

Uma Ferramenta de Videoconferência para apoiar Múltiplas Sessões de Trabalho Colaborativo

Luciana dos Santos Lima¹
Börje Karlsson¹
Alberto Raposo¹
Ismael Humberto Ferreira dos Santos^{1,2}

(1) TECGRAF – PUC-Rio
Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea
Rio de Janeiro – RJ, CEP: 22453-900

(2) CENPES, Centro de Pesquisas da Petrobras
Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ, CEP: 21949-900

{luciana,borje,abraposo,ismael}@tecgraf.puc-rio.br

RESUMO

Este artigo apresenta o CSVTool, uma ferramenta de videoconferência desenvolvida para oferecer suporte a sessões de trabalho colaborativo, focada na comunicação por áudio e vídeo, mas que envolve também recursos de cooperação (transmissão de *desktop*) e coordenação. O foco principal deste artigo é a evolução dos recursos de coordenação do CSVTool a partir de uma versão inicial da ferramenta, especificada considerando primordialmente aspectos de comunicação. Dentre os recursos de coordenação abordados, destacam-se: o gerenciamento de múltiplas sessões, o controle individual dos fluxos de áudio e vídeo transmitidos e recebidos por cada participante e a definição de tipos de sessões.

ABSTRACT

This paper presents CSVTool, a videoconference tool developed to support collaborative work sessions, focused on audio and video communication, but that also supports cooperation (desktop transmission) and coordination features. The main focus of this paper is on the evolution of CSVTool coordination features since the tool initial version, more focused in communication. Amongst the described coordination features, the following could be highlighted: management of multiple sessions, individual control of transmitted and received audio and video streams for each participant, and definition of new session types.

Categories and Subject Descriptors

H.5.3 [Group and Organization Interfaces]: Computer supported cooperative work – *computer-supported cooperative work, collaborative computing, synchronous interaction.*

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

WebMedia'07, October 21-24, 2007, Gramado, RS, Brazil.
Copyright 2007 ACM 978-85-7669-150-1/07/0010...\$5.00.

General Terms

Design, Experimentation, Human Factors.

Keywords

Collaborative systems, videoconference, management of multiple sessions, coordination.

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço sempre crescente do poder de processamento dos dispositivos computacionais e de desempenho da rede, o uso de ferramentas de videoconferência tem se tornado uma alternativa cada vez mais viável em grandes empresas, com unidades administrativas e de produção geograficamente distribuídas. As ferramentas de videoconferência vêm sendo cada vez mais utilizadas em cenários distintos, para os propósitos mais diversificados, como reuniões e trabalho colaborativo entre especialistas em diferentes áreas de atuação.

As mídias audiovisuais possibilitam uma maior interação entre os usuários, promovendo, em uma empresa, uma maior integração entre membros de um mesmo projeto que se encontram em localidades distintas. A proximidade virtual, criada pelos contatos estabelecidos entre os usuários através do uso de ferramentas de videoconferência, possibilita um nível de colaboração mais estreito, viabilizando intervenções de especialistas que em outras circunstâncias precisariam se deslocar fisicamente para oferecer um suporte efetivo ao projeto em desenvolvimento. Essa estratégia de colaboração promove o compartilhamento de informações profissionais privilegiadas e encurta distâncias, reduzindo o custo de viagens, e, o mais importante, possibilita a otimização das horas efetivas de trabalho.

Neste artigo é apresentada uma nova versão do CSVTool (*Collaboration Supported by Video Tool*) [10, 11], uma ferramenta de colaboração baseada em mídias audiovisuais e elementos textuais, projetada para ser simples, independente de plataforma e prover suporte a sessões multiusuário através de

comunicação *unicast*. Inicialmente projetada para prover recursos de colaboração para aplicações com pouco ou nenhum suporte à colaboração, a ferramenta CSVTool evoluiu para englobar outros objetivos. Dentre os aspectos que foram incorporados à versão original do CSVTool, pode-se mencionar o gerenciamento de sessões, a customização de tipos de videoconferência, com a especificação de papéis e permissões de envio e recepção de áudio e vídeo, e a reformulação da interface gráfica para facilitar a interação do usuário, que foi implementada como resultado de um projeto de avaliação, adotando uma abordagem baseada em técnicas de interação humano-computador (IHC) [12].

Este artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 discute aspectos teóricos relacionados a sistemas de videoconferência, que se caracterizam como sistemas colaborativos. A Seção 3 introduz o CSVTool e descreve as modificações inseridas na sua nova versão no que diz respeito ao reprojeto da interface do sistema e à customização de tipos de videoconferências para prover melhor suporte computacional à colaboração. A Seção 4 apresenta um breve resumo comparativo em relação a outras ferramentas de videoconferência, especialmente no que diz respeito a alguns dos principais requisitos do CSVTool. A Seção 5 traz a arquitetura proposta para incorporar ao CSVTool um módulo de gerenciamento de sessões. Finalmente, as conclusões e os trabalhos futuros são discutidos na Seção 6.

2. COMUNICAÇÃO, COORDENAÇÃO E COOPERAÇÃO EM SISTEMAS COLABORATIVOS

O CSVTool, assim como qualquer outro sistema colaborativo, pode ser analisado de acordo com o modelo 3C de colaboração [6]. Esse modelo, inicialmente proposto por Ellis [4], entende que o suporte computacional à colaboração pode ser realizado por meio da interação entre mecanismos de comunicação, coordenação e cooperação. Comunicação está relacionada à troca de mensagens e informações entre as pessoas. Coordenação diz respeito ao gerenciamento de pessoas, suas atividades e recursos. Cooperação, por sua vez, se relaciona à produção que ocorre em um espaço de trabalho compartilhado.

