

Visualização de Informação Georeferenciada em Dispositivos Móveis

Paulo Pombinho de Matos, Maria Beatriz Carmo, Ana Paula Afonso

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Departamento de Informática
Campo Grande 1749-016 LISBOA
ppombinho@lasige.di.fc.ul.pt, {bc, apa}@di.fc.ul.pt

Resumo

A visualização de informação georeferenciada sobre um mapa tem-se tornado num método essencial para ajudar os utilizadores a obter intuitivamente e produtivamente a informação pretendida. A adaptação das técnicas de visualização para dispositivos móveis, tais como, PDA (*Personal Digital Assistant*) e telefones móveis inteligentes deixa antever uma utilização ubíqua deste tipo de aplicações. Contudo, o contexto da mobilidade, e as limitações dos dispositivos móveis, tais como o reduzido tamanho dos ecrãs, obrigam à adaptação das técnicas de visualização utilizadas em computadores pessoais de secretária (*desktop*). Este artigo apresenta os principais problemas associados à concepção de aplicações de visualização de informação georeferenciada para dispositivos móveis e propõe algumas soluções ao nível da visualização. Neste trabalho é dada especial atenção à utilização de mecanismos de filtragem baseados em funções de grau de interesse e à definição de múltiplas representações que traduzam a densidade de informação e o grau de interesse do utilizador.

Palavras Chave

Visualização de informação, dispositivos móveis, funções de grau de interesse.

1. INTRODUÇÃO

As aplicações para visualização de informação georeferenciada sobre um mapa são essenciais para ajudar o utilizador a obter a informação pretendida. Estas aplicações requerem uma interface amigável que permita a pesquisa interactiva da informação. Além disso, a imagem obtida deve ser inteligível permitindo ao utilizador obter interactivamente mais detalhes. Existem diversas ferramentas disponíveis para este efeito, umas comerciais, como, por exemplo, o MetaCarta [MetaCarta], e outras não comerciais, como o Google Maps [GoogleMaps] e o Google Earth [GoogleEarth]. Contudo, existem ainda alguns problemas não resolvidos neste tipo de aplicações. Um deles é a redução do número de elementos representados de modo a obter uma representação inteligível. As imagens serão mais fáceis de interpretar se existirem mecanismos de filtragem que reduzam os elementos visualizados através de uma selecção mais criteriosa dos elementos considerados importantes.

Para gerar imagens menos confusas, algumas ferramentas agrupam os elementos geograficamente próximos e utilizam símbolos gráficos diferentes para representar os agrupamentos. Esta técnica requer a utilização de múltiplas representações que, neste caso, são usadas para expressar variações de granularidade. As representações podem também ser adaptadas, em termos de nível de detalhe, para expressar critérios semânticos definidos

pelo utilizador ou simplesmente a variação da escala de representação.

Actualmente, a utilização de dispositivos móveis é cada vez mais comum, aliando as facilidades de pesquisa de informação à mobilidade. Estes dispositivos permitem a localização automática do utilizador, proporcionando a indicação de pontos de interesse local sem requerer a sua intervenção. No entanto, apresentam limitações que têm de ser tomadas em conta quando se desenvolvem aplicações de visualização, nomeadamente, no que diz respeito à dimensão reduzida do ecrã, à menor capacidade de desempenho do equipamento, aos mecanismos de entrada pouco adequados para tarefas complexas e aos problemas de conectividade. Consequentemente, a interface tem de ser especialmente concebida para este tipo de dispositivos, exigindo que os mecanismos de filtragem e as técnicas de visualização sejam adaptados às características do equipamento.

Este trabalho tem como objectivo explorar a aplicação em dispositivos móveis de técnicas de visualização que incluam mecanismos de filtragem e de múltiplas representações já ensaiadas por nós na visualização de dados georeferenciados [Carmo05]. A função de grau de interesse (*degree of interest function*) [Furnas86] foi adoptada como filtro para reduzir o volume de dados representados. Esta função depende da importância *a priori* atribuída a cada elemento de informação e da distância a um foco de interesse. Fixando um limiar, apenas são visuali-

zados os pontos para os quais o valor da função excede o limiar. A variação deste limiar permite aumentar ou diminuir o número de elementos representados. Em qualquer caso, os elementos representados são mais relevantes para o observador do que aqueles que são eliminados. Por omissão, um dos atributos de cada tópico é seleccionado para definir a importância *a priori* e o centro do ecrã corresponde ao foco de interesse. Pretende-se estender esta função e definir uma função genérica de filtragem que combine a contribuição de vários atributos da informação de uma forma flexível. Estes atributos podem ter diferentes domínios de variação e podem contribuir de forma positiva ou negativa para o resultado final.

