

# Relatório Científico

Interfaces prestativas - interfaces não convencionais baseadas em  
visão computacional e informação de contexto

**Processo FAPESP** 03/03227-4  
**Bolsista** Thiago Schumacher Barcelos (barcelos@ime.usp.br)  
**Orientador** Prof. Dr. Carlos Hitoshi Morimoto (hitoshi@ime.usp.br)  
**Período** 01/09/2003 a 10/08/2004

# 1 Introdução

Este relatório visa detalhar as atividades desenvolvidas neste projeto de pesquisa no período de 01/09/2003 a 10/08/2004. Nesse período foi concluída a obtenção dos créditos exigidos pelo programa de Mestrado em Ciência da Computação do IME-USP através da participação em disciplinas e seminários. Também foi obtida a aprovação no Exame de Língua Estrangeira.

O sistema de rastreamento de olhar baseado em visão computacional utilizado em nosso projeto foi portado com sucesso para o sistema operacional Linux, bem como o MAGIC Pointing, uma técnica de interação que utiliza o rastreamento de olhar e que é o ponto de partida de nossos estudos. Uma primeira extensão do MAGIC Pointing foi testada com usuários para avaliar o seu desempenho em comparação com o MAGIC Pointing original e com interfaces tradicionais; os resultados preliminares são promissores, e foram incorporados no texto do Exame de Qualificação, que foi concluído e cuja apresentação está marcada para o próximo dia 17/08/2004. Acreditamos que nos próximos seis meses de duração da bolsa teremos condições de confirmar os resultados obtidos, realizando para tal refinamentos adicionais no sistema e condução de novos testes. Dessa forma, concluiremos o projeto, realizando a elaboração e apresentação da dissertação, além da publicação dos resultados em conferências na área de Interação Humano-Computador (IHC) e correlatas.

## 2 Resumo do plano inicial

### 2.1 Motivação

O avanço de tecnologias de miniaturização de componentes permitiu o surgimento de novos dispositivos computacionais em formatos diversos, como os *PDA's* (Personal Digital Assistants) e *tablet PCs*, e a incorporação de recursos computacionais em equipamentos diversos e até no ambiente (no fenômeno conhecido como computação ubíqua). Essa nova realidade exige o desenvolvimento de novas formas de interação cujas características se adaptem mel-

hor às particularidades desses novos ambientes. Esse é um dos objetivos da pesquisa em Interação Humano-Computador. Além disso, melhorar o desempenho das interfaces convencionais para usuários experientes e permitir o seu uso por usuários inexperientes ou com restrições físicas também são importantes temas de pesquisa nessa área.

Para atingir esses objetivos, uma proposta que vem sendo discutida é a da multimodalidade, ou seja, incorporar ao diálogo com dispositivos computacionais mais informações sobre o usuário tais como a voz, o olhar, ou movimentos corporais, de forma a criar diferentes formas de diálogo para usuários de diferentes faixas etárias, níveis de instrução e limitações físicas e motoras [OC00], além de possibilitar a criação de técnicas de interação que aproveitem as habilidades de comunicação naturalmente adquiridas pelos usuários no convívio social [Tur98]. Através de uma maior variedade de modalidades de comunicação, abrem-se novas possibilidades para que os computadores não fiquem mais o tempo todo passivamente esperando por uma ação do usuário e possam, a partir de um maior conhecimento do estado do usuário, tomar a iniciativa de auxiliá-lo na execução de suas tarefas – as interfaces humano-computador criadas segundo esse princípio são habitualmente denominadas *interfaces prestativas* [Tur98, Ver02].

## 2.2 MAGIC Pointing

O LaTIn (Laboratório de Tecnologias de Interação) do IME-USP vem desenvolvendo dispositivos baseados em visão computacional para aplicação à interfaces, como rastreadores de olhar, faces e reconhedores de gestos e expressões faciais. Nosso projeto tem como foco o MAGIC (Manual and Gaze Input Cascaded) Pointing, uma técnica de interação desenvolvida em conjunto com o Centro de Pesquisas Almaden da IBM. Essa técnica associa o controle motor de um dispositivo convencional de apontamento (por exemplo, um *mouse* ou um *trackball*) com os dados fornecidos por um rastreador de olhar para a execução de tarefas de apontamento em interfaces WIMP (Windows, Menus, Icons and Pointing).

