Um Sistema de Apresentação Sincronizada de Objetos Multimídias Pré-orquestrados[1]

Ronaldo Mussauer de Lima
mussauer@gta.ufrj.br

Otto Carlos Muniz B. Duarte
otto@gta.ufrj.br

Grupo de Teleinformática e Automação (GTA)
Universidade Federal do Rio de Janeiro
COPPE/EE - Prog. de Eng. Elétrica/Depto. de Eletrônica
C.P. 68504 - CEP 21945-970 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema destinado a apresentações sincronizadas, em tempo real, de objetos multimídias pré-orquestrados, armazenados em bases de dados remotas. Foi utilizado o modelo estendido da rede de Petri para composição de objetos (XOCPN) como base para os mecanismos de sincronização. A aplicação alvo é definida; o mecanismo de sincronização é descrito através de seus modelos; o serviço de sincronização multimídia, desenvolvido para oferecer facilidades de suporte à comunicação e apresentação de informações multimídias pré-orquestradas, é definido através de suas primitivas de serviço e o protocolo é especificado através dos tipos e formatos de suas unidades de dados; e são apresentadas descrições da implementação do sistema, relativas ao serviço e ao mecanismo de sincronização, e relativas a módulos especializados para automatização de processos relacionados ao mecanismo e para composição gráfica e interativa de apresentações multimídias. O artigo apresenta ainda, um diagrama contendo os principais módulos envolvidos no presente sistema.

Palavras-Chave: Sistemas Multimídias, Sincronização, Objetos Multimídias, Redes de Computadores.

ABSTRACT

This work presents the development of a system dedicated to synchronized multimedia real time presentations of pre-orchestrated multimedia objects, stored in remote data bases. The eXtended Object Composition Petri Net (XOCPN) has been used as a basis for synchronization mechanisms. The target application is defined; the synchronization mechanism is described by its models; the multimedia synchronization service, developed to support communication and presentation of pre-orchestrated multimedia information, is defined by its service primitives and the protocol is specified through its data unit types and field formats; and it presents descriptions of the system implementation, concerning the synchronization service and mechanism, and concerning the specialized modules to automatize processes related to the mechanism and to the graphic and interactive composition of multimedia presentations. This paper also presents a diagram including the main modules involved in the present system.

Keywords: Multimedia Systems, Synchronization, Multimedia Objects, Computer Network.

1. INTRODUÇÃO

A demanda por aplicações locais e distribuídas que integram diferentes mídias tem aumentado continuamente nos últimos anos. Esta classe de aplicações, denominada

[1]Este trabalho foi realizado com recursos da UFRJ, FAPERJ, FUJB, CNPq, PROTEM-CC, CAPES e COFECUB.

aplicações multimídias, envolvem a geração, a representação, o processamento, o armazenamento e a disseminação integrada de informações, expressas em múltiplas mídias (e.g., vídeo, áudio, texto, gráfico etc), dependentes ou não do tempo [Stei90]. A maioria das aplicações multimídias apresenta requisitos de desempenho relativos às restrições de tempo real para transmissão e apresentação das mídias; ao gerenciamento simultâneo de diversos fluxos multimídias; e à distribuição das fontes e dos destinos dos dados referentes às mídias. Isto incentivou o desenvolvimento de sistemas que pudessem prover serviços com suporte para aplicações que necessitam de comunicação e apresentação em tempo real de dados multimídias. A integração (ou composição) de diversas mídias em uma aplicação decorre principalmente das dependências existentes entre as informações contidas nas mídias, tais como dependências temporais, espaciais e relações causais [CCO96] e, por isso, requer a utilização de técnicas de sincronização. Estas técnicas utilizam mecanismos para coordenar a ordenação temporal e espacial dos eventos relacionados à aplicação. Neste sentido, os sistemas multimídias devem dar suporte ao armazenamento, à recuperação, à manipulação, à comunicação, à sincronização e, principalmente, à apresentação sincronizada das mídias envolvidas nas aplicações [BlSt96].

Diferentes propostas para sincronização multimídia são encontradas na literatura, as quais definem técnicas baseadas em protocolos, esquemas para sincronização local ou distribuída, e até mesmo linguagens ou modelos específicos, com o objetivo de satisfazer os mais diferentes requisitos de sincronização, levando em consideração o tipo de aplicação alvo. A proposta de Horn & Stefani [HoSt93] define uma linguagem de programação síncrona, denominada ESTEREL, para dar suporte à sincronização de objetos multimídias. A linguagem descreve os métodos e o comportamento dos objetos, e requer um sistema operacional com características de tempo real. Shepherd et al. [SHGC92] descrevem uma plataforma de suporte a comunicações baseadas em objetos para aplicações multimídias distribuídas em redes de alta velocidade. A proposta de Escobar et al. [EPD94] utiliza técnicas de sincronização baseadas em protocolos, usadas principalmente para configurações de múltiplas fontes e/ou destinos. Ramanathan & Rangan [RaRa93] propõem técnicas de realimentação para manter a sincronização intra e intermídias em sistemas distribuídos. A sincronização é implementada em servidores. Uma implementação desta técnica pode ser vista em [RuDu97]. Courtiat & Carmo [CCO96] definem um mecanismo de propósito geral, para sincronização intra e intermídias, baseado na identificação das relações causais entre unidades de informação de um ou vários fluxos. Qazi et al. [QWG93] propõem uma técnica para comunicação de objetos multimídias distribuídos utilizando um modelo estendido (XOCPN) da rede de Petri temporizada para composição de objetos, proposto por Little & Ghafoor [LiGh90a, LiGh91]. Woo et al. [WQG94] definem camadas de protocolos para sincronização intra e intermídias, baseadas no modelo XOCPN, as quais destinam-se à comunicação de informações multimídias pré-orquestradas.

