

TV interativa baseada na inclusão de informações hipermídia em vídeos

André Leon S. Gradvohl, Dr.
andre.gradvohl@saofrancisco.edu.br
Universidade São Francisco

Yuzo Iano, Dr.
yuzo@decom.fee.unicamp.br
Faculdade de Eng. Elétrica e Computação
Universidade Estadual de Campinas

Resumo

Este trabalho propõe um modelo para a inserção de informações hipermídia em vídeos digitais, criando uma nova abordagem para a TV interativa. O modelo proposto é baseado na elaboração de um conceito próprio de hipervídeo, no qual são embutidas referências a informações complementares ao conteúdo sendo exibido. Além da concepção do modelo, este trabalho também apresenta uma prova de conceito para demonstrar a viabilidade das idéias aqui descritas. Na prática, as idéias propostas neste trabalho apresentam uma nova forma de acesso às informações disponíveis na “*World Wide Web*”, tendo a TV como ponto de partida para a navegação.

Summary

This paper depicts a model to insert hypermedia information in digital videos, creating a new approach to interactive TV. The proposed model is based on a proper concept of hypervideo, which complementary information references about the content watched are embedded on a digital video. In addition to the model, this paper also reports an implementation of a concept proof to demonstrate the feasibility of the ideas presented. In practice, these ideas show a new way to access the information available on the *World Wide Web*, using the TV as starting point to navigation.

1 INTRODUÇÃO

É notório o impulso que as telecomunicações tiveram a partir do final do século XIX, quando o rádio foi inventado em 1895. Desde então, saltos tecnológicos vêm ocorrendo e cada dia as pessoas exigem comunicações mais rápidas e confiáveis. Cresceu também a necessidade por interatividade.

O conceito de interatividade ainda é vago e usado tanto para relação de pessoas com máquinas ou softwares, quanto para relação entre pessoas. Porém, apesar de impreciso, esse conceito serviu como alicerce para a consolidação das telecomunicações [1,2].

Quanto mais interativo for um dispositivo usado para comunicação melhor ele é considerado, ou seja, tal dispositivo atende melhor às especificidades da vontade do usuário. Tome, por exemplo, a chamada TV interativa que transmite jogos de futebol. Diz -se que é possível escolher qual o melhor ângulo para ver determinados lances, ou mesmo responder às pesquisas de opinião propostas pela emissora. Essa é a interatividade que a maioria das empresas dessa área promete.

Entretanto, pode-se observar esse cenário de outro modo. O que ocorre, de acordo com esse novo ponto de vista, é uma troca de informações. Tais informações poderiam estar embutidas no próprio programa sendo transmitido, tornando-o mais dinâmico, permitindo maior interatividade. Aproveitando o exemplo já mencionado, imagine se fosse possível para o telespectador obter mais detalhes (informações) a respeito do que está sendo visto em cada momento. Será que essa possibilidade incrementaria a interação como usuário?

A resposta á pergunta anterior seria afirmativa se for considerado que podem existir mais possibilidades a serem exploradas além do que está sendo visto. Mas, como seria o retorno? Afinal, interatividade exige troca. A réplica é possível, desde que seja aberto um canal paralelo de comunicação.

Nesse instante surge o conceito de convergência digital, i. e., juntando duas tecnologias bem conhecidas em um único dispositivo, simples de usar, é possível obter maior interatividade e conseqüentemente melhor comunicação. O fato de ser digital ajuda na interoperabilidade dessas tecnologias.

Alguém poderia questionar os conceitos anteriores afirmando que um computador, onde se pode ver um vídeo e acessar uma página na “World Wide Web” (WWW), por exemplo, também é uma instância de convergência digital. Talvez seja, mas esse conceito é mais sutil. É preciso que haja sincronismo. Transmitir ou receber mais de uma forma de comunicação é necessário, mas não suficiente, para determinar que um dispositivo é um exemplo de convergência digital. Para pertencer ao conceito de convergência digital é essencial que essas formas de comunicação apresentem conteúdos complementares e integrados [3].

