

UM ARMÁRIO DE MEDICAMENTO INTELIGENTE DESENVOLVIDO PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA DA MEDI- CAÇÃO

CLAUDIO E. M. GOMES¹, FARZAN YAZDI², VICENTE F. LUCENA JR.¹, PETER GÖHNER²

1. *PPGEE, Universidade Federal do Amazonas*
Caixa Postal 69077-000, 6200, Av. General Rodrigo Octávio, Coroado I, AM, MANAUS
E-mails: claudioeddy@gmail.com, vicente@ufam.edu.br

2. *Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik, Universität Stuttgart*
Caixa Postal 7055 s.0, 47 Pfaffenwaldring, STUTTGART
E-mails: farzan.yazdi@ias.uni-stuttgart.de, peter.goehner@ias.uni-stuttgart.de

Abstract— Every year there are more and more drugs being created to treat a variety of health problems of the modern society. Along with the increasing availability of drugs on the market, the world has also seen an increasing number of drug-induced deaths. The medication process without proper medical guidance, even being a common activity, may become a very serious problem. As an example, drug deaths have outnumbered traffic fatalities in U.S. in 2009. By analyzing the relationships among the entities involved in the medication process (user, medicine and prescription) and by consulting some physicians, an intelligent medicine cabinet concept was developed to assist people in taking medicines in the correct way and on the right time. Radio Frequency Identification (RFID) technology was employed to get information of the entities in an automatic way. The proposed prototype of this work was designed to be as simple as possible and to allow proper medical guidance in patients' medication in an Ambient Assisted Living (AAL) context.

Keywords— intelligent automation, medication, Ambient Assisted Living, intelligent medicine cabinet, healthcare

Resumo— A cada ano mais remédios são criados para tratar uma variedade de problemas de saúde da sociedade moderna. Juntamente com o aumento da disponibilidade de remédios no mercado, o mundo também tem visto o aumento de mortes induzidas por medicamento. O processo de medicação sem a devida orientação médica, mesmo sendo uma atividade comum, pode se tornar um problema muito sério. Como exemplo, mortes por causa de medicamentos ultrapassaram o número de fatalidades no trânsito nos E.U.A. em 2009. Através da análise das relações entre as entidades envolvidas no processo da medicação (usuário, remédio e prescrição) e de entrevista com médicos, o conceito de um armário de remédio inteligente foi desenvolvido para ajudar as pessoas a tomarem medicamentos da forma correta e na hora certa. A tecnologia Radio Frequency Identification (RFID) foi empregada para obter a informação das entidades de forma automática. O protótipo proposto desse trabalho foi concebido para ser tão simples quanto o possível e permitir a devida orientação médica na medicação de pacientes em um contexto de Ambient Assisted Living (AAL).

Palavras-chave— automação inteligente, medicação, Ambient Assisted Living, armário de medicamento inteligente, healthcare

1 Introdução

Ao mesmo tempo em que o mundo tem visto melhorias nas diferentes áreas de saúde, com o aumento da expectativa de vida global e com a maior disponibilidade de remédios eficazes no mercado para tratar uma gama de problemas de saúde, também tem visto o aumento do número de problemas relacionados. As pessoas passaram a tomar mais remédios por conta própria, sem ao menos consultar um médico, aumentando a ocorrência de efeitos colaterais dos remédios e mortes induzidas por eles.

Os noticiários têm abordado esse problema, exemplificado em artigos de jornais: “Pais processam depois que filho vomita sangue e morre após tomar medicamento infantil com erro de fabricação” (Daily Mail Reporter, 2006); “Uma garota do Colorado morre após tomar uma combinação letal de dois remédios comuns para resfriado e alergia” (James, 2012); “vários médicos podem prescrever diferentes remédios sem qualquer conhecimento do que já pode ter sido prescrito por terceiros” (Span, 2011); “Mãe

sofrendo com dor crônica nas costas aparentemente esqueceu que já tinha tomado sua dose diária de pílulas e acabou dobrando a dosagem” (Girion, 2011).

