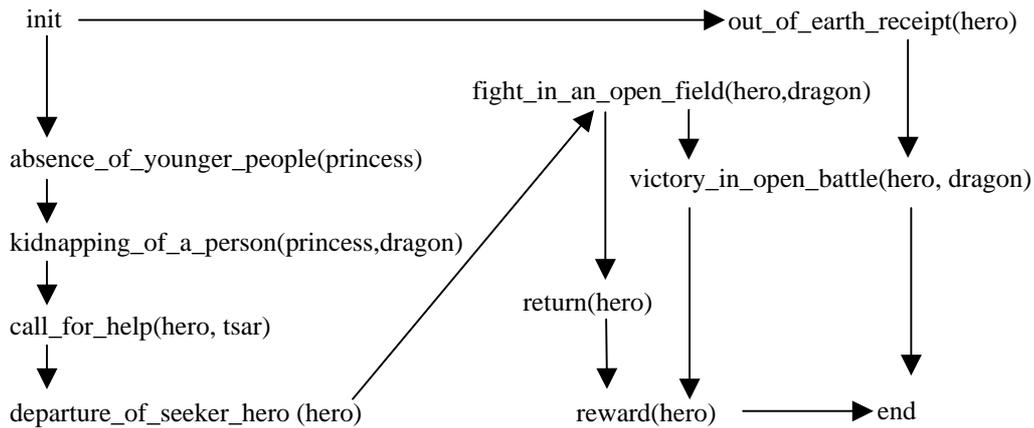


Figura 5: Representação gráfica de um enredo parcialmente ordenado.

4 Exibição Automática de Enredos

Como sugestão de trabalho futuro, [CIA 02] propõe a criação de um modelo integrado e automatizado para geração, armazenamento e exibição de narrativas. Neste modelo, o IPG é conectado a outros dois módulos. Um deles é o *Context Control Module* (CCM), por meio de onde o contexto para geração e exibição das narrativas é especificado. Este módulo é conectado a uma base de dados. O outro módulo é o *Plot Animation Module* (PAM), que traduz as operações do enredo em ações que são desempenhadas por modelos gráficos animados, que são personagens 3D, por meio de um engine de jogos. Na Figura 6 é apresentada a arquitetura deste sistema. Setas representam o fluxo de dados.

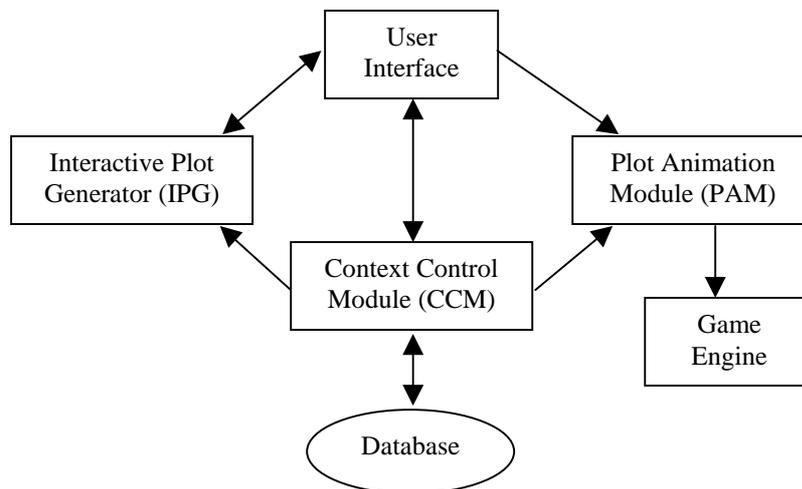


Figura 6: Arquitetura do modelo integrado de geração e exibição de narrativas

Dando continuidade ao trabalho de [CIA 02], neste pretende-se especificar e desenvolver uma ferramenta que permita a exibição de narrativas em um contexto de iTV. Com a implementação de um módulo de visualização dos personagens, técnicas de IA e de um cenário onde a história acontece, pretende-se dar a cada usuário da iTV a possibilidade de, ao mesmo tempo, poder assistir a uma história personalizada e

interagir com a mesma. Como resultado da interação, diferentes fluxos e diferentes finais da história podem ser desenvolvidos.

4.1 Estruturação Lógica da Arquitetura Cliente/Servidor

A arquitetura de hardware e software disponíveis atualmente para iTV já dão suporte ao envio de conteúdo personalizado a cada usuário, o que pode incluir VoD, aplicativos e conteúdos interativos. É utilizando-se desta infra-estrutura que se pretende enviar os elementos necessários para a visualização e interação com a história que cada usuário desejar participar. Como este trabalho não visa desenvolver e definir tecnologias para uma determinada tecnologia de set-top, testes de comunicação e visualização serão realizados com o uso de computadores, por meio de uma arquitetura cliente/servidor. Esta arquitetura vai dar suporte ao envio de todos os dados necessários para fornecer visualização e interação do usuário com o enredo em apresentação.

No processo de definição de uma arquitetura para o modelo, em uma primeira idéia, cogitou-se deixar o módulo de geração de enredos no servidor e o módulo de visualização e interação no cliente. Para evitar tráfego excessivo de dados pela rede, adicionou-se no cliente um módulo de banco de dados, para armazenamento local dos elementos gráficos 3D, como personagens e elementos do cenário, que permaneceriam no cliente durante todo o tempo de exibição da história.

Exceto na inicialização, a comunicação com o servidor somente se faria necessária quando a interação do usuário exigisse uma nova fase de simulação, com inferência de objetivos e planejamento. Pela natureza dos dados usados neste tipo de aplicação ser composta basicamente de operações (Figura 4), não seria necessário o uso de redes de alta velocidade, como no caso de VoD.

Um requisito deste modelo é permitir que vários usuários estejam conectados ao servidor. Cada usuário pode estar interagindo com o mesmo ou com diferentes enredos, exigindo que planos e atributos sejam específicos para cada usuário, em função do andamento e modificação do rumo da história. Toda vez que o usuário interage com a história, um novo plano deve ser criado para que novas operações mantenham o enredo coerente. Como o custo computacional de geração de planos é elevado, para evitar que o servidor seja sobrecarregado com inúmeras requisições de geração de planos simultâneas, bem como para reduzir o tráfego de dados na rede, decidiu-se por usar o servidor apenas como um repositório de contextos dos enredos, e deixar no lado do cliente, todos os gastos computacionais com geração e exibição. Além das vantagens já mencionadas, isso também facilita a adaptação do IPG para iTV, que continua operando somente sobre os dados de uma única história: a do próprio usuário local.