1.1 Motivação e Objetivos do Projeto

O modo como se assiste á televisão não mudou muito nos últimos anos. Desde que foi inventado, o aparelho de TV é um meio de comunicação que expõe o telespectador a uma infinidade de informações visuais e auditivas, geralmente superficiais. Em outras palavras, raramente o telespectador pode obter mais informações sobre o conteúdo assistido no momento em que é transmitido.

A principal motivação deste projeto é a proposta de uma nova forma de se assistir TV. Ou seja, observou-se que em várias situações existe uma carência por mais informações além daquelas apresentadas em imagens de TV. Essa necessidade de se buscar informações adicionais motivou a pesquisa por uma possibilidade de convergência entre TV e Internet, particularmente a WWW. A idéia, portanto, é tornar a TV um ponto de partida para a navegação, para a busca de mais informações e para a interação, criando assim uma nova abordagem para a TV interativa.

Portanto, o trabalho relatado neste texto possui dois objetivos principais. O primeiro é a concepção de um modelo de hipervídeo. O segundo consiste na implementação do modelo proposto que serve como prova de conceito para as idéias apresentadas neste texto.

1.2 Estrutura do Texto

A estrutura do restante do texto é a seguinte: na Seção 2 discute-se brevemente a respeito das tendências de adoção de algumas tecnologias emergentes, em particular a TV interativa; o conceito de hipervídeo e suas origens são apresentados na Seção 3; a Seção 4 descreve a idéia da inserção de informações hipermídia em vídeos e a estrutura de tais informações; as seções 5 e 6 apresentam, respectivamente, os processos de codificação e de decodificação e exibição de um hipervídeo; os detalhes das implementações do codificador e do decodificador e visualizador dos hipervídeos estão nas seções 7 e 8; na Seção 9, estão algumas figuras ilustrando o funcionamento do protótipo desenvolvido; finalmente, na Seção 10 são apresentadas as conclusões e propostas de trabalhos futuros.

2 ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS EMERGENTES

O Sr. Jack Fenn, um analista em uma empresa americana chamada Gartner Group, propôs em 1995 uma representação gráfica para um modelo de maturidade, adoção e aplicação comercial de tecnologias emergentes, chamada de "*Hype Cycle*" [4]. O objetivo dessa representação é tentar prever aproximadamente quando e o quanto investir em determinadas tecnologias.

Esse modelo tem cinco fases ilustradas na Figura 1, a saber:

1. Lançamento da tecnologia: quando um produto é lançado no mercado ou um evento gera interesse no produto.
2. Pico de expectativas inflacionadas: quando são geradas expectativas excessivas e não realistas a respeito da utilização do produto.

3. Poço de desilusão: quando se percebe que as expectativas em relação ao produto foram superestimadas.

4. Inclinação de esclarecimento: quando as expectativas são mais realistas e a tecnologia passa a ser bem compreendida.

5. Platô de produtividade: quando a tecnologia passa a ter seus benefícios amplamente demonstrados e reconhecidos, tornando-se mais estável seu desenvolvimento.

O Gartner Group publica anualmente uma série de relatórios que mostram o status de tecnologias emergentes em várias áreas. Em agosto de 2004, esse relatório mostrava que algumas tecnologias para consumo doméstico estavam caminhando para a fase do poço de desilusão (Fase 3) com previsão de 10 anos para atingir a fase platô de produtividade (Fase 5), e. g., HDTV, TV interativa, vídeo sob demanda. Outras, como TV digital e banda larga, já estão na fase de platô de produtividade ou muito próximas disso [5, 6].

De acordo como gráfico na Figura 1, apesar do desenvolvimento em TV interativa as expectativas estão sendo de acionadas. Isso indica que é uma boa hora de se investir nesse produto, uma vez que não existe ainda nenhuma abordagem definitiva, ou seja, técnicas para implementar a TV interativa ainda podem ser propostas e melhoradas. Esse é mais um motivo para o desenvolvimento deste projeto.

3 HIPERVÍDEO

“*Hypér*” é uma palavra de origem grega que significa “além”, entre outros significados com a mesma conotação. Em um artigo de 1945, Vannevar Bush propôs o dispositivo Memex (“*Memory Extension*”) [7]. Tal dispositivo foi concebido para guardar conhecimentos. Porém não de forma linear, é o caso dos livros, e sim associativa como a mente humana. A Figura 2 ilustra ambas as formas.