A idéia do MAGIC Pointing surgiu das dificuldades da aplicação do rastreamento de

olhar ao comando de interfaces. O objetivo de um rastreador de olhar é a estimação do ponto observado por um indivíduo em uma superfície 2D, ou da linha de visão do indivíduo, quando não é considerada a observação de uma superfície em particular; porém os rastreadores disponíveis atualmente fornecem estimativas ruidosas e imprecisas. A precisão atingida pelos rastreadores atuais é de cerca de um grau do ângulo visual – ou seja, para um usuário observando um monitor à distância usual (aproximadamente 50 cm), essa precisão resulta em uma área de cerca de 2cm sobre o monitor.

Outros sistemas [Jac90, SA00] que incorporaram o rastreamento de olhar ao controle de interfaces tentaram mapear o olhar diretamente em um comando para a seleção de objetos. Além da imprecisão gerada pela tecnologia atual de rastreamento, tais sistemas não levam em consideração a natureza exploratória do processo visual; nosso olho não é uma “ferramenta” precisa que usamos para atuar sobre o ambiente à nossa volta como as mãos, por exemplo. Já o MAGIC Pointing inova ao interpretar a posição da tela indicada pelo rastreamento de olhar como uma *estimativa* da posição que é observada pelo usuário, sujeita a erro em algum grau. O cursor acompanha o olhar somente quando o usuário indica a intenção de deslocá-lo, movimentando o dispositivo de apontamento. Nesse momento a posição do cursor pode ser ajustada através do controle motor do dispositivo tradicional, obtendo maior precisão. A interface provê então um cursor mais “prestativo” [Zha03] , que simplesmente surge na vizinhança do local para onde a atenção visual do usuário está direcionada.

## 2.3 Proposta

A proposta deste trabalho é melhorar ainda mais esse sistema, incorporando o MAGIC Pointing a uma arquitetura multimodal mais abrangente. Essa arquitetura deve prover mais informações (potencialmente até mesmo de outros dispositivos, como rastreadores de cabeça e gestos) que permitam estimar com um maior grau de certeza quando e para onde o cursor deve ser movido. Em particular, o interesse principal deste trabalho é incorporar inicialmente à essa arquitetura um módulo que forneça informações sobre o *contexto* atual da interação –

ou seja, o estado do usuário em conjunto com o estado das aplicações sendo executadas no sistema.

Por exemplo, com o MAGIC Pointing original é possível mover o cursor do mouse para regiões da tela “vazias”, isto é, que não podem receber nenhuma ação do usuário. Levando em consideração a imprecisão do processo de rastreamento de olhar, e ainda que o olho dificilmente é atraído para espaços vazios, a partir das informações sobre o contexto é possível dinamicamente reposicionar o cursor sobre o elemento da interface mais provável de estar recebendo a atenção visual do usuário. Ainda, em interfaces onde haja vários elementos selecionáveis em uma área pequena, a estimativa da posição observada fornecida pelo rastreador de olhar pode ser insuficiente para determinar qual elemento o usuário deseja selecionar; apesar de sempre existir a possibilidade do usuário ajustar manualmente a posição do cursor, a informação de contexto pode ajudar a minimizar a necessidade de efetuar esse ajuste.

## **2.4 Cronograma inicial**

O cronograma inicial previa as seguintes fases, com as durações indicadas nas tabelas 1 e 2:

- (a) Realização de disciplinas**
- (b) Exame de qualificação**
- (c) Preparação para o exame de língua estrangeira**
- (d) Porte do módulo MAGIC Pointing para Linux**
- (e) Desenvolvimento do módulo de determinação do contexto**
- (f) Estudo e desenvolvimento da arquitetura multimodal**
- (g) Integração e testes dos módulos e arquitetura**
- (h) Elaboração de relatórios e artigos científicos**

Item	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
a		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
b											x	x
c										x	x	
d	x	x	x	x	x							
e					x	x	x	x	x	x	x	
f												
g				x	x						x	x
h										x	x	x
i												

Tabela 1: Cronograma de atividades a serem desenvolvidas no primeiro ano.

