

Adaptação de conteúdo de mensagens HTTP baseada em perfis de dispositivo, conteúdo, usuário e serviço de rede

Wanderley Lopes de Souza¹, Gregor von Bochmann², Khalil El-Khatib², Xiaoqing He²

Grupo de Sistemas Distribuídos e Redes (GSDR)¹
Departamento de Computação (DC)
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Caixa Postal 676
13565-905 – São Carlos (SP) – Brasil
email: desouza@dc.ufscar.br

School of Information Technology and Engineering (SITE)²
University of Ottawa (UofO)
161 Louis Pasteur, P.O. Box 450, Stn A
K1N 6N5 – Ottawa (ON) – Canadá
email: {bochmann, elkhatib, xhe}@site.uottawa.ca

Abstract

The applications involving multimedia usually require a certain level of quality of service and, if these qualities can not be guaranteed over the Internet, these applications should be able to adapt to the available transmission qualities. Currently, the Internet Content Adaptation Protocol (ICAP) defines rules for exchanging the information to be adapted between the ICAP client and server, but it does not defined any adaptation police. This is where this paper comes in and proposes an architecture and some protocol principles for controlling the adaptation functions provided by the ICAP server. This architecture includes in particular the device, content, user and network profiles which determine the quality of service limitations and preferences of the users.

Resumo

Aplicações que envolvem multimídia normalmente requerem um certo nível de qualidade de serviço e, se essas qualidades não podem ser garantidas através da Internet, cabe a essas aplicações adaptarem-se às qualidades de transmissão disponíveis. Atualmente, o *Internet Content Adaptation Protocol (ICAP)* define regras para a troca da informação a ser adaptada entre o cliente e o servidor ICAP, mas não define nenhuma política de adaptação. Neste sentido, este artigo propõe uma arquitetura e alguns princípios de protocolo para o controle das funções de adaptação fornecidas pelo servidor ICAP. Essa arquitetura inclui, particularmente, os perfis de dispositivo, conteúdo, usuário e acesso à rede, os quais determinam as limitações da qualidade de serviço e as preferências dos usuários.

Palavras-chave: Internet, Protocolos, Serviços, Adaptação de Aplicações, ICAP.

¹ Atualmente realizando ano sabático junto ao SITE/UofO com apoio da CAPES

1. Introdução

Atualmente as aplicações do tipo cliente–servidor, que acessam recursos em servidores Web, são as mais importantes na Internet. A previsão, para um futuro próximo, é que outros tipos de aplicações, tais como, vídeo sob demanda, telefonia sobre IP, teleconferência e ambientes cooperativos, tornar–se–ão igualmente importantes. As aplicações que envolvem multimídia normalmente requerem um certo nível de qualidade de serviço em relação à largura de banda, às perdas e aos atrasos propiciados pela rede. Se as qualidades almejadas não podem ser garantidas através da Internet, cabe a essas aplicações adaptarem–se às qualidades de transmissão disponíveis.

Geralmente servidores de conteúdo tem acesso à Internet a taxas de velocidade geralmente bem superiores a de seus clientes. A largura de banda disponível é freqüentemente limitada pelas facilidades de acesso à rede. Por exemplo, em conexões de telefone convencional utilizando modem a largura de banda é limitada a 56 Kbps, enquanto que em redes sem fio a largura de banda depende da tecnologia utilizada, pode depender da posição em que se encontra o dispositivo móvel e também de fatores ambientais. Portanto, sobretudo em ambientes móveis, as aplicações terão que dinamicamente adaptarem–se às qualidades de serviço disponíveis na rede.

No caso de acesso à informação multimídia presente numa base de dados, pode–se armazenar nessa base diferentes variantes dessa informação que correspondam a diferentes larguras de banda e qualidades de apresentação [1]. Uma arquitetura mais geral para aplicações adaptáveis é discutida em [2]. Para facilitar a interoperação de aplicações através da Internet de acesso fixo (onde geralmente uma alta largura de banda está disponível) e através de acesso sem fio (onde geralmente uma baixa largura de banda está disponível), tem sido proposto na literatura o uso de servidores de adaptação, também denominados procuradores de serviços (*service proxies*), os quais são instalados nas fronteiras entre o *backbone* da Internet e as redes de acesso sem fio. Esses servidores transformam a informação de alta qualidade, obtida através do backbone da Internet, em variantes de baixa qualidade, as quais são transmitidas para dispositivos móveis através de redes de acesso sem fio [3]. Os problemas relativos à adaptação dinâmica de codificações de imagens, realizada por tais procuradores de serviços, são discutidos em [4]. Os *gateways* entre o protocolo padrão *HyperText Markup Language (HTML)/Hypertext Transfer Protocol (HTTP)*, utilizado para serviços *World Wide Web (WWW* ou simplesmente *Web*) através da Internet, e os protocolos *Wireless Application Protocol (WAP)*, projetados para pequenos dispositivos portáteis sem fio, também estão incluídos nessa categoria [5]. Procuradores de serviços similares podem ser operados por Provedores de Serviços Internet (PSIs) nas bordas do backbone da Internet, onde fluxos de dados necessitam ser adaptados às limitações das larguras de banda das linhas de acesso fixo dos receptores.

