

# Contextos e Visualização Adaptativa em Ambientes Móveis

Paulo Pombinho, Ana Paula Afonso, Maria Beatriz Carmo

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Edifício C6, Piso 3, Campo Grande,  
1746-016 Lisboa, Portugal  
ppombinho@lasige.di.fc.ul.pt, {apa, bc}@di.fc.ul.pt

**Resumo.** Nos últimos anos a procura de soluções para aplicações adaptáveis ao contexto tem revelado avanços consideráveis. Contudo, a investigação nesta área tem-se centrado em contextos computacionais ou contextos de localização do dispositivo. A adaptação das técnicas de visualização de informação para dispositivos móveis deverá ser estendida a outros contextos. Neste artigo são identificadas as diferentes dimensões de contexto existentes num ambiente móvel e são descritos e categorizados os diferentes objectos de adaptação existentes, e os correspondentes métodos de adaptação. Este estudo visa a criação das bases para uma *framework* para visualização adaptativa em contextos móveis.

**Palavras chave:** Ambientes Móveis, Contexto, Visualização Adaptativa.

## 1 Introdução

A portabilidade dos dispositivos móveis, a contínua evolução das suas capacidades, a proliferação de estruturas de comunicação sem fios e o crescente número de utilizadores, entre outros factores, têm propiciado o incremento da investigação no domínio da concepção de aplicações móveis.

O tamanho reduzido do ecrã nos dispositivos móveis de pequena dimensão coloca problemas em termos, quer de usabilidade, quer de visualização. Apesar dos avanços tecnológicos, esta característica deverá manter-se, uma vez que um dos atractivos destes dispositivos é a sua reduzida dimensão. Justifica-se, assim, a investigação no âmbito da visualização em dispositivos móveis.

A adaptação a contextos de utilização é uma característica chave para mitigar as limitações colocadas na usabilidade e na utilização de ecrãs reduzidos. Segundo a definição de Reichenbacher [1], a visualização adaptativa diz respeito ao ajustamento de todas as componentes do processo de visualização de informação geográfica, tais como, a interface, a informação a extrair dos dados e a codificação dos dados, de acordo com o contexto específico de utilização. Com o crescente aumento de informação geo-referenciada disponível, a procura de visualizações adaptativas ao contexto de cada utilizador específico num ambiente móvel será cada vez maior. O princípio da adaptabilidade é especialmente importante para aumentar a usabilidade

nas visualizações em dispositivos móveis e reduzir a carga cognitiva inerente aos contextos de utilização móvel.

Nos últimos anos a procura de soluções para aplicações adaptáveis ao contexto (*context-aware*) tem revelado avanços consideráveis. Contudo, a investigação nesta área tem-se centrado em contextos computacionais ou contextos de localização do dispositivo. Consequentemente, na área da visualização de informação em dispositivos móveis, as aplicações têm explorado estes contextos e as respectivas adaptações.

No entanto, os modelos de contexto existentes e as aplicações adaptáveis a contextos sugerem dimensões mais alargadas e enriquecidas para além do contexto de localização e computacional. A adaptação das técnicas de visualização de informação em dispositivos móveis a outros contextos é evidenciada em trabalhos recentes onde são exploradas diversas dimensões de contexto [1], [2] e [3].

Este artigo tem como objectivo identificar as diversas dimensões de contexto em ambientes móveis, os objectos de adaptação, ou seja os elementos que podem ser alterados em função do contexto, e os respectivos métodos de adaptação. Este artigo está organizado da seguinte forma: na secção 2 são identificadas e categorizadas diferentes dimensões de contexto; na secção 3 são descritos os objectos de adaptação; na secção 4 as respectivas técnicas adaptativas e na secção 5 são apresentadas as conclusões e o trabalho futuro.

## **2 Contextos em Ambientes Móveis**

Em [4] é sugerido que as diferentes dimensões de contexto sejam divididas em três categorias: Contexto Computacional (por exemplo, conectividade à rede ou largura de banda), Contexto do Utilizador (perfil do utilizador, localização, ente outras) e Contexto Físico (por exemplo, nível de luminosidade e temperatura). Em [5] são propostas duas categorias adicionais: Contexto Temporal (por exemplo, hora e data) e Contexto Histórico (por exemplo, registo histórico das anteriores pesquisas efectuadas pelo utilizador).