Relativamente às técnicas de visualização serão aprofundados os seguintes aspectos:

- organização de múltiplas representações com diferentes níveis de detalhe e de granularidade;
- definição da posição correcta de cada símbolo, principalmente quando os elementos que representam correspondem a posições geográficas muito próximas ou coincidentes, ou, em alternativa, definição da posição do símbolo de agregação;
- identificação das características que devem ser consideradas para definir as representações simbólicas;
- obtenção de detalhes a pedido, tendo em atenção que, no caso de agregações, convém apresentar a informação por ordem decrescente do seu grau de interesse;
- e finalmente, construção de uma interface que permita personalizar a filtragem de acordo com o interesse do utilizador e que seja compatível com o dispositivo usado.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a secção 2 descreve as características dos dispositivos móveis, criando o enquadramento para uma reflexão sobre os principais requisitos de desenho de aplicações de visualização de informação georeferenciada nestes dispositivos. A secção 3 apresenta os aspectos em estudo em termos de visualização de consultas interactivas de dados georeferenciados em dispositivos móveis. A secção 4 expõe o protótipo em desenvolvimento para prova de conceito de alguns dos requisitos apresentados. Finalmente, na secção 5, apresentam-se as conclusões e possíveis direcções de continuidade para o trabalho.

2. REQUISITOS DE DESENHO DE APLICAÇÕES PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Os dispositivos móveis de pequena dimensão com capacidade computacional resultam dos desenvolvimentos tecnológicos na micro-electrónica e de novos métodos de interacção pessoa-máquina. Apesar de actualmente existir uma grande variedade de dispositivos de pequena dimensão, a análise das suas características restringe-se, a dois grandes grupos: computadores de bolso ou PDA e telefones móveis inteligentes.

Uma análise comparativa entre as características dos dispositivos móveis e as de um computador pessoal portátil

ou de computadores pessoais de secretária revela que estes dispositivos apresentam diversas particularidades e restrições que deverão ser consideradas no desenho de aplicações para dispositivos móveis [Afonso04].

Tamanho do ecrã

Apesar do aumento da qualidade, o tamanho dos ecrãs destes dispositivos deverá permanecer inalterável face aos requisitos exigidos quanto à sua dimensão. O tamanho dos ecrãs condiciona fortemente a quantidade de informação visualizada: o número de páginas necessárias para visualizar a mesma informação é muito superior quando comparado com os computadores pessoais. Jones *et al.* [Jones 99] elaboraram um estudo sobre o impacto da utilização destes dispositivos na concretização de tarefas de pesquisa de informação e observaram que cerca de 80% dos utilizadores em estudo consideraram que o desempenho na concretização das tarefas é afectado.

De entre as diversas técnicas que emergiram para incrementar virtualmente o tamanho do ecrã, destacam-se os mecanismos de ampliação e redução. Contudo, estas técnicas do ponto de vista cognitivo são consideradas complexas, desorientadoras e fastidiosas [Burigat07]. Outras técnicas, do ponto de vista da construção de interfaces, que devem ser exploradas para a resolução deste problema são: caixas de diálogos, janelas, separadores, *pull-down* menus e *pop-up* menus.

Outras propostas têm sido formuladas, nomeadamente, oriundas da área da computação móvel. A exploração de modelos de acesso à informação que incorporarem informação de contexto dos seus utilizadores, por exemplo, geográfico, para que a informação visualizada seja adaptada às suas preferências é um dos métodos essenciais para a redução da informação visualizada (textual ou gráfica).