Apesar da separação dos 3Cs para fins de análise, comunicação, coordenação e cooperação não podem ser vistas de forma isolada, uma vez que existe uma constante interação entre elas [6]. Essa relação entre os 3Cs do modelo pode ser usada para guiar o projeto de uma ferramenta colaborativa qualquer, mesmo que ela esteja mais voltada para um dos 3Cs. Uma ferramenta de videoconferência, por exemplo, que é essencialmente uma ferramenta de comunicação, requer não apenas recursos de comunicação (troca de mensagens, áudio e vídeo), mas também de coordenação (políticas de acesso e gerenciamento de sessões, por exemplo) e cooperação (área de compartilhamento de arquivos e registro das sessões, por exemplo).

Como comunicação é de fato o principal “C” do CSVTool, sua versão inicial se preocupou primordialmente com essa dimensão da colaboração. Em sua primeira versão, os principais fatores considerados foram as formas de transmissão (áudio, vídeo e mensagens instantâneas textuais), protocolos de transmissão (optou-se pelo RTP – *Real-Time Protocol*), e aspectos relacionados [11]. Porém, como previsto no modelo 3C de colaboração, não é possível desconsiderar totalmente os outros

“Cs” no projeto de um sistema colaborativo [7]. Assim, desde suas primeiras versões, questões relacionadas à coordenação e cooperação precisaram ser tratadas.

No que diz respeito à coordenação, foi necessário criar mecanismos de controle de participação, uma vez que, em ambientes multiusuário, o número de conexões RTP pode aumentar drasticamente, provocando uma sobrecarga tanto nos computadores dos usuários quanto na rede que os interconecta. A idéia que deu origem ao mecanismo de controle de participação implementado se baseia no fato de que algumas conexões são mais importantes do que outras, de modo que o usuário pode selecionar a informação que deseja receber em função da sua relevância, evitando conexões desnecessárias. A abordagem descrita foi implementada por meio de mecanismos de coordenação e de comunicação baseados em matrizes quadradas *booleanas*, que representam as permissões e intenções dos usuários em receber e enviar os fluxos de áudio e vídeo [10]. O nível de compressão de vídeo pode ser usado como um recurso adicional para controlar a relação qualidade/desempenho vs. relevância dos dados.

O mecanismo de controle de participação foi implementado com o intuito de oferecer ao usuário flexibilidade no gerenciamento dos elementos audiovisuais, entretanto, esse mecanismo introduziu um fator de dificuldade no uso do CSVTool, o que foi comprovado por experimentos com usuários [12]. O reprojeto da interface do CSVTool e a criação de tipos de videoconferências, apresentados na Seção 3, mostram que, na evolução do sistema de comunicação, os aspectos de coordenação se tornaram mais relevantes. O mecanismo de gerenciamento de múltiplas sessões, apresentado na Seção 5, também está relacionado à coordenação.

Com relação à cooperação, após o desenvolvimento da versão inicial do sistema, alguns usuários sugeriram a inclusão do recurso de transmissão de *desktop*. O recurso de envio de tela despertou o interesse para suprir um antigo problema. Em muitas situações, tais como treinamento e ajuda *on-line*, especialistas precisam demonstrar, de forma clara, o que acontece em seus *desktops*, sem a necessidade de um encontro presencial. Nesses casos, a transmissão de *desktop* é um recurso mais importante até mesmo que a transmissão de áudio e vídeo, visto que os especialistas geralmente se falam ao telefone durante essas situações. A dimensão da cooperação no CSVTool tornou-se tão importante que o projeto se dividiu, sendo criada uma nova ferramenta, denominada VDTool (*Virtual Desktop Tool*), focada essencialmente em aspectos do espaço de trabalho compartilhado: compartilhamento de *desktop*, transmissão de arquivos, controle remoto de *mouse*, etc. As extensões desenvolvidas no contexto do VDTool estão atualmente sendo incorporadas ao CSVTool. No entanto, o presente artigo se restringe à discussão do núcleo do CSVTool; maiores detalhes sobre o VDTool podem ser encontrados em [1].

Outro aspecto ligado ao modelo 3C de colaboração é a idéia de usar o CSVTool como ferramenta para prover recursos de comunicação (e eventualmente cooperação, para o caso de compartilhamento de *desktops*) adicionais a aplicações que oferecem algum nível de suporte à colaboração. Por meio de seus canais de comunicação audiovisual e de cooperação, o CSVTool pode enriquecer a experiência colaborativa em aplicações multiusuário. O processo de acoplamento do CSVTool requer apenas que a aplicação *host* implemente a API de integração do

CSVTool, necessária à criação da sessão de videoconferência. Como a aplicação *host*, por ser colaborativa, implementa o conceito de sessão (ou pelo menos possui a informação sobre quem são os usuários conectados ao sistema), a videoconferência pode ser inicializada pelo modelo *dial-out*, onde o servidor determina quais usuários farão parte da conferência e realiza uma chamada a cada um deles, para que possam participar da mesma [13]. Anteriormente ao desenvolvimento do recurso de multisessão, na sua versão de execução como um sistema independente de videoconferência, o CSVTool usava exclusivamente o modelo *dial-in* de conexão. Nesse modelo, os usuários devem realizar manualmente uma chamada para participar de uma sessão de videoconferência. É importante ressaltar que a API de integração atual do CSVTool propicia um conjunto de funcionalidades de controle não previstas em sua versão de integração inicial.

