Personalização de recursos com suporte à privacidade através de técnicas adaptativas

Paulo Roberto Massa Cereda e João José Neto

Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de
Computação e Sistemas Digitais, Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, s/n, Travessa 3, 158, CEP: 05508-900
São Paulo, SP – Brasil
paulo.cereda@usp.br, jjneto@usp.br

Resumo Provedores de serviços disponibilizam diversos serviços personalizados aos usuários, possibilitando que tais ofertas tornem-se mais aderentes aos interesses de seus visitantes, mesmo sob risco de violação de privacidade. Existem mecanismos presentes na literatura que buscam equacionar privacidade e personalização, mas que, em geral, trabalham de forma estática, isto é, não admitem atualizações contextuais. Este artigo apresenta uma extensão dos trabalhos existentes, utilizando técnicas adaptativas, para melhoria da oferta de serviços personalizados, guarantindo a privacidade do usuário.

1 Introdução

Com o crescimento e difusão da Internet, os provedores de serviços passaram a oferecer diversos serviços personalizados aos usuários. Como conseqüência imediata, as informações relativas aos acessos desses usuários tornaram-se significativas para os websites, de tal forma a serem coletadas sem consentimento explícito. Por outro lado, a privacidade do usuário tornou-se determinante durante tal navegação e, na maioria das vezes, decisiva para a permanência em um determinado website.

A personalização de recursos é um artifício que oferece conforto e proximidade aos usuários, mas depende de algumas informações acerca da utilização do serviço. Assim, ao restringir o envio de suas informações pessoais, não será possível ao usuário usufruir dos serviços personalizados.

Na tentativa de equacionar tal dicotomia, foram propostos mecanismos que propiciem uma navegação com privacidade e, ao mesmo tempo, garantam que o usuário possa receber algum serviço personalizado. De modo particular, o servidor MASKS, apresentado em detalhes na Seção 4, fundamenta-se na idéia de grupos e máscaras, na qual o usuário utiliza-se de máscaras para ocultar sua identidade e rotular-se por um grupo de interesses, permitindo, dessa forma, oferecer serviços personalizados sem conhecimento de sua identidade real. Outros mecanismos operam de maneira análoga.

Tais mecanismos de privacidade e personalização, em geral, trabalham de forma estática, isto é, não admitem atualizações contextuais. Do ponto de vista

de privacidade, a estaticidade dos modelos não tem impacto sobre a identidade real do usuário, mas prejudica significativamente a oferta de serviços personalizados em médio e longo prazo; máscaras e grupos costumam sofrer desgastes conceituais no tempo, tornando-se obsoletos ou demasiadamente genéricos.

Diante de tais impasses, este artigo apresenta uma extensão do formalismo adaptativo introduzido em [4], com a inclusão de componentes, utilizando técnicas adaptativas, no servidor MASKS original para melhoria da oferta de serviços personalizados, garantindo a privacidade do usuário.

2 Privacidade e personalização

Privacidade, em linhas gerais, é o direito de um indivíduo em resguardar suas informações pessoais de outrem. No contexto da Web, a privacidade pode ser caracterizada como a capacidade do usuário em manter controle das informações pessoais [6]. Em [5], o autor afirma que, "para ter privacidade, uma pessoa precisa ter controle sobre as informações existentes sobre si mesma e exercer este controle de forma consistente com seus interesses e valores pessoais". Portanto, durante a navegação do usuário pela Internet, essas informações devem ser divulgadas apenas com o consentimento do mesmo.

Com o advento e consolidação do comércio eletrônico, as questões relacionadas à privacidade tornaram-se ainda mais significativas. É virtualmente impraticável completar uma transação sem revelar quaisquer dados de caráter pessoal; um usuário pode não desejar informar esses dados caso julgue que sua privacidade está sendo invadida ou posta em risco [1].

Personalização pode ser descrita como tornar algo pessoal, individual, dependente das características e dos interesses humanos. Ao personalizar um objeto de acordo com um usuário, cria-se uma relação de afinidade. De acordo com [7], "um produto ou serviço pode atender as necessidades fundamentais de uma pessoa por suas funcionalidades e características primárias. Além disso, um serviço, através da personalização, pode possuir determinadas características que o torna mais parecido com um indivíduo. Essas qualidades secundárias são consideradas tão importantes que em muitos casos a escolha do produto ou serviço é regida somente através delas." Dessa forma, é imperativo que informações relevantes sejam obtidas para que os serviços sejam personalizados [10].