Para a adaptação da qualidade de serviço um procurador de serviços necessita de funções especiais de processamento, tais como transcodificação de vídeo e voz, processamento e filtragem de texto inteligente. Essas funções são bastante diferentes das funções básicas necessárias à construção de servidores Web. Consequentemente, é recomendável situar as funções do procurador de serviços num computador a parte, de tal forma que estas possam ser compartilhadas por várias aplicações diferentes. Essa abordagem é utilizada pelo ICAP Fórum no projeto do Internet Content Adaptation Protocol (ICAP) [6, 7, 8], considerando que tais procuradores de serviços podem ser não somente utilizados para adaptação de qualidade de serviço, mas também podem ser utilizados para escaneamento de vírus, tradução HTML–

WAP, inserção de propaganda em páginas Web, tradução de linguagens e filtragem de conteúdo.

O protocolo ICAP define as regras, entre o Cliente e o Servidor ICAP, para a troca da informação a ser adaptada, mas não define nenhum procedimento de controle para a requisição de um serviço de adaptação particular, ou para informar ao Cliente ICAP quais pacotes devem ser interceptados e enviados ao serviço de adaptação. Neste sentido, este artigo vem a contribuir com os trabalhos que estão sendo desenvolvidos pelo Fórum ICAP, na medida em que propõe uma política de controle e um processo para a geração de regras de adaptação, e na medida em que estende a arquitetura ICAP para permitir o controle de adaptação de mensagens HTTP. Em particular, essa arquitetura inclui os perfis de dispositivo, de conteúdo, de usuário e de acesso à rede, os quais determinam as limitações da Qualidade de Serviço (QoS) e as preferências dos usuários.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a próxima seção discute as razões que estão levando ao desenvolvimento do protocolo ICAP, fornece uma visão geral da sua arquitetura e de seus modos de utilização e aponta para as atuais deficiências desse protocolo; a seção 3 apresenta um conjunto de elementos que podem ser utilizados na definição de políticas de controle de adaptação; a seção 4 propõe um processo para a geração de regras de adaptação, que utiliza os elementos definidos na seção anterior; a seção 5 estende a arquitetura ICAP a fim de possibilitar o controle de adaptação de mensagens HTTP através das regras de adaptação definidas na seção 4; finalmente a seção 5 apresenta as conclusões relativas a esse trabalho e os trabalhos em andamento e futuros que estão dando e darão seqüência ao presente artigo.

2. Internet Content Adaptation Protocol (ICAP)

ICAP está sendo desenvolvido pelo Fórum ICAP [6] e foi pela primeira vez introduzido em dezembro de 1999. O Fórum ICAP é uma coligação de negócios de Internet, que inclui vários tipos de provedores, tais como, hardware e software, *host*, distribuição de conteúdo, serviços de aplicação, publicidade e banda larga. Os objetivos do Fórum ICAP são [6]: flexibilizar o conteúdo para os usuários terminais; fornecer um padrão comum e aberto, para a comunicação de dispositivos baseados nas bordas da rede, para o manuseio desses serviços de valor agregado; transferir a carga das *Application Program Interfaces (APIs)*, consumidoras de recurso intensivo, dos servidores Web para servidores dedicados.

ICAP é um protocolo projetado para a execução da adaptação de determinados conteúdos, armazenados em servidores Web na Internet, em servidores dedicados (servidores ICAP). Cada servidor pode fornecer um serviço de valor agregado específico (e.g., inserção de publicidade, escaneamento de vírus, tradução de conteúdo, tradução de linguagem, ou filtragem de conteúdo), liberando dessa forma recursos dos servidores Web e padronizando a forma através da qual esses serviços são implementados. No centro desse processo há um *switch box* ICAP (Cliente ICAP) que intercepta todas as transações entre um Cliente (usuário terminal) e um Servidor de Origem (servidor Web), redirecionando-as para um Servidor ICAP, o qual executará uma determinada adaptação nas mesmas.

ICAP é um protocolo "leve" (*lightweight*), que executa uma *Remote Procedure Call (RMI)* em mensagens HTTP, e que permite a um Cliente ICAP redirecionar mensagens HTTP a um Servidor ICAP para que este realize algum tipo de adaptação. Adaptação refere-se à execução de um determinado serviço de valor agregado na correspondente transação

requisição/resposta do Cliente. O Servidor ICAP executa seu serviço de adaptação nas mensagens e retorna respostas ao Cliente ICAP. As mensagens a serem adaptadas podem ser requisições ou respostas HTTP. Embora a adaptação possa ser realizada em outros tipos de conteúdo, que não sejam HTTP, essa questão transcende o escopo atual de trabalho do Fórum ICAP.

ICAP foi inicialmente concebido como um protocolo da Camada de Aplicação a ser executado no topo do HTTP. Uma vez que alguns serviços requeridos ao ICAP mostraram-se impossíveis de serem implementados com HTTP, decidiu-se pela definição de um novo protocolo similar em sua semântica e utilização ao HTTP/1.1 [9]. ICAP é um protocolo do tipo cliente/servidor da Camada de Aplicação a ser executado no topo do *Transmission Control Protocol (TCP)/Internet Protocol (IP)*: um Cliente ICAP inicia o fluxo TCP para um Servidor ICAP que escuta passivamente. Mensagens ICAP consistem de requisições do Cliente ICAP para o Servidor ICAP e de respostas do Servidor ICAP para o Cliente ICAP. Uma única conexão de transporte pode ser usada por múltiplos pares requisição/resposta e múltiplas conexões em paralelo podem ser utilizadas. Requisições e respostas usam o formato de mensagem genérico RFC 8822 [10], isto é, uma linha inicial, cabeçalhos, uma linha vazia e o corpo da mensagem. Os cabeçalhos especificam o recurso ICAP que está sendo requisitado (assim como outros meta-dados), utilizando o esquema de endereçamento *Uniform Resource Identifier (URI)* [11]. O corpo da mensagem contém as mensagens HTTP encapsuladas que devem ser modificadas.

