

DetiGuide: Interagindo com um ecrã de grandes dimensões através de um dispositivo móvel

Rui Palha

Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática (DETI), Universidade de Aveiro
ruipalha@ua.pt

Paulo Dias
IEETA – Universidade de Aveiro
paulo.dias@ua.pt

Rui A. Costa
Ubiwhere Lda
rcosta@ubiwhere.com

Beatriz Sousa Santos
IEETA – Universidade de Aveiro
bss@ua.pt

Sumário

A interacção com sistemas multimédia interiores ou exteriores baseados em ecrãs de grandes dimensões ainda tem limitações e problemas a ser superados. Os mais recentes dispositivos móveis, equipados com sensores (tais como acelerómetros, bússolas e ecrãs sensíveis ao toque), podem ser uma alternativa para interagir com estes ecrãs já que esta solução não implica *hardware* adicional (o utilizador pode usar o seu próprio telemóvel).

Neste trabalho apresentamos as diferentes opções e os passos que levaram à criação do DetiGuide: um guia informático para o Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro que permite aos utilizadores interagir com a informação apresentada num ecrã instalado no átrio do departamento através de um dispositivo móvel *Android*. O principal objectivo deste protótipo é estudar o uso de dispositivos móveis para interagir com ecrãs de grandes dimensões.

Palavras-chave

Computação Móvel, Ecrãs, Interacção Humano - Computador, *Android*

1. INTRODUÇÃO

Os mais recentes dispositivos móveis integram novas tecnologias que potenciam possibilidades de interacção com ecrãs de grandes dimensões. O objectivo deste trabalho é estudar e adaptar estas tecnologias (acelerómetros, bússolas digitais e ecrãs sensíveis ao toque) disponíveis nos mais recentes dispositivos móveis para encontrar novas formas de interacção. Foi desenvolvido o DetiGuide: um guia informático para o Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro que permite duas formas distintas de interacção aos utilizadores de modo a obter informações apresentadas num ecrã de grandes dimensões através de um dispositivo móvel *Android*. Ao longo deste artigo são introduzidos alguns projectos de investigação relacionados com o trabalho realizado, a apresentação de um estudo comparativo da usabilidade das alternativas de interacção desenvolvidas, assim como as principais conclusões do trabalho realizado.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

Existem já alguns protótipos que utilizam dispositivos móveis para interagir com ecrãs de grandes dimensões. Alguns dos protótipos proporcionam diversas formas de interacção. Henze *et. al.* [Henze08] realizaram uma comparação experimental entre quatro técnicas de interacção

(*touching, pointing, scanning* e *user-mediated object interaction*), sendo recolhidos dados com utilizadores em diferentes cenários. Foram implementados quatro protótipos: um sistema de interacção móvel em ambientes inteligentes, um guia turístico móvel, um guia de museu móvel e um protótipo para a interacção com cartazes de publicidade móvel. Rukzio *et. al.* [Rukzio07] realizaram um estudo sobre a interacção dos dispositivos móveis com o mundo real. A utilização da câmara dos dispositivos móveis foi explorada por Ballagas *et. al.* [Ballagas05], que introduziram duas técnicas de interacção: *Point & Shoot* permite aos utilizadores seleccionar objectos utilizando códigos visuais para criar um sistema de coordenadas absoluto sobre a superfície da tela; *Sweep* permite a utilização de um dispositivo móvel como um rato óptico com vários graus de liberdade. Jiang *et. al.* [Jiang06] utilizam a câmara do dispositivo móvel para controlar o cursor de um ecrã. Erbad *et. al.* [Erbad08] desenvolveram o *MAGIC Broker*, uma ferramenta de interacção com o público, usado em ecrãs de grandes dimensões, permitindo a interacção com ecrãs por voz, enviando SMS ou utilizando um browser através do dispositivo móvel. Hardy *et. al.* [Hardy08, Hardy09] desenvolveram *Touch & Interact*, uma técnica de interacção em que um dispositivo móvel toca um ecrã em qualquer posição de modo a realizar selecções. Rahman *et. al.* [Rahman09] realizaram um estudo para tentar averiguar

as potencialidades do uso do acelerómetro para interacção nos dispositivos móveis.

A comunicação entre dispositivos móveis e ecrãs de grandes dimensões pode ser efectuada utilizando vários métodos de comunicação (infravermelhos, marcadores visuais, *Bluetooth* [Cheverst05], *GPRS*, etc.). O *C-Blink* [Miyaoku04], que é um marcador de luz e a técnica *Flashlight* [Shirazi09], que permite uma interacção detectando com uma câmara o flash do telemóvel, utilizam fontes luminosas para efectuar a comunicação.

