

Plataforma *VGI* para Auxílio à Navegação de Deficientes Visuais

Igor G. M. Cruz¹, Cláudio E. C. Campelo¹, Cláudio de S. Baptista¹

¹Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
58.429-900 – Campina Grande – PB – Brasil

igorgomes@copin.ufcg.edu.br, campelo@dsc.ufcg.edu.br,
baptista@dsc.ufcg.edu.br

Abstract. *Visual impairment is among the most frequent existing disabilities, affecting much of the world's population. Even though visually impaired individuals have special needs for exploring the environments around them, applications for urban navigation are not available in an accessible form to this user group. This paper presents a platform based on VGI (Volunteered Geographic Information), which aims at helping visually impaired people in exploring outdoor spaces.*

Resumo. *A deficiência visual tem grande ocorrência em todo o mundo, afetando grande parte da população mundial. Embora os indivíduos afetados por este problema apresentem necessidades especiais quanto à exploração dos ambientes ao seu redor, aplicações voltadas para navegação urbana não são disponibilizadas de forma acessível para a sociedade. Este artigo apresenta uma plataforma baseada em Informação Geográfica Voluntária que visa ajudar deficientes visuais na exploração de ambientes externos.*

1. Introdução e Motivação

Mapas proporcionam uma ajuda significativa em questões de orientação, mobilidade e apoio à localização de ruas e Pontos de Interesse (do inglês, *POI - Point Of Interest*). Portanto, um grande número de indivíduos com deficiência visual precisa de informação espacial para executar tarefas cotidianas. Entretanto, usuários com esta deficiência encontram grandes obstáculos no acesso à informação espacial, visto que a interação com este tipo de informação é realizada, principalmente, por meio da visão. Uma das tarefas mais importantes e difíceis no desenvolvimento de tecnologias de geoprocessamento é a criação de uma interface que seja apropriada para as capacidades sensoriais e motoras desse grupo de indivíduos. (CSAPÓ et al., 2015; KAKLANIS et al., 2013a; KOUKOURIKOS; PAPADOPOULOS, 2015).

Este artigo apresenta uma plataforma acessível, baseada em Informação Geográfica Voluntária (do inglês, *VGI - Volunteered Geographic Information*), capaz de fornecer para deficientes visuais formas alternativas de explorar o ambiente em termos de POI e obstáculos (buracos, postes ou qualquer objeto nas superfícies de locomoção de pedestres que possa oferecer perigo).

O restante deste artigo está organizado como segue. A Seção 2 discute as pesquisas relacionadas ao tema em questão. A Seção 3 apresenta as técnicas para a

criação da solução desenvolvida. A Seção 4 apresenta os principais resultados e conclusões. Por fim, a Seção 5 discute direcionamentos futuros para este estudo.

2. Pesquisas Relacionadas

Pesquisas estão sendo desenvolvidas para analisar a viabilidade da utilização de sensores humanos para disponibilizar soluções de navegação acessíveis.

Sobre a navegação em ambientes externos, têm-se diversas pesquisas que procuram soluções acessíveis para deficientes visuais. Algumas dessas utilizam dispositivos embarcados conectados a *smartphones* para identificar locais perigosos (Liao, 2014). Uma dificuldade encontrada neste tipo de abordagem é a dependência da utilização de dispositivos embarcados que dificulta a manutenção e implantação deste tipo de solução. Outras procuram soluções para identificação de obstáculos em vias de pedestres utilizando *Crowdsourcing* e *VGI* (Zeng e Weber, 2015; Rice et al., 2013, 2014). Nestas, alguns dos problemas encontrados é a disponibilização acessível das informações para os usuários deficientes visuais.

Tratando-se de ambientes internos (*indoor*), destacam-se algumas pesquisas, como a de Jayakody et al. (2015) e Paisios (2012). Porém, algumas dependem, também, de dispositivos embarcados. Além disso, as abordagens focam somente em ambientes internos, conseqüentemente, não conseguem oferecer nenhuma informação geográfica em termos de *POI* e obstáculos em vias externas específicas para pedestres. Outro problema encontrado é que algumas destas pesquisas não oferecem a integração entre os dados dos usuários, não permitindo o compartilhamento das informações coletadas.