(i) **Preparação e defesa da dissertação de mestrado**

## 3 Atividades desenvolvidas

### 3.1 Realização de disciplinas

O programa de Mestrado do IME-USP exige o cumprimento de pelo menos 48 de 55 créditos em disciplinas. Foram cumpridos 52 créditos nas seguintes disciplinas:

#### **MAC5701 - Análise de Algoritmos**

Esta é uma disciplina obrigatória do programa de Mestrado, constituindo seu exame preliminar.

#### **MAC5714 - Programação Orientada a Objetos**

Nessa disciplina são expostos os conceitos fundamentais da programação orientada a objetos, tais como herança, delegação e encapsulamento através de aulas expositivas e trabalhos práticos que enfatizam a criação de sistemas cujo código seja reutilizável e de fácil

Item	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
a												
b	x	x										
c												
d												
e												
f		x	x	x	x	x						
g					x	x	x	x	x			
h											x	x
i									x	x	x	x

Tabela 2: Cronograma de atividades a serem desenvolvidas no segundo ano.

manutenção futura; essas são características desejáveis da arquitetura que estamos implementando.

### **MAC5759 - Sistemas de Objetos Distribuídos**

A disciplina de Sistemas de Objetos Distribuídos fornece uma visão geral e vivência de implementação nas arquiteturas CORBA (Common Request Object Broker Architecture) e JAVA RMI (Remote Method Invocation). Essas arquiteturas, muito utilizadas atualmente em sistemas, permitem e padronizam a intercomunicação entre objetos localizados em processos distintos e/ou máquinas distintas. As técnicas aprendidas nessa disciplina são uma alternativa para a comunicação entre os módulos da arquitetura multimodal do MAGIC Pointing.

### **MAC5789 - Laboratório de Inteligência Artificial**

Através da implementação de quatro projetos coordenados por professores de diferentes linhas de pesquisa dentro da área de Inteligência Artificial, esta disciplina introduziu tópicos avançados de pesquisa em IA, nas áreas de planejamento, representação de conhecimento e inferência lógica. As novas extensões incorporadas ao MAGIC Pointing podem utilizar

técnicas e conceitos oriundos dessas áreas de pesquisa.

### **MAC5749 - Análise e Reconhecimento de Formas: Teoria e Prática**

Introdução à área de Visão Computacional; trata de técnicas de processamento de imagens, bem como de segmentação e extração de características relevantes da imagem. É feita também uma introdução às técnicas de aprendizagem supervisionada e não supervisionada para o reconhecimento de formas. Os assuntos tratados colaboraram na compreensão da tecnologia de rastreamento de olhar utilizada em nosso trabalho, além de fornecer uma visão geral de técnicas cuja incorporação na arquitetura multimodal está sendo estudada.

### **PCS5756 - Metodologia de Desenvolvimento de Interfaces Homem-Computador**

Fornecida pelo Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica, esta disciplina expõe conceitos relativos à usabilidade de sistemas interativos e paralelamente propõe a aplicação desses conceitos à avaliação de um sistema interativo feita pelos alunos, agrupados em equipes. É exposta uma metodologia para a avaliação da usabilidade tanto através de heurísticas quanto através de testes com usuários. A avaliação do nosso sistema pode ser feita aproveitando a metodologia aprendida nessa disciplina.

### **MAC5701 - Tópicos em Ciência da Computação**

Esta disciplina consiste em um trabalho de estudo dirigido. O aluno estuda uma série de publicações indicadas por seu orientador e, ao final do semestre, elabora um relatório consolidando e comentando os conhecimentos adquiridos. No meu caso o tema do relatório foi uma descrição do estado-da-arte da tecnologia de rastreamento de olhar e especialmente das técnicas de interação descritas na literatura que utilizam o rastreamento de olhar. O material produzido nesta disciplina foi aproveitado na elaboração do texto do Exame de Qualificação.