Anos depois, em um artigo publicado em 1965 [8], Theodor Holm Nelson propôs o termo “*hypertext*”. De acordo com Nelson, hipertexto significa um conjunto de textos e imagens

interconectado de maneira tão complexa que não seria conveniente representar em papel. Além disso, o hipertexto conteria resumos e mapas do seu conteúdo e das inter-relações entre os tópicos. A palavra “hiper”, então, é usada no sentido de “além do que está escrito de maneira linear”. Deve-se considerar também a relação (referências) entre os tópicos.

Em 1968, Douglas Engelbart demonstrou o que seria a primeira implementação do que viria a ser hipertexto; o sistema chamava-se “*oN-Line System*” (NLS). Além de um sistema hipertexto, o NLS trouxe consigo algumas invenções muito úteis na computação atual e no campo dos hipertextos em particular. Entre tais invenções estão os sistemas de ajuda on-line, o ambiente de janelas e o, quase indispensável, “*mouse*” [9].

Em 1989, Tim Berners-Lee propôs um projeto de hipertexto global [10], aproveitando a infra-estrutura da Internet – que ainda estava para romper as barreiras das universidades e centros de pesquisa. Esse projeto deu origem ao que se conhece hoje por “*World Wide Web*”.

Com o potencial de comunicação que a WWW possui, a evolução do conceito de hipertexto para hipermídia foi quase imediata. Ao invés de se conectar idéias expressas em imagens estáticas e textos, por que não aumentar as possibilidades conectando também imagens dinâmicas (vídeo), sons e quaisquer outros meios de comunicação?

Convém ressaltar a diferença entre multimídia e hipermídia. O primeiro conceito trata da utilização de diversas mídias (meios de comunicação) em formato digital, sincronizadas entre si, para apresentação de conteúdo de forma linear [11]. O segundo conceito é uma extensão do primeiro. Além de ter todas as características de multimídia, hipermídia permite a apresentação de conteúdo de forma não-linear e dependente do interesse do usuário ou, mais formalmente, do mapa de conhecimentos que o usuário desenha ao ter contato com as informações apresentadas.

Por outro lado, o conceito de hipervídeo é uma particularização do conceito de hipermídia. Tanto em hipertexto, como em hipermídia, o ponto de partida para navegação entre os

conteúdos é o texto. Entretanto, no hipervídeo, como o nome sugere, o ponto de partida para a navegação é o vídeo.

Portanto, há mais desafios para se implementar hipervídeo do que havia na implementação de hipertextos. Entre tais desafios estão a natureza fortemente linear dos vídeos (quadro a quadro), as relações espaço-temporal entre cenas e onde embutir as referências a outros conteúdos.

É preciso considerar também o conceito de “contexto em hipervídeo”, o diferencial deste trabalho. O contexto em hipervídeo é a relação entre um determinado objeto¹ mostrado na cena e as informações acerca desse objeto, não necessariamente apresentadas na cena. É importante vincular alguns objetos aos seus respectivos contextos, assim como nos hipertextos, onde as palavras-chaves atuam como referências a outros conteúdos complementares.

4 INCLUSÃO DE INFORMAÇÕES HIPERMÍDIA EM VÍDEOS

No âmbito deste trabalho consideram-se informações hipermídia como referências a outros conteúdos, implementados em outros meios de comunicação (inclusive vídeo), associadas a certos objetos presentes na mídia de origem.

Nos hipertextos, as informações hipermídia são interpretadas pelo navegador (“*browser*”) que as associa a determinadas palavras, frases, figuras ou outros objetos visuais criando assim os “*hyperlinks*”. Desse modo, quando o usuário clica sobre um “*hyperlink*”, o navegador visita um determinado endereço e carrega uma outra página com outro conteúdo. Em vídeos tais procedimentos não são tão simples assim.

Como argumento inicial ressalta-se que, na verdade, o vídeo é uma seqüência de imagens apresentada quadro a quadro a uma taxa de 24 quadros por segundo, no mínimo. Isso o torna uma mídia muito mais dinâmica do que o texto. O segundo argumento vem do fato de

¹ Tais objetos são integrantes das imagens mostradas, podendo ser personagens, figuras ou quaisquer elementos pertencentes à cena apresentada.

que, em vídeos, os objetos aos quais se associamos “*hyperlinks*” geralmente estão em posições diferentes em cada quadro, variando-as em função do tempo.

