

# A digital TV prototype with medical sensors for a smart system in home care

Vitor de Carvalho Melo Lopes\*, Valdir Silveira Junior<sup>†</sup>, Carlos Giovanni Nunes de Carvalho<sup>†</sup> and Antônio Mauro Oliveira\*

\*Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Instituto Federal do Ceará – IFCE, Fortaleza, Ceará 60040–215

Email: vitor.carvalho@ppgcc.ifce.edu.br, amauroboliveira@gmail.com

<sup>†</sup>Laboratório de Redes de Computadores e Automação - LABRA

Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Email: cgionc@gmail.com

<sup>‡</sup>Craff Tecnologia, Fortaleza, Ceará 60125–150

Email: valdir@craff.com.br

**Resumo**—A internação domiciliar consiste em uma modalidade de atenção básica realizada por um cuidador leigo, um profissional especializado ou uma equipe multiprofissional. Essa modalidade é aplicada no tratamento de pacientes crônicos que não correm risco de morte ou para pessoas idosas. Nesse sentido, a pesquisa desenvolvida por esse trabalho visa implementar um protótipo de software e hardware que auxiliará cuidadores e/ou pacientes em situações de internação domiciliar. Para isso, é utilizado um Set-Top Box (STB) conectado a um televisor e com acesso à internet como forma de interação com o usuário, podendo este inserir informações sobre seu estado atual. Além disso, sensores médicos capturam dados continuamente para alimentar o sistema. As formas de dados brutos e as informações provenientes do usuário são utilizados posteriormente, permitindo uma inferência sobre o estado do paciente.

**Index Terms**—home care, medical sensors, brazilian digital tv

## I. INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população e o aumento da expectativa de vida dos brasileiros vêm crescendo desde a década de 1960. Com os atuais índices, a taxa do envelhecimento populacional atingirá, em 2025, cerca de 15% da população brasileira com indivíduos acima de 60 anos [1].

Essa situação afeta a política de custos das operadoras de planos de saúde que cobram mensalidades elevadas para seus segurados na terceira idade, gerando uma reação em cadeia em que o mais prejudicado é o paciente. Percebemos, ainda, como os gastos dos governos estaduais e federal com internação hospitalar estão cada vez mais elevados [2], [3].

É possível reduzir custos com a internação domiciliar, quando esta é possível - ou seja, casos de menor gravidade, em que o paciente não corra risco de morte. Com a internação domiciliar, o paciente também se beneficia pela proximidade com a família e o ambiente íntimo. Bourdette [4] compara custos envolvidos no tratamento de reabilitação de esclerose múltipla. As variáveis envolvidas foram custo com pessoal, pagamento de benefícios aos pacientes e tempo dos cuidadores versus custo diário de hospitalização da instituição. A internação domiciliar se mostrou aproximadamente seis vezes mais barata que a internação hospitalar.

Sistemas inteligentes para este fim podem ser descritos como sistemas sensíveis ao contexto [5]. Tais sistemas são capazes de se adaptar de maneira dinâmica às informações de contexto capturadas por sensores de propósito geral (localização, temperatura, umidade, dificuldades de acesso etc), além de inferir sobre os dados informados pelo paciente e sobre os dados brutos adquiridos através de sensores médicos conectados ao paciente - ou, ainda, uma junção de ambos.

O projeto NextSAÚDE, financiado pelo Fundo de Inovação Tecnológica do Estado do Ceará (FIT) criado pela **Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico** - FUNCAP, tem como objetivo apresentar uma solução inteligente e de baixo custo na área de internação domiciliar, com a adição de um sistema inteligente capaz de inferir e tomar decisões que auxiliem no processo de recuperação do paciente. O trabalho agora apresentado detalha parte do processo realizado para alcançar o objetivo geral do projeto NextSAÚDE.