Este trabalho apresenta a implementação de um sistema desenvolvido no Grupo de Teleinformática e Automação (GTA) da UFRJ, que objetiva a realização de apresentações em tempo real de objetos multimídias pré-orquestrados, armazenados em uma base de dados remota. A comunicação e a apresentação dos dados são feitas de forma sincronizada, com o suporte de um serviço de sincronização multimídia [Lima96] que utiliza mecanismos baseados nas técnicas de sincronização propostas em [QWG93, WQG94], pelo fato destas serem mais adequadas ao objetivo deste sistema. O presente artigo define a aplicação alvo do sistema e apresenta: o mecanismo de sincronização utilizado; a definição do serviço de sincronização multimídia desenvolvido para prover funções referentes à comunicação e apresentação sincronizada dos dados; e descrições da implementação do sistema, relativas ao serviço e ao mecanismo de sincronização, bem como a módulos para automatização de processos relacionados ao mecanismo utilizado e para facilitação de composição de apresentações multimídias pré-orquestradas.

Este artigo está organizado da seguinte maneira. Na Seção 2 são apresentados alguns conceitos básicos sobre sincronização. Na Seção 3 é descrita a aplicação alvo do sistema e o mecanismo de sincronização multimídia, incluindo a descrição dos modelos OCPN e XOCPN. A Seção 4 apresenta o serviço de sincronização, incluindo suas primitivas, e o protocolo de sincronização, incluindo uma breve descrição das unidades de dados de protocolo. Na Seção 5 é descrita a implementação do sistema, incluindo o módulo para geração automática das XOCPNs, o aplicativo para composição interativa de objetos multimídias e um diagrama dos principais módulos envolvidos no sistema. A Seção 6 apresenta as conclusões.

2. CONCEITOS BÁSICOS

Os dados multimídias podem ser classificados em dois tipos: **dados isócronos**, ou contínuos, que referem-se aos dados gerados a partir da captura de um evento que se sucede continuamente (e.g., dados relativos a áudio e vídeo). A seqüência de informações inerente ao evento é capturada à uma taxa constante. Por possuírem uma dependência temporal implícita em sua geração, estes dados devem ser apresentados continuamente no tempo para que possuam significado [EFI94]; e **dados não-isócronos**, que referem-se aos dados que não possuem relação com taxa de captura, geração, comunicação ou apresentação (e.g., textos e gráficos), sendo a composição espacial o fator mais importante no que se refere a este tipo de dados. Além disto, um conjunto de dados pode possuir uma relação temporal sintética com outro conjunto, ou seja, é possível existir entre eles uma relação temporal formulada explicitamente. Neste caso, estes dados recebem a denominação de **pré-orquestrados**. A relação temporal sintética entre um determinado conjunto de dados é formulada e os dados, com as respectivas relações temporais, são armazenados para posterior recuperação. Um exemplo é uma apresentação de *slides* com respectivos textos explicativos.

Um **objeto multimídia**, ou simplesmente objeto, é uma unidade de informação multimídia, complexa ou simples, constituída por elementos de dados relativos à uma determinada mídia [LiGh90b], sendo o tamanho e o tempo de duração características de cada objeto. Os objetos podem ser armazenados, transmitidos e apresentados para o usuário de diversas formas. **Fluxo** é o termo utilizado para denominar uma seqüência temporal de objetos multimídias.

A sincronização de dados multimídias pode ser classificada em dois tipos: **sincronização intramídia**, que trata as dependências temporais dos dados relativos à uma mídia individual; e **sincronização intermídias,** que trata as relações temporais entre mídias (neste caso, mais de uma mídia estão envolvidas). Tomando como exemplo uma mídia isócrona, a qual deve ser apresentada continuamente e à uma taxa constante, a sincronização intramídia coordena a comunicação dos dados referentes à mídia de forma ordenada e temporizada. Na sincronização intermídias, as relações temporais entre as mídias podem ser contínuas no tempo, as quais ocorrem implicitamente entre dados isócronos capturados simultaneamente, ou podem ser sintéticas, onde a seqüência e duração de apresentação dos dados e as relações temporais entre as mídias são formuladas explicitamente, relacionando eventos que devem ser apresentados conjuntamente.