Resolução e cores

Outro aspecto que deverá ser considerado no desenho de aplicações móveis é a resolução e as cores disponíveis. Apesar de apresentarem características de resolução e cores muito variadas, generalizadamente estes dispositivos apresentam baixas resoluções e poucas cores, o que limita a quantidade da informação simultaneamente visível num ecrã e na qualidade da informação apresentada.

Capacidades de processamento, armazenamento e gráficas

As capacidades de processamento e de armazenamento continuam a ser incomparavelmente menores quando comparadas com as capacidades dos computadores pessoais, limitando a quantidade e qualidade da informação acedida, nomeadamente, impedindo a utilização de algoritmos computacionalmente exigentes. Por exemplo, as aplicações de ampliação para ecrãs de pequena dimensão são ainda muito rudimentares.

Métodos de interacção

Os métodos de interacção nos dispositivos móveis continuam bastante aquém daquilo que se desejaria como uma interface natural. Apesar de, entre outros, existir um ecrã

e por vezes um teclado (físico ou virtual), estes são naturalmente diminutos e especializados. Estas características criam constrangimentos severos nas diversas hipóteses de desenho de interfaces de aplicações interactivas para estes dispositivos. Por exemplo: a utilização de canetas (*stylus*) e de ecrãs sensíveis ao tacto levam a que os elementos para a navegação e interacção sejam colocados na parte inferior do ecrã, de forma a evitar que este fique obstruído durante a interacção.

Ambiente de utilização

O ambiente de mobilidade constitui outro factor que afecta o desenho de aplicações interactivas móveis. As condições físicas de utilização destes dispositivos, por exemplo, luminosidade e ruído, podem afectar a percepção das cores e dos mapas e a recepção de alertas sonoros.

As características das redes de comunicação móveis e as limitações de largura de banda e fiabilidade, inviabilizam a sua utilização em condições semelhantes à dos sistemas de comunicação e computação que operam sobre as redes fixas. Estas características afectam a interacção e a usabilidade das aplicações e deverão também ser consideradas no desenho de aplicações interactivas.

Autonomia

Outro aspecto não menos importante nos dispositivos móveis é a sua alimentação através de baterias ou cargas. Embora estas tenham melhorado nos últimos tempos, não têm acompanhado a evolução das restantes componentes dos dispositivos móveis. Apesar da autonomia destes dispositivos ter evoluído e até igualar os valores de um computador portátil, as limitações de energia continuam a condicionar os comportamentos de trabalho dos utilizadores [Jones 99] e é um dos factores que afectam as opções de desenho de aplicações para os dispositivos móveis.

Consequentemente, estes constrangimentos sugerem que as aplicações interactivas, e em particular as aplicações de visualização de informação georeferenciada, desenvolvidas para ambientes de utilização em computadores de secretária não são facilmente transferidas para os dispositivos móveis.

A investigação nas áreas da interacção, visualização e computação móvel tem evoluído no sentido de atenuar os constrangimentos atrás mencionados. Nestes domínios, observa-se a existência de uma grande diversidade de propostas de sistemas e mecanismos com graus variáveis de adaptabilidade às condições e restrições inerentes à mobilidade.

Como já foi referido, existem já diversas ferramentas de visualização de informação georeferenciada para computadores de secretária, tais como o sistema MetaCarta, o Google Maps e o Google Earth. A grande maioria da investigação na área das aplicações para dispositivos móveis concentra-se no domínio do turismo. Estas aplicações utilizam a posição do utilizador, bem

como, a hora e a data, de modo a mostrar ao turista mapas que contenham informação georeferenciada útil. Exemplos deste tipo de sistemas são o CyberGuide [Abowd97], o GUIDE [Cheverst00], o CRUMPET [Poslad01] e o Lol@ [Gartner01].

Para além dos projectos académicos, existem também aplicações comerciais. A maioria destas está focada em sistemas de navegação automóvel, tal como o sistema TomTom Navigator [TomTom], o sistema Navigon [Navigon], e o sistema NDrive [NDrive]. No entanto, estes sistemas são excessivamente focados na tarefa de navegação e consequentemente é comum que não disponham da melhor qualidade gráfica, mostrando mapas com excesso de informação que são, como tal, de difícil leitura. Deste modo, são necessários novos métodos para que a visualização de informação georeferenciada em dispositivos móveis seja eficaz [Krüger04].

