

Acessibilidade Móvel: Soluções para Deficientes Visuais

Paulo Lagoá Hugo Nicolau Tiago Guerreiro Daniel Gonçalves Joaquim Jorge
Departamento de Engenharia Informática
INESC-ID/IST/Universidade Técnica de Lisboa
R. Alves Redol, 9, 1000-029 Lisboa, Portugal

plagoa@netcabo.pt, h.nicolau@gmail.com, tjvg@immi.inesc.pt, djvg@immi.inesc.pt, jaj@acm.org

Resumo

Os dispositivos móveis desempenham um papel importante na sociedade moderna. As suas funcionalidades vão além da simples comunicação, juntando agora um grande leque de funcionalidades, sejam elas de lazer ou de cariz profissional. A interação com estes dispositivos é visualmente exigente, dificultando ou impossibilitando os utilizadores invisuais de terem controlo sobre o seu dispositivo. Em particular, a introdução de texto, uma tarefa transversal a muitas aplicações, é de difícil realização, uma vez que depende do retorno visual, tanto do teclado, como do ecrã. Assim, através da utilização de novos sistemas de introdução de texto, que exploram as capacidades dos utilizadores invisuais, o sistema apresentado neste artigo oferece-lhes a possibilidade de operarem diferentes tipos de dispositivos. Para além dos telemóveis comuns, apresentamos também um método de interação em dispositivos com ecrãs tácteis. Estudos com utilizadores invisuais validaram as abordagens propostas para os vários dispositivos que suplantam os métodos tradicionais ao nível do desempenho, aprendizagem e satisfação do utilizador-alvo.

Palavras-Chave

Acessibilidade Móvel, Invisual, Introdução de Texto, Navegação, Braille, Avaliação.

1. INTRODUÇÃO

Actualmente, os dispositivos móveis são ferramentas utilizadas pela generalidade das pessoas, quer sejam crianças, adultos ou idosos, sendo também este uso transversal às várias classes sociais, económicas e laborais. Na verdade, os dispositivos móveis estão já de tal forma enraizados na nossa cultura que é difícil, apesar de serem dispositivos relativamente recentes, imaginarmos a sua inexistência. Hoje em dia, estes fazem parte do nosso quotidiano e são ferramentas praticamente indispensáveis no dia-a-dia. A comprová-lo, e segundo dados da Anacom, a taxa de penetração dos telemóveis em Portugal, no final de 2007, situava-se nos 127.1%, o que representa um valor de 13.45 milhões de subscritores de serviços de telefonia móvel [2], bem acima da média europeia (situada nos 107% pela mesma altura). A nível mundial, segundo a Informa, atingiu-se em Novembro de 2007 o impressionante número de 3.3 mil milhões de subscrições de serviços móveis, o que representa um valor de cerca de metade da população do planeta [5].

No que respeita aos serviços disponibilizados pelas operadoras móveis, destaca-se o serviço de mensagens escritas (SMS) que se afigura como o preferido dos utilizadores. O mesmo estudo da Anacom revelou que só

no quarto trimestre de 2007 foram enviadas 5.222.254.000 (cerca de 5.2 mil milhões) mensagens escritas em Portugal, uma média de 140 mensagens por mês e por pessoa [2]. Já em 2005, um estudo da MobileSoftSystems.com e da MultiDados revelou que 91% dos portugueses inquiridos referiram usar o serviço de SMS como forma regular de comunicação [10]. Actualmente, o serviço de SMS representa uma larga percentagem das comunicações móveis, um facto confirmado no estudo da Gartner que revela que só em 2007 foram enviadas 1.9 biliões de mensagens (1.9 milhões de milhões, ou 1.900.000.000.000 mensagens escritas) em todo o mundo, valor esse que a mesma Gartner prevê que suba para 2.3 biliões no ano de 2008 [6].

Seja a nível pessoal ou profissional, o telemóvel surge como uma ferramenta essencial no quotidiano das pessoas e permite que, para além das funcionalidades básicas de comunicação - fazer ou receber chamadas, enviar ou receber SMS -, as pessoas usufruam de um grande leque de outras funcionalidades que lhes permite gerir grandes quantidades de informação, por vezes de elevada importância. Essas funcionalidades englobam, por exemplo, a gestão de uma agenda de contactos, agenda de tarefas, anotações ou a recepção e envio de e-mails.

No entanto, estas funcionalidades são ainda (e cada vez

mais) exigentes a nível visual, seja na introdução de dados no dispositivo (ver o que se está a escrever, como se está a escrever e onde se está a escrever), seja ao nível do retorno de informação para o utilizador (informação disponível no ecrã como resultado das suas acções), ou mesmo na simples navegação pelos menus do sistema. Este facto cria um fosso entre esta tecnologia e os utilizadores com deficiência visual que, pelas suas limitações, se encontram impossibilitados de utilizar um dispositivo móvel na sua totalidade. Em Portugal, o número avançado pela ACAPO para a taxa de deficiência visual na população portuguesa é 9,16% [1], o que representa cerca de um milhão de portugueses com problemas de acesso ao seu telemóvel. De facto, os utilizadores invisuais têm grandes dificuldades em interagir com telemóveis e utilizar a generalidade das funcionalidades disponíveis (embora consigam realizar tarefas muito simples como marcar um número de telefone), pois estes não são desenhados considerando as necessidades e capacidades específicas destes utilizadores, não havendo assim qualquer forma de interacção que lhes seja especificamente orientada.

Concretamente, a introdução de dados no telemóvel é uma das tarefas que mais barreiras levanta perante o utilizador invisual; não tendo qualquer maneira de saber a distribuição das letras pelas teclas nem de saber o resultado das suas acções, o utilizador vê-se impossibilitado de realizar tarefas que necessitem de introduzir texto no telemóvel. O caso mais óbvio será o das SMS que, como foi referido anteriormente, é um dos serviços preferidos dos utilizadores. Aliás, encontram-se actualmente muitos serviços públicos apenas disponíveis por SMS (concursos televisivos, por exemplo). Mas não é o único caso; na verdade a introdução de texto é uma tarefa transversal à maioria das funcionalidades disponíveis num telemóvel, o que alarga ainda mais as dificuldades para o utilizador invisual. Estes problemas levam a que se alargue ainda mais a exclusão social a que estes utilizadores estão sujeitos.