3. A APLICAÇÃO ALVO E O MECANISMO DE SINCRONIZAÇÃO MULTIMÍDIA

O presente sistema multimídia é dividido em duas partes: o **sistema local**, acessado pelo usuário final da aplicação; e o **sistema remoto**, que acessa a base de dados onde se encontram as informações das apresentações multimídias. A aplicação alvo do sistema visa disponibilizar ao usuário diferentes apresentações multimídias, previamente compostas e armazenadas em base de dados e oferecer uma apresentação que mantenha a sincronização necessária entre as mídias envolvidas. Além de optar por qual apresentação que deseja assistir, o usuário também pode selecionar os parâmetros de qualidade de serviço da apresentação, como número de quadros por segundo, dimensão da imagem, padrão de compressão, *bits* por *pixel* etc, dependendo da mídia [LiDu96]. A especificação completa de cada apresentação fica também armazenada na base de dados e pode ser identificada e acessada pelo sistema remoto. Após informada sobre a apresentação escolhida, o sistema remoto recupera as informações referentes à apresentação multimídia correspondente e, posteriormente, recupera os dados para serem transmitidos ao sistema local onde será efetuada a apresentação.

A composição de uma apresentação multimídia se refere às diversas formas que os dados (objetos multimídias) podem ser agrupados. Tendo em vista a aplicação alvo, foi escolhido um modelo que especificasse de forma clara e tratasse mais facilmente as relações temporais entre as mídias de uma apresentação. Um modelo usado para especificar a sincronização e as relações entre os dados é proposto por Little et al. [LiGh90a], que se destina à composição de objetos multimídias, baseado em redes de Petri temporizadas (*Object Composition Petri Net* - OCPN). Uma extensão deste modelo, denominada XOCPN, foi proposta [QWG93, WQG94] visando a sincronização de objetos multimídias distribuídos e comunicados através de redes de computadores. Desta forma, as técnicas de sincronização que foram utilizadas se baseiam no modelo XOCPN, por se aplicarem bem para a finalidade deste trabalho, e levam em conta as dependências temporais das mídias. A seguir, são apresentadas as descrições dos modelos citados.

3.1 Os Modelos OCPN e XOCPN

O modelo OCPN foi elaborado a partir dos modelos de redes de Petri temporizadas, pelo fato destes possuírem atributos de representação de eventos concorrentes e assíncronos. A OCPN incorpora, modifica e acrescenta características a estes modelos, principalmente para atender às demandas de uma apresentação de múltiplas mídias, que envolve tarefas com atividades paralelas e seqüenciais. Como cada objeto multimídia é constituído por elementos de dados relativos à uma determinada mídia, a OCPN especifica as diversas relações temporais entre objetos multimídias [LiGh91], já que ela descreve efetivamente relações do tipo "antes", "depois", "durante", "iniciar junto", "terminar junto" etc. O modelo OCPN especifica, ainda, a utilização de recursos (relacionados com os tipos de objetos, tais como áudio, vídeo, texto etc) através dos lugares da rede Petri. As OCPNs são redes do tipo série-paralela (não possuindo realimentação), são representadas por grafos e especificadas pela tupla {T, P, A, D, R, M}, que será explicada adiante.

Os objetos relacionados que apresentam uma dependência temporal contínua exigem comunicação e apresentação com taxa controlada e, neste caso, a sincronização torna-se mais crítica. Qazi et al. [QWG93] propõem um modelo estendido da OCPN, denominado XOCPN, o qual divide os objetos em sub-objetos, com a finalidade de melhor coordenar e manter as relações temporais contínuas entre diversas mídias. Cada sub-objeto é chamado de unidade de intervalo de sincronização (*Synchronization Interval Unit* - SIU). O modelo estendido é gerado a partir das informações contidas na OCPN e visa uma sincronização mais eficiente de dados isócronos, apesar de também ser utilizado para dados não-isócronos. A OCPN, anteriormente descrita, especifica as características de sincronização ao nível da aplicação, mas não atende às demandas de comunicação de um sistema distribuído interconectado através de uma rede de computadores. No entanto, o modelo XOCPN é um refinamento do modelo OCPN que especifica os mecanismos de comunicação, transmissão, apresentação e sincronização de dados multimídias, apropriado para um ambiente distribuído, prevenindo e compensando irregularidades provocadas por atrasos randômicos introduzidos pela rede. As XOCPNs são, também, representadas por grafos e especificadas pela tupla {T, P, A, D, R, M, Y, Z}, onde:

$T = \{t_1, t_2, ..., t_n\}$ é um conjunto de transições;

$P = \{p_1, p_2, ..., p_m\}$ é um conjunto de *m* lugares;

$A = \{TxP\} \cup \{PxT\} \rightarrow I, I = \{1, 2, ...\}$ é um conjunto de arcos diretos;

$D: P \rightarrow \{d_1, d_2\}$ onde d_1, d_2 são números reais e representam o atraso antes da execução de uma ação e a duração de execução da ação, respectivamente;

$R: P \rightarrow \{r_1, r_2, ..., r_k\}$ é um mapeamento a partir do conjunto de lugares para um conjunto de recursos, correspondendo a objetos de vídeo, áudio, imagem, gráfico ou texto;

$M: P \rightarrow I, I = \{0, 1, 2, ...\}$ é um mapeamento a partir do conjunto de lugares para o conjunto de inteiros, que representam o número de fichas em um lugar especificado;

$Y: P \rightarrow$ {Iniciar-recursos, Liberar-recursos, Apresentar-SIU, Transmitir-SIU, Sincronizar-intermídias} é um mapeamento a partir do conjunto de lugares para o conjunto de tipos de ações a serem desempenhadas durante a comunicação;

$Z: P \rightarrow$ {endereço dos parâmetros de qualidade de serviço, endereço de uma SIU, endereço dos requisitos de sincronização} é um mapeamento a partir do conjunto de lugares para endereços de parâmetros e dados respectivos.

