

Arquitetura de Software para Sistemas Pervasivos de Assistência Domiciliar à Saúde

Sergio T. Carvalho^{1,2}, Orlando Loques¹

¹Instituto de Computação – Universidade Federal Fluminense (UFF)
Niterói – RJ – Brasil

²Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Goiânia – GO – Brasil

{scarvalho, loques}@ic.uff.br

Abstract. *Pervasive home health care systems require an infrastructure of specialized hardware and software capable of collecting and processing data from the patient and the living environment, with the goal of providing health services. Such systems should be tailored to the needs of the patient, including those related to the disease treated. This paper presents some requirements to adapt the software architecture of a system and discusses the use of the principles of dynamic software product line in developing a reference architecture for systems of this class.*

Resumo. *Sistemas pervasivos de assistência domiciliar à saúde exigem uma infraestrutura especializada de hardware e software capaz de coletar e processar os dados do paciente e do ambiente residencial, com o objetivo de prover serviços de saúde. Tais sistemas devem ser personalizados de acordo com as necessidades do paciente, inclusive relacionadas à doença tratada. Este artigo apresenta alguns requisitos de adaptação da arquitetura de software de um sistema e aborda o uso dos princípios de linha de produto de software dinâmico no desenvolvimento de uma arquitetura de referência para sistemas desta classe.*

1. Introdução

A quantidade de pessoas idosas, em especial aquelas com doenças crônicas ou condições críticas de saúde, tem crescido substancialmente nos últimos anos. Este cenário provoca uma alta demanda, exigindo cada vez mais da atual infraestrutura de serviços de saúde. A assistência domiciliar à saúde com o uso da tecnologia de computação pervasiva, pode representar uma solução, auxiliando na diminuição dos períodos de internação hospitalar ou mesmo das visitas ao consultório médico. Diante disso, desenvolvemos um Sistema de Assistência Domiciliar à Saúde (SADS) que integra diversos aspectos relevantes ao monitoramento remoto da saúde do paciente.

Neste artigo apresentamos alguns requisitos relevantes de adaptação da arquitetura de software do SADS, e o andamento da nossa pesquisa em torno da concepção de uma arquitetura de referência utilizando técnicas de linha de produto de software dinâmico (LPSD). O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 mostra a estrutura geral do SADS; a Seção 3 apresenta requisitos de adaptação de sua arquitetura; a Seção 4 aborda a pesquisa em andamento sobre a arquitetura de referência; e a Seção 5 traz as conclusões.

2. Sistema de Assistência Domiciliar à Saúde

A Figura 1 mostra a estrutura geral do SADS - Sistema de Assistência Domiciliar à Saúde [Copetti 2010, Carvalho et al. 2010]. Dados do paciente (fisiológicos e comportamentais) e dados do ambiente coletados por sensores, são processados pela Central de Saúde Residencial (CSR). Os dados coletados na CSR são representados por variáveis *fuzzy*, de forma

similar ao apresentado em [Copetti et al. 2009], e analisados por meio de técnicas de inteligência artificial baseadas em regras produzidas em cooperação com especialistas médicos. A identificação de uma situação anormal do paciente pode ativar um dispositivo local (uma TV, por exemplo), aumentar a frequência de monitoramento ou enviar um alerta de emergência para a Central de Supervisão Médica (CSM). A CSM, também incluída na arquitetura, pode receber a informação processada por várias CSRs e tem o objetivo de monitorar remotamente diversos pacientes.

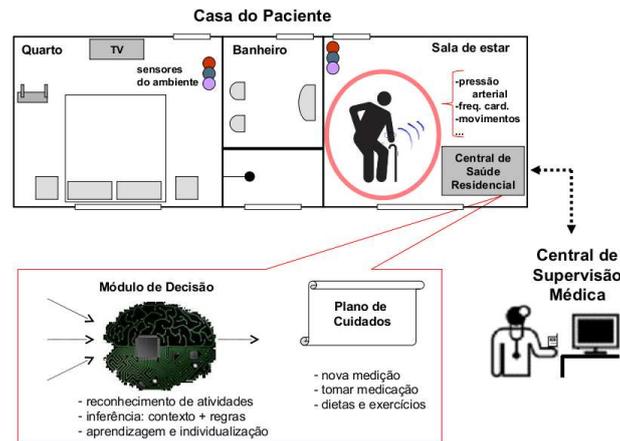


Figura 1. Estrutura geral do SADS

Outro componente importante na arquitetura é o Plano de Cuidados, o qual é composto de uma série de prescrições elaboradas pelo profissional de saúde, tais como: medicamentos que o paciente deve tomar e com qual periodicidade, recomendações de dieta e de exercícios físicos. O plano de cuidados pode assim estabelecer uma rotina diária, ajudando o paciente no seu tratamento.