A colaboração entre utilizadores é também um aspecto importante na interacção entre dispositivos móveis e ecrãs de grandes dimensões. Loregian *et. al.* [Loregian06] conceberam e implementaram um protótipo que permite a vários utilizadores em simultâneo interagir com um ecrã de grandes dimensões através de dispositivos móveis com comunicação infravermelhos. Zhong *et. al.* [Zhong09] desenvolveram o *Doodle Space*, uma aplicação interactiva desenvolvida para ecrãs de grandes dimensões que permite a vários utilizadores pintarem em conjunto utilizando a câmara de dispositivos móveis. Vajk *et. al.* [Vajk08] desenvolveram o *TiltRacer*, um jogo desenvolvido para ecrãs de grandes dimensões, que é controlado pelos sensores de movimentos de um telemóvel, e que permite a vários utilizadores jogar em simultâneo, através da comunicação *Bluetooth*. Leikas *et. al.* [Leikas06] conduziram um estudo sobre a interacção social na utilização de serviços multi-utilizadores em dispositivos móveis.

Através dos exemplos referidos, foi possível verificar que uma interacção entre dispositivos móveis e ecrãs de grandes dimensões é caracterizada pelas formas de interacção disponíveis, o tipo de comunicação implementado e o nível de interacção proporcionado aos utilizadores.

3. DETIGUIDE

O DetiGuide é uma aplicação baseada no *site* do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro. Foi desenvolvida para permitir o uso de um telemóvel *Android* para interagir em espaços públicos com um ecrã de grandes dimensões e obter informações variadas (localizações, contactos, actividades). O principal objectivo deste protótipo é testar diferentes formas de interacção possíveis com uma configuração incluindo um telemóvel *Android* e um ecrã de grandes dimensões controlado por um computador, como ilustrado na Figura 1.

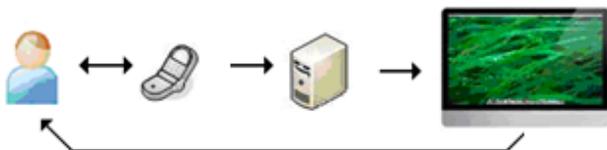


Figura 1 - Elementos da configuração usada na DetiGuide e comunicação entre estes e o utilizador.

O DetiGuide proporciona dois modos de interacção: navegação através das páginas seleccionando uma das quatro setas esquerda/direita/cima/baixo (ver Figura 2) e

selecção (por exemplo seleccionar um nome na página da lista de contactos). Um menu e dois botões virtuais são disponibilizados no ecrã do telemóvel para comutar entre os dois modos e para as duas operações principais: Selecção e *Home*. O DetiGuide pode ser configurado para usar como dispositivo de entrada tanto o acelerómetro/bússola digital ou o ecrã sensível ao toque de acordo com os seguintes movimentos:

- Acelerómetro/Bússola Digital: a navegação é feita rodando o dispositivo móvel para cima, baixo, esquerda ou direita para se deslocar para a página correspondente. A selecção é feita usando a metáfora de uma bola sobre um plano que se move de acordo com a gravidade e a inclinação do telemóvel: pequenos movimentos do dispositivo móvel resultam em movimentos do cursor no ecrã;



Figura 2 - Navegação entre páginas movendo o telemóvel: rodar para a esquerda, direita, cima e baixo irá seleccionar a página correspondente.

- Ecrã sensível ao toque: para navegar entre as páginas, o utilizador move o dedo na direcção correspondente. A selecção é feita usando o ecrã para mover o cursor de uma forma similar ao *touchpad* de um computador portátil, mas apenas utilizando a posição inicial do dedo no ecrã e a última posição antes de levantar o dedo do ecrã, devido a limitações do dispositivo móvel.



Figura 3 - Selecção de itens utilizando o ecrã como um touchpad.

As figuras 2 e 3 mostram um utilizador no modo de navegação usando o acelerómetro e a bússola digital e no modo de selecção usando o ecrã sensível ao toque, respectivamente. Os botões virtuais mencionados acima podem ser vistos no ecrã do dispositivo móvel.

A figura 4 mostra alguns dos menus que compunham a aplicação *Android* que controla o *DetiGuide*.

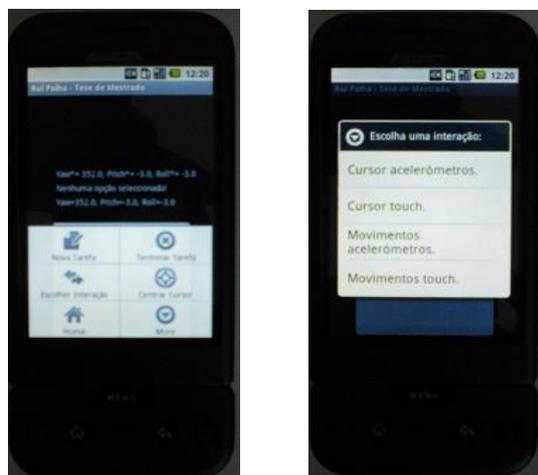


Figura 4 - Imagens da aplicação *Android* que controla o *DetiGuide*: menu principal (esquerda) e menu de escolhas de interações (direita).