Na Figura 7 é apresentada esta nova estrutura em maiores detalhes. Nela também são mostrados detalhes mais específicos dos módulos a serem desenvolvidos para fazer a representação dos enredos, por meio de recursos de Inteligência Artificial e Computação Gráfica. De forma geral, a estrutura se assemelha em muito com a proposição original de [CIA 02]. Entretanto, somente mediante experimentos reais é que vai ser possível definir com precisão quais módulos serão necessários, bem como suas interligações e troca de dados.

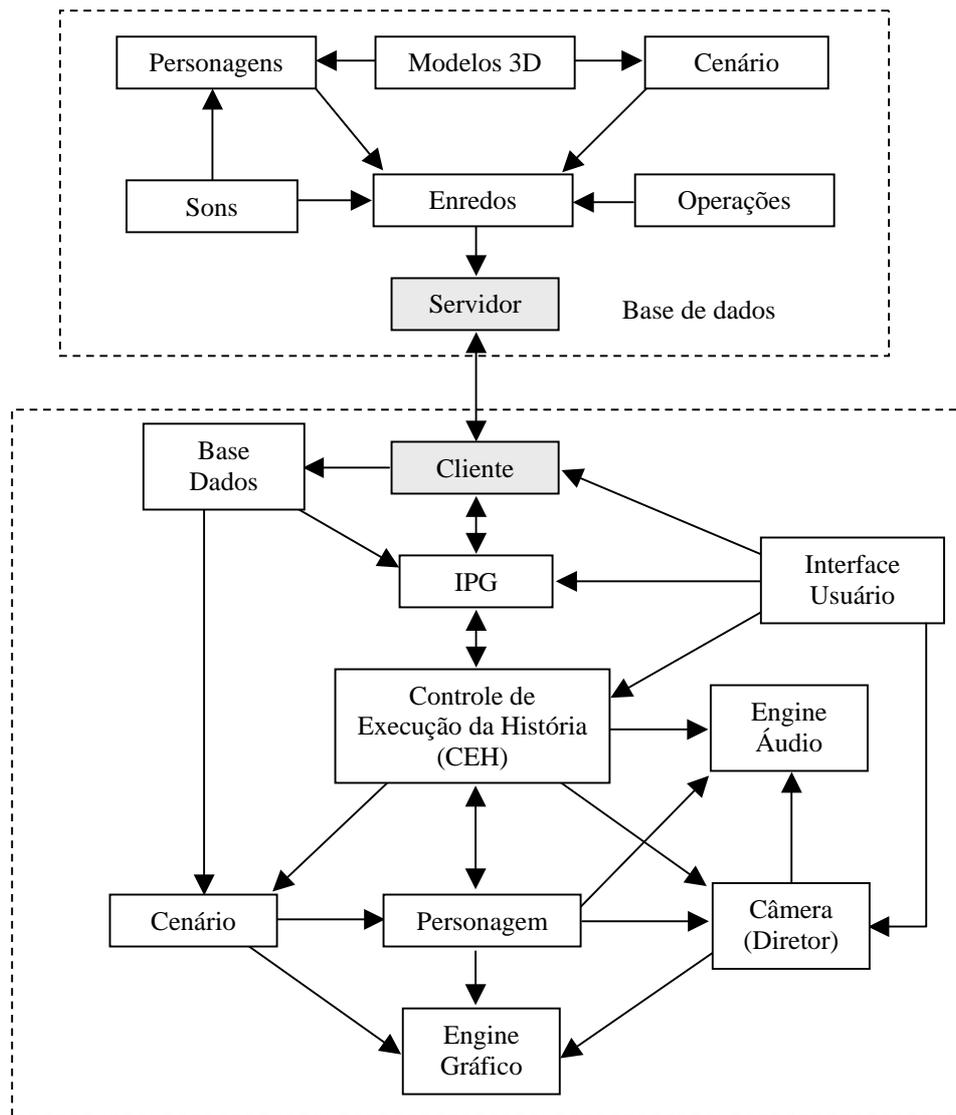


Figura 7: Estrutura completa dos módulos de geração e exibição de enredos

O servidor consiste basicamente de uma grande base de dados. Nesta base estão inclusos classes de objetos, que podem ser personagens e objetos passivos do cenário, com respectivas listas de atributos, sons e modelos 3D associados, além de atributos referentes à lógica da história, como as operações que determinam os tipos de eventos que podem ocorrer na narrativa. Para cada operação, os seguintes dados devem estar definidos [CIA 02]:

- Uma lista de argumentos, indicando regras que relacionam objetos e eventos, e outras características referentes a ações;
- Uma lista de pré-condições especificando fatos que devem ser assegurados durante o tempo de execução das operações;
- Uma lista de pós-condições especificando fatos que devem ser assegurados imediatamente após a execução de uma operação;
- Sua representação gráfica, por meio de regras ou ações elementares que possam ser interpretadas e executadas por um engine de jogos.

Também podem estar presentes na base de dados atributos da história e de personagens que o usuário pode alterar, número máximo de personagens da história, dentre outros. Todos os dados referentes a um enredo são transferidos desta base para a base do cliente quando o mesmo deseja interagir com uma história.

O módulo de Controle de Execução da História (CEH) armazena a seqüência de operações geradas pelo IPG, cuja ordenação parcial ou total é definida pelo usuário. Estas operações devem ser atribuídas (delegadas) a cada personagem, segundo o timeline de exibição da história, para que o andamento da mesma seja assegurado. Este módulo também deve associar sons a cada ação que estiver sendo realizada. Pelo timeline, também deve-se sincronizar o céu, definido no módulo do cenário.

O módulo Personagem é o responsável pelo cumprimento das operações fornecidas pelo CEH. Cada personagem faz uso de técnicas de IA para a realização das operações, bem como para permitir a interação com outros personagens. Dependendo do nível de importância das ações, os personagens podem influenciar no posicionamento da câmera. Para evidenciar atributos internos e ações em andamento, diferentes sons podem ser associados aos personagens.