## **3.2 Exame de língua estrangeira**

O Exame de língua estrangeira do programa de Mestrado do IME-USP consiste na tradução do inglês para o português de um texto técnico. Fui aprovado neste exame em

23/05/2003.

### 3.3 Seminários

Participei como palestrante de dois seminários do grupo *Tópicos em Interação Humano-Computador*. O primeiro, em 25/08/2003, foi intitulado *Aquisição de Vídeo em Linux*, e consistiu de uma descrição das alternativas para obtenção de imagens de vídeo através de uma placa de captura. Em particular, descrevemos em detalhes o uso da API (Application Program Interface) VIDEO4LINUX, disponibilizada pelo *kernel* do Linux, e as vantagens e desvantagens do seu uso de acordo com nossa experiência no porte do rastreador de olhar utilizado em nosso trabalho.

O segundo seminário em 29/10/2003 foi intitulado *MAGIC Pointing*. Nele descrevemos a motivação e o funcionamento do MAGIC Pointing conforme descritos por Zhai, Morimoto e Ihde [ZMI99], e comentamos as propostas de extensão ao sistema que são o foco deste trabalho.

Através dos seminários obtive mais 4 créditos (2 por seminário), o que me permitiu completar juntamente com as disciplinas 56 créditos, cumprindo as exigências do programa de Mestrado do IME-USP em relação à obtenção de créditos para o Exame de Qualificação e também para o posterior depósito da dissertação.

### 3.4 Exame de Qualificação

O texto do Exame de Qualificação foi elaborado a partir dos estudos realizados na disciplina MAC5701 e da avaliação do sistema a partir de testes com usuários que foram conduzidos no primeiro semestre de 2004, expondo a evolução do trabalho até o presente momento. Sua apresentação seria feita no último dia 30 de julho, porém devido a problemas administrativos causados pela greve que atingiu a Universidade de São Paulo tivemos que remarcá-la para o próximo dia 17 de agosto. Uma cópia do texto do Exame de Qualificação depositado na Comissão de Pós-Graduação (CPG) do IME-USP segue em anexo a este relatório.

### 3.5 Porte do MAGIC Pointing para Linux

Em setembro de 2003 foi concluída a primeira versão do MAGIC Pointing para o sistema operacional Linux. Nosso laboratório tem planos futuros de distribuir o MAGIC Pointing sob um regime de *software* livre, e seu porte para Linux se insere nesses planos. Assim, a nossa implementação passa a depender de uma plataforma cuja distribuição poderá ser feita com bem menos restrições do que acontecia na plataforma Windows, por exemplo.

Na verdade, o porte não poderia se restringir ao módulo do MAGIC Pointing sem que também fosse feita a migração do código do rastreador de olhar, já que o MAGIC depende fortemente dos dados fornecidos por ele. Originalmente, o código do MAGIC e do rastreador de olhar foram desenvolvidos no ambiente Microsoft Visual C++, sendo o rastreador uma aplicação *stand-alone* para Windows e o MAGIC um módulo compilado como uma DLL (Dynamic Link Library), para permitir o uso de outros sistemas de rastreamento de olhar.

Boa parte do código em C++ pôde ser migrado de uma plataforma para outra sem maiores dificuldades; porém, algumas decisões de implementação tiveram que ser tomadas no momento de substituir alguns módulos específicos ao sistema operacional Windows. Em relação ao sistema de rastreamento de olhar, três módulos foram completamente substituídos: a captura de imagens, a exibição das imagens processadas e a interface com o usuário.

A captura de imagens usava originalmente a API DIRECTX, da Microsoft. Quando da migração para o Linux, optamos pela API VIDEO4LINUX, fornecida pelo *kernel* e que permite de forma transparente o acesso a placas de captura de vídeo de diferentes fabricantes, desde que os módulos (*drivers*) compatíveis para cada placa tenham sido corretamente carregados. A aplicação do rastreamento de olhar a sistemas interativos exige que o ciclo de captura e rastreamento de imagens ocorra com uma frequência tal que o sistema possa reconhecer os movimentos do olho que determinam a atenção visual do usuário; em nosso sistema, consideramos que o processamento de cerca de 30 quadros de vídeo por segundo é aceitável. Infelizmente a VIDEO4LINUX não disponibiliza a captura de vídeo de forma assíncrona; assim, para obter um desempenho aceitável do sistema, a captura de imagens em si é feita

pelo módulo de captura em uma *thread* separada. Uma aplicação que deseje utilizar o módulo de captura registra junto a ele uma função de *callback*, que receberá um ponteiro de memória para os dados referentes a cada quadro de vídeo capturado. Uma segunda *thread* no módulo de captura faz essa passagem dos dados para a função de *callback* da aplicação.