3. CSVTOOL

A ferramenta de videoconferência CSVTool foi concebida inicialmente para atender a demanda da Petrobras para conectar as salas de visualização da empresa. Essas salas são equipadas com projetores estéreo e áreas de projeção de grandes dimensões, equipamentos necessários para a execução de um conjunto de aplicativos visuais utilizados na empresa. O CSVTool também pode conectar usuários em suas estações de trabalho a salas de visualização e vice-versa. O CSVTool define dois módulos básicos de operação: o servidor e o cliente. O servidor é o módulo administrativo do sistema, responsável pelo gerenciamento da sessão de videoconferência e de seus participantes. O cliente é o módulo responsável pela interação do usuário do sistema com a sessão de videoconferência, através do qual é possível controlar o envio e a recepção dos fluxos de áudio e vídeo, ajustar os parâmetros associados a captura e transmissão de vídeo, enviar mensagens de texto e receber notificações de eventos de controle associados à sessão.

Dentre os principais requisitos de projeto do CSVTool três aspectos merecem destaque. O primeiro diz respeito à capacidade de controle individual dos fluxos de áudio e vídeo sendo transmitidos e recebidos por cada participante como uma estratégia para minimizar as restrições de consumo de CPU e largura de banda, comuns a aplicações de videoconferência, as quais realizam a captura, o processamento e a transmissão, em tempo real, das mídias audiovisuais. O segundo item trata a questão da independência de plataforma, o CSVTool oferece suporte ao trabalho colaborativo baseado em mídias audiovisuais para diferentes plataformas – Windows e sistemas Unix –, promovendo o gerenciamento de diferentes sessões de videoconferência multiusuário simultaneamente. A linguagem Java da SUN foi escolhida para o desenvolvimento do CSVTool por ser uma linguagem multiplataforma e pela SUN disponibilizar uma biblioteca gratuita que oferece suporte a inserção de áudio e vídeo em aplicações Java, a API JMF (*Java Media Framework*) [15]. Essa API oferece uma camada de abstração a um conjunto de problemas, relacionados as mídias áudio e vídeo, encontrados no desenvolvimento do CSVTool em algumas das plataformas alvo. O terceiro requisito de projeto aborda a questão da integração do CSVTool a aplicações colaborativas utilizadas pela Petrobras, munindo essas ferramentas com um meio de colaboração adicional, através da exploração das mídias audiovisuais. A integração do CSVTool a aplicações colaborativas

é feita de forma suave, com prototipação rápida e a baixo custo, dado que não há a necessidade de aquisição de nenhum componente de *hardware* especial, sendo necessário apenas acoplar ao computador do usuário uma *webcam*, um microfone e caixas de som, o que atualmente corresponde a uma configuração bastante usual e acessível. Essa integração é implementada através de uma API em CORBA. Essa API foi utilizada no desenvolvimento de um *plugin* colaborativo para o *software* Gocad (*Geological Objects Computer Aided Design*) [8], denominado NetGocad.

É importante mencionar que este artigo aborda exclusivamente a utilização do CSVTool como um sistema independente de videoconferência, tendo como foco principal a sua evolução, que conduziu à especificação e ao desenvolvimento de um módulo de gerenciamento de múltiplas sessões de videoconferência.

3.1 Interface do Sistema

A interface do cliente CSVTool foi reprojeta para simplificar a interação do usuário, adotando uma abordagem de projeto de IHC, baseada em modelos e centrada no usuário. O resultado da remodelagem da interface do sistema, em função da avaliação realizada em [12], pode ser observado na Figura 1.

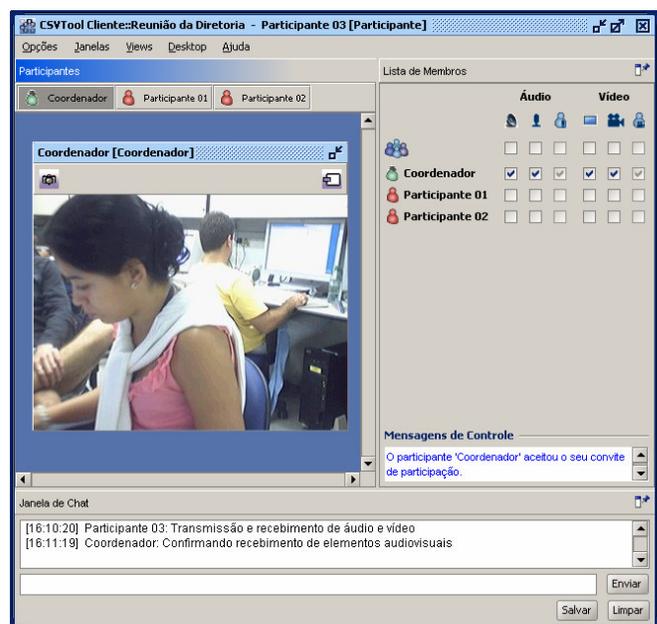


Figura 1. Interface do cliente CSVTool.

Na nova interface, os controles referentes aos canais de áudio e vídeo foram acomodados em um painel lateral, identificado na Figura 1 como "Lista de Membros". Na versão anterior esses controles estavam embutidos na janela de exibição de vídeo de cada membro da sessão. O propósito dessa modificação é prover aos participantes uma maior ciência (*awareness*) de informações relevantes à sessão, oferecendo ao usuário um mecanismo de acesso simplificado à informação de todos os participantes e da sua comunicação com os mesmos (*status* da sessão).

