

7 Conclusão

O adaptador de ajuste elástico proposto nesta dissertação pode ser usado no controle e manutenção, em tempo real de exibição, da sincronização temporal em formatadores hipermédia, devido ao baixo retardo introduzido pelos algoritmos propostos e pela precisão obtida no ajuste. Especificamente em relação ao vídeo, ela trata dos principais problemas envolvidos: as técnicas de compressão e expansão, o controle da ocupação do *buffer* de decodificação, o impacto sobre a recuperação da referência de relógio e a sincronização intra e intermédia, produzindo fluxos de sistema em conformidade com o padrão MPEG-2.

A técnica de compressão e expansão do sinal de vídeo através da inserção e descarte de quadros em fluxos comprimidos já foi descrita e utilizada há alguns anos. Porém, sua aplicação em sistemas de ajuste elástico tem sido pouco explorada, principalmente em tempo real.

Para sistemas de ajuste elástico, o algoritmo proposto para controle da ocupação do *buffer* difere de todas as outras soluções já apresentadas, não necessitando de processamentos complexos nos coeficientes DCT e nos vetores de movimento. A maior parte das manipulações necessárias é de inserção e retirada de bits de enchimento.

O processo de escolha do quadro adequado a ser retirado ou duplicado impacta no instante em que a adaptação é realizada, o que limita o valor de ajuste solicitado, tornando-o mais adequado a pequenas modificações da taxa de exibição. Para o controle da sincronização intermédia por formatadores, apenas ajustes máximos da ordem de 10% são necessários, mais que justificando a eficácia do algoritmo.

A ferramenta de ajuste elástico apresenta uma solução simples para o controle do ajuste elástico correlacionado entre as diferentes mídias que compõem um fluxo audiovisual MPEG-2 de Sistema, não exigindo que as adaptações ocorram exatamente nos mesmos instantes de tempo nos diversos fluxos componentes. A alternativa apresentada é válida para pequenas variações na taxa

de exibição. Para grandes ajustes de taxa, o Controlador de Ajuste pode receber, dos fluxos individuais, valores de marcas de tempo que já excedam o limite da percepção humana, prejudicando a qualidade da exibição.

Embora o impacto causado pelo ajuste elástico sobre o processo de recuperação do relógio seja atenuado pelas operações de controle da ocupação do *buffer*, o sistema não elimina totalmente o distúrbio produzido. A forma de eliminação, utilizando-se o algoritmo proposto de controle da ocupação do *buffer*, é através da manutenção da quantidade de bits do fluxo original, dentro de cada intervalo de influência. Para tanto, o algoritmo deve ser usado para compensar não apenas a diferença entre o tamanho do quadro inserido ou descartado e o tamanho médio, mas o valor total do tamanho do quadro.

Para que o adaptador de ajuste elástico possa operar em tempo real, é necessário que o ambiente de execução permita que os dados audiovisuais, que estejam armazenados local ou remotamente, possam ser acessados pelo adaptador em uma velocidade superior à de exibição. Assim, o ambiente de execução hipermídia deve prover mecanismos de *prefetch* dos objetos.

7.1.

Contribuições da dissertação e trabalhos futuros

O presente trabalho propõe uma solução para a realização das operações de ajuste elástico em fluxos MPEG de Sistema e de Vídeo, atuando diretamente sobre fluxos comprimidos sem que seja necessária a utilização dos processos de decodificação e recodificação mencionados em trabalhos similares.

A proposta inclui os principais problemas decorrentes do ajuste elástico, tais como a compressão e expansão do fluxo, o controle da ocupação do *buffer* do decodificador, a sincronização intermídia, a recuperação do relógio de referência e a demultiplexação e conseqüente multiplexação do fluxo de entrada. Em relação ao fluxo de sistema, são considerados os dois tipos definidos no padrão: o fluxo de transporte e o fluxo de programa.

Por não requererem a decodificação do fluxo de vídeo, os algoritmos e técnicas utilizados ou propostos diminuem os requisitos de tempo e de recursos necessários à realização das operações de ajuste elástico em relação ao ajuste em fluxos decodificados, que exigem a recodificação do fluxo. O algoritmo proposto

para o controle de ocupação do *buffer* de decodificação utiliza um conceito inovador e de complexidade muito inferior às técnicas já desenvolvidas, evitando a necessidade de conversões do modo de predição de figuras.

O algoritmo proposto para a manutenção da sincronização intermídia, cuja simplicidade também onera pouco o processamento necessário, permite que as operações de ajuste elástico em cada mídia possam ser realizadas de forma independente, evitando-se o dilema da escolha de um instante específico em que o ajuste deva ocorrer simultaneamente em todos os fluxos individuais. Uma das propostas já existentes para a sincronização intermídia em sistemas de ajuste elástico, normalmente realizada em fluxos não comprimidos, é a inserção e descarte de quadros simultânea em todos os fluxos correlacionados temporalmente (Omoigui et al., 1999). Essa alternativa obriga que a técnica de inserção e descarte seja utilizada para todos os tipos de mídia. O algoritmo proposto possibilita a liberdade da escolha do algoritmo de compressão e expansão a ser utilizado em cada mídia individual.

Para aplicações de apresentação hipermídia, é proposta a utilização do sistema de ajuste elástico como elemento adaptador entre o formatador hipermídia e exibidores comerciais de conteúdo, de forma a prover ao formatador um exibidor com ajuste elástico, possibilitando que objetos de mídias contínuas possam ser considerados nos cálculos realizados para a manutenção da sincronização da apresentação.

Os testes foram realizados tendo como entrada fluxos MPEG de Sistemas e de Vídeo, onde o ajuste elástico foi efetuado apenas no fluxo de vídeo. Eles mostram que o mecanismo de compressão e expansão através da inserção e descarte de quadros é adequado ao processo de ajuste elástico, tanto em termos da precisão da operação em relação ao fator de ajuste solicitado quanto em relação ao tempo de processamento requerido.

Em relação ao módulo Multiplex, é necessária a complementação da sua implementação para permitir que o sistema atual possa gerar o mesmo tipo de fluxo recebido na entrada. Os próximos passos também compreendem a inclusão dos algoritmos de controle de ocupação do *buffer* e de sincronização intermídia no sistema atualmente implementado.

A etapa seguinte refere-se à efetiva aplicação do sistema como módulo Adaptador, efetuando a sua integração ao formatador Hyperprop.