O sistema de rastreamento de olhar exhibe, para fins de depuração e controle, a imagem capturada do olho com duas cruces sobre o centro da pupila e sobre o centro do brilho ocular quando o rastreamento está ocorrendo com sucesso. Para que a renderização das imagens após o processamento não limitasse o desempenho do sistema utilizamos a extensão MIT Shared Memory do sistema gráfico XFree86 [Inc04], que cria uma área de memória compartilhada entre o sistema gráfico e a aplicação cliente. Dessa forma a transferência dos dados da imagem a ser renderizada é feita de forma mais rápida do que a renderização usual que é fornecida pela API convencional do XFree86 (a XLIB).

A interface de controle do rastreador de olhar e do MAGIC Pointing foi desenvolvida originalmente para Windows usando a MFC (Microsoft Foundation Classes) e no porte para Linux passamos a usar o *toolkit* QT [AS04], desenvolvido pela Trolltech e utilizado, por exemplo, pelo ambiente gráfico KDE. O QT provê uma API que simplifica e acelera o desenvolvimento de interfaces gráficas e pode ser distribuído livremente sob a licença GPL. O código do processo de captura e processamento de imagens é desacoplado do código da interface gráfica, permitindo se necessário o desenvolvimento de outra interface para o sistema, ou mesmo o uso futuro do rastreador e do MAGIC como uma biblioteca compartilhada.

### **3.6 Estudos para a criação do módulo de determinação de contexto**

Para estudar o efeito da incorporação de informação de contexto ao MAGIC Pointing, executamos um teste com usuários para obter uma comparação entre o sistema original e uma primeira extensão simples: ao invés de apontar diretamente para a posição reportada pelo rastreamento de olhar, o MAGIC Pointing tenta reposiciona o cursor sobre o *widget*

(controle) da interface mais próximo da posição observada, se houver um *widget* na vizinhança da posição observada. Essa estratégia parte do princípio que a atenção visual do usuário dificilmente se volta para espaços vazios, sem nenhum controle selecionável.

Maiores detalhes sobre a execução e resultados do teste podem ser encontrados no texto do Exame de Qualificação em anexo; nessa seção procuramos descrever brevemente como a condução desse teste contribuiu para a definição dos próximos passos do trabalho.

Para a execução do teste, foi construída uma aplicação de testes na linguagem JAVA. Em uma janela maximizada, são exibidos 12 botões circulares, cada um deles contendo uma letra do alfabeto. A tarefa do teste consiste em ativar botões em uma seqüência correspondente a uma palavra de 6 letras exibida no canto superior esquerdo da tela. O tamanho e posição do botões foram sorteados aleatoriamente antes da condução dos testes.

O MAGIC Pointing implementa originalmente duas estratégias de reposicionamento do cursor; na estratégia *conservadora*, o cursor só se movimenta para a vizinhança da posição observada quando o usuário movimenta o *mouse*; já na estratégia *liberal*, o cursor se move sempre que o usuário desloca sua atenção visual para uma posição distante da posição atual do cursor.

A opção de apontar para o *widget* mais próximo foi implementada como uma opção adicional a cada uma das estratégias de posicionamento do cursor (*liberal* ou *conservadora*), produzindo então quatro modalidades diferentes de operação do MAGIC Pointing. Para cada modalidade a tarefa do teste foi realizada pelos usuários para 10 palavras diferentes.