Deve-se ressaltar que no CSVTool, o usuário possui controle total sobre os canais de comunicação de áudio e vídeo, podendo ativar ou desativar o envio e recepção dessas mídias para cada membro da sessão de videoconferência. Como pode-se observar na

Figura 2, a partir do painel “Lista de Membros” é possível configurar as opções de recepção e transmissão de áudio (primeira e segunda colunas, respectivamente, relativas ao item “Áudio”) e de recepção e transmissão de vídeo (primeira e segunda colunas, respectivamente, relativas ao item “Vídeo”), para cada participante, individualmente, ou para todo o grupo (primeira linha com as caixas de seleções). As terceiras colunas dos itens “Áudio” e “Vídeo” dizem respeito ao participante remoto, indicando se ele está recebendo ou não os fluxos de áudio e vídeo transmitidos pelo usuário local.



Figura 2. Controles do Usuário.

Através de um menu associado à identificação de cada usuário é possível definir um novo coordenador para a sessão, iniciar e finalizar a transmissão de áudio e/ou vídeo para os demais participantes. Na Figura 2, as diferentes cores associadas aos participantes na “Lista de Membros” dizem respeito aos diferentes estados em que se encontra o estabelecimento de uma conexão para transmissão de mídias audiovisuais: “vermelho” indica que a conexão não foi estabelecida e, conseqüentemente, que os fluxos de áudio e vídeo não foram transmitidos, “amarelo” indica que o usuário enviou um convite de participação ao participante remoto e aguarda a sua resposta, já o “verde” indica que a conexão foi estabelecida e os participantes iniciaram os mecanismos de transmissão e recepção de áudio e vídeo.

Tanto o painel “Lista de Membros” quanto o painel “Janela de Chat” podem ser “escondidos” ou ter as suas dimensões e posições alteradas. As alterações efetuadas na interface gráfica do cliente CSVTool serão recuperadas na próxima vez em que o usuário inicializar o sistema.

Nas versões anteriores do sistema, havia apenas uma visão parcial do controle dos fluxos, uma vez que, como foi mencionado anteriormente, os comandos relativos a esse controle eram integrados à janela de vídeo de cada usuário, o que provocava a perda de importantes informações de contexto. Além disso, essa informação era exibida de maneira muito densa, através de combinações de ícones, o que gerava alguns problemas de interpretação do estado da comunicação [12].

Alguns outros pontos também foram modificados com relação à coordenação da sessão: o coordenador da sessão agora é claramente distinguido dos demais usuários através do uso de um ícone diferenciado e da sua identificação ao se passar o *mouse* sobre o nome do usuário que exerce esse papel. Foi criada uma área em destaque para mensagens de controle do sistema.

3.2 Definição da Sessão de Videoconferência

No processo de criação de uma sessão de videoconferência é preciso: (i) selecionar o descritivo de uma sessão já existente ou definir um identificador descritivo para a nova sessão (criação de

sessão), (ii) selecionar o tipo da videoconferência e (iii) o papel que o usuário irá assumir na sessão, (iv) especificar o escopo da sessão – público ou privado – e (v) selecionar os participantes conectados ao sistema que terão acesso à sessão; essa opção somente é habilitada caso trate-se da criação de uma nova sessão e o seu escopo tenha sido definido como privado. O escopo determina as restrições de acesso de um usuário a uma sessão de videoconferência. Em uma sessão pública todos os usuários do sistema podem participar, já em uma sessão privada existe uma lista de participantes que possuem permissão de acesso.

Em sua nova versão, as sessões de videoconferência criadas no CSVTool são especificadas através de um arquivo de configuração. Quando o CSVTool é instalado, os tipos de videoconferência disponíveis assumem os valores padrão, definidos no *template* do arquivo de configuração de tipos de videoconferência. Esse arquivo pode ser alterado para atender a demanda do criador da sessão por tipos específicos de videoconferência.

Os tipos de sessões de videoconferência especificam os papéis que os usuários podem assumir e as permissões associadas a cada papel. São as permissões que estabelecem o nível de participação dos usuários, definindo se o participante pode enviar áudio e vídeo para os demais membros da sessão, o que determina o seu comportamento na sessão de videoconferência. Os tipos básicos definidos como padrão CSVTool são: Informal (INFORMAL), Palestra (LECTURE) e Sala de Aula (CLASSROOM), como ilustrado na Figura 3.

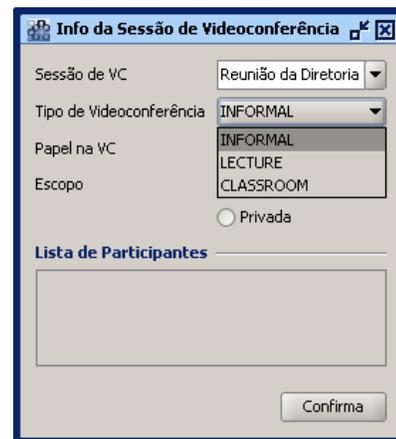


Figura 3. Tipos de sessões de videoconferência.

- **Palestra:** O coordenador da sessão é o “palestrante”, o qual pode enviar dados para todos os outros usuários, os quais assumem o papel de “participante”. As demais conexões (participante → participante e participante → palestrante) não são permitidas. Os participantes podem desabilitar a recepção de áudio e vídeo do palestrante.
- **Sala de Aula:** O coordenador da sessão é o “professor”, o qual pode se comunicar com todos os outros participantes (os “alunos”). A comunicação entre alunos (“conversa paralela”) é proibida. No modo sala de aula, a permissão de enviar áudio e vídeo é alternada entre os participantes através da mediação do professor.

