Um Mecanismo Simples e Eficiente para a Autenticação de Dispositivos na Comunicação por Campo de Proximidade

Silvio E. Quincozes[1] **e Juliano F. Kazienko**[1]

[1]Curso de Ciência da Computação – Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
Prédio A1 – CEP 97.546-550 – Alegrete – RS – Brasil

silvioereno@alunos.unipampa.edu.br, kazienko@unipampa.edu.br

Abstract. *Near Field Communication is a recent technology that uses radio waves at high frequency for data communication. One of the major research challenges in this area is the end point identification. In this sense, a hidden device within the legitimate devices coverage area makes possible to capture data as well as the device impersonation. This work presents a mechanism for devices authentication, aggregating relevant security properties for data exchange. The proposal is evaluated through a prototype. Low number of messages exchanged, low mechanism execution time and improvements related to other works reveal that the proposed mechanism is promising.*

Resumo. *A comunicação por campo de proximidade é uma tecnologia recente que utiliza ondas de rádio de alta frequência para a comunicação de dados. Um dos principais desafios de pesquisa nessa área consiste na identificação do ponto final. A presença de um dispositivo camuflado dentro da área de cobertura de dispositivos legítimos torna possível a captura das informações, bem como a personificação dos mesmos. Este trabalho apresenta um mecanismo que autentica os dispositivos, agregando propriedades de segurança importantes para a troca de dados. A proposta é validada através de um protótipo. O baixo número de mensagens trocadas, baixo tempo de execução do mecanismo e diferenciais em relação a outros trabalhos revelam que o mecanismo é promissor.*

1. Introdução

A tecnologia de Comunicação por Campo de Proximidade, do inglês, *Near Field Communication* (NFC), possibilita a troca de mensagens entre dispositivos, como celulares, *notebooks*, crachás, etc. Tal tecnologia de comunicação sem fio utiliza ondas de rádio de alta frequência, tradicionalmente 13,56 MHz, com um alcance máximo de dez centímetros. O NFC tem aplicações em diversos campos, como saúde, transporte e pagamentos eletrônicos. O NFC tem maior usabilidade e menor tempo de configuração, comparado a tecnologia *Bluetooth*, por exemplo [Eun et al. 2013][Coskun et al. 2013].

Um dos grandes desafios de pesquisa na área consiste no estabelecimento de segurança nas comunicações. A curta distância exigida para a troca de dados pode ser considerada uma vantagem. Desse modo, um atacante precisa estar muito próximo dos dispositivos legítimos para interceptar as mensagens trocadas, o que facilita sua detecção. No entanto, a presença de um dispositivo malicioso camuflado dentro da área de cobertura dos dispositivos legítimos pode viabilizar ataques, bem como a personificação dos dispositivos. Desta forma, o emprego de mecanismos destinados à garantia da autenticidade dos dispositivos se faz essencial.

Segundo [Miorandi et al. 2012], a comunicação segura através de radiofrequência requer soluções eficientes e de baixo custo computacional. Em muitos cenários que envolvem o uso de NFC, o consumo energético deve ser considerado, especialmente ao se utilizar dispositivos móveis. Atualmente, pontos que requerem atenção são: privacidade, autenticação de entidades, prevenção da espionagem e baixo custo energético [Alzahrani et al. 2013]. O presente trabalho tem por objetivo propor um mecanismo leve e eficiente que autentica mutuamente dispositivos NFC, agregando propriedades de segurança importantes para a troca de dados. De forma a aplicar o mecanismo proposto, foi implementado um protótipo. Nas demais seções tal mecanismo é introduzido.

2. Trabalhos Relacionados

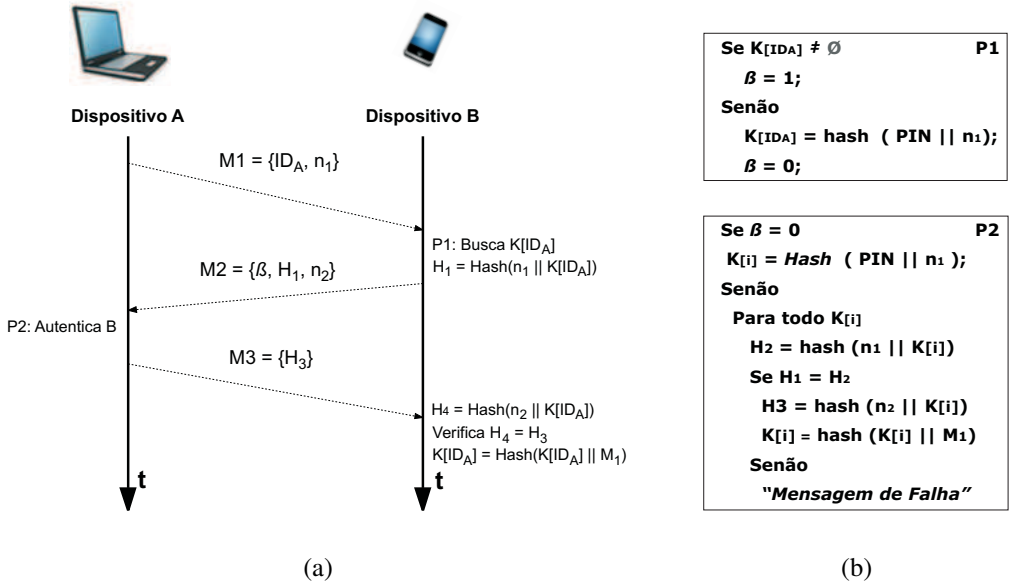
Em [Chen et al. 2010], é proposto um mecanismo para estabelecer a autenticação de dispositivos NFC e permitir transações financeiras. Foram aproveitadas as primitivas criptográficas da tecnologia GSM, utilizando o cartão *Subscriber Identity Module* (SIM) de celulares para identificá-los. Nesse trabalho, as chaves são geradas dinamicamente a cada autenticação. Como a operadora de telefonia participa na geração da chave compartilhada, o uso do mecanismo fica limitado a dispositivos da mesma operadora.

