

SMHMS: Um Correio Eletrônico Multimídia/Hipermídia

Ricardo de A. M. Soares

Departamento de Informática, PUC-Rio
R. Marquês de São Vicente 225
22453 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil
E-mail: ricardo@inf.puc-rio.br

Luiz Fernando G. Soares

Departamento de Informática, PUC-Rio
R. Marquês de São Vicente 225
22453 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil
E-mail: lfgs@inf.puc-rio.br

Resumo

Este trabalho apresenta um sistema experimental de correio eletrônico multimídia/hipermídia, SMHMS, tratando principalmente das questões relacionadas a tráfego na rede e espaço de armazenamento, as quais adquirem importância vital quando se manipula mensagens multimídia. A base para criação e manipulação destas mensagens reside numa máquina multimídia/hipermídia que suporta o intercâmbio de objetos no formato padrão MHEG. Com a finalidade de oferecer portabilidade e flexibilidade ao sistema, através da utilização de padrões vigentes, e ao mesmo tempo simplificar sua implementação, o SMHMS aproveita todo o mecanismo de transporte de mensagens textuais utilizado no correio eletrônico tradicional e deve operar na maioria dos sistemas que suportam o Simple Mail Transfer Protocol (SMTP). Para o transporte dos objetos MHEG, o SMHMS faz uso dos mecanismos de transferência oferecidos pelo File Transfer Protocol (FTP), pelos mesmos motivos de portabilidade, flexibilidade e facilidade de implementação, devendo operar na maioria dos sistemas que suportam tal protocolo.

Abstract

This paper presents an experimental multimedia/hypermedia electronic mail system, SMHMS, dealing with issues related to network traffic generation and storage management, which are very important when multimedia messages are the transport objects. The basis for the creation and manipulation of these messages is an multimedia/hypermedia machine that supports MHEG objects interchange. The system is built on top of existing mail transport protocol for flexibility, portability and to easy the implementation, and should work on most systems which support the Simple Mail Transfer Protocol (SMTP). To transfer MHEG objects the system makes use of the File Transfer Protocol (FTP), by the same reasons of flexibility, portability and implementation facility, and should work on most systems that support such protocol.

1 - Introdução

O correio eletrônico é a aplicação mais difundida no ambiente de comunicação interpessoal por computador, fruto principalmente de sua grande utilidade e facilidade de manuseio.

A maioria dos sistemas de correio eletrônico existentes hoje não permite, entretanto, a manipulação de documentos multimídia, restringindo-se apenas à mídia texto e, em alguns poucos casos, a texto e áudio. Isto deve-se principalmente ao estágio da tecnologia quando do desenvolvimento desses sistemas. Correios eletrônicos capazes de transmitir documentos consistindo de uma ou várias mídias (tais como áudio, imagens estáticas e vídeo) têm sido assunto de interesse e pesquisa nos últimos anos [Thom85, Reyn85, Pogg85, Edwa91].

Além de textos, um documento multimídia pode possuir desenhos, gráficos, fotos, imagens, vídeo, trechos de voz e áudio, melhorando significativamente a percepção das informações trocadas. É importante que correios capazes de lidar com tais documentos possam apresentá-los de uma forma organizada. A apresentação do documento deve seguir a forma especificada pelo usuário que o criou, relacionando as várias partes espacialmente (por exemplo, janela com texto superposto ao vídeo) e temporalmente (por exemplo: trecho de voz "X" apresentado simultaneamente com a foto "Y").

Esse trabalho apresenta um correio eletrônico multimídia/hipermídia experimental, tratando principalmente das questões relacionadas a tráfego na rede e espaço de armazenamento, as quais adquirem importância vital quando se manipula documentos multimídia. Este correio, denominado SMHMS (*Simple Mail Hypermedia/Multimedia System*), vem sendo desenvolvido no Departamento de Informática da PUC-Rio. Acreditamos vir a oferecer um serviço, com flexibilidade e eficiência suficientes, para o envio e recebimento de documentos multimídia/hipermídia complexos.

Com a finalidade de oferecer portabilidade e flexibilidade ao sistema, através da utilização de padrões de correio vigentes, e ao mesmo tempo simplificar sua implementação, o SMHMS vem sendo construído utilizando os serviços existentes dos protocolos de baixo nível de roteamento de correio. Mais especificamente, o SMHMS aproveita todo o mecanismo de transporte de mensagens textuais utilizado no correio eletrônico tradicional e deve operar na maioria dos sistemas que suportam o sistema de transporte de correio Simple Mail Transfer Protocol (SMTP).

A base para criação e manipulação de mensagens multimídia/hipermídia reside numa máquina multimídia/hipermídia que suporta o intercâmbio de objetos no formato padrão MHEG. Para o transporte dos objetos MHEG, também visando oferecer portabilidade e flexibilidade ao sistema, e ao mesmo tempo simplificar sua implementação, o SMHMS faz uso dos mecanismos de transporte oferecidos pelo File Transfer Protocol (FTP), devendo operar na maioria dos sistemas que suportam tal protocolo.

Este artigo está organizado em seis seções. A seção 2 define o formato das mensagens intercambiadas pelo SMHMS. A seção 3 apresenta a arquitetura do sistema. Os aspectos

de implementação do sistema são assunto da seção 4. A seção 5 faz um breve apanhado de trabalhos correlatos, e a seção 6 é reservada às conclusões.

2 - Formato dos Dados Intercambiados

O Sistema SMHMS faz uma distinção conceitual importante, porém transparente para o usuário, entre:

- *mensagem padrão de transmissão* (mensagem-T)
- *mensagem padrão de recepção* (mensagem-R)
- *mensagem multimídia/hipermídia* (mensagem-M/H)
- *documento multimídia/hipermídia* (documento-M/H)

A seção 2.1 trata da definição da representação e codificação dos objetos que compõe um documento multimídia/hipermídia. A seção 2.2 descreve a composição de uma mensagem multimídia/hipermídia no SMHMS, deixando para a seção 2.3 a descrição do formato das mensagens padrão.

2.1 - A Proposta de Padrão MHEG

Os primeiros passos em direção a interoperabilidade e intercâmbio de facilidades multimídia foi dado com a padronização de imagens estáticas, informações de áudio e audiovisuais. Devido à natureza interativa com que as aplicações manipulam estes elementos básicos, surgiu a necessidade de padronizar uma interface de mais alto nível entre as aplicações e estes elementos. Entre as necessidades surgidas pode-se citar:

- A associação entre o conteúdo de dados destes elementos e seus atributos de apresentação.
- A sincronização no espaço (por exemplo, a superfície da tela) e no tempo entre os componentes que vão ser apresentados em conjunto.
- A definição de relações entre componentes.

Os trabalhos em desenvolvimento dentro do ISO/IEC JTC1/SC29/WG12, chamado *Multimedia and Hypermedia information coding Expert Group*, abreviadamente, MHEG [MHEG93], têm em vista as necessidades mencionadas acima.

