

Arcabouço para o Desenvolvimento de Aplicações de Monitoramento Remoto e Auxílio de Pessoas com Doença de Alzheimer

Carolina Nogueira¹, Hyggo Almeida¹, Angelo Perkusich²

¹Departamento de Sistemas e Computação
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
58429-140 – Campina Grande – PB – Brazil

²Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
58429-140 – Campina Grande – PB – Brazil

{carolina,hyggo,perkusich}@embedded.ufcg.edu.br

Abstract. *Population aging results in increased incidence of diseases associated with aging such as dementia. Alzheimer's disease is the most common among the different types of dementia and, due to deterioration caused, it is essential to have a constant monitoring and assistance to patients. Solutions that reduce the need for physical presence of a caregiver, but continue to provide constant monitoring are care essential in the care of this disease. Thus, we propose a framework to support people with Alzheimer's disease based on pervasive computing, using sensors and mobile devices.*

Resumo. *O envelhecimento populacional resulta no aumento da incidência de doenças associadas à velhice como a demência. A Doença de Alzheimer é a mais comum entre os diferentes tipos de demência e, devido à deterioração causada, é imprescindível haver um constante monitoramento e auxílio aos doentes. Soluções que diminuam a necessidade de presença física de um cuidador, mas que continuem a prover um monitoramento constante é essencial no cuidado desta doença. Desta forma, propõe-se um arcabouço de auxílio a pessoas com Doença de Alzheimer baseado em computação pervasiva, usando sensores e dispositivos móveis.*

1. Introdução

A melhoria da qualidade de vida da população permitiu que um número maior de indivíduos chegassem à terceira idade. Com isso, a expectativa de vida aumentou em mais de 20 anos, passando de 46,1 anos em 1960, para 67,2 anos em 2010, de acordo com dados da Organização Mundial de Saúde [Wimo and Prince 2010]. No Brasil, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, divulgada em 2010, revelou que em 2008 havia 21 milhões de idosos dentre os 190 milhões de brasileiros, correspondendo a 11,1% da população [IBGE 2010].

A incidência de doenças crônicas aumentou proporcionalmente com o aumento da expectativa de vida. Isto evidencia um novo desafio econômico-social para a manutenção da saúde física e mental do idoso, no qual doenças associadas à velhice tais como a

demência, são o foco da saúde pública. A demência é uma doença que causa uma decadência progressiva da capacidade mental e a mais comum entre seus diferentes tipos é a doença de Alzheimer [Cayton et al. 2000].

A doença de Alzheimer afeta entre 5% e 10% dos indivíduos com idade acima dos 65 anos, sendo que sua incidência aumenta para 40% entre os idosos de mais de 90 anos. Por ser uma doença neurodegenerativa prejudica a coordenação motora e as emoções, interferindo no comportamento e na personalidade do doente. É uma doença crônica, incurável com causas desconhecidas que exige que o paciente se adapte as suas novas limitações e condições geradas [Cayton et al. 2000]. O tratamento foca-se em minimizar o sofrimento do doente, controlando os sintomas e protegendo-o dos efeitos produzidos pela enfermidade, com a utilização de drogas em conjunto de atividades físicas e mentais.

Como parte do tratamento, o paciente é acompanhado continuamente por um cuidador que é um enfermeiro ou parente que tenham tempo e disposição para monitorar e auxiliar nas atividades diárias. Assim, a dependência gradual do paciente e a preocupação com a sua integridade torna o trabalho do cuidador exaustante, gerando uma sobrecarga física e emocional. Adicionalmente, o custo de um acompanhamento contínuo é alto, chegando a 604 bilhões de dólares por ano, conforme relatório [Wimo and Prince 2010] da Associação Internacional sobre a Doença de Alzheimer (ADI).

Visando a melhoria desse cenário, o conceito de computação pervasiva [Weiser 1991] tem sido apontado como promissor, pela integração da computação com o cotidiano focada na melhoria da qualidade de vida, saúde pessoal e capacitação de usuário. Logo, os sistemas computacionais que implementam as tecnologias de monitoramento remoto e auxílio cognitivo são bastante úteis para aumentar a segurança das pessoas que sofrem de demência, por serem capazes de prover serviços explorando técnicas que permitem que os idosos mantenham a sua autonomia. Assim, para abordar os problemas supracitados, faz-se necessário desenvolver soluções que monitorem remotamente e auxiliem os doentes de Alzheimer.

