

Avaliação de Usabilidade em Interfaces Multimodais Web: Estudos de Caso com a Abordagem MMWA

Americo Talarico Neto¹, Renata Pontin de Mattos Fortes¹ e Alessandro Assis²

¹ Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Caixa Postal 668, Brasil
{americo, renata}@icmc.usp.br

² Universidade Federal de São Carlos, Laboratório de Interação Avançada, C.P. 676, Brasil
assis.alessandro@gmail.com

Abstract. In this paper we present a study of two usability evaluation methods, one analytical and one empirical, included in the MultiModal Web Approach (MMWA). The objective is to facilitate the design activities provided by the MMWA and to recover Design Rationale from previous projects in order to improve usability and user experience using the successful solutions for recurring problems in this context. Consequently, we present our considerations for the design, development and evaluation of multimodal interfaces providing examples obtained with the analysis of the case studies performed so far.

Keywords: Multimodal Web Approach (MMWA), Usability Evaluation of Multimodal Interfaces, Multimodal Interfaces Design.

1. Introdução

Este trabalho apresenta uma análise crítica dos aspectos metodológicos e conceituais existentes na literatura para o projeto, desenvolvimento e avaliação de interfaces multimodais Web, com o objetivo de reunir aspectos comuns de tais métodos e introduzir uma abordagem cíclica de desenvolvimento, pautada em princípios de usabilidade, *Design Rationale* (DR) [10] e padrões de projeto, que considerem questões relacionadas à usabilidade e acessibilidade, além da experiência do usuário.

Tal abordagem, denominada MMWA (*MultiModal Web Approach*), incorpora métodos analíticos e empíricos para avaliação de usabilidade de interfaces multimodais a um mecanismo sistemático e disciplinado que permite aos projetistas avaliar as interfaces projetadas e gravar todo o raciocínio, da identificação até a correção dos problemas. Toda a abordagem está fundamentada em teorias já existentes para interfaces gráficas e de voz. Os resultados obtidos nos estudos de caso realizados, que contemplaram a coleta e registro de DR, são identificados com o auxílio de um mecanismo de coleta de *logs* automático, o *MultiModal LOG* (MMLOG), e descritos na forma de padrões de projeto.

Este artigo está organizado em 6 seções. Na Seção 2 discutem-se as motivações para se criar interfaces multimodais e apresenta-se o estado da arte dos métodos e

abordagens para projeto dessas interfaces. Na Seção 3 é apresentada uma visão geral sobre métodos de avaliação de usabilidade. Na Seção 4 é apresentada a abordagem MMWA e os mecanismos MMHE (*MultiModal Heuristic Evaluation*) e MMLOG, usados para facilitar a execução de avaliações de usabilidade em interfaces multimodais Web. Nas Seções 5 e 6 discutem-se as análises e os resultados obtidos com a execução de 3 estudos de caso realizados com o uso da abordagem MMWA. Encerra-se o artigo na seção 7 com as conclusões e diretrizes para trabalhos futuros.

2. Interação Multimodal

A Interação Humano-Computador multimodal permite que o usuário utilize múltiplos modos de comunicação para interagir com um sistema, tais como voz, caneta, toque, gestos e movimentos. Esses modos podem ser utilizados sequencialmente ou concorrentemente e de forma combinada ou independentemente, além da tradicional entrada via teclado e mouse e saída via monitor.

As vantagens na utilização de interfaces multimodais são, entre outras, o aumento na taxa de tarefas que o usuário consegue completar, redução no tempo necessário para completar uma tarefa, redução no esforço do usuário e aplicações que proporcionam maior satisfação aos usuários [6]. Além dessas vantagens, a utilização das modalidades visual e voz pode ajudar o projetista a construir interfaces mais poderosas e amigáveis, aumentando a facilidade de uso dos complexos dispositivos existentes e permitindo interações mais naturais na execução de certos tipos de tarefas. Assim, o projetista pode proporcionar ao usuário a habilidade de usar o modo de interação que mais se ajuste a uma situação específica [6].