O futuro padrão internacional, denominado *Coded Representation of Multimedia and Hypermedia Information Objects*, mais conhecido como padrão MHEG, define a representação e codificação de objetos multimídia e hipermídia na sua forma final, de forma a poderem ser intercambiados dentro de uma aplicação ou entre aplicações ou serviços, via quaisquer meios, incluindo dispositivos de armazenamento, redes de telecomunicações e redes de difusão. Os objetos multimídia são definidos pelo padrão MHEG para o uso pelas Recomendações da ITU, Padrões ISO e outros padrões, além é claro, das arquiteturas e aplicações definidas pelo usuário. Uma vez que o MHEG é um grupo conjunto ITU (SG VIII/Q9) e ISO JTC1, seu escopo reflete o modo de pensar orientado a comunicação, tendo em mente comunicação em tempo real.

O padrão segue a metodologia orientada a objeto (embora uma implementação do padrão não precise seguir necessariamente esta metodologia), definindo classes de objetos, se apoiando na análise de similaridades entre as propriedades das várias categorias de objetos. O padrão provê a descrição de cada classe, uma definição precisa da representação de cada objeto multimídia/hipermídia, que são as instâncias das classes, e uma codificação base para estes objetos. A codificação base da representação utiliza o padrão ISO 8824 *Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN.1)* [ISO87a] e ISO 8825 *Specification of Basic Encoding Rules for ASN.1* [ISO87b]. Notações e regras de codificação alternativas são oferecidas, como por exemplo, a definição da estrutura de um objeto na forma de uma DTD (*Document Type Definition*) de acordo com o padrão ISO 8879 *Standard Generalized Markup Language (SGML)* [ISO 86]. As representações alternativas devem ser isomorfas e, portanto, equivalentes.

A definição de documentos no MHEG é baseada nos conceitos usuais de nós e elos. *Nós* são fragmentos de informação e *elos* são usados para a interconexão de nós que mantêm alguma relação.

O padrão MHEG distingue duas classes básicas de nós, chamados de nós terminais (*content nodes*) e nós de composição (*composite nodes*), sendo este último o ponto central do modelo. Intuitivamente, um *nó terminal* contém dados cuja estrutura interna é dependente da aplicação e não faz parte do padrão. A classe de nós terminais pode ser especializada em outras classes (texto, gráfico, áudio, vídeo, etc.) conforme requerido pelas aplicações.

Um *nó de composição* é usado para agrupar conjuntos de elos e de nós terminais ou de composição, recursivamente. Nós de composição podem ser aninhados em qualquer profundidade, permitindo organizar, hierarquicamente ou não, conjunto de nós. Um nó terminal ou de composição pode pertencer a mais de uma composição, a única restrição é que não haja um caminho cíclico de aninhamento.

Um elo conecta dois nós. A cada elo são associadas condições e ações. São estas ações e condições que permitem o sincronismo temporal e espacial na exibição de um objeto. Por exemplo, o *script*:

" exiba o nó *A* em paralelo com o nó *B*, nó *A* na janela α e nó *B* na janela β ;
ao terminar a exibição de *A* exiba *C* na janela χ e após dois segundos exiba
D no auto falante;
caso o usuário tenha respondido *sim* à questão proposta em *C*, ao terminar a
exibição de *C*, exiba *E* na janela ϵ ,
caso contrário, exiba *F* no monitor de vídeo "

poderia ser sintetizado pelos elos condições e ações mostrados na tabela 1.

Para o SMHMS um *documento multimídia/hipermídia (documento-M/H)* é qualquer nó terminal ou de composição cuja representação obedece ao padrão MHEG.

CONDIÇÃO	ELO	AÇÃO
Nó A em exibição	A→B	Exiba nó B na janela β
Término da exibição do nó A	A→C	Exiba nó C na janela χ
Início da exibição do nó C	C→D	Exiba nó D no auto falante após dois segundos
Durante a exibição do nó C, resposta <i>sim</i> à pergunta AND Término da exibição do nó C	C→E	Exiba o nó E na janela ϵ
Durante a exibição do nó C, resposta <i>não</i> à pergunta AND Término da exibição do nó C	C→F	Exiba F no monitor de vídeo

Tabela 1 - Definição do *script* nos elos

2.2 - Mensagens Multimídia/Hipermídia no SMHMS

No SMHMS, *mensagem multimídia/hipermídia (mensagem-M/H)* é uma composição que contém um documento-M/H, denominado *corpo da mensagem-M/H*, e um nó de texto (também um documento-M/H), denominado *envelope*, cujo conteúdo de informação é idêntico ao cabeçalho de uma mensagem de um correio tradicional (na implementação corrente, o cabeçalho definido pelo RFC 822 [Croc82]). Note que, por esta definição, uma mensagem-M/H é um caso particular de um documento-M/H. A mensagem-M/H bem como o envelope são compostos pelo SMHMS a partir de informações fornecidas pelo usuário.

Da mesma forma que uma mensagem de um correio tradicional pode ter seu corpo criado externamente ao sistema de correio e depois incorporado à mensagem, o documento-M/H (corpo da mensagem-M/H), ou parte (algum nó) dele, pode ser criado externamente ao SMHMS e, posteriormente, ser incorporado à mensagem-M/H. Alternativamente, o documento-M/H pode ser criado no SMHMS em tempo de criação da mensagem-M/H.

Como um nó MHEG, o corpo da mensagem-M/H pode ser ou não compartilhado por outros usuários, de acordo com os direitos de acesso estabelecidos pelo seu criador. Uma mensagem-M/H é privativa dos usuários envolvidos na comunicação.

Na implementação em curso, documentos-M/H (e, portanto, mensagens-M/H) são tratados no sistema pelo subsistema HyperProp [SoCa93, SoCC93, SoCR93a]: uma máquina em conformidade com o padrão MHEG, que permite incorporar facilidades multimídia/hipermídia a uma aplicação qualquer. Entre outras funções, caberá ao servidor HyperProp a manutenção de caixas postais, semelhantes às caixas postais dos correios tradicionais, contendo as mensagens-M/H recebidas e transmitidas pelos usuários.

A figura 1 ilustra o exemplo de uma hiperbase (base de nós HyperProp), contendo os documentos-M/H DMH1, DMH2, DMH3, DMH4 E DMH5, que formam corpos das

mensagens-M/H MMH1, MMH2, MMH3, MMH4 e MMH5, respectivamente, de acordo com as características citadas anteriormente.

Na figura, o nó "e" corresponde ao envelope (nó terminal) da mensagem-M/H. É importante notar na figura 1, que uma mensagem-M/H pode estar recursivamente contida no corpo de uma ou mais mensagens-M/H (MMH1 está recursivamente contida em MMH3 e MMH5). Do mesmo modo, o corpo de uma mensagem-M/H pode estar recursivamente contido em outros documentos-M/H (DMH1 está recursivamente contido em MMH1, MMH3 e MMH5, e em DMH3 e DMH5). É importante notar que qualquer nó pode pertencer a mais de uma composição (por exemplo, a composição C da figura 1 está contida nas composições DMH4 e D).