Uma outra aplicação lançada recentemente é a versão para dispositivos móveis do sistema Google Maps [GMM]. Nesta aplicação já existe o cuidado de evitar a apresentação de mapas com demasiado detalhe. Para tal, é limitada a quantidade de ruas e de nomes que são mostrados em cada nível de ampliação. No entanto, esta aplicação tem ainda algumas limitações. Não existe nenhum método para o utilizador refinar a sua pesquisa caso existam demasiados resultados e alguns com sobreposição (Figura 1).



Figura 1: Google Maps para dispositivos móveis

Por outro lado, os símbolos utilizados não transmitem ao utilizador nenhuma informação adicional que o ajude na sua tarefa. Consequentemente, para ajudar o utilizador, são necessários mecanismos de filtragem e representações adequadas dos resultados.

3. VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO GEOREFERENCIADA

O trabalho em curso centra-se na visualização de dados organizados por tópicos em dispositivos móveis. Os elementos que satisfazem os critérios da pesquisa são representados com um ícone. A colocação de ícones sobre um mapa para mostrar o resultado de consultas a um repositório tem de ter em atenção, por um lado, a escolha dos símbolos adequados para representar os elementos e, por outro lado, a sua colocação no espaço de visualização, de modo a gerar uma imagem inteligível. Contudo, como já foi referido, a área dos ecrãs dos dispositivos móveis é muito limitada, e por isso, a representação de todos os

ícones, correspondentes aos objectos que satisfazem os critérios de uma pesquisa, pode conduzir a uma imagem muito confusa. Torna-se, por isso evidente, a necessidade de reduzir o número de elementos a representar. Para efectuar esta redução interessa-nos combinar mecanismos de filtragem, eliminando elementos menos relevantes, e agregação de elementos, agrupando elementos seleccionados. Uma vez que um dos mecanismos de filtragem a explorar é a aplicação de funções de grau de interesse, os símbolos a adoptar devem contemplar uma forma de expressar o grau de interesse calculado para cada um dos objectos que satisfazem a pesquisa. Há por isso uma ligação muito forte entre a representação gráfica e a filtragem.

A disposição de ícones em mapas tem sido estudada por vários autores. Harrie et al. [Harrie04] usam uma aproximação que tem em atenção os princípios adoptados na colocação de legendas. Os autores propõem o conceito da menor perturbação (*least-disturbance*) que exige que o ícone seja colocado de modo a ocultar o mínimo possível a outra informação. Para concretizar este conceito, os autores definem o valor de perturbação como a soma pesada dos pontos cartográficos correspondentes aos objectos escondidos pelo ícone. O peso de cada ponto cartográfico reflecte a importância do objecto que está associado ao ponto. A melhor posição para o ícone é aquela que corresponde ao menor valor de perturbação dentro de uma região centrada na posição inicial do ícone. Esta definição coloca alguns problemas, uma vez que num mapa, além de objectos identificados por pontos, existem também objectos que são representados por linhas e por áreas.

Em [Edwardes05] propõe-se a deformação do espaço subjacente ao ícone de modo a que este não sobreponha outros elementos do mapa.

Quer em [Harrie04] quer em [Edwardes05] os mapas têm uma descrição vectorial, o que permite ter em atenção todos os objectos colocados no mapa e não apenas os objectos que resultam de uma pesquisa a um repositório de informação.

Por agora, este trabalho centra-se na redução de sobreposições entre os ícones que representam o resultado de consultas. Não serão tratadas de momento as sobreposições de ícones a objectos cartográficos já representados.

O sistema comercial MetaCarta [MetaCarta] resolve a sobreposição de ícones através de agregação. Este sistema permite a organização de documentos de acordo com as localizações geográficas que lhe estão associadas. Para representar os documentos são usados três tipos de ícones, a saber: um quadrado para representar um único documento; um quadrado com um quadrado inscrito para representar documentos relacionados com localizações muito próximas e uma pilha de quadrados para representar documentos que se referem à mesma localização.

