

AmbLEDs para Ambientes de Moradia Assistidos em Cidades Inteligentes

Marcio Cunha, Hugo Fuks

Departamento de Informática

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

Rio de Janeiro, Brasil

{mcunha, hugo}@inf.puc-rio.br

ABSTRACT

Smart cities are powered by the ability to self-monitor and respond to signals and data feeds from heterogeneous physical sensors. As part of this network of physical sensors are the Ambient Assisted Living (AAL) applications to allow elderly, sick and disabled people to stay safely at home while assisted by their family and medical staff. By hiding technology into light fixtures, in this paper we propose AmbLEDs, an ambient sensing system, as an alternative to spreading sensors that are perceived as invasive, such as cameras, microphones, microcontrollers, tags or wearables, in order to create a ubiquitous collaborative system for recognizing, informing and alerting home environmental changes and human activities to support a sustainable proactive care.

RESUMO

Cidades inteligentes são capazes de se auto-monitorar e responder a sinais e dados de sensores físicos heterogêneos. Aplicações de Ambientes de Moradia Assistidos são parte desta rede de sensores para possibilitar que idosos, doentes, convalescentes e deficientes físicos fiquem em segurança em suas casas, enquanto assistido por sua família e equipe médica. Ao embutir sensores em luminárias, neste artigo propomos AmbLEDs, um sistema de monitoramento, como uma alternativa para sensores que são percebidos como invasivo, como câmeras, microfones, microcontroladores, tags ou wearables, a fim de criar um sistema de colaboração para reconhecer, informar e alertar mudanças nas rotinas e atividades humanas para apoiar um atendimento proativo sustentável.

Keywords

Smart Cities; Ambient Assisted Living; Smart Light; Internet of Things; Collaborative Systems; Collective Intelligence.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. IHC'14, Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. October 27-31, 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brazil. Copyright 2014 SBC. ISSN 2316-5138 (pendrive). ISBN 978-85-7669-291-1 (online).

Palavras Chave

Cidades Inteligentes; Ambientes de Moradia Assistidos; Luz Inteligente; Internet das Coisas; Sistemas Colaborativos; Inteligência Coletiva.

INTRODUÇÃO

Impulsionada pelo envelhecimento da população, aumento dos custos de assistência médica, carência de profissionais e instituições de apoio da maioria dos países industrializados, há uma crescente demanda para proporcionar uma melhor prestação de serviços de saúde e assistência social para idosos, doentes, convalescentes e deficientes físicos. Ambientes de Moradia Assistidos (*Ambient Assisted Living* - AAL) são uma nova tecnologia para acompanhar e prestar suporte a idosos, doentes, convalescentes e deficientes físicos em suas próprias residências, tendo o apoio remoto e colaborativo de seus médicos, familiares, vizinhos e cuidadores. Os benefícios desta abordagem são: a redução de custos de assistência médica, distribuição de tarefas, responsabilidades e promoção de comportamento e consumo consciente e sustentável de serviços e ambientes médicos.

Diversos artigos [1, 2, 3] mostraram que profissionais da saúde acreditam que uma das melhores formas de detectar condições médicas emergentes antes que se tornem críticas é procurar mudanças nas atividades diárias da vida (*Activities of Daily Living* - ADLs). Estas atividades rotineiras incluem comer, entrar e sair de casa, entrar e sair da cama, usar o banheiro, tomar banho, vestir-se, usar o telefone, fazer compras, preparar refeições, limpar a casa, lavar a roupa e ministrar propriamente os medicamentos. Para acompanhar as ADLs é necessária uma infraestrutura distribuída composta por sensores, atuadores, microcontroladores, redes de comunicação, instalados em diversos pontos, assim como objetos inteligentes nas moradias dos pacientes.