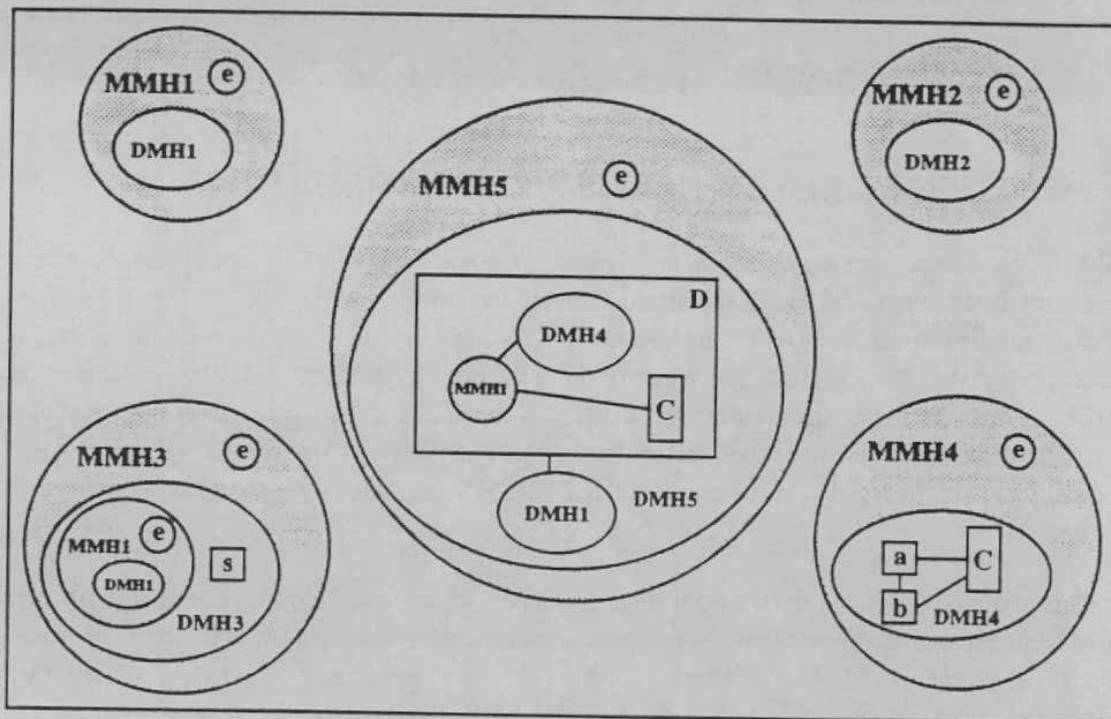


Figura 1 - Exemplo de parte de uma hiperbase

2.3 - Formato das Mensagens Padrão

A *mensagem padrão* (mensagem-T ou mensagem-R) é aquela utilizada nos correios tradicionais. Como nossa opção foi utilizar o SMTP como protocolo para transferência dessas mensagens, elas seguem os padrões RFC (*Request For Comments*) 821 [Post82] e RFC 822 [Croc82], utilizados nos sistemas de correio na Internet. A mensagem-T é aquela que sai do cliente de origem, sendo depois transformada na mensagem-R antes de ser armazenada na caixa postal¹ do usuário de destino.

¹Note que o SMHMS possui duas caixas postais, uma para mensagens padrão, correspondendo a caixa postal dos correios tradicionais, e uma para mensagens-M/H.

O RFC 822 define um padrão para representação de mensagens textuais. De acordo com esse padrão, uma mensagem é composta de um cabeçalho e um corpo, separados um do outro por uma linha em branco. A estrutura do cabeçalho é bem definida, enquanto o corpo é especificado como sendo uma seqüência de linhas curtas, formadas apenas por caracteres US-ASCII sem qualquer estrutura, limitando assim sua utilização. Mensagens multimídia/hipermídia, por exemplo, e mesmo um texto da língua portuguesa contendo caracteres acentuados, não poderiam compor essa mensagem, sem que antes passassem por um processo de recodificação.

Mensagens originadas pelo SMHMS são identificadas pelo campo CONTENT-TYPE do cabeçalho contendo o valor X-SMHMS.

No SMHMS, caso o usuário queira compor a informação a ser transmitida no próprio corpo da mensagem padrão, utilizando-se apenas da mídia texto, o correio passará a funcionar exatamente igual ao correio tradicional. Neste caso as mensagem-T e mensagem-R são idênticas.

O SMHMS, no entanto, tem como objetivo estender o correio tradicional para transmissão de documentos multimídia/hipermídia. Neste caso, o corpo da mensagem-T carrega a identificação da composição mensagem-M/H, e de todos os nós terminais e composições que a constituem, e assim recursivamente. O corpo da mensagem-R conterá apenas a identificação da mensagem-M/H.

3 - Arquitetura do SMHMS

A Arquitetura do SMHMS é mostrada na figura 2.

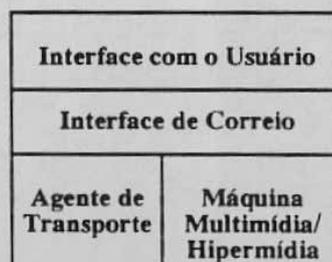


Figura 2 - Arquitetura do SMHMS

A camada **Interface com o Usuário** fornece ao usuário a interação com todos os serviços do sistema. Utilizando essa camada o usuário pode, por exemplo, compor um objeto hipermídia (documento-M/H), editá-lo, enviá-lo a outro usuário etc., ou ainda usar as funções apenas do correio tradicional para envio de mensagens.

A camada **Interface de Correio** é quem torna transparente para o usuário o uso de todas as facilidades multimídia/hipermídia e as facilidades do correio eletrônico tradicional, implementadas pelas duas camadas inferiores.

A camada Agente de Transporte abrange as funções já existentes nos sistemas de correio tradicional. Resumidamente, essas funções são capazes de enviar mensagens através do sistema de comunicação, e depositá-las em caixas postais. Essas mensagens são do tipo mensagens padrão, descritas anteriormente.

A camada Máquina Multimídia/Hipermídia provê as funções necessárias à manipulação dos objetos multimídia/hipermídia. Dentre estas funções pode-se destacar:

- Suporte à composição, edição e apresentação de objetos multimídia/hipermídia.
- Arquivamento de mensagens-M/H em caixas postais.
- Transferência de mensagens-M/H.
- Gerência da agência postal multimídia/hipermídia.
- Gerência do espaço de armazenamento.
- Gerência da rede de comunicação para transmissão de objetos multimídia/hipermídia.
- Segurança e Integridade da base de dados multimídia/hipermídia

A caixa postal utilizada nessa camada, diferentemente da utilizada na camada Agente de Transporte, contém mensagens-M/H em vez de mensagens padrão. Com isso, novas possibilidades de gerenciamento de correspondências são oferecidas ao usuário. Ele pode, por exemplo, arquivar e recuperar facilmente suas correspondências enviadas e recebidas, de acordo com seu interesse. A possibilidade de gerar mensagens-M/H a partir de documentos-M/H criados por outros usuários, também é uma facilidade adicional importante do SMHMS.

A figura 3 ilustra a aplicação dessa arquitetura num sistema distribuído.