Diante dos argumentos citados, foi importante decidir onde as informações hipermídia devem ser inseridas. Optou-se por inserir informações hipermídia em cada quadro (imagem) que compõe o vídeo. Essa escolha justifica-se pelos seguintes fatos:

- entre as informações para decodificação do quadro, há espaço não utilizado, onde informações hipermídia podem ser inseridas;
- pode-se mapear (especificar coordenadas) áreas diferentes em cada quadro, associando-se referências diferentes a cada área;
- com a associatividade entre áreas e referências, pode-se obter uma melhor sincronização entre contextos e objetos mostrados na imagem.

O passo seguinte é definir, na prática, como tais informações serão codificadas.

4.1 Definição da Estrutura das Informações Hipermídia

Observando a maneira como os “*hyperlinks*” são definidos nos hipertextos atuais – em particular aqueles implementados em páginas HTML – percebe-se que o formato geral é: `<âncora referência> objeto </âncora>`

O que está entre os símbolos “<” e “>” é chamado “*tag*”. Portanto, para sinalizar o início de um “*hyperlink*” existe uma “*tag*” com uma âncora e a referência (endereço) para onde o “*hyperlink*” conduzirá. Marcando o final do “*hyperlink*” existe uma “*tag*” informando o final da âncora (/âncora). O objeto, que pode ser uma palavra, frase ou figura, será assinalado (sublinhado ou com uma cor diferente) como a palavra chave que conduzirá o usuário a outro conteúdo.

No caso de um vídeo, não se pode garantir que o objeto ao qual se quer associar uma referência permaneça na mesma posição durante toda a exibição. Sendo assim, ao invés de se associar “*hyperlinks*” ao objeto, associam-se os “*hyperlinks*” às coordenadas do objeto em

cada quadro. Dessa forma, ao clicar em uma determinada região em um quadro, é possível determinar se as coordenadas do ponto onde ocorreu o clique pertencem ou não à parte interna do contorno do objeto.

Obviamente, dependendo do contorno do objeto, a quantidade de coordenadas seria grande para mapeá-lo. Assim, para facilitar a verificação se o clique foi dentro ou fora da região de contorno do objeto, optou-se por definir um retângulo onde o objeto estaria inserido. Para determinar um retângulo, bastam apenas as coordenadas de dois pontos. Sendo assim, resolveu-se definir informações hiperfúdia como uma tripla contendo: as coordenadas de início do retângulo, o endereço de um conteúdo na WWW e as coordenadas de fim do retângulo.

5 PROCESSO DE CODIFICAÇÃO

A arquitetura proposta para a parte do sistema que codifica a seqüência de quadros para formar um hipervídeo é ilustrada na Figura 3. No início, há um fluxo de entrada de bits com informações a respeito de cada “*pixel*” de cada quadro. Antes da codificação, um cabeçalho² de seqüência é incluído. A partir de então, os grupos de imagens (GDI) são codificados. A cada GDI são incluídos os cabeçalhos dos respectivos GDIs e uma série de imagens são codificadas. Para cada imagem, são codificados seus pedaços e são incluídos seus cabeçalhos. Para cada pedaço os macroblocos são codificados e seus cabeçalhos incluídos.

O diferencial desse processo em relação à codificação padrão MPEG-1 [12] está na codificação da imagem. Ao gerar o cabeçalho na imagem, todas as informações hiperfúdia relativas ao quadro sendo codificado são incluídas no cabeçalho. Isto significa que para cada objeto que possui uma referência associada, são incluídas suas coordenadas e seu respectivo “*hyperlink*”.

² Cabeçalho, no âmbito deste texto, é um conjunto de informações que guiarão o processo de decodificação. Cada elemento (e. g. seqüência, grupos de imagens, imagem, pedaço, macrobloco, bloco) possui um cabeçalho próprio.

6 PROCESSO DE DECODIFICAÇÃO E EXIBIÇÃO

O processo de decodificação envolve também a exibição do hipervídeo. Em função da aglutinação dessas tarefas, esse processo torna-se um pouco mais complexo do que a codificação, conforme ilustra a Figura 4.