4. FERRAMENTAS UTILIZADAS

O sistema operativo móvel utilizado é o *Android*, visto pela comunidade científica como umas das mais promissoras tecnologias emergentes na área da computação móvel [Speckmann08]. A flexibilidade é a sua maior vantagem, já que é uma plataforma móvel *open-source* totalmente personalizável. Neste trabalho, foi usada a versão 1.6 do *Android*, a versão mais recente disponível no início do trabalho.

O desenvolvimento foi feito em diferentes fases. Em primeiro lugar, uma simples demonstração foi criada para sincronizar o movimento do dispositivo móvel com um paralelepípedo mostrado no ecrã. Num segunda fase, um jogo mais complexo foi desenvolvido, que consistia em controlar uma bola através de movimentos feito com o dispositivo móvel (Figura 5).



Figura 5 - Sincronização entre o dispositivo móvel e um paralelepípedo (esquerda); jogo (direita).

Esta demonstração usa os dados do acelerómetro para controlar a bola e os dados da bússola digital para torná-lo independente da orientação do dispositivo. Estes protótipos, usados para compreender as capacidades dos sensores e os protocolos de comunicação, conduziram ao protótipo final do *DetiGuide*.

O dispositivo móvel utilizado foi o *HTC Dream*, o primeiro dispositivo móvel a incluir o sistema operativo *Android*. É equipado com um acelerómetro de três eixos (*Bosch Sensortec BMA150*, com uma taxa de actualização de 3 kHz) e uma bússola digital de três eixos (*Asahi Kasei AK8973*). Relativamente às comunicações, o telemóvel disponibiliza 3G, Wi-Fi e *Bluetooth*. Pelo facto do *Bluetooth* não estar totalmente implementado no sistema operativo utilizado, a comunicação foi implementada através da arquitectura cliente-servidor. Inicialmente, foi testado o protocolo TCP/IP; no entanto, após testes iniciais, verificou-se que este protocolo não era o mais adequado, já que as suas características causavam atrasos significativos. Este problema foi resolvido com a utilização do protocolo UDP, resultando numa comunicação mais rápida e melhorada.

Para o desenvolvimento de *software* foram utilizados dois emuladores para facilitar a programação sem usar o dispositivo real: *Android SDK*, um emulador de um dispositivo móvel *Android* e *Sensor Simulator* para simular os dados fornecidos pelo acelerómetro e bússola digital. Como linguagem de programação foi usado Java na plataforma móvel, a única linguagem disponível para *Android*. Java e C# foram seleccionados para desenvolver os protótipos que correram no computador ligado ao ecrã. Bibliotecas adicionais, como *VTK (Visualization Tool Kit)*, foram também usadas em alguns exemplos. As plataformas de desenvolvimento foram o *Eclipse* e o *Visual Studio 2008*.

5. TESTES COM UTILIZADORES

De modo a validar as opções feitas e avaliar as interações disponíveis no *DetiGuide*, foram realizados testes com utilizadores. Foi elaborada uma lista de tarefas para observar a forma como o utilizador reagia a cada uma delas. As tarefas foram escolhidas com base na importância que desempenham no contexto do *DetiGuide*. As quatro tarefas utilizadas, perguntas cujas respostas podiam ser encontradas pesquisando o *DetiGuide*, eram as seguintes:

1. Em que ano foi fundado o Departamento?
2. Qual o telefone de contacto de um determinado docente?
3. Em que ano foi atribuído ao Instituto um dado estatuto?
4. Qual o código no Portal Académico de uma dada disciplina?

Duas das tarefas implicavam que o utilizador usasse apenas as interações com o acelerómetro/bússola digital, enquanto nas outras duas tarefas só poderia utilizar as interações com o ecrã sensível ao toque. Metade dos utilizadores utilizaram as duas formas de interacção

(touch e acelerómetro) numa dada ordem e a outra metade em ordem inversa para se poderem compensar e estudar eventuais possíveis efeitos de aprendizagem.

Enquanto na primeira e na terceira tarefa apenas era necessário a utilização do modo de navegação, a segunda e a quarta tarefa exigiam o uso do modo de navegação e de selecção. Na segunda tarefa era ainda necessária a utilização do *scroll* dado a lista de docentes não ser toda visível numa só página.

Os utilizadores não tiveram a possibilidade de experimentarem o sistema antes de efectuarem os testes, tendo sido efectuada uma demonstração das interacções disponíveis no início de cada teste. Esta decisão prendeu-se com o facto de tentar averiguar se existiu uma aprendizagem na utilização dos modos de interacção. No final dos testes, foi pedido aos utilizadores que respondessem a um questionário recolhendo a sua opinião quanto a alguns aspectos do DetiGuide. Também foram recolhidos dados pela própria aplicação, tais como o tempo total de cada tarefa e o número de erros por tarefa.