A Figura 1 apresenta um exemplo de uma OCPN simples, com 25 segundos de duração total de apresentação, e as correspondentes XOCPNs de recepção e de transmissão, considerando a utilização de canais independentes para cada mídia.

Quando o sistema realiza a transmissão dos objetos a serem apresentados no destino, a modelagem relativa à fonte deve levar em conta as características do tráfego de dados, pois os atrasos randômicos e, principalmente, as variações de atraso (*jitter*) acabam por modificar as características de sincronização [RPT96]. Com isto, é fundamental que se estabeleça um planejamento da transmissão e da recepção dos dados [WoGh94], pois independente dos atrasos randômicos da rede, os dados devem ser entregues ao destino em tempo para sua apresentação. E para que o sistema receptor de dados possa melhor controlar a apresentação dos objetos multimídias, o sistema transmissor de dados deve realizar a transmissão de cada sub-objeto no tempo apropriado. Desta forma, as XOCPNs são definidas no sistema local e no remoto, possuindo funções para sincronização de múltiplos fluxos. No sistema remoto, a XOCPN responsabiliza-se por planejar a transmissão dos sub-objetos, utilizando informações sobre os atrasos da rede e a capacidade do canal de comunicação. No sistema local, a XOCPN responsabiliza-se por compensar irregularidades ocorridas durante a comunicação dos dados, tais como perda ou atraso de sub-objetos.

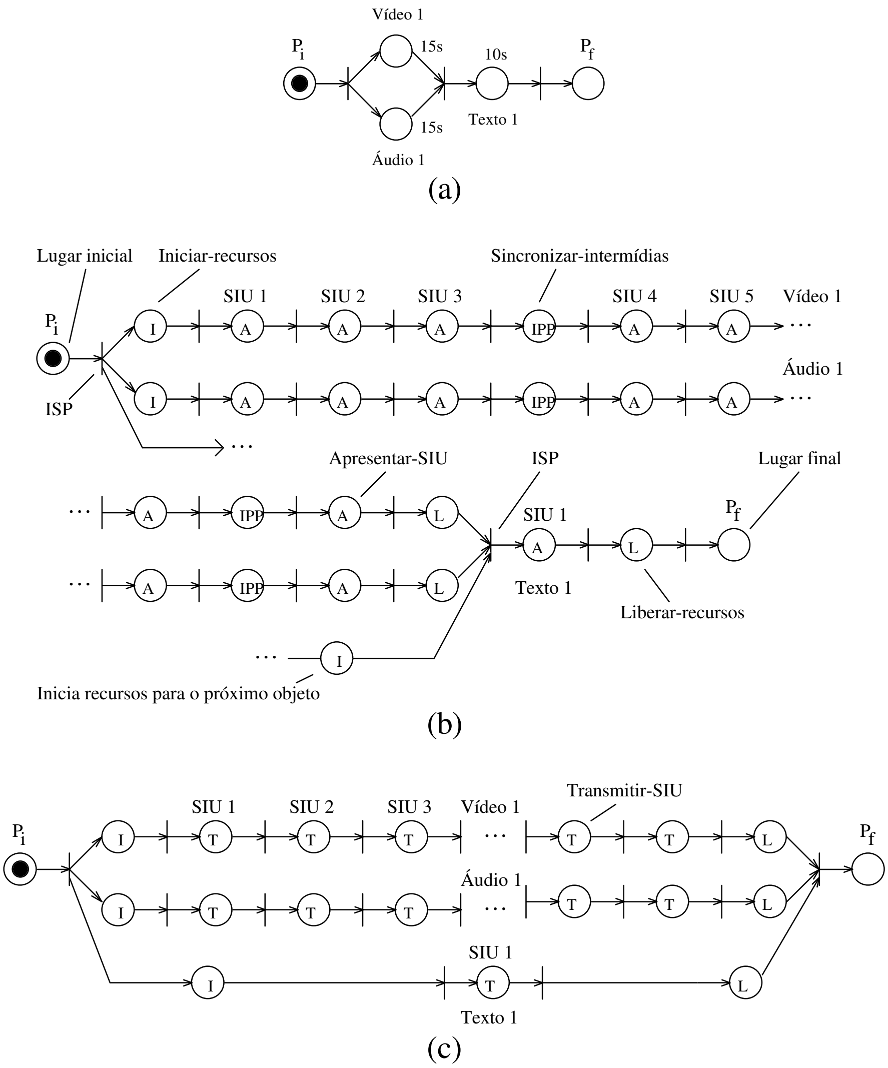

Figura 1: Representação da (a) OCPN, (b) XOCPN receptora e (c) XOCPN transmissora.