Nos últimos anos, os dispositivos móveis têm sofrido ainda várias alterações ao nível do desenho e dimensão. Estas alterações culminam com os dispositivos com ecrãs tácteis, como o mediático iPhone. No entanto, voltando a olhar para o caso dos utilizadores invisuais, as barreiras de acesso a estes dispositivos são ainda maiores.

Neste artigo, apresentamos uma abordagem para eliminar os problemas referidos através do redesenho da interacção entre o utilizador e o dispositivo móvel, reduzindo a carga cognitiva associada à interacção actual e, simultaneamente, explorando e maximizando os canais de comunicação mais desenvolvidos. Com base em estudos com utilizadores foram definidas guias de desenho que permitiram a criação de um sistema que possibilita o uso de um dispositivo móvel, assim como as suas principais aplicações e funções.

Na secção 2 apresentamos os produtos que procuram fazer a ponte entre a população invisual e os dispositivos móveis enquanto na secção 3 são apresentados os estudos preliminares realizados com utilizadores, bem como as guias de desenho inferidas dos mesmos e a abordagem geral do sis-

tema. A secção 4 foca na introdução de texto e apresenta os três métodos desenvolvidos (NavTap, NavTouch e BrailleTap) e na secção 5 apresentamos os resultados obtidos na avaliação realizada com utilizadores invisuais bem como a comparação com um dos métodos mais utilizados nos telemóveis comuns.

2. TRABALHO RELACIONADO

Nos últimos anos, a área da acessibilidade, nomeadamente a área da deficiência visual, tem vindo a ser alvo de uma atenção cada vez mais acentuada por parte das grandes empresas e operadoras móveis. Estes produtos podem dividir-se em duas categorias: por um lado, existem soluções de hardware especificamente desenvolvidas para estes utilizadores que lhes disponibilizam funcionalidades habitualmente encontradas em telemóveis; por outro, soluções de software (baseadas em leitores de ecrã) que podem funcionar em dispositivos móveis comuns e substituem o suporte visual como forma de retorno de informação para o utilizador. Embora ambas as categorias apresentem vantagens para os utilizadores, na verdade, existem muitas limitações que tornam as soluções encontradas longe de óptimas.

Os dispositivos especialmente desenvolvidos para utilizadores invisuais, surgem como alternativa aos tradicionais telemóveis e PDAs, facultando ao utilizador as funcionalidades básicas comumente encontradas nesses aparelhos. Enquanto que alguns permitem apenas fazer e receber chamadas, outros abrem o leque de funcionalidades disponíveis e acrescentam ainda a possibilidade de enviar e receber SMS, gerir uma agenda de contactos ou fazer anotações. Usualmente, estes dispositivos aproveitam o conhecimento que muitos utilizadores invisuais têm do alfabeto Braille, como base para toda a camada de interacção. Assim, para introdução de dados, o utilizador recorre a um teclado Braille e toda a informação é-lhe devolvida através de um ecrã Braille e/ou através de síntese de fala. Alguns destes dispositivos permitem ainda a ligação (através de uma *docking station*, bluetooth, porta série ou infravermelhos) a um computador ou telemóvel podendo assim funcionar como meio de interacção entre o utilizador e o computador ou permitindo a sincronização de dados entre o computador e o dispositivo móvel. No entanto, estes aparelhos apresentam desvantagens notórias: por um lado são grandes e pesados (chegando aos 2Kg) o que se torna incomportável em cenários *on-the-move* (Figura 1); por outro lado, são bastante caros - atingindo valores de 4500 euros - tornando-se, assim, acessíveis apenas a um grupo restrito de utilizadores.

Ainda nos dispositivos especialmente orientados a utilizadores com deficiência visual, podemos encontrar abordagens diferentes das anteriormente apresentadas. Como exemplo destaquem-se o Samsung Touch Messenger [11] e o Spice Braille Phone [3], ambos com propósitos diferentes. O primeiro é um protótipo da Samsung que tem como funções únicas o envio e recepção de mensagens escritas. Baseia-se numa interface em Braille para interacção com o utilizador, onde existem 12 teclas que



Figura 1. Utilizador cego a utilizar um dispositivo móvel

compõem duas células Braille com que o utilizador escreve as suas mensagens (escrevendo caracteres Braille) e um ecrã Braille aliado a um sintetizador de fala, para retorno de informação. Já o Spice Braille Phone tem como função exclusiva a realização e recepção de chamadas. O seu propósito é atingir o maior número de deficientes visuais possível e para tal apresenta um convidativo preço de 20 dólares. A sua adaptação a invisuais limita-se à identificação de cada tecla em Braille e à possibilidade de o telefone identificar o número que está a ligar ao utilizador. Ambas as abordagens são obviamente limitadas essencialmente em termos de funcionalidades disponíveis.

Num âmbito totalmente diferente podemos encontrar os leitores de ecrãs, soluções que dão ao utilizador retorno sobre as suas acções substituindo assim a informação habitualmente dada de forma visual. No entanto, também esta solução se revela insuficiente, nomeadamente na escrita de texto no telemóvel (uma tarefa transversal a quase todas as aplicações), uma vez que sendo a informação dada à posteriori, o utilizador precisa de memorizar a distribuição das letras pelas teclas, aumentando a possibilidade da ocorrência de erros e consequente necessidade de recuperação dos mesmos.

3. ABORDAGEM

A contínua evolução dos telemóveis tem vindo a ser acompanhada de um crescente aumento do fosso entre estes dispositivos e os utilizadores invisuais, que sentem grandes dificuldades em utilizá-los. Este facto acentua a exclusão social a que estes utilizadores já estão sujeitos, seja em termos de relações pessoais, acesso a informação em geral ou mesmo em situações profissionais. Com o desenvolvimento de ecrãs Braille e sintetizadores de fala abriram-se novas oportunidades de integração social e profissional dos utilizadores com deficiência visual, que passaram a conseguir assim realizar tarefas que lhes estavam inacessíveis até então devido às suas limitações físicas. No entanto, os avanços tecnológicos tornaram as interfaces gráficas no paradigma dominante, o que se revelou um problema para os deficientes visuais que enfrentam novamente problemas de acessibilidade aos seus dispositivos

uma vez que os mecanismos auxiliares de que dispõem não são capazes de fornecer informação ao utilizador de forma satisfatória ou compreensível. Desenvolver interfaces orientadas a utilizadores invisuais obriga então a repensar paradigmas e a redesenhar a interacção. A multimodalidade abre novas portas para abordar este problema e desenvolver novos tipos de interfaces. Este tipo de soluções caracteriza-se pela utilização combinada de diferentes modos de interacção com o utilizador, como por exemplo, através de gestos ou som. Isto permite que os utilizadores possuam diferentes canais de comunicação com as aplicações, que assim têm um comportamento mais aproximado do paradigma de comunicação humana, e se tornam mais fáceis de aprender e utilizar.