Um dos principais módulos de visualização é o da câmera, também referenciada como Diretor, pois é responsável por determinar qual cena deve ser exibida, bem como o ângulo de visão, distância, etc. Esta escolha é feita pelo nível de importância das ações realizadas pelos personagens. Ela também deve levar em consideração os aspectos do cenário e outros personagens.

O módulo do Cenário dá suporte à exibição da história. Sob ele estão dispostos os elementos da cena, como casas, castelos, árvores, o céu, e os personagens. A disposição dos elementos sob o terreno deverá ser de forma dinâmica e automática, em função do tipo de enredo sendo exibido. Os personagens devem interagir com o terreno para poderem se locomover e realizar as ações a eles delegadas.

O Engine Gráfico é responsável pela renderização da cena e dos elementos gráficos nela presentes, como objetos e personagens. Não faz nenhum processamento inteligente e somente renderiza as informações gráficas e geométricas provenientes de outros módulos, como o cenário, personagens e câmera.

4.2 Contexto dos Enredos

Operações definidas na etapa de simulação são representações de ações de alto nível (macro-ações), como o rapto da vítima pelo vilão. Entretanto, para que estas ações possam ser representadas fisicamente, diversas outras pequenas ações devem ser executadas. Para este exemplo, pode-se enumerar um conjunto de ações menores a serem realizadas: o vilão deve primeiro saber onde a vítima está, se locomover até ela, persegui-la, pegá-la e levá-la para o cativeiro, dentre outras. Mesmo estas pequenas e específicas ações dependem de vários fatores como saber andar, desviar de objetos, pegar, etc.

A representação gráfica de uma operação é realizada pela execução de um conjunto de micro-operações, cujo número depende da granularidade da operação e da técnica usada na sua representação. Uma analogia pode ser feita com a especificação de um problema por meio de uma linguagem de programação – dependendo da linguagem, mais ou menos operações devem ser definidas para a solução de um mesmo problema.

Muitas destas operações, mesmo quebradas em diversas micro-operações, podem ter uma complexa representação gráfica. Em outras palavras, existe uma complexidade associada com os gêneros de histórias que se deseja representar graficamente.

Simulações de Banco de Dados empresariais, usadas no apoio à decisão [CIA 99], por exemplo, não produzem operações que possam ser facilmente expressas somente por recursos gráficos, por meio de um engine de jogos. A expressão de informação numérica ou textual, por meio de áudio ou janelas de diálogos, também se faz necessário para estes casos. O IPG ainda não possui recursos para geração de diálogos associados às operações de uma narrativa. Porém, já existe um protótipo, ainda rudimentar, que gera textos a partir de enredos [FUR 00]. Este recurso, entretanto, é de grande valia, mesmo em narrativas que podem ser facilmente expressas somente por meio de recursos gráficos.

Exemplos de contextos cuja representação gráfica expressa informação suficiente para o entendimento são histórias baseadas em cenas de ação, onde ocorrem interações físicas entre personagens e com o mundo que os rodeia, como no caso de histórias de contos de fadas. Observando-se os resultados de Propp, verifica-se que em geral, muitas de suas 31 funções podem ser facilmente e suficientemente representadas por animações gráficas entre personagens em um mundo tridimensional, de forma muito semelhante a jogos 3D.

A partir desta constatação, definiu-se como um objetivo deste trabalho a investigação e definição de um conjunto de ações primitivas que possam representar o maior número de funções de Propp e, conseqüentemente, serem usadas em diversos outros contextos além de contos de fadas.

Como ponto de partida a esta investigação, deu-se início ao estudo de uma adaptação de um conto catalogado por Propp, como se segue:

”Um vilão, no caso um dragão, rapta uma princesa desprotegida. O rei, em desespero, requisita ajuda de um herói que parte em busca da princesa, mata o dragão e, como recompensa, se casa com a princesa” (Figura 4).

Este conto sofreu algumas modificações para simplificar alguns pontos ou para mostrar o uso de alguns recursos do IPG.

O contexto da história a ser representada pode ser qualquer, desde que todas as operações possam ser traduzidas em um conjunto de micro-operações suportadas pelo módulo de visualização. Este módulo é melhor descrito na Seção 4.6.

O processo de simulação, realizado pelo IPG, trabalha de forma transparente sobre qualquer tipo de operação válida, e consegue gerar planos dentro dos limites estabelecidos. Com isso, novos enredos podem ser criados sem alteração do módulo principal do sistema. Entretanto, para o módulo de representação (visualização), o tratamento de uma nova funcionalidade não definida implica na programação e adição de novas micro-operações que sejam capazes de corretamente interpretar e executar a operação fornecida.

Por isso, decidiu-se associar cada operação (Tabela 2) a um conjunto de micro-operações (Tabela 3) necessárias a sua realização. Assim, novas operações podem ser definidas, desde que possam ser representadas pelo conjunto de micro-operações já definidos no módulo de visualização. Cada micro-operação pode ser especializada para cada personagem, em função dos recursos que disponibiliza.

Tabela 2: Conjunto de operações (adaptadas de Propp)

Operações	Descrição	Micro-operações
Raptar	Rapto de um personagem por outro	Deslocar, observar, pegar
Libertar	Libertação de um personagem	Deslocar, soltar
Reward	Premiação por uma ação realizada	Dar, pegar
Partida	Ir a um determinado local	Deslocar
Absence of younger people	Estado de indefesa	Deslocar, esperar
Fight in open field	Luta entre personagens	Deslocar, lutar
Out of the earth receipt	Recebimento de poderes mágicos	Dar, pegar

Tabela 3: Conjunto de micro-operações

Micro-operação	Descrição	Especializações
Deslocar	Fazer o deslocamento de um personagem de um local para outro	Voar Caminhar Rastejar Nadar Teletransportar
Lutar	Duelo entre dois ou mais personagens	Espada Arma de fogo Fogo (dragão) Magia
Esperar	Representação de ação inexistente ou momento de descanso	Permanecer parado Dormir Descansar
Pegar/soltar	Capturar ou adquirir objetos ou personagens	Rapto personagens Roubo objetos Aquisição de poderes
Pedir/dar	Requisição de algo por meio de diálogo	Informação (fala/escuta) Poderes Objetos Ajuda
Observar	Captação dos dados do ambiente próximos ao personagem	Procurar Ver Ouvir
Trabalhar	Ato de trabalhar	Doméstico Agrícola

4.3 Jogos Versus Representação Interativa de Enredos

Apesar de possíveis similaridades com jogos de computador, o sistema ora proposto não pode ser enquadrado como tal. A idéia é gerar um sistema em que o usuário não precise guiar explicitamente cada personagem. O controle, quando existir,

vai se dar a nível gerencial, forçando-se que certas situações ocorram em certos momentos da história ou a ocorrência de eventos específicos. Por outro lado, será possível fazer também intervenções sutis, como a alteração de atributos de personagens ou do cenário. De qualquer forma, o sistema executará um controle automático para forçar a manutenção da coerência das histórias.