2.1 Arquitetura ICAP

Há dois componentes principais na arquitetura ICAP: a semântica das transações e a política de controle. Atualmente o documento ICAP define somente o primeiro componente, isto é, *como solicitar adaptação?*. Por exemplo, este descreve:

- (a) como enviar uma mensagem HTTP do Cliente ICAP para o Servidor ICAP;
- (b) como especificar o URI do recurso ICAP requisitado conjuntamente com outros parâmetros relativos a esse recurso;
- (c) como receber a mensagem adaptada.

ICAP pode ser utilizado em dois diferentes modos (Figura 1): modificação de requisição (*reqmode*) e modificação de resposta (*respmode*).

No *reqmode* um Cliente envia uma requisição a um Servidor de Origem. Essa requisição é interceptada por um Cliente ICAP, o qual a redireciona para um Servidor ICAP. Esse servidor pode então:

- (a) retornar uma versão modificada da requisição contendo o URI original. O Cliente ICAP pode então executar a requisição modificada contatando o Servidor de Origem, ou este pode encaminhar essa requisição para um outro Servidor ICAP para uma nova modificação;
- (b) modificar a requisição de tal forma que esta aponte para uma página contendo uma mensagem de erro ao invés do URI original;
- (c) retornar uma resposta HTTP encapsulada que indica um erro HTTP.

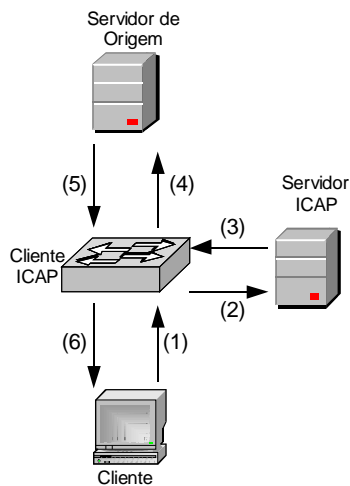


Figura 1(a) reqmode do ICAP

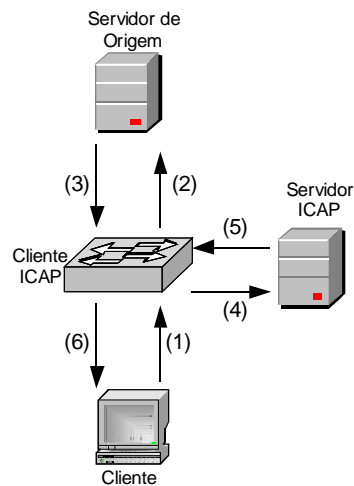


Figura 1(b) respmode do ICAP

A Figura 1(a) mostra um fluxo de dados típico para o *reqmode*. As seqüências de mensagens para os casos (a) e (b) são 1, 2, 3, 4, 5 e 6, enquanto que para o caso (c) essa seqüência é 1, 2, 3 e 6. Essas mensagens correspondem aos seguintes passos:

- (1) um Cliente realiza uma requisição, que é interceptada por um Cliente ICAP, relativa a um objeto que se encontra num Servidor de Origem;
 - (2) o Cliente ICAP envia essa requisição ao Servidor ICAP;
 - (3) o Servidor ICAP executa o serviço ICAP na requisição e a retorna (possivelmente modificada) ou envia uma resposta (a essa requisição) ao Cliente ICAP;
- Se no passo (3) uma requisição é retornada, então
- (4) o cliente ICAP envia a requisição ao Servidor de Origem;
 - (5) o servidor de origem responde à requisição;
 - (6) o Cliente ICAP envia a resposta (do Servidor ICAP ou do Servidor de Origem) ao Cliente.

O *respmode* visa a um pós-processamento de respostas HTTP antes de entregá-las a um Cliente (e.g., formatação HTML para apresentação em dispositivos especiais, tradução de linguagem natural, escaneamento de vírus). Nesse modo a requisição do Cliente é processada pelo Servidor de Origem. A resposta desse servidor é interceptada pelo Cliente ICAP, que a redireciona para um Servidor ICAP. Este pode então:

- (a) retornar uma versão modificada da resposta;
- (b) retornar um erro.

A Figura 1(b) mostra um fluxo de dados típico para o *respmode*. As seqüências de mensagens para os casos (a) e (b) são 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Essas mensagens correspondem aos seguintes passos:

- (1) um Cliente realiza uma requisição, que é interceptada por um Cliente ICAP, relativa a um objeto que se encontra num Servidor de Origem;
- (2) o Cliente ICAP envia essa requisição ao Servidor de Origem;
- (3) o Servidor de Origem responde à requisição;
- (4) o Cliente ICAP redireciona essa resposta a um Servidor ICAP;

- (5) o Servidor ICAP executa o serviço na resposta e a retorna (possivelmente modificada) ao Cliente ICAP;
- (6) o Cliente ICAP envia a resposta ao Cliente.

Se ambas, requisição e resposta, devem ser modificadas, um fluxo de dados típico corresponderia a todos os passos envolvidos em *reqmode* e *respmode*. Portanto, esses modos podem ser vistos como casos especiais de um modo genérico *reqmode/respmode*.

Embora seja uma parte essencial do processo de adaptação de conteúdo, a semântica das transações, especificada pelo ICAP Fórum, torna-se de uso limitado sem uma política de controle. É necessário complementar essa especificação definindo-se *quando solicitar adaptação?*, *que tipo de adaptação solicitar?* e *para quem solicitar adaptação?*. Ou seja, é necessário definir regras de adaptação que determinem, para cada requisição ou resposta HTTP que passa pelo Cliente ICAP, que adaptação ou função de processamento deve ser requerida ao servidor ICAP.