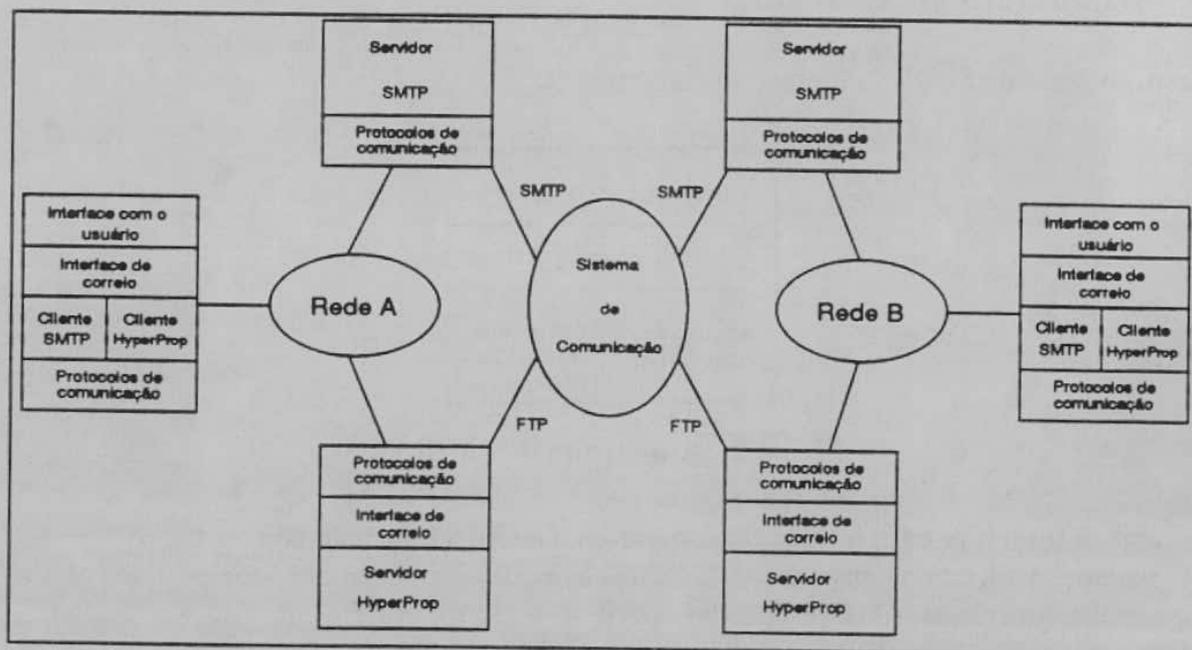


Figura 3- Arquitetura do SMHMS em um Sistema Distribuído

Após compor uma mensagem-M/H o usuário na rede A pode enviá-la a um usuário, localizado em sua mesma rede, ou por exemplo, na rede B. Nesse último caso, mais geral, a transferência completa do documento ocorre em quatro fases:

a) A camada Cliente SMTP envia para a rede B, utilizando os mecanismos de transporte do correio tradicional, uma mensagem-T (criada pela Interface de Correio do Cliente A) correspondente à mensagem-M/H. Na rede B, esta mensagem-T é entregue à camada Servidor SMTP, que gera uma mensagem-R correspondente a mensagem-T recebida. A mensagem-R é armazenada na caixa postal do usuário de destino, e a mensagem-T em uma caixa postal especial, de propriedade da Interface de Correio do servidor HyperProp da rede B.

b) Na fase seguinte, na rede B, a camada Interface de Correio do servidor HyperProp, de posse da mensagem-T recebida e utilizando-se dos serviços da camada Servidor HyperProp, descobre quais componentes do corpo da mensagem-M/H não existem localmente e os solicita à Interface de Correio do servidor HyperProp de origem (rede A).

c) Na rede A, a camada Interface de Correio do servidor HyperProp, utilizando-se dos serviços da camada Servidor HyperProp, processa os pedidos, e remete os componentes solicitados, via *File Transfer Protocol* (FTP) [PoRe85].

d) Na rede B, de posse de todos os componentes da mensagem-M/H, a Interface de Correio do servidor HyperProp se encarrega de armazená-la na caixa postal multimídia/hipermídia do usuário de destino, fazendo uso da camada Servidor HyperProp.

Quando o usuário de destino localiza-se na mesma rede do usuário de origem, somente a fase a) desse processo é realizada, uma vez que todos os componentes da mensagem-M/H já se encontram localmente.

É importante ressaltar que as fases ocorrem sem a necessidade dos usuários envolvidos na comunicação estarem "conectados".

Se o usuário de origem se utilizar apenas dos serviços do correio tradicional, tudo se passará dentro das regras definidas por este correio.

3.1 - O Agente de Transporte

Conforme já várias vezes mencionado, a camada Agente de Transporte, corresponde ao correio tradicional usado na Internet, ou seja, ele possibilita a entrega de mensagens textuais, obedecendo aos documentos RFC 821 [Post82] e RFC 822 [Croc82].

O RFC 821 define o SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), que trata da transferência confiável e eficiente de mensagens, independente do subsistema de transmissão particular, requerendo apenas um canal confiável.

O modelo de um Agente de Transporte é ilustrado na figura 4. Quando o usuário solicita o envio de uma mensagem de correio, o sistema coloca uma cópia em sua área de armazenamento privado, juntamente com a identificação do transmissor, receptor,

máquina de destino, e hora do depósito. O sistema então inicia a transferência para a máquina remota (processo cliente) como uma atividade *background*, permitindo que o usuário transmissor continue com outras atividades em paralelo, ou até mesmo se desconecte do sistema. O processo Servidor encarrega-se de receber as mensagens que chegam e depositá-las nas caixas postais.

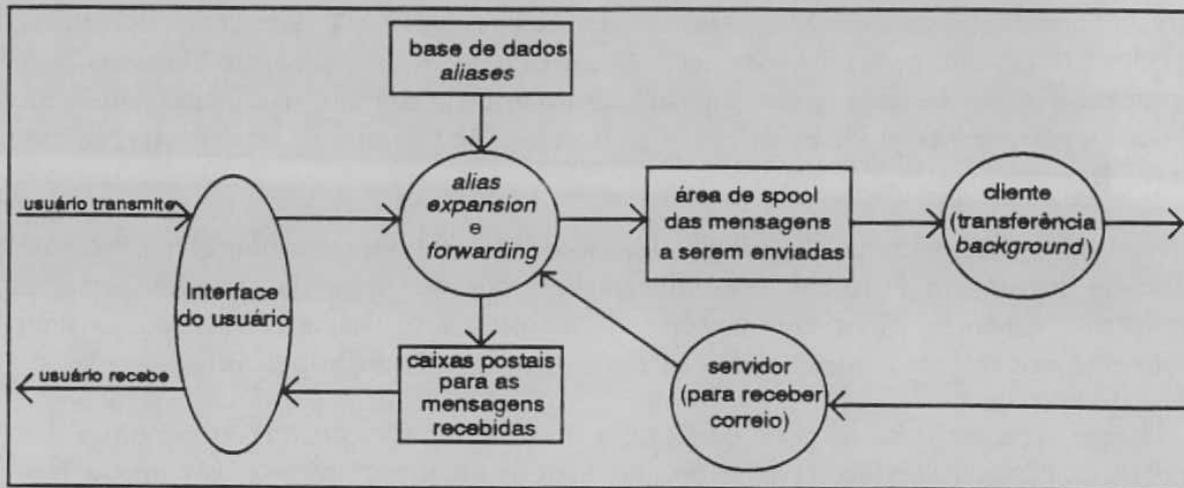


Figura 4 - Modelo do Agente de Transporte

Um mecanismo denominado *alias expansion e forwarding* é aplicado antes do processo cliente e após o processo servidor, que permite o mapeamento de identificadores usados nos endereços de correio para um ou mais novos endereços.