- **Livre:** São definidos os papéis “coordenador” e “participante”. Nesse tipo de sessão é permitido qualquer tipo de comunicação entre os usuários, ou seja, qualquer usuário, seja “coordenador” ou “participante”, pode enviar e receber os fluxos de áudio e vídeo. O coordenador é o único participante com permissão para finalizar a sessão.

Em qualquer tipo de videoconferência, tanto nos tipos padrões do CSVTool quanto nos tipos especificados pelo usuário, durante a sessão, o coordenador atual pode transferir a coordenação para outro participante qualquer.

4. TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção é dedicada à descrição de ferramentas de videoconferência que possibilitam a criação de sessões multiusuário. Essas ferramentas são avaliadas considerando-se os principais requisitos de projeto do CSVTool, descritos na introdução da Seção 2: (i) capacidade de controle individual dos fluxos de áudio e vídeo sendo transmitidos e recebidos por cada participante, (ii) independência de plataforma e (iii) disponibilização de uma API de integração da ferramenta de videoconferência a aplicações colaborativas.

CTM (*Click To Meet*) da RadVision [2] é o sucessor comercial do CU-SeeMe. Desenvolvido originalmente na Universidade de Cornell, o CU-SeeMe foi uma das primeiras soluções implementadas para videoconferência. Os componentes que integram o CTM estão disponíveis para as plataformas Windows e Linux, apresentando restrições quanto à versão do sistema operacional e à instalação de pacotes de segurança. A ferramenta oferece suporte ao gerenciamento de múltiplas sessões mas não permite o controle individual dos fluxos de áudio e vídeo de cada participante da sessão. O CTM disponibiliza uma SDK (*Software Development Kit*) que possibilita a modificação de seus componentes e o desenvolvimento de novas aplicações.

CloudMeeting [3] é uma ferramenta comercial de videoconferência da empresa brasileira Cloud Convergence. A ferramenta oferece suporte a múltiplas sessões com um limite de duzentos participantes conectados e seis participantes simultâneos por sessão. O CloudMeeting não disponibiliza uma API para a modificação de seus componentes e integração com outras aplicações e também não permite o controle individual dos fluxos de áudio e vídeo de cada participante da sessão. Além disso, a ferramenta é limitada à plataforma Windows nas versões ME, 2000 ou XP, apresentando como pré-requisitos os *softwares* DirectX e Internet Explorer.

eViewChat [5] da ESPRESolutions é uma ferramenta comercial de videoconferência que oferece suporte apenas à plataforma Windows. A ferramenta possibilita a criação de sessões com no máximo oito participantes e oferece suporte ao gerenciamento de múltiplas sessões. O eViewChat não viabiliza o controle individual dos fluxos de áudio e vídeo. A ESPRESolutions oferece APIs para a integração de suas soluções de videoconferência em outros aplicativos.

Skype [14] é uma ferramenta gratuita, independente de plataforma, que integra as tecnologias de VoIP (*Voice over IP*) e de transmissão de vídeo na Internet. Atualmente, com o Skype é possível a criação de sessões de videoconferência com apenas dois participantes. Vale ressaltar que a ferramenta não oferece suporte

ao gerenciamento de multisessões e não permite o controle individual dos fluxos de áudio e vídeo. O Skype não disponibiliza uma API que possibilite a sua integração com aplicações colaborativas.

Windows Live Messenger [16] é uma ferramenta de videoconferência muito popular devido a sua facilidade de uso e, especialmente, por ser parte integrante das últimas versões do sistema operacional Windows. Apesar de oferecer suporte à criação de múltiplas sessões simultaneamente, apenas dois usuários podem participar em cada sessão, salvo se a ferramenta for utilizada como cliente de alguma sessão H.323 controlada por um MCU (*Multipoint Control Unit*). O Windows Live Messenger não disponibiliza o controle individual dos fluxos de áudio e vídeo. Além disso, a ferramenta é limitada à plataforma Windows e não oferece uma API que possibilite a sua integração a aplicações colaborativas.

Resumindo as deficiências das ferramentas apresentadas, temos que o Skype e o Windows Live Messenger apresentam restrições quanto ao número de participantes em uma sessão e, no caso do Skype, não é disponibilizado suporte ao gerenciamento de múltiplas sessões. Outra limitação dessas ferramentas diz respeito a ausência de uma API que possibilite a sua integração com aplicações colaborativas, o mesmo se verifica com o CloudMeeting. As ferramentas CloudMeeting, eViewChat e Windows Live Messenger não oferecem suporte à independência de plataforma. Nenhuma das ferramentas apresentadas nesta seção oferece suporte ao gerenciamento individual dos fluxos de áudio e vídeo sendo transmitidos e recebidos por cada participante na sessão de videoconferência.