4. O SERVIÇO DE SINCRONIZAÇÃO MULTIMÍDIA

A partir da escolha da aplicação alvo e do mecanismo de sincronização, foi definido um serviço de sincronização multimídia, para atender às demandas da aplicação, e especificado o protocolo relativo à camada responsável pela sincronização [Lima96]. No presente sistema, as funções de sincronização estão concentradas em uma camada, denominada **Sincronização**, que é responsável pela transferência sincronizada de informações do sistema remoto para o sistema local através de uma rede de computadores. Esta camada oferece serviços para aplicações que requerem comunicação e apresentação sincronizada de dados pré-orquestrados e armazenados em uma base de dados remota. As principais funções desta camada são as sincronizações intramídia e intermídias, utilizando estratégias específicas, a partir do modelo XOCPN. A seguir, uma breve descrição das primitivas de serviço e das unidades de dados de protocolo (PDUs):

4.1 Primitivas de Serviço

Como o usuário final da aplicação fica localizado somente no sistema local, não existe a necessidade de uma entidade de Aplicação no sistema remoto. Com isto, as funções executadas pelas entidades de Sincronição local e remota (e, conseqüentemente, suas Máquinas de Estados) são distintas. Levando em conta este tipo de assimetria, as primitivas de serviço são definidas apenas para a entidade de Sincronização local. A Tabela 1 apresenta as primitivas definidas, com uma breve descrição e os respectivos parâmetros de cada uma delas.

Primitiva	Descrição	Parâmetros
SINC-INITIALIZE.Request	Pedido para iniciar a apresentação multimídia selecionada	Endereço Destino Apresentação selecionada Qualidade de serviço
SINC-PLAYOUT.Indication	Indicação de apresentação de um sub-objeto (SIU)	Tipo do objeto Número do objeto Número do sub-objeto Tamanho do sub-objeto Sub-objeto (SIU)
SINC-STOP.Request	Pedido de interrupção da apresentação	Não tem
SINC-STOP.Indication	Indicação de falha ou de término dos dados relativos ao objeto	Condição de interrupção

Tabela 1: Primitivas de serviço de sincronização.

4.2 Protocolo de Sincronização

O protocolo segue o conceito de protocolos de alto desempenho com apenas cinco tipos de unidades de dados de protocolo (PDUs), usando alinhamento em 32 *bits*. No esquema assimétrico proposto neste trabalho, *dados do usuário* significam os dados que são entregues à Aplicação no sistema local, que correspondem aos sub-objetos recuperados da base de dados pela entidade de Sincronização remota e inseridos na PDU de dados relativos ao sub-objeto.

Todas as PDUs definidas possuem um campo de 32 *bits*, que identifica o tipo da PDU, que pode ser:

. 0x00: **IREQ** Pedido de inicialização dos procedimentos de apresentação;
. 0x01: **INETDT** Pedido de inicialização de geração da XOCPN;
. 0x02: **IREADY** Confirmação de término da geração da XOCPN;
. 0x03: **IFAIL** Indicação de falha na inicialização;
. 0x04: **SIUDT** Dados relativos ao sub-objeto e sua identificação.

Cada PDU, exceto a PDU IREADY, possui um segmento de dados com um ou mais campos contendo informações de controle específicas de cada PDU. A PDU SIUDT é a única que contém, dentro do segmento de dados, um campo de *dados do usuário*.

5. IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

Com a definição do serviço de sincronização, partiu-se para a implementação do mesmo. A implementação do serviço foi dividida em duas partes. A primeira se refere aos procedimentos inerentes aos protocolos de comunicação, como a construção das diferentes Máquinas de Estados, envolvendo as primitivas e PDUs definidas; a construção das estruturas de dados e das interfaces de comunicação entre as camadas; e o gerenciamento da comunicação dos dados (manipulação das estruturas de dados e interfaces, da memória, das conexões, das temporizações e da execução de tarefas). A segunda se refere ao mecanismo de sincronização escolhido, envolvendo a representação de lugares e transições da rede de Petri em linguagem de programação, e as operações com estes elementos; e os módulos necessários para a excecução das XOCPNs de transmissão e de recepção. Estes módulos possuem funcionalidades para: a execução específica de cada lugar; o disparo correto das transições; o cálculo, tratamento e compensação do atraso dos sub-objetos; a aplicação das políticas específicas de sincronização intermídias e de controle da sincronização intramídia; a geração das XOCPNs de transmissão e de recepção etc [LiDu97]. Foram desenvolvidas, ainda, rotinas para manipulação e comunicação, pela rede, de mídias como imagens, áudio e vídeo.

Foi utilizada uma arquitetura de implementação de alto desempenho, cuja definição baseou-se na arquitetura desenvolvida pelo GTA, denominada GTA/MM, que serve como base para o desenvolvimento de sistemas de comunicação multimídias, com garantias de qualidade de serviço e transporte de alta velocidade [Albu95]. A arquitetura GTA/MM define módulos especializados de escalonamento de tarefas com prioridades (ET), gerenciamento de memória otimizado (GM) e gerenciamento de temporizações (GT).

Após a fase de implementação do serviço, iniciou-se a elaboração e implementação de módulos especializados para automatizar processos relativos: ao mecanismo de sincronização utilizado; à composição de apresentações multimídias pré-orquestradas; e ao armazenamento das informações necessárias à utilização das facilidades oferecidas pelo serviço de sincronização.

5.1 Geração Automática das XOCPNs

A especificação de cada apresentação multimídia é feita através de uma OCPN que fica armazenada na base de dados, em arquivos de descrição no formato ASCII. Além dos arquivos de descrição de OCPN, também são necessários arquivos complementares que fornecem informações como localização física e caracterísiticas das mídias, pois as XOCPNs transmissora e receptora são geradas a partir das informações contidas nos mesmos. Com o objetivo de automatizar este processo, foi desenvolvido um módulo específico para a geração automática das XOCPNs [Junq97]. Para a execução do processo de geração automática, um procedimento inicial de planejamento deve ser realizado. Este procedimento está dividido no planejamento da recuperação/transmissão de dados armazenados (sub-objetos) e na identificação de caminhos ou fluxos na OCPN onde existe a necessidade de sincronização intermídias.

