

A Communication Infrastructure for Collaboration in Mobile Social Networks

Rômulo de Carvalho Batista
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
São Luís, MA, Brasil
Email: romulocbatista@gmail.com

Francisco José da Silva e Silva
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
São Luís, MA, Brasil
Email: fssilva@deinf.ufma.br

Abstract—Mobile Social Networks (MSNs) comprise a social structure whose members are related in groups and the interaction is done through portable computing devices with access to wireless technologies, adding the ability to perform social interactions at anytime and anywhere. In health care it is possible to apply this concept for conducting collaboratively actions related to health care and its education. This paper proposes a communication infrastructure for collaboration in MSNs that will be developed in the context of the MobileHealthNet project, whose goal is to create a middleware to give support for the development of social networking applications in health care.

Keywords—Mobile Social Networks, Collaboration, Wireless Communication, Health, Distributed Systems

I. INTRODUÇÃO

Redes Sociais Móveis (RSMs) compreendem uma estrutura social cujos membros se relacionam em grupos e sua interação é feita através de tecnologias de comunicação sem fio (rede celular, rede local sem fio, Bluetooth, etc), agregando a capacidade de acesso a qualquer hora e em qualquer lugar às redes sociais. Nestes ambientes pode-se explorar uma rica variedade de informações de contexto, tais como a localização corrente do usuário, o clima e temperatura local, as pessoas na vizinhança, o estado do usuário (como sua disponibilidade e humor), a ação por ele realizada e sua intenção em realizá-la.

Uma área fértil para a aplicação dos conceitos relacionados as redes sociais é a saúde. Uma Rede Social na área da saúde pode ser definida como um grupo de pessoas (e a estrutura social que elas coletivamente constroem) que utilizam tecnologias da informação e comunicação com o propósito de conduzir coletivamente ações relacionadas à assistência médica e sua educação [1]. Estas ações podem incluir serviços de colaboração como o próprio provimento de serviços de saúde, a educação em saúde envolvendo profissionais e pacientes, uma plataforma para o suporte e discussão sobre questões e problemas relacionadas a tratamentos, compartilhamento de documentos, consultorias com especialistas e a manutenção do contato e relacionamento entre as pessoas envolvidas no processo de atendimento à saúde que se prolongue além dos encontros presenciais.

O projeto *Mobile Social Networks for Health Care in Offside Regions* (MobileHealthNet), tem por objetivo desenvolver um *middleware* que permita o acesso às redes sociais e facilite o desenvolvimento de serviços colaborativos para o setor da saúde, a troca de experiências

e a comunicação entre pacientes e profissionais da saúde, além de uma melhor gestão dos recursos da saúde por órgãos governamentais. O MobileHealthNet é um projeto desenvolvido em parceria pelo Laboratório de Sistemas Distribuídos da UFMA e o *Laboratory for Advanced Collaboration* da PUC-Rio. Este projeto também conta com apoio institucional do Hospital Universitário da UFMA (HU-UFMA). Em particular, duas unidades do HU-UFMA estão diretamente envolvidas com o desenvolvimento do projeto: o Programa de Assistência a Pacientes Asmáticos (PAPA) e a Casa da Dor, esta última especializada no tratamento de pacientes que sofrem com dores crônicas, independentemente de sua etiologia.

Este artigo apresenta a infraestrutura de comunicação para colaboração em RSMs que está sendo desenvolvida para o *middleware* MobileHealthNet, que leva em consideração os desafios e requisitos de comunicação necessários para a construção de RSMs na saúde. O artigo tem a seguinte estrutura: a seção 2 apresenta o projeto MobileHealthNet, seu objetivo, sua arquitetura e as aplicações previstas; a seção 3 aborda desafios e requisitos de comunicação para o desenvolvimento do MobileHealthNet; a seção 4 apresenta a infraestrutura de comunicação proposta; a seção 5 descreve trabalhos relacionados a esta iniciativa, enquanto a seção 6 apresenta a conclusão e os trabalhos futuros.

II. PROJETO MOBILEHEALTHNET

O MobileHealthNet visa o desenvolvimento da infraestrutura de *software* a partir da qual podem ser desenvolvidos serviços para colaboração entre os profissionais da saúde, entre os pacientes e seus familiares e entre os mesmos e profissionais da saúde. Toda colaboração será baseada em ambientes computacionais móveis. Em especial, este projeto foi concebido para ser aplicado a comunidades carentes e distantes. Nesse contexto, o termo distante refere-se não somente a distância física entre a comunidade e os centros de atendimento a saúde, mas também a dificuldade em realizar o deslocamento entre eles, devido a precariedade do acesso ou a indisponibilidade de meios de transporte adequados.

