Capítulo I

Introdução

A idéia de oferecer serviços através de comunicações multidestinatárias é bastante antiga. Na década de trinta já existiam serviços de comunicação telefônica baseadas em multiconexão. Mais tarde, após o aparecimento dos sistemas de TV, também foi possível a integração de vídeo e áudio, permitindo realizações práticas de sistemas analógicos de áudio-conferência e vídeo-conferência. Bem mais tarde, com o advento da eletrônica digital e a grande evolução dos sistemas de processamento de dados, aliada a necessidade crescente de transferência de informação, propiciaram a associação da informática às telecomunicações dando origem à teleinformática.

De um lado as redes de computadores evoluem e tem-se facilidades de alto tráfego, como o propiciado pelas Redes Digitais de Serviços Integrados em Banda Larga (RDSI-BL) que estimulam o surgimento de novas aplicações baseadas em serviços multimídia. De outro lado, existe o avanço conseguido nas tecnologias do segmento espacial, repercutindo na melhor qualidade e eficiência dos satélites de comunicações.

As atuais redes locais possuem baixíssima taxa de erros (*Bit Error Rate* - BER) e tempo de propagação também muito baixo, embora cubram uma região geográfica bem delimitada sendo, algumas vezes, bastante difícil ou até tecnicamente inviável a sua expansão. Os sistemas de comunicação via satélite, por sua vez, possuem maiores taxas de erros e elevados retardos de propagação, tipicamente 300 ms. Mas, em se tratando de satélite, a área geográfica coberta atinge vários milhares de quilômetros com taxas de transmissão razoáveis, da ordem de Mbps.

As aplicações que poderão ser desenvolvidas visando sistemas de tele-conferência e utilizando satélite como meio físico necessitam de serviços multiponto-a-multiponto dotados de mecanismos de recuperação de erros e controle de fluxo que levem em conta as características específicas das comunicações via satélite.

No entanto é ainda interessante que este serviço multiponto-a-multiponto possa também ser utilizado em ambientes de redes locais de computadores, a despeito de suas diferentes características, quando comparado ao ambiente de satélite.

Este trabalho apresenta a concepção, especificação, validação e implementação de um protocolo de comunicação multiponto-a-multiponto confiável apropriado a ambientes que permitam difusão, tais como: satélite ou redes locais (A utilização em diferentes ambientes é possível através de parâmetros do protocolo que podem ser alterados pelo próprio usuário.)

Os serviços oferecidos correspondem às funcionalidades da camada Enlace do Modelo de Referência de Interconexão de Sistemas Abertos (RM-OSI) [1]. No ambiente de redes locais, o protocolo usa os serviços da camada MAC nas configurações ponto-a-ponto e ponto-a-multiponto, enquanto no ambiente de satélite usa as funções da camada Física.

Devido à complexidade do protocolo proposto e seguindo as tendências para especificação de protocolos, utilizou-se uma metodologia adequada ao projeto de protocolos, que corresponde ao uso de uma Técnica de Descrição Formal (TDF) para a obtenção da especificação do protocolo e de seus serviços. Isto propiciou a obtenção de uma especificação não ambígua, clara e precisa, além de permitir sua verificação e validação. O protocolo foi especificado formalmente na linguagem ESTELLE e submetido a um processo de verificação em um ambiente de CAD ESTELLE que incluiu a sua simulação com seqüências de testes geradas automaticamente.

A etapa final foi a implementação do protocolo e de uma aplicação. Esta aplicação permite tanto a utilização dos serviços através de uma conferência em modo texto por usuários comuns em condições reais de operação, como também testes de desempenho através de medidas de vazão. Além disto, é através da aplicação que o usuário tem acesso aos parâmetros do protocolo que permitem adequá-lo a diferentes ambientes. A implementação do protocolo, realizada em linguagem C, segue um modelo de arquitetura em camadas com mecanismos que visam alto desempenho.

O sistema como um todo contém mais de 30.000 linhas de código, das quais 4.600 foram usadas na máquina de estados do protocolo.

Este trabalho está organizado em seis capítulos, conforme descrito a seguir.

O Capítulo II apresenta uma descrição sucinta das características e requisitos necessários ao serviço de transferência confiável de dados multiponto-a-multiponto. O serviço é descrito em linguagem natural. As primitivas de serviço são descritas, assim como as seqüências de primitivas. Finalizando o capítulo, o protocolo é apresentado. Esta apresentação inicia com a

descrição das PDUs utilizadas, seguida da máquina de estados do protocolo que é descrita através de predicados, ações e tabelas evento-estado.

O Capítulo III apresenta a especificação formal do protocolo em linguagem ESTELLE. O Capítulo III inicia com uma breve descrição das ferramentas usadas na especificação e validação do protocolo, desenvolvidas no GTA (Grupo de Teleinformática e Automação da UFRJ). Uma introdução à linguagem ESTELLE é apresentada, seguida de uma descrição resumida da especificação do serviço proposto em ESTELLE. A especificação completa do protocolo é encontrada no Apêndice A. Também são descritos os problemas encontrados e soluções adotadas, durante esta fase do trabalho.

O Capítulo IV apresenta a implementação do protocolo. Este Capítulo inicia com a descrição e evolução dos mecanismos de gerenciamento desenvolvidos pelo GTA, que propiciam um alto desempenho do sistema como um todo. Após a análise de alguns problemas encontrados nestes módulos, são propostas soluções. Estas soluções propostas foram utilizadas na implementação do presente trabalho. Os aspectos relevantes da implementação do presente trabalho são então apresentados, mostrando-se as novas estruturas criadas e rotinas relevantes.

O Capítulo V apresenta a aplicação desenvolvida e implementada. Inicialmente, este Capítulo mostra a aplicação como vista pelo usuário, apresentando suas facilidades e teclas-chave. As rotinas principais da aplicação são sumariamente descritas. A máquina de estados da aplicação é apresentada a semelhança da máquina do protocolo: através de tabelas evento-estado. Faz-se uma discussão sobre os valores utilizáveis para os parâmetros do protocolo, a relação entre estes parâmetros e a implicação do uso de valores inadequados, levando-se em conta o ambiente no qual o sistema é utilizado (rede local ou satélite).

O Capítulo VI apresenta as medidas de vazão efetuadas e as considerações finais.