Desta forma, o desenvolvimento dessas soluções é essencial. Porém, isto requer que o desenvolvedor de aplicações lide com questões não triviais como: (i) a integração das diferentes formas e tipos de sensores de monitoramento, (ii) a transmissão das informações coletadas pelos sensores, (iii) a disponibilização das informações para que possam ser utilizadas por outras aplicações e (iv) o envio de alertas para aplicações móveis. Com todos esses requisitos, o desenvolvimento dessas aplicações torna-se mais complicada do que o desenvolvimento da própria lógica da aplicação. É neste contexto que se insere o presente trabalho e seu escopo consiste em desenvolver soluções que ofereçam um pouco de independência ao doente ao mesmo tempo que diminuem a sobrecarga do cuidador.

Neste artigo propõe-se um arcabouço para o desenvolvimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio de pessoas com doença de Alzheimer. Precisamente, apresenta-se um arcabouço que (i) permite a aquisição das informações em tempo real por sensores espalhados na residência do paciente, (ii) processa as informações coletadas, (iii) envia alerta aos cuidadores e (iv) permite avaliações cognitivas no paciente.

A estrutura do artigo está definida da seguinte maneira: na Seção 2 são descritas as abordagens relacionadas à doença de Alzheimer; na Seção 3 é detalhada a arquitetura da solução e seus módulos; na Seção 4 é apresentado o estudo de caso utilizando os

componentes fornecidos pelo arcabouço; na Seção 5 são descritas as conclusões e os trabalhos futuros e por fim, os agradecimentos na Seção 6.

2. Trabalhos Relacionados

Segundo a ABRAz¹, a evolução da doença pode ser dividida em quatro fases e cada uma possui estratégias diferentes para o tratamento. O tratamento não tem um padrão típico, mas uma abordagem [de Fátima Oliveira et al. 2005] baseada em: Multidisciplina, Prevenção e Sintomas. Logo, é possível definir três pilares básicos para melhorar a qualidade de vida do paciente com Alzheimer e estes são: (i) diminuição da dependência funcional, (ii) desaceleração da deterioração cognitiva e (iii) redução da sobrecarga do cuidador.

As soluções [Osmani et al. 2009] [Taub et al. 2011] realizam um monitoramento remoto para o reconhecimento das atividades do cotidiano. Essas soluções tratam apenas do aspecto comportamental do paciente, emitindo um alerta caso seja detectado uma conduta agitada ou uma situação risco. Assim, um dos pilares na melhoria de vida do doente não é abordado, visto que não abrangem a auxílio cognitivo.

As abordagens [Meza-Kubo et al. 2009] [Cai and Lin 2011] são focadas na avaliação cognitiva e provêm um sistema que, utilizando objetos digitais, exercitam e avaliam a capacidade cognitiva do paciente. Todavia, essas soluções não fornecem a redução da sobrecarga do cuidador e da dependência do doente, tornando-se custosas.

Diante da variedade de soluções que visam o monitoramento remoto e auxílio cognitivo percebe-se a ausência de uma solução que possibilite suporte aos três pilares básicos. Assim, fornecer ferramentas que auxiliem no desenvolvimento de tais aplicações é essencial nesse contexto. As soluções que propõem um arcabouço para o desenvolvimento de aplicações [de Lima 2010] [Filho 2010] focam-se em doenças crônicas e assumem que o paciente possui lucidez para o autogerenciamento dos sensores utilizados. Entretanto, os sintomas causados pela doença de Alzheimer são um obstáculo no uso dessas soluções.

Desta forma, há carência de um arcabouço de software para o desenvolvimento de aplicações que lide com: (i) a integração das diferentes formas e tipos de sensores de monitoramento, (ii) a transmissão das informações coletadas pelos sensores, (iii) a disponibilização das informações para que possam ser utilizadas por outras aplicações e (iv) o envio de alertas para aplicações móveis. Esses requisitos são importantes para fornecer ferramentas que auxiliem no desenvolvimento de aplicações que suportem os três pilares básicos da melhoria da qualidade de vida do paciente com Alzheimer. Assim, visando preencher essa lacuna, é apresentado um arcabouço para o desenvolvimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio de pessoas com doença de Alzheimer.