5. CSVTool MultiServer

Um dos pontos que merecem destaque na evolução do CSVTool, descrita neste artigo, é o módulo de gerenciamento de sessões de videoconferência. O mecanismo de criação e adesão a sessões de videoconferência foi implementado de forma híbrida, permitindo a criação de sessões de modo independente (Figura 4) ou através do gerenciador de sessões, denominado CSVTool MultiServer (Figura 5). Segundo esse modelo de implementação, a inicialização de uma sessão de videoconferência no CSVTool pode transcorrer de três formas distintas:

- A sessão pode ser criada localmente pelo cliente CSVTool, a partir da inicialização manual ou automática de um servidor local, ou seja, um processo servidor será disparado localmente pelo primeiro usuário da sessão e os demais participantes se conectarão diretamente ao servidor (Figura 4);
- O cliente CSVTool pode ingressar em uma sessão em andamento hospedada em um servidor local – caso o servidor esteja sendo executado na máquina que iniciou a sessão – ou remoto – nesse caso a sessão pode ter sido estabelecida diretamente, através de um processo servidor CSVTool, ou indiretamente, através do CSVTool MultiServer;
- A sessão pode ser criada ou acessada remotamente através do CSVTool MultiServer: o cliente CSVTool se conecta ao CSVTool MultiServer para obter informações sobre as sessões ativas ou ainda para criar uma nova sessão, de acordo com os tipos de sessões

para os quais o gerenciador de sessões oferece suporte. O CSVTool MultiServer então dispara um novo servidor, se necessário, ou redireciona o cliente para um servidor existente (Figura 5).

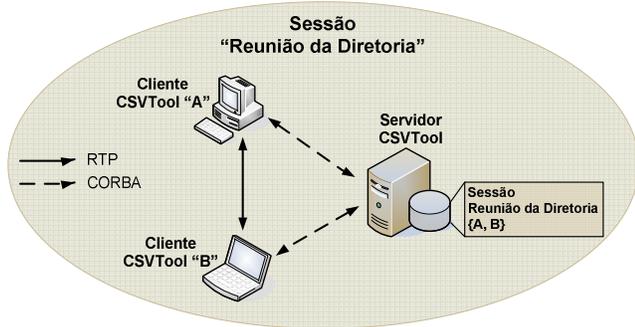


Figura 4. Estrutura de comunicação de uma sessão criada através do servidor CSVTool.

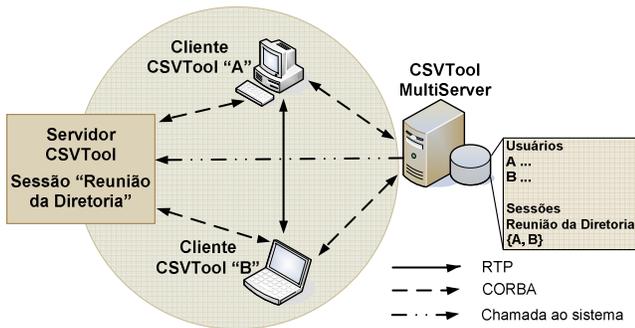


Figura 5. Estrutura de comunicação de uma sessão criada através do CSVTool MultiServer.

Há ainda um quarto modo de sessão de colaboração que não utiliza os recursos audiovisuais disponíveis em uma sessão padrão de videoconferência. Nesse tipo de sessão, é oferecido um nível simplificado de colaboração, que se baseia exclusivamente na transmissão da área de trabalho dos participantes, o que equivale ao tipo de sessão ao qual a ferramenta VDTTool oferece suporte. No VDTTool, uma sessão de colaboração é estabelecida de forma *peer-to-peer* entre apenas dois usuários. Esse modo de colaboração não será detalhado neste trabalho.

Na sua primeira versão, o servidor CSVTool oferecia suporte exclusivamente ao modo de inicialização independente, com provisão de suporte ao gerenciamento de uma sessão única (Figura 4). Com a popularização do uso da ferramenta entre os funcionários da empresa, esse modelo passou a ser questionado, surgindo a demanda por uma ferramenta de videoconferência com suporte a múltiplas sessões.

O modelo de sessão única é utilizado tanto na integração do CSVTool a outras ferramentas como também na criação de conferências *ad hoc* pelos usuários do sistema. Por esse motivo, decidiu-se não alterar o funcionamento do sistema, o qual passou apenas a inicializar o módulo servidor em *background* (na primeira versão do CSVTool era necessário inicializar um servidor manualmente para dar início a uma sessão). Além dessa

pequena alteração, foi necessário prover suporte ao gerenciamento de múltiplas sessões simultâneas, acessíveis em um ambiente corporativo. Funcionalidade essa que foi implementada em um módulo independente, denominado CSVTool MultiServer.

De modo a propiciar um servidor central para gerenciar as sessões de videoconferência de toda a empresa, o CSVTool MultiServer é executado como um processo em um servidor específico, com endereço bem conhecido, podendo ser integrado às contas dos usuários da rede da empresa, por exemplo, via LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*). Para evitar grandes alterações na implementação da ferramenta e a criação de duas bases de código, decidiu-se não alterar o fluxo de execução do sistema e implementar o CSVTool MultiServer como uma espécie de *proxy* entre os clientes e o servidor, este sendo o módulo que realmente mantém a sessão em que os usuários estão conectados. Dessa maneira, é completamente transparente ao cliente CSVTool se ele está se conectando a um CSVTool MultiServer ou a um servidor CSVTool normal. Um benefício dessa abordagem é que, desse modo, o CSVTool MultiServer não é sobrecarregado por ter que lidar com todas as conexões e fluxos de dados das várias sessões em andamento, não se constituindo em um ponto concentrador de falhas.

Com a implementação do CSVTool MultiServer, foi definido um mecanismo simples de gerenciamento de múltiplas sessões. Quando o usuário solicita a criação de uma sessão de videoconferência ao CSVTool MultiServer o gerenciador de sessões se encarrega de inicializar um novo servidor, conforme ilustrado na Figura 6. O servidor CSVTool implementa a lógica de controle da sessão, sendo o responsável pela mesma. Cada servidor CSVTool gerencia uma única sessão.

