

# Orientação de invisuais em espaços fechados combinando técnicas de multilateração, inerciais e magnéticas, usando redes 802.11 e dispositivos móveis

**Resumo**— Tarefas como a deslocação em superfícies comerciais, tendo por objectivo a aquisição de bens de consumo fazem parte da rotina diária da esmagadora maioria dos cidadãos. Estas tarefas, tidas como simples e naturais para cidadãos sem deficiências, constituem-se numa barreira muito significativa, quando não mesmo uma impossibilidade, para cidadãos invisuais. No entanto, no domínio das tecnologias de informação e comunicação, têm existido significativos progressos na criação de novos mecanismos para auxiliar pessoas com necessidades especiais. Dentro desta evolução, a massificação das redes sem fios, dispositivos móveis e sistemas de apoio por voz, constituem-se como recursos que potenciam significativos avanços para uma futura integração plena dos cidadãos com deficiência visual nas actividades quotidianas das quais, actualmente, se encontram vedados. Neste artigo é apresentada uma arquitectura que combina redes 802.11 e dispositivos móveis, que acreditamos ser capaz de possibilitar, aos cidadãos invisuais, a aquisição autónoma de bens de consumo em hipermercados.

**Palavras-chave**- *Redes sem fios; dispositivos móveis; localização; orientação; cidadãos invisuais*

## I. INTRODUÇÃO

Enquanto cidadãos temos o dever de promover uma sociedade aberta e inclusiva, que aceite e respeite a diferença e percepcione a inclusão social das pessoas com deficiência como um dos deveres de cidadania [1]. Na prossecução deste desiderato, tem sido produzida legislação governamental no sentido da referida inclusão, têm-se criado várias task forces no domínio técnico-científico vincadamente multidisciplinar, no qual a componente tecnológica se tem demonstrado um importante enabler das soluções apresentadas. Uma das áreas de trabalho tem sido a acessibilidade dos sítios Web [2, 3, 4, 5], em alguns casos concretamente para tornar possível a compra de bens de consumo em sítios Web de comércio electrónico a pessoas com deficiência visual (e.g. invisuais) [6]; esta abordagem, que claramente visando a inclusão, em nossa opinião, no que concerne à aquisição de bens de consumo em superfícies comerciais (e.g. hipermercados) não representa uma inclusão plena, uma vez que mantém a exclusão quanto à autónoma e in loco aquisição dos referidos bens por pessoas invisuais.

Estando especialmente interessados em desenvolver soluções que permitam aos cidadãos invisuais comprarem autonomamente bens de consumo em superfícies comerciais, identificamos vários constrangimentos, a ultrapassar, associados ao desiderato que pretendemos alcançar é apresentada uma arquitectura assente nos massificados

dispositivos móveis e redes 802.11, que pretende ser um contributo para uma plena inclusão de cidadãos invisuais no processo de compra de produtos de consumo em superfícies comerciais.

## II. DISCUSSÃO DO PROBLEMA E REVISÃO TECNOLÓGICA

### A. *Constrangimentos identificados aquando do processo autónomo de compra*

São vários os constrangimentos identificados no processo de compra autónoma por parte de um cidadão invisual, destacamos: a necessidade de determinar a posição do utilizador com uma adequada precisão, bem como a sua orientação, a criação de rotas compatíveis com a lista de compras do utilizador e respeitando as estruturas fixas do local, a existência de mecanismos de confirmação aquando da recolha dos produtos, apoio áudio no processo de orientação/deslocação e, apoio específico no caso de existirem problemas que obriguem a um apoio humano externo. Estes constrangimentos, à luz da evolução tecnológica e da regulamentação do mercado de venda de produtos de consumo (e.g. etiquetas em Braille), afiguram-se passíveis de serem ultrapassados.

### B. *Tecnologias potenciadoras de ultrapassarem os constrangimentos identificados*

As redes 802.11 são hoje uma tecnologia massificada nos espaços comerciais. Os dispositivos móveis encontram-se embebidos nas nossas rotinas diárias e a prova é o seu grau de penetração, concretamente em Portugal 140.6% segundo [7].

As redes 802.11 apresentam comprovado potencial para suportarem sistemas de posicionamento e são vários os projectos onde, com diferentes objectivos, foram usadas [8, 9].

Os modernos dispositivos móveis incluem hoje hardware como: placas de rede 802.11, acelerómetro e bússola aliadas a uma crescente capacidade de processamento. Ao nível dos sistemas operativos (SO) e das plataformas de desenvolvimento são várias as opções que permitem uma poderosa exploração das capacidades do hardware dos dispositivos, tais como os SO Windows mobile ou Android e as plataformas de desenvolvimento JAVA ME ou Android.

Avaliado o mais recente desenvolvimento tecnológico, acreditamos estarem reunidas as condições para o desenvolvimento de soluções para operacionalizar a deslocação de cidadãos invisuais em espaços físicos com vista à aquisição autónoma de produtos de consumo. Materializamos esta

convicção com uma arquitectura que é de seguida apresentada e caracterizada.

### III. ARQUITECTURA PROPOSTA

O trabalho efectuado na área da multilateração, usando redes 802.11, consensualmente aponta a precisão da localização como principal problema. Uma abordagem comum centra-se na determinação em tempo real da posição do dispositivo móvel em função das potências de sinal recebidas por um conjunto de nós fixos, neste caso pontos de acesso 802.11, conjugadas com mapas de potência de sinal pré determinados. Ainda que estes dois aspectos sejam pilares fundamentais no cálculo do posicionamento, os modernos dispositivos móveis disponibilizam novas potencialidades que entendemos deverem ser consideradas para a melhoria da precisão no cálculo do posicionamento quer em absoluto, quer contribuindo para alargar o âmbito de utilização destes sistemas (i.e. áreas de maior exigência ao nível da precisão).