Mortes induzidas por remédios são algo mais comum do que se poderia imaginar, podendo ser evidenciadas por: “De certa forma, remédios prescritos são mais perigosos que drogas ilícitas porque os usuários ficam despreocupados” e “Agora há mais mortes causadas por medicamentos do que de acidentes de trânsito nos E.U.A.” (Girion, 2011). Dessa forma, uma atividade comum e simples como a medicação, sem orientação adequada, pode se tornar prejudicial ao usuário e até representar risco de vida.

É clara a necessidade de soluções para melhorar a medicação correta. A concepção das mesmas, no entanto, não é algo trivial quando se pensa na acessibilidade para o usuário final. O desafio em desenvolver um sistema acessível e utilizável vem do fato de a captura de todas as propriedades do usuário (limitações e desejos) ser uma tarefa difícil. Uma área que lida diretamente com isso é a *Ambient Assisted Living* (AAL). O objetivo dela é ajudar idosos a viver de forma independente, estendendo o tempo que eles permanecem em casa com autonomia e tendo ativi-

dades diárias realizadas por dispositivos de auxílio inteligentes (Sun, 2009). Diversos pontos de vista e diferentes níveis de capacidade de compreensão cognitiva estão entre os desafios presentes para implantar esse tipo de ambiente no lar.

Todavia, ao usar soluções com sistemas eletrônicos de *healthcare* baseadas no lar, em que a disponibilidade de dispositivos biomédicos é deslocada para a casa do usuário, tem-se um melhoramento da acessibilidade (White, 2006). Dispositivos compactos poderiam ser empregados para melhorar a evolução do paciente e potencialmente controlar custos de saúde ao permitir triagem e monitoramento no ambiente doméstico. Porém, o monitoramento *healthcare* no domicílio é mais complexo por causa de limitações específicas do lar e hábitos das pessoas (Zatout, 2012).

No passado, os principais obstáculos enfrentados por sistemas eletrônicos de *healthcare* estavam relacionados a limitações de hardware. Hoje em dia, devido aos avanços na tecnologia, os obstáculos são outros (Coopman, 2010). Um exemplo é a falta de interface entre os sistemas e o provedor da informação (e.g. médico) (Cantrill, 2010). Deixar um sistema ser usado somente pelo paciente e uma enfermeira, por exemplo, tira a possibilidade de o médico prover orientação para o usuário, tal como alertar sobre o perigo de combinar remédios específicos presentes em diferentes medicações.

Algumas características são sugeridas como boas para interfaces *healthcare*: otimização pode ser feita para diferentes usuários; melhor informação sempre leva a um melhor tratamento, contanto que a informação para a decisão esteja presente quando a decisão precisa ser tomada; como o usuário nem sempre tem o conhecimento sobre computadores, a interface deve prover diferentes níveis de uso (Mchome, 2010).

As sugestões acima são uma tentativa para aumentar usabilidade e acessibilidade de sistemas *healthcare*. A ISO/TS 17071 as distingue da seguinte forma: acessibilidade por si só refere-se fornecimento de um dispositivo para todos, enquanto usabilidade primeiro determina o público alvo e, baseado nele, tenta prover acessibilidade para todos (British Standards Institute, 2003).

Retornando ao problema da medicação, tomar remédios é uma atividade bastante comum em um contexto AAL e é o problema alvo tratado neste artigo. De forma geral, pessoas mais idosas tomam mais medicamentos que adultos. É também mais comum um idoso esquecer-se de tomar um medicamento no horário correto ou ter dificuldades para ler informações médicas sobre o medicamento do que uma pessoa mais jovem. Mas essas não são as únicas razões pelas quais o cumprimento da medicação pode se tornar um problema de grande importância. Jovens e adultos também têm enfrentado problemas para entender o conhecimento médico envolvido nesse processo.