As aplicações previstas no âmbito do projeto tem por objetivo: (i) encurtar a distância entre profissionais da saúde e pacientes; (ii) facilitar a colaboração entre profissionais da saúde de diversas especialidades; (iii) promover a educação em saúde tanto para pacientes como profissionais da saúde; e (iv) promover um meio de comunicação entre

profissionais dos diversos níveis da atenção a saúde de forma a facilitar o intercâmbio e colaboração entre os mesmos.

Após diversas seções iniciais de interação entre profissionais da computação e área da saúde foram definidos os requisitos principais para construção do *middleware* e aplicações. Então, a partir deste requisitos foi elaborada a arquitetura do MobileHealthNet, ilustrada na Figura 1.

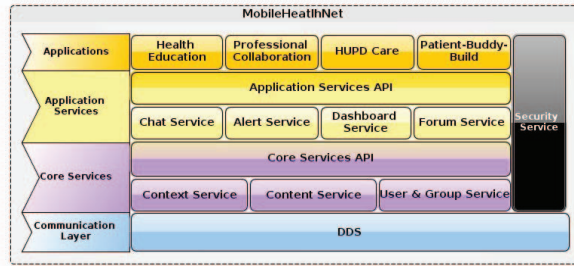


Figura 1. Arquitetura Geral do MobileHealthNet

A camada *Core Services* disponibiliza serviços básicos a serem utilizados por serviços específicos e aplicações. A camada *Application Services* disponibiliza serviços típicos de redes sociais. A camada *Security Service* é transversal a todo o código gerado no MobileHealthNet e disponibiliza os componentes responsáveis pelos mecanismos de privacidade e segurança a serem disponibilizados. Finalmente, a camada de aplicações refere-se as aplicações previstas no projeto.

III. COMUNICAÇÃO NO MOBILEHEALTHNET

Nas Redes Sociais o compartilhamento de informações é essencial, sem o qual a colaboração entre os participantes seria inviável. Assim, a infraestrutura de comunicação que rege os modelos de interação entre usuários é de suma importância. No MobileHealthNet, além dos dados comumente compartilhados nas interações sociais, dados relacionados ao contexto do usuário também são usualmente compartilhados, o que aumenta o fluxo de dados nestas redes. A mobilidade dos usuário, a utilização de tecnologias de comunicação sem fio e o uso de dispositivos portáteis introduzem desafios que devem ser levados em consideração na concepção da infraestrutura de *software* destas redes.

Ambientes móveis possuem uma série de restrições devido a mobilidade. Tecnologias de comunicação sem fio podem apresentar períodos de intermitência do sinal, baixa largura de banda e alta latência, limitando a comunicação nestes ambientes. Além disso, a perda de conexões por períodos curtos ou prolongados é frequente, tornando útil o suporte a realização de operações de forma desconectada pela infraestrutura de *software*. Estes problemas são agravados pelo fato da baixa disponibilidade de recursos em dispositivos móveis, pois a utilização dos recursos de comunicação aumenta significativamente o consumo de energia nestes dispositivos, que tem sua

bateria limitada. Tais restrições tem um grande impacto sobre a concepção e estrutura de aplicações nativas nesses ambientes [2] e devem ser consideradas na elaboração da infraestrutura de comunicação. Além dos desafios acima expostos, uma RSM aplicada à área da saúde adiciona mais desafios à infraestrutura de comunicação devido às características dos dados trafegados, que compreendem informações sensíveis, como dados de perfil e prontuário de atendimento médico de pacientes, e de alta prioridade, como dados utilizadas em aplicações de monitoramento remoto, como batimentos cardíacos, pressão ou frequência respiratória.