O fluxo da história não é tão amarrado como em um jogo tradicional, onde a ocorrência dos eventos segue uma ordem em muitos casos cronológica. Neste sistema, tanto a ordem dos fatos, como o tempo de execução das ações pode ser configurado pelo usuário. Estes aspectos são melhores descritos na próxima seção.

Caso o usuário não interfira no fluxo da história, as operações deverão ser exibidas em uma seqüência aleatória. Neste caso, o sistema automaticamente deve encontrar soluções para que o final definido seja alcançado de forma satisfatória, sempre levando em consideração a presença de pré e pós-condições associadas a cada operação.

Habilidades e estratégias do jogador também podem influenciar no andamento da história, que, em algum momento, pode chegar a um estado indefinido, ou seja, que não tenha solução, ex: querer que um herói morto mate o vilão. Para evitar a geração destas situações, restrições ao usuário devem ser impostas.

Em termos gerais, o que se pretende neste trabalho é a criação de conteúdos interativos e tecnologias que permitam ao usuário sentar em uma poltrona e assistir ao seu programa interativo favorito, que mostra toda sua autonomia até o momento em que o usuário, não mais contente com o andamento da história, decide fazer alterações na mesma, que podem tanto influenciar no comportamento de um personagem específico, quanto na ordem de execução das operações.

4.4 Interação com o Usuário

Um aspecto crucial de todo o sistema é a interação com o usuário. Não apenas em relação à definição de interfaces gráficas amigáveis e específicas para este novo paradigma de conteúdo interativo, mas principalmente na determinação do grau de interatividade, e como ela pode influenciar no desenrolar da história e na satisfação do usuário. Deve-se salientar que o objetivo principal do sistema é ser incorporado como programação para iTV.

Para que o sistema possa atender a diferentes interesses de usuários, deve inicialmente ter dois modos de operação: automático e interativo. No modo automático, o usuário volta a ser um simples telespectador assistindo a exibição de uma história com uma ordem dos eventos totalmente definida, onde apenas a aleatoriedade de algumas ações, em função da interação entre personagens, irá torná-la particular para cada usuário. Para que isso ocorra, o enredo e a ordenação total das operações já devem estar definidos antes do início da exibição da mesma.

Independente do modo de operação, julgou-se melhor não dar ao usuário a possibilidade de criação de uma história, a partir de operações já definidas, visto que tal tarefa é minuciosa, demorada e exige conhecimentos específicos do funcionamento do IPG. Além disso, algumas configurações de atributos podem levar o IPG a um estado indefinido e sem solução. Ao menos, uma história parcial, com algumas operações já definidas, deve estar disponível para dar início ao processo de visualização, e conseqüentemente, interação.

Para cada história disponível no servidor devem estar especificados quais atributos podem ser alterados pelo usuário, o número máximo de personagens que a

história pode ter, quais vão ser estes personagens, como será o cenário da história, dentre outros aspectos a serem estipulados.

4.4.1 Ordenação de Operações

Um enredo é composto por um conjunto de eventos que possuem uma ordem parcial (Figura 5). Dentro da ordem parcial, o usuário pode livremente alterar a ordem de execução das operações. Para dar suporte a este recurso, desenvolveu-se um aplicativo em Java (Figura 8) que permite a correta manipulação e ordenação dos eventos, levando em consideração a ordem parcial definida pelo IPG na geração da história. O quadro em azul representa o início da história. Quadros em amarelo claro representam operações já ordenadas e os verdes operações que podem ser encadeadas ao quadro amarelo selecionado (amarelo escuro). Quadros em vermelho não podem ser encadeados ao amarelo selecionado. A ligação e posicionamento dos quadros são realizados com o uso do mouse. Este programa também tem recursos de Undo e Redo de alterações realizadas.

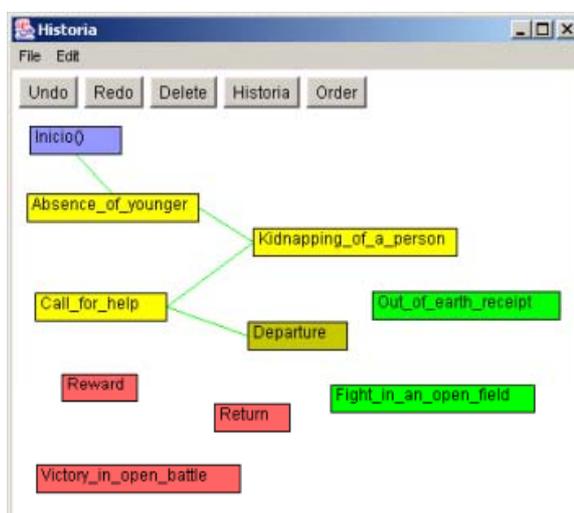


Figura 8: Interface para definição da ordem das operações da narrativa

Ainda se encontra em estudo como esta interface será acoplada à aplicação de visualização dos enredos. Para tentar evitar a separação dos processos de ordenação de operações e visualização, pretende-se incorporar as funcionalidades desta interface ao módulo de visualização por meio de um menu semitransparente, em uma posição determinada da tela, com as operações que podem ocorrer a cada momento. Com isso, o usuário poderia fazer a ordenação das operações a medida que a história acontece. A ativação desta interface, bem como das demais existentes, deve estar sob o controle do usuário.

Tendo-se uma vez um conjunto mínimo de operações já ordenadas, pode-se dar início à visualização da história. A necessidade de geração e ordenação prévia das operações, nesta especificação, se faz necessária, pois a ordem das operações pode mudar a forma como as próximas serão representadas. Ciarlini fornece como exemplo o caso de um herói que, após receber poderes mágicos, passa a ter uma representação gráfica diferenciada.