O fluxo de bits de entrada está codificado de acordo como padrão descrito na seção anterior. Assim, inicia-se com um a seqüência de quadros a ser decodificada. O primeiro passo para a decodificação é filtrar as informações que estão no cabeçalho de seqüência. A partir de então vários grupos de imagens são obtidos. Para cada um desses grupos, o respectivo cabeçalho é filtrado e as informações do grupo específico são obtidas.

Cada imagem pertencente ao grupo tem seu respectivo cabeçalho filtrado e a imagem em si é decodificada em pedaços. Cada pedaço que forma a imagem também possui seu respectivo cabeçalho com informações próprias, bem como os macroblocos. Depois que todas as informações pertinentes á imagem são recolhidas, então se prossegue coma exibição.

O que foi descrito nos dois últimos parágrafos está relacionado ao processo de decodificação comum a um vídeo implementado no padrão MPEG [12] . Concomitante a esse está o processo de exibição que se resume em alterar cada “*pixel*” que forma a imagem.

No caso da proposta de hipervídeo implementada neste trabalho, há ainda um terceiro processo ocorrendo “simultaneamente”. Trata-se da captura de eventos. Esse terceiro processo é importante para acompanhar a interatividade do usuário como vídeo. O objetivo, portanto, é capturar cada um dos eventos instanciados pelo usuário quando se relaciona com as imagens apresentadas³.

O processo de captura de eventos envolve também o tratamento desses eventos. Existem, basicamente, dois comportamentos implementados nesse processo. Um deles é desconsiderar o evento gerado pelo usuário quando o ponto da imagem clicado não está associado a

³ O relacionamento do usuário com as imagens se dá a partir de cliques como “*mouse*” em alguns pontos da imagem apresentada.

nenhum “*hyperlink*”. O outro comportamento inclui disparar o processo que trará informações complementares sobre o objeto apresentado dentro da área delimitada pelas informações hiper-mídia, onde ocorreu o clique do usuário.

7 IMPLEMENTAÇÃO DO CODIFICADOR

Antes de entrar em detalhes a respeito da implementação do codificador, convém descrever as principais estruturas de dados envolvidas e o que o programa recebe como dados de entrada e produz como saída.

7.1 Estruturas de Dados

Na codificação e decodificação dos hipervídeos são necessárias algumas estruturas de dados para, por exemplo, armazenar as informações hiper-mídia pertencentes àquele quadro. Para esse caso, em particular, foi criada uma lista ligada dinâmica de informações hiper-mídia. Essa lista possui a estrutura descrita na Figura 5.

Sendo assim, cada nó da lista `ListaHVD` possui uma referência para a estrutura `HypervideoData` e para o próximo nó da lista, a ser criado quando necessário. Por sua vez, a estrutura `HypervideoData` possui as coordenadas inicial e final do retângulo, que contém o objeto a ser referenciado e uma referência ao endereço vinculado. Finalmente, as coordenadas são representadas pela estrutura `coordenadas`, que contém dois inteiros.

Há ainda, no programa visualizador, uma estrutura importante que armazena diversas informações a respeito de cada imagem que compõe o hipervídeo, inclusive uma lista de informações hiper-mídia pertencentes apenas àquela imagem. A Figura 6 mostra a definição da estrutura `Pict`.

7.2 Dados de Entrada e Saída

O procedimento de codificação de um hipervídeo recebe como entrada um arquivo de parâmetros, um arquivo contendo os “*hyperlinks*”. O arquivo de parâmetros, em texto puro,

contém um conjunto de informações que permite a codificação de arquivos com os hipervídeos. Entre tais informações estão:

- nomes dos arquivos que contêm informações sobre luminância e crominância de cada quadro;
- número de quadros total do filme e de quadros por grupo de imagens;
- outras informações para codificação no formato MPEG.

Quanto ao arquivo de “*hyperlinks*”, ele contém um conjunto de informações hipermídia, que serão inseridas nos quadros que compõem o hipervídeo. Na saída de dados, o programa produz um hipervídeo pronto para exibição pelo programa visualizador.