No contexto do projecto GiMoDig, em [6], é feito um estudo de usabilidade sobre a utilização de diferentes dimensões de contexto em mapas, em dispositivos móveis. Após a análise dos resultados deste estudo, os autores identificaram diversos contextos e categorizaram-nos nas cinco categorias de contexto descritas nos trabalhos anteriores.

Em [7] são sugeridas três categorias distintas de contexto: Características Técnicas do Ambiente (referindo-se essencialmente às características do dispositivo e da respectiva conectividade), Características Lógicas do Ambiente do Utilizador (contêm a localização do utilizador, bem como a identificação das pessoas e objectos vizinhos e Características Físicas do Ambiente do Utilizador (por exemplo, nível de luminosidade e ruído).

Em [8] são também analisados diferentes contextos e são sugeridas cinco categorias distintas para os classificar: Contexto do Utilizador, que compreende informação física e mental sobre o utilizador (por exemplo, preferências de utilização e incapacidades físicas); Contexto da Tarefa, que descreve a tarefa actual do utilizador; Contexto Social, que descreve as características sociais do utilizador;

Contexto do Artefacto, no qual se encontra a informação sobre a aplicação e o dispositivo; e Contexto Ambiental, onde se encontra a informação sobre o ambiente físico e a hora e data.

Com base nos trabalhos mencionados anteriormente, optámos por utilizar a categorização dos diferentes contextos sugerida em [4] e [5], uma vez que esta representa a categorização mais completa para ambientes móveis. Deste modo, foram consideradas cinco categorias: Contexto de Computação, Contexto do Utilizador, Contexto Físico, Contexto Temporal e Contexto Histórico.

Nas secções seguintes, iremos descrever sucintamente as diversas dimensões de contexto identificadas para cada categoria (tal como ilustrado na Figura 1) e as aproximações para angariação ou recolha desses contextos.



**Figura 1.** Categorização das diferentes dimensões de contexto

## 2.1 Contexto de Computação

A categoria de Contexto de Computação diz respeito ao conjunto das características técnicas do dispositivo, da ligação do dispositivo à rede, e ainda do conjunto de possíveis recursos acessíveis pelo dispositivo.

**Especificações do Dispositivo.** No caso das características do dispositivo, a sua obtenção poderá ser feita automaticamente durante a instalação da aplicação. Estas especificações incluem o tipo e velocidade do processador, capacidades de memória e armazenamento, tamanho do ecrã, resolução, número de cores, e ainda quais os periféricos de entrada e saída disponíveis.

O conhecimento destas características poderá permitir à aplicação diferentes tipos de adaptação: a necessidade de processamento por parte da aplicação poderá, por exemplo, ser ajustada através da desactivação de funcionalidades mais complexas, caso esteja perante um dispositivo com menor capacidade computacional; o detalhe e tamanho dos símbolos apresentados poderão ser aumentados ou reduzidos,

dependendo do tamanho e resolução do ecrã disponível; e diferentes alternativas de interacção poderão ser aplicadas consoante os dispositivos de entrada e saída disponíveis.

**Ligação à Rede.** As características de ligação à rede poderão ser, no caso da detecção da própria conectividade e da largura de banda, obtidas através de um diagnóstico em tempo real. Estas características poderão ser utilizadas para permitir uma melhor utilização dos recursos disponíveis, através da utilização de uma *cache* e da escolha da melhor altura para obter a informação necessária.

No caso dos custos de utilização da rede, estes terão de ser especificados pelo utilizador, e permitirá saber se deve ser dada prioridade à velocidade (taxação por tempo) ou à redução da quantidade de tráfego (taxação por quantidade de dados).

**Recursos Disponíveis.** Por último, outro contexto que poderá ser importante é a detecção (e utilização) de recursos que estejam próximos (por exemplo, impressoras e monitores). Este tipo de contexto poderá permitir uma maior interligação dos dispositivos móveis com os diferentes dispositivos na sua vizinhança.

## 2.2 Contexto do Utilizador

As características directamente relacionadas com o utilizador incluem o seu perfil, as suas características espaciais e a tarefa que está a desempenhar.

**Perfil do Utilizador.** As diferentes características do perfil do utilizador podem ser configuradas directamente pelo utilizador. Características como a idade, a língua, e a nacionalidade poderão ter influência na visualização utilizada, adaptando, respectivamente, o tipo de grafismo utilizado, língua e definições de hora e moeda.