Para dar ao usuário um controle maior sobre o andamento da história, pretende-se adicionar ao módulo de visualização uma interface de controle, com operações de VCR, como mostrado na Figura 9.

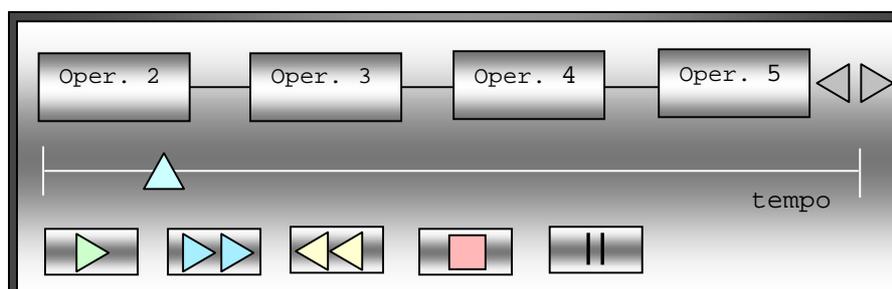


Figura 9: Interface para controle do tempo de execução das operações já ordenadas

A linha do tempo pode ser posicionada livremente dentro do intervalo de operações já ordenadas. Com isso, o usuário pode rever diferentes partes da história e até mesmo antecipar a execução de determinados eventos. Com operações de fast forward (FF) e fast backward (FB), o usuário pode acelerar partes que não tem interesse em visualizar. A qualquer momento a visualização pode ser pausada e reinicializada.

O livre posicionamento da linha do tempo, dentro das operações já ordenadas, pode fazer com que alguns eventos não sejam simulados no ambiente de visualização da história e por isso, nestas circunstâncias, deve-se prover recursos que permitam “estimar” ou gerar aleatoriamente informações sobre propriedades destes personagens, como posição, estados internos, dentre outros.

4.4.2 Alteração de Atributos

A interação provida ao usuário sobre a exibição da história pode ocorrer de três maneiras: definição da ordem parcial das operações, alteração do timeline (Figura 9) e pela alteração de atributos de personagens e da história.

A definição de quais atributos serão disponibilizados ao usuário, bem como a gama de variação (grau de influência) ainda não está muito clara, visto que diversas propriedades de personagens podem ser tanto tratados a nível de simulação, como a nível de representação.

A consideração de certos atributos durante a representação pode, em diversas circunstâncias, alterar ou impedir o fluxo da história, que é definido a nível de simulação. Como exemplo, pode-se citar o decaimento da energia do herói, que frente a inesperados ou aleatórios conflitos com inimigos (que podem ser personagens coadjuvantes ao quadro central de personagens da história), pode ser derrotado (morto) e, por consequência, não cumprir a missão de libertar a vítima do vilão.

Apesar de mais correto, para uma representação mais realista, não se pode considerar os atributos apenas no nível de simulação, visto que nesta etapa, dispõem-se apenas operações lógicas e somente inferências sobre objetivos de personagens são tratadas. É fundamental também considerar a interação dos personagens com o “mundo real”, desde que esta interação não comprometa o fluxo principal da história.

Como exemplo de classes de atributos a serem tratados podem-se destacar três grupos:

- 1) Drives: Drives são necessidades básicas físicas e emocionais como fome, sede, interação social, dentre outros [BRE 98, VEL 97]. Em termos gerais, os drives provocam ações que se manifestam através de emoções. Estas ações se refletem em comportamentos a serem realizados pelos agentes para suprir algum drive que está fora do regime normal de operação, e podem, de alguma forma, interferir no fluxo da história. O personagem pode, por exemplo, parar para dormir se estiver com sono;
- 2) Emoções: As emoções podem ser provenientes de estímulos externos (eventos do ambiente ou outros agentes) e internos (intensidade dos drives), e têm influência no comportamento de agentes autônomos [VEL 97, COS 96]. Podem-se citar como exemplos de emoções básicas a felicidade, tristeza, medo, raiva, surpresa e repugnância;
- 3) Atributos gerais: Atributos como força, velocidade, resistência física, dentre outros do gênero, são mais fáceis de serem tratados a nível de representação, pois podem influenciar diretamente no tempo que o personagem vai demorar para cumprir uma tarefa, como em situações de deslocamento, lutas com inimigos, etc.

Drives e emoções não são atributos simples de serem manuseados, tanto no que se refere à forma como são representados, bem como principalmente na forma como são gerados. Segundo [IZA 93], a ativação de emoções pode ocorrer por estímulos de sensores cognitivos e não cognitivos, que podem ser agrupados em quatro categorias: Neurônais, sensoriais, motivacionais e cognitivos.

Num primeiro momento, pretende-se fornecer aos usuários interfaces apenas para alteração da classe de atributos gerais, que podem ser alterados em qualquer instante de tempo t , dentro do timeline de exibição da história. Atributos que podem ser alterados serão especificados pelo criador da história (content provider).

4.5 Aspectos Sobre a Execução dos Enredos

Mesmo para a realização de tarefas simples, um grande conjunto de micro-operações deve ser realizado pelo personagem da história. Para tornar a implementação mais genérica, decidiu-se por implementar cada personagem como um agente [WOO 99b] que possui autonomia na determinação de como cada operação deve ser realizada.

Para um personagem lutar com outro, por exemplo, ele precisa se aproximar do alvo, desviar de possíveis objetos e lutar. Para isso, um certo grau de conhecimento e inteligência também foi adicionado ao agente. Como o fluxo da história é determinado pelo usuário, os agentes não necessitam ter capacidades de aprendizado. Por isso, decidiu-se pelo uso de agentes reativos, que apresentam um comportamento definido para cada situação.

Cada agente deve implementar as micro-operações definidas na Tabela 3. Se o agente representar um dragão, por exemplo, a ação deslocamento vai ser representada pelo ato de voar. Todos os agentes possuem uma interface comum de comunicação entre si, para permitir que interações entre eles, como conversar e lutar, possam ser manipuladas. Para isso, características de sistemas multiagentes foram estudadas e adaptadas para este problema [O'HA 96].

