

PROPOSTA DE BAIXO CUSTO PARA CONTROLE DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS RESIDENCIAIS ATRAVÉS DE DISPOSITIVOS MÓVEIS

Allan de Souza¹, Felipe Volpato¹, Maurício A. Pillon¹, Ricardo F. Martins¹

¹ Departamento de Ciência da Computação – DCC
Centro de Ciências Tecnológicas – CCT
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC
Campus Universitário Prof. Avelino Marcante s/n – Bairro Bom Retiro
CEP 89223-100 – Fone (47) 4009 7852 – Joinville – SC – Brazil

{dcc6all, dcc6fvo, mpillon, rfm}@joinville.udesc.br

Abstract. *With the growth and popularization of the use of wireless technologies and embedded systems in recent years, a larger set of services have been provided to users of mobile devices. Therefore, there is a tendency not to use only the basic functions which the devices were originally designed as make and receive calls, but add other features to these devices, such as "remote control" of equipment typically found in homes such as lights, gates and electronic appliances in general. In this context, this paper describes a control system with low financial cost of traditional residential facilities, with drive and / or activities via mobile devices (cell phones).*

Resumo. *Com o crescimento e a popularização do uso das tecnologias sem fio e sistemas embarcados nos últimos anos, um conjunto maior de serviços passaram a ser fornecidos aos usuários de dispositivos móveis. Com isso, existe uma tendência em não utilizar somente as funções básicas as quais os dispositivos foram inicialmente projetados, como fazer e receber ligações, mas agregar outras funcionalidades a estes dispositivos, como por exemplo, o "controle remoto" de equipamentos tradicionalmente encontrados nas residências, tais como, lâmpadas, portões eletrônicos e eletrodomésticos em geral. Neste contexto, este trabalho descreve um sistema de controle e de baixo custo financeiro de equipamentos residenciais tradicionais, com acionamento e/ou atuação via dispositivos móveis (celulares).*

1. Ambientes Residenciais Modernos

Durante os últimos anos, tem-se acompanhado a expansão do uso de dispositivos móveis (celulares, PDA - *Personal Digital Assistants*) nas mais diversas áreas, tanto em redes locais quanto metropolitanas, fato que está influenciando o cotidiano das pessoas. Além disso, a popularização e o incremento no potencial computacional motivaram o desenvolvimento de aplicativos para estes dispositivos. Observou-se também que a estes dispositivos acrescentaram-se funções adicionais àquelas de efetuar e receber ligações. Muitos celulares atuais possuem *browsers*, controle bancário, cliente de acesso remoto, entre outros aplicativos.

Além disso, tanto o celular quanto os computadores, passaram a interagir com os eletrodomésticos dos lares dos brasileiros. O surgimento de sistemas automatizados residenciais é consequência do avanço tecnológico e da aceitação da tecnologia pelas pessoas, fazendo com que os hábitos sejam alterados. A Domótica, conhecida por tratar de sistemas automatizados para ambientes residenciais, visa melhorar o conforto e a segurança em uma casa [Endo and da Silva Gonçalves 2006], entre outros objetivos.

Entretanto, a interação entre homem-máquina ainda é especialista, normalmente proprietária, compreendendo, em sua maioria por painéis, botões, *displays* LCD (*Liquid Crystal Display*) entre outros. O uso de dispositivos móveis como integradores/controladores de sistemas domóticos ainda está sendo pouco explorado, entende-se que agregando tais dispositivos será possível, através da mobilidade, proporcionar mais conforto e/ou segurança aos moradores. A escolha de um dispositivo móvel está relacionada ao cenário e as características físicas de tecnologia disponível nestes dispositivos.