O SMHMS utiliza a camada Agente de Transporte, obedecendo todas as restrições impostas por ele, para implementar a fase a) do processo de transferência de documentos multimídia, descrita anteriormente. Para dar prosseguimento às fases b), c) e d), o SMHMS precisa interceptar as mensagens recebidas e, identificar e interpretar aquelas originárias por ele (CONTENT-TYPE = X-SMHMS), antes que o servidor as envie às caixas postais. O SMMHS pode, dessa forma, conviver com o correio tradicional. Isto é, um usuário pode enviar, ou receber, uma mensagem de correio tradicional utilizando o SMHMS ou o correio tradicional, indiferentemente.

A interceptação de mensagens no servidor é feita utilizando-se um serviço do correio tradicional, denominado *vacation*. Quando esse serviço está ativado, em vez da mensagem ser imediatamente armazenada na caixa postal, ela é passada para o programa que executa o *vacation*, que se encarregará então de armazená-la, na forma de uma mensagem-R, na caixa postal do usuário de destino, e outra mensagem-T, na caixa postal especial da Interface de Correio do servidor HyperProp, conforme anteriormente mencionado.

3.2 - O Subsistema Multimídia/Hipermídia

O Subsistema hipermídia é composto basicamente pela máquina HyperProp [SoCR93a, SoCa93], a qual contém todas as funções necessárias à manipulação da base de dados

multimídia/hipermídia. É ela quem realiza as operações de leitura, escrita e criação na hiperbase, implementa todo o modelo de hiperdocumentos [SoCR93a, SoCR93b], administra o espaço disponível global e por usuário, e provê a segurança e integridade da hiperbase.

Conforme já evidenciado, no SMHMS a caixa postal constitui-se de duas partes: a caixa postal do subsistema de correio tradicional e a caixa postal multimídia/hipermídia. A interface de correio gerencia, de forma transparente para o usuário, o acesso a uma ou outra caixa postal.

A caixa postal multimídia/hipermídia é implementada na hiperbase administrada pela máquina HyperProp, possibilitando a introdução de novos serviços, além dos já fornecidos pelo correio tradicional, conforme será visto na seção 4. No HyperProp a caixa postal é um nó de composição. O conjunto de todas as caixas postais multimídia/hipermídia é outro nó de composição denominado *agência postal hipermídia*.

A figura 5 ilustra um exemplo de uma caixa postal usando composições. Cada usuário tem acesso apenas à sua caixa postal particular, podendo utilizar as operações de envio, recebimento, exclusão e armazenamento de suas correspondências.

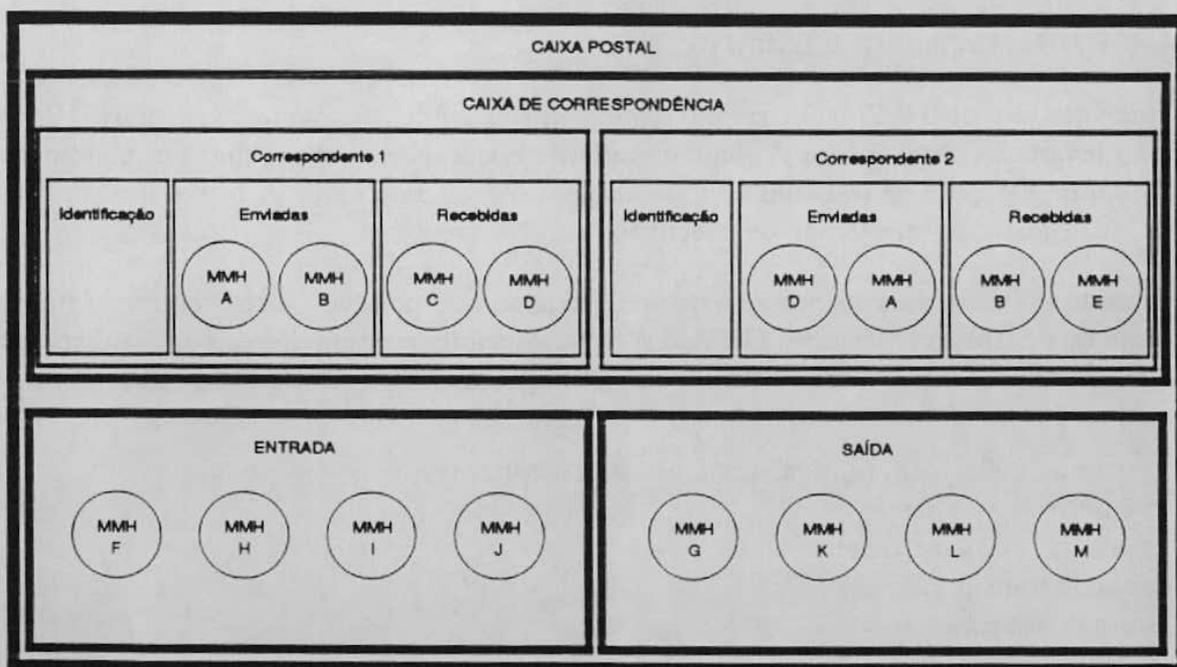


Figura 5 - Exemplo de uma Caixa Postal Multimídia/Hipermídia.

Na figura 5, a caixa postal é composta por uma composição denominada *caixa de correspondência*, uma composição de *entrada* e uma composição de *saída*. Todas as mensagens recebidas e enviadas são armazenadas, respectivamente, nas composições de entrada e saída, independente da vontade do usuário, que pode então deletá-las ou armazená-las na composição caixa de correspondência, de acordo com suas necessidades.

A composição caixa de correspondência depende do critério escolhido pelo usuário. No exemplo da figura, ela representa um agrupamento de correspondentes que trocam mensagens com o proprietário da caixa postal. Cada nó da composição da caixa de correspondência é uma composição de um correspondente específico.

Ainda pela figura 5, cada composição de um correspondente específico contém um nó terminal de *identificação* do correspondente (nome, endereço etc), uma composição de mensagens *enviadas* e uma composição de mensagens *recebidas*. Na composição de mensagens enviadas podem ser arquivadas as mensagens-M/H que foram transmitidas para o correspondente específico. Na composição de mensagens recebidas podem ser arquivadas as mensagens-M/H que foram recebidas deste correspondente.

Concluindo, cabe novamente observar que um documento-M/H tem seus direitos de acesso determinados pelo seu criador, enquanto a mensagem-M/H é privativa de quem a originou, só sendo compartilhada com outros usuários receptores, quando do seu envio pelo proprietário.

4 - Aspectos de Implementação

4.1 - A Interface com o usuário

A interface do SMHMS vem sendo implementada sobre o sistema X-window. Duas razões levaram a esta opção. A mais importante é que X é aceito como um padrão no universo de estações de trabalho alvo do sistema. A segunda é que X provê mecanismos para "customização" em tempo de execução.

A interface com o usuário procura manter, sempre que possível, a mesma metáfora da maioria dos correios existentes. Quando o usuário aciona o sistema, a tela inicial lista um resumo das mensagens disponíveis em sua caixa postal (do correio tradicional), com as seguintes informações:

- status da mensagem (antiga, nova, não lida e corrente)
- número da mensagem
- transmissor da mensagem
- data de transmissão
- hora de transmissão
- assunto

O usuário tem a opção de, em vez de consultar sua caixa postal tradicional, consultar sua caixa postal multimídia/hipermídia e, a partir dela, recuperar as mensagens anteriormente recebidas e enviadas, segundo um critério de seleção pré-estabelecido por ele, como por exemplo, as mensagens recebidas de um determinado usuário.