## II. THEORETICAL REVIEW

### A. Brazilian System for Digital TV

Um padrão de TV digital é dividido em diversas camadas distintas. De acordo com Mendes [6] uma divisão macro do SBTVD pode ser representada pelas seguintes camadas:

- **Conteúdo e Aplicação:** camada responsável pela captura e formatação dos sinais de áudio e vídeo, bem como o desenvolvimento de aplicativos interativos
- **Compressão:** camada responsável pela remoção de redundâncias nos sinais de transmissão, reduzindo assim a taxa de *bits* necessárias para transmitir essas informações
- **Middleware:** camada de software que realizar a integração de todas as subcamadas do sistema
- **Multiplexação:** camada responsável por gerar um único feixe de dados contendo o vídeo, áudio e aplicações dos diversos programas a serem transmitidos

- **Transmissão/Recepção:** também denominada de camada física, é a camada responsável por levar as informações digitais da emissora até o Set-Top Box do cliente.
- **Canal de Interatividade:** é o canal por onde o telespectador pode solicitar e receber informações específicas ou enviar dados para a emissora

Dessa forma, a implantação do sistema brasileiro de televisão digital, além de permitir a troca de tecnologias analógicas por tecnologias digitais – viabilizando assim a melhoria na qualidade de áudio e vídeo – tenta alcançar também um avanço no âmbito social do país ao incluir no decreto 4.901 de 26 de novembro de 2003 um viés social da TV digital. Dessa maneira, estudos com o intuito de incorporar educação, acesso à serviços gerais, e saúde foram realizados. [7]

#### B. Set-Top Box

O Set-Top Box (STB) comum é responsável por receber o sinal da televisão digital, decodificá-lo e apresentá-lo. Além disso, há a possibilidade de instalar aplicações com propósitos gerais, tais como, jogos, aplicativos bancários, ensino de línguas estrangeiras etc.

O equipamento desenvolvido neste trabalho têm especificações técnicas robustas, tornando-o apto a processar grande quantidade de informações, armazenar conteúdos diversos e permitir a interatividade a serviços específicos do projeto NextSAÚDE para os usuários da TV digital.

Agregar tais aplicações ao *Set-Top Box* pode trazer benefícios à sociedade, uma vez que o televisor faz parte do cotidiano da população brasileira, o que demonstra uma familiaridade já estabelecida em lidar com o aparelho. Essas aplicações podem permitir monitoramentos de sinais vitais (através de sensores), marcar consultas remotamente, apresentar alertas e procedimentos básicos de cuidado.

A grande vantagem de se utilizar um STB externo e desenvolvido por parceiros do projeto é a possibilidade de adicionar dispositivos extras, desenvolver novas aplicações e atualizações de *software*. Esse fato não acontece caso se utilize um *Set-Top Box* interno de um fabricante de TV onde toda atualização é oriunda do próprio fabricante, impossibilitando que desenvolvedores de fora do projeto implementem novas funcionalidades.

#### C. LARIISA

O projeto NextSAÚDE é derivado do LARIISA *framework*, uma plataforma sensível ao contexto que auxilia na tomada de decisões no sistema público de saúde. O sistema leva em conta cinco áreas de conhecimento: gerenciamento de conhecimento, sistemas normativos, clínica e epidemiologia, administrativo e gerência compartilhada.

O LARIISA está baseado no conceito de informação de contexto em saúde, ou seja, qualquer informação que possa ser usada para caracterizar uma situação em sistemas de saúde é utilizada pelo *framework*.

De maneira simples, o sistema pode ser dividido em três grandes partes, que são: aquisição de dados, processamento de dados e publicação desses dados. Aquisição de dados está relacionado a aplicações de sensores e adição de informações por parte do usuário. Ao passo que no “processamento dos dados” a aquisição desses dados passam pela administração no software e se mantém ali para posterior uso. Por fim, a publicação ocorre nas base de dados do sistema [8].

### III. RELATED WORKS

No estágio de “estado da arte” do projeto, encontramos estudos semelhantes ao apresentado neste trabalho. Stankovic *et al* propõe a criação de uma rede de sensores sem fio com elementos essenciais para as aplicações médicas do futuro, tais como: integração com práticas médicas existentes, monitoramento em tempo real, miniaturização e sensores vestíveis e assistência para pacientes idosos e crônicos. Dessa maneira, os dados adquiridos de forma contínua ajudarão no diagnóstico do profissional médico [9].

Já Susanna Spinsante *et al* por exemplo, desenvolveram um sistema de monitoramento de saúde remoto usando as tecnologias OSGi<sup>1</sup> e TV digital. Esse sistema, busca adquirir os dados através de sensores médicos com conexão *bluetooth*, transmitir para a plataforma de multimídia da casa e por fim para um servidor web, permitindo assim, que os dados fiquem acessíveis [10].