Para evidenciar a relevância dos objectos em resposta à pesquisa efectuada têm sido usadas várias aproximações. Em [Reichenbacher04] a relevância dos objectos é tradu-

zida por diferentes níveis de opacidade. Burigat e Chittaro [Burigat05, Burigat07] juntam a cada ícone uma barra vertical cuja altura reflecte em que medida o elemento satisfaz os critérios definidos na pesquisa. Em [Carmo05] adoptaram-se símbolos com diferentes níveis de complexidade para expressar a relevância dos elementos. Uma vez que se trata de representações simbólicas, o aumento da complexidade foi obtido juntando circunferências concêntricas ao símbolo inicial.

Em seguida destacam-se as experiências realizadas relativamente à escolha de simbologia e aos critérios para agregação.

3.1 Simbologia

A escolha dos símbolos adequados é um aspecto determinante na qualidade da imagem final. Neste trabalho há dois pontos importantes a considerar: a identificação clara da semântica do ícone e a sua dimensão.

Do ponto de vista semântico pretende-se que os símbolos identifiquem o tópico a que pertence o objecto, expressem o grau de interesse de cada objecto, representem agregações de elementos do mesmo tópico ou de tópicos diferentes e evidenciem se numa agregação há elementos com grau de interesse elevado.

As figuras seguintes mostram exemplos da simbologia em estudo. No desenho dos símbolos utilizam-se elementos comuns a outros trabalhos de forma a aproveitar a experiência acumulada por outros autores.

A Figura 2 exemplifica a representação de agregações. A colocação do símbolo + simples ou delimitado por uma circunferência no símbolo de agregação são soluções alternativas em estudo para evidenciar a existência de objectos com elevado grau de interesse. A Figura 3 mostra símbolos que representam um único objecto, mas com variação do nível de detalhe: o símbolo mais à esquerda representa uma bomba de gasolina de qualquer concessionário e os seguintes especificam qual o concessionário.

Em termos de dimensão deve haver um compromisso na escolha da dimensão de um símbolo de modo a que, por um lado, a área do símbolo permita a utilização de um dispositivo de selecção e, por outro lado, não seja demasiado grande para gerar uma imagem sobrecarregada de ícones.



Figura 2: Símbolos de agregação



Figura 3: Variações do nível de detalhe

3.2 Critérios para Agregação

Para determinar se devem ou não agregar-se objectos, não basta contabilizar o número total de objectos que satisfazem a pesquisa, uma vez que os objectos podem não estar uniformemente distribuídos na área de visualização. Uma solução consiste em sobrepor uma grelha regular à área de visualização e determinar o número de ícones contidos em cada uma das células da grelha. Se numa dada célula, a quantidade de ícones a representar ultrapassar um número pré-definido, será desenhado apenas um ícone de agregação. Esta aproximação é semelhante à técnica proposta em [Woodruff98], onde o controlo da densidade de informação tem em atenção a densidade local.

Como é referido em [Woodruff98], se a grelha estiver associada às coordenadas do ecrã, a realização de panorâmicas origina situações de descontinuidade na visualização, ou seja, alteração dos ícones representados. Isto significa que, ao deslocar-se a área visível, a densidade local é contabilizada sobre uma área diferente e objectos que antes estavam agregados deixam de o estar e vice-versa. Para evitar este problema, em cada operação de variação de escala, a grelha definida em coordenadas de ecrã é aplicada no espaço do utilizador correspondente à área visualizada. A grelha do espaço do utilizador será estendida para zonas adjacentes de acordo com os deslocamentos efectuados. A ligação da grelha ao espaço do utilizador permitirá manter os mesmos ícones em panorâmicas, uma vez que nesta operação não há variação na escala de representação.

4. PROTÓTIPO

A Figura 4 ilustra a arquitectura do protótipo da aplicação de visualização de informação georeferenciada, que permitirá testar os diferentes mecanismos de filtragem e técnicas de visualização propostos.