O nosso trabalho foca-se em facultar a um utilizador invisual a capacidade de controlar um dispositivo móvel, neste caso um telemóvel comum, de forma fácil, eficiente e satisfatória. Consequentemente o utilizador terá a possibilidade de realizar tarefas que habitualmente lhe estão vedadas, que faz de forma arcaica ou com grande dificuldade. Por telemóvel comum, entenda-se que não se pretende recorrer a quaisquer adereços que sejam acoplados ao telemóvel, como sejam os teclados ou ecrãs Braille.

3.1. Estudos com Utilizadores

Em qualquer processo de desenvolvimento de um sistema, o ponto de arranque passa pela realização de alguns estudos preliminares que permitam recolher informação importante sobre os utilizadores e as suas práticas actuais para, em fase posterior, se proceder a um desenho que garanta que os objectivos serão alcançados. É necessário proceder a uma correcta análise de tarefas junto dos utilizadores que, por sua vez, irá originar um conjunto de requisitos para o sistema e de guias que deverão ser seguidas no desenho deste. Só dessa forma, e com um correcto envolvimento dos utilizadores durante todo o processo de desenvolvimento, se pode garantir que os requisitos serão cumpridos. Para identificar as necessidades e capacidades dos utilizadores e aferir das suas práticas correntes de utilização do seu telemóvel, foram entrevistados e observados vários utilizadores invisuais. Todos revelaram possuir telemóvel e utilizá-lo diariamente para fazer ou receber chamadas. Por outro lado, apenas cerca de metade revelou conseguir escrever mensagens e gerir contactos na agenda, fazendo-o através da utilização de leitores de ecrã. No entanto, mesmo estes mostraram enfrentar diversos problemas cometendo muitos erros e levando a cabo acções erradas sem que de tal facto se apercebam. Muitos utilizadores mostraram que, para poderem utilizar algumas das funcionalidades do seu telemóvel, utilizam estratégias limitadas, como pedir a alguém que lhes introduza alguns contactos na agenda do telemóvel memorizando de seguida a sua posição na lista. É relevante ainda notar que os utilizadores mais idosos, com pouco ou nenhum contacto prévio à cegueira com dispositivos móveis, mostram grandes dificuldades em utilizar a maioria das funcionalidades do seu telemóvel, mesmo recorrendo a leitores de ecrã, restringindo portanto a sua utilização à realização e

recepção de chamadas.

3.2. Guias de Desenho

A análise de tarefas realizada, permitiu recolher vários dados sobre a forma como os utilizadores interagem com o seu telemóvel, revelando vários problemas que os mesmos enfrentam. Considerando todos os problemas e restrições originados pelas limitações visuais destes utilizadores, definiu-se um conjunto de guias de desenho e considerações para o desenho de interfaces para utilizadores com deficiências visuais.

Comunicar através dos canais disponíveis Apesar do reduzido tamanho dos ecrãs e teclados dos dispositivos móveis, a interação com os mesmos ainda é altamente dependente do contacto visual. O retorno de informação ao utilizador é habitualmente oferecido no ecrã e a introdução de dados é também dependente de informação visual, nomeadamente no que respeita às funções das teclas e distribuição das letras pelas mesmas. Na verdade, a única informação disponível ao utilizador invisual neste aspecto é a marca presente na tecla '5', o que se revela, de qualquer forma, insuficiente já que ainda assim não há informação sobre a relação entre teclas e letras ou funcionalidades. Toda a informação que é normalmente dada ao utilizador de forma visual, deverá sê-lo também, através de canais de comunicação alternativos. O retorno oferecido pelos leitores de ecrã é insuficiente pois não providencia qualquer informação sobre a camada de introdução de dados, o que limita o seu sucesso.

Reduzir a carga cognitiva Um utilizador visualmente capaz com anos de experiência a escrever texto num telemóvel poderá ser capaz de escrever uma mensagem de texto sem olhar para o teclado. No entanto, mesmo o utilizador mais experiente olha esporadicamente para o ecrã para ter a certeza de que a mensagem está bem escrita. Mais a mais, este nível de experiência é conseguido através de um processo em que a informação está disponível de forma visual (seja no ecrã ou no teclado), o que elimina a necessidade de qualquer memorização reduzindo cenários de stress. Para conseguir verdadeira acessibilidade móvel para os utilizadores invisuais, é importante facultar as mesmas capacidades a estes utilizadores. Assim, a escrita de texto não deve depender da distribuição das letras pelo teclado uma vez que este facto requer memorização por parte do utilizador.

Focar nas capacidades adquiridas Além de ser importante reduzir a carga de informação visual, que está inacessível a estes utilizadores, é relevante explorar as suas outras capacidades, por vezes sobre-desenvolvidas. Focar em outros sentidos (tacto ou audição, por exemplo) e nas capacidades que os utilizadores invisuais possuem (como o conhecimento de Braille por exemplo), dá-nos a possibilidade e

oportunidade de suprimir as falhas que a informação meramente visual apresenta.

Minimizar os cenários de erro Apesar de os dispositivos móveis estarem banalizados, mesmo entre utilizadores invisuais, o seu uso por parte dos últimos é ainda mínimo. Facilmente encontramos um invisual que faça chamadas no seu telemóvel, mas será mais difícil vê-lo escrever uma mensagem de texto. Esta incapacidade está muitas vezes relacionada com as dificuldades no primeiro contacto com aplicações mais complexas (neste caso, a escrita de uma mensagem de texto versus fazer uma chamada). De facto, mesmo usando leitores de ecrã os utilizadores não têm ao seu dispor muita informação à priori o que leva a que cada toque numa tecla seja um possível erro com reconhecimento apenas posterior à acção, obrigando a que o utilizador recupere desse erro. No caso da escrita de uma mensagem de texto, o facto de o utilizador não saber em que tecla está uma determinada letra, obriga a que esteja constantemente a tentar adivinhá-la, cometendo demasiados erros o que pode levar a situações de desespero e simples desistência. Assim, é importante reduzir ao máximo as situações passíveis de levar a erro e fornecer informação que ajude o utilizador a saber sempre a consequência das suas acções, antes de efectivamente as levar a cabo. É importante também que o utilizador sinta que é ele quem tem o controlo da aplicação (e não o contrário) e que pode facilmente corrigir algum erro que aconteça.