Esse artigo propõe o conceito de um armário de medicamento inteligente para auxiliar as pessoas a tomarem remédios. Embora a informatização de aplicações *healthcare* ofereça a abordagem mais fácil para prover orientação médica e permitir a obtenção apropriada de dados do usuário (Cantrill, 2010), a maneira como isso é fornecido para o usuário deve ser feita de forma estruturada. Mesmo que o protótipo proposto nesse trabalho tenha sido concebido para ser usado de forma tão simples quanto usar um armário de medicamento convencional (acessível para diferentes usuários), o público alvo principal são os idosos, assim, aumentando sua usabilidade em um contexto de AAL.

O artigo é organizado como se segue. Seção 2 mostra alguns trabalhos realizados com o intuito de resolver o mesmo problema. Seção 3 descreve a situação base do processo de medicação e como os requisitos do armário de medicamento inteligente foram derivados a partir disso. Na Seção 4 o protótipo desenvolvido é apresentado juntamente com seus componentes. Por fim, a Seção 5 sumariza a contribuição do trabalho presente.

2 Trabalhos relacionados

Um sistema eletrônico de *healthcare* com o objetivo de monitorar e associar diferentes dados de saúde coletados do usuário é descrito em (Iglesias, 2012). Nele os usuários são identificados através do uso da tecnologia NFC (*Near Field Communication*), que permite conectividade sem fio de curto alcance (escrita/leitura) e é simples e intuitiva para a transferência de dados. A característica importante desse trabalho é que o sistema permite a gravação de atividades do usuário, armazenando o vídeo gravado e depois disponibilizando acesso ao mesmo de forma remota. Essa tarefa de supervisão é usada para verificar se o usuário está ou não tomando os medicamentos todos os dias.

Um protótipo que combina tecnologia RFID com redes de sensores sem fio para monitorar o processo de medicação em paciente idosos foi desenvolvido em (Ho, 2005). Para verificar se os pacientes tomaram os remédios, leituras no ambiente são feitas de forma periódica e, quando o usuário está ao alcance do protótipo, ele é alertado através de um sinal sonoro ou luz intermitente para tomar o medicamento.

Em (Ferdous, 2010), técnicas tradicionais de *data warehousing* (DW) foram empregadas para modelar e armazenar quantidades massivas de dados de saúde do usuário coletados através da tecnologia RFID. As técnicas usadas permitem a fácil obtenção dos dados, mesmo que eles sejam referenciados por diferentes fontes, e o processamento dos mesmos para atender as necessidades de sistemas de tempo real, que é importante, como descrito no artigo, quando um medicamento errado é tomado e um alarme ou informe deve ser imediatamente disparado

para o médico/enfermeira responsável sobre o incidente.

Outro sistema foi realizado em (Hlaushek, 2009) com o principal objetivo de envolver os cidadãos no seu desenvolvimento, de tal forma que a qualidade de vida, especialmente dos idosos, fosse aumentada através da criação de uma rede de informação entre as entidades e pessoas envolvidas.

Seria importante, para o processo de medicação, que ele fosse o mais próximo possível da forma com a qual os usuários estão acostumados no dia a dia. A solução proposta em (Iglesias, 2012) se utiliza de vídeos gravados acessados remotamente, o que pode ser considerado como intrusivo por alguns usuários. A detecção automática de medicamentos seria outro aspecto importante. Essa detecção foi realizada em (Ho, 2005), mas a captura de dados é feita em tempos regulares, o que pode se tornar problemático se o usuário tomar medicamentos incompatíveis entre cada captura de dados. Embora um aviso sonoro e sinais de luz intermitentes sejam disparados para indicar que o usuário deve tomar um medicamento, seria interessante ter indicações não somente quando o usuário estivesse ao alcance, mas também no horário correto que o remédio deve ser tomado. Além disso, não há instruções para o usuário. Em (Ferdous, 2010) detecta-se, consultando um banco de dados, se o remédio errado é tomado. A ocorrência de tal tipo de evento poderia ser minimizada se a medicação tivesse orientação médica. Por fim, é mostrado em (Hlaushek, 2009) como criar uma rede de informação para ter *feedback* dos sistemas de monitoramento *healthcare*. Essa é uma característica desejável, já que médicos/enfermeiras podem monitorar o progresso dos pacientes.