Ao contrário de testes anteriores [ZMI99], o tempo médio de execução de uma tarefa com as modalidades do MAGIC Pointing foi maior do que o tempo médio de execução da tarefa usando apenas o *mouse*. Analisamos três fatores que podem ter contribuído para esse resultado. Em primeiro lugar, o tempo de exposição inicial à técnica de interação pode ter sido insuficiente para a aquisição da habilidade motora necessária para a nova técnica, especialmente a coordenação do movimento do olhar com o controle manual do *mouse*. Além disso, como a tarefa envolvia a busca visual dos alvos a serem ativados, na modalidade *liberal* o cursor do *mouse* freqüentemente acompanhava essa busca, e não raro os usuários sentiam

ter “perdido” a localização do cursor. Identificamos também freqüentemente a ocorrência de um problema citado por Salvucci e Anderson em [SA00]: muitos erros cometidos acontecem quando o usuário mantém a atenção visual em um botão no qual deseja clicar, mas antes de completar o clique desvia a atenção para a busca do próximo botão. Se nesse pequeno intervalo de tempo o cursor é desviado para o novo foco de atenção visual do usuário, a ativação do botão não é completada.

Apesar desse resultado, dentre as modalidades do MAGIC Pointing testadas, as modalidades que ofereciam o ajuste para o *widget* mais próximo foram inicialmente mais rápidas do que as modalidades correspondentes que não ofereciam o ajuste. Esse fato motiva a realização de investigações futuras para indicar se essa vantagem, embora pequena, justifica a incorporação de informações mais complexas sobre o contexto da interação na interface.

Também foi feita uma análise do desempenho das modalidades no modelo proposto pela Lei de Fitts. Proposta por P.M. Fitts na década de 50 [Fit54], ela fornece uma estimativa do tempo necessário para uma pessoa executar um movimento manual em direção a um alvo em função da distância do alvo e o tamanho do mesmo. A formulação da Lei de Fitts mais utilizada atualmente para a avaliação do desempenho de dispositivos de apontamento foi proposta por MacKenzie, Sellen e Buxton [ISB91]:

$$T = a + b \log_2(A/W + 1) \quad (1)$$

onde  $T$  é o tempo de execução do movimento,  $A$  é a amplitude do movimento realizado e  $W$  é o tamanho do alvo. Os coeficientes  $a$  e  $b$  são constantes usualmente determinadas empiricamente através de regressão linear. O termo do logaritmo  $\log_2(A/W + 1)$  é chamado de *índice de dificuldade (ID)* da tarefa. O inverso do coeficiente  $b$  é chamado *índice de performance (IP)* do dispositivo avaliado.

O índice de performance pode ser usado para a comparação do desempenho de diferentes dispositivos de apontamento; usamos essa métrica para estabelecer outra comparação entre as modalidades do MAGIC Pointing e o uso do *mouse*, expressa na Tabela 3.6. O índice de