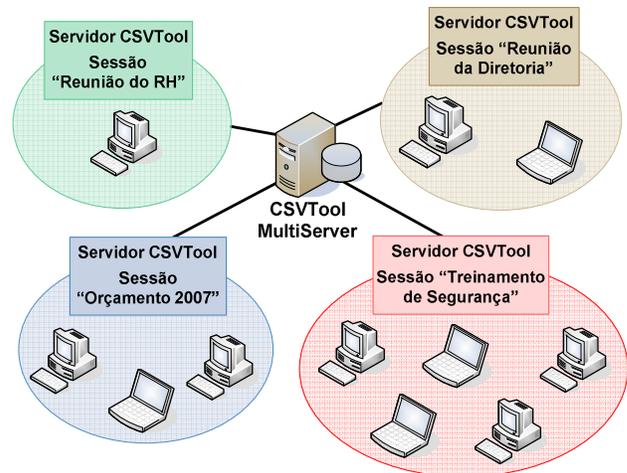


Figura 6. Gerenciamento de múltiplas sessões através do CSVTool MultiServer.

O CSVTool MultiServer mantém o registro de todas as sessões de videoconferência ativas – associadas a diferentes servidores CSVTool –, bem como de todos os usuários conectados ao sistema, como se pode observar na Figura 5. Caso um cliente CSVTool tente se conectar a uma sessão já existente, listada pelo CSVTool MultiServer, este irá redirecionar o cliente para o servidor CSVTool responsável pela sessão e irá atualizar a lista de participantes da sessão.

Como ilustrado nas Figuras 4 e 5, o mecanismo de comunicação entre os clientes CSVTool e o CSVTool MultiServer e entre os clientes e o servidor CSVTool que gerencia a sessão da qual os clientes estão participando é implementado em CORBA. A escolha de CORBA foi determinada pela necessidade de independência de plataforma, fundamental para a integração do CSVTool a aplicações colaborativas. A comunicação entre os clientes, para a transmissão e recepção de áudio e vídeo é feita através do protocolo RTP, implementada com o uso da API JMF. A criação das sessões de videoconferência, ou seja, a inicialização de servidores CSVTool, é feita pelo CSVTool MultiServer através de chamadas diretas ao sistema.

A existência de um elemento central que gerencia os processos de adesão a sessões de videoconferência ativas e de criação de novas sessões facilita o controle de usuários conectados ao sistema, bem como o gerenciamento das diferentes sessões em andamento. A comunicação entre os clientes é gerenciada pelo servidor da sessão que se encarrega de notificar aos membros da sessão qualquer alteração sobre a qual tenha sido notificado. Para ilustrar o que foi dito, os anúncios de entrada e saída de participantes da sessão, a notificação de encerramento da sessão, mudança de coordenador, envio de mensagens de texto e convites de estabelecimento de canais para a troca de áudio e vídeo, entre outros, são todos encaminhados para o servidor, que os direciona para o grupo de usuários ativos na sessão de videoconferência. Ao ser acionado por um cliente que, por exemplo, acabou de solicitar a sua entrada na sessão, o servidor notifica todos os participantes da sessão que alteram localmente, na interface do cliente, as informações sobre os participantes da sessão, incluindo-o em suas listas de membros.

Para o servidor CSVTool, a descrição da sessão representa o endereço do grupo constituído pelos membros da sessão de videoconferência, o que, de certa forma, pode ser considerado como um endereço de grupo para o qual as mensagens são encaminhadas por *multicast* no nível da aplicação. É importante destacar que o servidor não é sobrecarregado em função do tráfego de dados gerado pelos clientes, dado que ele não gerencia os fluxos de áudio e vídeo, os quais são gerenciados pelos próprios clientes, dessa forma, não existe a necessidade de um servidor dedicado para o gerenciamento das sessões de videoconferência. A adoção de um mecanismo de videoconferência baseado na transmissão de fluxos de áudio e vídeo por *multicast* [9] não foi implementada no CSVTool em função dos requisitos que motivaram o desenvolvimento do sistema. A principal exigência do grupo de usuários para o qual o CSVTool foi desenvolvido é que cada usuário possua controle total sobre o envio e recepção dos fluxos de áudio e vídeo para cada participante do sistema, individualmente, independente da conexão ser estabelecida através do servidor CSVTool ou do CSVTool MultiServer, o que determinou uma abordagem *peer-to-peer* no gerenciamento desses fluxos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho descreve a evolução do CSVTool de uma ferramenta de videoconferência focada primordialmente em aspectos relacionados à comunicação – em particular, por áudio, vídeo e mensagens textuais – para uma ferramenta com foco em colaboração, o que foi alcançado através da inserção de aspectos relacionados à coordenação e cooperação. Essa evolução foi motivada principalmente pela necessidade de se oferecer suporte a

múltiplas sessões de trabalho colaborativo em cenários distintos (conferências do tipo palestra, conferências *ad hoc*, conferências com lista de participantes fechada, etc.).