Algumas vantagens de sistemas personalizados incluem melhorias na navegabilidade, reconhecimento de visitas reincidentes e direcionamento de conteúdo [2]. Para a coleta de informações, em geral, utilizam-se análises de dados em formulários e de navegação do usuário; de posse de tais dados, técnicas de mineração de dados são aplicadas para determinar preferências e tendências [3].

3 Dispositivos adaptativos

Um dispositivo guiado por regras $AD = (ND_0, AM)$ é considerado adaptativo sempre que, para todos os passos de operação $k \geq 0$ (k é o valor de um contador embutido T iniciado em zero e que é incrementado de uma unidade toda vez

que uma ação adaptativa não nula é executada), AD segue o comportamento do dispositivo subjacente ND_k até que a execução de uma ação adaptativa não nula inicie o passo de operação $k+1$ através de mudanças no conjunto de regras; em outras palavras, a execução uma ação adaptativa não nula em um passo de operação $k \geq 0$ faz o dispositivo adaptativo AD evoluir do dispositivo subjacente ND_k para ND_{k+1}.

O dispositivo adaptativo AD inicia sua operação na configuração c_0, com o formato inicial definido por $AD_0 = (C_0, AR_0, S, c_0, A, NA, BA, AA)$. No passo k, um estímulo de entrada move AD para uma configuração seguinte e inicia seu passo de operação $k + 1$ se, e somente se, uma ação não-adaptativa for executada; dessa forma, estando o dispositivo AD no passo k, com o formato $AD_k = (C_k, AR_k, S, c_k, A, NA, BA, AA)$, a execução de uma ação adaptativa não nula leva a $AD_{k+1} = (C_{k+1}, AR_{k+1}, S, c_{k+1}, A, NA, BA, AA)$, onde $AD = (ND_0, AM)$ é um dispositivo adaptativo com um dispositivo subjacente inicial ND_0 e um mecanismo adaptativo AM, ND_k é o dispositivo subjacente de AD no passo de operação k, NR_k é o conjunto de regras não adaptativas de ND_k, C_k é o conjunto de todas as configurações possíveis para ND no passo de operação k, $c_k \in C_k$ é a configuração inicial no passo k, S é o conjunto de todos os eventos possíveis que são estímulos de entrada para AD, $A \subseteq C$ é o subconjunto as configurações de aceitação (da mesma forma, $F = C - A$ é o subconjunto de configurações de rejeição), BA e AA são conjuntos de ações adaptativas (ambos contendo a ação nula, $\epsilon \in BA \cap AA$), NA, com $\epsilon \in NA$, é o conjunto de todos os possíveis símbolos de saída de AD como efeito da aplicação de regras do dispositivo, AR_k é o conjunto de regras adaptativas definido pela relação $AR_k \subseteq BA \times C \times S \times C \times NA \times AA$, com AR_0 definindo o comportamento inicial de AD, AR é o conjunto de todas as possíveis regras adaptativas para AD, NR é o conjunto de todas as possíveis regras não-adaptativas subjacentes de AD, e AM é o mecanismo adaptativo, $AM \subseteq BA \times NR \times AA$, a ser aplicado em um passo de operação k para cada regra em $NR_k \subseteq NR$. Regras adaptativas $ar \in AR_k$ são da forma $ar = (ba, c_i, s, c_j, z, aa)$ indicando que, em resposta a um estímulo de entrada $s \in S$, ar inicialmente executa a ação adaptativa anterior $ba \in BA$; a execução de ba é cancelada se esta elimina ar do conjunto AR_k; caso contrário, a regra não-adaptativa subjacente $nr = (c_i, s, c_j, z)$, $nr \in NR_k$ é aplicada e, finalmente, a ação adaptativa posterior $aa \in AA$ é executada [9].

Ações adaptativas podem ser definidas em termos de abstrações chamadas funções adaptativas, de modo similar às chamadas de funções em linguagens de programação usuais [9]. A especificação de uma função adaptativa deve incluir os seguintes elementos: *(a)* um nome simbólico, *(b)* parâmetros formais que referenciarão valores passados como argumentos, *(c)* variáveis que conterão valores de uma aplicação de uma ação elementar de inspeção, *(d)* geradores que referenciam valores novos a cada utilização, e *(e)* o corpo da função propriamente dita.

