



International Conference on Co-Creation Processes in Higher Education  
Conferência Internacional em Processos de Co-Criação no Ensino Superior

## **Espaços Inteligentes: Conhecedores de utilizadores, preferências, comportamentos e hábitos numa abordagem não invasiva**

(✉) P. Filipe Oliveira<sup>1</sup>, P. Novais<sup>2</sup>, P. Matos<sup>3</sup>, P. Matos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudante, Doutoramento em Informática, Universidade do Minho, Portugal.

[poliveira@ipb.pt](mailto:poliveira@ipb.pt)

<sup>2</sup>Professor, Universidade do Minho, Portugal.

[pjon@di.uminho.pt](mailto:pjon@di.uminho.pt)

<sup>3</sup>Professor, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal.

[pmatos@ipb.pt](mailto:pmatos@ipb.pt)

<sup>4</sup>CEO, Techwelf, Portugal.

[marina@techwelf.com](mailto:marina@techwelf.com)

### **Resumo**

Este projeto de doutoramento está integrado nas atividades de investigação aplicada e desenvolvimento tecnológico da Techwelf, Lda, empresa dedicada à conceção de soluções de *Intelligent Environment*. Como salientado em [6] existem novas perspectivas de pesquisa na área de ambientes inteligentes que devem ser exploradas. Nomeadamente os conceitos de casas inteligentes e domótica [7], atualmente em crescente expansão tanto do ponto de vista de investigação científica, como a nível de procura do mercado de melhores soluções neste campo.

Pretende-se tirar partido das tecnologias emergentes que suportam os denominados dispositivos *wearables* [12, 13], e da particularidade não invasiva destes, para de forma autónoma adaptar o ambiente aos parâmetros de conforto de cada utilizador (térmico, acústico, qualidade do ar, luminosidade, exposição solar e outros). Isto promoverá as condições de conforto à medida de cada indivíduo, potenciando soluções inovadoras e novos paradigmas no âmbito dos *Intelligent Environments* [8, 11]. Para consolidar e sustentar o projeto proposto, foram analisados diversos artigos científicos para validar a originalidade e inovação do projeto. Pelo que se constata, atualmente a recolha de dados para análise de comportamentos em ambientes inteligentes é efetuada sobretudo recorrendo à instalação de diversos sensores dispersos pelo ambiente [1, 3]. Como se concluiu em [2], o sistema perfeito de aprendizagem para ambientes inteligentes ainda não foi encontrado, e qualquer contributo nesta área coloca-nos um passo mais próximo da verdadeira realidade de ambientes inteligentes. É ainda referida a necessidade e o desafio de estabelecer um novo paradigma eficaz para *ambient intelligence*, onde o foco passe a ser o utilizador e a capacidade de gerir a complexidade e riqueza da vida humana diária [2, 11]. Um problema recorrente neste campo é a gestão de conflitos de interesses [5, 9], entre diversos utilizadores para um mesmo espaço, que nesta proposta de solução pretende ser ultrapassado recorrendo a sistemas de multiagentes, assim como à recolha em tempo real de informação do utilizador (temperatura corporal, pulsação) [4].

Após a análise do estado da arte, podemos salientar o carácter de inovação científica e contributo que este projeto poderá trazer a esta área. Pois propõe-se neste projeto a conceção e desenvolvimento de soluções com vista a estabelecer um novo paradigma. Poder-se-á, recorrendo às tecnologias e dispositivos *wearables* emergentes no mercado (*smartwatches*, *smartphones*, *fitness trackers*) [5], focalizar-se o processo de recolha de dados no utilizador sempre tendo em conta que será um processo não invasivo. Isto alavancará/enriquecerá de forma substancial o processo de tomada de decisão e ultrapassará os limites físicos até aqui impostos pela necessidade dos sensores serem colocados estaticamente no espaço.

Pode referir-se esta proposta como tendo um carácter de relevante inovação, tanto a nível científico, como industrial. Anteriormente a esta proposta, a empresa efetuou diversos estudos de mercado, tendo-se concluído que a nível nacional não existe qualquer produto nesta área que possua qualquer tipo de

automatismo. A nível internacional, existem alguns produtos com algumas funcionalidades implementadas, mas que necessitam sempre da programação e configuração destas por parte do utilizador, e não possuem qualquer grau de inteligência artificial, que possibilite capacidades preditivas e melhorias na eficácia do produto na tomada de decisão.

Pretende-se criar uma solução que permita tirar partido das tecnologias emergentes no mercado que suportam os denominados dispositivos *wearables* (*smartwatches*, *smartphones*, *fitness trackers*) e não invasividade destes, para proceder à recolha de dados de uma forma autónoma, transparente e sem qualquer necessidade de intervenção por parte do utilizador, para com esta informação auxiliar o processo de tomada de decisão dos sistemas de conforto na sua tarefa de adaptar o ambiente aos parâmetros de conforto de cada utilizador (térmico, acústico, qualidade do ar, luminosidade, exposição solar e outros). Esta solução passará ainda por recorrer a sistemas de multiagentes inteligentes [17, 18], efetuar uma gestão completa a nível de possíveis conflitos de interesses que possam existir entre utilizadores para um mesmo espaço.