O foco deste artigo recai em duas áreas específicas: (i) a alteração do grau de colaboração da ferramenta, o que inclui as extensões necessárias à reestruturação da interface com o usuário, e (ii) a implementação do módulo de gerenciamento de múltiplas sessões de colaboração. A nova versão do CSVTool introduz melhorias com a provisão de suporte a sessões de colaboração, viabilizando o controle de participação dos usuários através da especificação de tipos de sessões de videoconferência (que, por sua vez, especificam os papéis assumidos pelos participantes e as permissões associadas aos mesmos). Além disso, foram realizadas alterações na arquitetura da ferramenta, implementadas através de um módulo de gerenciamento de sessões, de modo a atender aos requisitos de um servidor central (CSVTool MultiServer), o que foi obtido mantendo-se a compatibilidade com o modo como o sistema já era utilizado pelos seus usuários. Através das mudanças advindas da reestruturação do sistema, os usuários foram beneficiados com a implementação de uma interface simplificada, em relação a versão anterior, e mais intuitiva, o que proporciona uma maior compreensão do estado da comunicação com os demais membros da sessão. Além disso, a nova interface provê uma maior visibilidade a eventos de controle da conferência. É importante ressaltar que, apesar da reestruturação da interface ter sido orientada no sentido de simplificar a sua utilização, adotando uma abordagem centrada no usuário, um dos requisitos principais do projeto original do CSVTool [10] foi mantido, a saber: garantir um alto grau de controle sobre as conexões e intenções de envio e recebimento dos fluxos de áudio e vídeo.

Finalmente, como trabalho futuro, destaca-se a necessidade de encontrar soluções para evitar um consumo excessivo de largura de banda a medida que a utilização da ferramenta ganha maior visibilidade na empresa, o que resulta em um número maior de usuários. O problema de escalabilidade do CSVTool se deve ao fato do JMF utilizar internamente o protocolo RTP para receber e transmitir os fluxos de áudio e vídeo de cada participante, criando sessões individuais para cada mídia. Considerando-se a presença de n participantes em uma sessão de videoconferência, o número de sessões RTP criadas seria de $2n$. Em função dos aspectos acima mencionados, algumas questões merecem ser investigadas, dentre as quais a multiplexação dos canais de áudio e vídeo e o uso de comunicação *multicast* como alternativas para a transmissão de áudio e vídeo e a definição de níveis de prioridade ou restrições de acesso ao tráfego de áudio e vídeo gerado na sessão de videoconferência. Além disso, com o crescimento da utilização da ferramenta, também é necessário dar maior ênfase a questões relacionadas à segurança.

Por fim, é necessária uma reavaliação da nova interface para analisar se os problemas detectados no estudo anterior [12] foram corretamente tratados e levantar possíveis problemas de usabilidade relacionados a reestruturação da arquitetura do sistema, especificada em função da provisão de suporte ao gerenciamento de múltiplas sessões.

7. AGRADECIMENTOS

A pesquisa em Sistemas Colaborativos no Tecgraf/PUC-Rio é apoiada primordialmente pela Petrobras, FINEP e RNP (projeto Rede GIGA).

8. REFERÊNCIAS

- [1] Carlos, E. T., Raposo, A. B. Alterando o Grau de Colaboração de uma Ferramenta de Compartilhamento de Desktop por Meio de Plugins. In *Anais do III Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC'06)*. Natal, RN, 2006.
- [2] Click To Meet. URL: <http://www.radvision.com/Products/Desktop>
- [3] CloudMeeting. Cloud Convergence. URL: <http://www.cloudmeeting.com>
- [4] Ellis, C. A., Gibbs, S. J., Rein, G. L. Groupware: Some Issues and Experiences. In *Communications of the ACM*. 1991. 34, 1, p.38-58.
- [5] eViewChat. URL: <http://www.espresolutions.com/demos.php>
- [6] Fuks, H., Raposo, A. B., Gerosa, M.A., Lucena, C. J. P. Applying the 3C Model to Groupware Development. In *International Journal of Cooperative Information Systems*. 2005. 14, 2-3, p.299-328.
- [7] Fuks, H., Raposo, A. B., Gerosa, M.A., Pimentel, M., Filippo, D., Lucena, C. J. P. Inter- e Intra-relações entre Comunicação, Coordenação e Cooperação. In *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC'07)*. Rio de Janeiro, RJ, 2007.
- [8] Gocad. *Earth Modeling Solutions: Earth Decision Sciences*. URL: <http://www.earthdecision.com>
- [9] Luo, C., Li, J., Li, S. DigiMetro – An Application-Level Multicast System for Multi-Party Video Conferencing. In *IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM '04)*. ISBN: 0-7803-8794-5, 2004.
- [10] Pozzer, C.T., Lima, L.S., Raposo, A.B., Vieira, C.J.G. A Multi-user Videoconference-based Collaboration Tool: Design and Implementation Issues. In *IX International Conference on CSCW in Design*. Coventry, UK, 2005.
- [11] Pozzer, C.T., Raposo, A.B., Santos, I.H.F., Campos, J. L. E., Reis, L.P. CSVTool – A Tool for Video-Based Collaboration. In *IX Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (WebMidia'03)*. Salvador, BA, 2003.
- [12] Prates, R.O., Raposo, A.R. Desafios para Testes de Usuários em Sistemas Colaborativos – Lições de um Estudo de Caso. In *VII Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC'06)*. Natal, RN, 2006.
- [13] Rosenberg J., Schulzrinne H. Models for multiparty conferencing in SIP. *Internet Draft, Internet Engineering Task Force*. 2000.
- [14] Skype. URL: <http://www.skype.com>
- [15] Sun Microsystems. *Java Media Framework*. 2003. URL: <http://java.sun.com/products/java-media/jmf>
- [16] Windows Live Messenger. URL: <http://get.live.com>