Adaptar os processos de interação ao utilizador A crescente evolução nas tecnologias móveis levou a que seja agora possível ter ecrãs, que apesar de pequenos podem conter muita informação em simultâneo. Assim, facilmente encontramos aplicações que usam formulários complexos e com muitos campos para preencher (por exemplo, ao adicionar um contacto à agenda de contactos), o que aumenta as dificuldades de interação sem componente visual uma vez que não há qualquer informação quanto ao desenho do ecrã. Para o utilizador visualmente capaz, isto não apresenta qualquer problema, uma vez que se baseia nos padrões de cor para saber qual o campo que está a preencher, mas para o utilizador invisual tal não é possível. Mais uma vez, os leitores de ecrã não são suficientes para ultrapassar estas barreiras e é necessária haver uma adaptação dos processos de interação ao utilizador visualmente incapaz. Estes processos deverão apresentar a informação de forma estruturada e facilmente compreensível pelo utilizador.

Permitir e estimular a melhoria de desempenho

Embora a utilização bem sucedida de um telemóvel seja um objectivo importante, este não deverá ser o último. É importante fornecer ao utilizador mecanismos que facilitem não só a sua aprendizagem, como também o contínuo melhoramento do desempenho

na utilização do dispositivo. Assim, além de mecanismos que permitam acelerar a escrita de texto - por exemplo -, também é necessário facultar ao utilizador vários níveis de personalização do seu dispositivo, sem grandes restrições, de modo a que toda a utilização do mesmo seja o mais próxima possível daquilo que cada utilizador realmente deseja.

Disponibilidade e portabilidade do dispositivo Como vimos no Secção 2, existem diversos produtos no mercado desenhados especialmente para deficientes visuais. No entanto, por um lado estes produtos são demasiados caros e por outro são demasiado grandes e pesados para poderem ser considerados portáteis. Assim, é importante considerar adaptações dos telemóveis comuns através de software o que permite reduzir o impacto no custo dos mesmos, e devido ao imenso número de telemóveis existentes hoje, aproveitar a disponibilidade que os mesmos apresentam para o utilizador.

3.3. Arquitectura

Para oferecermos verdadeira acessibilidade móvel aos utilizadores invisuais, é necessário que, não só os dispositivos móveis sejam facilmente adquiridos, como que sejam de fácil e satisfatória utilização. Assim, com base nas necessidades e capacidades dos utilizadores e nas guias de desenho identificadas, desenhou-se um sistema multimodal que ataca os dois tipos de dispositivos móveis comuns no que respeita à interacção com o utilizador (dispositivos com um teclado de 12 teclas e dispositivos com ecrã táctil). Este não requer qualquer hardware adicional (como um teclado ou ecrã Braille) e permite ao utilizador controlar um leque variado de funcionalidades, como a agenda de contactos, as mensagens escritas ou a calculadora, e foi desenvolvido de acordo com as guias de desenho apresentadas anteriormente. Utiliza um sintetizador de fala para informar o utilizador do resultado das suas acções e fornecer ajuda em qualquer momento. Para interagir com as aplicações que requerem escrita de texto, o utilizador tem ao seu dispor vários sistemas de introdução de texto, além do habitual MultiTap: NavTap, NavTouch e BrailleTap. Todos os sistemas de introdução de texto funcionam em conjunto com um módulo de finalização automática de palavras (FAP) que sugere, mediante o pedido do utilizador, um leque de palavras possíveis de se escrever com o prefixo já introduzido pelo utilizador. Este módulo é atento ao contexto da tarefa que o utilizador realiza, uma vez que recorre a dicionários distintos para sugerir ao utilizador apenas palavras que interessem à tarefa que leva a cabo.

4. INTRODUÇÃO DE TEXTO

Um dos principais obstáculos que o utilizador invisual enfrenta aquando da utilização do seu telemóvel é certamente a escrita de texto, uma tarefa transversal a toda a utilização do dispositivo. Nesta tarefa, o grande problema centra-se na necessidade destes utilizadores memorizarem

a distribuição das letras pelas teclas. O tradicional método de MultiTap (em que o utilizador carrega repetidamente numa tecla para percorrer as letras a ela associadas, aceitando a selecção através de um tempo de espera ou pressionando qualquer outra tecla) que se pode encontrar na generalidade dos telemóveis é claramente desadequado a utilizadores com deficiência visual e, embora depois de muita experiência estes possam conseguir escrever texto recorrendo a este método, o mesmo revela-se altamente desmotivador numa fase inicial pois é altamente propício a erros o que leva os utilizadores a situações de desespero e desistência. Torna-se portanto necessário oferecer aos utilizadores invisuais sistemas de introdução de texto que sejam adaptados, não só às suas necessidades, como também às suas capacidades. Apresentamos assim três métodos desenvolvidos de raiz, baseados nas guias de desenho apresentadas e especialmente orientados a utilizadores com deficiência visual.

4.1. NavTap

O NavTap foi desenvolvido tendo em conta as necessidades especiais dos utilizadores com deficiência visual e baseia-se na navegação pelas letras do alfabeto [7]. Desta forma, a carga cognitiva inerente à memorização das posições das letras no teclado é removida e o utilizador apenas tem que navegar até à letra desejada. Assim, utilizando a tecla '5' do telemóvel como ponto central do teclado, pode-se criar um cursor em redor dessa tecla que permitirá ao utilizador navegar pelo alfabeto. Desta forma, a tecla '8' permite navegar para baixo, a tecla '2' para cima, a tecla '4' para a esquerda e a tecla '6' para a direita (Figura 2). Toda esta navegação é cíclica o que significa que navegando "para trás" na letra 'a' se vai para a letra 'z' (e vice-versa) e navegando "para cima" na mesma letra 'a' se vai para a letra 'u' (mais uma vez, e vice-versa). A tecla '5' serve para introduzir o espaço e outros caracteres especiais. O espaço, que é bastante utilizado, fica assim a apenas um toque de distância. A tecla '7' permite apagar o último carácter escrito e a tecla '9' permite percorrer as sugestões vindas do módulo FAP - Finalização Automática de Palavras.