3. Elementos para a definição de políticas de controle de adaptação

Com a crescente demanda por serviços da Internet e a tendência de conectividade onipresente, as diferentes capacidades, larguras de banda das redes de acesso e preferências dos usuários devem ser levadas em consideração quando do fornecimento de serviços *on line*. Atualmente os usuários conectam-se ao portal do *site* de um provedor de serviço, indicam as suas respectivas condições de acesso e recebem um mesmo conteúdo com qualidades correspondentes. A combinação das preferências dos usuários às capacidades dos terminais torna o processo de criação de conteúdo mais complexo, exigindo mais tempo e uma maior criatividade por parte dos projetistas de serviço, a fim de que seja assegurada a entrega de conteúdo em várias formas personalizadas. Além disso é praticamente impossível em serviços Web de larga escala, especialmente aqueles que envolvem fluxos multimídia, construir dinamicamente conteúdo personalizado no Servidor de Origem, com base nas preferências do usuário e nas capacidades dos terminais. Portanto, adaptação de conteúdo torna-se uma alternativa atraente no fornecimento de um suporte de rede para adaptação e personalização da distribuição de conteúdo.

A adaptação de conteúdo é um serviço de valor agregado, prestado nas bordas das redes, que personaliza a distribuição de conteúdo (e.g., suportando a transcodificação de diferentes fluxos multimídia). A realização da adaptação de conteúdo requer informação sobre todos os recursos envolvidos na sessão, incluindo: o perfil de dispositivo, que dispõe de informação relativa às capacidades do dispositivo que usuário está utilizando; o perfil de conteúdo, que dispõe dos meta-dados relativos ao próprio conteúdo; o perfil de usuário, que dispõe das preferências pessoais do usuário para a adaptação; o perfil de acesso à rede, que representa o acordo entre o usuário e o fornecedor de serviço de rede. Uma descrição detalhada de cada um desses elementos é apresentada a seguir.

3.1 Perfil de dispositivo

O conhecimento das capacidades do dispositivo é essencial para o processo de adaptação. O controlador de adaptação deve conhecer o perfil do dispositivo terminal a fim de deduzir se este é ou não capaz de apresentar o resultado da adaptação (e.g., transcodificação de um fluxo

multimídia) ao usuário terminal. A Figura 2 apresenta um exemplo de perfil de dispositivo que deve ser fornecido ao controlador de adaptação.

Plataforma de Hardware	
CPU	AMD Athlon
Tamanho da Memória em MB	128
Capacidade para Entrada de Voz	Sim
Capacidade para Saída de Voz	Sim
Capacidade para Entrada de Vídeo	Sim
Capacidade para Saída de Vídeo	Sim
Resolução Máxima	1600x1200
Plataforma de Software	
Sistema Operacional	Windows ME
Codificações de Vídeo	MPEG-1 MPEG-2 H.261 H.263
Codificações de Áudio	MP3 G.711

Figure 2 Exemplo de perfil de dispositivo

O *World-Wide Web Consortium (W3C)* [12] definiu um *framework* para a descrição e transmissão de informação (meta-dados) relativa às capacidades e propriedades de qualquer recurso identificado por uma URI, incluindo dispositivos e conteúdos. Esse framework, denominado *Composite Capabilities/Preference Profile (CC/PP)* [13], descreve como representar essas capacidades e propriedades utilizando o *Resource Description Framework (RDF)* [14]. Uma vez que o vocabulário do CC/PP contém poucos itens e, portanto, não é abrangente o suficiente para descrever todos os tipos de recursos, grupos de diferentes disciplinas foram encorajados a criar seus próprios esquemas de vocabulário. Vários grupos já propuseram seus esquemas, incluindo o vocabulário do grupo de trabalho CONNEG da *Internet Engineering Task Force (IETF)* [15, 16], que é usado pelo emissor e pelo receptor de dados para descrever uma série de características de mídia, e o vocabulário de dispositivos *Foundation for Intelligent Physical Agent (FIPA)* [17], usado pelos agentes para trocar perfis de dispositivos. Recentemente o comitê *WAP Fórum UAPROF* [18] também utilizou CC/PP framework para definir seu próprio vocabulário, a fim de descrever dispositivos móveis que estejam conformes à especificação WAP. Um perfil de dispositivo é utilizado no gateway WAP para adaptar o conteúdo à especificação do dispositivo. O perfil para um dispositivo WAP inclui descrições das plataformas de hardware e software, da aplicação de *browser* e das características da rede e do protocolo. Outro trabalho relativo às capacidades de dispositivos está incluído na recomendação H.323 [19] da *International Telecommunication Union (ITU)*. Todos os terminais H.323 devem suportar o protocolo H.245 [20], que é usado para negociar a utilização e as capacidades de canais. Terminais trocam informações relativas às suas capacidades de recepção e transmissão (e.g., tipos de mídias, codificações, taxas de bits, etc.) antes de iniciar uma sessão de comunicação.

3.2 Perfil de conteúdo

O conhecimento das propriedades do conteúdo também é essencial para o processo de adaptação. O controlador de adaptação deve conhecer o perfil de conteúdo a fim de deduzir as possíveis adaptações para esse conteúdo. O perfil de conteúdo usualmente contém informações gerais relativa ao próprio conteúdo e possíveis variantes para o mesmo, incluindo o esquema de codificação, o tamanho e os parâmetros da Qualidade de Serviço (QoS) associada (e.g., a taxa de quadros de vídeo e resolução).