Na área de acessibilidade de mapas geográficos, têm-se pesquisas como as de Calle-Jiménez e Luján-Mora (2015) e Kaklanis et al. (2013a, 2013b). Ambas objetivam disponibilizar interfaces acessíveis para mapas tradicionais, que possuem apresentação da informação de forma predominantemente. Porém, como as soluções das pesquisas citadas proveem a interação com o mapa por meio do toque na tela do dispositivo móvel, implica que a solução proposta pelos autores pode causar desconforto ao serem utilizadas em dispositivos com telas pequenas (por exemplo, *smartphones*), principalmente quando utilizada por indivíduos que possuem dedos mais largos.

Visando solucionar os problemas e lacunas destacados nesta Seção, este artigo apresenta uma solução para ambientes externos, acessível. Além disso, com compartilhamento das informações coletadas pelos usuários.

3. Plataforma De Auxílio à Mobilidade De Deficientes Visuais

A solução desenvolvida nesta pesquisa consiste em uma plataforma acessível que visa oferecer a deficientes visuais formas satisfatórias de navegar e explorar ambientes abertos, detectando obstáculos e *POI*.

Para o desenvolvimento da plataforma, foi necessária a concepção de cinco entidades, como mostrado na Figura 1. O software servidor (*Backend*) tem o objetivo de armazenar e processar a localização de obstáculos reportados pelos usuários (discutido na Seção 3.1). A entidade Mapas é um Servidor de Mapas baseado no *OSM*. O Serviço de Acessibilidade utiliza o *Talkback* para provê acessibilidade. O Aplicativo Móvel

disponibiliza as informações para os usuários finais. O Servidor de *POI* é composto por 3 serviços disponibilizados pelas *API* do Foursquare, Google Places e Factual.



Figura 1. Entidades do sistema

3.1. Captura e Processamento de Obstáculos

A abordagem para identificação de obstáculos presentes em vias de pedestres utiliza a técnica de *VGI*, uma vez que esta é de baixo custo e de fácil implantação. Para tanto, o usuário, por meio do aplicativo móvel, insere o tipo de obstáculo (objeto rasteiro, buraco, dentre outros), enquanto a aplicação, automaticamente, captura a posição geográfica do dispositivo móvel. Caso o usuário não seja deficiente visual, ele pode reposicionar no mapa o obstáculo coletado. Em seguida, o usuário finaliza o processo indicando o nível de perigo do obstáculo em questão (muito baixo, baixo, neutro, etc.).

Os obstáculos coletados pelos usuários precisam ser processados, a fim de evitar duplicações de dados e reduzir os erros de posicionamento geográfico, de forma que estes dados possam ser utilizados de forma satisfatória no mecanismo de navegação (descritas na Seção 3.2). Assim, foi desenvolvida uma técnica que possui dois objetivos: (I) gerar agrupamentos dos obstáculos, coletados pelos usuários, de acordo com o tipo do obstáculo e a proximidade entre eles; (II) para cada grupo, produzir um Obstáculo Representativo (processado) que tenta se aproximar ao máximo do obstáculo real que os usuários reportaram em termos de nível de perigo e localização.

Para atender ao objetivo I, os obstáculos são agrupados por tipo e, posteriormente, cada grupo é dividido em subgrupos cujos elementos estão localizados próximos entre si. Visando alcançar o objetivo II, para cada grupo, gera-se um Obstáculo Representativo do mesmo tipo. Este será o apresentado para o usuário no aplicativo móvel. Para a geração deste obstáculo, foram elaborados métodos para estimar seu posicionamento (explicado mais a frente) e o nível de perigo, correspondente à moda dos níveis de perigo dos integrante do grupo.

Para estimar o posicionamento geográfico do Obstáculo Representativo, foram avaliadas duas técnicas para estimar a localização dos obstáculos presentes no mundo físico: (a) calcular a média das posições dos obstáculos; (b) calcular a mediana das posições dos obstáculos. Ou seja, na Técnica a; para todo obstáculo virtual que se refere ao mesmo objeto físico, cria-se um Obstáculo Representativo de mesmo tipo e latitude e longitude dada, respectivamente, pela média das latitudes e pela média das longitudes dos objetos virtuais. Na Técnica b; ocorre o mesmo processo descrito na Técnica a. Porém, utiliza-se a mediana para calcular o posicionamento geográfico. A Figura 2 representa um exemplo do resultado da aplicação das Técnicas a e b. Os indicadores em vermelho são obstáculos coletados pelos usuários e os em verde são os Obstáculos Representativos.