Desta forma, foram estabelecidos requisitos de comunicação para o MobileHealthNet, que compreendem: (i) escalabilidade, a infraestrutura de comunicação deve ser capaz de uniformemente manipular o aumento do fluxo de dados, sem afetar desempenho do sistema; (ii) interação síncrona e assíncrona, possibilitando que usuários se comuniquem tanto de forma *on-line* quanto *off-line*; (iii) suporte a mecanismos de QoS, que permitam a entrega confiável de pacotes e a sua priorização de encaminhamento na rede; (iv) o suporte a eventuais desconexões e variações na qualidade de comunicação; (v) garantias de privacidade e segurança, pois os dados propagados na rede não devem ser acessados por terceiros e deve-se garantir confidencialidade, integridade e autenticidade dos mesmos; (vi) baixo consumo de comunicação quando redes pagas (como 3G) estejam sendo utilizadas, diminuindo os custos de comunicação tendo em vista que o *middleware* é voltado ao atendimento de comunidades carentes.

IV. INFRAESTRUTURA DE COMUNICAÇÃO DO MOBILEHEALTHNET

A infraestrutura de comunicação do MobileHealthNet foi desenvolvida a partir de uma abordagem centrada nos dados. Nesta abordagem o intercâmbio de informações entre aplicações se dá através de um espaço de dados. O espaço de dados é uma abstração composta por um conjunto de dados publicados e subscritos, onde a geração de informação consistirá em publicar (escrever) no espaço de dados enquanto que o consumo da informação (subscrição) se realiza lendo dados deste espaço [3]. Cada informação distribuída no espaço de dados é previamente estabelecida através de um modelo de dados.

Considerando os distintos desafios para a criação de RSMs e satisfazendo os requisitos de comunicação elicitados, a infraestrutura de comunicação do MobileHealthNet está sendo construída a partir da especificação *Data Distribution Service* (DDS). O DDS é uma especificação da OMG [4] (*Object Management Group*) baseada no padrão para comunicação *publish/subscribe* com alta qualidade de serviço (QoS - *Quality of Service*) que visa a distribuição crítica de informações em sistemas distribuídos em tempo real. Esta especificação foi idealizada sobre um modelo *Data-Centric Publish-Subscribe* (DCPS) baseado em tópicos. Aplicações que desejam compartilhar informações com outras aplicações podem utilizar o espaço global

de dados para informar suas intenções de publicar ou subscrever dados que são categorizados em um ou mais tópicos de interesses dos participantes. Aqui os tópicos são os conectores de quem publica informações (escritores) e quem está interessado ou as recebe (leitores). Dentre as implementações existentes, o CoreDx¹ foi escolhido como o *middleware* DDS DCPS por ser voltado para dispositivos embarcados, utilizar baixos recursos e possuir uma versão para o Android.

Para o desenvolvimento do MobileHealthNet, diversos tópicos foram criados de forma a promover a comunicação entre os usuários da rede. Cada tópico representa um conjunto de informações a cerca de uma entidade da rede social. Uma vez que as informações sobre uma entidade são publicadas, estas são distribuídas para os seus respectivos subscritores. Todas as informações publicadas passam por um espaço global de dados até chegar a seus respectivos subscritores. Os clientes móveis publicam e se subscrevem às informações que são de seu interesse. Com os componentes que compõem a infraestrutura do servidor acontece o mesmo. Quando um cliente móvel tem o interesse em solicitar informações a respeito de um usuário, por exemplo, este publica seu interesse no tópico do MobileHealthNet *UserRequest* e se subscreve no tópico *User* para receber a resposta do servidor. O servidor, por sua vez, subscreve-se no tópico *UserRequest* para receber as solicitações do cliente móvel e as publica no tópico *User* após o processamento das informações solicitadas. Então, o cliente móvel recebe as informações que por ele foram solicitadas. A Figura 2 ilustra este modelo de compartilhamento de dados adotado no MobileHealthNet, apresentando seus componentes básicos.

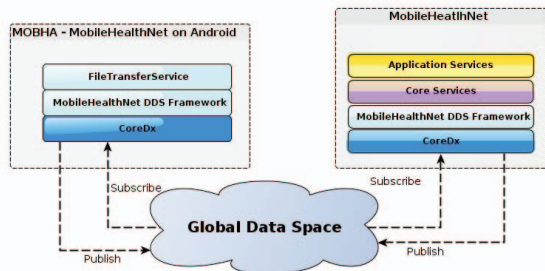


Figura 2. Compartilhamento de Dados

No cliente móvel, um componente denominado *MOBiHealthnet on Android* (MOBHA) provê a interface de comunicação entre as aplicações em execução no dispositivo e os serviços da rede social providos por um servidor. O CoreDx é o *middleware* DDS DCPS utilizado como base da comunicação. O servidor e o cliente possuem uma camada em comum, o *MobileHealthNet Framework*. Esta camada é o centro da comunicação e contém o conjunto de tópicos, publicadores, subscritores e as políticas de QoS utilizados para efetuar a comunicação no *middleware*