O perfil de conteúdo consiste de um conjunto de elementos que descrevem as variantes disponíveis para um determinado conteúdo, tais como, o tipo de mídia (e.g., vídeo, áudio, etc.), o protocolo de transporte (e.g., RTP/UDP/IP, H.320, etc.), o formato da mídia (e.g., H.261 vídeo, MPEG vídeo, etc.). O *Session Description Protocol (SDP)* [21], que foi projetado para a descrição de sessões multimídia com o propósito de permitir o anúncio de sessão, o convite à sessão e outras de formas de iniciação de sessão, pode ser utilizado para descrever o conteúdo. O perfil de conteúdo também inclui informações de políticas relativas às transformações permitidas, adaptações e direitos de gerenciamento. O perfil de conteúdo é fornecido pelo Servidor de Origem, que contém o conteúdo, ou pelo controlador de sessão multimídia no caso de conferência multimídia e aplicações interativas.

O *Dublin Core Metadata Element Set (DCMES)* [22] fornece um vocabulário semântico para a descrição das propriedades centrais de recursos, especialmente documentos, numa forma semelhante a um catálogo, a fim de possibilitar um serviço de descoberta de recursos progressivo e inteligente. Alguns trabalhos têm considerado a aplicação de DCMES para indexação de vídeo [23, 24]. Perfil de conteúdo para documentos multimídia já foram utilizados em [1].

3.3 Perfil de usuário

Diferentes usuários geralmente tem diferentes preferências para a adaptação de conteúdo. Por exemplo, quando há congestionamento da rede, alguns usuários Web podem preferir reduzir o tamanho dos quadros enquanto que outros a resolução das cores desses quadros, resultando na mesma economia de largura de banda. A Figura 3 apresenta um exemplo de perfil de usuário.

Identificação Pessoal	
Nome:	Wanderley Lopes de Souza
Empregador:	Universidade Federal de São Carlos
Email	desouza@dc.ufscar.br
Telefone	16-2608232
Número de Identificação ISP	Wanderley1982

Políticas de Adaptação de Aplicações

- **Aplicações Web**

- Remova imagens superiores a 1 Mb, < Satisf . = 10>
- Reduza a resolução da imagem, < Satisf . = -4>
- Reduza a profundidade das cores, < Satisf . = -3>

- **Aplicações de Correio Eletrônico**

- Remova *attachment*, < Satisf . = 8>
- Mostre só primeiras 5 linhas do *email*, < Satisf . = -2>
- Mostre só o *subject* do *email*, < Satisf . = -4>

- **Aplicações Multimídia de Tempo Real**

- **Preferências de Áudio**

- § Mude codificador, < Satisf . = 8>
- § Mude Qualidade Áudio entre
Qualidade CD, < Satisf . = -4 >
Qualidade Telefone, < Satisf . = -6>
- § Remova Conteúdo de Áudio, < Satisf . = -10>

- **Preferências de Vídeo**

- § Mude codificador, < Satisf . = 9>
- § Mude Taxa_Quadros entre
30 Quadros por segundo, < Satisf . =
-4>
10 Quadros por segundo, < Satisf . =
-4>
- § Mude Resolução_Quadros
800x600 pixels, < Satisf . = -5>
320x240 pixels, < Satisf . = -5>
- § Remova Conteúdo de Vídeo, < Satisf . = -10>

Figure 3 Exemplo de perfil de usuário

A fim de permitir ao sistema levar em consideração as preferências dos usuários, estes devem registrá-las num perfil, o qual ficará disponível para o controlador de adaptação. Esse perfil deve capturar as propriedades e preferências do usuário, sendo que este inclui também informações pessoais, tais como, nome, número de identificação dado pelo provedor de serviço, contatos, empregador, lista de dispositivos e serviços possuídos pelo usuário [25].

A parte principal do perfil de usuário é a seção de adaptação da aplicação, onde o usuário expressa suas políticas de adaptação preferidas. Alguns sistemas [26, 27, 28] já permitem aos projetistas de aplicação especificarem uma política de adaptação durante a fase de projeto da aplicação. Uma extensão desse modelo é requerer ao projetista de aplicação que somente construa vários mecanismos de adaptação na aplicação, deixando para o usuário selecionar a política de adaptação que melhor se enquadre as suas preferências.

Para cada preferência o usuário deve atribuir um valor denominado "satisfação". Assumindo-se diferentes valores de satisfação para diferentes preferências, o usuário pode expressar uma ordem de prioridade para o atendimento dessas preferências. No exemplo apresentado na Figura 3, na seção Políticas de Adaptação de Aplicações o usuário especificou que para aplicações Web, quando houver congestionamento da rede, o controlador de adaptação deve

primeiro remover imagens grandes das páginas "baixadas". Se a condição da rede piorar, o controlador de adaptação deve reduzir a resolução da imagem. O próximo passo seria a redução da profundidade das cores da imagem. Para o conteúdo de vídeo de aplicações multimídia de tempo real o usuário prefere primeiro mudar o codificador, a fim de manter a mesma qualidade de vídeo. Se isso não for suficiente para melhorar a condição da rede, o controlador de adaptação deve mudar a taxa de quadros de vídeo para um valor situado entre 10 e 30 quadros/segundo. No caso da condição da rede piorar, o controlador de adaptação poderia simplesmente retirar o conteúdo de vídeo.