7.3 “*Modus Operandi*” do Codificador

Na fase inicial, o programa codificador abre o arquivo de parâmetros e obtém todos os dados necessários para a codificação, inclusive a matriz de quantização. Em seguida, o arquivo de saída, que conterá o hipervídeo, é preparado para a gravação e, ao final dessa fase, o arquivo de “*hyperlinks*” também é aberto.

A segunda fase contempla a gravação de cabeçalhos e dados, de acordo como padrão MPEG. Dentro do conjunto de funções que desempenham essa tarefa, ressalta-se a função `putpict`, responsável pela gravação de cada quadro no arquivo que contém um hipervídeo. Um trecho da função `putpict` está descrito na Figura 7.

A função `putpict` recebe como parâmetro um conjunto de bits que compõem o quadro que será gravado no arquivo. Nas primeiras linhas é gravado o cabeçalho da imagem corrente, através da função `putpicthdr`. Depois, o arquivo de “*hyperlinks*” é aberto e, se seu conteúdo não for vazio, as linhas desse arquivo são lidas e colocadas em cada um dos quadros. Nesse instante, a função `putpicthdext`, apresentada na Figura 8, é invocada para gravar as informações hipermídia no quadro corrente.

A função `putpicthdext` é bastante simples e recebe como parâmetros os dados a serem gravados no quadro corrente. No início os bits são alinhados, isto é, os espaços no cabeçalho são preenchidos com zeros até a posição exata onde devem estar as informações hiper-mídia. Em seguida, é gravado um código de 32 bits que determina o início do campo reservado às informações hiper-mídia.

A partir de então, qualquer quantidade de informações pode ser armazenada no cabeçalho. Ao final, um código de 32 bits para determinar o final do campo reservado às informações hiper-mídia é gravado. O restante do programa funciona de acordo como padrão MPEG-1 original.

8 IMPLEMENTAÇÃO DO VISUALIZADOR

O visualizador, por sua vez, é um programa um pouco mais complexo, pois lida com a decodificação e exibição do hipervídeo, bem como o tratamento de eventos, atuando como um sistema multitarefa⁴.

8.1 Decodificação do Hipervídeo

Quanto à decodificação do fluxo de vídeo, o programa segue o algoritmo convencional até o ponto em que o cabeçalho de cada imagem é interpretado. Observe-se o trecho de código da função `mpegVidRsrc` na Figura 9, responsável pela decodificação do fluxo de vídeo e exibição quadro a quadro.

No trecho em questão, o início do cabeçalho da camada de imagem é tratado. Se o status de uma imagem for `SKIP_PICTURE`, indicando que o cabeçalho não é de uma imagem e sim de um grupo de imagens (`GOP_START_CODE`) ou fim de seqüência (`SEQ_END_CODE`), então essas informações são filtradas até que o procedimento se posicione no início da camada de imagem. Após essa sincronização, ou seja, quando chega o ponto de se interpretar o trecho do

⁴ Um sistema multitarefa permite múltiplos fluxos de execução em um único processo. Isto pode significar um ganho de desempenho em tarefas que possuem pouca dependência de dados entre si. [13].

cabeçalho onde estão as informações hipermídia, a função `ParsePictureExtension` é chamada.

Observe-se, na Figura 10, um trecho da função `ParsePictureExtension`. No trecho mostrado, o código de início de informações hipermídia é descartado. Em seguida, as informações são obtidas através da função `gethypermediadata` e colocadas na lista de informações hipermídia apropriada. A partir de então, cada imagem possui uma lista ligada dinâmica de informações hipermídia. O restante da decodificação segue conforme o padrão.

8.2 Tratamento de Eventos

Em relação à exibição do vídeo, convém lembrar que, por ser um protótipo baseado no sistema operacional Linux, a interface gráfica do programa visualizador foi implementada utilizando-se o sistema `xwindow`. Esse sistema de janelas provê mecanismos para criar objetos gráficos (e.g. botões, janelas) e capturar eventos.

No caso do protótipo para visualização dos hipervídeos, a função `ControlBar` é responsável pelo tratamento de eventos. O trecho de código da respectiva função é mostrado na Figura 11. Note-se que a função `XNextEvent`, que faz parte da biblioteca `xwindow`, obtém o próximo evento ligado ao “*display*” (área do programa responsável pela exibição do hipervídeo). Todas as informações ligadas ao evento, inclusive as coordenadas (no caso de um clique do “*mouse*”), serão armazenadas na estrutura `event` que foi passada como parâmetro para a função `XNextEvent`.