Para o planejamento da recepção e transmissão dos dados, é necessário determinar os valores de d_1 e d_2, do componente D, da tupla das respectivas XOCPNs. Na recepção, estes valores são determinados tomando-se como base os próprios tempos de apresentação (início e duração) de cada objeto, especificados pela correspondente OCPN. Na transmissão, no entanto, o planejamento da recuperação/transmissão dos sub-objetos depende de diversas informações à respeito do ambiente de implementação e dos recursos que podem ser garantidos. Alguns exemplos destas informações/recursos são quantidade de canais disponíveis, capacidade de cada canal (vazão, atraso máximo e mínimo fim-a-fim, variação de atraso, taxa de perda de pacotes, taxa de erro binária etc [SHGC92]), tempo máximo e mínimo de recuperação de cada informação da base de dados etc. Para a implementação desta parte, optou-se por utilizar o método para planejamento da recuperação de dados proposto por Little e Ghafoor [LiGh91, LiGh92], de forma a viabilizar a transmissão de dados com restrições temporais, através de um canal com capacidade limitada [LiDu96].

O procedimento para a identificação de caminhos ou fluxos na OCPN onde existe a necessidade de sincronização intermídias é necessário devido ao fato dos dados fornecidos na especificação de uma OCPN não serem suficientes para identificar prontamente quais dos objetos referenciados na rede de Petri necessitam de sincronização intermídias. Por exemplo, podem haver fluxos em paralelo onde a princípio deveria haver sincronização intermídias (e.g., fluxos de áudio e vídeo), sem que exista a necessidade de sincronização entre os mesmos. Como a especificação da apresentação multimídia, dada pela OCPN, contém implicitamente a informação dos fluxos que necessitam de sincronização intermídias, foi proposto e implementado um algoritmo para este fim, a partir de um critério de decisão adotado para a identificação da sincronização intermídias entre dois fluxos [Junq97].

Quando o usuário escolhe a apresentação que deseja assistir, o sistema remoto é informado e, com isto, recupera as informações referentes à OCPN correspondente, gera a XOCPN transmissora e envia os dados relativos à OCPN para o sistema local gerar a XOCPN receptora. O resultado da geração automática é a divisão dos objetos em sub-objetos e a construção, na memória, de estruturas de dados que representam cada XOCPN (estruturas dos lugares e transições da XOCPN), com o correto preenchimento dos campos destas estruturas. Posteriormente, tendo como base o planejamento determinado para a XOCPN transmissora, o sistema remoto recupera os objetos multimídias da base de dados para serem transmitidos e apresentados no sistema local.

5.2 Composição Interativa de Objetos Multimídias

Com o objetivo de facilitar a composição dos objetos multimídias, gerando e armazenando automaticamente na base de dados os arquivos necessários para a geração das correspondentes XOCPNs, foi desenvolvido um aplicativo gráfico que funciona como uma ferramenta de autoria especializada, baseada no modelo OCPN.

Para a implementação do aplicativo foi utilizado o conjunto de ferramentas Tcl/Tk (*Tool Command Language/Toolkit*) [Oust94, Welc95]. A interface do aplicativo possui recursos básicos de manipulação de arquivos, recursos que permitem ao usuário manipular os objetos que compõem o diagrama da OCPN, e o recurso mais importante do aplicativo que é a geração da especificação da OCPN. Um autor de apresentações multimídias pode construir graficamente uma OCPN, devendo atribuir, para cada objeto, seu nome, sua duração e seu respectivo arquivo de especificação. Com isto, são retornados ao usuário do aplicativo as propiedades do objeto em questão. Para um objeto de vídeo, por exemplo, são retornados: o arquivo de dados, o tipo de compressão, o número total de quadros, o número de quadros por segundo, a largura e a altura.

Uma característica importante deste aplicativo é a realização das verificações necessárias na estrutura do diagrama desenhado, logo após a solicitação de execução do procedimento para geração da especificação da OCPN, de forma a validar a OCPN construída e para garantir que todos os objetos possuam duração e o respectivo arquivo de especificação definidos. Quando alguma dessas condições não são satisfeitas, todos os objetos que se enquadram no erro são automaticamente selecionados na tela e uma mensagem de erro é retornada ao usuário do aplicativo.

De forma a ilustrar o esquema de implementação, a Figura 2 mostra um diagrama geral contendo os principais módulos envolvidos no presente sistema, apresentando suas interligações no sistema remoto e no sistema local.