São definidos três tipos de ações adaptativas elementares que realizam testes nas regras ou modificam regras existentes, a saber: *(a) ação adaptativa elementar de inspeção:* a ação não modifica o conjunto de regras, mas permite a inspeção

deste para a verificação de regras que obedeçam um determinado padrão. *(b) ação adaptativa elementar de remoção:* a ação remove regras que correspondem a um determinado padrão do conjunto corrente de regras. *(c) ação adaptativa elementar de inclusão:* a ação insere uma regra que corresponde a um determinado padrão no conjunto corrente de regras.

Tais ações adaptativas elementares podem ser utilizadas no corpo de uma função adaptativa, incluindo padrões de regras que utilizem parâmetros formais, variáveis e geradores disponíveis.

4 Servidor de mascaramento MASKS

O servidor de mascaramento MASKS, proposto por [8], atua como um serviço de proxy estendido, de tal forma a preservar a privacidade de anonimato do usuário e permitir que este usufrua a personalização de serviços. A privacidade do usuário é garantida através do conceito de máscaras – identificações temporárias que um usuário pode assumir.

A atribuição de máscaras utiliza o princípio de associação em grupos, de acordo com cada requisição do usuário. Em outras palavras, quando o usuário faz uma requisição, esta é associada a um determinado grupo, que representa um tópico de interesse; dessa forma, o solicitante da requisição será sempre um grupo, e não mais um indivíduo, divulgando apenas dados sobre interesses comuns [8]. Existem situações, entretanto, em que o usuário terá a necessidade de fornecer suas informações (por exemplo, ao realizar uma compra). Essas informações, obviamente, não serão características comuns de grupo, e o usuário deverá desabilitar o mascaramento explicitamente.

A arquitetura do servidor MASKS possui dois componentes principais: o agente de privacidade e o servidor de máscaras; este último possui dois subcomponentes: seletor e gerenciador de máscaras. O processo de atribuição de máscaras inicia-se quando o usuário faz uma requisição a um determinado website. O agente de privacidade intercepta esta requisição, cifra-a e a envia ao servidor de máscaras. O seletor escolhe o melhor grupo de acordo com a requisição recebida, para que o servidor possa efetivamente enviar a requisição mascarada para o website. A associação de máscaras é feita a cada requisição, pois um usuário pode demonstrar interesses diversos durante uma única sessão, e também para proteger a privacidade, uma vez que o usuário não disponibiliza nenhuma informação além da requisição [8]. Os grupos podem possuir diversas máscaras, uma para cada website que esteja relacionado ao tema de interesse associado ao grupo.

O servidor de máscaras é o componente da arquitetura do MASKS responsável pelo gerenciamento e seleção dos grupos e de atribuição das máscaras, sendo um intermediário entre o agente de privacidade e os websites. Seu componente principal é o seletor, responsável pela seleção de um grupo de interesse que mais adequar-se à requisição do usuário [8].

O seletor utiliza uma árvore de categorias definida pelo *Open Directory Project*, distribuída livremente, classificada e atualizada por voluntários. A justificativa para seu uso desta árvore reside no fato de que os algoritmos de agrupamento

de informações e a própria extração de dados necessitam de conhecimento prévio acerca do usuário, o que não é recomendável neste caso. Como a classificação da árvore é feita por voluntários, ela reflete melhor a semântica dos grupos. Cada nó da árvore de categorias representa um grupo e é formado por um conjunto de páginas relacionadas, um conjunto de termos que o caracterizam (palavras-chaves) e as máscaras referentes a esse grupo. Um nó pode ter filhos, que representam uma especialização semântica de um grupo, e ligações, que são especializações que referenciam outros grupos da árvore.

O seletor utiliza um algoritmo de seleção de grupo que deve retornar o grupo semântico que mais corresponda à requisição do usuário. Resumidamente, suas etapas são: *(a)* tentar determinar o grupo através dos termos de consulta do endereço da requisição, através de uma tabela de termos; *(b)* caso não existam termos de consulta, é feita a busca pela existência de algum grupo semântico associado ao endereço da requisição, na tabela de conteúdo; *(c)* caso o endereço da requisição não exista na tabela, o algoritmo tenta determinar o grupo utilizando termos presentes no endereço, também na tabela de termos; *(d)* em último caso, o algoritmo retorna o grupo raiz. As quatro etapasgarantem a privacidade ao usuário, inclusive no pior caso,no qual não é possível determinar o grupo semântico, retornando, dessa forma, o grupo raiz, mais genérico e abrangente.