3 O armário de medicamento inteligente proposto

Para se entender melhor o conceito do armário de medicamento inteligente, primeiro é necessário entender a situação base do processo de medicação. A Fig. 1 mostra a situação base, na qual três entidades principais estão envolvidas: usuário, medicamento e prescrição (receita).

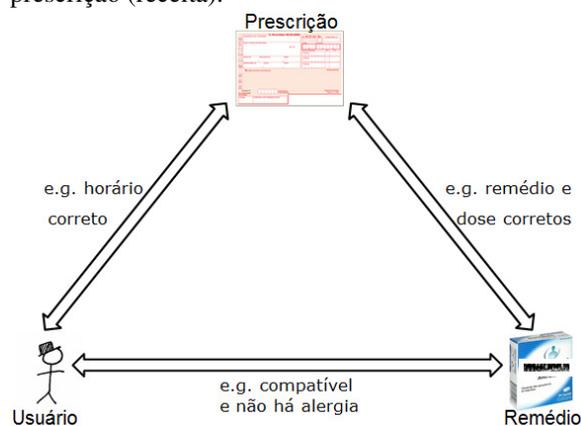


Figura 1. Situação base da medicação

Ao ler informações de diversos medicamentos em um bulário eletrônico, tal como *U.S. Food and Drug Administration*, em (Katzung, 2012) e entrevistando pessoal médico, algumas relações importantes entre as entidades foram identificadas.

Entre o usuário e remédio, as seguintes situações são consideradas: se há alergia contra o medicamento ou incompatibilidade com seus ingredientes ativos ou seu grupo ativo; se o medicamento está vencido, se ele não foi listado como prejudicial à saúde ou com algum erro de fabricação. Além disso, o conhecimento dos remédios tomados recentemente pelo usuário é importante para evitar a mistura de remédios incompatíveis, caso seus efeitos ainda estejam presentes no organismo do paciente.

Entre o medicamento e a prescrição é considerada a frequência na qual o medicamento é tomado, a dose correta para cada horário e a duração total da medicação. Quanto à relação entre o usuário e a prescrição, o horário correto para tomar o medicamento é levado em consideração.

Uma preocupação típica pode surgir durante a medicação quando o usuário esquece-se de tomar o medicamento no horário correto. Foi possível identificar os seguintes cenários para uma medicação atrasada:

1. Deve-se ignorar o horário esquecido e tomar o remédio no próximo horário como programado. O horário perdido deve ser adicionado ao fim do período total da medicação.
2. Toma-se a dose esquecida imediatamente e continuar a medicação regularmente.
3. Deve-se tomar o horário esquecido imediatamente e reprogramar os próximos horários com base no novo horário tomado.
4. O usuário deve ignorar o horário esquecido e tomar dosagem dobrada no próximo.

Como pode ser visto, há muitos parâmetros para serem considerados quando se toma medicamentos. Na maioria das vezes, o usuário não tem toda essa informação técnica ou simplesmente a negligencia, causando risco de saúde. Porém, com o sistema proposto nesse artigo, o usuário não precisa lidar sozinho com todos esses parâmetros, já que há uma unidade para gerenciá-los. A Fig. 2 mostra esse conceito.