Uma série de abordagens para reconhecer ADLs em AAL já foram consideradas em diversos artigos [4, 5, 6]. Uma delas é a instalação de uma grande infraestrutura de sensores, tais como sistemas de câmeras e microfones, sensores de presença embutidos em paredes e tetos, sensores em tubulações de água ou sensores de deformação sob tábuas. Embora esta abordagem possibilite o acesso a uma grande variedade de informações sobre a casa e o modo de vida de seu habitante, o custo de instalação e

manutenção do sensoriamento necessário é normalmente muito alto. Outra abordagem é a utilização de vários sensores de baixo custo, que barateiam a implementação e facilitam a instalação por toda a casa [3, 7, 8]. A desvantagem desta abordagem é que estes sensores são aparentes aos habitantes da casa e é necessário fazer manutenções periódicas, como troca de bateria ou correções em suas posições (e.g., sensores fixados nas portas dos armários de remédio, cozinha, geladeira, paredes, portas, etc.). Segundo Fogarty et al. [9], os idosos rejeitam tais sensores, pois interferem no visual de suas casas ou criam sentimentos de embaraço ou perda de privacidade relacionada a uma necessidade de assistência. Uma terceira abordagem é usar dispositivos wearables [10], mas os idosos, doentes ou convalescentes podem optar por não usar tal dispositivo em algumas situações, esquecer-se de usar diariamente ou ser impossibilitados por seu estado de saúde ou deficiência.

Este artigo propõe uma nova abordagem para detectar as ADLs em AAL baseada em sensores embutidos em luminárias com lâmpadas LEDs embarcadas com código e processamento suficiente para torná-las autônomas e conectadas a um ambiente colaborativo (AmbLEDs). Uma das principais vantagens de usar lâmpadas LEDs embarcadas com sensores é que lâmpadas são ubíquas, estão instaladas em todos os cômodos de uma residência, estão conectadas a cabos de energia, são fáceis e baratas de serem instaladas, interferem positivamente na estética dos ambientes, diminuem o consumo de energia e estão presentes no cotidiano há mais de 135 anos. Sensores que funcionam em conjunto com lâmpadas LEDs são discretos, invisíveis e são capazes de conter diversas funcionalidades necessárias para observar ADLs em diversas aplicações nas cidades inteligentes e ajudar no consumo responsável e consciente de energia.

COMPUTAÇÃO AUTÔNOMICA E IOT

Os objetivos das AmbLEDs em AAL são conseguir benefícios para o indivíduo (aumentando sua segurança, independência e bem-estar), economia (maior eficácia de recursos limitados e sustentáveis) e consequentemente melhorar as condições de vida da sociedade [11]. A proposta de novas tecnologias nas cidades inteligentes é aproveitar a coleta seletiva de informação baseada em tecnologias nascentes na IoT para prover conectividade e dados para ambientes colaborativos, a fim de tornar possível a tomada automática de decisões e disponibilizar informações a qualquer momento e em qualquer lugar para os cuidadores e equipes médicas. Isso possibilita aos idosos, doentes, convalescentes e deficientes físicos viverem de forma independente por mais tempo, reduzindo a necessidade de cuidados de longo prazo em hospitais.

O acesso a estes dados exigem propriedades diferentes dependendo da sua natureza ou até mesmo do papel do ator que está acessando. Por isso, AAL é considerado como um conjunto de ambientes: médico, familiar, etc., cada qual

contendo ambientes com características exclusivas e com diferentes necessidades (emergência, segurança, monitoramento, etc.). Estas características tornam necessário construir AmbLEDs como aplicações autônomas [12], com autoconfiguração, autogerenciamento, auto-organização, auto-cura, e autoproteção, para serem flexíveis e adaptáveis às necessidades de diversos ambientes e usuários com conhecimentos técnicos diferentes [13].

Cada elemento na computação autônoma tem que incluir sensores e atuadores. Os sensores são usados para monitorar o comportamento do sistema, enquanto os atuadores são usados para viabilizar quaisquer ações que venham a ser necessárias [13]. O processo começa com a coleta de dados pelos sensores, em seguida, os dados são analisados e decisões são tomadas sobre uma eventual ação. Caso necessária, esta é executada, ao mesmo tempo em que seus efeitos são monitorados, criando assim uma malha de controle através de um feedback loop autônomo. A computação autônoma também prevê uma base de conhecimento de referência que contém os estados de espera do sistema, sintomas, referências, regras e modelos que devem ser usados como meio de comparação com o comportamento observado do sistema. No caso das AmbLEDs esta base é construída e aprimorada colaborativamente entre médicos, familiares e cuidadores, para descrever variações e circunstâncias únicas de cada ambiente ou estado do paciente para construir a inteligência coletiva de várias situações observadas através da classificação manual de atividades e rotina [14].