O servidor de máscaras permite ainda que os websites utilizem *cookies* para personalizar serviços aos usuários. Entretanto, um *cookie* fornecido por um website pertencerá ao grupo associado à requisição, e não mais ao usuário. Requisições subsequentes serão tratadas utilizando informações comuns ao grupo, não sendo possível individualizá-las.

5 Uma versão adaptativa do servidor MASKS

A escolha do grupo semântico é feita pelo componente seletor, utilizando uma árvore de categorias. A árvore em questão, uma vez carregada pelo servidor de mascaramento, é utilizada apenas para consulta. Quando não é possível determinar qual grupo associar a uma requisição, o grupo raiz é então selecionado para garantir a privacidade e o mínimo de personalização [8].

A árvore de categorias é estática e não permite manipulação de nós. A eficácia do seletor e do próprio servidor de mascaramento dependem, portanto, da estrutura da árvore de categorias; quando as ocorrências da escolha do nó raiz (como grupo semântico) tornarem-se freqüentes e em intervalos relativamente pequenos, é uma razão para acreditar que a árvore não apresenta uma estrutura adequada para o contexto utilizado.

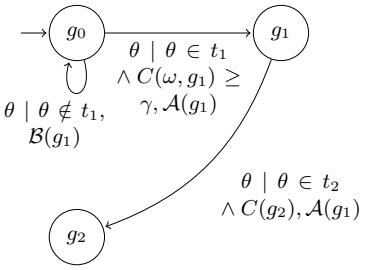
Em [4], os autores apresentam um formalismo para representação do algoritmo de seleção de grupo e a árvore de categorias como um dispositivo adaptativo. A nova versão permite que o modelo semântico modifique-se autonomamente ao longo do tempo, utilizando técnicas adaptativas, de acordo com observação e aprendizado sobre o contexto; dessa forma, a requisição do usuário sempre corresponderá ao melhor grupo disponível, evitando, inclusive, que o nó

raiz seja sempre selecionado para um determinado assunto, caso este não conste na árvore de categorias.

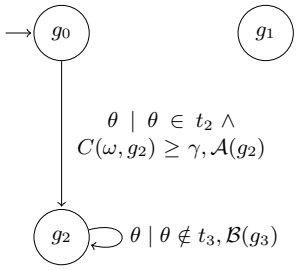
Entretanto, o formalismo introduzido em [4] apresenta dois impasses. O primeiro consiste na ausência de um tratamento adequado quando múltiplos grupos são escolhas válidas para o seletor – o formalismo original admite uma escolha aleatória com probabilidade $\frac{1}{n}$ para n grupos; na prática, o melhor grupo é aquele que contém informações semânticas adicionais mais aderentes à requisição do que os demais. O segundo impasse consiste no crescimento monotônico da árvore de categorias; o formalismo admite apenas a inserção de novos grupos semânticos ao longo do tempo, mas não considera a remoção de grupos que não contribuem potencialmente para a categorização contextual da árvore (ausência de *prunning*). Em um intervalo de tempo suficientemente grande, a árvore tornar-se-á complexa e demasiadamente específica, comprometendo significativamente o desempenho e a personalização de serviços.