Figura 2. Funções das teclas no sistema NavTap

Saltam à vista duas utilizações possíveis deste método: naturalmente, é mais fácil para os utilizadores andarem

para a frente (ou seja, para a direita) no alfabeto, pois o seu conhecimento do mesmo é sequencial, isto é, facilmente ditam o alfabeto do início para o fim mas dificilmente o fazem na ordem inversa. O mesmo se passa com as vogais: é mais simples para os utilizadores seguirem a ordem alfabética das vogais (ou seja, andando para baixo) do que fazerem-no ao contrário. Este facto leva a que dois cenários de utilização se realcem (Figura 3 : no primeiro o utilizador usa apenas duas direcções (baixo e direita) para navegar nas letras; no segundo, o utilizador usa todas as direcções, conseguindo assim caminhos melhores para chegar às letras. Como se pode depreender, apenas o segundo cenário permite caminhos óptimos.

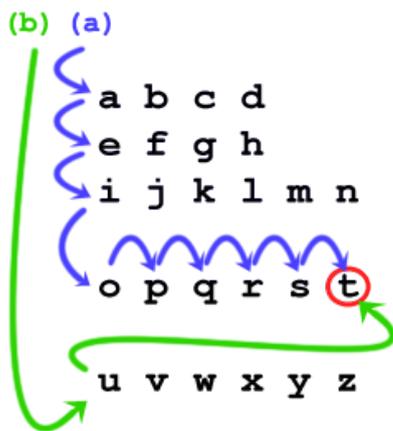


Figura 3. Duas abordagens de navegação (até à letra 't')

Obviamente, o NavTap não se resume a estas duas utilizações possíveis. Uma vez que o utilizador pode navegar livremente pelas letras, existem infinitos caminhos possíveis para chegar a cada uma. A margem de aprendizagem e melhoria do desempenho é portanto, à partida, bastante considerável. Não existem caminhos errados, apenas caminhos mais curtos.

4.2. BrailleTap

O BrailleTap baseia-se num conhecimento comum a muitos utilizadores deficientes visuais: o alfabeto Braille (Figura 4) [12]. Novamente, alterando as funcionalidades habitualmente destinadas às diversas teclas no teclado, podemos criar um sistema mais adequado a este grupo de utilizadores. Assim, nas teclas '2', '3', '5', '6', '8' e '9' do teclado foi mapeada uma célula Braille com a qual se podem representar caracteres Braille (Figura 5). Cada toque numa das teclas preenche ou limpa o ponto da célula respectivo e gera um sinal sonoro associado a cada uma das acções (preencher ou limpar o ponto).

A tecla '4' corresponde à tecla de aceitação: depois de preencher a célula Braille, o utilizador pressiona esta tecla e o sintetizador de fala lê a letra que foi escrita. A letra é acrescentada à palavra a ser escrita e a célula Braille é limpa para que seja escrita a próxima letra. Se quando a tecla '4' for pressionada todos os pontos da célula es-

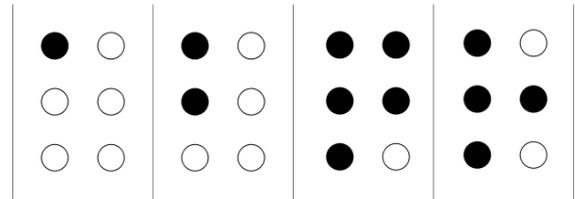


Figura 4. Letras 'a', 'b', 'q' e 'r' no alfabeto Braille

tiverem limpos, é introduzido um espaço na frase e a palavra é lida pelo sintetizador de fala. Com um funcionamento semelhante, a tecla '7' permite ao utilizador limpar todos os pontos da célula. Isto permite que no caso de perder o contexto ao escrever uma letra, o utilizador recupere facilmente e apenas tenha que voltar a escrever essa letra. No caso de todos os pontos estarem limpos quando o utilizador pressiona esta tecla, é apagada a última letra da palavra a ser escrita.

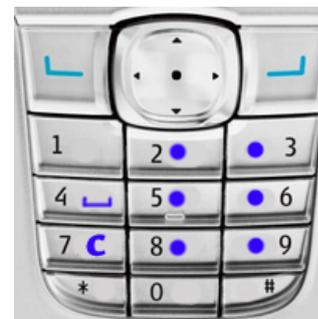


Figura 5. Funções das teclas no sistema BrailleTap

Note-se que ao contrário das abordagens Braille encontradas, onde são necessários mecanismos de hardware especializados (teclados e ecrã braille), o método proposto utiliza o conhecimento da representação dos caracteres em Braille sem necessitar de mecanismos adicionais.

4.3. NavTouch

A utilização de ecrãs tácteis é uma das formas mais "directas" de interacção pessoa máquina. É possível tocar, arrastar e manipular diversas componentes da interface, de uma forma natural e imediata, utilizando apenas os dedos. Este tipo de interacção é bastante simples, permite uma rápida aprendizagem e um aumento da eficiência [8, 9, 14], tornando-a adequada, tanto para utilizadores novíços, como experientes.

A grande aceitação por parte dos utilizadores levou a que os ecrãs tácteis se tornassem disponíveis a preços cada vez mais reduzidos e com uma maior qualidade, abrindo portas a novas formas de interacção, que podem ser alargadas a muitos e diferentes domínios.

A utilização de ecrãs tácteis em dispositivos móveis, tal como previsto, tem vindo a crescer essencialmente por

duas razões: em primeiro lugar, e como a mobilidade é crucial, não são necessários dispositivos ou acessórios adicionais, visto que toda a manipulação da interface é feita sobre o dispositivo. Isto permite que o utilizador consiga interagir facilmente com a aplicação em vários cenários distintos. Em segundo lugar, os ecrãs tácteis permitem uma maior flexibilidade na construção das interfaces utilizador. Tem existido uma tendência clara de substituição do tradicional teclado, cuja interface está limitada a um conjunto de botões ou menus, por ecrãs tácteis, que disponibilizam uma interface mais rica e fácil de usar (figura 6).



Figura 6. Dispositivos móveis com ecrãs tácteis.

Ao contrário de outros dispositivos, em que o utilizador consegue realmente sentir a acção que está a realizar, os ecrãs tácteis não oferecem um *feedback* háptico, tornando o *feedback* visual ainda mais importante. Com a constante redução das dimensões dos dispositivos móveis e tendo em conta o tipo de interfaces que estes possuem, obrigam a que o utilizador tenha um alto grau de precisão, muitas vezes impossível de obter, através do dedo humano. Esta evolução apresenta um novo conjunto de desafios e impossibilita os utilizadores invisuais de usar ecrãs tácteis, fazendo com que a barreira tecnológica se torne cada vez maior.