LÂMPADAS INTELIGENTES E VIRTUAIS

Lâmpadas inteligentes compreende uma área heterogênea e multidisciplinar no âmbito da gestão de iluminação, com o objetivo de integrar um vasto conjunto de sensores e controles. Em conjunto com tecnologias de informação e comunicação, visa alcançar uma maior eficiência e um menor impacto negativo derivado do uso da energia elétrica, em conjunto com estudo de melhor usabilidade nas interfaces inteligentes de gerenciamento e configuração no ambiente.

Lâmpadas inteligentes, são na sua maioria, compostas por LEDs que não dependem do paradigma lâmpada/soquete, são menores, resistentes e são capazes de emitir diversos espectros de luz para se adaptar às necessidades das pessoas e ambientes iluminados, afetando diretamente a saúde, humor e produtividade [15]. LEDs também são usados para emitir comunicações ópticas e comunicações de dados (LiFi) tornando-se uma nova opção de comunicação sem fio escalável e segura [16]. Uma vez que lâmpadas LEDs não dependem mais do paradigma lâmpada/soquete, são montadas ou fixadas em qualquer lugar, e por não dependerem de fios e instalações, o interruptor torna-se virtual.

LEDS E SENSORES

Lâmpadas LEDs com sensores já estão disponíveis no mercado. A Philips instalou em cada uma das 6.500 luminárias na sede da Deloitte em Amsterdam lâmpadas LEDs com endereço IP e cinco sensores, todas elas ligadas e alimentadas por cabos Ethernet (PoE - Power over Ethernet). Os sensores embutidos na lâmpada são: sensor de luminosidade para controlar a intensidade dos LEDs durante o dia e a noite, um detector de movimento, que abrange a área diretamente abaixo de cada lâmpada e a desliga quando for o caso, temperatura e umidade para fornecer dados para o sistema de ar-condicionado, ventilação e aquecimento e sensor de dióxido de carbono para alarme de incêndio. Assim como no caso da Philips com a Deloitte, lâmpadas com sensores de umidade, temperatura, infravermelho, ruído, e gás (monóxido de carbono, butano e propano) possibilitam à AmbLEDs capturar dados úteis para garantir a segurança e bem estar de idosos, doentes, convalescentes e deficientes físicos. Sensores de temperatura em todas as luminárias possibilitam montar um mapa termal de toda a residência, dando liberdade para os cuidadores controlarem remotamente a temperatura ideal para o estado de saúde do habitante da residência, assim como detectar possíveis problemas de aquecimento ou resfriamento.

Novos sensores de infravermelho detectam a ocupação nos ambientes através do calor do corpo. Este tipo de sensor é adequado para AAL, pois além de capturar a presença dos habitantes, possibilita a contagem de pessoas, posição do indivíduo no ambiente (e.g., deitado na cama, sentado na cadeira). Tais dados possibilitam calcular quanto tempo uma pessoa, e não seu cachorro, está parada em um determinado local, disparando alertas para a rede de colaboração de cuidadores do indivíduo caso o intervalo de tempo parado ou sua temperatura esteja fora da curva. Sensores de ruído e movimento também possibilitam disparar comandos para as lâmpadas, como por exemplo: ao detectar choro, LEDs embaixo do berço de um neném acendem; ao se levantar da cama no meio da madrugada as luzes de baixo da cama iluminam o caminho; ou ao detectar o barulho de um telefone, as luzes do cômodo ou da casa podem piscar (avisando deficientes auditivos). Os sensores de gases são usados como alarme de incêndio, controle do uso de cigarro ou outro tipo de fumo para pacientes com restrições e no controle de vazamentos de gás. Pacientes com Alzheimer costumam esquecer fornos ou fogões acesos [3].