O tipo de interacção poderá também ser adaptado consoante a experiência na utilização do dispositivo e da aplicação, as incapacidades e as preferências do utilizador. Através destes contextos, é possível apresentar ao utilizador interfaces mais complexas ou mais simplificadas, consoante as suas necessidades e capacidades.

Por último, a informação apresentada poderá também ser adaptada de acordo com os interesses do utilizador, os locais marcados como importantes (por exemplo, casa e trabalho) e ainda elementos culturais e sociais.

**Características Espaciais.** Um dos principais contextos que, devido ao tipo de utilização dos dispositivos móveis, está constantemente a mudar, é o contexto espacial. A localização do utilizador é o contexto mais importante em aplicações de visualização de informação. Este contexto pode ser obtido através de um sistema de posicionamento como o GPS, e permite à aplicação mostrar informação sobre o que está próximo do utilizador. Do mesmo modo, a informação sobre a orientação do utilizador, obtida através de uma bússola digital, pode servir para mostrar apenas informação sobre o que está à frente do utilizador, ou para onde o utilizador esteja a olhar.

Outras propriedades que podem ser importantes são a velocidade e aceleração (obtidos através da análise em tempo real dos dados do GPS), e o tipo de movimento

do utilizador (obtido através da análise da velocidade e de um acelerómetro). Estes dados poderão ser, não só, utilizados para calcular para onde o utilizador se está a dirigir e estimar quanto tempo demora a chegar, mas também para adaptar o modo como a informação é apresentada (por exemplo, reduzindo a ampliação de um mapa à medida que a velocidade aumenta) ou o tipo de interacção disponibilizada (por exemplo, utilizar diferentes técnicas de selecção de objectos no ecrã caso o utilizador esteja a andar ou correr).

Tal como acontece já em sistemas como o Google Latitude [9], a proximidade geográfica de amigos e familiares pode ser utilizada para facilitar a pesquisa de locais que se encontrem na proximidade de ambos os utilizadores. Este contexto poderá ser obtido através da utilização de um servidor que possibilite a partilha das localizações entre utilizadores.

**Tarefa do Utilizador.** O conhecimento sobre a tarefa que o utilizador está a (ou que pretende) desempenhar é crucial para que a informação apresentada seja a mais relevante, permitindo de modo mais eficaz auxiliar o utilizador. Este tipo de contexto poderá ser especificado pelo utilizador ou, através da utilização de contextos históricos (descritos mais à frente), ser depreendido automaticamente.

## 2.3 Contexto Físico

As características físicas envolventes ao utilizador podem ser divididas em condições visuais e sonoras, condições climatéricas e ambiente envolvente.

**Condições Visuais e Sonoras.** As condições de luminosidade e os níveis de ruído presentes no local onde o utilizador se encontra são importantes para poder adaptar o modo como a informação é transmitida ao utilizador. A informação sobre as condições de luz (obtida através da câmara do dispositivo) podem permitir à aplicação adaptar as cores e o brilho do monitor de modo a facilitar a visualização da informação presente no ecrã. No caso dos níveis de ruído (obtido através do microfone do dispositivo), é possível aumentar ou diminuir o volume do retorno sonoro transmitido ao utilizador caso este se encontre num local, respectivamente, ruidoso ou silencioso.

**Condições Climatéricas.** As condições climatéricas podem ser obtidas através da combinação de diferentes características: temperatura, humidade, pressão barométrica e intensidade de raios ultravioleta (UV). Esta informação pode, por sua vez, ser obtida através de duas formas diferentes. Por um lado, é possível utilizar um conjunto de sensores (termómetro, higrómetro, barómetro e sensor UV) que mostre as condições exactas do local onde o utilizador se encontra. Alternativamente, caso seja suficiente a utilização de informação aproximada, podem ser utilizados serviços de meteorologia disponíveis na rede.

Este tipo de informação pode ser utilizado para mostrar informações diferentes consoante as condições existentes. No caso de o utilizador estar, por exemplo, à procura de um restaurante, o facto de estar um dia de sol com temperatura agradável,

pode determinar a preferência por um restaurante com esplanada, o que não aconteceria caso estivesse a chover ou frio.