A execução das operações é realizada por uma semi-simulação real, onde os personagens vêem, caminham, conversam, interagem entre si. A tomada de decisão

não pode ocorrer apenas em função da interação com o meio. Por traz do controle autônomo do agente, existem operações com pré e pós-condições, definidas pelo IPG, que devem ser seguidas a risca para garantir a exibição da história segundo um fluxo coerente.

Para gerenciar a distribuição de ações entre os agentes, existe um módulo de controle de personagens, no cliente (Figura 7), que em função do Timeline e ações concluídas ou em andamento, define quais devem ser as novas ações de cada agente.

4.6 Modelo gráfico de Representação de Enredos

O sistema atual de [CIA 02] produz como resultado um conjunto de operações, em formato texto, que devem ser corretamente interpretado e exibido por meio de recursos gráficos.

Na escolha de um modelo gráfico para representação das histórias, levou-se em conta a possibilidade de usar tanto um modelo 2D como um 3D. A idéia em usar um modelo 2D surgiu com o objetivo de produzir uma representação semelhante a histórias em quadrinho, porém de forma animada. O uso de um modelo 2D é mais simplificado que um 3D, e ao mesmo tempo, mais limitado. Como a exibição da história pretende criar um ambiente para representar de forma bastante realista a interação entre os personagens, as limitações do espaço 2D impediriam uma visão macroscópica do mundo de simulação, bem como da visualização do cenário e interação entre grupos de personagens.

O uso de recursos 3D oferece maiores possibilidades, tanto referentes à visualização, bem como em algoritmos, dispositivos de hardware, técnicas e modelos 3D amplamente utilizados e estudados para aplicações em jogos e engines gráficos.

Sob o enfoque 3D, existem 3 possibilidades que podem ser usadas para a representação dos enredos: uso de APIs gráficas, como OpenGL [WOO 99a] e DirectX [DEM 02]; por meio de scripts de pacotes de animação de modelagem, como o 3DS MAX e Softimage; ou por meio de engines de jogos 3D, como no caso do GameStudio, Fly3D, dentre outros.

A solução adotada deve fornecer recursos que permitam a total manipulação de atributos de personagens e do cenário, permitir fácil expansão e adaptação a qualquer tipo de história que um sistema de representação gráfico possa exibir, permitir interação com o usuário, além de garantir exibição em tempo real de cenas, que podem ser complexas e dinâmicas.

Geralmente, engines de jogos concentram sua eficiência no fato de usarem algoritmos específicos e otimizados para determinadas situações, o que faz com que existam engines dedicados a jogos de aeronaves, em primeira pessoa, etc. Muitas otimizações são resultado de pré-processamento de dados (geralmente da cena), antes do início da exibição. Este pré-processamento impede que os dados possam ser alterados durante a exibição. Ao se trabalhar com histórias interativas, deseja-se criar cenários dinâmicos, para que o usuário possa gozar de histórias que definitivamente sejam personalizadas.

Linguagem script de pacotes de animação somente se mostram viáveis em animações predefinidas, o que foge totalmente do escopo deste trabalho. Além disso, eles operam em modo batch.

A solução adotada neste trabalho faz uso da API gráficas OpenGL, ao contrário de [CIA 02], que sugere o uso de um game engine para a visualização. Sem dúvida, o uso de um engine evitaria a implementação de diversos algoritmos gráficos,

além de oferecer recursos visuais que são complexos de implementar em uma API, porém apresentam limitações que impedem o nível de interatividade proposto neste trabalho. O engine a ser desenvolvido deve ser configurável e adaptável a medida que novas histórias estejam disponíveis no servidor (provedor de conteúdos interativos), bem como prover recursos para fácil inclusão de novos personagens, com características específicas do gênero da história que está sendo apresentada.

Na proposição de [CIA 02], ainda válida para o modelo adotado neste trabalho, o engine recebe um script com a representação de cada operação a ser exibida. Este script deve ser previamente definido em função de um enredo gerado e da ordenação linear de suas operações, feita pelo usuário, por meio de um grafo. O script deve conter o estado corrente de cada personagem, o modelo 3D associado, e a definição das micro-operações necessárias à execução de cada ação.

4.7 Estrutura Geral do Modelo

Uma vez definida a estrutura geral dos módulos de armazenamento, geração e exibição das histórias, pôde-se definir a pilha de processos necessária para levar ao usuário final o conteúdo interativo, como mostrado na Figura 10. Na base da estrutura está localizado o servidor de conteúdos, que por meio de uma rede de comunicação, disponibiliza a cada usuário o conteúdo interativo selecionado.

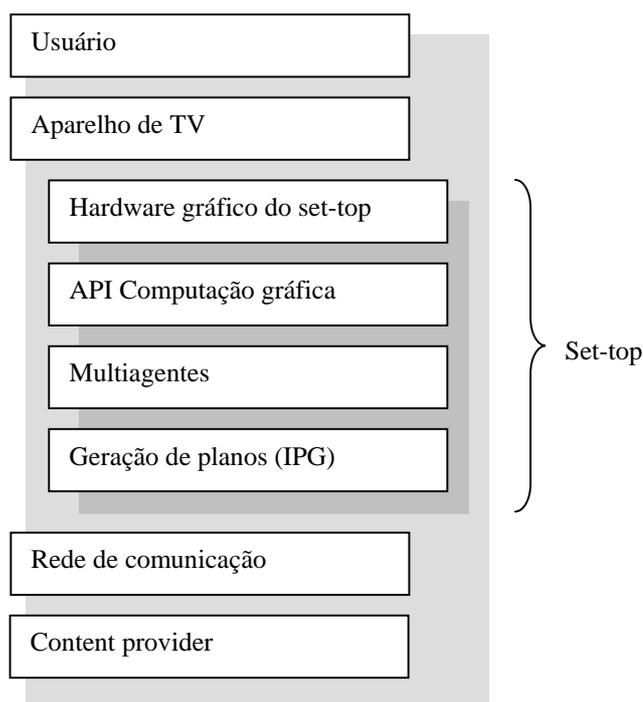


Figura 10: Estrutura geral do modelo de tratamento de histórias em iTV

Como elemento de processamento no cliente está o set-top, que deve gerar, gerenciar a exibição e prover recursos de interação com a história selecionada. Esta informação é então enviada ao aparelho de TV, que disponibiliza ao usuário o conteúdo final processado.

