

## Projecto MagicKey

### A informática no combate à infoexclusão

LUIS FIGUEIREDO, Engenheiro\* | FILIPE CAETANO, Engenheiro Técnico\* | TIAGO NUNES, Engenheiro Técnico\*

\* Instituto Politécnico da Guarda

#### INTRODUÇÃO

É reconhecido por todos que, apesar do muito trabalho que já se fez, quer ao nível técnico, quer ao nível legislativo, ainda subsistem muitos problemas de exclusão das pessoas com limitações físicas. O advento das tecnologias da informação veio criar um novo paradigma em relação à infoexclusão deste grupo de pessoas. Se, por um lado, devido às suas limitações físicas, podem ficar excluídas do novo mundo digital que cresce a cada dia que passa, por outro lado, se algumas tecnologias forem desenvolvidas tendo em vista a sua fácil utilização mesmo por quem tem graves limitações físicas, poder-se-á estar a dar a essas pessoas não só a possibilidade de interagir com as tecnologias de informação, como também, através destas, interagir com os outros e assim se “incluírem” na sociedade a que pertencem por direito próprio.

É precisamente esta vertente da utilização das tecnologias de informação por parte de pessoas com graves limitações físicas que norteia o desenvolvimento do Projecto MagicKey no Instituto Politécnico da Guarda desde o ano de 2005.

Ao longo destes anos, foram já várias as aplicações desenvolvidas no âmbito deste Projecto, duas das quais galardoadas com o Prémio Eng. Jaime Filipe, instituído pelo Instituto de Segurança Social. Apesar da importância destes prémios, o melhor prémio que a pequena equipa de trabalho recebe no seu dia-a-dia é saber que o seu trabalho está a contribuir, de forma significativa, para a melhoria da qualidade de vida de muitas pessoas com graves limitações físicas.

Seguir-se-á uma breve descrição de algumas das aplicações desenvolvidas neste Projecto, procurando mostrar, de uma forma genérica, os seus princípios de funcionamento.

#### APLICAÇÃO MAGICKEY

A aplicação MagicKey foi a primeira a ser desenvolvida e veio a dar o nome ao próprio Projecto. Tem como objectivo principal permitir que pessoas sem qualquer tipo de movimentos nos membros superiores possam controlar o rato do computador apenas com os movimentos da cabeça.

Esta aplicação utiliza uma webcam adaptada que funciona na zona dos infravermelhos para fazer a captação de imagens com uma resolução de 640\*480, a uma taxa de 30 imagens por segundo. A ilu-

minação de infravermelhos com um comprimento de onda de 850nm permite uma grande imunidade do sistema a diferentes condições de iluminação ambiente.

Através de processamento digital de imagem, a aplicação determina a posição exacta dos olhos, cujas coordenadas servirão para fazer um mapeamento directo das coordenadas do cursor do rato no ecrã do computador. Foi desenvolvido um algoritmo especial de mapeamento de coordenadas que permite o movimento rápido e preciso do cursor, o que permite que o utilizador possa colocar o cursor exactamente no ponto que deseja. Em relação ao processamento de imagem, foi tido especial cuidado no desempenho da aplicação para que o tempo de processamento não compromettesse o regular desempenho do computador. Em regra, o tempo de processamento é inferior a 30% do tempo gasto pelos drivers da câmara na aquisição das imagens via USB, sendo que, em termos absolutos, e considerando um portátil com um processador Intel Core Duo a 2.4GHz, o processamento de imagem gasta cerca de 3% de CPU. A Figura 1 mostra uma imagem obtida pela webcam depois de processada pela aplicação.

Para além de movimentar o cursor do rato, a aplicação permite executar todas as outras funções associadas ao rato, tais como os diferentes tipos de cliques e o *scroll*. Para efectuar estas tarefas, a aplicação possui diversas alternativas que permitem potenciar as capacidades de cada pessoa, alternativas essas que vão do piscar dos olhos, passando pelos cliques por tempo, ou seja, o clique será gerado quando o cursor estiver por um determinado tempo numa determinada zona,