¹CoreDx é um produto da TwinOaks Computing. Disponível em <http://www.twinoakscomputing.com/coredx>

MobileHealthNet. No cliente este componente provê mecanismos de comunicação com o Android. Além disso, o MOBHA possui um serviço para transferência de arquivos (*File Transfer Service*). Já no servidor este componente é responsável por prover os mecanismos de comunicação entre o cliente e os componentes que compõem as camadas de serviços básicos (*Core Services*) e serviços de aplicação (*Application Service*).

Com o intuito de prover uma comunicação eficaz, cada entidade DDS foi criada com diferentes tipos de QoS que variam de acordo com o serviço que é provido pelo *middleware*. O serviço de alerta, por exemplo, possui um identificador de prioridade e, se este nível for o máximo, as qualidades de serviços ligadas ao escritor e ao leitor garantirão que estas informações sejam trafegadas com prioridade máxima na rede. Isto se torna necessário quando informações relacionadas a saúde do paciente devem ser propagadas na RSM como, por exemplo, informações de sensores que coletam dados sobre a saúde do paciente para auxiliar o seu monitoramento remoto.

A infraestrutura proposta foi criada para satisfazer os requisitos de comunicação do MobileHealthNet. Toda estrutura de tópicos e qualidades de serviço foi elaborada para prover a comunicação entre clientes móveis e o servidor visando prover uma alta escalabilidade, através da criação de diversos tópicos, publicadores e subscritores, mecanismos síncronos (*chat*) e mecanismos assíncronos (alerta) para interação entre usuários, suporte a operações desconectadas, além do provimento de qualidades de serviços específicos e os demais requisitos de comunicação.

V. TRABALHOS RELACIONADOS

Diversos trabalhos contidos na literatura enfocam o desenvolvimento de *middleware* para RSMs e cada um possui diferentes características relacionadas a sua infraestrutura de comunicação.

O Mobiclique [5] utiliza a arquitetura Huggle [6] que provê toda a comunicação do *middleware*. Esta arquitetura possui mecanismos essenciais de comunicação implementados, como descoberta de vizinhos, armazenamento persistido de dados e sua disseminação. Para a comunicação entre os nós é utilizado o *Bluetooth*.

O SAMOA [7] é um *middleware* ad-hoc e implementa um padrão de comunicação ponto-a-ponto e multi-pontos baseado em UDP que permite a troca de mensagens entre as entidades desta rede social. O suporte a comunicação ponto-a-ponto permite que as entidades SAMOA enviem mensagens para um *host* identificado por um IP. Já o suporte a comunicação multiponto permite que as entidades realizem um *broadcast* de mensagens para outras entidades localizadas no mesmo lugar através de um protocolo de inundação.

O MobiSoc [8] possui sua arquitetura orientada a serviços que são acessados utilizando kSOAP, um *framework* SOAP para J2ME. Os serviços deste *middleware* são disponibilizados através de serviços *Web*. Então, sua comunicação entre clientes e servidores se dá a partir do

protocolo HTTP, e o utiliza para o transporte dos dados o protocolo TCP.

O Mobilis [9] tem sua comunicação inteiramente baseada no protocolo eXtensible Messaging and Presence Protocol (XMPP). Este protocolo tem sua interação cliente/servidor e foi originalmente desenvolvido para a troca de presença e mensagens instantâneas. Todos os serviços Mobilis tem os seus próprios identificadores e se comunicam através de mensagens XMPP. Assim como o HTTP, o protocolo XMPP também utiliza o TCP.

Ao analisar a abordagem de comunicação utilizada pelo Mobiclique e SAMOA pode-se perceber que ambos são voltados a redes ad-hoc e sua interação só é possível se os usuários da RSM estiverem fisicamente próximos. Isto inviabiliza o desenvolvimento de uma RSM como o MobileHealthNet, pois muitas vezes pacientes e profissionais da saúde estarão em distintas localidades, distantes um do outro.