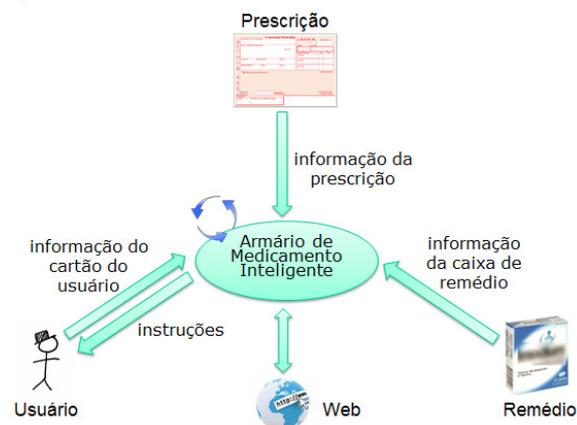


Figura 2. Conceito do armário de medicamento inteligente

A inteligência do sistema inicia-se com a detecção automática da informação de medicamentos, pacientes e prescrições assim que se encontrem ao alcance. Através das relações dessas entidades, o sistema proposto dá instruções e gera lembretes, deixando o usuário essencialmente com a tarefa de tomar o remédio. Com as informações disponíveis, o sistema proposto pode ajudar os pacientes a tomar o remédio correto e no horário certo. Além disso, ele registra quais medicamentos, por quem e com que frequência eles são tomados, disponibilizando tal informação através de uma interface web. Isso é útil para o médico monitorar o progresso do paciente. A arquitetura proposta é mostrada na Fig. 3.

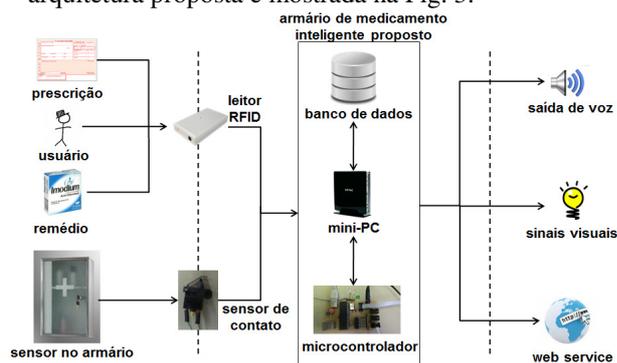


Figura 3. Arquitetura do sistema

A tecnologia RFID foi empregada para obter informação das entidades através de um leitor conectado a uma antena, que aumenta a área de leitura: os usuários possuem cartões RFID com suas informações pessoais, no verso das prescrições há uma etiqueta RFID (*tag*) com detalhes sobre a medicação e dentro das caixas dos remédios há *tags* com informações específicas de cada embalagem. Para interagir de forma apropriada com o armário de medicamento, as informações dos remédios e receitas devem ser previamente salvas para suas *tags* por um médico.

O sistema gerencia dois tipos de medicamentos: aqueles que devem ter a medicação ministrada sob orientações de uma prescrição e aqueles que não necessitam de uma para serem tomados. Além disso, o sistema classifica as receitas como podendo ou não se repetirem. Uma receita pode se repetir (reusada) caso os seus remédios devam ser tomados por um tempo e haver uma pausa por alguns dias antes de se iniciar uma nova sequência.

Com as informações das entidades disponíveis, o usuário pode usar seu cartão e iniciar uma sessão no sistema, tornando-se o usuário ativo, em outras palavras, todas as ações feitas depois do início da sessão são consideradas como feitas pelo usuário ativo. Ter uma sessão ativa é um pré-requisito para usar o sistema, o que permite abrir o armário e, conseqüentemente, colocar remédios e prescrições nele, bem como retirá-los. Se uma nova prescrição é adicionada, sua informação é automaticamente lida e o usuário pode começar a medicação dos remédios na sua lista. Quando um novo remédio é adicionado ao armário, o usuário é informado sobre seu status: quantidade restante de pílulas e se está vencido.

Para tomar um remédio, independente de precisar ou não de prescrição, o usuário precisa somente retirá-lo do armário. Se há alguma razão pela qual ele não deve ser tomado, o armário de medicamento inteligente informa esta situação. Caso não haja qualquer problema, depois de alguns segundos o medicamento é considerado como tomado pela pessoa e pode ser recolocado no armário. Se o remédio estava sob prescrição, a informação da medicação em questão é atualizada no sistema: registro do horário tomado, se houve atraso e cálculo do próximo horário. Caso um medicamento não deve ser tomado, seja por causa de alguma incompatibilidade ou porque não era o horário correto para ser tomado, assim que a caixa é recolocada no armário, não é considerada como tomada, já que o usuário foi alertado sobre o perigo. É importante destacar que o sistema dá prioridade para remédios com prescrição, dessa forma, se o paciente tenta tomar um remédio que não necessita de receita e é incompatível com algum que esteja sob prescrição, tal ação é negada.