Este artigo apresenta uma extensão do formalismo introduzido em [4], com a inclusão de componentes, utilizando técnicas adaptativas, no servidor MASKS original para melhoria da oferta de serviços personalizados, guarantindo a privacidade do usuário. A Figura 1 ilustra uma representação do algoritmo de seleção de grupo e da árvore como um dispositivo adaptativo. Em *(a)*, é apresentado um exemplo de configuração inicial do dispositivo adaptativo, com os seguintes elementos: θ é o termo consultado, G é o conjunto de grupos da árvore de categorias, $g_i \in G, i \in \mathbb{N}$ é um grupo particular do conjunto de grupos, $g_0 \in G$ representa o nó raiz, t_n é o conjunto de termos do grupo n, $T = \bigcup_{i=0}^{n} t_i$ é o conjunto de todos os termos indexados pela árvore de categorias, Ω é o conjunto enumerável de todos os possíveis contextos, $\omega \in \Omega$ representa o contexto corrente, $C\colon \Omega \times G \mapsto \mathbb{R}$ é uma função semântica que atribui um valor real dado o contexto corrente e um grupo de interesse, $\mathcal{A}$ é a função adaptativa a ser executada se o termo pesquisado existe no conjunto de termos do grupo corrente e o contexto é válido, $\theta \in t_n \wedge C(g_n)$, e $\mathcal{B}$ é a função adaptativa a ser executada caso o termo não exista no conjunto de termos do grupo corrente, $\theta \notin t_n$. É importante observar que o novo modelo realiza uma pré-seleção e potencialmente reduz o espaço de possibilidades de escolha de grupo ao inserir um limite real (*threshold*) γ que determina a pertinência semântica de um grupo ao contexto corrente; dessa forma, caso existam múltiplos grupos como escolhas válidas para o seletor, garante-se que o subconjunto R de grupos escolhidos sempre conterá elementos que sejam os mais aderentes possíveis ao contexto corrente, $R = \{g_n \in G \mid \theta \in t_n \wedge C(\omega, g_n) \geq \gamma\}$. Neste caso, a escolha aleatória com probabilidade $\frac{1}{n}$ para n grupos terá um resultado mais significativo do que o formalismo originalmente apresentava. Em *(b)*, é ilustrado um exemplo de configuração final do dispositivo adaptativo. Partindo da raiz g_0, o único estado alcançável é g_2, portanto ele será o grupo escolhido. Caso não existam estados alcançáveis, o grupo escolhido será o nó raiz, tal qual ocorre no algoritmo de seleção de grupo.

O formalismo original disponibiliza uma função adaptativa $\mathcal{C}$ responsável pela criação de um novo grupo semântico com um termo associado [4]. Entretanto, o



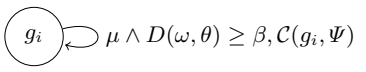
(a) Exemplo de configuração inicial do dispositivo adaptativo.



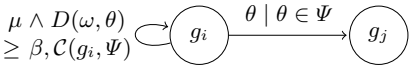
(b) Exemplo de configuração final do dispositivo adaptativo.

Figura 1. Representação do algoritmo de seleção de grupo e da árvore como um dispositivo adaptativo. Em *(a)*, um exemplo de configuração inicial do dispositivo adaptativo; em *(b)*, um exemplo de configuração final.

contexto corrente não era considerado, o que poderia provocar a criação de grupos altamente específicos e potenticialmente identificáveis (causando violação de privacidade [12]). A Figura 2 apresenta uma extensão da função adaptativa $\mathcal{C}$ no novo modelo. Em *(a)*, a função é aplicada no grupo selecionado para mascarar a requisição do usuário; os elementos componentes são: μ é um símbolo especial, indicador de criação de um novo grupo a partir do grupo corrente, $D\colon \Omega \times \Theta \mapsto \mathbb{R}$ é uma função semântica que atribui um valor real dado o contexto e termo de pesquisa correntes, $g_i \in G$ é o grupo corrente, $\Psi \subseteq T$ é o conjunto de termos associados ao novo grupo, e $\mathcal{C}$ é a função adaptativa que criará um novo grupo, uma especialização semântica de seus ancestrais. É importante observar a existência de um limite real β que determina a criação de um novo grupo semântico; dessa forma, limita-se a criação de um grupo de acordo com o contexto e o termo de pesquisa, evitando um crescimento desordenado da árvore de categorias e uma eventual exposição de dados confidenciais. Em *(b)*, é ilustrada a criação de um novo grupo semântico g_j, descendente de g_i. A capacidade de inserção de novos grupos permite que os grupos estejam coesos com o contexto corrente.



(a) Aplicação da função adaptativa $\mathcal{C}$ no grupo selecionado.



(b) Exemplo de criação de um novo grupo semântico.

Figura 2. Função adaptativa $\mathcal{C}$ responsável por uma eventual criação de um novo grupo semântico com um termo associado.

Dois novos componentes são necessários para estender o servidor de mascaramento original: controle e limpeza. Opcionalmente, um terceiro componente – monitoramento – pode compôr a arquitetura do novo servidor.