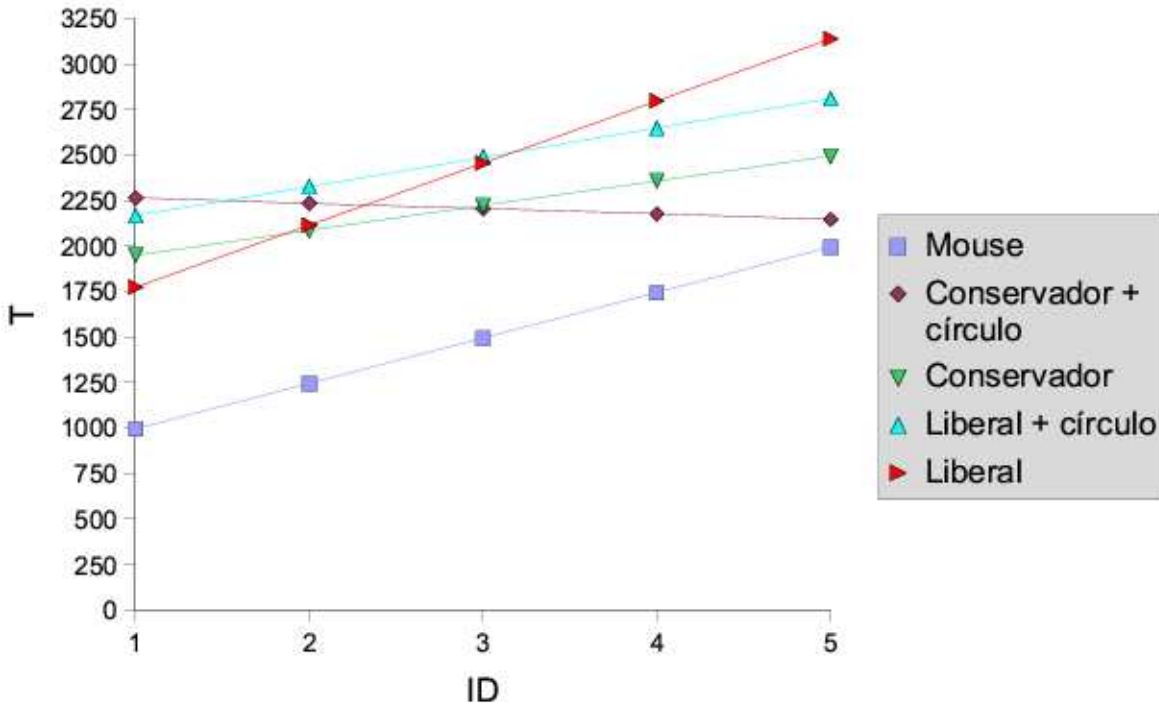


Figura 1: Lei de Fitts: retas  $T = a + b.ID$  para cada modalidade

performance das modalidades liberal com ajuste para o *widget* mais próximo e conservadora foram maiores do que o do *mouse*, que por sua vez foi maior do que o da modalidade liberal. As retas ajustadas a partir do conjunto dos dados estão expostas na Figura 1; note que retas com menor coeficiente angular  $b$  implicam um maior índice de performance  $IP = 1/b \times 1000$  (expresso em bits por segundo).

A modalidade conservadora com ajuste para o *widget* mais próximo apresentou um valor ligeiramente negativo para o coeficiente  $b$  (porém menor em módulo em comparação com o obtido para outras modalidades), juntamente com uma correlação inferior do que a apresentada por outras modalidades entre o índice de dificuldade  $ID$  e o tempo  $T$ . Esse é um indício que algumas modalidades do MAGIC Pointing podem não apresentar dependência linear entre o tempo de movimentação e a distância ou o tamanho do alvo – ou seja, alvos com índice de dificuldade  $ID$  maiores podem não implicar em um maior tempo necessário para apontá-los.

Modalidade	$a$ (ms)	$b$ (ms/bit)	$IP$ (bits/s)
<i>Mouse</i>	745,63	249,98	4,00
Conservadora	1815,17	135,99	7,35
Conservadora + <i>widget</i> mais próximo	2296,43	-29,75	-33,62
Liberal + <i>widget</i> mais próximo	2006,67	160,76	6,22
Liberal	1433,85	341,33	2,93

Tabela 3: Coeficientes de regressão linear para  $T = a + b.ID$ , onde  $ID = \log_2(A/W + 1)$

O apontamento nesse caso parece se beneficiar de forma mais intensa do uso do rastreamento de olhar; essa hipótese vem do conhecimento das características físico-motoras do olho humano. O movimento feito pelo olho quando se desloca de uma posição observada a outra (o chamado movimento *sacádico*) é de natureza dita *balística*, porque uma vez iniciado, não é possível mudar sua direção ou a posição final [GEN95]; além disso, um movimento sacádico pode ser executado quase que instantaneamente, e o tempo gasto varia muito pouco em relação ao ângulo visual do deslocamento [Jac95]. Assim, quando o sistema consegue eliminar o ruído gerado pelo processo de rastreamento de olhar de forma a identificar com sucesso a intenção do usuário de mover o cursor sobre um determinado objeto na tela, e daí o reposiciona sobre o objeto efetivamente observado pelo usuário, o tempo  $T$  passa a depender em sua maior parte do tempo da execução do movimento sacádico, que é por sua vez praticamente constante.

## 4 Próximos passos

As experiências obtidas até o momento com a implementação das extensões do MAGIC Pointing e a condução de testes serão incorporadas em um novo ciclo de desenvolvimento do módulo de determinação de contexto e da arquitetura multimodal.