O trabalho de [Eun et al. 2013] propõe um método de privacidade condicional para proteger a privacidade do usuário usando pseudônimos. Essa proposta exige um terceiro confiável para a solicitação de um conjunto de pseudônimos. Com essa renovação o problema de rastreabilidade é controlado. Porém, essa abordagem requer aparelhos equipados com *Secure Element* (SE), o que inviabiliza o uso seguro dos demais dispositivos, como etiquetas NFC, por exemplo. Além disso, existe um custo computacional adicional para a solicitação de novos pseudônimos. Segundo os autores, um conjunto de 1000 pseudônimos exigira um espaço de 146,484 Kbytes em memória.

3. O Mecanismo Proposto

Suponha que dois dispositivos *A* e *B* necessitam se comunicar de forma segura através do modo de operação *Peer-To-Peer* [Coskun et al. 2013]. O dispositivo *A* possui identidade pública ID_A, como um terminal para compra de passagens, por exemplo. O dispositivo *B* é um aparelho pessoal, como um telefone celular, por exemplo, conforme ilustrado na Figura 1(a). Logo *B* deve ter sua identidade ID_B preservada. Nesse caso, *A* possui uma lista de chaves $L_A \leftarrow \{K_{[i]}, K_{[i+1]}...\}$. Cada chave representa um dispositivo conhecido. O dispositivo *B* possui outra lista de chaves $L_B \leftarrow \{K_{[ID_A]}, K_{[ID_C]}...\}$, onde cada registro possui referência ao ID de um dispositivo conhecido. Dessa forma, quando *A* envia ID_A, *B* deve procurar por $K_{[ID_A]}$ como chave para a autenticação. Na primeira comunicação $K_{[ID_A]}$ não existirá. Nesse caso, *B* atribui para o *bit* β de associação: $\beta \leftarrow 0$. Assim, ao receber a mensagem, *A* sabe que é preciso que seja definida e compartilhada uma nova chave. Para tal, a sugestão aqui proposta é o uso de um Número de Identificação Pessoal (PIN). O PIN deve ser gerado aleatoriamente e exibido na tela do dispositivo *B*, conforme *P1* na Figura 1(b). Em seguida, tal PIN é mostrado ao operador do dispositivo *A*, que atualiza o sistema para o cálculo de *K*, conforme *P2* na Figura 1(b).

Inicialmente, ao detectar a presença de um dispositivo próximo, *A* envia uma mensagem $M_1 \leftarrow \{ID_A, n_1\}$ em texto plano, onde n_1 é um *nonce*. O dispositivo *B* faz uma busca por $K_{[ID_A]}$ (*P1*, Figura 1(b)). Se $K_{[ID_A]} \neq \emptyset$, então $\beta \leftarrow 1$. Senão,



(a) (b)

Figura 1. A Figura (a) ilustra as mensagens trocadas. A Figura (b) detalha os algoritmos utilizados no mecanismo proposto.

$\beta \leftarrow 0$ e um PIN é gerado para definição de $K_{[ID_A]} \leftarrow Hash(PIN||n_1)$. É calculado $H_1 \leftarrow Hash(n_1||K_{[ID_A]})$ e gerado outro *nonce* n_2. Em seguida *B* emite $M2 \leftarrow \{\beta, H_1, n_2\}$. Quando $\beta = 0$ (P2, Figura 1(b)), insere-se $K_{[i]} \leftarrow Hash(PIN||n_1)$ na lista. Para tal, é necessário que o usuário digite em *A*, o PIN gerado e exibido por *B*. Quando $\beta = 1$, o dispositivo *A* computa $H_2 \leftarrow Hash(n_1||K_{[i]})$ e verifica se $H_1 = H_2$. Isso se repete para todo índice *i* dos registros da lista L_A até que seja satisfeita a igualdade, onde *B* é considerado autêntico. Se a igualdade não for satisfeita, ocorre então uma falha na autenticação de *B* e o processo é interrompido. Por fim, *A* calcula $H_3 \leftarrow Hash(n_2||K_{[i]})$, atualiza $K_{[i]} \leftarrow Hash(K_{[i]}||M_1)$ e envia $M_3 \leftarrow \{H_3\}$. O dispositivo *B* computa $H_4 \leftarrow Hash(n_2||K_{[ID_A]})$ e verifica se $H_3 = H_4$. Se a igualdade for satisfeita, *A* é autenticado e ocorre a atualização de $K_{[ID_A]} \leftarrow Hash(K_{[ID_A]}||M_1)$.