3. Proposta de Solução

O arcabouço para o desenvolvimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio baseia-se no paradigma da Computação Pervasiva aplicada a área de cuidados com a saúde pessoal focada na doença de Alzheimer. Ele fornece mecanismos para auxiliar no desenvolvimento de componentes e suporta a integração com *Web Service*, aplicação pervasiva e sensores. A ideia básica é criar uma abstração que estabelece a comunicação

¹ Associação Brasileira de Alzheimer - <http://www.abraz.com.br/>

entre os sensores de monitoramento e aplicações finais de usuário. Neste contexto, sensores são dispositivos que capturam dados continuamente sobre um determinado usuário e aplicações finais são aplicações que utilizam o processamento e fazem análise dos dados coletados para auxiliar os usuários.

O comportamento comum para todas as aplicações construídas utilizando o arcabouço é apresentado na Figura 1, fixando responsabilidades entre usuários que são: (i) o paciente e (ii) o cuidador. O paciente é a pessoa com a doença de Alzheimer que está na fase inicial da enfermidade, onde os sintomas mais relevantes são perda de memória recente, confusão, desorientação espacial e dificuldades com as atividades cotidianas. Seu papel no arcabouço é ser agente passivo na coleta de dados feita pelos sensores instalados e interage com o sistema utilizando um dispositivo móvel que é seu terminal de exercícios cognitivos. O cuidador é o responsável pela saúde física do paciente. Pode ser um profissional especializado, como um enfermeiro, ou um parente que tenha conhecimento, tempo e disposição para auxiliar o paciente. No arcabouço, o cuidador recebe as informações sobre situações adversas no dispositivo móvel, bem como pode utilizá-lo para visualizar as informações capturadas pelos sensores.

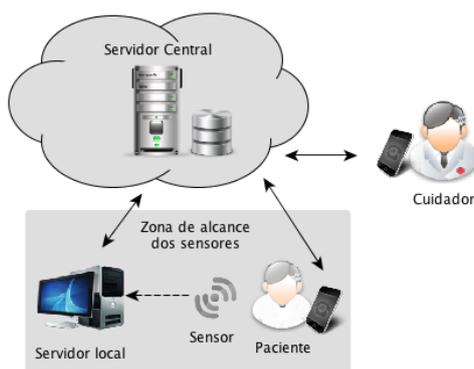


Figura 1. Visão geral da solução proposta.

A solução dispõe de ferramentas para preservar a integridade do idoso e exercitá-lo cognitivamente. Isto é feito através do monitoramento remoto do doente, auxílio cognitivo e emissões de alertas aos cuidadores em situações adversas, como ilustrado na Figura 1. Para monitorar é utilizado sensores instalados na residência do paciente em conjunto com o seu sistema de controle chamado Servidor Local. A comunicação entre o sensor e o servidor local é feita através de tecnologias com fio, como USB 2.0, ou tecnologias sem fio, como *Bluetooth* ou *Zigbee*. O auxílio cognitivo é feito por meio de exercícios selecionados pelo cuidador disponibilizados no dispositivo móvel. Para emissão de alertas aos cuidadores, o dispositivo móvel verifica periodicamente a existência de alertas através de uma API de serviços do servidor central.

O arcabouço foi desenvolvido com base na Arquitetura de Componentes de Software que permite a criação de sistemas de software com base na reutilização de módulos pré-existent. Assim, é extensível e seus pontos de extensão são ilustrados pelos elementos Processo e Sensor da Figura 2. Desta maneira, o arcabouço possui três papéis relacionados ao processo de desenvolvimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio, que são: (i) desenvolvedor de componente de sensor, (ii) desenvolvedor de com-

ponente de processo e (iii) desenvolvedor de aplicação final.

3.1. Servidor Central

O Servidor Central contém os módulos que implementam os serviços de armazenamento, processamento, análise e web do arcabouço. O serviço de armazenamento é feito pelo módulo de armazenamento de dados, conforme é visualizado na Figura 2. O principal componente deste módulo é o Gerente de Requisição que gerencia a comunicação entre os módulos e tem a função de armazenar as informações coletadas dos últimos 7 dias, assim como nome de usuário e informações adicionais sobre os sensores em uso. O componente Fachada BD disponibiliza uma interface simplificada que tem a responsabilidade de acessar a instância de banco de dados, efetuar possíveis cálculos provindos do componente abaixo dela e responder as requisições.