**Ambiente Envolvente.** O contexto do ambiente envolvente pode ser obtido através da análise, por exemplo, do tipo de edifícios (por exemplo: edifícios públicos, residenciais, fabris ou turísticos), do terreno envolvente (por exemplo: jardins, prédios, mar ou montanha) ou das condições de tráfego.

No caso dos edifícios ou do terreno, será possível filtrar a informação apresentada ao utilizador tendo em conta este tipo de envolvência, apresentando, por exemplo, praias caso o utilizador esteja próximo do mar, ou atracções turísticas caso esteja próximo de zonas turísticas.

As condições de tráfego poderão, tal como já acontece em sistemas como o TomTom Navigator [10], ser utilizadas para sugerir informação alternativa que evite a passagem por locais que estejam com o trânsito congestionado.

## **2.4 Contexto Temporal**

A obtenção de informação temporal, através da data e hora do dispositivo, poderá permitir diferentes tipos de adaptação.

O modo como é feita a visualização da informação (por exemplo, as cores e simbologia utilizadas) pode ser alterado consoante a altura do dia (utilizar cores diferentes caso seja de noite ou de dia).

Utilizando a hora local, é possível filtrar a informação apresentada levando em consideração os horários dos locais e percebendo deste modo se estes estão ou não fechados. Do mesmo modo, a apresentação de informação sobre eventos pode ter em conta a presente data e filtrar informação que esteja temporalmente distante.

## **2.5 Contexto Histórico**

A análise de registos armazenados ao longo das anteriores utilizações da aplicação poderá permitir, em combinação com os outros contextos, antecipar as necessidades do utilizador e apresentar automaticamente a informação mais relevante em cada momento. Os registos utilizados podem consistir, por exemplo, nos locais já visitados pelo utilizador, anteriores pesquisas e ainda as diferentes opções tomadas pelo utilizador.

## **2.6 Obtenção dos Contextos**

Como foi possível ver nas subsecções anteriores, a angariação dos diferentes contextos é feita de modos muito diversos. No entanto, estes podem ser divididos em duas categorias: obtenção prévia e obtenção em tempo real.

No caso da obtenção prévia esta pode, nalguns casos, ser feita automaticamente durante a instalação do programa, ou especificada directamente pelo utilizador.

A obtenção em tempo real pode ser realizada de cinco modos distintos: obtenção através de sensores incorporados ou adaptados ao dispositivo móvel (por exemplo, GPS, bússola digital, termómetro, higrómetro, entre outros); obtenção através da rede

(por exemplo, diagnóstico da conectividade ou velocidade, utilização de servidores dedicados a informação de tráfego); obtenção da data e hora do dispositivo, obtenção através da análise dos objectos envolventes ao utilizador; e por último, obtenção através da análise dos registos históricos guardados ao longo das anteriores utilizações da aplicação.

### 3 Objectos de Adaptação

Tal como acontece com a obtenção dos diferentes contextos, também os objectos de adaptação podem ser muito variados. Segundo Reichenbacher [1], os objectos de adaptação são todos os elementos que podem ser alterados pelo utilizador ou pela aplicação, de acordo com o contexto de utilização.

Em [7] os autores agrupam as potenciais adaptações que podem ser realizadas em três categorias distintas: Visualização de Informação e Serviços na qual são feitas adaptações, não só à própria informação que é apresentada, mas também ao modo como é apresentada, e às funcionalidades que são oferecidas; Execução Automática de Comandos, por exemplo, recalcular um trajecto ao verificar que o utilizador falhou uma saída; e Armazenamento de Informação Contextual que permitirá à aplicação extrair automaticamente as preferências do utilizador através das suas anteriores acções.

A aproximação seguida neste trabalho é inspirada na proposta apresentada em [1], no qual são sugeridas três categorias distintas: Visualização, Interface do Utilizador e Informação Geo-espacial. De seguida é apresentada a categorização dos objectos de adaptação:

- Informação – Informação apresentada ao utilizador. Inclui: o tipo de filtragem que é feito à informação, a quantidade de informação que é apresentada, a classificação da sua relevância e a área que está a ser considerada.
- Visualização – Elementos gráficos directamente relacionados com a visualização da informação no dispositivo. Inclui: codificação dos elementos (*raster*, *vectorial*), modo como os elementos estão dispostos no ecrã (posicionamento, tamanho, cor e opacidade), as características do mapa utilizado (escala, orientação, legenda, projecção, coordenadas do centro), o respectivo nível de detalhe, a iconografia utilizada, e a utilização de operadores de generalização.
- Interacção – Elementos relacionados com a interface da aplicação. Inclui: utilização de diferentes mecanismos ou métodos para entrada de informação, utilização de diferentes técnicas de selecção de objectos, de movimentação do mapa e de mudança de escala.