O MobiSoc e o Mobilis são *middleware* que possuem sua arquitetura infraestruturada, porém ambos utilizam para o transporte de dados o protocolo TCP. Este protocolo estabelece uma conexão entre dois pontos que deve se manter estável durante a conversação, o que não é garantido em ambientes móveis. Assim, quando ocorre uma interrupção na conexão, todas as sessões já estabelecidas são imediatamente terminadas, necessitando do estabelecimento de uma nova conexão. Como os usuários do MobileHealthNet utilizarão redes sujeitas a desconexões eventuais, estes dois *middleware* não são adequados para o desenvolvimento de RSMs similares ao MobileHealthNet.

Além disso, o MobileHealthNet leva em consideração o provimento de mecanismos de comunicação em tempo real e com suporte a QoS que permitam a notificação de eventos prioritários e o tráfego de informações de monitoramento remoto de pacientes, o que não é contemplado pelos *middleware* citados.

VI. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O presente artigo apresentou a infraestrutura de comunicação do *middleware* a ser desenvolvido a partir do projeto MobileHealthNet. Esta infraestrutura é baseada na especificação OMG DDS e considera diversos requisitos decorrentes de questões realacionadas a mobilidade dos usuários, a utilização de tecnologias de comunicação sem fio e o uso de dispositivos portáteis, além de requisitos específicos de aplicações voltadas à interação social entre os diversos agentes envolvidos no processo de atendimento à saúde. As interações são baseadas no modelo *publish/subscribe*, onde cada serviço provido pelo MobileHealthNet possui um conjunto de tópicos específicos que conectam os publicadores das informações e os subscritores que estão interessados nessas informações.

A estrutura de tópicos do MobileHealthNet está pronta e os tópicos que contém as principais informações da RSM estão implementados. A seguir os demais tópicos serão incorporados a comunicação do *middleware* e testes em campo serão realizados. Estes testes objetivam avaliar a infraestrutura quantitativamente e qualitativamente.

A avaliação quantitativa será realizada a partir de uma avaliação de desempenho em campo para verificar e validar a infraestrutura de comunicação proposta para redes sociais. A avaliação qualitativa levará em consideração a satisfação dos usuários em relação ao comportamento do sistema e o seu tempo de resposta.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Fundação de Amparo a Pesquisa do Maranhão (FAPEMA) pelo suporte a este trabalho (processo APP-00932/10) e a Nina Tucker (vice-presidente de serviços ao cliente da empresa *Twin Oaks Computing*) pelo suporte relacionado ao *middleware* CoreDx.

REFERÊNCIAS

- [1] G. Demiris, "The diffusion of virtual communities in health care: concepts and challenges," *Patient Education and Counseling*, vol. 62, no. 2, pp. 178–188, Aug. 2006. [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16406472>
- [2] "Mobile agents for wireless computing: the convergence of wireless computational models with mobile-agent technologies," *Mob. Netw. Appl.*, vol. 9, no. 5, pp. 517–528, Oct. 2004. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1145/1027347.1027354>
- [3] J. M. L. Vega, "Plataforma de Trabajo Colaborativo sobre Middleware DDS," Master's thesis, Universidad de Granada, Spain, 2008.
- [4] O. M. Group, "Data distribution service for real-time systems specification," <http://www.omg.org/spec/DDS/1.2/PDF/>, Jul. 2001.
- [5] A.-K. Pietiläinen, E. Oliver, J. LeBrun, G. Varghese, and C. Diot, "Mobiclique: middleware for mobile social networking," in *Proceedings of the 2nd ACM workshop on Online social networks*, ser. WOSN '09. New York, NY, USA: ACM, 2009, pp. 49–54. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1592665.1592678>
- [6] J. Su, J. Scott, P. Hui, J. Crowcroft, E. de Lara, C. Diot, A. Goel, M. Lim, and E. Upton, "Haggle: Seamless Networking for Mobile Applications," 2007, pp. 391–408. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-74853-3_23
- [7] D. Bottazzi, R. Montanari, and A. Toninelli, "Context-aware middleware for anyti anywhere social networks," *IEEE Intelligent Systems*, vol. 22, pp. 23–32, September 2007. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1109/MIS.2007.85>
- [8] A. Gupta, A. Kalra, D. Boston, and C. Borcea, "Mobisoc: a middleware for mobile social computing applications," *Mob. Netw. Appl.*, vol. 14, pp. 35–52, February 2009. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/s11036-008-0114-9>
- [9] R. Lübke, "Ein framework zur entwicklung mobiler social software auf basis von android," Ph.D. dissertation, Dresden, Germany, March 2011.