Em ambientes onde a cobertura da área envolvida é pequena, ou seja, da ordem de dezenas de metros, o uso de redes WPAN (*Wireless Personal Area Network*) é adequado. De acordo com [Kurose and Ross 2002], WPAN, ou rede pessoal sem fio, é normalmente utilizada para interligar equipamentos eletrônicos fisicamente próximos. Neste contexto, as tecnologias WPAN possuem alcance "interno ao ambiente" e as taxas de transferência de dados até 1Mbps, sendo que esta taxa é suficiente para a troca das informações associadas aos equipamentos característicos de um ambiente residencial. Acrescenta-se a isto, o fato da tecnologia de comunicação *Bluetooth*, estar presente em grande parte dos celulares atuais, escolheu-se, portanto esta tecnologia de comunicação.

Agregar funcionalidades através de serviços de um celular, parece uma tarefa simples. No entanto, alterar o comportamento dos usuários ou refazer o projeto de uma casa demanda tempo e dinheiro. Acredita-se que a aplicação da domótica seja inevitável no futuro, no entanto, a sua implantação deve ser gradativa. Definiu-se este período de implantação como "cenário de transição". Este cenário já vem sendo trabalhado há algum tempo, como relatados nas propostas de [Alheraish 2004] [Gaspar et al. 2004], [Borello et al. 2006], [Velleman 2009], [Siemens 2009].

A tecnologia permite a implantação da domótica, mas os usuários estão prontos para utilizá-la? [Flores 2005] demonstra que os usuários que possuem sistemas domóticos implementados em suas residências estão satisfeitos com seu investimento.

É neste cenário de transição que este trabalho se enquadra, onde faz-se necessário a adaptação de equipamentos tradicionais ao sistema domótico estendendo as suas funcionalidades. Pretende-se, portanto, possibilitar o reaproveitamento de equipamentos tradicionais agregando serviços a dispositivos móveis que permitam o acionamento e/ou atuação destes, utilizando um hardware desenvolvido para interagir com estes equipamentos, o qual faz uso de um microcontrolador para gerenciar os equipamentos e possibilitar a comunicação com os dispositivos móveis.

Este artigo está organizado em quatro seções: Ambientes Residenciais Modernos que apresenta as motivações e os trabalhos correlatos; Sistema de Controle de Equipamentos que descreve a proposta do sistema; Implementação e Resultados que apresenta as escolhas para implementação do protótipo e define os testes de validação; E finalmente, as Considerações Finais.

2. Sistema de controle de equipamentos

Em ambientes residenciais modernos, ditas construções verdes, se privilegia principalmente o uso da tecnologia em favorecimento do controle do consumo de água e de energia. Ter uma residência verde, ecologicamente correta, exige a elaboração de um novo projeto, custo alto e mudança de hábitos. O sistema e controle de equipamentos apresentado neste trabalho define uma arquitetura modular que permite o incremento gradativo de serviços de auxílio ao controle de equipamentos tradicionais. Assim, espera-se apoiar a transição das residências tradicionais às residências verdes.

Esta arquitetura modular permite a integração de equipamentos eletrônicos antes isolados, tais como, TV, rádio, lâmpadas, ventiladores a um dispositivo móvel, o celular, possibilitando o gerenciamento remoto destes equipamentos. Os módulos da arquitetura, como apresenta a figura 1, são:

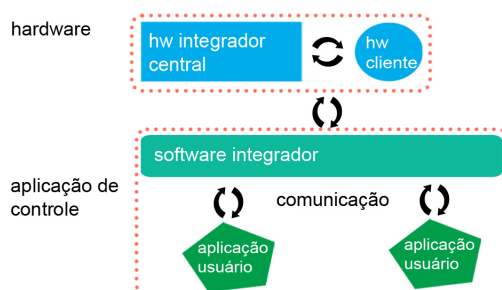


Figura 1. Módulos do Sistema de Adaptação.

Hardware (HW) Cliente: Este módulo é responsável pela integração de equipamentos tradicionais (ex. lâmpadas, ventiladores, etc.) ao sistema. Seu princípio baseia-se na permissão/interrupção da corrente elétrica que alimenta estes equipamentos. Desta forma, os equipamentos deixam de estar conectados diretamente a fonte de energia e passam a ser controlados (liga/desliga) pelo **HW** cliente. Além disso, este módulo é responsável por estabelecer a conexão com o **HW** integrador central.