3.4 Perfil de acesso à rede

O perfil de acesso à rede, também conhecido como *Service Level Agreement (SLA)* [29], é um contrato entre um provedor de serviço de rede e um usuário desse serviço. Geralmente este define, em termos mensuráveis, o que o provedor de serviço fornecerá e o nível de serviço que o usuário espera desse provedor. Algumas métricas, que um SLA de um serviço Internet pode especificar, incluem:

- Porcentagem de tempo que o serviço está disponível;
- Velocidade de acesso à rede;
- Política de degradação de QoS;
- Tempo que leva a *help desk* para responder às várias classes de problemas;
- Estatísticas de utilização que será fornecida ao usuário;
- Estrutura tarifária.

O perfil de acesso à rede é útil para definir a política de adaptação do provedor de serviço. Diferentes usuários estão sujeitos a diferentes tratamentos por parte do provedor de serviço, dependendo do serviço ao qual o usuários subscrevem-se. Usuários que se subscrevem na mais baixa classe de serviços são os primeiros a sofrerem adaptação de conteúdo, a fim de liberar recursos da rede para usuários das classes superiores.

4. Geração de regras de adaptação

Antes de iniciar uma sessão de comunicação, o controlador de sessão deve decidir que adaptações realizar no conteúdo de forma a apresentá-lo satisfatoriamente ao usuário. Essa decisão é influenciada por vários fatores, incluindo os perfis de dispositivo, usuário e acesso a rede de todos os participantes da sessão. Caso o conteúdo a ser entregue ao usuário tenha também um perfil, este será incluído como um parâmetro adicional no processo de geração de regras de adaptação. Esse processo é constituído de dois passos principais, sendo que cada um deles é constituído de várias etapas.

No primeiro passo o perfil de usuário é reduzido a fim de refletir as restrições do dispositivo e da rede de acesso que o usuário está utilizando. Por exemplo, se o dispositivo não dispuser de áudio, a opção de receber áudio deve ser removida do perfil de usuário. Preferências no perfil de usuário que requerem mais largura de banda que a velocidade de acesso à rede devem também ser removidas. O resultado da combinação das restrições presentes nos perfis de usuário, dispositivo e acesso à rede resulta uma versão reduzida do perfil de usuário. Esse novo perfil descreve todas as combinações possíveis de preferências que o usuário pode receber em seu dispositivo, sem violar o SLA que se encontra no perfil de acesso a rede. Esse passo é realizado quando o usuário conecta-se à rede de acesso, sendo que uma cópia desse

perfil reduzido é mantida no *Edge Device*, a qual pode ser utilizada pelo *Internet Service Provider (ISP)* para fornecer o serviço de adaptação, e uma outra cópia é retornada ao usuário. Dependendo da aplicação envolvida, o usuário pode apresentar essa cópia a um outro elemento que forneça serviços de adaptação, como por exemplo um controlador de conferência.

O segundo passo é executado pelo controlador de sessão no início de cada sessão de comunicação, quer seja uma sessão HTTP ou uma sessão de conferência. Baseado no perfil de usuário, no perfil de conteúdo (se presente) e nos serviços de adaptação disponíveis, o controlador de adaptação encontra as possíveis adaptações a serem utilizadas de forma a satisfazer as preferências dos usuário. Esse processo utiliza os valores de satisfação que o usuário atribui a cada uma das suas preferências. O controlador de adaptação classifica a combinação de preferências do usuário de acordo com seus valores de satisfação. Começando pela combinação que gera o maior valor de satisfação, o controlador de adaptação tenta satisfazer as preferências do usuário, iniciando com o formato original do conteúdo, utilizando os serviços de adaptação disponíveis e sem violar o SLA. Se o controlador de adaptação não puder entregar essa combinação, este tentará sucessivamente outras combinações e só irá parar quando alguma for encontrada. No caso de sessão com múltiplos participantes, um perfil comum de usuário é gerado a partir dos perfis de usuário de cada participante. A Figura 4 ilustra, num alto nível de abstração, os dois passos desse processo de geração de regras de adaptação.

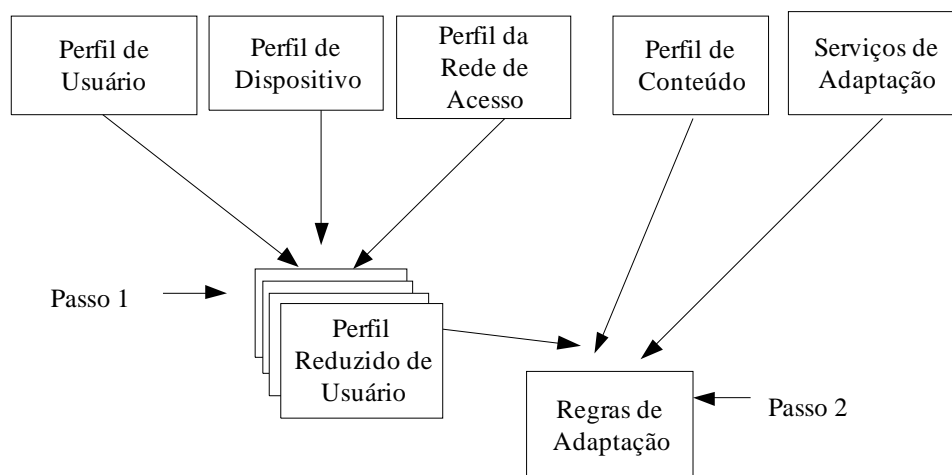


Figure 4 Geração de regras de adaptação

5. Adaptação de conteúdo para sessão HTTP

A arquitetura ICAP pode ser incrementada com o Controlador de Adaptação, sendo que este gerará as regras de adaptação baseando-se nas informações passadas pelo Edge Device. A interação entre o Edge Device e o Controlador de Adaptação pode ser realizada através de *Remote Method Invocation (RMI)*. A Figura 5 apresenta essa nova arquitetura para a adaptação de mensagens HTTP, sendo que o fluxo de mensagens ilustrado (sinais e dados) corresponde a uma adaptação em respostas HTTP (semelhante ao *respmode* do protocolo ICAP).