Os participantes nos testes foram sobretudo alunos, mas também professores. Foram realizados testes com um total de 51 utilizadores em 2 sessões, 26 na primeira sessão e 25 na segunda sessão, compreendidos numa faixa etária entre os 19 e 46 anos, com uma percentagem de 96% dos utilizadores do sexo masculino e 4% do sexo feminino. Esta amostra, embora não seja representativa do público em geral, é muito representativa dos possíveis utilizadores do DetiGuide. Os testes realizaram-se no átrio do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro no dia 20 de Abril e 24 de Maio de 2010. Foi utilizado um dos ecrãs disponíveis no local, um computador pessoal e um telemóvel *HTC Dream*. Na Figura 6 é possível visualizar um utilizador navegando no DetiGuide.



Figura 6 - Utilizador navegando no DetiGuide.

Para o registo do grau de dificuldade das tarefas observado pelo observador e indicado pelos utilizadores foram usadas escalas de *Lickert* de 5 níveis, com valores entre 1 e 5 (1 Muito Difícil e 5 Muito Fácil). Relativamente às formas de interacção, os utilizadores manifestaram a concordância ou discordância em relação às afirmações apresentadas, onde 1 representa Discordância Total e 5 Con-

cordância Total. O Grau de Satisfação dos Utilizadores na utilização de cada uma das formas de interacção foi indicado também com valores entre 1 e 5 (1 Nada Satisfeito e 5 Muito Satisfeito).

6. RESULTADOS OBTIDOS

Esta secção apresenta as principais conclusões dos testes com utilizadores realizados ao DetiGuide. Alguns utilizadores na primeira sessão de testes queixaram-se de que a selecção de itens no ecrã era pouco confortável devido ao tamanho reduzido do botão de selecção. Devido a este facto, o tamanho do botão de selecção foi aumentado da primeira para a segunda sessão de testes. Essa alteração teve influência nos resultados da segunda sessão de testes, comprovada pela diminuição do tempo das tarefas, em especial aquelas em que era necessário utilizar o botão de selecção (Tarefas 2 e 4), e também pela opinião dos utilizadores que atribuíram à Tarefa 4, uma das afectadas pelo tamanho do botão de selecção, um grau de dificuldade menor.

O tempo total e o grau de dificuldade das tarefas que foram afectadas na segunda sessão de testes por esta alteração, serão analisados separadamente dos da primeira sessão de testes, enquanto os que não foram afectados serão analisados em conjunto.

6.1 Número de Erros das Tarefas

O número de erros nas tarefas foi contabilizado partindo do princípio que um erro consiste em cada ecrã desnecessário visualizado para realização da tarefa. Com base na Figura 7, podemos verificar que os utilizadores realizaram um maior número de erros utilizando o acelerómetro/bússola digital do que com o ecrã sensível ao toque, com excepção da Tarefa 2, o que reforça a ideia de que os utilizadores tiveram maiores dificuldades utilizando o acelerómetro/bússola digital. Podemos constatar também que foi efectuado um número menor de erros na realização da tarefa 2 usando o acelerómetro/bússola digital do que na tarefa 1, apesar da tarefa 2 possuir um grau mais elevado de dificuldade, o que sugere que houve uma rápida aprendizagem por parte dos utilizadores na utilização da interacção através do acelerómetro/bússola digital. Este facto poderá ser justificado por esta tarefa ser bastante intuitiva.

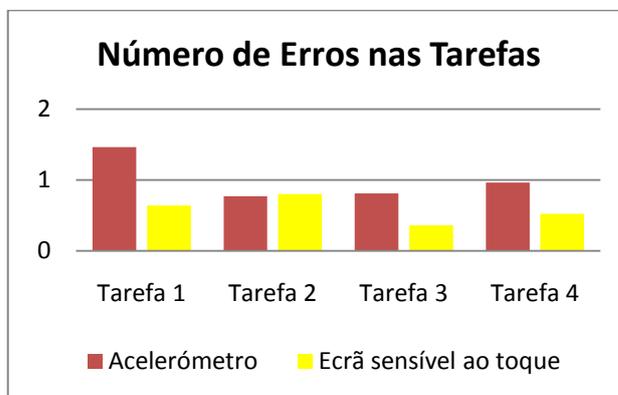


Figura 7 - Número de erros nas tarefas dos testes com utilizadores.

6.2 Análise do Tempo das Tarefas

O tempo total das tarefas refere-se ao tempo desde que o utilizador saiu da página inicial do DetiGuide até ao instante em que chegou à página que continha a informação necessária para responder à pergunta. Com base nas Figuras 8 e 9, podemos verificar que as tarefas 2 e 4 levaram mais tempo em média em relação às tarefas 1 e 3, tal como era esperado, pois implicavam navegação e selecção. A tarefa 2 foi a mais demorada pois além de ser necessária a utilização do modo de navegação e selecção como na tarefa 4, era também necessário o uso do *scroll*. Os utilizadores demoraram mais tempo a executar as tarefas com o acelerómetro/bússola digital do que com o ecrã sensível ao toque, com excepção da tarefa 4, o que sugere que os utilizadores tiveram maiores dificuldades na utilização do acelerómetro/bússola digital. Da primeira para a segunda sessão de testes, verifica-se uma ligeira diminuição do tempo médio total das tarefas, sobretudo na tarefa 2.