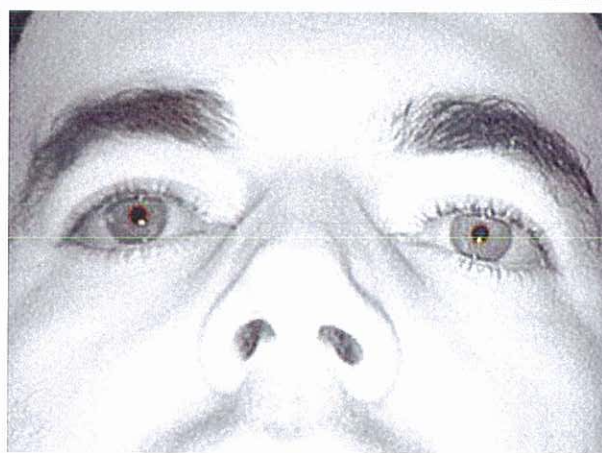


Figura 1 – Imagem obtida pela webcam adaptada depois de processada



ou ainda recorrendo a *switches* externos que podem ser mecânicos ou electrónicos utilizando sinais electromiográficos.

A Figura 2 mostra uma utilizadora desta aplicação a jogar um jogo tradicional chinês.



Figura 2 – Uma utilizadora real da aplicação MagicKey

## APLICAÇÃO MAGICKEYBOARD

A MagicKeyboard é uma aplicação informática multi-tarefa que permite um conjunto muito diversificado de utilizações. Inicialmente foi desenvolvida para funcionar como um teclado virtual configurável à medida de cada utilizador, mas a sua permanente evolução, graças às sugestões dos seus utilizadores, veio permitir a sua utilização em domínios completamente diferentes.

Ao nível do seu funcionamento como teclado virtual, destaca-se a sua capacidade de fazer previsão de texto, o que aumenta substancialmente a velocidade de escrita. Esta previsão de texto baseia-se num dicionário com cerca de 700.000 palavras e numa complexa estrutura de dados que regista a probabilidade de ocorrência de cada palavra em função das palavras escritas anteriormente. Toda esta estrutura de dados é dinâmica, o que significa que vai aprendendo com a escrita do utilizador, adaptando-se assim ao seu estilo de escrita. Existem cerca de 3 milhões de ligações entre palavras, sendo que este número vai crescendo com a utilização da aplicação sem que, contudo, o desempenho da aplicação seja comprometido. A Figura 3 mostra uma possível configuração do teclado virtual.

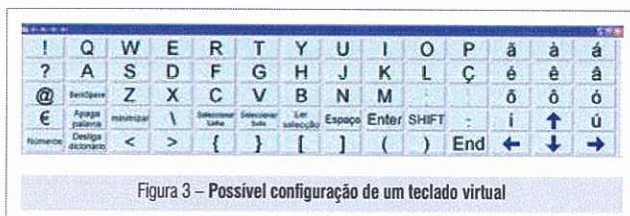


Figura 3 – Possível configuração de um teclado virtual

Para que melhor se possa entender a funcionalidade desta aplicação, refere-se que na primeira vez que se escreveu a frase “Hoje está muito calor” foram necessários apenas nove cliques. Estes nove cliques cor-

respondem a um aumento da velocidade de escrita de 2,4 vezes em relação aos 22 cliques que seriam necessários se a frase fosse escrita letra a letra (incluindo espaços e acentos). Na segunda vez que se escreve a mesma frase, e pela aprendizagem efectuada pela aplicação, são necessários apenas quatro cliques, a que corresponde um aumento da velocidade de escrita de 5,5 vezes. Assim, este sistema de escrita aumenta significativamente a velocidade de escrita para as pessoas que não conseguem utilizar o teclado convencional.

É, no entanto, possível dar uma configuração completamente diferente a este teclado virtual em face das necessidades concretas de cada utilizador. Por exemplo, se o utilizador tem dificuldades de precisão na movimentação do cursor do rato, qualquer que seja o método utilizado para o fazer, pode ter-se botões com tamanhos substancialmente maiores, como mostra a Figura 4, na qual se inclui a janela de sugestões da aplicação depois de se escrever “Hoje está”.