Vemos a necessidade de aprimorar nossos procedimentos de teste de forma a investigar com

maior segurança algumas das tendências verificadas, como o desempenho das modalidades do MAGIC Pointing na modelagem pela Lei de Fitts, e a independência entre distância e tamanho dos alvos e tempo de apontamento. Serão realizados ainda ajustes no sistema de rastreamento de olhar e no próprio MAGIC Pointing visando aprimorar a precisão do sistema e evitar os problemas detectados em nossos testes.

Além disso estamos trabalhando na definição de uma taxonomia das ações fundamentais do processo de interação, ou seja, ações que podem ser tomadas tanto do usuário sobre a interface (entrada) quanto da interface sobre o usuário (saída). Uma vez que nessa taxonomia consigamos classificar um conjunto básico de ações que, combinadas, possam formar uma variedade razoável de tarefas realizáveis pelo usuário através da interface, a estratégia usada pelo MAGIC Pointing para reposicionar o cursor será refinada de forma a permitir uma estimativa mais precisa da intenção do usuário a partir do histórico das ações tomadas por ele no passado juntamente com a informação sobre o foco da atenção visual.

Após o refinamento do *software* e dos testes, prevemos a realização de novos experimentos com usuários, cujos resultados serão incorporados na dissertação final e em artigos para publicação.

Então, no tempo restante do projeto, teremos a execução das seguintes fases, dispostas no cronograma da Tabela 4:

- (a) **Refinamento do software e do procedimento de testes;**
- (b) **Condução dos novos testes;**
- (c) **Análise dos resultados dos testes;**
- (d) **Elaboração da dissertação e artigos.**

Item	ago	set	out	nov	dez	jan	fev
(a)	x	x					
(b)			x	x			
(c)				x	x		
(d)				x	x	x	x

Tabela 4: Plano de trabalho: agosto/2004 a fevereiro/2005

## Referências

- [AS04] Trolltech AS. Qt toolkit. Web site, July 2004. <http://www.trolltech.com/products/qt/index.html>.
- [Fit54] P.M. Fitts. The information capacity of the human motor systems in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 1954.
- [GEN95] A. Glenstrup and T. Engell-Nielsen. Eye controlled media: Present and future state. Master’s thesis, Institute of Computer Science, University of Copenhagen, 1995.
- [Inc04] The XFree86 Project, Inc. X Window System. Web site, July 2004. <http://www.xfree86.org>.
- [ISB91] MacKenzie I.S., A. Sellen, and W. Buxton. A comparison of input devices in elemental pointing and dragging tasks. In *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '91*, pages 161–166. ACM, 1991.
- [Jac90] Robert J. K. Jacob. What you look at is what you get: eye movement-based interaction techniques. In *Proceedings of the CHI'90*, pages 11–18, 1990.
- [Jac95] Robert J. K. Jacob. Eye tracking in advanced interface design. In W. Barøeld and T. Furness, editors, *Advanced Interface Design and Virtual Environments*, pages 258–288, Oxford, England, 1995. Oxford Press.

- [OC00] Sharon Oviatt and Philip Cohen. Multimodal interfaces that process what comes naturally. *Communications of the ACM*, 43(3):45–53, March 2000.
- [SA00] Dario D. Salvucci and John R. Anderson. Intelligent gaze-added interfaces. In *Human Factors in Computing Systems: CHI 2000 Conference Proceedings*, 2000.
- [Tur98] Matthew Turk. Moving from GUIs to PUIs. In *Proceedings of the Symposium on Intelligent Information Media*, 1998.
- [Ver02] Roel Vertegaal. Designing attentive interfaces. In *Proceedings of ACM ETRA Symposium on Eye Tracking Research and Applications 2002*. ACM Press, 2002.
- [Zha03] Shumin Zhai. What’s in the eyes for attentive input. *Communications of the ACM*, 46(3):34–39, March 2003.
- [ZMI99] S. Zhai, C. Morimoto, and S. Ihde. Manual and gaze input cascaded (MAGIC) pointing. In *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI’99)*, pages 246–253, 1999.