Uma vez que as coordenadas do clique do “*mouse*” são conhecidas, o próximo passo é chamar a função `browser`, ilustrada na Figura 12. Além das coordenadas, o endereço da lista de informações hipermídia referentes àquela imagem também é transmitido como parâmetro. Cabe à função verificar se as coordenadas do clique estão embutidas em algum retângulo que é delimitado a partir das informações hipermídia e invocar o navegador, se esse for o caso.

No início, se a lista de informações hipermídia for vazia, a função retorna imediatamente com um código informando que as coordenadas do clique estão fora de qualquer objeto que possua um “*hyperlink*” associado. O mesmo acontece se, após procurar em todos os nós da lista, não for encontrado qualquer conjunto de coordenadas que contenha as coordenadas do clique do “*mouse*”.

Caso nenhuma das opções do parágrafo anterior seja confirmada, um novo processo (chamado filho) é disparado através da primitiva `fork`⁵. O processo anterior (chamado pai) retorna imediatamente à função `ControlBar`, enquanto que o processo filho invoca o programa navegador, já passando como parâmetro o endereço do “*site*” na WWW onde estão as informações complementares.

9 PROVA DE CONCEITO

Uma prova de conceito é uma realização, geralmente incompleta, de uma idéia para mostrar que ela é factível, ou seja, é uma evidência que essa idéia é viável. Sendo assim, para demonstrar a viabilidade da idéia proposta neste trabalho, são apresentadas algumas telas que ilustram a execução do protótipo.

A tela ilustrada na Figura 13 mostra os primeiros momentos da execução do protótipo. Em primeiro plano está o protótipo exibindo o hipervídeo, enquanto no segundo plano estão as informações hipermídia filtradas do próprio hipervídeo que vem sendo exibido. Ao final da interpretação de um grupo de imagens, a quantidade de imagens daquele grupo também é mostrada. No caso desse exemplo, dez imagens formam um grupo de imagens convencional.

Na tela da Figura 14 está registrado o momento logo após o clique do “*mouse*” em um determinado ponto do hipervídeo. Nesse momento em particular foi disparado um clique nas

⁵ `fork` é uma primitiva do sistema operacional responsável pela criação de um processo filho como mesmo código do processo pai, porém com identificadores de processo diferentes. Após a chamada, cada processo pode seguir caminhos de execução diferentes [13].

coordenadas (160,149). Essa ação invocou implicitamente um comando⁶ que instanciou o navegador no endereço indicado pelas informações hipermídia (<http://home.in.tum.de/paula/mpeg/index.html>).

Para melhor ilustrar o processo, a Figura 15 mostra um outro hipervídeo em execução. Nesse caso, o “*hiperlink*” (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Foguete>) está associado ao foguete apresentado. Ao clicar em um ponto dentro da área delimitada pelas informações hipermídia associadas à imagem do foguete, uma janela como endereço de uma página com informações para a construção de um foguete é exibida. Vê-se, em segundo plano, o ponto exato em que o evento ocorreu (coordenadas (168, 62)) e o comando que instanciou o navegador para exibir a página indicada.

10 CONCLUSÃO

O foco deste trabalho concentrou-se em dois aspectos: a elaboração e subsequente implementação de um conceito de hipervídeo. Os resultados obtidos neste trabalho foram:

- Um novo conceito de hipervídeo que pode, brevemente, servir como base para uma nova forma de comunicação, mais interativa e com maior capacidade de entretenimento e informação;
- Um protótipo de um software capaz de implementar o conceito de hipervídeo em equipamentos com poucos recursos e, conseqüentemente, de baixo custo;

Sendo assim, duas principais conclusões, constatadas a partir da observação do protótipo e da sua execução, podem ser obtidas deste trabalho. São elas:

- o conceito de hipervídeo, da forma como foi proposto neste trabalho, permite a associação de objetos em determinados contextos a informações complementares, criando assim

⁶ O comando `/usr/local/firefox1.0/mozilla-xremote-client "openURL(URL, new-window)"` faz parte do navegador Firefox. O objetivo desse comando é abrir uma nova janela do navegador (`new-window`) na URL (endereço do “*site*”) especificada [14].

uma nova estratégia para a TV interativa e uma nova abordagem para o conceito de hipervídeo.