A arquitetura inclui ainda um componente responsável pelo gerenciamento de contexto [Sztajnberg et al. 2009], incluindo mecanismos que permitem a descoberta dinâmica de recursos (e.g., sensores, dispositivos médicos, etc.), o monitoramento da situação operacional destes recursos, e o acesso às informações do contexto.

A concepção da arquitetura de software para aplicações desta classe constitui-se em um desafio para a área de engenharia de software. Este sistema, em especial, deve ter seus diversos requisitos associados a elementos da sua arquitetura (e.g., conhecimento médico, interfaces com o usuário, etc.), além de características de adaptação, às quais devem ser representadas no nível arquitetural.

3. Requisitos de Adaptação

Analisando trabalhos relevantes à área, e.g., [Eslami and van Sinderen 2009], percebemos que os sistemas de assistência domiciliar à saúde são específicos, não levando em conta que há pacientes com diferentes preferências e necessidades, inclusive relacionadas à doença que está sendo tratada. Tendo em vista que o paciente é único, seus requisitos de monitoramento e as características de software necessárias ao seu suporte podem variar bastante. Tal variação pode ocorrer tanto na instalação do sistema em um dado ambiente residencial, quanto durante a sua execução, e deve estar contemplada na sua arquitetura de software.

A instalação (configuração) personalizada na residência implica, em princípio, na especificação de um conjunto de regras médicas especializadas para determinada doença, e

de um conjunto apropriado de sensores para coletar os dados fisiológicos e de contexto relevantes. Além disso, um plano de cuidados personalizado pode ser definido de acordo com recomendações médicas aplicadas ao paciente. Uma vez em execução mudanças podem ocorrer nos problemas de saúde do paciente exigindo a reconfiguração (adaptação dinâmica) do sistema, seja em relação aos recursos (sensores ou dispositivos médicos podem ser adicionados, removidos ou substituídos), seja em relação ao plano de cuidados.

Na CSR, componente da arquitetura do SADS, percebemos que o plano de cuidados pode ser visto como uma sequência de tarefas similar a um fluxo e pode ser usado para a interação do sistema com o paciente. Por exemplo, o sistema pode lembrar o paciente, através da tela da TV ou do celular, que precisa tomar um medicamento em determinado horário. Considerando que a interação não deve ser intrusiva, ou seja, forçar o paciente a realizar as tarefas em situações inadequadas (por exemplo, interromper o banho para tomar o remédio), as tarefas podem ser escalonadas e reescalonadas dinamicamente de acordo com as atividades realizadas pelo paciente. Essa reconfiguração do plano de cuidados pode levar a uma reconfiguração do sistema a fim de adicionar ou remover uma tarefa específica (implementada por um componente de software). Este tipo específico de adaptação também tem sido tratado na nossa pesquisa [Loques and Sztajnberg 2010].

4. Arquitetura de Referência

Estamos trabalhando no refinamento da arquitetura do nosso sistema a fim de conceber uma arquitetura de software de referência para aplicações pervasivas de assistência domiciliar à saúde. Tendo como foco o atendimento aos requisitos de adaptação de aplicações dessa classe, a arquitetura de referência está sendo desenvolvida seguindo o princípio de linha de produto de software (LPS) [Northrop 2002]. De acordo com esse princípio pode-se derivar diferentes configurações de um sistema (denominadas produtos) a partir de uma arquitetura que descreva os devidos pontos de variação e pontos em comum entre estas configurações.

Com essa concepção pode-se expressar os requisitos de variabilidade em um modelo de características [Lee and Muthig 2006]. Neste modelo pode ser definido, por exemplo, que a característica relacionada ao plano de cuidados possui variações quanto ao dispositivo que será utilizado como interface com o paciente (por exemplo, TV, celular, PDA, monitor da CSR ou sistema de som). Como o modelo pode ser definido no nível da arquitetura de referência, a decisão de qual dispositivo será utilizado pode ser postergada para o momento da instalação (configuração inicial) do sistema na residência.

Em relação aos requisitos de adaptação em tempo de execução (adaptação dinâmica) estamos investigando a aplicabilidade da linha de produto de software dinâmico (LPSD), uma LPS cujos produtos derivados são sistemas adaptativos [Hallsteinsen et al. 2008], categoria na qual as aplicações pervasivas de assistência domiciliar à saúde podem se enquadrar. Outros pesquisadores têm proposto soluções baseadas em LPSD para modelar adaptações dinâmicas de aplicações [Hallsteinsen et al. 2006, Morin et al. 2009, Cetina et al. 2008, Bencomo et al. 2008].