Quanto às arquitecturas, as abordagens tipicamente seguem uma filosofia cliente/servidor, sendo da responsabilidade do dispositivo móvel (cliente) a recepção da potencial de sinal em tempo real e posterior interacção com o servidor onde será feito o cálculo do posicionamento. No entanto, a evolução das características dos dispositivos móveis tem confluído num aumento da capacidade de processamento dos mesmos, o que permite explorar abordagens centradas nos dispositivos móveis, com as vantagens ao nível da descentralização e escalabilidade que podem advir.

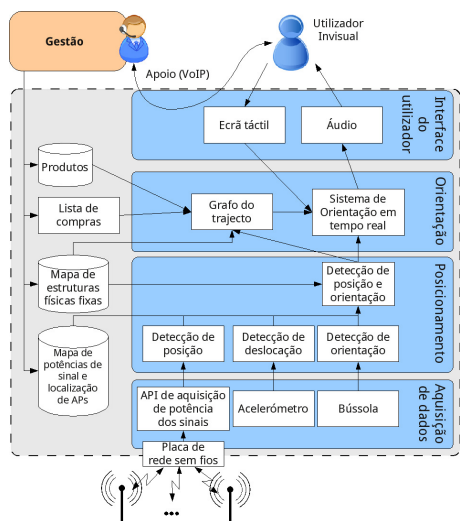


Figura 1 Arquitectura proposta

#### A. Apresentação da arquitectura e seus elementos

Para concretizar o objectivo deste trabalho é fundamental determinar com precisão a localização do utilizador invisível e orientá-lo de forma adequada. Para maximizar a qualidade dos resultados obtidos recorreremos à conjugação de várias técnicas e tipos de dados (figura 1), nomeadamente, a multilateração através da amostragem da potência dos sinais dos vários pontos de acesso 802.11 recebidos naquele instante; um mapa de valores da potência dos sinais esperados em cada ponto, previamente recolhidos e processados a partir de uma

amostragem temporalmente significativa; um mapa das localizações das estruturas fixas existentes no terreno, que aumentará a precisão da estimação do posicionamento pela diminuição da área possível de posicionamento; os valores obtidos pelo acelerómetro, que permitirão implementar um sistema de navegação inercial; os valores da bússola digital, indicando a direcção do utilizador mesmo no estado de repouso, sendo de grande utilidade para a transmissão das indicações de navegação.

O trajecto a seguir pelo utilizador será dado por um grafo construído a partir de uma lista de compras previamente indicada, da base de dados da localização dos produtos e do mapa das estruturas físicas fixas. A monitorização continua do posicionamento do utilizador permite a reconstrução do trajecto caso este não esteja a ser seguido.

A interface com o utilizador é feita através de um sistema de voz, que dará as indicações de navegação, e por um ecrã táctil, que permitirá a interacção do utilizador com o sistema (e.g. indicando quando um produto foi recolhido, pedindo apoio remoto via VoIP ou GSM ou chamando um operador).

### IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta uma proposta de sistema de navegação, actualmente em fase de implementação, que combina técnicas de multilateração, inerciais e magnéticas, usando redes 802.11 e dispositivos móveis. A motivação para o seu desenvolvimento foi o de dar um contributo para a integração de cidadãos com deficiência visual, concretamente ao facilitar a aquisição autónoma de bens de consumo em hipermercados, sendo a sua aplicabilidade facilmente estendida a muitos outros cenários.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] ACAPO, in <http://www.acapo.pt/index.php/acapo>, consultado a 4 de Fevereiro de 2010.
- [2] J. Yuquan Shi, "The accessibility of Queensland visitor information centres' websites", *Tourism Management*, vol. 27, issue 5, 2006, pp. 829-841.
- [3] Clerk Paul T. Jaeger, "Assessing Section 508 compliance on federal e-government Web sites: A multi-method, user-centered evaluation of accessibility for persons with disabilities", *Government Information Quarterly*, vol. 23, issue 2, 2006, pp. 169-190.
- [4] Max I.V. Ramakrishnan, Jalal Mahmud, Yevgen Borodin, Muhammad Asiful Islam, Faisal Ahmed, "Bridging the web accessibility divide", *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, vol. 235, Proceedings of the 4th International Workshop on Automated Specification and Verification of Web Systems (WWV 2008), 2009, pp. 107-124.
- [5] Stefan Leuthold, Javier A. Bargas-Avila, Klaus Opwis, "Beyond web content accessibility guidelines: Design of enhanced text user interfaces for blind internet users", *International Journal of Human-Computer Studies*, Volume 66, Issue 4, April 2008, Pages 257-270
- [6] E. Pontelli, T. C. Son, "Designing intelligent agents to support universal accessibility of E-commerce services", *Electronic Commerce Research and Applications*, vol. 2, issue 2, pp. 147-161.
- [7] ICP-ANACOM, Serviço Telefónico Móvel, Relatório Técnico, 2009. Autoridade Nacional de Comunicações.
- [8] Bahl P. e Padmanabhan V. N., "RADAR: An in-building RF-based user location and tracking system", *Proceedings of IEEE Infocom*, 2000, vol. II, pp. 775-784.
- [9] Serrano O., Cañas J. M., Matellán V. e Rodero L.; "Robot localization using WiFi signal without intensity map", *Workshop de Agentes Físicos WAF2004*, 2004.