No entanto, desenvolver projetos multimodais ainda é um desafio, pois conforme será apresentado na próxima seção, os métodos para o projeto de interfaces multimodais existentes na literatura não consideram questões relacionadas à usabilidade das interfaces finais.

2.1 Estado da Arte dos Métodos para Projeto de Interfaces Multimodais

Stanciulescu [9] apresenta um método baseado em transformações para o desenvolvimento de interfaces multimodais Web. Em tal método é utilizado um framework que decompõe o ciclo de vida de uma interface em quatro níveis: modelo de tarefas, modelo de domínio, interface abstrata e interface concreta. Cada um deles realiza transformações do passo anterior para o seguinte até a obtenção da interface multimodal final.

Todos os elementos, modelos e transformações entre os níveis são especificados uniformemente por meio de uma única linguagem, a UsiXML [3], que permite aplicar regras de transformações no modelo de entrada e produzir o modelo gráfico de saída resultante. Dessa forma, todo o conhecimento de projeto necessário para conduzir as transformações está explicitamente contido nas regras de transformações e a execução dessas regras é garantida por um mecanismo de transformação que está separado da lógica de transformação, possibilitando que o projetista explore muitas alternativas e obtenha diversos tipos de interfaces sem precisar reiniciar o processo. Todas as

interfaces resultantes são consistentes entre si, pois o mecanismo de transformação tem como base o mesmo modelo de tarefas e de domínio.

Paternò [7] apresenta um método de apoio para o desenvolvimento de várias versões de interfaces e várias maneiras para combinar modalidades em ambientes multi-dispositivos que podem se adaptar aos recursos de interação disponíveis e evitar confundir o projetista com muitos detalhes relacionados aos dispositivos e linguagens de programação. A idéia é ter algumas descrições lógicas próximas da visão do usuário e ambientes inteligentes capazes de transformar interfaces a fim de obter adaptações para os dispositivos alvos. Algumas propostas baseadas em XML foram estabelecidas nesta área como XIIML [8], UsiXML [3] e UIIML [1].

Percebe-se que esses métodos não consideram princípios de usabilidade ou padrões de projeto para facilitar o projeto de interfaces multimodais Web, pois ainda estão em evolução e no estágio atual são orientados à geração de código para facilitar o desenvolvimento das interfaces para uma plataforma ou dispositivo. Tais conceitos são fundamentais, pois orientam os projetistas na tomada de decisões consistentes através dos elementos que constituem o produto e são técnicas eficientes para capturar, documentar e comunicar o conhecimento adquirido, aplicado e validado cientificamente em determinadas circunstâncias, além de servirem como guia para a melhoria da usabilidade das interfaces de um modo geral.

Também foi verificado que nenhum dos métodos citados considera a questão de avaliação de usabilidade no estágio de projeto das interfaces. Nas seções seguintes apresentaremos uma proposta para considerar a avaliação de usabilidade em sistemas multimodais, como forma de melhoria das interfaces e como método para capturar raciocínio de identificação e correção de problemas para a formação de uma base de DR que possa orientar projetistas na tomada de decisões em projetos multimodais Web.

3. Métodos de Avaliação de Usabilidade

Um dos conceitos fundamentais da Interação Humano-Computador é que a usabilidade deve ser considerada em etapas anteriores ao início do desenvolvimento de protótipos, pois quando os métodos de inspeção ou de testes são iniciados no final do ciclo do projeto, as mudanças nas interfaces podem ser caras e difíceis de implementar e gerenciar. Quanto mais cedo os erros forem detectados, mais fácil será corrigi-los [5]. Existem diversos métodos para se realizar avaliações de usabilidade em interfaces convencionais e que podem ser utilizados para as interfaces multimodais. Todos eles são baseados na identificação de propriedades que o sistema deve satisfazer, seleção de técnicas e ferramentas para corrigir os problemas detectados, além da avaliação final das propriedades desejadas. Os métodos para a avaliação de interfaces convencionais podem ser divididos em 2 grupos: os analíticos, baseados na teoria e que não necessitam de um sistema funcional nem de usuários reais e os empíricos, baseados em dados experimentais que lidam com dados reais obtidos da interação entre um usuário e um protótipo do sistema.