## **4 Métodos de Adaptação**

Como foi referido na secção anterior, existem diversos objectos de adaptação. Para cada um deles podemos considerar vários métodos de adaptação, ou seja, adaptação da informação, adaptação da forma de a visualizar e adaptação da interacção do utilizador com o sistema. Apresentam-se de seguida uma descrição de diversas aproximações para cada uma das categorias.

### **4.1 Informação**

Os tipos de adaptação à informação apresentada dizem, tipicamente, respeito ao modo como a filtragem da informação é feita ou ao modo como é calculada a relevância de cada elemento.

Para fazer face à apresentação de estruturas grandes, em janelas de dimensão reduzida, Furnas [11] faz uma analogia com as lentes de “olho-de-peixe” que permitem um balanço entre os detalhes globais e o contexto global. Furnas introduz o conceito de função de grau de interesse, permitindo associar a cada objecto um valor que descreve o interesse que o utilizador tem em o visualizar. Este valor depende de uma importância global (independente do utilizador) e de uma importância local (dependente da tarefa que o utilizador está a executar).

Em [12] é descrito o sistema VisDB, no qual é utilizada uma função que combina o interesse do utilizador em cada um dos diferentes atributos da pesquisa, e possibilita a atribuição de um factor de ponderação a cada um. Baseando-se neste trabalho, Reichenbacher [13] propõe uma nova função de relevância, focada para a cartografia em ambientes móveis, que combina atributos espaciais, temporais e tópicos de interesse para o utilizador.

Em [14] é apresentado o sistema MAGDA, este sistema utiliza interfaces de pesquisa interactivas e dinâmicas como uma técnica para filtrar informação.

Previamente foram já exploradas por nós técnicas que permitem minimizar os problemas causados pela pequena dimensão dos ecrãs dos dispositivos móveis. Para tal, foi desenvolvido o sistema MoViSys [15], no qual foi proposta a utilização de uma função de grau de interesse que permite calcular a relevância de um determinado ponto de interesse para o utilizador e adicionalmente, filtrar os pontos de interesse, mostrando apenas os mais relevantes. A relevância é uma medida que explora quer o contexto de localização do utilizador quer as suas preferências. Com esta função, pretende-se reduzir a probabilidade de ocorrência de sobreposições de símbolos.

### **4.2 Visualização**

No caso da adaptação dos elementos de visualização, um método utilizado para reduzir a quantidade de informação apresentada é a utilização de operadores de generalização. Em [16] é proposto um conjunto de operadores deste tipo através dos quais é possível agrupar elementos que se encontrem próximos, minimizando a degradação das relações espaciais. Em [17] é descrito o sistema VIDA, que utiliza um algoritmo de generalização, através do qual a densidade de informação é mantida constante por todo o ecrã. No sistema MoViSys [15], referido na subsecção anterior,



apesar do uso da função de filtragem reduzir a quantidade de informação, uma vez que os pontos de interesse não são distribuídos de forma uniforme pelo mapa, existe frequentemente resultados próximos geograficamente. Para resolver o problema, é feita uma combinação entre a filtragem e a aplicação dos operadores de generalização, resolvendo, desta forma, a sobreposição de símbolos. Em [18] é apresentada uma avaliação que permitiu concluir que esta combinação, além de resolver o problema das sobreposições, obteve uma avaliação positiva por parte dos utilizadores.

Um outro factor importante é a utilização da simbologia mais adequada. Não basta apresentar informação relevante, é também necessário que esta seja apresentada de uma forma que permita ao utilizador compreender o seu significado. No trabalho de Nivala foram criados diferentes conjuntos de símbolos que adaptam a visualização de acordo com a idade do utilizador, língua, actividade, hora e altura do ano [2]. Outra forma de adaptação consiste em realçar objectos que sejam considerados relevantes para o utilizador. Em [13] são descritos modos de enfatizar visualmente uma representação.