Na apresentação de uma mensagem-M/H, o SMHMS utiliza-se de exibidores adaptados à máquina HyperProp. Na composição do corpo de uma mensagem-M/H, o SMHMS permite ao usuário, o acesso a todos os nós armazenados na hiperbase (de acordo com os

direitos de acesso pré-definidos), possibilitando assim o envio ou cópia, parcial ou total, de documentos pré-existentes. Após a composição do corpo da mensagem-M/H, o usuário pode desejar enviá-lo através do correio, o que dará origem à mensagem-M/H, conforme já visto.

4.2 - Serviços oferecidos

O SMHMS pode enviar, receber e tratar mensagens do sistema de correio tradicional, ou mensagens-M/H. Os serviços oferecidos pelo sistema são:

- Composição e edição de mensagens tradicionais (mensagens padrão), mensagens-M/H e outros documentos-M/H.
- Apresentação de mensagens tradicionais (mensagens padrão), mensagens-M/H e outros documentos-M/H.
- Envio de mensagens a um determinado usuário.
- Resposta a uma mensagem, com uma nova mensagem (*Reply*).
- Envio de mensagens a um determinado grupo de usuários (*Alias expansion*).
- Retransmissão automática de mensagens para usuários ou grupos de usuários, previamente definidos pelo receptor (*Forward*).
- Transmissão automática de mensagens quando da indisponibilidade temporária do usuário de destino (*Vacation*).
- Consulta de mensagens-M/H novas ou antigas, enviadas e recebidas, de acordo com critérios de seleção pré-estabelecidos pelo usuário.
- Arquivamento de mensagens-M/H por correspondente, mantendo-se o histórico da troca de correspondências entre usuários.
- Outras formas de arquivamento de mensagens-M/H, definidas pelo usuário (por grupo de usuários, por data, etc.)
- Consulta, cópia e envio de documentos-M/H pré-existentes, criados ou não pelo usuário solicitante, desde que não contrariados os direitos de acesso a estes documentos.
- Exclusão de mensagens padrão e mensagens-M/H de ambas as caixas postais.
- Possibilidade de recuperar, na mesma sessão, mensagens padrão e mensagens-M/H já excluídas (*Undelete*).
- Ajuda *On-line* (*Helps*).

O SMHMS, como se pode observar, fornece todos os serviços existentes no correio tradicional, e inclui novos serviços que, além de possibilitar a manipulação de objetos multimídia/hipermídia, oferecem uma enorme possibilidade de formas de armazenamento, consulta e cópia de mensagens.

O usuário pode reorganizar sua caixa de correspondência (na caixa postal multimídia/hipermídia), de acordo com seu interesse, segundo os seguintes critérios:

- mensagens recebidas e enviadas agrupadas por correspondente (conforme exemplificado na figura 5). Este é o critério *default*.
- mensagens recebidas e enviadas agrupadas por correspondente, e dentro de cada correspondente, reunidas em composições delimitadas por períodos especificados de tempo.
- mensagens recebidas e enviadas agrupadas em composições delimitadas por períodos especificados de tempo.
- mensagens recebidas e enviadas agrupadas em composições por períodos especificados de tempo, e dentro de cada composição, agrupadas por correspondentes.

Ao acessar a caixa postal multimídia/hipermídia, o usuário pode fazer uso de todas as facilidades de consulta oferecidas pela máquina HyperProp. Como, por exemplo:

- Todas as mensagens-M/H recebidas de um determinado usuário, sobre um assunto específico, a partir de uma determinada data.
- Todas as mensagens-M/H enviadas sobre um determinado assunto, dentro de um determinado intervalo de tempo.
- Todas as mensagens-M/H trocadas (enviadas e recebidas) com determinado usuário ou grupo de usuários.

4.3 - Os Processos e Protocolos de Comunicação

A figura 6 ilustra os principais processos e protocolos envolvidos no SMHMS, quando da transmissão e recepção de uma mensagem multimídia/hipermídia.

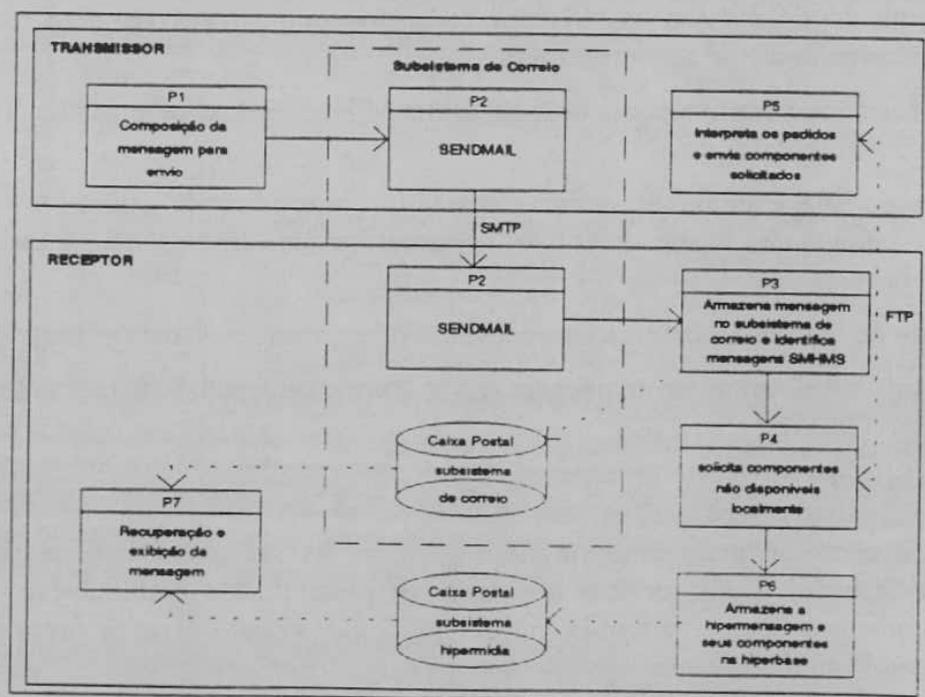


Figura 6 - Processos e Protocolos do SMHMS

O processo P1 é responsável pela composição da mensagem-T, para envio através do sistema de comunicação, de acordo com o documento RFC 822. O campo "CONTENT-TYPE: X-SMHMS" é acrescentado ao cabeçalho para identificar as mensagens geradas pelo SMHMS. O corpo da mensagem possui um formato fixo, onde cada linha corresponde à identificação de cada componente da mensagem-M/H. Após a criação da mensagem-T, o processo P1 a transfere para o processo P2.

O processo P2 encarrega-se de fazer a transmissão física da mensagem-T, de acordo com o padrão SMTP, e depositá-la na caixa postal de destino. No nosso protótipo, implementado em estações SUN, este processo corresponde, principalmente, ao programa SENDMAIL.

O programa SENDMAIL, conforme já mencionado, possui um serviço denominado "vacation". Originalmente este serviço foi pensado para transmissão automática de uma mensagem, sempre quando da chegada de uma correspondência para o usuário que solicitou o serviço. Essa mensagem automática, que pode ser modificada pelo usuário, é usada para comunicar ao remetente que o destinatário está provisoriamente indisponível (por exemplo, por motivo de férias). Quando esse serviço está ativado, em vez da mensagem ser imediatamente armazenada na caixa postal, ela é passada para o programa que executa o "vacation" (P3), que se encarrega então de armazená-la.