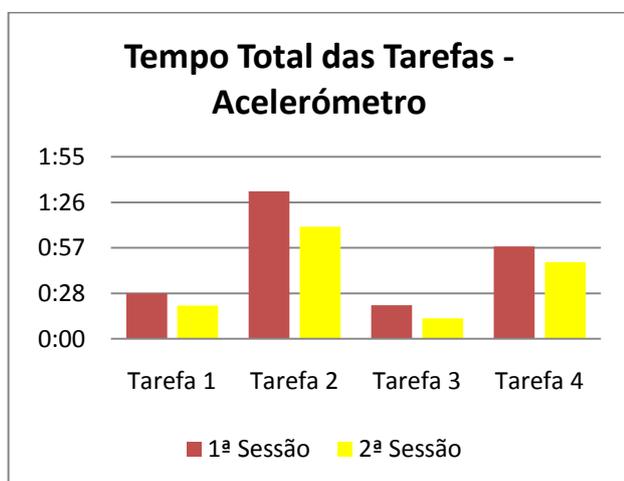


Figura 8 - Tempo médio das tarefas nos testes com utilizadores utilizando a interacção através do acelerómetro/bússola digital.

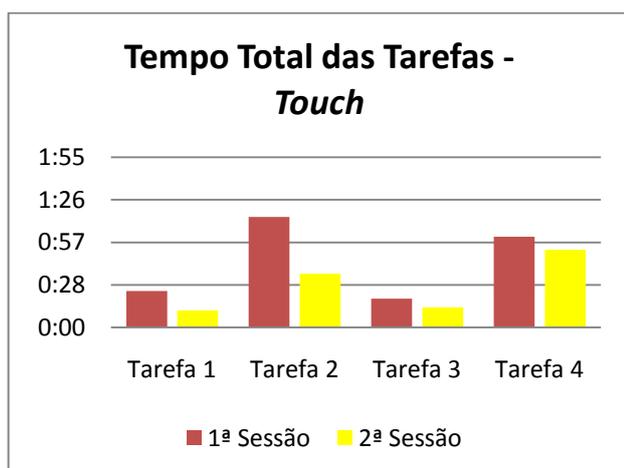


Figura 9 - Tempo médio das tarefas nos testes com utilizadores utilizando a interacção através do ecrã sensível ao toque.

6.3 Grau de Dificuldade das Tarefas

Como referido, cada utilizador indicava no final de cada tarefa o grau de dificuldade. Com base nas Figuras 10 e 11, podemos verificar que as tarefas 2 e 4 foram consideradas mais difíceis do que as tarefas 1 e 3, como era esperado. Os utilizadores acharam a primeira tarefa mais fácil através do ecrã sensível ao toque e na tarefa 3 o nível de dificuldade experimentado pelos utilizadores foi o mesmo em ambas as interacções. Relativamente à tarefa 2 os utilizadores acharam que na primeira sessão de testes o nível de dificuldade foi maior através da interacção com o acelerómetro/bússola digital, e na segunda sessão de testes o nível de dificuldade experimentado pelos utilizadores foi o mesmo. Na tarefa 4 os utilizadores acharam que foi mais fácil a interacção através do acelerómetro/bússola digital.

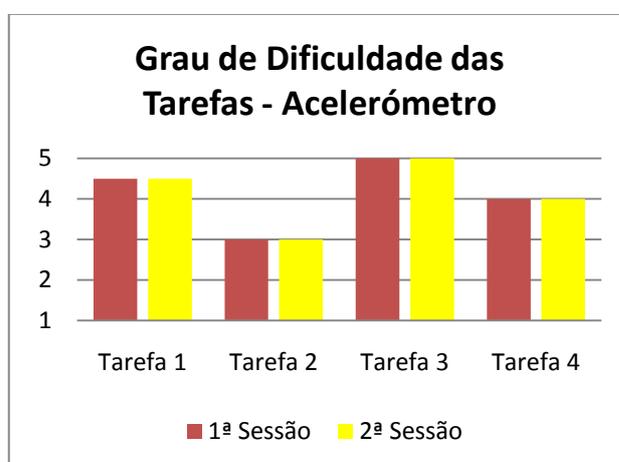


Figura 10 - Grau de dificuldade das tarefas nos testes com utilizadores utilizando a interacção através do acelerómetro/bússola digital.