- é possível implementar uma solução para TV interativa onde os programas de TV atuem como pontos de partida para busca e navegação por informações complementares ao conteúdo sendo transmitido;

Portanto, as idéias propostas neste trabalho vislumbram a criação de um novo tipo de TV interativa. O padrão definitivo para esse tipo de TV ainda não está concluído, o que significa que as discussões ainda não estão encerradas e que ainda há muito a fazer.

10.1 Trabalhos Futuros

Algumas questões não foram tratadas em detalhes por estarem fora do escopo deste texto, merecendo um aprofundamento em trabalhos futuros, como os sugeridos a seguir:

- aprimoramento do módulo de codificação dos “*hyperlinks*” para suportar codificação ao vivo;
- melhoramento do módulo de exibição do protótipo para tornar mais evidente a posição dos
- “*hyperlinks*”, sem comprometer a qualidade da imagem;
- implementação e teste da prova de conceito em “*set-top boxes*” e televisores reais;
- implementação e teste do sistema em redes difusoras;
- estudo de usabilidade do protótipo;
- solução para o problema da sobreposição de objetos;
- desenvolvimento de um sistema integrado de visualização de hipervídeo e exibição de informações complementares.

Enfim, olhando um pouco para o futuro, espera-se que este trabalho tenha suscitado idéias que semeiem novas estratégias de inclusão social e digital, educação à distância, entretenimento e propaganda, entre outras. No âmbito da inclusão social em particular, a imple-

mentação das idéias propostas neste trabalho permitirá o acesso a todo o conteúdo disponível na WWW, de forma simples, com baixo custo e sem necessidade de treinamento para manusear o sistema, visto que a TV é um aparelho onipresente nos lares de todo o mundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] KIOUSIS, S. Interactivity: a concept explanation. *New Media & Society*, v. 4, n. 3, p. 355- 383, 2002.

[2] LAINE, P. Explicitness and interactivity. In: *Proceedings of the 1st. International Symposium on Information and Communication Technologies*, 2003. p. 421-426.

[3] FURHT, B. et al. Design issues for interactive television systems. *Computer*, v. 28, n. 5, p. 25-39, Maio de 1995.

[4] WILSON-SMITH, P. Fund managers take fright over myners. *Financial News*, Março 2001.

[5] GARTNER RESEARCH. Emerging technology hype cycle. Technical report, Gartner Group, Julho 2003.

[6] TWIST, J . Peering beyond the technology hype. Disponível no endereço <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/3577746.stm>, Agosto 2004.

[7] BUSH, V. As we may think. *Atlantic Monthly*, Julho 1945. Disponível no endereço http://www.ps.uni-sb.de/_duchier/pub/vbush/vbush.shtml.

[8] NELSON, T. H. Complex information processing: a file structure for the complex, the changing and the indeterminate. In: *Anais da 20a Conferência Nacional da ACM*, 1965. Cleveland, Ohio, EUA: ACM Press. p. 84{ 100.

[9] KENNELLY, B. The History of Hypertext. Disponível no endereço <http://www.historyofhypertext.co.uk>, Outubro de 2004.

[10] BERNERS-LEE, T. Information Management: a proposal. Disponível no endereço <http://www.w3.org /History/1989/proposal.html>, Maio 1990.

[11] FURHT, B. Multimedia systems: an overview. IEEE Multimedia, v.1, n.1, p.47-59, 1994.

[12] BHASKARAN, V., KONSTANTINIDES, K. Image and Video Compression Standards: algorithms and architectures. Amsterdã, Holanda: Kluwer Academic Publishers, 1995.

[13] GRADVOHL, A. L. S. Multiprogramação. Disponível no endereço <http://www.cenapad.unicamp.br/servicos/treinamentos/multiprog.shtml>, 2004.

[14] WANG, D. Mozilla's command line options. Disponível no endereço <http://www.mozilla.org/docs/command-line-args.html>, Junho de 2004.