5 Trabalhos Futuros

Pelos resultados obtidos com os testes preliminares, pôde-se melhor detectar as dificuldades e compreender os requisitos necessários à definição das ações primitivas, geração de operações, estipulação dos requisitos necessários aos agentes e definição de uma estrutura geral dos componentes que definem o sistema de geração, armazenamento, comunicação e visualização de histórias interativas em um ambiente de iTV. Como próximos passos, pretende-se dar continuidade à implementação dos agentes e criar estruturas para manipulação dinâmica de operações em função da interação com o usuário.

Além destes objetivos já traçados, está-se investigando a possibilidade de implementação de dois novos níveis de interatividade: participação do usuário como personagem em uma história interativa e interação de vários usuários em uma única história interativa.

Para o caso do usuário participar de sua própria história, diversas questões devem ser respondidas:

- Qual papel o usuário vai assumir na história: em primeiro lugar, o sistema deve permitir que o usuário possa escolher, dentro do elenco de personagens, qual deseja vivenciar. Caso o usuário assuma um papel secundário, o fluxo da história poderá ser garantido, visto que ações por ele realizadas não terão influência direta no fluxo principal. Caso o usuário escolha um personagem principal, o nível de interação deve garantir que as operações sejam executadas na ordem estipulada. Para isso, controles limitadores de ações devem existir;
- Qual seria a vantagem deste recurso: Nesta abordagem, o usuário teria um controle sobre o personagem, de forma semelhante a um jogo 3D. Ações explícitas, como se deslocar, lutar, fugir, poderiam ser controladas em sua total funcionalidade. O confronto de IA com a esperteza do jogador daria à história um grau a mais de realismo. Nesta abordagem, o usuário teria somente a visão e conhecimento do personagem com que está interagindo. Detalhes da história, como, por exemplo, saber onde o vilão está escondido, continuam valendo da mesma forma como se o personagem fosse controlado pelo computador.

No momento devido da história, o personagem controlado pelo usuário receberia as ações que deve realizar, estando a execução das mesmas sob a responsabilidade do usuário. A viabilidade da alternância entre a visão do próprio personagem com a cena principal da história também deve ser estudada.

Para o segundo caso, onde vários usuários interagem na mesma história, além dos problemas anteriormente mencionados, outros devem ser tratados. O principal se refere à estrutura cliente/servidor entre o módulo de armazenamento com o de geração e representação da história.

A representação da estrutura cliente/servidor da aplicação é muito adequada quando existem vários usuários conectados ao servidor interagindo individualmente com a mesma ou com histórias diferentes. Entretanto, caso a mesma história seja compartilhada por mais de um usuário, onde cada usuário pode alterar atributos, bem como ordem das operações, o uso de um servidor centralizado, responsável pela geração dos planos, seria mais adequada, pelos seguintes motivos:

- Para que módulos IPG locais possam trabalhar sincronizadamente, deveria existir algum recurso de comunicação entre eles para garantir que todos os usuários estejam interagindo com as mesmas operações e atributos;
- Não seriam necessárias múltiplas gerações do mesmo enredo em máquinas distintas. Todo o enredo seria simulado em uma única máquina (existiria um único IPG) e distribuído entre todos os usuários interagindo com a mesma história;
- O servidor central receberia todas as requisições de alteração de atributos e ordem parcial de operações e decidiria, entre todas as solicitações de alteração, qual seria a contemplada.

Para este caso, valem as mesmas regras referentes à garantia de execução de operações por parte de cada usuário. Poderia também haver competições entre personagens para decidir qual iria realizar uma determinada tarefa. Para o caso de contos de fadas, o herói mais forte seria o escolhido para libertar a princesa raptada, por exemplo.

Ainda como trabalhos futuros, estão as necessidades de se definirem modelos de emoções [COS 96, BRE 98, GRA 01] e modelos de animação facial com voz [LUC 03].

6 Conclusões

A TV interativa já se encontra em um estágio bem avançado de desenvolvimento, principalmente em países da Europa e América do Norte. Em países, como o Brasil, há a predominância de TV interativa de baixa interatividade, que oferece alguns recursos como guia de programação (EPG).

Sua evolução está muito atrelada ao desenvolvimento de tecnologias de hardware e software. Neste sentido, há uma tendência de reutilização de tecnologias desenvolvidas para a informática que, a cada momento, se mostram mais presentes neste ramo de comunicação. O desenvolvimento de hardware é necessário para possibilitar o fornecimento eficiente de diferentes conteúdos aos usuários.

Um dos pontos em aberto, que não possui um consenso na comunidade, refere-se à programação fornecida e ao grau de interatividade que será provido. Isso se deve ao fato da adaptação necessária que antigos telespectadores deverão sofrer para poder usufruir os novos recursos que a iTV deverá prover. Algumas questões devem ser amplamente discutidas, como o interesse que os telespectadores terão em abandonar a velha TV passiva e funcional por outra, onde a interação, necessária para tirar proveito de interfaces mais complexas e susceptíveis a erros, inerentes da tecnologia digital, se faz presente.

De qualquer forma, o usuário (telespectador) deverá poder escolher o nível de interação, que pode permanecer a um nível mínimo, onde somente a troca de canais é permitida, até um nível onde a interação é total, como no caso de jogos.

No que se refere ao conteúdo interativo, neste trabalho apresentou-se um novo paradigma de conteúdo que visa atender a diferentes graus de interatividade. A geração e exibição de histórias interativas possuem características que podem ser parametrizadas, dando ao usuário a capacidade de selecionar o grau de interatividade desejado.

Nesta pesquisa, por ainda ser acadêmica, faz-se uso de computadores para dar suporte a estudos e experimentos necessários à definição de tecnologias de hardware e

software que proverão suporte ao tratamento de histórias interativas. Apesar disso, procura-se levar em consideração aspectos de banda passante, compatibilidade de APIs, recursos de hardware necessários, para que um dia esta tecnologia em desenvolvimento possa ser aplicada em uma tecnologia real de iTV.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro do CNPq e da FINEP através das bolsas de doutorado e de pesquisa e através do Projeto VisionLab.