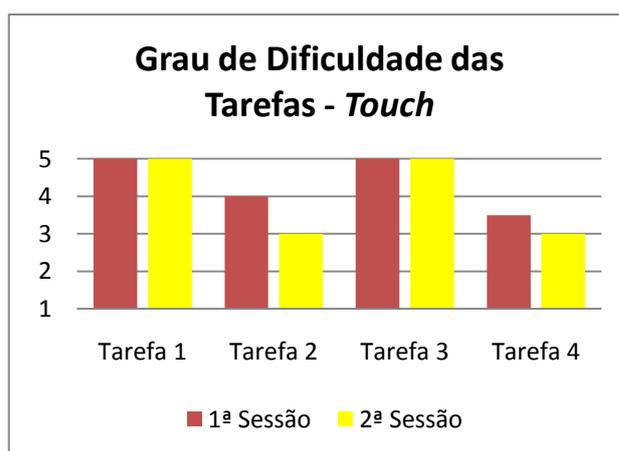


Figura 11 - Grau de dificuldade das tarefas nos testes com utilizadores utilizando a interacção através do ecrã sensível ao toque.

6.4 Opinião dos Utilizadores

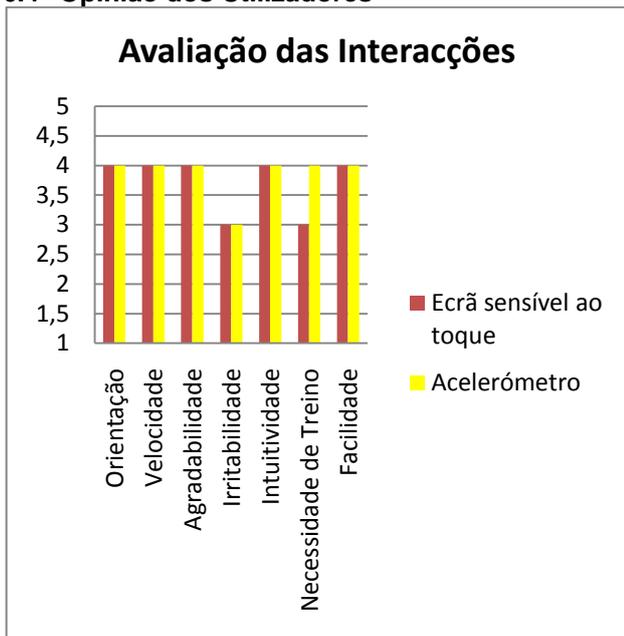


Figura 7 - Resultados dos questionários dos utilizadores após a realização dos testes.

A Figura 12 sugere que os utilizadores acharam que as duas formas de interação disponíveis eram bastante usáveis e equilibradas entre si. É de realçar o facto de os utilizadores acreditarem que a interação através do acelerómetro/bússola digital necessitar de mais treino do que com o ecrã sensível ao toque, o que parece natural visto que a utilização do acelerómetro/bússola digital é ainda pouco explorada, enquanto o ecrã sensível ao toque é uma tecnologia bastante divulgada no mercado de dispositivos móveis.

6.5 Satisfação e Preferência dos Utilizadores

Os utilizadores consideraram as duas formas de interação disponíveis equilibradas em termos de satisfação, assim como ambas apresentaram uma boa usabilidade. Apesar de equilibrados, a interação através do ecrã sensível ao toque foi a preferida dos utilizadores, com 27 utilizadores a preferirem esta interação contra 24 que preferiram o acelerómetro/bússola digital. Esta conclusão justifica-se já que os utilizadores cometeram um maior número de erros e demoraram mais tempo para realizar as tarefas com o acelerómetro/bússola digital.

6.6 Discussão

As aplicações desenvolvidas ao longo deste projecto foram o controlo de um paralelepípedo, um jogo e o *DetiGuide*. Todas estas aplicações são controladas através dos movimentos efectuados com o dispositivo móvel *Android*. O controlo do paralelepípedo permitiu aprender a usar e a aceder aos diversos sensores do dispositivo móvel utilizado, e também testar a arquitectura de comunicação implementada, especificamente quanto à sua velocidade e a fiabilidade. Numa fase posterior, a criação do jogo teve como objectivo testar o potencial do acele-

rómetro para interação. Por último, o propósito do *DetiGuide* foi testar diferentes formas de interação possíveis usando um dispositivo móvel.

Numa segunda fase, o desenvolvimento da plataforma *DetiGuide* permitiu desenvolver um protótipo facilmente adaptável para uma utilização em locais públicos.