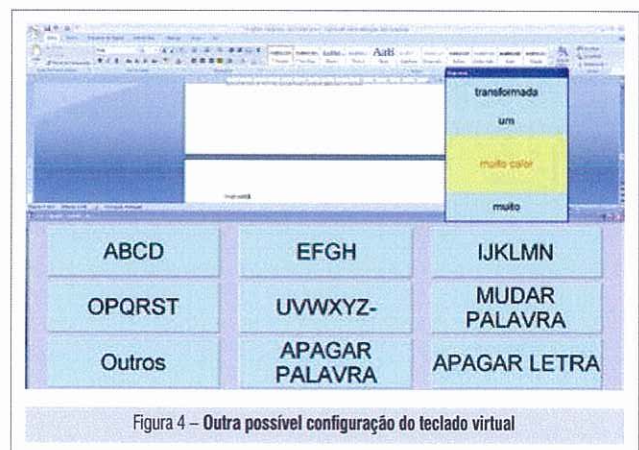


Figura 4 – Outra possível configuração do teclado virtual

Neste caso, o processo de escrita é semelhante ao sistema T9 dos telemóveis, com a diferença que as sugestões das palavras são dadas no contexto da frase que se está a escrever, tal como se mostra na Figura 4. Usando este *layout* para voltar a escrever a referida frase, foram necessários seis cliques, a que corresponde um aumento de velocidade de 3,7 vezes, não esquecendo, no entanto, que o utilizador usa apenas nove botões.

A aplicação MagicKeyboard é, contudo, muito mais do que um teclado virtual configurável e inteligente. Como se mostra na Figura 5, a aplicação MagicKeyboard comunica com diferentes módulos que lhe aumentam as funcionalidades. É possível utilizar o reconhecimento de voz em português para activar qualquer botão do MagicKeyboard. É igualmente possível, através do MagicKeyboard, fazer a síntese de voz de qualquer texto existente em qualquer aplicação, como por exemplo o *Word* ou o *Outlook*. É ainda possível comunicar através de uma porta USB com um módulo de *hardware*, igualmente desenvolvido neste projecto, que permite fazer o controlo de ambiente, quer através da emissão de infravermelhos, quer através da emissão de radiofrequências que, por sua vez, controlam dispositivos eléctricos simples.

Toda esta arquitectura permite, por exemplo, que uma pessoa tetraplégica, deitada na sua cama, diga “Liga televisão” e, em resposta, o MagicKeyboard reconhece essa ordem que, por sua vez, associa a



um comando de infravermelhos que será emitido e ligará a televisão. Da mesma forma, se a pessoa disser, por exemplo, “Aumenta volume”, será emitido um comando de infravermelhos que aumentará o volume da televisão. O MagicHome é compatível com qualquer dispositivo de infravermelhos, uma vez que tem a capacidade de gravar os comandos de infravermelhos para mais tarde poder emitir uma réplica dos mesmos.

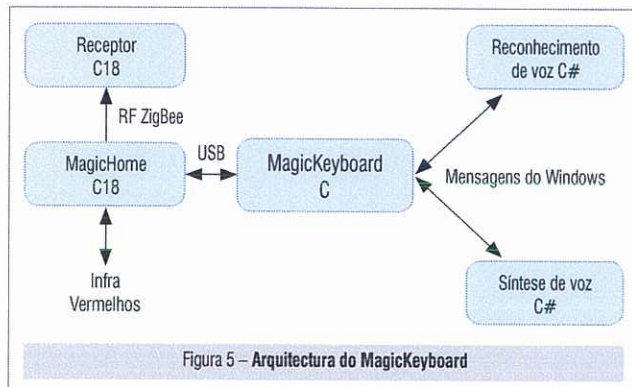


Figura 5 – Arquitectura do MagicKeyboard

Através de um sistema de radiofrequência em que se utilizam pares de emissores/receptores ZigBee, é possível controlar dispositivos eléctricos simples, como lâmpadas ou motores. Esta funcionalidade é usada, por exemplo, para controlar a cama articulada de uma pessoa tetraplégica. Neste caso bastará à pessoa dizer “Sobe cabeça” para que, de imediato, a parte da cabeceira da sua cama comece a subir.

Embora algumas destas funcionalidades se possam encontrar em alguns sistemas de domótica, a mais-valia desta aplicação para as pessoas com graves limitações físicas, que em regra têm também grandes limitações económicas, é que ela não exige qualquer alteração à instalação eléctrica existente nas suas casas e pode ser instalada em qualquer lugar, com custos a partir de 200€.