Apesar dos trabalhos de ambos, Stankovic e Spinsante, se assemelham bastante com o proposto aqui, há importantes diferenças. O presente trabalho assimila a importância da rede de sensores e sua miniaturização para fácil aplicação no paciente. Além disso adiciona ao sistema proposto por Spinsante a inteligência através de ontologias, permitindo que a equipe médica seja auxiliado a partir da inferência disponibilizada pelo sistema.

### IV. RESULTS

Na pesquisa realizada, parte do protótipo implementado envolveu o **desenvolvimento**, de *softwares* auxiliares, a **serem implantados** no STB, permitindo que o sistema apresente mensagens diversas e adquira dados brutos. Além disso, o **hardware do STB** está em processo de adaptação para as necessidades do projeto.

#### A. Software

São necessários *softwares* para apresentar as mensagens ao usuário - seja ele paciente ou cuidador - e para adquirir os dados, processá-los e publicá-los.

O *software* que tem por objetivo enviar mensagens para o usuário foi nomeado como *service.notification* e seu funcionamento é descrito da seguinte forma: ao ser iniciado, a aplicação busca no servidor novas mensagens a serem exibidas. Caso exista alguma, o *software* verifica a possibilidade de exibição da mensagem naquele instante de tempo. Em toda comunicação com o usuário, a mensagem é exibida ocupando

<sup>1</sup><http://www.osgi.org/Main/HomePage>

assim parte considerável da tela no sentido de tomar a atenção do telespectador (nesse aspecto, é necessário um trabalho de design para combinar o fim a que se destina o software e o sucesso de sua intenção). Caso não seja possível a exibição da mensagem naquele momento, o software remarca a exibição. Nos casos críticos, a mensagem é exibida independente da situação.

A aplicação de nome *service.dado* foi projetada tendo como base o padrão MVC [11], onde o *Model* é na realidade um banco de dados externo ao *Set-Top Box* sendo acessado através de uma *API* no servidor. A *View* apresenta uma tela onde o usuário pode escolher dentre uma lista, quais sintomas esteja sentindo. Já o *Controller* é responsável por adquirir e processar os dados brutos e informações provenientes do usuário.

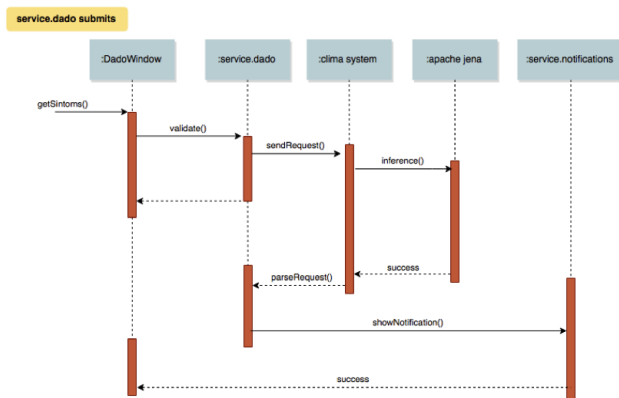


Figura 1. Diagrama de sequência do módulo *service.dado*, apresentando detalhadamente a sequência de métodos e módulos utilizados no protótipo. Fonte: concepção do autor.

Uma vez que o sistema tenha processado os dados brutos juntamente com os inseridos pelo usuário, é necessário enviá-los para o *software* de inferência. Ele fica em um servidor externo ao *set-top-box*, sendo necessário acesso à *internet* para a comunicação funcionar corretamente.

O *software* de inferência foi desenvolvido por parte da equipe de ontologias do projeto NextSAUDE. O aplicativo recebe os dados, infere sobre eles utilizando a *API* Jena<sup>2</sup> e retorna o resultado de acordo com a ontologia utilizada.

Na figura 1 é apresentado um diagrama de sequência do aplicativo *service.dado*, apresentando detalhadamente a sequência de métodos e módulos utilizados no protótipo.

## B. Hardware

O *hardware* utilizado nesse protótipo tem como especificação o descrito na tabela I.

Há ainda o esforço de atualizar o *hardware* no sentido de permitir conexões por RF 433 MHz, possibilitando uma gama maior de sensores conectados e transmitindo diretamente para o *set-top-box*. Isso será possível pois o dispositivo utilizado contém 20 pinos de GPIO (*General Purpose Input Output*), ou seja, através desses pinos será adicionado o rádio capaz de habilitar mais um modo de comunicação sem fio.