3.2. Navegação

A abordagem de Navegação auxilia o usuário em sua locomoção, avisando-o previamente sobre possíveis obstáculos ao seu redor e sobre *POI* que estão a sua direita, esquerda, trás, e frente. Para sua utilização, o usuário precisa apenas apontar o *smartphone* para uma direção (o giroscópio do dispositivo determina o sentido apontado) e selecionar a opção de Navegação. Esta abordagem também notifica o usuário sobre a existência de obstáculos a sua frente a partir do valor do erro da posição geográfica do usuário capturada por meio do *Global Positioning System (GPS)*, somado mais 20 metros de distância, e continua enviando mensagens sobre esse obstáculo até o usuário passar por ele ou se distanciar em mais do que a distância estabelecida. O valor de 20 metros foi estabelecido, baseado nas entrevistas com os deficientes visuais, uma vez que, notificações sobre obstáculos a partir dessa distância propiciam uma segurança adequada ao usuário.

Na Figura 3, a forma geométrica em vermelho e azul determina a área de detecção de obstáculos. O tamanho do círculo em vermelho é definido com base no erro da posição do usuário coletada por meio do *GPS*. A posição dos obstáculos dentro desse círculo é incerta, portanto, as notificações auditivas para estes informa que existem obstáculos ao redor do usuário, informando apenas a quantidade detectada de obstáculos e seus respectivos tipos. O restante da forma geométrica em azul representa o sentido da locomoção do usuário e busca detectar obstáculos que podem estar à frente com uma tolerância de 30 graus. Este valor foi estabelecido de acordo com as reuniões realizadas com os deficientes, uma vez que os usuários podem desejar descobrir os obstáculos que estão a sua frente, porém deslocados um pouco para esquerda ou direita.

Assim, todos os obstáculos que estiverem dentro da borda vermelha e azul serão detectados na navegação. Logo, o usuário será informado sobre os obstáculos 1, 2 e 3 somente. Para os *POI* as mensagens são enviadas seguindo outra metodologia. No caso, o usuário será informado no máximo sobre quatro *POI* (os que estiverem na frente, atrás, à esquerda e à direita do usuário, seguindo o mesmo princípio explicado nos parágrafos anteriores). Na Figura 3, o usuário será informado sobre o *POI*: 5 e 6.

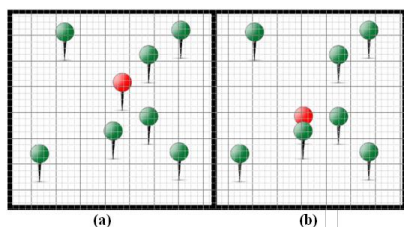


Figura 2. Técnicas para Geração de Obstáculo Representativo

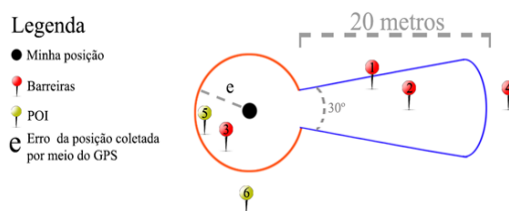


Figura 3. Detecção de obstáculos e POI na navegação

A abordagem de Navegação é um importante diferencial deste estudo, uma vez que o modo como as técnicas foram desenvolvidas não foram contempladas por nenhuma pesquisa na literatura, até onde foi visto pelos autores deste artigo.

4. Resultados e Conclusões

A fim de validar a pesquisa proposta neste artigo, foram realizados dois experimentos. O primeiro avaliou as técnicas para geração de Obstáculos Representativos e o segundo avaliou a abordagem desenvolvida para Navegação.

O primeiro experimento analisa qual das técnicas de geração de Obstáculo Representativo foi mais satisfatória. Para isto, foi utilizado o teste T visando comparar estatisticamente as médias das distâncias entre a posição dos obstáculos representativos, criados por meio das técnicas a e b, e a posição dos obstáculos reais. O resultado do teste executado apresenta um valor de $p > 0,05$. Ou seja, não há diferença estatística significativa entre a média da técnica “a” e a média da técnica “b”.

Apesar de não haver diferença entre as técnicas desenvolvidas, percebe-se que a média da variável distância (Figura 4), em ambas as técnicas, possui um valor em torno de dois metros, demonstrando que o erro de posicionamento é baixo, portanto, animador.