LÂMPADAS COMO MEIO DE INFORMAÇÃO

A virtualização e sensores embarcados em lâmpadas possibilitam um output pervasivo através da luz como fonte de informação e ambientação, e não somente como iluminação. As luzes em um ambiente podem ondular ou piscar em série, quando for necessário transmitir uma ideia de deslocamento para algum lugar, como por exemplo, encaminhar um indivíduo para cozinha para lembrá-lo de beber água ou para a saída do apartamento para a hora do

exercício. Se houver música no ambiente, um pequeno subconjunto de luzes pode pulsar com a batida do som. Na hora de dormir e acordar as lâmpadas podem induzir ao sono ou ajudar a despertar com uma série de variação de cores e intensidades (cromoterapia).

Variações de cores também podem ser usadas como meio de comunicação entre as próprias lâmpadas. No meio de uma emergência, se a comunicação wireless for interrompida, lâmpadas com sensores de gás podem piscar em vermelho, passando o comando para outras lâmpadas que não possuem tais sensores para também piscarem vermelho, e assim como um exame, a informação é passada adiante até todas estarem piscando da mesma cor para avisar sobre uma emergência aos habitantes do ambiente.

COLABORAÇÃO EM AAL

Segundo Chen et al. [17] deve-se considerar o impacto dos cuidadores como parte integrante de sistemas de AAL. Ao estudar ADLs, não só devemos abordar as necessidades físicas, sociais e emocionais dos pacientes, mas também as de seus cuidadores. Considerar as necessidades dos cuidadores é especialmente importante, já que a sobrecarga de cuidados pode impactar negativamente sua saúde e bem-estar, levando à ansiedade, estresse ou até mesmo a morte [17]. Este mesmo raciocínio se estende à família, médicos, serviço social, etc., isto é, o ambiente colaborativo não é somente para a inclusão digital do paciente e suporte as suas necessidades, mas também para a rede que o cerca.

Esta pesquisa propõe a construção de um ambiente colaborativo para, além de proporcionar um meio de comunicação, coordenação e cooperação, também prover dados e informações para alimentar as bases de dados de sintomas e classificação das atividades diárias dos pacientes na camada autônoma. O sistema autônomo, em conjunto com os dados capturados pelos sensores proporcionados pela IoT apoia diversas atividades no ambiente colaborativo, como por exemplo, alertas automáticos (com diversos níveis de risco) promovendo a comunicação, distribuição de tarefas e coordenação da execução das mesmas, dividindo assim, a sobrecarga dos indivíduos envolvidos no processo.

O ambiente colaborativo deve servir de repositório em tempo real dos dados capturados para serem acessados remotamente pelos cuidadores e mantê-los informados. O sistema também possibilita a troca de experiência, entre a comunidade, promovendo apoio psicológico entre indivíduos que estão passando a mesma dificuldade, comparação de tratamentos, sintomas e experiências. Esta troca registra a inteligência coletiva do grupo para alimentar a base de dados do sistema autônomo e possibilitar o treinamento e ajustes dos algoritmos de análise e decisão com base nas experiências e atividades de centenas ou milhares de AALs diminuindo a chance de overtraining dos algoritmos que são treinados com as características e particularidades de apenas poucos ambientes e pacientes.

Outra meta é investigar como as informações capturadas pelas AmbLEDs podem ser trabalhadas no ambiente colaborativo para proporcionar aos idosos, doentes e convalescentes, a estar em contato com suas famílias, parentes, e vizinhos e atender algumas de suas necessidades básicas respeitando que sua privacidade não é ultrapassada por membros da família, serviços sociais ou equipes médicas. O ambiente colaborativo deve proporcionar uma autoajuda e um apoio externo mais formal, já que o sistema também pode informar aos pacientes onde estão seus cuidadores e familiares. O ambiente também deve proporcionar uma integração com a vizinhança e comunidade local para fomentar a integração digital e social dos idosos, doentes e convalescentes.

CONCLUSÃO

AmbLEDs são uma proposta de solução sustentável para problemas esperados como resultado do aumento previsto do envelhecimento da população. É crucial detectar o bem estar de todos envolvidos no processo, mas principalmente se as necessidades dos idosos, doentes e convalescentes estão sendo atendidas com o mínimo impacto em seu ambiente. Este trabalho visa discutir e promover os desafios para IHC, tanto no âmbito ético e tecnológico, como em novos designs de interação humano-ambiente, pois o próprio ambiente se torna o computador e a interface.