O uso de uma caneta (*stylus*) é uma das soluções adoptadas para permitir uma maior precisão, no entanto, para além de obrigar à utilização de ambas as mãos, não se adequa às capacidades e necessidades dos deficientes visuais.

Devido à importância da introdução de texto, nas aplicações actuais, os autores do projecto 3GM [4] optaram por colocar um *overlay* em Braille sobre o ecrã táctil, de forma a simular o teclado de um telemóvel e permitir assim a selecção de caracteres. O uso de acessórios apresenta-se como a principal desvantagem, assim como os conhecimentos obrigatórios de Braille. Além disso, este tipo de abordagem não faz uso das capacidades dos ecrãs tácteis e limita a interacção a um conjunto de botões.

Logo, nenhuma das abordagens anteriores permite a introdução de texto em ecrãs tácteis de uma forma eficaz e torna-se necessário a construção de soluções que façam uso das capacidades deste tipo de dispositivo.

Geralmente, na interacção com dispositivos móveis o utilizador invisual tem de localizar um determinado botão para executar uma acção. Com a utilização de ecrãs tácteis,

e como não existe um *feedback* háptico são necessárias novas abordagens.

A nossa abordagem baseia-se na utilização de gestos sobre o ecrã, permitindo ao utilizador interagir com o dispositivo sem a necessidade de *feedback* visual ou háptico, ou seja, com uma baixa carga cognitiva. No entanto gestos têm de ser escolhidos com algum cuidado. Estes são simples, fáceis de memorizar e executar, de modo a permitir ao utilizador uma interacção natural. O método de introdução de texto NavTouch usa o mesmo modelo de matriz visto na secção 4.1., mas permite ao utilizador navegar pelo alfabeto usando um ecrã táctil. Em vez de usar um teclado, o utilizador pode executar gestos sobre o ecrã em quatro direcções diferentes (figura 7). As direcções, direita e esquerda, permitem ao utilizador navegar na horizontal, enquanto as direcções, cima e baixo, permitem ao utilizador saltar entre vogais. Depois de executar um gesto, se o utilizador continuar a pressionar o ecrã, a navegação continuará automaticamente na última direcção.

Tendo em conta que os cantos do ecrã táctil são os únicos pontos de referência no dispositivo, para simplificar e minimizar o número de gestos, ambos os cantos inferiores são usados para mapear elementos da interface, que se distinguem de todos os outros. É o caso das acções, apagar o último carácter e inserir um espaço ou outro carácter especial, que correspondem aos cantos inferior direito e inferior esquerdo, respectivamente.

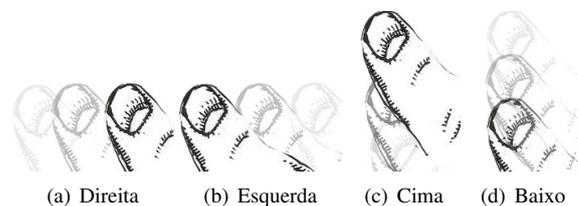


Figura 7. Gestos disponíveis no método de introdução de texto NavTouch.

5. AVALIAÇÃO

Para um utilizador invisual poder controlar eficientemente o seu telemóvel, a interacção com o mesmo tem de ser redesenhada. O trabalho proposto tenta ultrapassar os problemas que advêm da falta de retorno visual através de modelos de interacção moldados às capacidades e limitações da população em causa. Este redesenho é transversal aos vários tipos de tarefas efectuadas no telemóvel: recepção de eventos, navegação e entrada de dados. No entanto, a entrada de dados é aquela que oferece mais obstáculos e que merece maior detalhe neste artigo. A abordagem à entrada de texto é também a maior contribuição do nosso trabalho.

Para validar as nossas abordagens, realizámos testes com utilizadores invisuais, com foco na introdução de texto.

5.1. Procedimento

A avaliação foi realizada na Fundação Raquel e Martin Sain, uma instituição de formação para invisuais. Esta colaboração permitiu que pudéssemos testar os protótipos com utilizadores invisuais e fazê-lo garantindo alguma continuidade.

Para podermos avaliar os métodos de introdução de texto abordados nesta comunicação, dividimos os utilizadores em grupos de cinco. Na verdade, o teste foi realizado com quatro grupos de cinco utilizadores (20 utilizadores), em que o quarto grupo serviu como linha de comparação. Este grupo testou o sistema Multitap, método de introdução de texto utilizado frequentemente nos telemóveis comuns. Assim, a avaliação foi composta por quatro grupos de utilizadores cada um associado a um método: Multitap, NavTap, BrailleTap e NavTouch (Figura 8). Todos os métodos incluem retorno auditivo.

A avaliação de cada método de introdução de texto foi composta por três sessões, nas quais foi pedido a cada utilizador para introduzir um conjunto de três frases (diferentes entre sessões). A primeira sessão incluiu um período de treino no método de introdução de texto a ser avaliado.

Para os testes aos métodos NavTap, BrailleTap e Multitap foi utilizado um dispositivo móvel HTC S310, com Windows Mobile 5.0, com o sistema de síntese de fala da Loquendo (voz masculina, Eusébio). Os testes aos sistema NavTouch foram realizados num dispositivo móvel HTC TyTn com Windows Mobile 5.0 com o mesmo sistema de síntese de fala.

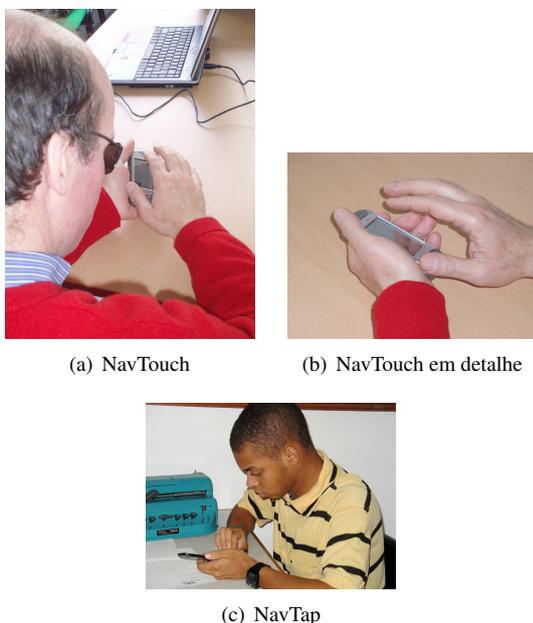


Figura 8. Utilizadores durante uma sessão de avaliação

Foram recolhidos dados de três formas: (a) questionários antes e depois dos testes que permitiram caracterizar os

utilizadores e as suas práticas correntes de utilização de telemóvel e ainda as suas opiniões acerca do sistema testado; (b) através de observação, tirando notas dos comentários dos utilizadores; (c) através de ficheiros de *log* onde foram registadas todas as acções dos utilizadores e estados do sistema durante os testes.