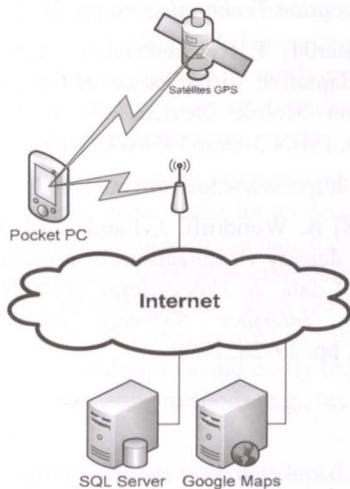


Figura 4: Arquitectura do protótipo

O protótipo está a ser desenvolvido para Pocket PC, com o sistema operativo Windows Mobile 5.0, utilizando o .Net Compact Framework 2.0. A posição do utilizador será obtida automaticamente através de um dispositivo HTC P3300 com GPS integrado. Através desta informa-

ção, a aplicação cliente comunica com o servidor Web do Google Maps, de modo a obter as imagens dos mapas para as localizações e as ampliações desejadas. Adicionalmente, é utilizado um servidor SQL Server onde estão guardadas as informações sobre os pontos de interesse existentes em cada localização. As coordenadas de cada um destes pontos de interesse são utilizadas de modo a processar a imagem que será apresentada ao utilizador. Deste modo, é possível evitar imagens com ícones sobrepostos (Figura 5 (a)) e mostrar nestes casos um símbolo de agregação (Figura 5 (b)). O servidor SQL guarda ainda as representações a utilizar consoante a ampliação, permitindo mostrar mais detalhe à medida que o utilizador escolhe maiores ampliações (Figura 5 (c)).

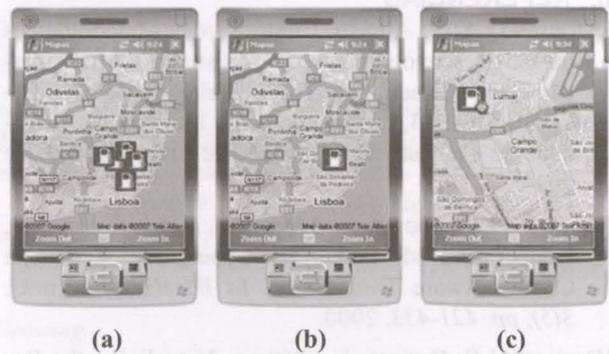


Figura 5: Visualização de informação com representação de: (a) sobreposição de ícones (b) símbolo de agregação (c) símbolo de grau de interesse.

A definição da arquitectura inicial e das ferramentas de desenvolvimento sofreu diversas alterações devido às dificuldades e instabilidades dos ambientes de desenvolvimento para dispositivos móveis. Por exemplo, não foi possível a utilização de servidores de mapas que suportem a linguagem JavaScript, uma vez que não existem actualmente *browsers* para dispositivos móveis que suportem totalmente esta linguagem.

5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Este artigo apresentou os princípios de desenho de aplicações para visualização de informação georeferenciada em dispositivos móveis, dando especial atenção aos mecanismos de redução do número de objectos que satisfazem pesquisas interactivas, à definição de múltiplos símbolos para expressar conteúdos semânticos diferentes e aos critérios para a realização de agregações.

Apesar do protótipo já desenvolvido se encontrar numa fase preliminar, proporcionou a experimentação necessária para alguns dos aspectos anteriormente mencionados. Está actualmente em curso a implementação dos restantes requisitos de visualização expostos. Pretende-se em seguida realizar testes de usabilidade para a simbologia definida e o desenvolvimento da interface e respectiva avaliação para pesquisas interactivas de informação georeferenciada em dispositivos móveis.

No que diz respeito à interface, uma das características mais importantes a desenvolver é a definição de meca-

nismos que personalizem a filtragem de acordo com o interesse do utilizador e que sejam compatíveis com o dispositivo que está a ser usado. Esta interface deverá permitir ao utilizador seleccionar interactivamente tópicos de interesse e personalizar a função de grau de interesse. A personalização permitirá especificar quais os atributos a associar à importância *a priori* para cada tópico e, além disso, indicar qual a sua ordem de crescimento. Por exemplo, o atributo categoria de um hotel pode ser usado como importância *a priori* seleccionando categorias elevadas como as mais importantes, ou, pelo contrário, como as menos importantes. No primeiro caso, o utilizador procura hotéis de qualidade, no segundo caso procura alojamentos mais modestos.