4. Resultados Preliminares e Trabalhos Futuros

A fim de validar o mecanismo da Figura 1(a), um protótipo foi implementado. Para tal, utilizou-se um telefone celular da marca Sony modelo Xperia M, com o sistema operacional Android 4.2 instalado, e um notebook da marca Sony Vaio, modelo *svf15213cbw*, com sistema operacional Windows 8. O estabelecimento da comunicação entre tais dispositivos está calcada no modo de operação entre dispositivos NFC denominado *Peer-to-Peer* [Coskun et al. 2013]. A programação do protótipo se deu nas linguagens Java e C Sharp, respectivamente. Para computar os resumos foi utilizado o *Message-Digest algorithm 5* (MD5), entretanto qualquer algoritmo *hash* poderia ser utilizado. O tamanho total do executável instalado é de 1,25 Mbytes no celular e 25 Kbytes no notebook. O tempo médio total para a execução do mecanismo proposto é de 253 ms.

Visto que a descoberta de *K* implica no comprometimento da autenticidade de quaisquer dos dispositivos, o mecanismo proposto efetua a renovação dinâmica de chaves a cada autenticação. Dessa forma, mesmo que um atacante descubra *K* anterior, ela não

servirá para a próxima autenticação. Tal processo é independente de terceiro confiável. Além disso, o usuário do celular consegue provar sua autenticidade sem expor sua identidade, mantendo assim a privacidade e evitando o rastreamento. Devido ao baixo número de mensagens trocadas, o mecanismo se torna eficiente do ponto de vista do consumo energético. A Tabela 1 compara trabalhos existentes com o mecanismo proposto aqui.

Tabela 1. Propriedades dos Mecanismos.

	[Eun et al. 2013]	[Chen et al. 2010]	**Mecanismo Proposto**
Privacidade do Usuário	Em Risco	Parcial	Satisfatória
Terceiro Confiável	Dependente	Dependente	Independente
Simplicidade	Complexo	Médio	Simples
Espaço de Armazenamento	Demasiado	Pouco	Pouco
Autenticação Mútua	Possui	Possui	Possui
Dependência de SE	Dependente	Dependente	Independente
Renovação de Chaves	Razoável	Razoável	Aceitável

Observa-se que a renovacão de chaves é um ponto que requer melhorias. O uso de um terceiro confiável é uma alternativa, entretanto deve ser considerada a possibilidade da indisponibilidade do mesmo. O mecanismo proposto independe de terceiro confiável. Porém, se um atacante descobrir K e escutar as mensagens trocadas no processo de autenticação, ele é capaz de computar o novo K. Uma solução para tal problema consiste no uso de um PIN gerado em um dos dispositivos e digitado pelo usuário no outro dispositivo. É importante destacar que a geração do PIN deve acontecer sempre que houver autenticação, o que pode ser inconveniente do ponto de vista do usuário.

Como trabalhos futuros, pretende-se aplicar o mecanismo em um ambiente hospitalar. Desse modo, um médico poderia de forma rápida e segura recuperar dados de pacientes como seus prontuários médicos através de dispositivos móveis. Adicionalmente, deseja-se utilizar etiquetas NFC junto aos leitos dos pacientes, adequando o mecanismo proposto a tais dispositivos. Nesse cenário, a autenticação, privacidade, integridade e confidencialidade são propriedades que devem ser garantidas [Alzahrani et al. 2013].

Referências

Alzahrani, A., Alqhtani, A., Elmiligi, H., Gebali, F., and Yasein, M. S. (2013). NFC security analysis and vulnerabilities in healthcare applications. In *IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM)*, pages 302–305. IEEE.

Chen, W., Hancke, G., Mayes, K., Lien, Y., and Chiu, J.-H. (2010). NFC mobile transactions and authentication based on GSM network. In *Second IEEE International Workshop on Near Field Communication (NFC)*, pages 83–89. IEEE.

Coskun, V., Ozdenizci, B., and Ok, K. (2013). A Survey on Near Field Communication NFC Technology. *Wireless Personal Communications*, 71:2259–2294.

Eun, H., Lee, H., and Oh, H. (2013). Conditional privacy preserving security protocol for NFC applications. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 59(1):153–160.

Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., and Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7):1497–1516.