Para que o um remédio seja removido do sistema é necessário que ele fique fora do armário por um período maior de tempo do que o necessário para tomá-lo. No caso da prescrição, se ela for retirada do armário, ela passa a ter sua medicação interrompida e o usuário precisa de uma nova para continuar o tratamento. Excetua-se o caso da prescrição que pode repetir, pois quando ela for recolocada no armário, a medicação é reiniciada. Quanto ao usuário, se o cartão é retirado do armário, sua sessão é fechada e o usuário que criou uma sessão imediatamente anteriormente passa a ser o usuário ativo.

O programa que gerencia tudo isso é executado em um computador na parte de trás do armário. Ele verifica as relações entre as entidades, salva informação útil em um banco de dados para uso posterior, registra o histórico de uso e gera instruções para o usuário. O conceito usa um sintetizador de voz profissional para dar as instruções, sendo que a modelagem foi feita, de tal forma que mais idiomas podem ser instalados para considerar a nacionalidade do usuário sem a necessidade de mudança de código. Juntamente com os as saídas de voz, sinais visuais úteis são providos por um microcontrolador conectado ao computador. Este, por sua vez, também detecta se a porta do armário é aberta, cobrindo o requisito de evitar o uso inapropriado por crianças ou terceiros. O conceito foi concebido para permitir uso do armário somente para pessoas com um cartão válido e crianças acompanhadas por adultos.

Ainda no computador, um *web service* é executado com o objetivo de disponibilizar as informações do uso do armário para a web e permitir inserção/atualização de dados. Dessa forma o tratamento dos usuários pode ser monitorado por um médico e o recall de medicamentos pode ser feito.

O sistema permite ainda que o usuário escolha quando iniciar a medicação, informando-o sobre o próximo horário. Quando é chegada a hora de tomar

o remédio, mesmo que o usuário não tenha uma sessão ativa, alarmes são disparados para lembrá-lo da medicação. Há também instruções sobre o que deve ser feito caso um horário seja perdido ou está atrasada para ser tomado. O armário de medicamento permite que prescrições tenham mais de um medicamento nas suas listas e pode gerenciar mais de uma receita ao mesmo tempo.

O conceito proposto também inclui o gerenciamento da dosagem diária permitida, em outras palavras, dentro de um período de 24 horas não é permitido tomar mais pílulas do que o recomendado. Por fim, é possível administrar alergias do usuário e incompatibilidades entre medicamentos (incluindo os tomados recentemente).

4 Protótipo e cenários

Um mini-PC é usado para executar o código fonte, o servidor web e o banco de dados. As entidades são detectadas sem a necessidade de fios pelo uso da tecnologia RFID. Para salvar suas informações foram usadas *tags* RFIDs do tipo ISO15693, com uma frequência de 13,56 MHz. São *tags* passivas, ou seja, dependem das ondas de rádio do leitor para serem energizadas e transmitirem dados.

Aproximadamente a cada 50ms um comando é enviado do computador para o leitor para obter as IDs das *tags* ao alcance. Se uma *tag* é adicionada ao alcance da leitura, outro comando é enviado para obter os dados dela, completando um período de aproximadamente 100ms para o processo inteiro, caso contrário, somente a ID da *tag* é lida. Se uma *tag* é removida, os dados adquiridos quando ela foi adicionada são usados. Dessa forma, o sistema detecta quando prescrições, cartões de usuários e remédios são adicionados ou removidos do armário e toma uma decisão em cima disso.

Ao combinar as informações delas, o sistema instrui o usuário. Se um remédio vencido é retirado, por exemplo, o usuário é alertado sobre isso. A lógica de programa também compara a nova informação com a armazenada em um banco de dados *MySQL*, dessa forma é possível saber se o usuário tomou anteriormente um medicamento incompatível com o que está sendo retirado e ser alertado sobre isso. A linguagem de programação Java foi usada para o programa.