<sup>2</sup><https://jena.apache.org/>

Tabela I  
ESPECIFICAÇÃO *set-top-box*

Processador	ARM Allwinner A20
Memória	2 GB
Armazenamento (NAND)	4 GB
Armazenamento (Micro SDCard)	16 GB
Conexão	WiFi, bluetooth e ethernet
Saída de vídeo	HDMI
E/S de propósito geral (GPIO)	20 pinos

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentada por esse trabalho está em constante desenvolvimento, tendo em vista, sempre, a experiência prática dos usuários. Um protótipo utilizando o *hardware* explanado e parte do *software* foi apresentado internamente às diversas equipes que compõem o projeto NextSAUDE. Para trabalhos futuros, esperamos integrar nossas soluções com sistemas de gestão hospitalar já existentes no mercado, facilitando assim, a utilização pelas empresas.

Outro ponto importante para o projeto é incrementar a quantidade de sensores médicos utilizados. Com isso, o escopo de sinais vitais a serem monitorados pelo sistema aumenta, tornando-o apto a inferir sobre diversas intercorrências médicas.

## REFERÊNCIAS

- [1] H. T. L. Gonçalves, A. M. Alvarez, and d. S. L. E. Sena, "Perfil da família cuidadora de idoso doente/fragilizado do contexto sociocultural de Florianópolis, sc," *Texto & Contexto Enfermagem*, vol. 15, pp. 570–577, 2006.
- [2] A. I. d. Loyola Filho, D. Leite Matos, L. Giatti, M. E. Afradique, S. Viana Peixoto, and M. F. Lima-Costa, "Causas de internações hospitalares entre idosos brasileiros no âmbito do sistema único de saúde," *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, vol. 13, pp. 229 – 238, 12 2004. [Online]. Available: [http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-49742004000400005&nrm=iso](http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742004000400005&nrm=iso)
- [3] M. A. Ugá, S. F. Piola, S. M. Porto, and S. M. Vianna, "Descentralização e alocação de recursos no âmbito do sistema único de saúde (sus)," *Ciência Saúde Coletiva*, vol. 8, no. 2, pp. 417–27, 2003.
- [4] D. N. Bourdette, A. V. Prochazka, W. Mitchell, P. Licari, and J. Burks, "Health care costs of veterans with multiple sclerosis: Implications for the rehabilitation of ms," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 74, no. 1, pp. 26–31, 2015/09/15 XXXX. [Online]. Available: [http://www.archives-pmr.org/article/0003-9993\(93\)90378-N/abstract](http://www.archives-pmr.org/article/0003-9993(93)90378-N/abstract)
- [5] A. K. Dey, G. D. Abowd, and D. Salber, "A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications," *Hum.-Comput. Interact.*, vol. 16, no. 2, pp. 97–166, Dec. 2001. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1207/S15327051HCI16234\\_02](http://dx.doi.org/10.1207/S15327051HCI16234_02)
- [6] L. L. McNdes, "Sbtvd: Uma visão sobre a tv digital no brasil," *T&C Amazônica*, ano V, no. 12, 2007.
- [7] V. Becker, G. H. Herweg Filho, and C. A. Piccioni, "Inclusão digital através de serviços de saúde na tv digital interativa."
- [8] G. Teles, C. Oliveira, R. Braga, L. Andrade, R. Ramos, P. Cunha, and M. Oliveira, "Using bayesian networks to improve the decision-making process in public health systems," in *e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2014 IEEE 16th International Conference on*, Oct 2014, pp. 565–570.
- [9] J. Stankovic, Q. Cao, T. Doan, L. Fang, Z. He, R. Kiran, S. Lin, S. Son, R. Stoleru, and A. Wood, "Wireless sensor networks for in-home healthcare: Potential and challenges," in *High confidence medical device software and systems (HCMDSS) workshop*, 2005, pp. 2–3.
- [10] S. Spinsante and E. Gambi, "Remote health monitoring by osgi technology and digital tv integration," *Consumer Electronics, IEEE Transactions on*, vol. 58, no. 4, pp. 1434–1441, 2012.

- [11] J. Deacon, "Model-view-controller (mvc) architecture," *Online* [Citado em: 10 de março de 2006.] <http://www.jdl.co.uk/briefings/MVC.pdf>, 2009.