## APLICAÇÃO MAGICKEY

A aplicação MagicEye foi desenvolvida para dar resposta a dois tipos de situações para as quais não era possível a utilização da aplicação MagicKey. De facto, como já referido, para se utilizar a aplicação MagicKey é necessário que o utilizador tenha controlo dos movimentos da cabeça. Há, porém, muitas situações em que as pessoas não têm controlo dos movimentos da cabeça, nuns casos porque a cabeça está completamente imóvel, como é o caso dos portadores de Esclerose Lateral Amiotrófica, e noutros porque existem muitos movimentos involuntários na cabeça, como é o caso de alguns tipos de paralisia cerebral.

Depois de se terem analisado alguns casos concretos de pessoas com estas patologias, verificou-se que em todos se mantinha a capacidade de movimentar os olhos, ou seja, dirigir o olhar para onde se deseja. Foi precisamente esta capacidade dos utilizadores que foi potenciada no desenvolvimento desta aplicação. Em termos genéricos, esta aplicação determina a direcção do olhar do utilizador e coloca o cursor do rato no local do ecrã para onde ele está a olhar.

## TESTEMUNHOS DE UTILIZADORES

### PEDRO MONTEIRO

O testemunho do Eng. Pedro Monteiro, que tem Esclerose Lateral Amiotrófica e é Presidente da Associação Portuguesa de Esclerose Lateral Amiotrófica, foi feito usando o MagicEye e o MagicKeyboard, por ocasião da entrega do Prémio Eng. Jaime Filipe. Do seu testemunho, que pode ser visto na íntegra em [www.ipg.pt/user/~luis.figueiredo/DepoimentoPedroMonteiro.wmv](http://www.ipg.pt/user/~luis.figueiredo/DepoimentoPedroMonteiro.wmv), destaca-se o seguinte:

*Imaginem-se, então, com uma mente cem por cento activa enclausurada num corpo mudo e imóvel. Deve ser desesperante, não é? Acreditem que é! A menos que consigam comunicar com os olhos!*

*Não há nada melhor que ter olhos mágicos! Que o diga a minha qualidade de vida! Acho que é escusado descrever o que significou para mim voltar a poder comunicar e ainda por cima*

Foram inúmeros os problemas técnicos encontrados durante o desenvolvimento deste projecto, dos quais se destacam os seguintes:

- Necessidade de ter imagens de grande qualidade, com resoluções espaciais e temporais elevadas. Optou-se por usar uma câmara de alta definição, com uma resolução de 1280\*1024 e 25 imagens por segundo à resolução máxima. O número de imagens por segundo pode chegar a valores substancialmente mais elevados quando se escolhe apenas uma região de interesse da imagem. Em regra, a aplicação usa uma resolução de 1280\*400, o que dá cerca de 60 imagens por segundo.
- Necessidade de ter tempos de exposição muito baixos para evitar o efeito de arrastamento na imagem, em especial para as pessoas com paralisia cerebral. Neste caso, são usados tempos de exposição da ordem dos 3ms.
- Necessidade do sistema ser muito tolerante à luz ambiente. Optou-se pela utilização de iluminação de infravermelhos com um comprimento de onda de 850nm e a aplicação de um filtro na lente da câmara, que corta a espectro visível da luz.
- Necessidade de grande capacidade de processamento para se poderem processar até 60 imagens por segundo. Todos os algoritmos foram optimizados em linguagem C, recorrendo-se, em algumas situações, à programação em Assembly para tirar partido da tecnologia Single Instruction Multiple Data dos CPU usados. Em termos práticos, o processamento das 60 imagens por segundo consome em regra cerca de 8% do tempo do CPU já referido, a que acresce cerca de 10% para a aquisição das imagens via USB.
- Falta de linearidade do movimento dos olhos, em especial quando o utilizador olha para os cantos superiores direito e esquerdo do ecrã, o que tornava difícil o controlo do rato nessas zonas. Foram desenvolvidos algoritmos especiais de mapeamento de coordenadas que permitem compensar esta falta de linearidade.



de forma tão simples e eficaz. No entanto, posso dizer-vos que é "Magic", pois permite fazer rigorosamente tudo o que antes fazia com o computador. A única diferença é que escrevo mais lentamente, como, aliás, seria de esperar.