Hardware (HW) Integrador Central: Gerenciador central dos **HW** clientes. É considerado o "coração do sistema", tendo como principal funcionalidade o acionamento elétrico dos **HW** clientes quando solicitado pela aplicação de controle. Portanto, permite o acionamento de equipamentos a distância integrando-os ao sistema, e conseqüentemente, a aplicação controle.

Aplicação Controle: Módulo de Software (SW), que tem como função de relacionar o usuário com os módulos de hardware. É composto por três (3) componentes: **integrador** - que possui a localização e identificação dos equipamentos bem como a qual **HW** integrador central que eles pertencem; **comunicação** - que estabelece o protocolo de comunicação entre o integrador e a aplicação, independente do mecanismo físico de comunicação; **aplicação usuário** - que disponibiliza através de uma aplicação o acionamento/alteração dos equipamentos com interação direta com o usuário. Tem-se ainda a visualização e o gerenciamento dos equipamentos de controle/monitoração do sistema doméstico. A comunicação entre os módulos do sistema é fator essencial para o sucesso desta proposta. No que trata da comunicação entre o software integrador e a aplicação usuário o meio de transmissão deve ser sem fio.

Dentro os padrões de redes sem fio existentes, o mais adequado é o WPAN. Destaca-se algumas características deste grupo interessantes ao contexto deste trabalho: o baixo custo financeiro - pois utiliza faixas de frequência de rádio não licenciadas - , a segurança - permitindo troca de mensagens criptografadas - , e o baixo consumo de energia - possibilita a integração com sistemas embarcados - . Aliado a isto, a tecnologia *Bluetooth* é um padrão aceito pela indústria e consumidores em geral, fato que define esta tecnologia como sendo ideal para um contexto de sistemas domóticos de baixo custo.

3. Implementação e Resultados

Uma vez estabelecidos os módulos teóricos e suas funcionalidades, definiu-se os componentes para implementação de um protótipo do sistema para validação e testes. Os componentes adquiridos(utilizados) foram: Placa com relê, Protoboard com Microcontrolador PIC18f4455 [Microchip 2003], Computador Positivo Mobile z76, Dongle USB *Bluetooth* e Celular modelo nokia 5310. Cabe ressaltar que tanto o Hardware Cliente quanto o Hardware Integrador Central foram projetados e montados pelos autores.

Aplicou-se duas categorias distintas de testes: (1) **testes de funcionamento** cujo objetivo é avaliar o comportamento da ação de ativar/desativar dos equipamentos incorporados ao sistema através do hardware projetado; (2) **testes de robustez** que permitam comprovar a continuidade do serviço oferecido pelo equipamento, também incorporados ao sistema através hardware proposto, durante um determinado tempo após ativados. Os equipamentos utilizados foram: **Lâmpada 220V/15W**, **Lâmpada 220V/150W** e **Repelente SBP Elétrico**.

Os **testes de funcionamento** seguiram a seguinte metodologia: ativou-se e, após um curto período de tempo, desativou-se o conjunto de equipamentos citados acima por N vezes. Definiu-se que a amostragem para este experimento seria de $N = 50$, tendo como justificativas as características do cenário de teste. São elas: (1) dimensões do ambiente de teste: 3m x 3m; (2) posição do hardware integrador central: localizado em uma das extremidades do ambiente; (3) posição do dispositivo móvel de controle (celular): extremidade oposta ao hardware integrador central; (4) uso de equipamentos com potência/carga diferentes. Os resultados deste primeiro teste demonstram que os equipamentos não sofreram alterações no seu comportamento devido a inclusão do hardware integrador. O intervalo médio de ativação / desativação foi de 4,4 segundo. A luminosidade das lâmpadas permaneceu a mesma (análise visual sem equipamento preciso de medição) e o repelente ativou o LED indicando que estava em funcionamento.