Dos testes com utilizadores ao *DetiGuide*, foram retiradas algumas conclusões, fundamentadas tanto pela análise dos dados recolhidos como pela opinião dos utilizadores. As principais conclusões foram as seguintes:

- A interação através do ecrã sensível ao toque causou alguma irritabilidade junto dos utilizadores pelo facto de este sistema não ter um comportamento similar ao de um *touchpad* de um computador portátil. Esta interação apenas utilizava a posição inicial do dedo no ecrã e a última posição antes de levantar o dedo do ecrã. Devido a limitações do dispositivo, não foi possível alterar esta característica do sistema;
- O movimento efectuado com o telemóvel durante a interação através do acelerómetro/bússola digital possuía o eixo vertical invertido, o que foi considerado pouco intuitivo por parte de alguns utilizadores, já que é necessário deslocar o telemóvel para baixo para seleccionar uma opção na parte de cima do ecrã e vice-versa. Contudo, analisando os resultados dos testes, a maioria, 63%, concordou com a atribuição efectuada aos movimentos;
- Na primeira sessão de testes, quando foi utilizada a opção de selecção com o acelerómetro/bússola digital, o controlo do cursor foi considerado pouco confortável por parte de alguns utilizadores, devido ao tamanho reduzido do botão de selecção. Na segunda sessão de testes, o botão de selecção foi aumentado, passando a ocupar cerca de metade do ecrã do telemóvel. Apesar do tempo total das tarefas ter diminuído nas tarefas afectadas pela utilização do botão de selecção, o espaço para manipulação da interação através do ecrã sensível ao toque diminuiu consideravelmente. Apesar de ser esperado que esta alteração afectasse a opinião dos utilizadores em relação à irritabilidade e a agradabilidade, tal não se verificou;
- Na interação através do ecrã sensível ao toque, os utilizadores acharam que o cursor deveria permitir maior precisão do movimento. No entanto, devido ao espaço disponível no ecrã para efectuar esta interação, principalmente depois de aumentar o botão de selecção, o aumento da precisão iria aumentar consideravelmente o número de movimentos necessários que o utilizador teria de efectuar até conseguir atingir o item pretendido, o que levaria a uma maior irritabilidade por parte do utilizador, assim como o aumento do tempo total das tarefas.

Na medida em que o trabalho desenvolvido foi exploratório, algumas opções foram tomadas com base no tempo disponível para a sua implementação, como é o caso da plataforma escolhida para o DetiGuide, sendo à partida conhecida a sua pouca portabilidade.

7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Apresentou-se o DetiGuide, um protótipo desenvolvido para testar as potencialidades de utilização de um telemóvel *Android* para interacção com um ecrã de grandes dimensões num local público. Foram usadas duas formas de interacção que exploram o ecrã sensível ao tacto e o acelerómetro e bússola digital do telemóvel, tendo-se realizado testes com utilizadores.

Como referido, a sincronização do dispositivo móvel com o sólido e o desenvolvimento do jogo foram os primeiros passos dados no sentido de utilizar as capacidades dos sensores do telemóvel *Android*, assim como a comunicação entre o telemóvel e o ecrã. A principal conclusão a reter é que a escolha do protocolo usado para estabelecer a comunicação entre o telemóvel *Android* e o servidor do computador tem de ser cuidadosa devido ao facto de poder comprometer o desempenho do sistema.

Quanto à plataforma *Android*, apesar de necessitar de bastante tempo de aprendizagem, demonstrou o seu potencial durante a realização do trabalho desenvolvido, mostrando ser uma opção para dispositivo de entrada de um sistema multimédia interactivo.

Ao contrário do que se pensava inicialmente, a interacção através do acelerómetro/bússola digital superou bastante as expectativas, mostrando ser uma opção para interacção a utilizar em futuras aplicações. No entanto, a escolha das técnicas de interacção a usar tem que ser muito bem pensada, de acordo com as características das aplicações nas quais vão ser integradas. Terá que existir uma relação de compromisso entre os vários parâmetros a considerar, como o tamanho dos botões da interface e a adequação da sensibilidade dos sensores.

Existem alguns aspectos que poderão ser melhorados para aumentar a qualidade do software desenvolvido:

- Incluir na opção de selecção da interacção através do acelerómetro/bússola digital um movimento “inteligente” na vizinhança de *links*, que consiste em colocar o cursor a descrever uma trajectória automática na direcção do objecto mais próximo do movimento efectuado com o telemóvel;
- Realizar uma outra experiência com utilizadores, testando a precisão do acelerómetro e do ecrã sensível ao toque, de modo a tentar encontrar soluções para melhorar o controlo de cursor do DetiGuide através dos sensores do telemóvel. Para isso, poder-se-ia adaptar o jogo desenvolvido durante este projecto, de modo a que o movimento da bola também pudesse ser controlado com o ecrã sensível ao toque, e avaliar o desempenho do jogo comparando as duas formas de interacção;
- Tornar o DetiGuide uma plataforma portátil, de modo a facilitar a introdução da informação na aplicação, assim como torná-la acessível de qualquer local. Espera-se que novas versões sejam desenvolvidas utilizando plataformas Web, aumentando significativamente a portabilidade do sistema, podendo esta ser acedida de qualquer local com ligação à Internet e a partir de qualquer sistema operativo;
- De modo a aumentar a versatilidade da aplicação desenvolvida para *Android*, para utilizar a aplicação num local público, será necessário adaptar o software desenvolvido para as várias plataformas móveis que existem no mercado, podendo o sistema operativo do telemóvel ser detectado através de *Bluetooth*, aquando da transferência da aplicação para o telemóvel. Para esta situação, a utilização da versão mais recente do sistema operativo *Android*, versão 2.1, poderia permitir ao servidor da plataforma informar o portador do dispositivo móvel que pode descarregar uma aplicação para o seu telemóvel de modo a interagir com o ecrã.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à *Ubiwhere* Lda a cedência do dispositivo móvel e a disponibilidade demonstrada no acompanhamento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- [Ballagas05] Ballagas R., Rohs M., Sheridan J. (2005), 'Sweep and point and shoot: phonecam-based interactions for large public displays', *CHI'05 Extended Abstracts Human Factors in Computing Systems* (Portland, USA: ACM), pp. 1200-1203.
- [Cheverest05] Cheverest K., Dix A., Fitton D., Kray C., Rouncefield M., Sas C., Lagoudakis G., Sheridan J. (2005), 'Exploring bluetooth based mobile phone Interaction with the hermes photo display', *Proceedings of the 7th International Conference on Human Computer Interaction with mobile devices and services* (Salzburg, Austria: ACM), pp. 47-54.
- [Erbad08] Erbad A., Blackstock M., Friday A., Lea R., Al-Muhtadi J. (2008), 'MAGIC Broker: A Middleware Toolkit for Interactive Public Displays', *Proceedings of the Sixth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications* (IEEE Computer Society), pp. 509-514.
- [Hardy08] Hardy R., Rukzio E. (2008), 'Touch & Interact: Touch-based Interaction of Mobile Phones with Displays', *Proceedings of the 10th international conference on Human-Computer Interaction with mobile devices and services* (Amsterdam, The Netherlands: ACM), pp. 245-254.

- [Hardy09] Hardy R., Rukzio E., Wagner M., Paolucci M. (2009), 'Exploring Expressive NFC-Based Mobile Phone Interaction with Large Dynamic Displays', *Proceedings of the 2009 First international Workshop on Near Field Communication*, pp. 36-41.
- [Henze08] Henze N., Broll G., Rukzio E., Rohs M., Zimmermann A. (2008), 'Mobile Interaction with the real world', *Proceedings of the 10th international conference on Human-Computer Interaction with mobile devices and services* (Amsterdam, The Netherlands: ACM), pp. 563-565.
- [Jiang06] Jiang H., Ofek E., Moraveji N., Shi Y. (2006), 'Direct Pointer: Direct Manipulation for Large-Display Interaction using Handheld Cameras', *Proceedings of the SIGCHI conferece on Human Factors in computing systems* (Montréal, Canada: ACM), pp. 1107-1110.
- [Leikas06] Leikas J., Stromberg H., Ikonen V., Suomela R., Heinila J. (2006), 'Multi-User Mobile Applications and a Public Display: Novel Ways for Social Interaction', *Proceedings of the 4th Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications* (IEEE Computer Society), pp. 66-70.
- [Loregian06] Loregian M., De Michelis G., Martini P. (2006), 'Directional Interaction with Large Displays Using Mobile Phones', *Proceedings of the 4th annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops*, pp. 196-200.
- [Miyaku04] Miyaku K., Higashino S., Tonomura Y. (2004), 'C-blink: a hue-difference-based light signal marker for large screen interaction via any mobile terminal', *Proceedings of the 17th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (Santa Fe, USA: ACM), pp. 147-156.
- [Rahman09] Rahman M., Gustafson S., Irani P., Subramanian S. (2009), 'Tilt Techniques: Investigating the Dexterity of Wrist-based Input', *Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems* (Boston, USA: ACM), pp. 1943-1952.
- [Rukzio07] Rukzio, E. (2007), 'Physical Mobile Interactions: Mobile Devices as Pervasive Mediators for Interactions with the Real World, Ph.D. Thesis', (Ludwig-Maximilians-Universität München). pp. 11-12.
- [Shirazi09] Shirazi A., Winkler A., Schmidt A. (2009), 'Flashlight interaction: a study on mobile phone interaction techniques with large displays', *Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (Bonn, Germany: ACM), Article n°93.
- [Speckmann08] Speckmann, B. (2008), 'The Android mobile platform (Master Degree Thesis)', (Eastern Michigan University). pp. 16-38, 89.
- [Vajk08] Vajk T., Coulton P., Bamford W., Edwards R. (2008), 'Using a mobile phone as a "Wii-like" controller for playing games on a large public display', *International Journal of Computer Games Technology* (Hindawi Publishing Corp.), Article n°4.
- [Zhong09] Zhong Y., Li X., Fan M., Shi Y. (2009), 'Doodle space: painting on a public display by cam-phone', *Proceedings of the 2009 workshop on Ambient media computing* (Beijing, China: ACM), pp. 13-20.