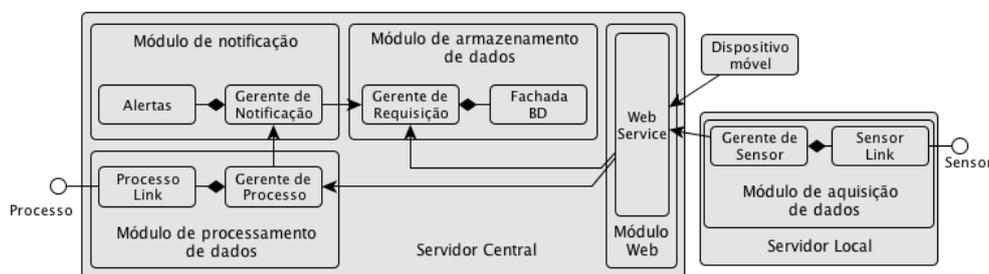


Figura 2. Arquitetura do arcabouço e a maneira na qual os módulos se relacionam

O serviço de processamento é realizado pelo módulo de processamento de dados e seu componente principal é o Gerente de Processo. Sua função é extrair dados em tempo real das informações coletadas pelo módulo de aquisição de dados situado no Servidor Local. Para cada sensor instalado na residência do paciente, há um Gerente de Processo que possui um Processo Link, que faz a comunicação com os componentes que implementam interface Processo. A interface Processo permite sua extensão e define funcionalidades para o desenvolvimento de um novo componente, descritos na Tabela 1, que utiliza as informações coletadas para auxiliar no reconhecimento de atividades.

Nome do método	Descrição
<i>initComponents</i>	Método que inicializa as entidades principais do componente.
<i>configure</i>	Antes de iniciar o processamento da informação, este método ajusta alguns valores necessários para a execução do método <i>runAlgorithm</i> .
<i>runAlgorithm</i>	Neste método é executado os algoritmos de reconhecimento de atividades. A maneira de processamento da informação está atrelada ao tipo de dado do sensor instalado na residência do paciente.
<i>sendAlertMessage</i>	Este método envia um alerta para o módulo de notificações.

Tabela 1. Descrição da interface Processo

O serviço de análise é feito pelo módulo de notificação e sua principal função é receber os alertas enviados pelo módulo de processamento de dados e analisar seu nível de prioridade. Se a prioridade do alerta for alto, este é enviado ao módulo de armazenamento de dados, para que o alerta chegue ao dispositivo móvel do cuidador.

O serviço web é realizado pelo módulo web que fornece um *Web Service*. Ele provê uma API de serviços para a comunicação entre servidor central e servidor local e para o acesso remoto as informações dos pacientes e dos cuidadores a outros componentes do arcabouço. As requisições web são gerenciadas pelo principal componente deste módulo que é o Gerente Web. Este componente lida com informações sobre a vida privada do doente, por isso, apenas o paciente e seu cuidador podem acessar as informações disponibilizadas pela API. Para este nível de segurança, além da utilização de cadastro de usuário, é adicionada uma codificação nas informações coletadas e enviadas, dessa forma é possível controlar a exposição e a disponibilidade de informações acerca do paciente.

As informações que chegam ao servidor central através do *Web Service*, são enviadas para o módulo de processamento de dados e em seguida são enviadas para o módulo de armazenamento de dados, conforme exemplificado na Figura 2. O módulo de processamento de dados extrai dados das informações recebidas e emite um alerta para o módulo de notificações caso seja detectado alguma anomalia. Caso o alerta seja enviado, o módulo de notificações recebe e analisa o seu nível de prioridade antes de repassar para o módulo de armazenamento de dados, evitando mensagens desnecessárias.

3.2. Servidor Local

Para garantir o envio contínuo das informações coletadas pelos sensores ao servidor central, o Servidor Local está implantado em um sistema computacional sem restrição de bateria e com acesso constante a internet localizado na residência do paciente, sendo considerado uma ponte entre o sensor físico e o servidor central. Os sensores utilizados pelo arcabouço fazem uso de tecnologias de baixo consumo de energia e não processam a informação coletada, por causa das restrições dos sensores móveis. Caso seja necessário algum tipo de processamento antes do envio, o servidor local trata a informação.

O módulo de aquisição de dados tem a função de gerenciar os diversos tipos de sensores e de permitir a transferência de dados do sensor físico para o servidor local. O principal componente é o Gerente de Sensor que manipula os sensores instalados na residência do paciente através do componente Sensor Link. O Sensor Link se comunica com os componentes que implementa a interface Sensor que permite sua extensão para adaptar um sensor físico a uma aplicação final e seus métodos estão descritos na Tabela 2.