5.2. Resultados

O primeiro resultado relevante desta avaliação está relacionado com o tempo de treino necessário para os utilizadores se sentirem prontos para o teste. Apesar de termos definido um período de treino idêntico (20 minutos) para todos os métodos, com as abordagens propostas, os utilizadores apresentaram-se preparados para o teste após poucos minutos depois de serem instruídos (aproximadamente 5 minutos). Em geral, após o treino de 20 minutos, os utilizadores mostraram-se prontos para escrever as frases de teste.

Outro aspecto importante é que, tendo sido levada a cabo uma fase de instrução em que o monitor do teste acompanhou o utilizador, todos os utilizadores conseguiram levar a cabo as tarefas, em todos os métodos, incluindo com o sistema MultiTap. No entanto, este aspecto é discutível, como veremos pelos resultados obtidos e, particularmente, pela qualidade final das frases transcritas com esse método.

A dificuldade que os utilizadores apresentam ao utilizar os métodos tradicionais (mesmo com a utilização de leitores de ecrã) está patente na Figura 9 onde apresentamos a taxa de erros, relativa a cada método, por sessão. A taxa de erro é calculada dividindo o número de erros efectuados (apagar uma letra) pelo número de caracteres da frase a ser escrita. Em geral, os três métodos apresentados neste artigo revelam uma taxa de erros reduzida. Pelo contrário, o método tradicional (Multitap) apresenta uma taxa de erros bastante elevada: os utilizadores não conseguem memorizar a posição de todas as letras no teclado e são constantemente obrigados a adivinhar uma tecla e, só após o retorno auditivo, podem tentar corrigir o erro e descobrir novamente a posição da letra. Ficou patente na observação realizada que os utilizadores, ao incorrerem em erros, tendem a ficar ansiosos e perder a noção da disposição das letras pelo teclado, optando por uma abordagem de tentativa-erro. Nestes dados, vale a pena ainda referir a diferença entre a taxa de erros apresentada pelos métodos NavTap e NavTouch, em que o método para ecrãs tácteis apresenta uma taxa mais elevada. No entanto, a observação e os dados recolhidos não nos permitem inferir uma razão para esta diferença.

A Figura 10 apresenta, para os quatro métodos avaliados, a taxa de erro da distância mínima entre a frase-objectivo e a frase transcrita pelos utilizadores (*Minimum String Distance Error Rate*) [13]. Esta métrica permite-nos analisar a qualidade das frases escritas pelos utilizadores. Nesta podemos observar que, mais uma vez, apesar dos utilizadores efectuarem muitas correcções (número de letras apagadas ser elevado - Figura 9), a qualidade das frases transcritas é ainda bastante inferior à apresentada pelas restantes abordagens. No entanto, o fosso entre as aborda-

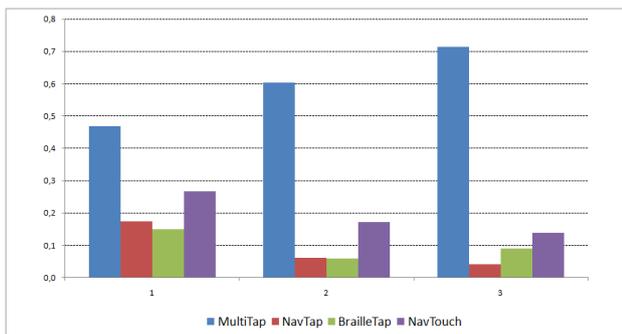


Figura 9. Comparação de métodos de introdução de texto- Error per Character

gens apresentadas e o método tradicional é mais reduzido no que respeita à qualidade final da frase, mostrando que, apesar dos utilizadores seguirem uma abordagem tentativa-erro, em alguns casos acabam por ser bem sucedidos.

É interessante mais uma vez realçar a diferença existente entre o método NavTouch e o método NavTap que seguem a mesma abordagem mas com interfaces de controlo diferentes. No que diz respeito à qualidade final das frases, o NavTouch supera o método NavTap, o que pode estar relacionado com o facto dos utilizadores realizarem mais correcções.

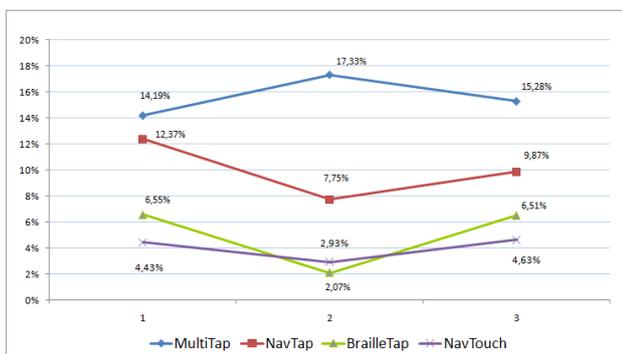


Figura 10. Comparação de métodos de introdução de texto - Minimum String Distance Error Rate

O método BrailleTap, apesar de implicar também uma carga cognitiva associada à memorização (neste caso dos caracteres Braille), comporta-se bastante melhor que o Multitap. A justificação para este facto prende-se com o facto deste método estar mais ajustado às capacidades dos utilizadores.

Este facto é ainda mais notório quando analisamos o desempenho dos utilizadores ao longo das sessões. O método BrailleTap é claramente superior e atinge uma taxa geral de 3.50 palavras por minuto (Figura 11). Note-se ainda que as três abordagens apresentadas revelam um aumento do número de palavras por minuto ao longo das sessões, enquanto a abordagem tradicional, com as suas limitações,

mostra-se inconstante e o resultado após três sessões de teste é inferior ao resultado após a sessão de treino inicial.