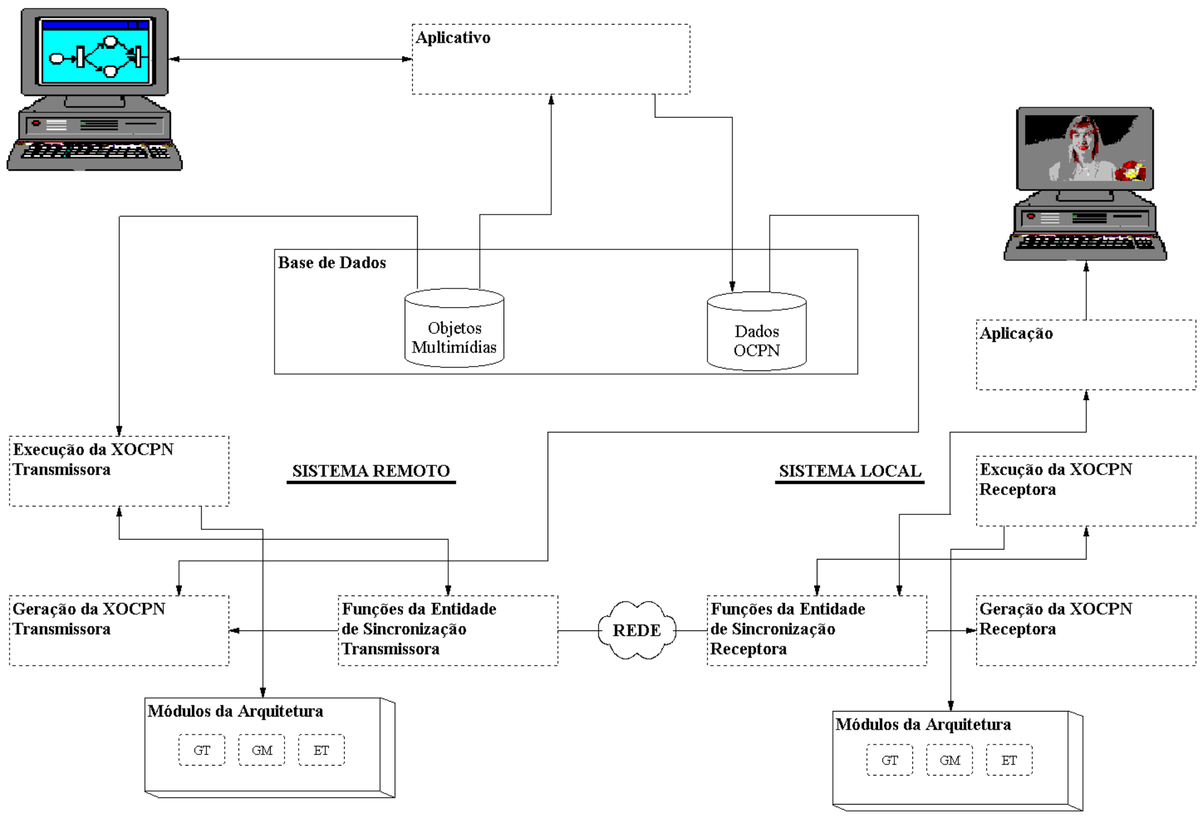

Figura 2: Diagrama geral dos principais módulos envolvidos no sistema.

6. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou o desenvolvimento de um sistema de apresentação de objetos multimídias, que utiliza as facilidades de um serviço de sincronização multimídia para comunicação de dados pré-orquestrados. O mecanismo de sincronização do serviço é baseado no modelo XOCPN e considera as relações temporais sintéticas entre objetos multimídias armazenados. A aplicação alvo do sistema foi definida e foram apresentados os modelos nos quais o mecanismo de sincronização foi baseado. O serviço e o protocolo de sincronização foram apresentados através da definição das primitivas de serviço e das unidades de dados de protocolo, respectivamente. Foram apresentadas ainda algumas descrições relativas à implementação do sistema, enfatizando o módulo de geração automática das XOCPNs e o aplicativo para composição de apresentações multimídias pré-orquestradas, incluindo um diagrama geral dos principais módulos envolvidos no sistema.

As estruturas de dados geradas, que representam as XOCPNs de transmissão e de recepção, bem como o planejamento da recuperação/transmissão dos dados constituem a base do serviço de sincronização, pois são a referência das ações a serem tomadas a fim de garantir as relações temporais desejadas. Portanto, a geração automática da XOCPN de transmissão e de recepção, a partir da especificação de uma OCPN, torna-se essencial para o funcionamento deste serviço e, consequentemente, do sistema. Além disto, o aplicativo gráfico desenvolvido agiliza sobremaneira a composição de objetos multimídias da apresentação que se deseja criar, bem como simplifica a geração dos arquivos necessários para a construção das XOCPNs.

Este trabalho encontra-se em fase avançada de desenvolvimento, com a elaboração de um protótipo contendo aproximadamente 13000 linhas de código, sendo que a maioria dos módulos do sistema apresentado foi implementada, encontrando-se em funcionamento.

AGRADECIMENTO

Agradecemos a valiosa contribuição de Flávio Paiva Junqueira e Paulo André da Silva Gonçalves para o desenvolvimento deste sistema.

REFERÊNCIAS

[Albu95] Albuquerque, C.V.N., "Arquitetura de Implementação de Alto Desempenho para Sistemas de Comunicação Multimídia", *Tese de Mestrado*, PEE-COPPE/UFRJ, abril de 1995.

[BlSt96] Blakowski, G. e Steinmetz, R., "A Media Synchronization Survey: Reference Model, Specification, and Case Studies", *IEEE J. Select. Areas in Commun.*, vol. 14, nº 1, pp. 5-35, janeiro de 1996.