Quando um Usuário (Cliente) requisita (requisição HTTP) ao Edge Device (Cliente ICAP) uma sessão, este último passa os perfis de dispositivo, usuário e acesso à rede e os serviços de

adaptação disponíveis ao Controlador de Adaptação. Este por sua vez aplica o processo de tomada de decisão, descrito na sessão anterior, e determina algumas regras gerais de adaptação. Por exemplo, uma regra geral de adaptação poderia ser remover as figuras de todos os conteúdos a serem entregues ao Usuário, ou remover os attachments de todos os emails. Caso o conteúdo requisitado tenha um perfil de conteúdo, então o Edge Device solicitará novamente ao Controlador de Adaptação por regras de adaptação, desta vez específicas para esse conteúdo.

As regras de adaptação geradas são passadas ao Edge Device pelo Controlador de Adaptação. Ao receber o conteúdo (resposta HTTP) do Servidor de Conteúdo (Servidor de Origem), o Edge Device adiciona as regras de adaptação a esse conteúdo, encapsula todas essas informações numa requisição ICAP e a encaminha ao Servidor de Adaptação (Servidor ICAP). Este modifica o conteúdo, de acordo com as regras de adaptação, encapsula o conteúdo modificado numa resposta ICAP e a encaminha ao Edge Device. Este último remove o cabeçalho da resposta ICAP e encaminha o conteúdo modificado (resposta HTTP modificada) ao Usuário.

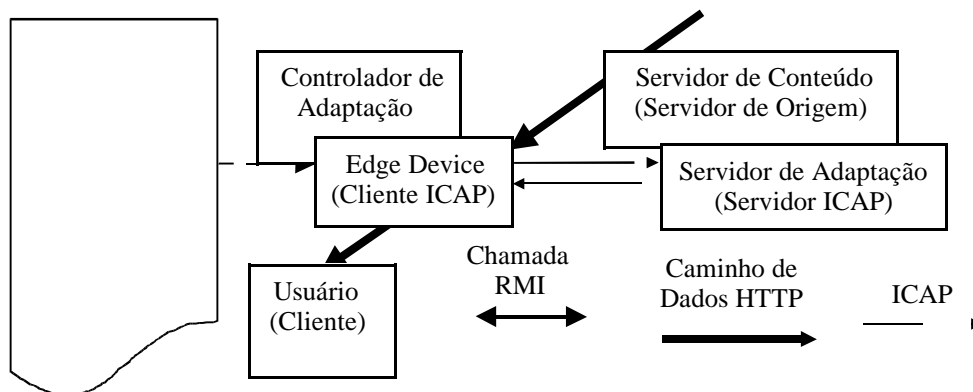


Figura 5 Arquitetura para adaptação de conteúdo de mensagens HTTP

Uma vez que atualmente a maioria dos conteúdos Web não possuem um perfil de conteúdo, o Controlador de Adaptação é requisitado a gerar as regras de adaptação somente no início da sessão e, conseqüentemente, o algoritmo de controle que gera tais regras é processado uma única vez. Portanto, este não acarretará num atraso adicional no processamento das demais requisições/respostas HTTP da sessão. No caso de conteúdo multimídia, onde na maioria das vezes há um perfil de conteúdo, o algoritmo de controle é processado a cada requisição. Uma vez que a maioria dos conteúdos são normalmente longos, o tempo de execução desse algoritmo pode ser insignificante.

5. Conclusão

Aplicações que envolvem multimídia normalmente requerem um certo nível de qualidade de serviço e, se essas qualidades não puderem ser garantidas através da Internet, cabe a essas aplicações adaptarem-se às qualidades de transmissão disponíveis. Para o fornecimento desse tipo de serviço de valor agregado, um procurador de serviços necessita de funções de processamento especiais, sendo que é recomendável situá-las num computador a parte. Essa abordagem está sendo utilizada no projeto do protocolo ICAP, sendo que este define um

conjunto de regras para a troca da informação a ser adaptada, mas não define, atualmente, nenhuma política de adaptação.

Neste trabalho foi proposto um conjunto de elementos, constituído de perfis de dispositivo, conteúdo, usuário e acesso à rede, que são fundamentais para a tomada de decisão em relação à adaptação de conteúdo. Foi também proposto um processo de geração de regras de adaptação que utiliza os perfis mencionados, sendo que esse processo e o algoritmo de controle associado foram utilizados numa arquitetura para adaptação de conteúdo de mensagens HTTP, que é uma extensão da arquitetura ICAP.

O protocolo ICAP foi desenvolvido para aplicações Web que utilizam o protocolo HTTP, cuja operação é através de troca de mensagens, do tipo requisição/resposta, entre o cliente e o servidor Web. Portanto, esse protocolo não é aplicável para a adaptação em fluxos multimídia de tempo real, que ocorrem por exemplo em telefonia sobre IP e vídeo–teleconferência. Neste sentido, estamos trabalhando na definição de uma nova arquitetura e um novo protocolo de adaptação, que utilizam o mesmo conjunto de elementos e o mesmo processo de geração de regras de adaptação, para aplicações multimídia interativas em geral.