Agora chegou a vez de falar da pessoa que converteu os meus sonhos em realidade. Estou radiante pela oportunidade de estar aqui na qualidade de orador porque, em quarenta e quatro anos, acho que nunca tinha visto um prémio ser tão merecido! O Eng. Luís Figueiredo, para além das enormes qualidades técnicas, é também um ser humano de excepção, e por isso sinto um grande orgulho por ter o privilégio de poder estar aqui hoje, para lhe prestar tão justa homenagem.

Para os que não são utilizadores do MagicEye, devo dizer-vos que também têm motivos para se sentirem orgulhosos!

Orgulhosos porque é um engenheiro português que projectou e desenvolveu uma ferramenta que tem tanto de notável como de nobre, e que supera em funcionalidade e facilidade de utilização tudo o que

tenho visto ser feito, quer na Europa, quer nos Estados Unidos. Poderão eventualmente pensar que estou a falar com o coração e estar a ser generoso na minha apreciação. Nada disso! Sou informático de formação e profissão e tive oportunidade de testar alguns dos sistemas considerados de referência. Não só o MagicEye é melhor, como é pelo menos cinco vezes mais barato que os sistemas importados, e ainda por cima é português.

## PAULA SANTOS

Um outro testemunho com a jovem Paula Santos, portadora de paralisia cerebral, pode ser consultado em [www.ipg.pt/user/~luis.figueiredo/PaulinhaHDresumo.wmv](http://www.ipg.pt/user/~luis.figueiredo/PaulinhaHDresumo.wmv).

Neste caso, o sorriso e satisfação desta jovem que pela primeira vez na vida consegue, autonomamente, ligar e desligar uma aparelhagem e escolher uma música, são um testemunho fiel da importância das tecnologias desenvolvidas neste Projecto.



Figura 6 – Utente com esclerose lateral amiotrófica a usar a aplicação MagicEye e Magickeyboard

- Dificuldades na detecção exacta do centro do olho, tendo em conta que a pupila nem sempre está totalmente visível, e que a sua projecção no plano da imagem gera, em muitas situações, um círculo achatado num dos seus lados, não formando o seu contorno nem uma elipse nem uma circunferência. Tendo como referência a transformada de Hough, foram desenvolvidos algoritmos eficientes, quer do ponto de vista das necessidades de pro-

cessamento, quer dos resultados obtidos, tendo em conta as variações geométricas referidas.

- Dificuldade em se obter uma resolução espacial do rato elevada, uma vez que a variação dos olhos no plano da imagem adquirida quando estes olham para a direita e para a esquerda do ecrã ronda apenas os 25 a 30 pixéis. Apesar desta pequena variação, foi possível, com a implementação de filtros adequados e da elevada taxa de imagens por segundo, o controlo do rato de uma forma precisa e rápida, podendo o utilizador, com uma resolução gráfica de 1280\*800 colocar o cursor em qualquer dos pequenos botões existentes no ecrã, como por exemplo os botões do Word.

Muito mais poderia ser dito sobre as características e importância desta aplicação para as pessoas que dela necessitam no seu dia-a-dia. Os testemunhos reais feitos pelos seus utilizadores, porém, falam por si (ver caixa).

## TRABALHOS FUTUROS

Vários trabalhos estão já a ser desenvolvidos e outros apenas na fase de projecto. Salienta-se, porém, uma cadeira de rodas eléctrica controlada apenas com o olhar, cujos primeiros testes realizados com o Eng. Pedro Monteiro foram um sucesso e cujo vídeo demonstrativo pode ser consultado em [www.ipg.pt/user/~luis.figueiredo/Pedro-cadeiraHD.wmv](http://www.ipg.pt/user/~luis.figueiredo/Pedro-cadeiraHD.wmv). ■

## Agradecimentos

Ao longo deste projecto, a Fundação PT tem sido o seu principal patrocinador. A Guarda Digital: Associação Distrital para a Sociedade de Informação, contribuiu também para o desenvolvimento deste projecto. Um agradecimento para os apoios pontuais das empresas SAS da Guarda, HP Portugal, Infaimon e PBSI-Power Battery Solutions International.