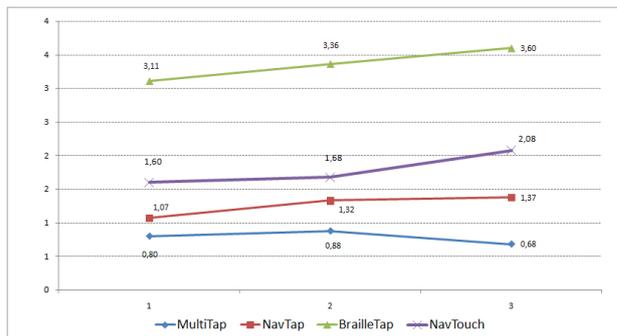


Figura 11. Comparação de métodos de introdução de texto - Words Per Minute

Nesta análise, mais uma vez, podemos também observar uma ligeira diferença de desempenho no método NavTap e NavTouch. No entanto, esta diferença poderá ser devida ao facto do método NavTap não incluir nenhuma tecla de aceitação. Todos os restantes métodos, incluem uma tecla ou botão no ecrã ("timeout-killers") para acelerar o processo de aceitação, o que reduz o tempo de escrita de uma letra.

Os métodos de navegação (NavTap e NavTouch) são apresentados como métodos que facilitam a primeira abordagem do utilizador, mas que também apresentam a possibilidade de melhoria de desempenho, pois os utilizadores podem começar a navegar por caminhos mais rápidos e necessitar de menos toques por cada letra (KeyStrokes Per Characters - KSPC, Figura 12). Observa-se também neste gráfico, que a melhoria do método BrailleTap é reduzida. No entanto, tendo em conta a reduzida quantidade de erros associada a este método e o seu comportamento determinístico (ao contrário das abordagens de navegação), é normal que a melhoria de desempenho seja reduzida, estando bastante perto do melhor caso teórico.

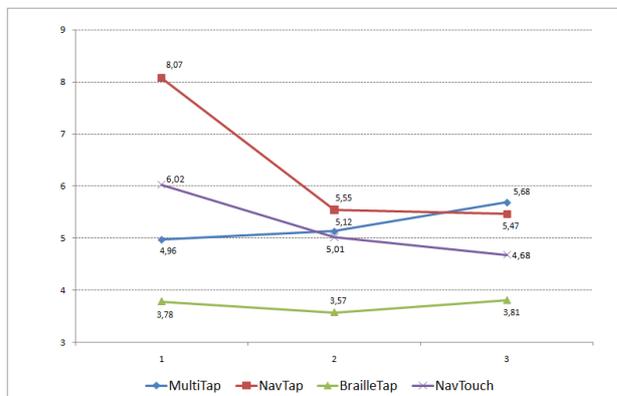


Figura 12. Comparação de métodos de introdução de texto - Keystrokes/Gestures per Character

Em geral, os métodos apresentados superam a abordagem tradicional em todos os aspectos, permitindo um primeiro contacto bem sucedido e oferecendo uma grande margem para melhoria. É importante referir que todos os utilizadores se mostraram interessados em continuar a usar os métodos propostos.

6. CONCLUSÕES

Com o aumento de dispositivos tecnológicos e aumento dos canais de comunicação, o fosso entre a capacidade de comunicação de utilizadores com e sem deficiências também aumenta. A evolução tecnológica influencia negativamente a população com deficiência se a sua incapacidade de operar e comunicar através de novos dispositivos danifica a sua interacção social mas também a sua integração na sociedade como membros activos e, particularmente, como trabalhadores que também necessitam de garantir a sobrevivência.

Para tornar os dispositivos móveis acessíveis à população invisual, redesenhámos todos os mecanismos de interacção e maximizámos os canais sobre-desenvolvidos, reduzindo a carga cognitiva associada à interacção actual. Em particular, para as tarefas de introdução de texto, apresentámos três abordagens que aplicam guias de desenho ajustadas ao utilizador alvo, oferecendo a possibilidade de interacção com dispositivos com diferentes interfaces de entrada (teclado e ecrã táctil). Os resultados obtidos mostram que os utilizadores invisuais podem interagir com dispositivos comuns e melhorar o seu desempenho rapidamente, se as suas capacidades e necessidades forem consideradas no processo de desenho das interfaces.

7. AGRADECIMENTOS

Tiago Guerreiro foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, bolsa SFRH/BD/28110/2006. Os autores agradecem à Fundação Raquel e Martin Sain e aos seus formandos pela cooperação e disponibilidade para os estudos realizados.

8 REFERÊNCIAS

- [1] ACAPO. Associação dos cegos e amblíopes de Portugal. Em <http://www.acapo.pt>, última visita 17/06/2008.
- [2] Anacom. Serviço telefónico móvel - 4º trimestre de 2007, Março 2008. Em <http://www.anacom.pt/template12.jsp?categoryId=258062>, última visita 17/06/2008.
- [3] Spice Corporation. Spice braille phone. Em <http://www.spiceindia.com/>, última visita 17/06/2008.
- [4] André Luis Mateus de Oliveira Campos, Pedro José Gonçalves Branco, and Joaquim Armando Pires Jorge. Design and evaluation of a spoken-feedback keyboard, July 2004.
- [5] Informa Telecoms e Media. Em <http://www.informatm.com>, última visita 17/06/2008.
- [6] Gartner. Market trends: Mobile messaging, worldwide, 2006-2011, 2007.
- [7] Paulo Lagoá, Pedro Santana, Tiago Guerreiro, Daniel Jorge Viegas Gonçalves, and Joaquim Armando Pires Jorge. Blono: a new mobile text-entry interface for the visually impaired. In *Universal Access in HCI*, volume 4555, pages 908–917. Springer, July 2007.
- [8] I.S. MacKenzie and R.W. Soukoreff. Text Entry for Mobile Computing: Models and Methods, Theory and Practice. *Human-Computer Interaction*, 17(2 & 3):147–198, 2002.
- [9] M.R. Minsky. Manipulating simulated objects with real-world gestures using a force and position sensitive screen. *Proceedings of the 11th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pages 195–203, 1984.
- [10] MultiDados MobileSoftSystems.com. Estudo estatístico de hábitos de utilização de sms, 2005.
- [11] Samsung. Touch messenger mobile phone for the blind. Em http://www.idsa.org/IDEA2006/galleries/idea/idea2006/award_details.asp?ID=101, última visita 17/06/2008.
- [12] Pedro Santana, Tiago Guerreiro, and Joaquim Jorge. Braille matrix. In *DSAI 2007 - Proceeding of the First International Conference on Software Development for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*, November 2007.
- [13] K. Scott Mackenzie, Tanaka-Ishii. *Text Entry Systems: Mobility, Accessibility, Universality*. Morgan Kaufmann, 2007.
- [14] A. Sears and B. Shneiderman. High Precision Touchscreens: Design Strategies and Comparisons with a Mouse. *International Journal of Man-Machine Studies*, pages 593–613, 1998.