O componente de controle, como o próprio nome indica, é responsável pelo gerenciamento dos termos obtidos na requisição e pela eventual criação de novos grupos semânticos. Este possui uma tabela de termos pesquisados (Figura 3-a) que é utilizada para a decisão de criação de um novo grupo (função semântica D). A cada requisição, após a escolha do melhor grupo feita pelo seletor, o módulo de controle obtém os termos da requisição e faz uma avaliação dos mesmos, comparando-os com uma tabela de termos já existentes. Cada termo θ_i presente na tabela possui um valor v_{θ_i} referente à sua ocorrência nas requisições; esse valor incrementa conforme os termos surgem nas requisições até que se atinja um limite τ de pontuação $P(\theta_i)$ (Figura 3-b) – em um determinado período de tempo e, então, um novo grupo será criado utilizando o termo em questão. A tabela de termos armazena o número de ocorrências (hits) de um dado termo e a data da sua primeira ocorrência; assim, é possível avaliar se o termo θ_i tem uma procura razoável, fundamentando-se em um intervalo de datas para, então, disparar a função adaptativa $\mathcal{C}$, se, e somente se, $P(\theta_i) \geq \tau$. Se uma requisição possuir um conjunto Y de termos, somente o termo com maior pontuação será considerado, isto é, $y \in Y \mid \max\{P(y') \mid y' \in Y\} = P(y)$.

Termo	Hits	Início
futebol	15	28/01/2015
praia	8	01/02/2015
carnaval	25	13/02/2015

(a)

Cálculo da pontuação do termo θ_i

$$P(\theta_i) = \frac{\text{número de ocorrências de } \theta_i}{\text{data corrente} - \text{início de } \theta_i}$$

(b)

Figura 3. *(a)* Exemplo de uma tabela de termos. *(b)* Fórmula utilizada para cálculo da pontuação de um termo θ_i.

Uma vez criado um novo grupo semântico, o termo relacionado a ele deve receber um sinalizador, informando que este termo já foi avaliado; assim, requisições subseqüentes contendo tal termo não causarão a criação de grupos semânticos repetidos.

O componente de limpeza é responsável pela manutenção da tabela de termos, realizando a remoção dos termos que apresentarem uma pontuação muito baixa, inferior a um limite π, tal que $\pi \ll \tau$, $P(\theta_i) < \pi$, em um determinado período de tempo. A remoção de termos da tabela segue a política *least frequently used*; quanto mais vezes um dado é acessado, maior é a sua relevância e, portanto, terá menores chances de ser removido [11]. Aplicando tal política, a tabela de termos conterá apenas os termos mais relevantes e com chances reais de tornarem-se grupos. O termo θ que obtiver a pontuação mais baixa será removido, $\theta \in \Theta \mid \min\{P(\theta') \mid \theta' \in \Theta\} = P(\theta)$.

O componente opcional de monitoramento realiza ajustes automáticos dos limites definidos pelo modelo (a saber, γ, β, τ e π), de acordo com observações empíricas do sistema em execução. O componente é definido como um dispo-

sitivo adaptativo, ilustrado na Figura 4, que monitora o contexto corrente e executa uma função adaptativa de ajuste $\mathcal{D}$ conforme a ocorrência de padrões comportamentais (por exemplo, muitas requisições atribuídas ao nó raiz indicam a necessidade de criação de novos grupos semânticos). Cada valor pode ser alterado independentemente, de acordo com o contexto em análise.

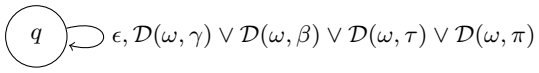


Figura 4. Dispositivo adaptativo para monitoramento do sistema, realizando ajustes nos limites definidos pelo modelo.

Dois experimentos foram realizados para analisar o comportamento de cada servidor em uma situação real de uso. Os testes duraram quatros semanas e envolveram usuários conectados à Internet através dos servidores avaliados. Os resultados são ilustrados na Figura 5.