[CCO96] Courtiat, J.-P.; Carmo, L.F.R.C. e Oliveira, R.C., "A General-Purpose Multimedia Synchronization Mechanism Based on Causal Relations", *IEEE J. Select. Areas in Commun.*, vol. 14, nº 1, pp. 185-95, janeiro de 1996.

[EFI94] Ehley, L.; Furht, B. e Ilyas, M., "Evaluation of Multimedia Synchronization Techniques", *Proc. of the International Conference on Multimedia Computing and Systems*, pp. 514-19, 14 a 19 de maio de 1994.

[EPD94] Escobar, J.; Partridge, C. e Deutsch, D., "Flow Synchronization Protocol", *IEEE/ACM Trans. on Networking*, vol. 2, nº 2, pp. 111-21, abril de 1994.

[HoSt93] Horn, F. e Stefani, J.B., "On Programming and Supporting Multimedia Object Synchronization", *Computer Journal*, vol. 36, nº 1, pp. 4-18, 1993.

[Junq97] Junqueira, F.P., "Geração Automática de XOCPN para um Serviço de Sincronização", *Projeto Final de Graduação*, Escola de Engenharia-DEL/UFRJ, fevereiro de 1997.

[LiDu96] De Lima, R.M. e Duarte, O.C.M.B., "Comunicação Sincronizada de Dados Multimídias Pré-orquestrados", *XXIII Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH96)*, Recife, PE, pp. 285-96, agosto de 1996.

[LiDu97] De Lima, R.M. e Duarte, O.C.M.B., "Implementação de um Serviço de Sincronização Multimídia para Comunicação de Dados Pré-orquestrados", *XV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC'97)*, São Carlos, SP, pp. 19-35, maio de 1997.

[LiGh90a] Little, T.D.C. e Ghafoor, A., "Synchronization and Storage Models for Multimedia Objects", *IEEE J. Select. Areas in Commun.*, vol. 8, nº 3, pp. 413-27, abril de 1990.

[LiGh90b] Little, T.D.C. e Ghafoor, A., "Network Considerations for Distributed Multimedia Object Composition and Communication", *IEEE Network*, vol. 4, nº 6, pp. 32-49, novembro de 1990.

[LiGh91] Little, T.D.C. e Ghafoor, A., "Multimedia Synchronization Protocols for Broadband Integrated Services", *IEEE J. Select. Areas in Commun.*, vol. 9, nº 9, pp. 1368-82, dezembro de 1991.

[LiGh92] Little, T.D.C. e Ghafoor, A., "Scheduling of Bandwidth-Constrained Multimedia Traffic", *Comput. Commun.*, vol. 15, nº 6, pp. 381-87, julho de 1992.

[Lima96] De Lima, R.M., "Um Serviço de Sincronização Multimídia de Dados Pré-orquestrados", *Tese de Mestrado*, PEE-COPPE/UFRJ, junho de 1996.

[Oust94] Ousterhout, J.K., "Tcl and the Tk Toolkit", *Addison-Wesley Publishing Company,* 1994.

[QWG93] Qazi, N.U.; Woo, M. e Ghafoor, A., "A Synchronization and Communication Model for Distributed Multimedia Objects", *Proc. ACM Multimedia '93,* Anaheim, CA, pp. 147-56, agosto de 1993.

[RaRa93] Ramanathan, S. e Rangan, P.V., "Feedback Techniques for Intra-Media Continuity and Inter-Media Synchronization in Distributed Multimedia Systems", *Computer Journal*, vol. 36, nº 1, pp. 19-31, 1993.

[RPT96] Raghavan, S.V.; Prabhakaran, B. e Tripathi, S.K., "Synchronization Representation and Traffic Source Modeling in Orquestrated Presentation", *IEEE J. Select. Areas in Commun.*, vol. 14, nº 1, pp. 104-13, janeiro de 1996.

[RuDu97] Rubinstein, M. G. e Duarte, O.C.M.B., "Implementação de um Serviço de Sincronização Baseado em Relações Temporais Implícitas", *II Seminário Franco-Brasileiro de Sistemas Informáticos Distribuídos (SFBSID'97)*, Fortaleza, CE, pp. 282-93, novembro de 1997.

[SHGC92] Shepherd, D.; Hutchinson, D.; Garcia, F. e Coulson, G., "Protocol Support for Distributed Multimedia Applications", *Comput. Commun.*, vol. 15, nº 6, pp. 359-66, julho de 1992.

[Stei90] Steinmetz, R., "Synchronization Properties in Multimedia Systems", *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 8, nº 3, pp. 401-12, abril de 1990.

[Welc95] Welch, B., "Pratical Programming in Tcl and Tk", *Addison-Wesley Publishing Company,* abril de 1995.

[WoGh94] Woo, M. e Ghafoor, A., "Multichannel Scheduling for Communication of Pre-orchestrated Multimedia Information (Homogeneous Channels Case)", *Proc. IEEE INFOCOM '94*, pp. 920-27, 1994.

[WQG94] Woo, M.; Qazi, N.U. e Ghafoor, A., "A Synchronization Framework for Communication of Pre-orchestrated Multimedia Information", *IEEE Network*, vol. 8, nº 1, pp. 52-61, janeiro de 1994.