Nome do método	Descrição
<i>initComponents</i>	Método que inicializa as entidades principais do componente.
<i>configure</i>	Método que configura o componente antes de iniciar a coleta dos dados.
<i>run</i>	Método inicia a coleta dos dados.
<i>finalize</i>	Método utilizado para finalizar a transmissão de dados.
<i>newDataAvailable</i>	Método que obtém os dados disponíveis do sensor naquele instante.

Tabela 2. Descrição da interface Sensor.

3.3. Dispositivo Móvel

É através do aplicativo do dispositivo móvel que os usuário interagem com o arcabouço. Para acessá-la, exige-se uma autenticação para os dois tipos de usuários do sistema final: Paciente e Cuidador. Para os usuários cadastrados como cuidador é possível acessar os alertas disponibilizados pelo servidor central, como também visualizar em tempo real as

informações que estão sendo coletados pelos sensores instalados na residência do monitorado. Para os usuários cadastrados como paciente, é disponibilizado exercícios que auxiliam cognitivamente, conforme é visualizado na Figura 3(a). Os exercícios disponibilizado pelo arcabouço focam na (i) atenção, (ii) memória e (iii) rapidez, apresentados respectivamente pelas Figuras 3(b), 3(c) e 3(d).



Figura 3. As principais atividades do aplicativo móvel na visão do paciente

4. Estudo de Caso: Alzheimer's Care

Nessa seção é descrito o suporte do arcabouço no desenvolvimento de uma aplicação de monitoramento remoto e auxílio de pessoas com doença de Alzheimer, denominada, Alzheimer's Care. Seu objetivo é fornecer suporte ao cuidador utilizando monitoramento remoto e auxílio cognitivo de doentes. Alzheimer's Care utiliza as informações coletadas pelos sensores, as informações sobre o contexto da coleta e algoritmos de reconhecimento de atividades do cotidiano. Os sensores escolhidos para esta aplicação foram o Logitech QuickCam Messenger e Microsoft Kinect, nos quais os componentes de manipulação foram implementados de acordo com a Tabela 2.

Para muitos profissionais da saúde, identificar quais são as atividades do cotidiano realizadas pelo paciente é uma forma de verificar o avanço da doença de Alzheimer [Abreu et al. 2005]. Consequentemente, as atividades escolhidas para este estudo de caso basearam-se na Escala Internacional de Atividades do Cotidiano da Doença de Alzheimer [Reisberg et al. 2001] e nas Atividades do Cotidiano definidos por Katz [Katz and Akpom 1976] por serem referência neste campo de estudo. As três atividades escolhidas foram: (i) dormindo, (ii) andando e (iii) lendo. Para que a Alzheimer's Care reconheça as atividades selecionadas, é necessário o desenvolvimento de componentes baseados na interface Processo descrita na Tabela 1.

Para desenvolver um componente que reconhecesse a atividade "dormindo", foi utilizado um algoritmo que detecta o paciente, através da profundidade e o desenha utilizando pontos centrais [Xia et al. 2011]. Assim, o sensor Kinect foi escolhido por ser constituído de uma câmera VGA, de uma câmera de profundidade e de um infravermelho, para um aumento na precisão na identificação.

O segundo componente de processo foi desenvolvido utilizando as imagens recolhidas pelo sensor Logitech QuickCam. Para o reconhecimento da atividade "andando",

o método utilizado foi de histograma orientado a gradiente (Histogram of Oriented Gradients - HOG) [Dalal and Triggs 2005], que se sustenta na ideia que imagens podem ser muito bem descritas através de gradientes de seus contornos.

O último componente desenvolvido utiliza as imagens recolhidas pelo sensor Logitech QuickCam Messenger para o reconhecimento da atividade "lendo". O algoritmo se baseia na subtração de imagens que tem como objetivo o isolamento de um objeto ou partes de objetos de uma imagem detectando assim a presença do paciente [Haritaoglu et al. 1998].

Para simular o Alzheimer's Care, montou-se um ambiente acadêmico controlado, mais precisamente no Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva (Embedded) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O usuários da aplicação foram pares de alunos da UFCG, sendo um o paciente e o outro o cuidador. Foi escolhido uma das salas do laboratório para simular a residência do doente de 30 m². Os sensores foram precisamente ajustados para maximizar a qualidade das informações coletadas. Neste cenário, considera-se que o monitorado reside sozinho e circulará apenas dentro de sua residência.