De forma a auxiliar o utilizador na descoberta de informação relevante que não esteja visível no ecrã do dispositivo, têm sido propostas algumas técnicas para a sinalização destes objectos. Em [19] são analisadas e comparadas três técnicas diferentes (“Halo”, “Scaled-Arrows” e “Stretched-Arrows”). Em [20] e [21] são descritas duas outras técnicas, CityLights e Wedge, respectivamente, cujo objectivo é mostrar correctamente os objectos posicionados fora do ecrã. Outras opções para mostrar áreas mais vastas são utilizam técnicas de foco + contexto. As mais comuns [22] e [23] são variações das vistas de olho de peixe de Furnas [11].

Uma área que se está a tornar importante com o desenvolvimento das capacidades gráficas dos dispositivos é a apresentação e interacção com mapas tridimensionais. Este tipo de apresentação pode ser importante em situações em que o utilizador esteja em movimento, ou para representar de forma mais realista aquilo que o rodeia. Alguns exemplos de sistemas que apresentam a informação deste modo estão descritos em [24], [25], [26].

A utilização de técnicas de realidade aumentada, é outra forma de dar ao utilizador uma visualização mais realista do seu ambiente envolvente [27].

### **4.3 Interacção**

Outro objecto de adaptação é o modo como se interage com a aplicação. A utilização de diferentes paradigmas de interacção é, actualmente, uma área importante de investigação. A utilização de um ponteiro num ecrã de dimensões reduzidas, apesar de fiável em tarefas de selecção e manipulação de objectos, requer o uso de ambas as mãos e implica um maior esforço cognitivo no utilizador [28]. A utilização de técnicas que permitam utilizar o dispositivo apenas com uma mão, ou a utilização de sensores físicos, podem simplificar as interacções, especialmente em situações onde o uso de ambas as mãos é impossível. Em [29] são apresentadas as técnicas AppLens e LaunchTile que permitem a utilização de apenas uma mão.

Actualmente é comum que os dispositivos móveis estejam equipados com uma câmara digital, permitindo diversas possibilidades de interacção com o dispositivo [30]. Esta característica foi utilizada em trabalhos recentes que exploram algoritmos de visão para melhorar a interacção [31], [32].

Em [33] e [27] são descritas e avaliadas diversas técnicas para interagir com mapas em dispositivos móveis. Em [34] são comparadas três alternativas para efectuar uma operação de rotação do mapa que o utilizador está a visualizar: rotação física do dispositivo nas mãos do utilizador, rotação digital através dos botões do dispositivo, ou utilização de uma bússola digital para rodar automaticamente o mapa.

Outro problema que existe em ecrãs de pequena dimensão é a frequente presença de elementos que estão demasiado próximos para permitir uma selecção fácil. Em [35] é apresentado o algoritmo Starbust que liga objectos próximos aos extremos do ecrã, produzindo áreas de selecção de dimensão razoável. A técnica de selecção Escape [36] permite ao utilizador pressionar uma zona com diversos símbolos próximos e seleccionar um deles movimentando o dedo na direcção indicada no próprio símbolo. No caso da técnica Shift [37], quando o utilizador tenta seleccionar uma zona com vários símbolos, essa zona é apresentada ampliada, permitindo uma selecção mais fácil.

## 5 Conclusão e Trabalho Futuro

Neste artigo foram identificadas as diferentes dimensões de contexto existentes num ambiente móvel e foram também descritos e categorizados os diferentes objectos de adaptação existentes, e os correspondentes métodos de adaptação. Como trabalho futuro temos a considerar duas vertentes: a exploração de métodos de adaptação da visualização e a criação de uma *framework* para a visualização adaptativa em contextos móveis.

No que diz respeito aos métodos de adaptação da visualização interessa-nos alargar as técnicas exploradas no sistema MoViSys [15]. Neste sistema é feita uma adaptação da apresentação de informação de acordo com a localização do utilizador e das suas preferências. No entanto, a exploração e adaptação das técnicas de visualização de informação para dispositivos móveis, devem reflectir a utilização de outros contextos. Como exemplos de técnicas em estudo temos a variação de simbologia, a identificação de pontos relevantes que se encontrem fora da área visível e a exploração de técnicas de realidade aumentada que incorporem informação de posição e orientação do utilizador.