O processo P3 utiliza essa facilidade para ter acesso à mensagem-T no momento que ela é recebida pelo SENDMAIL. Além de armazená-la na caixa postal do correio tradicional (depois de transformá-la em uma mensagem-R), esse processo identifica se ela foi gerada pelo SMHMS, através do campo "Content-Type". Tratando-se de mensagem SMHMS, ela é passada ao processo P4 (através de uma caixa postal especial da Interface de Correio do servidor HyperProp).

O processo P4 interpreta a mensagem-T para descobrir quais componentes do corpo da mensagem-M/H não se encontram localmente, solicitando-os ao processo P5 através do protocolo FTP. P4 deve controlar se todos os componentes solicitados foram recebidos com sucesso, para só então passar a mensagem-M/H e seus componentes ao processo P6.

O processo P6 encarrega-se de armazenar apropriadamente os objetos na hiperbase. A mensagem-M/H é armazenada na caixa postal multimídia/hipermídia do usuário, e os diversos componentes recebidos são armazenados na hiperbase, de acordo com os critérios de acesso estabelecidos por seus criadores.

Finalmente, cabe ao processo P7 recuperar e exibir a mensagem, que pode ser ou não do sistema SMHMS. Se acontecer de algum conteúdo da mensagem não estar disponível no momento da apresentação, ou devido ao FTP ainda não estar concluído, ou por algum outro problema, o usuário é informado da impossibilidade momentânea da apresentação.

Uma mensagem-M/H só é exibida depois de estar com todos os seus componentes na caixa postal de destino, para evitar problemas de continuidade de dados na transmissão de áudio e vídeo. Felizmente, o processamento do tipo *batch* realizado pelos correios torna menos problemática a transmissão de dados contínuos. O problema de transmissão em tempo real fica restrito à rede do usuário de destino, quando da transmissão da

mensagem-M/H da sua caixa postal para a estação cliente. Caso haja impossibilidade de armazenar toda a mensagem-M/H na estação cliente antes de exibi-la (o que é bastante comum em mensagens que transportam vídeo e áudio), cuidados especiais devem ser tomados para garantir a exibição sincronizada, em tempo real, das diversas mídias.

O processo P7 pode não conseguir exibir todas as componentes das diversas mídias na estação de destino (por exemplo, se a estação não tiver a capacidade de manipular a mídia). Neste caso o usuário de destino é avisado pelo sistema e pode, opcionalmente, exibir as mídias que é capaz, ou abortar a exibição da mensagem.

Durante a especificação do sistema tomou-se, sempre que possível, o cuidado de evitar tráfego desnecessário na rede. Esta é uma das razões pelas quais não há retransmissão de fragmentos (nós) de uma mensagem, se eles já existem no destino, fazendo parte de um outro documento-M/H qualquer. Também para evitar tráfego desnecessário na rede, só são pedidos, pela caixa postal de destino, os nós que ela sabe que o usuário de destino consegue exibir em sua estação cliente.

5 - Trabalhos Relacionados

Alguns sistemas foram propostos, e alguns poucos implementados, para a transmissão de correio multimídia/hipermídia. Dentre eles pode-se destacar o CCWS [Pogg85], o Montage [Edwa91], o Diamond [Thom85] e o DARPA [Reyn85].

Montage e Diamond permitem apenas o uso de mensagens multimídia não provendo suporte a mensagens hipermídia. O modelo conceitual de documentos multimídia/hipermídia usado no SMHMS possibilita não apenas a manipulação eficiente de mensagens pequenas (com poucas, ou talvez uma única mídia), mas também de composições bastante complexas. O modelo usado vai também permitir a utilização de mensagens interativas com a mesma eficiência e elegância que provê a exibição automática de composições.

Em Montage existe um único fluxo para a exibição das informações. Este fluxo é refletido nos componentes primários da mensagem que, ou contêm áudio e vídeo, ou texto, gráfico e imagem. No fluxo primário não há a possibilidade de se misturar todas as mídias. Informações adicionais podem ser introduzidas no fluxo primário através de afixos, de qualquer mídia, identificados por um ícone. Estes afixos são exibidos se selecionados. A associação de condições e ações em elos, e de regiões de ancoragem genéricas oferecidas pelo HyperProp, generalizam todas as funções do Montage, incluindo a exibição de qualquer combinação de mídia.

A limitação dos agentes de transporte tradicionais, de permitirem apenas mensagens consistindo de caracteres ASCII, faz com que sistemas de correio eletrônico multimídia, que utilizam o sistema de transporte tradicional para enviarem suas mensagens, sejam ineficientes. Tal é o caso do Montage, onde mensagens multimídia devem ser codificadas em ASCII, o que geralmente aumentam razoavelmente seu tamanho, que, como é sabido, já é por demasiado grande em mídias do tipo áudio e vídeo. Neste sentido o SMHMS apresenta uma solução bem mais eficiente no caso de mensagens grandes. No caso de

mensagens curtas, o usuário tem sempre a oportunidade de enviá-las como uma mensagem padrão, se elas forem constituídas só da mídia texto. Mensagens curtas contendo as outras mídias são raras.

Diamond é capaz de manipular mensagens textuais de sistemas tradicionais. Ao receber uma mensagem destes sistemas, ele a converte numa mensagem multimídia com um elemento texto. Quando do envio de uma mensagem multimídia ao sistema tradicional, por exemplo, contendo um texto e um trecho de voz, Diamond converte o trecho de voz para o seguinte texto: "Havia um trecho de voz aqui.". Embora não implemente em sua primeira versão esta facilidade de conversão de formatos, o SMHMS poderá facilmente converter uma mensagem padrão em uma mensagem multimídia. Esta facilidade deve ser incorporada ainda no protótipo atual do sistema. Quanto a conversão inversa, isto é, de uma mensagem-M/H em mensagem padrão, a solução não é tão simples. Diamond só trata de documentos multimídia lineares, o que facilita a solução dada neste sistema. Em mensagens multimídia lineares do SMHMS a mesma solução também pode ser adotada. O problema é quando o documento-M/H é não linear. Como linearizá-lo? O sistema HyperProp oferece um suporte a uma possível linearização através do uso de trilhas [SoCR93b]. Uma extensão do SMHMS que ofereça tal facilidade é um dos nossos próximos trabalhos futuros.

Os Sistemas DARPA e CCWS utilizam-se do mesmo protocolo para a transmissão confiável de suas mensagens multimídia. Esse protocolo define duas primitivas (DELIVER e ACKNOWLEDGE) que especificam os procedimentos a serem executados entre transmissor e receptor durante a comunicação. A transferência é feita utilizando um protocolo de comunicação orientado a conexão, embora outras formas de implementação sejam permitidas. Diferentemente do SMHMS e do Montage, o DARPA e CCWS não fazem uso do mecanismo de transmissão dos correios tradicionais, o que diminui sua interoperabilidade. Embora esses protocolos possam se comunicar com o correio local, programas especiais são necessários para converter mensagens de um formato para o outro.

Dentre os sistemas citados, somente o Sistema DARPA é baseado na noção de um padrão para representação de documentos multimídia independente de máquina. O SMHMS utiliza-se, com esse objetivo, da proposta de padrão MHEG, descrita sucintamente na seção 2.1.