Esta aplicação foi desenvolvida em Python e seu funcionamento foi dividida em quatro fases que são: (i) monitoramento, (ii) processamento, (iii) análise e (vi) auxílio cognitivo. A fase de monitoramento é iniciada a partir do momento que sensores instalados na residência do paciente enviam ao Servidor Local as informações coletadas em tempo real. Quando as informações chegam no Servidor Local, os dados são repassados para Servidor Central através do módulo web. Em seguida, o Servidor Central inicia a fase de processamento, na qual extrai informações sobre o estado do paciente e suas atividades. Se durante a fase de processamento for encontrado algum indício anomalia, é enviado um alerta ao módulo de notificação. A fase de análise inicia quando um alerta é recebido pelo módulo de notificações que verifica a prioridade daquele alerta. Se o alerta for classificado de alta prioridade é enviado para módulo de armazenamento de dados.

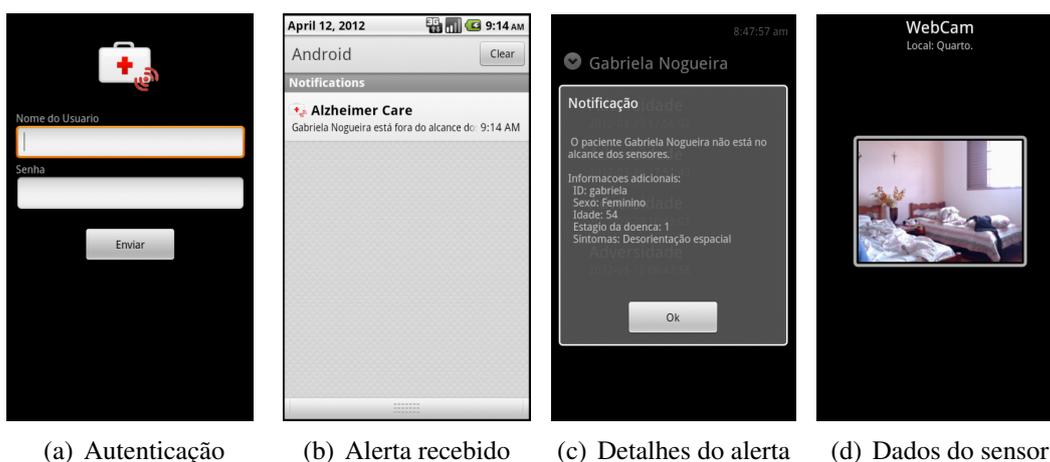


Figura 4. As principais atividades do aplicativo móvel na visão do cuidador

A Figura 4(a) ilustra o aplicativo do dispositivo móvel. Quando autenticada como cuidador, verifica a cada minuto se há alertas através do módulo web. Nesta aplicativo é possível acessar as informações dos sensores remotamente e receber alertas, conforme é

ilustrado pelas Figuras 4(d) 4(c) 4(b). E por fim, a última fase ocorre no momento que, de acordo com o seu nível cognitivo, o cuidador disponibiliza exercícios específicos para o paciente, tendo o potencial de retardar a deterioração causada pela doença de Alzheimer.

A aplicação Alzheimer's Care foi desenvolvida para um ambiente acadêmico e seu desenvolvimento foi facilitado com a utilização das ferramentas disponibilizadas pelo arcabouço. A grande vantagem é que o arcabouço abstrai a comunicação entre os sensores de monitoramento e aplicações finais de usuário.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste trabalho foi apresentado um arcabouço que suporta o desenvolvimento de aplicações de monitoramento remoto e auxílio de pessoas com doença de Alzheimer. Foram detalhados os módulos e componentes pertencentes ao arcabouço e como a solução lida com: (i) a integração das diferentes formas e tipos de sensores de monitoramento, (ii) a transmissão das informações coletadas pelos sensores, (iii) a disponibilização das informações para que possam ser utilizadas por outras aplicações e (iv) o envio de alertas para aplicações móveis. Em seguida, foi apresentado o estudo de caso da aplicação Alzheimer's Care, exemplificando-se seu desenvolvimento, com a utilização de sensores na identificação de algumas atividades do cotidiano.