A segunda categoria de testes, **os testes de robustez**, focou-se na avaliação de comportamento dos equipamentos após ativados durante um determinado período de tempo. Definiu-se, aleatoriamente, o tempo de 45 minutos para ativado e de 25 minutos para desativado. Os resultados obtidos mostraram que o comportamento dos equipamentos permaneceram inalterados de acordo com as expectativas comprovando o sucesso do protótipo para esta categoria.

As avaliações preliminares descritas nesta seção demonstram que o protótipo desenvolvido permite que equipamentos tradicionais, inicialmente isolados, sejam agregados a uma sistema central de controle integrado. Desta forma, estes equipamentos podem ser controlados automaticamente por sistemas domóticos ou manualmente a distância por um celular.

4. Considerações Finais

No mundo de hoje a tecnologia está onipresente no dia-a-dia das pessoas, equipamentos modernos tomam decisões e comunicam-se entre si. No entanto, a substituição de equipamentos tradicionais ainda em funcionamento é onerosa. O sistema de adaptação proposto apresenta uma solução para incorporação de equipamentos tradicionais a casa do futuro.

Este sistema permite que equipamentos tradicionais, alimentados pela rede elétrica, possam ser integrados a sistemas de controle residencial ou ser acionados a distância por celular. O principal requisito para a integração do equipamento é que o mesmo mantenha seus dados (configuração) na ausência de energia. Sistemas domóticos complexos estão sendo implementados a cada dia, no entanto, o custo dos projetos ainda são elevados sendo este um fator limitante ao acesso as grandes massas. A integração de equipamentos tradicionais, objeto de estudo e proposta deste trabalho, permite o acesso a população menos favorecida a estes recursos (facilidades).

A proposta deste sistema baseia-se em uma arquitetura dividida em módulos, parte instalados junto ao equipamento a ser incorporado, parte nos sistemas de controle (computador e celular). A tecnologia de comunicação sem fio escolhida entre o computador central e o celular foi *bluetooth*, principalmente, pelo fato desta tecnologia estar presente em grande parte dos celulares. Os autores ainda desenvolveram (projetaram e montaram) um protótipo do sistema de adaptação, tanto no que se refere ao hardware quanto ao software. A validação preliminar do protótipo baseou-se em duas categorias de testes: funcionamento e robustez. Em ambas os resultados obtidos foram os resultados esperados. Os equipamentos mantiveram seus comportamentos habituais, puderam ser acionados a distância e permaneceram ativos por um período de tempo sem falhas.

Este trabalho deixa alguns pontos em aberto que deverão ser melhorados a médio prazo. São eles: elaboração de testes que comprovem a adequação da tecnologia *bluetooth* ao contexto; utilização de outros equipamentos que tenham um consumo de energia maior do que os testados; entre outros.

Referências

- Alheraish, A. (2004). Design and implementation of home automation system. *Consumer Electronics, IEEE Transactions on*, 50(4):1087–1092.
- Borello, F., Bonino, D., and Corno, F. (2006). Accessing ambient intelligence through devices with low computational and communication power. *First International Conference on Ambient Intelligence Developments*.
- Endo, P. T. and da Silva Gonçalves, P. A. (2006). Tecnologias de comunicação para redes domiciliares. Technical report.
- Flores, A. M. L. Q. (2005). A criação de valor no binômio: "casa inteligente"/ consumidor. *9th Spanish-Portuguese Congress on Electrical Engineering*.
- Gaspar, T., Rodrigues, H., Oedra, S., Costa, M., Metrolho, J., Bardill, A., and Prior, S. (2004). Handheld devices as actors in domotic monitoring system. pages 547–551.
- Kurose, J. F. and Ross, K. W. (2002). *Computer Networking*. 3a / 4a edition.
- Microchip (2003). Pic18f4455 data sheet. Technical report.
- Siemens (2009). Siemens industry automation & drive technologies.
- Velleman (2009). Velleman components n.v.