O CCWS, de todos os sistemas mencionados, é o que possui a interface com o usuário mais completa. Através de dois editores, o *Prompter* e o *Editor de Estruturas*, o usuário pode criar e editar documentos complexos, utilizar-se de modelos (*templates*) pré-definidos por ele para a criação de mensagens, adaptar a interface às suas preferências, utilizar linguagem natural, ter acesso a *helps* etc. Na versão preliminar do SMHMS, a preocupação maior será em prover todos os serviços de forma eficiente, e com uma boa, porém simples, interface com o usuário. Facilidades adicionais, tais como uso de linguagem natural e adaptação da interface às preferências do usuário, poderão ser introduzidas futuramente.

Uma característica importante no SMHMS é o tratamento da mensagem multimídia/hipermídia como um objeto do modelo hipermídia, possibilitando entre outras

coisas, uma enorme redução do espaço de armazenamento das caixas postais e o compartilhamento de componentes comuns. O Sistema CCWS, ao contrário, trata a mensagem nos mesmos moldes do sistema tradicional, ou seja, a mensagem contém, fisicamente, todos os seus componentes. Para reduzir esse problema, quando do arquivamento das mensagens em mais de um *folder* (pasta), ele utiliza a capacidade de ligação (*links*) de arquivos do sistema UNIX para manter apenas uma cópia física da mensagem. O Sistema Diamond, embora limitado somente a mensagens multimídia, realiza um bom aproveitamento do espaço de armazenamento, através da utilização de uma base de dados denominada *Diamond Document Store*. Além das mensagens e documentos, todos os componentes de mídias são armazenados individualmente nessa base, e são utilizados em documentos através de referências, possibilitando que um mesmo componente seja utilizado em vários documentos. *Folders*, no Diamond, contém referências a documentos e outros *folders*.

A possibilidade de limitar o envio de objetos multimídia a só aqueles que já não se encontram no destino e àqueles que a estação cliente consegue exibir, é outra facilidade importante oferecida pelo SMHMS. Esta facilidade, inexistente em todos os sistemas citados, diminui em muito o tráfego inútil na rede, principalmente levando-se em conta que mensagens multimídia/hipermídia costumam fazer uma grande reutilização de objetos.

6 - Conclusão

O sucesso de um sistema de comunicação é diretamente relacionado ao número de usuários potenciais. Em um Sistema de correio eletrônico isso é diretamente relacionado à qualidade dos seus serviços e ao seu grau de interoperabilidade. O objetivo do SMHMS é funcionar como um sistema de correio multimídia/hipermídia completo, substituindo o correio tradicional. O uso de padrões de transporte e padrões de representação e codificação de objetos multimídia/hipermídia, garantem a boa interoperabilidade do sistema.

A implementação do sistema está sendo baseada em uma série de suposições que, acreditamos, devem aumentar a quantidade de usuários potenciais, tanto quanto simplificar sua implementação.

Uma primeira versão do SMHMS está prevista para julho deste ano. O protótipo vem sendo desenvolvido em estações SUN, utilizando como agente de correio o programa *sendmail*. Embora nós não tenhamos tentado usar o agente de transporte do padrão X.400, nós acreditamos que ele poderá ser usado a contento.

A troca de objetos MHEG entre as Interfaces de Correio dos servidores HyperProp, fazem hoje uso intenso do protocolo *FTP*. As mensagens, requisições, confirmações, etc., usadas para intercâmbio de objetos multimídia/hipermídia são objeto da série de recomendações T.170 da ITU, que deverá incluir o padrão MHEG como sua recomendação T.171. Faz parte de nossas intenções substituir o *FTP* por estes padrões em implementações futuras.

Agradecimentos:

Os autores gostariam de agradecer ao Banco do Nordeste do Brasil - BNB, ao Departamento de Informática da PUC-Rio e à Secretaria de Ciência e Tecnologia, pelo apoio dado ao projeto, viabilizando sua realização.

Referências Bibliográficas

- [Croc82] Crocker, D.H. "Standard for the Format of ARPA Internet Text Messages". *RFC 822*. Agosto de 1982.
- [Edwa91] Edwards, W.K.; The Design and Implementation of the Montage Multimedia Mail System. *Proceedings of TRICOMM'91*. Chapel Hill, NC, USA. 18-19 de abril de 1991. pp 47-57.
- [ISO 86] ISO 8879. "Information Processing - Text and Office Systems - Standard Generalized Markup Language (SGML). 1986.
- [ISO87a] ISO 8824. "Information Processing - Open Systems Interconnection - Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN.1). 1987.
- [ISO87b] ISO 8825. "Information Processing - Open Systems Interconnection - Specification of Basic Encoding Rules for Abstract Syntax Notation One (ASN.1). 1987.
- [MHEG93] MHEG. "Information Technology - Coded Representation of Multimedia and Hypermedia Information Objects - Part1: Base Notation. *Committee Draft ISO/IEC CD 13522-1*. July 1993.
- [Pogg85] Poggio A.; Aceves, J.G.L.; Craighill, E.J.; Moran, D.; Aguilar, L.; Worthington, D.; Hight, J. "CCWS: A computer-Based, Multimedia Information System". *IEEE Computer Magazine*. Outubro de 1985, Vol. 23, No. 10, pp. 92-103.
- [Post82] Postel, J.B. "Simple Mail Transfer Protocol". *RFC 821*. Agosto de 1982.
- [PoRe85] Postel, J.B.; Reynolds, J. "File Transfer Protocol". *RFC 959*. Outubro de 1985.
- [Reyn85] Reynolds, J.K.; Postel, J.B.; Katz, A.R.; Finn, G.G.; DeSchon, A.L. "The DARPA Experimental Multimedia Mail System". *IEEE Computer Magazine*. Outubro de 1985, Vol. 23, No. 10, pp. 82-89.
- [SoCa93] Soares, L.F.G.; Casanova, M.A. "Modelo de Contextos Aninhados com Intercâmbio de Objetos MHEG em Arquiteturas Distribuídas". *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores*. Campinas, São Paulo, Brazil. May de 1993.
- [SoCC93] Soares, L.F.G.; Casanova, M.A.; Colcher, S. "An Architecture for Hypermedia Systems Using MHEG Standard Objects Interchange". *Proceedings of the Workshop on Hypermedia and Hypertext Standards*. Amsterdam, The Netherlands. April 1993.
- [SoCR93a] Soares, L.F.G.; Casanova, M.A.; Rodriguez, N.L.R. "Um Modelo Conceitual Hipermedia com Nós de Composição e Controle de Versões". *Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*. Rio de Janeiro, Brazil. October 1993.
- [SoCR93b] Soares, L.F.G.; Casanova, M.A.; Rodriguez, N.L.R. "An Open Hypermedia System with Nested Composite Nodes and Version Control". *Relatório Técnico PUC-Rio - Departamento de Informática*. Rio de Janeiro. Novembro de 1993.
- [Thom85] Thomas, R.H.; Forsdick, H C.; Crowley, T.R.; Schaaf, R.W.; Tomlinson, R.S.; Travers, V.M.; Robertson, G.G. "DIAMOND: A Multimedia Message System Built on a Distributed Architecture". *IEEE Computer Magazine*. Dezembro de 1985, Vol. 23, No. 12, pp. 65-77.