5. Conclusão

Este artigo apresentou nossa pesquisa em andamento de concepção de uma arquitetura de referência para sistemas pervasivos de assistência domiciliar à saúde, empregando técnicas de linha de produto de software dinâmico. Um sistema de assistência domiciliar à saúde (SADS) foi apresentado bem como alguns requisitos de adaptação no nível arquitetural do sistema.

Uma questão relevante é quanto ao mecanismo que pode ser empregado para descrever estes requisitos de adaptação na arquitetura de software. Inserida nesta pesquisa está a utilização

de um *framework* de suporte à configuração desenvolvido em outra de nossas linhas de pesquisa relacionadas [Cardoso et al. 2006, Loques et al. 2004]. O *framework* permite expressar os requisitos de adaptação na forma de contratos no nível arquitetural, os quais definem um conjunto de regras e contexto associado.

Atualmente nosso protótipo implementado do SADS [Carvalho et al. 2010] está focado no monitoramento de pacientes com hipertensão. Em um próximo passo, pretendemos aplicar a arquitetura proposta ao nosso sistema visando outros tipos de doença tal como insuficiência cardíaca, como uma forma de avaliar a aplicabilidade da solução.

Agradecimentos. Os autores agradecem à FAPERJ pelo financiamento parcial deste trabalho.

Referências

- Bencomo, N., Sawyer, P., Blair, G., and Grace, P. (2008). Dynamically adaptive systems are product lines too: Using model-driven techniques to capture dynamic variability of adaptive systems. In *2nd Int. Workshop on Dynamic Software Product Lines, Limerick, Ireland*.
- Cardoso, L., Sztajnberg, A., and Loques, O. (2006). Self-adaptive applications using ADL contracts. *Lecture Notes in Computer Science*, 3996:87.
- Carvalho, S. T., Erthal, M., Mareli, D., Sztajnberg, A., Copetti, A., and Loques, O. (2010). Monitoramento remoto de pacientes em ambiente domiciliar. In *XXVIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos - Salão de Ferramentas*, Gramado, RS, Brasil.
- Cetina, C., Fons, J., and Pelechano, V. (2008). Applying software product lines to build autonomic pervasive systems. In *12th Int. Software Product Line Conference, 2008. SPLC'08*, pages 117–126.
- Copetti, A. (2010). *Monitoramento Inteligente e Sensível ao Contexto na Assistência Domiciliar Telemonitorada*. Tese de Doutorado, (em preparação) Instituto de Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.
- Copetti, A., Loques, O., Leite, J., Barbosa, T., and da Nóbrega, A. (2009). Intelligent context-aware monitoring of hypertensive patients. In *1st Workshop for Situation Recognition and Medical Data Analysis. 3rd Int. Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, London, UK*.
- Eslami, M. Z. and van Sinderen, M. J. (2009). Flexible home care automation adapting to the personal and evolving needs and situations of the patient. In *3rd Int. Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2009, London, UK*, pages 1–2, Los Alamitos, CA.
- Hallsteinsen, S., Hinchey, M., et al. (2008). Dynamic software product lines. *Computer*, 41(4):93–95.
- Hallsteinsen, S., Stav, E., et al. (2006). Using product line techniques to build adaptive systems. In *10th Int. Conference on Software Product Line*, pages 141–150, Washington, DC, USA.
- Lee, J. and Muthig, D. (2006). Feature-oriented variability management in product line engineering. *Communications of the ACM*, 49(12):59.
- Loques, O., Cerqueira, R., Sztajnberg, A., and Ansaloni, S. (2004). A contract-based approach to describe and deploy non-functional adaptations in software architectures. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 10(1):5–18.
- Loques, O. and Sztajnberg, A. (2010). Adaptation issues in software architectures of remote health care systems. In *2nd Workshop on Software Engineering in Health Care - SEHC 2010. ACM/IEEE 32nd Int. Conference on Software Engineering*, Cape Town, South Africa.
- Morin, B. et al. (2009). Models at runtime to support dynamic adaptation. *Computer*, 42(10):44–51.
- Northrop, L. M. (2002). Sei's software product line tenets. *IEEE Software*, 19:32–40.
- Sztajnberg, A., Rodrigues, A., Bezerra, L., Loques, O., Copetti, A., and Carvalho, S. (2009). Applying context-aware techniques to design remote assisted living applications. *Int. Journal of Functional Informatics and Personalised Medicine*, 2(4):358–378.