Especificamente com este projeto pretende-se atingir os seguintes objetivos:

- Caracterizar os diferentes tipos de ambiente (*Ambient Intelligence*).
- Caracterizar o conforto nas suas diferentes vertentes e dimensões.
- Definir uma arquitetura base para um sistema não invasivo que tire partido das tecnologias e dispositivos emergentes de recolha de dados *wearables* (*smartwatches*, *smartphones*, *fitness trackers*) para a finalidade prevista.
- Utilizar agentes inteligentes [19] para representar os vários intervenientes, contextos e dimensões do problema, que cooperem para alcançar a solução ótima.
- Desenvolver soluções que permitam a ubiquidade na identificação dos utilizadores e suas preferências de conforto, de forma automática e transparente, potenciando a integração entre o espaço e utilizador.
- Definir uma solução de agentes [20] que facilite a interação do utilizador com os sistemas atuais.
- Aplicar o protótipo proposto numa unidade de saúde e numa instituição de ensino superior, tirando partido das parcerias já existentes por parte da empresa albergue.
- Avaliar o protótipo utilizando problemas reais/simulados de gestão de conflitos entre diferentes preferências de conforto de utilizadores para um mesmo espaço.

## REFERÊNCIAS

- [1] Learning frequent behaviours of the users in Intelligent Environments. Asier Aztiria, Juan Carlos Augusto, Rosa Basagoiti, Alberto Izaguirre and Diane J. Cook. IEEE's Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems 43(6):1265-1278, Nov 2013. IEEE Press
- [2] Learning patterns in Ambient Intelligence environments: A Survey. Asier Aztiria, Alberto Izaguirre, Juan Carlos Augusto. Artificial Intelligence Review, Volume 34, Number 1, 35-51, June 2010.
- [3] Discovering Frequent User-Environment Interactions in Intelligent Environments. A. Aztiria, J.C. Augusto, R. Basagoiti, A. Izaguirre, D. Cook. Personal and Ubiquitous Computing, 16[1]:91-103, January 2012. Springer Verlag.
- [4] Carneiro D., Gomes M., Costa A., Novais P., Neves J., Enriching Conflict Resolution Environments with the Provision of Context Information, Expert Systems, Wiley-Blackwell, ISSN: 0266-4720 (In press). <http://dx.doi.org/10.1111/exsy.12049>.
- [5] 3Gomes M., Oliveira T., Carneiro D., Novais P., and Neves J., Studying the Effects of Stress on Negotiation Behaviour, Cybernetics and Systems, Taylor & Francis Ltd, , ISSN: 0196-9722, Volume 45 issue 3, pp 279-291, 2014 <http://dx.doi.org/10.1080/01969722.2014.894858>
- [6] Emile H. L. Aarts, Boris E. R. de Ruyter: New research perspectives on Ambient Intelligence. JAISE 1(1): 5-14 (2009)
- [7] Emile H. L. Aarts, Frits Grotenhuis: Ambient Intelligence 2.0: Towards Synergetic Prosperity. JAISE 3(1): 3-11 (2011)
- [8] Intelligent Environments: a manifesto. Juan C. Augusto, Vic Callaghan, Achilles Kameas, Diane Cook, Ichiro Satoh. Human-centric Computing and Information Sciences, 3:12, 2013. Springer. DOI: 10.1186/2192-1962-3-12.

- [9] Fernando Rivera-Illingworth, Victor Callaghan, Hani Hagraas: Detection Of Normal and Novel Behaviours In Ubiquitous Domestic Environments. *Comput. J.* 53(2): 142-151 (2010)
- [10] Diane J. Cook: Learning Setting-Generalized Activity Models for Smart Spaces. *IEEE Intelligent Systems* 27(1): 32-38 (2012)
- [11] Davy Preuveneers, Paulo Novais: A survey of software engineering best practices for the development of smart applications in Ambient Intelligence. *JAISE* 4(3): 149-162 (2012)
- [12] Fleisch, E. (2010). WHAT IS THE INTERNET OF THINGS? AN ECONOMIC PERSPECTIVE. *Economics, Management, and Financial Markets* (2/2010), 125-157.
- [13] Gama, K., Touseuau, L., & Donsez, D. (2012). Combining heterogeneous service technologies for building an Internet of Things middleware. Em K. Gama, L. Touseuau, & D. Donsez, *Computer Communications* (pp. 405-417). Elsevier B.V.
- [14] Raghavendra, C., Sivalingam, K., & Znati, T. (2007). Wireless Sensor Networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 371.
- [15] Chui, M., Löffler, M., & Roberts, R. (2010). The Internet of Things. *McKinsey Quarterly*.
- [16] Bandyopadhyay, D., & Sen, J. (2011). Internet of Things: Applications and Challenges in Technology and Standardization. Em D. Bandyopadhyay, & J. Sen, *Wireless Personal Communications* (pp. 49-69). Springer US.
- [17] Matos, Paulo; Henriques, Pedro. 2010. "Data Flow Analysis applied to optimize generic workflow problems". Porto, Portugal
- [18] Oliveira, Pedro; Matos, Paulo; BLEGen - A code generator for Bluetooth Low Energy Services, ISSN:2301-3559, DOI: 10.7763/LNSE
- [19] F. Bellifemine, F. Bergenti, G. Caire, and A. Poggi. Jade - a java agent development framework. In R. H. Bordini, M. Dastani, J. Dix, and A. El Fallah Seghrouchni, editors, *Multi-Agent Programming: Languages, Platforms and Applications*, chapter 5. Springer-Verlag,
- [20] Leitão, Paulo; Mendes, João M. 2010. " Agent-based inter-organizational workflow management system for electronic institutions".