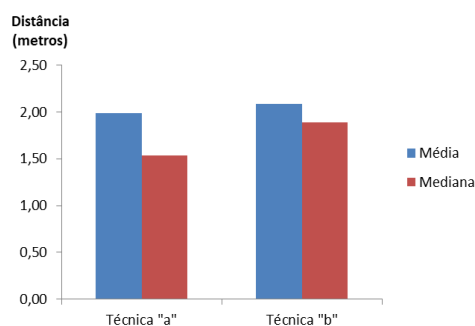


Figura 4. Comparação entre a Média e Mediana da Variável Distância nas Técnicas "a" e "b"

A fim de avaliar a abordagem de Navegação, quatro usuários deficientes visuais testaram a ferramenta em um ambiente aberto, no campus da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Ao final do experimento foram feitos vários questionamentos para os voluntários, porém, o mais fortemente usado para avaliar a ferramenta foi: “A abordagem utilizada é satisfatória a ponto de você usa-la em seu cotidiano?”. Para esta sentença, a maior parte dos voluntários respondeu Sim. Apenas um dos voluntários respondeu Não. Este apontou o gasto com a internet para usar a técnica e o medo de assaltos em ambientes abertos como fatores inviabilizadores. Portanto, percebe-se que os resultados obtidos são muito motivadores e dão indícios de que esta abordagem realmente pode resolver alguns problemas de navegação para os deficientes visuais.

5. Pesquisas Futuras

Visando ampliar as contribuições científicas apresentadas e melhorar as soluções no âmbito da navegação para deficientes visuais, podem-se destacar as seguintes pesquisas futuras: (I) oferecer para o usuário a possibilidade de gerar rotas para um determinado destino, e avaliar a dificuldade de transitar por determinados caminhos, com base na quantidade de obstáculos e na dificuldade de cada um deles; (II) utilizar *VGI* para detectar, nas vias de pedestres, objetos como faixas de pedestres ou pisos táteis, os quais podem ajudar na navegação.

Referências Bibliográficas

- Calle-Jiménez, T.; Luján-Mora, S. Using Crowdsourcing to Improve Accessibility of Geographic Maps on Mobile Devices. In: ACHI 2015 - The eighth international conference on advances in computer-human interactions, 1, 2015, Portugal. Anais... Portugal: IARIA, fevereiro de 2015, p. 150-154.
- Csapó, Á.; Wersényi, G.; Nagy, H.; Stockman, T. A survey of assistive technologies and applications for blind users on mobile platforms: A review and foundation for research. *Journal on Multimodal User Interfaces*, Springer, p.275-286, 2015.
- Jayakody, J. A. D. C.; Murray, I.; Herrmann, J. An algorithm for labeling topological maps to represent point of interest for vision impaired navigation. In: Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), International Conference On, 1, 2015, Banff. Anais... Banff: IEEE, outubro de 2015, p. 1-8.
- Kaklanis, N.; Votis, K.; Tzovaras, D. A mobile interactive maps application for a visually impaired audience. In: Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility, 23, 2013a, Brasil. *Anais...* 2013.
- Kaklanis, N.; Votis, K.; Tzovaras, D. Open Touch/Sound Maps: A system to convey street data through haptic and auditory feedback. *Journal Computers & Geosciences*, Elsevier, p. 59-67, 2013b.
- Koukourikos, P.; Papadopoulos, K. Development of Cognitive Maps by Individuals with Blindness Using a Multisensory Application. *Journal Procedia Computer Science*, Elsevier, p. 213-222, 2015.
- Liao, C. F. (2014). Development of a Navigation System Using Smartphone and Bluetooth Technologies to Help the Visually Impaired Navigate Work Zones Safely. Minnesota Department of Transportation, Research Services & Library, Minnesota, v. 2014-12, n. 2013027, p. 1-86.
- Paisios, N. Mobile accessibility tools for the visually impaired. 2012. f. 133. Tese (Doutorado em Filosofia) - Department Of Computer Science Courant Institute Of Mathematical Sciences, New York. 2012.
- Rice, M., T. et al. Quality assessment and accessibility applications of crowdsourced geospatial data: A report on the development and extension of the George Mason University Geocrowdsourcing Testbed. George Mason Univ Fairfax VA, 2014.
- Rice, M.; T.; Jacobson, R., D.; Caldwell, D., R.; Mcdermott, S., D.; Paez, F., I.; Aburizaiza, A., O.; Curtin, K., M.; Stefanidisa, A.; Qin, H. Crowdsourcing techniques for augmenting traditional accessibility maps with transitory obstacle information. *Journal Cartography and Geographic Information Science*, 2013.
- Zeng, L.; Weber, G. A pilot study of collaborative accessibility: how blind people find an entrance. In: 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, 17, 2015, Nova York. *Anais...* Nova York: ACM, 2015, p. 347-356.