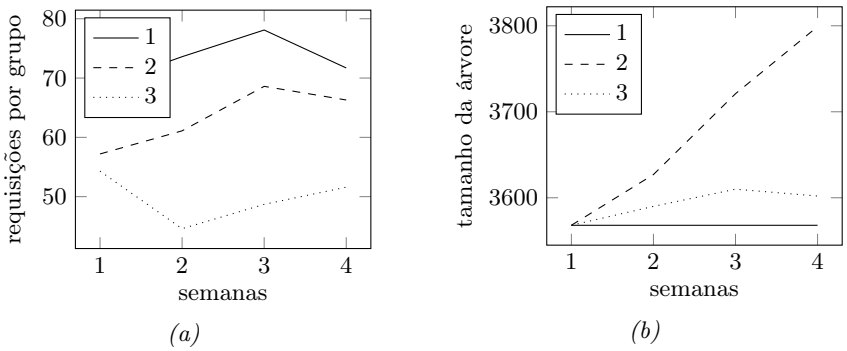


Figura 5. Resultados dos dois experimentos realizados. Legenda: (1) MASKS original, (2) versão proposta por [4], (3) versão proposta neste trabalho.

O primeiro experimento consistiu no cálculo da média de requisições associadas a grupos semânticos, cujo resultado é apresentado na Figura 5-a; é possível observar que o servidor implementando as melhorias propostas neste artigo obteve um número baixo de requisições por grupo em relação aos demais, representando especificações semânticas que podem admitir serviços personalizados mais aderentes. O servidor MASKS original apresentou um número alto de requisições associadas a grupos por não oferecer suporte a alterações contextuais (a maioria das requisições era associada ao nó raiz). O segundo experimento consistiu na mensuração do tamanho da árvore de categorias, conforme ilustra a Figura 5-b; o servidor MASKS original possui um tamanho constante por não admitir atualizações na árvore, enquanto a versão proposta por [4] extrapola a

criação de novos grupos semânticos; o servidor aqui proposto obteve um tamanho de árvore que permita atualizações contextuais sem, entretanto, criar grupos altamente específicos e potencialmente violar a privacidade de seus usuários.

6 Conclusões

Este artigo apresentou uma extensão do formalismo introduzido em [4], com a inclusão de componentes, utilizando técnicas adaptativas, no servidor MASKS original para melhoria da oferta de serviços personalizados, guarantindo a privacidade do usuário. Os resultados obtidos nos experimentos indicaram que as técnicas adaptativas utilizadas mostraram-se adequadas para tratar padrões comportamentais e ciência de contexto sem exigir um custo computacional considerável [3]. Adicionalmente, tal capacidade de percepção contextual contribui para o aumento do grau de satisfação do usuário em relação à utilização do serviço.

As técnicas adaptativas aqui empregadas proporcionam soluções consistentes que atendem às necessidades inerentes de diversos domínios de aplicação, proporcionando soluções computacionais viáveis para problemas complexos, mantendo a simplicidade e a eficiência em tempo e espaço.

Referências

1. Ackwerman, M.S., Cranor, L.: Privacy critics, safeguarding users' personal data. Tech. rep. (1999), web techniques
2. Cereda, P.R.M.: Servidor web adaptativo. In: WTA 2010: Workshop de Tecnologia Adaptativa. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil (2010)
3. Cereda, P.R.M., José Neto, J.: Adaptive data mining: Preliminary studies. IEEE Latin America Transactions 12(7), 1258–1270 (October 2014)
4. Cereda, P.R.M., Zorzo, S.D.: Formalismo com autômato adaptativo em mecanismo de privacidade e personalização. In: Memoria de la XXXIII Conferencia Latinoamericana en Informatica, CLEI 2007 (2007)
5. Fernandes, C.H.: A privacidade na sociedade da informação. Tech. rep. (2003)
6. Friedman, B., Khan, P.H., Howe, D.C.: Trust online. Communications of the ACM (2000)
7. Grande, R.E.: Sistema de integração de técnicas de proteção de privacidade que permitem personalização. Master's thesis, Universidade Federal de São Carlos (2006)
8. Ishitani, L., Almeida, V., Meira, W.: Masks: bringing anonymity and personalization together. IEEE Security and Privacy Magazine 3(1), 18–23 (2003)
9. José Neto, J.: Adaptive rule-driven devices: general formulation and case study. In: International Conference on Implementation and Application of Automata (2001)
10. Koch, M.: User representation in e-commerce and collaboration applications. Tech. rep., Department of Informatics, Technische Universitaet Muenchen (2003)
11. Robinson, J.T., Devarakonda, M.V.: Data cache management using frequency-based replacement. In: Proceedings of the 1990 ACM SIGMETRICS Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems. pp. 134–142 (1990)
12. Warren, S.D., Brandeis, L.D.: The right to privacy. Harvard Law Review 4(5) (1890)