A existência de uma grande diversidade de contextos, muito heterogéneos, com diferentes modos de obtenção, e associados a objectos de adaptação e técnicas de visualização adaptativa muito distintas, sugere a necessidade da existência de uma *framework* que realize a adaptação de visualização de acordo com os contextos. Nos trabalhos de Reichenbacher [13], [1] e de Cai et al. [3] são propostas *frameworks* para visualização adaptativa em dispositivos móveis. No entanto, estas aproximações podem ainda ser melhoradas em alguns aspectos. O modelo de contexto deverá ser refinado, nomeadamente a modelação das relações entre diferentes dimensões de contexto. Do mesmo modo, é fundamental saber antecipadamente as necessidades e actividades dos utilizadores [8], [38]. É assim essencial identificar um modelo do utilizador e das tarefas em ambiente móvel que seja incluído na *framework* de visualização adaptativa.

## 6 Agradecimentos

O trabalho apresentado neste artigo é baseado em investigação financiada pela FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia), através do projecto PTDC/EIA/69765/2006, pela bolsa de investigação SFRH/BD/46546/2008, e através do Programa de Financiamento Plurianual.

## 7 Bibliografia

1. Reichenbacher, T.: Mobile Usage and Adaptive Visualization. In: Encyclopedia of GIS. Part 16. Heidelberg: Springer Verlag, pp 677-682, 2008.
2. Nivala, A. -M., Sarjakoski, L. T.: User Aspects of Adaptive Visualization for Mobile Maps. Cartography and Geographic Information Science, Towards Ubiquitous Cartography, 34(4), pp. 275-284, 2007.
3. Cai, G., Xue, Y.: Activity-oriented Context-aware Adaptation Assisting Mobile Geo-Spatial Activities. In: Proceedings of the 11th IUI, pp. 354-356, 2006.
4. Schilit, B., Adams, N. and Want, R.: Context-aware computing applications. In: Proceedings of IEEE WMCSA, Santa Cruz, California, pp. 85-90, 1994.
5. Chen, G. and Kotz, D. A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research.: Technical Report, Dept. of Computer Science, Dartmouth College, 2000.
6. Nivala, A. -M., Sarjakoski, L. T.: Need for Context-Aware Topographic Maps in Mobile Devices. In: Proceedings of ScanGIS'2003, pp. 15-29, 2003.
7. Predic, B., Stojanovic, D., Djordjevic-Kajan, S.: Developing Context-Aware Support in Mobile GIS Framework. In: 9<sup>th</sup> AGILE Conference, 2006.
8. Huang, H., Gartner, G.: Using Activity Theory to Identify Relevant Context Parameters. In: Location Based Services and TeleCartography II, From Sensor Fusion to Context Models, Springer-Verlag, pp 35-45, 2009.
9. Google Latitude, <http://www.google.com/latitude/>
10. TomTom Navigator, <http://www.tomtom.com>
11. Furnas, G.W.: Generalized Fisheye Views. In: CHI'86, pp 16-23, 1986
12. Keim, D. A., Kriegel, H. -P.: VisDB: Database Exploration Using Multidimensional Visualization. In: Computer Graphics and Applications, IEEE, 14(5), pp. 40 - 49, 1994.
13. Reichenbacher, T.: Mobile Cartography - Adaptive Visualization of Geographic Information on Mobile Devices. PhD Thesis. Verlag Dr. Hut, München, 2004.
14. Burigat, S., Chittaro, L.: Interactive Visual Analysis of Geographic Data on Mobile Devices based on Dynamic Queries. In: Journal of Visual Languages and Computing, 19(1) pp. 99-122, 2008.
15. Carmo, M. B., Afonso, A. P., Pombinho, P., Vaz, A.: MoViSys – A Visualization System for Mobile Devices. In: Proceedings of Visual 2008, LNCS 5188, pp. 167-178, 2008.
16. Edwardes, A., Burghardt, D., Weibel, R.: Portrayal and Generalisation of Point Maps for Mobile Information Services. In: Map-based Mobile Services Theories, Methods and Implementations, pp. 11-30, 2005.
17. Woodruff, A., Landay, J., Stonebraker, M.: Constant Information Density Visualizations of Non-Uniform Distributions of Data. In: Proceedings of the UIST '98, pp. 19-28, 1998.
18. Pombinho, P., Carmo, M. B., Afonso, A. P.: Evaluation of Overcluttering Prevention Techniques for Mobile Devices. In: IV 2009, 2009 (submissão aceite)