Um microcontrolador da família PIC foi usado para receber sinal de entrada de um sensor de contato e controlar o acionamento de *LEDs* como saída. O sensor de contato detecta se a porta é aberta e, verificando quem tem sessão ativa no sistema (usando informação do cartão de usuário), dá acesso ao armário de medicamento ou não. Os *LEDs* combinam as cores vermelho, verde e branco e diferentes taxas de piscar para indicar quando o usuário deve prestar mais atenção, não deveria tomar uma ação ou um remédio

pode ser tomado. A linguagem C foi usada para programar o microcontrolador.

Além disso, o *web service*, escrito em PHP, faz operações *GET* e *SET* para obter e inserir informações no banco de dados. A Fig. 4 mostra o protótipo do sistema proposto.

Como exemplo de um possível cenário, se alguém, sem um cartão de usuário válido abre a porta do armário, essa ação é detectada pelo sensor de contato e um sinal é enviado para o computador pelo microcontrolador. O computador, por sua vez, gera mensagens de voz baseado nessa ação e envia um comando para o microcontrolador para piscar *LEDs* vermelhos, mostrando que a ação não é permitida. O mesmo aconteceria se uma criança, mesmo com um cartão válido, tentasse usar o armário sem estar acompanhada de um adulto. Por outro lado, se o usuário possui um cartão válido, o protótipo detecta que ele está ao alcance e pisca *LEDs* verdes para mostrar que o acesso é permitido. Assim que o usuário abre o armário, essa ação também é detectada e uma mensagem de boas vindas é falada juntamente com os *LEDs* verdes piscando.



Figura 4. Protótipo sendo usado com um cartão válido

De forma geral, verde representa ações permitidas ou confirmação e vermelho indica ações negadas ou perigosas. A cor branca é usada pra chamar a atenção do usuário ou indicar que algo está sendo processado.

5 Conclusão e contribuição deste artigo

Esse artigo mostrou como o processo de medicação pode se tornar perigoso para o usuário, devido aos seus vários parâmetros, e propôs um conceito de um armário de medicamento inteligente que usa tecnologia RFID para identificar de forma automática a informação do usuário, remédios e prescrições. Ao processar as relações entre essas entidades, ele gerencia alergias do usuário, interações medicamentosas, datas de validade, quantidade de pílulas restante e outras características de forma a garantir o uso correto, seguindo orientação médica, de remédios.

Como trabalhos futuros, uma câmera será usada para reconhecer o usuário de forma mais precisa e o *web service* será usado para prover informações da medicação para o usuário para TV digital e smartphones, aumentando o acompanhamento da medicação pelo usuário e médico e permitindo a atualização e inserção de dados de forma mais fácil no sistema.

Agradecimentos

Esse trabalho foi desenvolvido em parceria com o Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik (IAS), Stuttgart, Alemanha. Assim, gostaríamos de agradecer o Prof. Dr. –Ing. Dr. h. c. Peter Göhner, Dr. –Ing. Nasser Jazdi, Reiner Villing e funcionários do IAS pela ajuda prestada. Esse trabalho foi patrocinado pelas seguintes instituições, às quais gostaríamos de agradecer: CAPES, CNPQ e FAPEAM. Além disso, gostaríamos de agradecer Ana Luísa Almada, que é um dos médicos que prestaram ajuda para esse trabalho com informações importantes sobre o processo de medicação, baseado nas suas experiências na área.