Com os resultados obtidos neste trabalho, o desenvolvimento dessas aplicações foi facilitado, já que, utilizando as ferramentas fornecidas pelo arcabouço, o desenvolvedor apenas preocupa-se com a implementação dos componentes de sensor e componentes de processamento.

Como trabalho futuro, pretende-se avaliar a proposta em um ambiente controlado e dar suporte a outras atividades e sensores. Adquirindo todo esse conjunto de dados analisar-se-á estatisticamente a eficiência do algoritmo de reconhecimento de cada atividade, levando em consideração fatores como desempenho do sistema e verificação da incidência de falsos negativos e falsos positivos. Desta forma, espera-se poder afirmar qual tipo de sensor é mais adequado para determinada atividade do cotidiano e atrelado a este, qual é o melhor algoritmo de reconhecimento.

6. Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado com bolsa de estudo pela CAPES.

Referências

- Abreu, I. D. d., Forlenza, O. V., and Barros, H. A. L. d. (2005). Demência de alzheimer: correlação entre memória e autonomia. *Revista de Psiquiatria Clínica*, 32:131 – 136.
- Cai, H. and Lin, Y. (2011). Coordinating cognitive assistance with cognitive engagement control approaches in human-machine collaboration. *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on*, PP(99):1 –9.
- Cayton, H., Graham, N., and Warner, J. (2000). *Tudo Sobre Doença de Alzheimer*. Editora Andrei.
- Dalal, N. and Triggs, B. (2005). Histograms of oriented gradients for human detection. In *Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and*

- Pattern Recognition (CVPR'05) - Volume 1 - Volume 01*, CVPR '05, pages 886–893, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.
- de Fátima Oliveira, M., Ribeiro, M., Borges, R., and Luginger, S. (2005). Doença de alzheimer - perfil neuropsicológico e tratamento. *Psicologia.pt - O Portal dos Psicólogos*.
- de Lima, M. A. M. (2010). Arcabouço para o desenvolvimento de aplicações pervasivas para suporte à prevenção e tratamento de doenças crônicas. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- Filho, W. O. G. (2010). Uma infraestrutura baseada em componentes para desenvolvimento de aplicações pervasivas para cuidados com a saúde. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- Haritaoglu, I., Harwood, D., and Davis, L. (1998). W4: A real-time system for detecting and tracking people in 2 1/2d. In Burkhardt, H. and Neumann, B., editors, *Computer Vision, ECCV8*, volume 1406 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 877–892. Springer Berlin / Heidelberg. 10.1007/BFb0055710.
- IBGE (2010). *Síntese de Indicadores Sociais - Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira 2010*, volume 27 of *Estudos e pesquisas*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Katz, S. and Akpom, C. A. (1976). A measure of primary sociobiological functions. *Int J Health Serv*, 6(3):493–508.
- Meza-Kubo, V., Gonzalez-Fraga, A., Moran, A. L., and Tentori, M. (2009). Augmenting cognitive stimulation activities in a nursing home through pervasive computing. In *Proceedings of the 2009 Latin American Web Congress (la-web 2009)*, LA-WEB '09, pages 8–15, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.
- Osmani, V., Zhang, D., and Balasubramaniam, S. (2009). Human activity recognition supporting context-appropriate reminders for elderly. In *Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2009. PervasiveHealth 2009. 3rd International Conference on*, pages 1–4.
- Reisberg, B., Finkel, S., Overall, J., Schmidt-Gollas, N., Kanowski, S., Lehfeld, H., Hulla, F., Sclan, S. G., Wilms, H.-U., Heininger, K., Hindmarch, I., Stemmler, M., Poon, L., Kluger, A., Cooler, C., Bergener, M., Hugonot-Diener, L., Robert, P. H., and Erzigkeit, H. (2001). The alzheimer's disease activities of daily living international scale (adl-is). *International Psychogeriatrics*, 13(02):163–181.
- Taub, D., Lupton, E., Hinman, R., Leeb, S., Zeisel, J., and Blackler, S. (2011). The escort system: A safety monitor for people living with alzheimer's disease. *IEEE Pervasive Computing*, 10(2):68–77.
- Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. pages 265–268.
- Wimo, A. and Prince, M. (2010). World alzheimer report 2010 - the global economic impact of dementia. Alzheimer's Disease International.
- Xia, L., Chen, C.-C., and Aggarwal, J. (2011). Human detection using depth information by kinect. In *Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2011 IEEE Computer Society Conference on*, pages 15 –22.