Referências Bibliográficas

- [BRE 98] Brezeal, C. A motivational system for regulating human-robot interaction. Proceedings of the Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence, Madison, pp. 54-61, 1998.
- [BUR 95] Burns, D., Gosling, J., McGeady, S., Short, R. Set-top boxes - the next platform (panel). Proceedings of the 22nd annual ACM conference on Computer graphics, September 1995.
- [CAL 00] Calder, B., et al. Java TV api technical overview. Sun Microsystems, November 2000. Disponível em:
http://www.java.sun.com/products/javatv/jtv-1_0-spec_overview.zip
- [CIA 99] Ciarlini, A. Geração interativa de enredos. Tese de Doutorado, Departamento de Informática, PUC-Rio, 1999.
- [CIA 02] Ciarlini, A., Feijó, B., Furtado, A. An integrated tool for modelling, generating and exhibiting narratives. AIS'2002 AI, Simulation and Planning in High Autonomy Systems, Lisboa, Portugal, pp. 150-154, April, 2002.
- [COS 96] Costa, N., Feijó, B. Agents with emotions in behavioral animation. Computer & Graphics, Vol. 20 (3). pp. 377-384, 1996.
- [DAV 00] Davenport, G., Agamanolis, S., Barry, B., Bradley, B., Brooks, K. Synergistic storyscapes and constructionist cinematic sharing. IBM System Journal, Vol. 39, Nos. 3&4, pp. 456-469, 2000.
- [DEM 02] Dempski, K. Real-time rendering tricks and techniques in directx. Premier Press, 821p, 2002.
- [DRI 00] Driscoll, G. The essential guide to digital set-top boxes and interactive TV. Ed. Prentice Hall, 2000.
- [FLA 03] Macromedia Flash MX Webpage. April 2003. Disponível em:
<http://www.macromedia.com/software/flash>

- [FUR 96] Furht, B. Interactive television systems. Proceedings of the 1996 ACM symposium on Applied Computing, pp. 7-11, February 1996.
- [FUR 99] Furtado, A., Ciarlini, A. Operational characterisation of genre in literary and real-life domains. In Proc. of the ER'99 Conceptual Modelling Conference, Paris, France, November 1999.
- [FUR 00] Furtado, A. Ciarlini, A. Generating narratives from plots using schema information. 5th International Conference on Applications of Natural Language to Information Systems (NLDB'2000), Versalhes, França, June 2000.
- [GIB 01] Gibbs, R. A., Hoch, M., Gong, H., Wang, S. Enabling custom enhancements in digital sports broadcasts. Proceedings of the 2001 conference on 3D technologies for the World Wide Web, pp. 101-107, February 2001.
- [GRA 01] Gratch, J., Marsella, S. Tears and fears: modeling emotions and emotional behaviors in synthetic agents. In Proceedings of the 5th International Conference on Autonomous Agents, Montreal, Canada, June 2001.
- [ITV 03a] The Online iTV dictionary. What are electronic program guides & interactive program guides? (January 2003). Disponível em: http://www.itvdictionary.com/epg_ipg.html
- [ITV 03b] The Online iTV dictionary. What are set-top boxes? (January 2003). Disponível em: http://www.itvdictionary.com/set-top_box.html
- [ITV 03c] The Online iTV dictionary. What is digital TV (HDTV)? (January 2003). Disponível em: <http://www.itvdictionary.com/hdtv.html>
- [ITV 03d] The Online iTV dictionary. Examples of interactive television. (March 2003). Disponível em: http://www.itvdictionary.com/examples_of_itv.html
- [IZA 93] Izard, C. E. Four systems for emotion activation: cognitive and noncognitive processes. *Psychological Review*, 100(1), pp. 68-90, 1993.
- [KRE 00] Krebs, P., et al. Building interactive entertainment and e-commerce content for microsoft TV. Microsoft Press, 2000.
- [LUC 03] Lucena, P. S., Feijo, B., Velho, L. Expressive talking heads: uma ferramenta de animação com fala e expressão facial sincronizadas para o desenvolvimento de aplicações interativas. Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web - WebMidia'2003. Salvador, Bahia, Novembro de 2003.
- [MAR 01] Marrin, C., Myers, R., Kent, J., Broadwell, P. Steerable media: interactive television via video synthesis. Proceedings of the 2001 conference on 3D technologies for the World Wide Web, pp. 7-14, February 2001.
- [NEL 95] Nelson, M. N., Linton, M. A highly available, scalable itv system. ACM SIGOPS Operating Systems Review, Proceedings of the fifteenth ACM

Symposium on Operating Systems Principles, Vol. 29 Issue 5, pp. 54-67, December 1995.

[O'HA 96] O'Hare, G., Jennings, N. R. Foundations of distributed artificial intelligence. John Wiley and Sons, 592p.,1996.

[OPE 99] OpenTV Datasheet. EN2 set-top box software. (May 1999). Disponível em: http://www.opentv.com/utilities/product-sheets/en2_datasheet.pdf

[POZ 03] Pozzer, C. T., Furtado, A., Ciarlini, A. Agentes e emoções em histórias interativas. Série Monografias em Ciência da Computação (MCC39/03), DI/PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2003.

[PRO 68] Propp, V. Morphology of the folktale. Laurence Scott (trans.), Austin: University of Texas Press, 1968.

[SUN 01] SUN Microsystems. Java technologies for interactive television. Technical White Paper, 2001. Disponível em: <http://java.sun.com/products/javatv/whitepapers/TechInterTV052101.pdf>

[TVT 03a] Interactive TV Today. (August 2003). Disponível em: <http://www.itvt.com/etvwhitepaper.html>

[TVT 03b] Interactive TV Today. (August 2003). Disponível em: <http://www.itvt.com/etvwhitepaper-2.html>

[VEL 97] Velázquez, J. D. Modeling emotions and other motivations in synthetic agents. In Proceedings of the Fourteenth National Conference on Artificial Intelligence, pp. 10-15, Menlo Park, Calif.: AAAI Press, 1997.

[VRM 97] The virtual reality modeling language. International Standard ISO/IEC 14772-1, March 1997. Disponível em: <http://www.web3d.org/Specifications/VRML97>

[WEB 03] Microsoft webTV. (August 2003). Disponível em: <http://www.webtv.com>

[WOO 99a] Woo, M., Neider, J., Davis, T., Shreiner, D. OpenGL programming guide, third edition. Ed. Addison Wesley, 730p. 1999.

[WOO 99b] Wooldridge, M. Intelligent agents. In: WEISS, G. (Ed.) Multiagent Systems - A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. MIT Press, 1999.