Referências Bibliográficas

- British Standards Institute. (2003). ISO/TS 16071:2003. Ergonomics of human-system interaction -- Guidance on accessibility for human-computer interfaces. Geneva: ISO.
- Cantrill, S. V. (2010) Computers in Patient Care: The Promise and the Challenge. *Queue*. 8 (8). 20:20-20:27.
- Coopman, T., Theetaert, W., Preuveneers, D. and Berbers, Y. (2010) A User-Oriented and Context-Aware Service Orchestration Framework for Dynamic Home Automation Systems. In: Augusto, J. C. et al (eds.). *Ambient Intelligence and Future Trends-International Symposium on Ambient Intelligence (ISAml 2010)*, vol. 72. S. 1.: Springer Berlin Heidelberg.
- Daily Mail Reporter. (2006). Parents sue after toddler son 'pukes up blood and dies after taking recalled Children's Tylenol'. *Mail Online*. [Online]. 12th January. Available from: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2083218/Parents-suing-Johnson--Johnson-toddler-dies-taking-recalled-Childrens-Tylenol.html>. [Accessed: 28th May 2013].
- Ferdous, S., Fegaras, L. and Makedon, F. (2010) Applying data warehousing technique in pervasive assistive environment. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. Samos, Greece, June 13-15, 2010. New York: ACM. pp. 33:1-33:7.
- Girion, L., Glover, S., Smith, D. (2011). Drug deaths now outnumber traffic fatalities in U.S., data show. *Los Angeles Times*. [Online]. 17th September. Available from: <http://articles.latimes.com/2011/sep/17/local/la-me-drugs-epidemic-20110918>. [Accessed: 28th May 2013].
- Hlauschek, W., Panek, P. and Zagler, W. L. (2009) Involvement of elderly citizens as potential end users of assistive technologies in the living lab Schwechat. In *PETRA '09 Proceedings of the 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. Corfu, Greece, Jun. 09-13, 2009. New York: ACM. pp. 55:1-55:4.
- Ho, Loc et al. (2005). A prototype on RFID and sensor networks for elder healthcare: progress report. In *Proceedings of the 2005 ACM SIGCOMM workshop on Experimental approaches to wireless network design and analysis*. Philadelphia, USA, Aug. 21-26, 2005. New York: ACM. pp. 70-75.
- Iglesias, R. et al. (2009) Experiencing NFC-based touch for home healthcare. In *PETRA '09 Proceedings of the 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. Corfu, Greece, Jun. 09-13, 2009. New York: ACM. pp. 27:1-27:4.
- James, S. D. (2012). 5-Year-Old Colorado Girl Dies of Cough Medicine Overdose. *abc News*. [Online]. 17th April. Available from: <http://abcnews.go.com/Health/year-colorado-girl-dies-cough-medicine-over-dose/story?id=16151167#UVwoWZOG1CY>. [Accessed: 28th May 2013].
- Katzung, B. G., Trevor, A. J. and Masters, S. B. (2012) *Basic & Clinical Pharmacology*. 12th edition. San Francisco: McGraw Hill.
- Mchome, S., Sachdeva, S. and Bhalla, S. (2010) A brief survey: Usability in healthcare. In *Electronics and Information Engineering (ICEIE), 2010 International Conference On*. Kyoto, 1-3 Aug. 2010. Chengdu, China: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. pp. V1-463 - V1-467.
- Span, P. (2011). A Dose of Confusion. *New York Times*. [Online]. 15th April. Available from: <http://newoldage.blogs.nytimes.com/2011/06/15/a-dose-of-confusion/>. [Accessed: 28th May 2013].
- Sun, Hong et al. (2009) Promises and Challenges of Ambient Assisted Living Systems. In *Information Technology: New Generations, 2009. ITNG '09. Sixth International Conference on*. Las Vegas, 27-29 April 2009. S. 1.: IEEE Computer Society. pp. 1201 – 1207.
- White, C.C et al. (2006) Improving Healthcare Quality through Distributed Diagnosis and Home Healthcare (D/sub 2/H/sub 2/). In *Distributed Diagnosis and Home Healthcare, 2006. D2H2. 1st Transdisciplinary Conference on*. Arlington, Virginia, 2-4 April 2006. S. 1.: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. pp. 168 – 172.
- Zatout, Y. (2012) Using wireless technologies for healthcare monitoring at home: A survey. In *e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2012 IEEE 14th International Conference on*. Beijin, 10-13 Oct. 2012. S. 1.: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. pp. 383 – 386.