Num futuro próximo, pretendemos investigar a utilização do presente trabalho num contexto que envolve redes de acesso sem fio onde, além dos problemas já mencionados, ocorrem freqüentes mudanças na configuração dessas redes devido à mobilidade de seus usuários.

6. Referências

- [1] A. Hafid, G.v. Bochmann and R. Dssouli. *Distributed multimedia applications and quality of service: a review*. Electronic Journal on Network and Distributed Processing, No. 6, pp. 1–50, February 1998.
- [2] T. Kunz, J. P. Black. *An architecture for adaptive mobile applications*. Proceedings of Wireless 99, the 11th International Conference on Wireless Communications, Calgary, Alberta, Canada, pp. 27–38, July 1999.
- [3] T. Nakajima, A. Hokimoto. *Adaptive continuous media applications in mobile computing environments*. <http://www.jaist.ac.jp/~nakajima/>.
- [4] R. Han, P. Bhagwat, R. Lamaire, T. Mummert, V. Perret, J. Rubas. *Dynamic adaptation in an image transcoding proxy for mobile web browsing*. IEEE Personnal Communications, pp. 8–17, December 1998.
- [5] <http://www.wapforum.org/>
- [6] Network Appliance. *Internet Content Adaptation Protocol (ICAP)*. ICAP White Paper V1.01, ICAP Forum, http://www.i-cap.org/docs/icap_whitepaper_v1-01.pdf, July 2001.
- [7] J. Elson, A. Cerpa (eds.). *ICAP the Internet Content Adaptation Protocol*. Internet Draft, ICAP Protocol Group, http://www.i-cap.org/spec/icap_specification.txt, June 2001.
- [8] A. Beck, M. Hofmann. *Transmitting Subscriber Identification in ICAP*. Internet Draft, Lucent Technologies, <http://search.ietf.org/internet-drafts/draft-beck-opes-icap-subid-00.txt>, November 2001.

- [9] R. Fielding, et. al. *Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1*. IETF Request for Comments (RFC) 2616, <http://www.isi.edu/in-notes/rfc2616.txt>, June 1999.
- [10] D. Crocker. *Standard for the format of ARPA Internet text messages*. IETF Request for Comments (RFC) 822, <http://www.isi.edu/in-notes/rfc822.txt>, August 1982.
- [11] T. Berners-Lee, R. Fielding, L. Masinter. *Uniform Resource Identifiers (URI): generic syntax and semantics*. IETF Request for Comments (RFC) 2396, <http://www.isi.edu/in-notes/rfc2396.txt>, August 1998.
- [12] <http://www.w3c.org>
- [13] <http://www.w3c.org/Mobile/CCPP>
- [14] <http://www.w3c.org/RDF>
- [15] K. Holtman, A. Mutz, T. Hardie. *Media Feature Tag Registration Procedure*. IETF Request for Comments (RFC) 2506, <http://www.isi.edu/in-notes/rfc2506.txt>, March 1999.
- [16] G. Klyne. *A Syntax for Describing Media Feature Sets*. IETF Request for Comments (RFC) 2533, <http://www.isi.edu/in-notes/rfc2533.txt>, March 1999.
- [17] <http://www.fipa.org/specs/fipa00091/PC00091A.html>
- [18] Wireless Application Group (WAP). *User Agent Profile Specification*. WAP-174: WAG UAPROF, <http://www1.wapforum.org/tech/terms.asp?doc=SPEC-UAProf-19991110.pdf>
- [19] International Telecommunication Union (ITU). *Packet-Based Multimedia Communications Systems*. [ITU-T Recommendation H.323, February 1998](http://www.itu-t.int/ITU-T/recommendations/T/H.323/H.323-199802.pdf).
- [20] International Telecommunication Union (ITU). *Control Protocol for Multimedia Communication*. ITU-T Recommendation H.245, 1998.
- [21] M. Handley, V. Jacobson. *SDP: Session Description Protocol*. IETF Request for Comments (RFC) 2327, <http://www.isi.edu/in-notes/rfc2327.txt>, April 1998.
- [22] S. Weibel, J. Kunze, C. Lagoze, M. Wolf. *Dublin Core Metadata for Resource Discovery*. IETF Request for Comments (RFC) 2413, <http://www.isi.edu/in-notes/rfc2413.txt>, September 1998.
- [23] Y. Gonno, F. Nishio, K. Haraoka, Y. Yamagishi. *Metadata Structuring of Audiovisual Data Streams on MPEG-2 System*. Metastructures '98, Montreal, Canada, August 1998.
- [24] D. Bhat. *On Representing Video Structure Using RDF*. Doc ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG98/M4132, MPEG Atlantic City Meeting, October 1998.
- [25] K. El-Khatib, G.v. Bochmann, Y. Zhong. *Selecting the QoS Parameters for Multicast Applications Based on User Profile and Device Capability*. IDMS 2001, pp. 221–232.

- [26] P.G.S. Florissi. *QoSME: QoS Management Environment*. Ph.D. Thesis, Columbia University, 1996.
- [27] B. Li, K. Nahrstedt. *A Control-based Middleware Framework for Quality of Service Adaptations*. IEEE Journal of Selected Areas in Communications, Special Issue on Service Enabling Platforms, vol. 17, no. 9, pp. 1632--1650, September 1999.
- [28] R. Rajkumar, C. Lee, J. Lehoczky, D. Siewiorek. *A Resource Allocation Model for QoS Management*. In Proceedings of the IEEE Real-Time Systems Symposium, pp. 298--307, December 1997.
- [29] Global Information Inc. *The Manual of Service Level Agreements (3rd edition)*. http://www.gii.co.jp/english/ch4002_service_level_toc.html, January 1999.