O grande desafio em IHC considerado é, além de avaliar o impacto desta nova tecnologia na vida de todos os atores envolvidos, é possibilitar a interação com outras áreas como arquitetura, designers de interiores, engenharia civil, elétrica e equipes médicas para propor novos modelos e ciclos de designer e interação, para interfaces ubíquas em ambientes inteligentes, levando em conta custos, sustentabilidade, comportamento e consumo sustentável de suprimentos e atendimentos médico nas próprias residências em cidades inteligentes e integradas.

REFERENCIAS

1. Lawton, M.P., E.M. Brody. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist* 1989, 9:179-186.
2. Rogers, W.A., Meyer, B., Walker N., Fisk, A.D. Functional limitations to daily living tasks in the aged: a focus groups analysis. *Human Factors* 1998, 40:111-125.
3. Tapia, E.M., Intille, S.S., Larson, K. Activity Recognition in the Home Using Simple and Ubiquitous Sensors. In Proc. of Pervasive 2004, PP. 3001:158-174.
4. Abowd, G. and Mynatt, E.D. Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction – TOCHI* 2000: 29-58.
5. Chen, J., Kam, A.H., Zhang, J., Liu, N. and Shue, L. Bathroom Activity Monitoring Based on Sound. Proc. of the International Conference on Pervasive Computing - Pervasive 2005: 47-61.
6. Rowan, J. and Mynatt, E.D. Digital Family Portrait Field Trial: Support for Aging in Place. Proc. of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI 2005: 521-530.
7. Beckmann, C., Consolvo, S., LaMarca, A. Some Assembly Required: Supporting End-User Sensor Installation in Domestic Ubiquitous Computing Environments. Proc. of the International Conference on Ubiquitous Computing - UbiComp 2004: 107-124.
8. Wilson, D.H. and Atkeson, C.G. Simultaneous Tracking and Activity Recognition (STAR) Using Many Anonymous, Binary Sensors. Proc. of the International Conference on Pervasive Computing - Pervasive 2005: 62-79.
9. Fogarty, J., Au, C., Hudson, S.E. Sensing from the Basement: A feasibility Study of Unobtrusive and Low-Cost Home Activity Recognition. In: Proc. Of UIST 2006: 91-100.
10. Ugulino, W.; Cardador, D.; Vega, K.; Velloso, E.; Milidiú, R.; Fuks, H. Wearable Computing: Accelerometers' Data Classification of Body Postures and Movements. Proc. of 21st Brazilian Symposium on Artificial Intelligence. *Advances in Artificial Intelligence - SBIA* 2012: 52-61.
11. Georgieff, P. Ambient Assisted Living. *Marktpotenziale IT- unterstützter Pflege für ein selbstbestimmtes Altern. s.1.: Fazit- Schriftenreihe Marktanalyse / Band 17*, 2008.
12. Kephart, J.O., Chess, D.M. The vision of autonomic computing. *IEEE Computer* 2003: 41-50.
13. Horn, P. Autonomic computing: IBM perspective on the state of information technology. IBM T.J. Watson Labs, NY, 15th October 2001. Presented at AGENDA 2001.
14. Oliveira, A.I. ; Ferrada, F. ; Camarinha-Matos, L.M. An approach for the management of an AAL ecosystem. *Healthcom, 2013 IEEE 15th International Conference on Digital Object Identifier: 601 – 605*
15. Karlicek, R.F. Smart lighting - Beyond simple illumination. *Photonics Society Summer Topical Meeting Series, 2012 IEEE: 147 – 148*
16. Deicke, F.; Fisher, W.; Faulwasser, M. Optical wireless communication to eco-system. *Future Network & Mobile Summit – FutureNetw* 2012:1 – 8
17. Chen, Y, Ngo, V., Park, S. Y. Caring for Caregivers: Designing for Integrality. *Information and Communication in Medical Contexts* February 2013: 23-27.