6. REFERÊNCIAS

- [Afonso04] A. P. Afonso, Contribuições Metodológicas para o Desenvolvimento de Assistentes de Informação Personalizada, PhD Thesis, Relatório Técnico DI-FCUL TR-04-3, Departamento de Informática, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Março de 2004.
- [Abowd97] G. Abowd, C. Atkeson, J. Hong, S. Long, R. Kooper and M. Pinkerton. Cyberguide: a Mobile Context-Aware Tour Guide. *In Wireless Networks*, 3(5), pp. 421-433, 2000.
- [Burigat05] S. Burigat, L. Chittaro. Visualizing the Results of Interactive Queries for Geographic Data on Mobile Devices. *Proceedings ACM GIS'05*, 2005
- [Burigat07] S. Burigat, L. Chittaro. Geographic Data Visualization on Mobile Devices for User's Navigation and Decision Support Activities. *Spatial Data on the Web – Modelling and Management*, Springer, 2007.
- [Carmo05] M. B. Carmo, S. Freitas, A. P. Afonso and A. P. Cláudio. Filtering Mechanisms for the Visualization of Geo-Referenced Information. *In Proceedings of the 2005 Workshop on Geographic Information Retrieval*, pp. 1-4, 2005.
- [Cheverst00] K. Cheverst, N. Davies, K. Mitchell and A. Friday. Experiences of Developing and Deploying a Context-Aware Tourist Guide: The GUIDE Project. *In Proceedings of the Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom)*, ACM Press, pp: 20-31, 2000.
- [Edwardes05] A. Edwardes, D. Burghardt et al. Portrayal and Generalisation of Point Maps for Mobile Information Services. *Map-based Mobile Services – Theories, Methods and Implementations*. Springer-Verlag, 2005.
- [Furnas86] G. Furnas. Generalized Fisheye Views. *In Proceedings of the ACM CHI 86 Human Factors in Computing Systems Conference*, pp.16-23, 1986.
- [Gartner01] G. Gartner and S. Uhlirz. Cartographic Concepts for Realizing a Location Based UMTS Service: Vienna City Guide Lol@. *In Proceedings of the Cartographic Conference*, pp. 3229-3239, 2001.
- [GMM] <<http://www.google.com/gmm>>
- [GoogleMaps] <<http://maps.google.com>>
- [GoogleEarth] <<http://earth.google.com>>
- [Harrie04] L. Harrie, H. Stigmar et al. An Algorithm for Icon Labelling on a Real-Time Map. *Developments in Spatial Data Handling, Proceedings 11th International Symposium on Spatial Data Handling*. Springer, pp. 493-507, 2004.
- [Jones 99] M. Jones et al., Improving Web Interaction On Small Displays, *Proceedings of the 8th International World-Wide Web Conference/Computer Networks*, 31(11-16): 1129-1137, 1999.
- [Krüger04] A. Krüger, A. Butz, C. Müller, C. Stahl, R. Wasinger, K. E. Steinberg and A. Dirschl. The Connected User Interface: Realizing a Personal Situated Navigation Service. *In Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent User Interfaces*, pp. 161-168, 2004.
- [MetaCarta] <<http://www.metacarta.com>>
- [Navigon] <<http://www.navigon.com>>
- [NDrive] <<http://www.ndriveweb.com>>
- [Poslad01] S. Poslad, H. Laamanen, R. Malaka, A. Nick, P. Buckle and A. Zipf. CRUMPET: Creation of User-Friendly Mobile Services Personalized for Tourism. *In Proceedings of the Conference on 3G Mobile Communication Technologies*, pp. 26-29, 2001.
- [Reichenbacher04] T. Reichenbacher. Mobile Cartography – Adaptive Visualization of Geographic Information on Mobile Devices. *In Verlag Dr. Hut, München*, ISBN 3-89963-048-3, 2004.
- [TomTom] <<http://www.tomtom.com>>
- [Woodruff98] A. Woodruff, J. Landay, M. Stonebraker. Constant density visualizations of non-uniform distributions of data. *In Proceedings of ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST'98*, pp. 19-28, 1998.