19. Burigat, S., Chittaro, L., Gabrielli, S.: Visualizing Locations of Off-Screen Objects on Mobile Devices: A Comparative Evaluation of Three Approaches. In: Proceedings of the MOBILE HCI 2006.
20. Zellweger, P., Mackinlay, J., Good, L., Stefik, M., Baudisch, P.: City Lights: Contextual Views in Minimal Space. In: Proceedings of CHI 2003.
21. Gustafson, S., Baudisch, P., Gutwin, C., Irani, P.: Wedge: Clutter-Free Visualization of Off-Screen Locations. In: Proceedings of CHI 2008, 2008.
22. Rauschenbach, U., Jeschke, S., Schumann, H.: General Rectangular Fisheye Views for 2D Graphics. In: Computer and Graphics, 25 (4), pp 609-617, 2001.
23. Harrie, L., Sarjakoski, L.T., Lehto, L.: A Mapping Function for Variable-Scale Maps in Small-Display Cartography. In: Journal of Geospatial engineering 2(3), pp 111-123, 2002.
24. Hatchet, M., Pouderoux, J., Knödel, S., Guitton, P.: 3D Panorama Service on Mobile Device for Hiking. In: Proceeding of the CHI 2007 Workshop on Mobile Spatial Interaction, 2007.
25. Burigat, S., Chittaro, L.: Location-Aware Visualization of VRML Models in GPS-based Mobile Guides. In: Proceedings of Web3D, 2005.
26. Chittaro, L., Nadalutti, D.: Presenting Evacuation Instructions on Mobile Devices by Means of Location-Aware 3D Virtual Environments. In: Proceedings of MOBILE HCI 2008.
27. Rohs, M., Schöning, J., Raubal, M., Essl, G., Krüger, A.: Map Navigation with Mobile Devices: Virtual versus Physical Movement with and without Visual Context. In: Proceedings of the 9<sup>th</sup> ICMI, 2007.
28. Nichols, S.: New Interfaces at the Touch of a Fingertip. In: Computer, 40(8), pp. 12-15, 2007.
29. Karlson, A., Bederson, B., Sangiovanni, J.: AppLens and LaunchTile: Two Designs for One-Handed Thumb Use on Small Devices. In: Proceedings of the SIGCHI05, pp. 201-210, 2005.
30. Capin, T., Pulli, K., Akenine-Möller, T.: The State of the Art in Mobile Graphics Research. In: IEEE Computer Graphics and Applications, 28(4), pp. 74-84, 2008.
31. Haro, A., Mori, K., Capin, T., Wilkinson, S.: Mobile Camera-Based User Interaction, In: IEEE ICCV 2005 Workshop on HCI, pp 79-89, 2005
32. Hannuksela, J., Sangi, P., Heikkilä, J.: Vision-Based Motion Estimation for Interaction with Mobile Devices. In: Computer Vision and Image Understanding, 108(1-2), pp 188-195, 2007
33. Burigat, S., Chittaro, L., Gabrielli, S.: Navigation Techniques for Small-Screen Devices: an Evaluation on Maps and Web Pages. In: International Journal of Human-Computer Studies, 66(2), pp. 78-97, 2008.
34. Seager, W., Fraser, D. S.: Comparing Physical, automatic and manual map rotation for pedestrian navigation. In: Proceedings of CHI 2007, pp. 767-776, 2007.
35. Baudisch, P., Zotov, A., Cutrell, E., Hinckley, K.: Starbust: a Target Expansion Algorithm for Non-Uniform Target Distributions. In: Proceedings of AVI, 2008.
36. Yatani, K., Partridge, K., Bern, M., Newman, M.: Escape: A Target Selection Technique Using Visually-Cued Gestures. In: Proceedings of the CHI 2008, 2008.
37. Vogel, D., Baudisch, P.: Shift: A Technique for Operating Pen-Based Interfaces Using Touch. In: Proceedings of CHI 2007.
38. Nivala, A.-M., Sarjakoski, T., Laakso, K., Itäranta, J., Kettunen, P.: User Requirements for Location-Based Services to Support Hiking Activities. In: Location Based Services and TeleCartography II, From Sensor Fusion to Context Models, Springer-Verlag, pp. 167-184, 2009.