Exemplos de métodos analíticos [4] incluem Avaliação Heurística, o GOMS e o método *Cognitive Walkthrough*. O principal benefício é permitir a avaliação das

interfaces nos estados iniciais de projeto e desenvolvimento. No entanto, o fato de depender de dados hipotéticos e de teorias faz com que esses métodos sejam pouco precisos ou limitados quando o escopo de estudo é interação multimodal, que ainda não é apoiada por uma base teórica consolidada. Além disso, a configuração de experimentos e a interpretação dos dados desses métodos são tarefas complexas e consomem muito tempo e recursos, muitas vezes inviabilizando a avaliação.

Em contraste, os métodos empíricos usam dados obtidos da observação de usuários executando tarefas e interagindo com o sistema, geralmente protótipos ou cenários. Um exemplo são os testes de usabilidade realizados com a participação de usuários executando tarefas definidas pelos projetistas de interface, que observam as atitudes e o comportamento dos usuários diante da interface analisada [4].

Como os sistemas com interfaces multimodais são relativamente novos e não existem modelos amplamente conhecidos para o projeto de tais sistemas, considerou-se aplicar um método empírico (teste de usabilidade) e um analítico (avaliação heurística) visando-se aproveitar os pontos fortes e encobrir as deficiências das duas abordagens, as quais podem ser consideradas complementares [5].

4. MMWA: Uma Abordagem para o Desenvolvimento e Avaliação de Interfaces Multimodais Web

Nas seções anteriores foram analisados os aspectos técnicos, metodológicos e conceituais existentes na literatura para o projeto, desenvolvimento e avaliação de interfaces multimodais Web. A partir desse embasamento, apresenta-se a abordagem de desenvolvimento de interfaces multimodais MMWA (*MultiModal Web Approach*) [11], que introduz um mecanismo de avaliação de usabilidade capaz de fornecer dados para a identificação, análise e correção de problemas, baseado no registro das soluções de sucesso para problemas recorrentes no contexto da interação multimodal.

Uma outra contribuição da abordagem é facilitar o desenvolvimento de interfaces de uma forma estruturada, registrando o raciocínio das decisões de projeto, justificativas, alternativas e argumentações que levaram à decisão e documentando-as para requerer menos esforço dos projetistas em trabalhos futuros além de otimizar a metodologia de desenvolvimento de interfaces e de permitir a identificação, análise e descoberta de padrões de interação multimodal, por meio da análise de *logs* que são gerados em estudos de caso, como será descrito posteriormente.

A Web foi escolhida pelo fato de existirem linguagens e ferramentas de fácil acesso disponíveis para a pesquisa, tais como linguagens de marcação e navegadores com reconhedores de voz embutidos, e por se tratar de um ambiente no qual as aplicações desenvolvidas podem ser facilmente testadas e os resultados podem ser melhor e mais rapidamente analisados.

A Figura 1 ilustra a abordagem MMWA. A primeira atividade consiste em desenvolver um Modelo Comportamental Inicial (MCI) composto de cenários, situações e também de informações sobre o ambiente em que as tarefas multimodais serão executadas, para auxiliar na identificação da informação trocada entre o usuário e o sistema durante a realização de tarefas no artefato multimodal alvo do projeto. O objetivo é obter a informação do domínio da tarefa que é necessária para a seleção do

mapeamento adequado das informações contidas nas tarefas e a sua representação na interface multimodal. Todas essas informações e os dados obtidos são documentados como uma parte do processo de especificação de requisitos da aplicação multimodal.

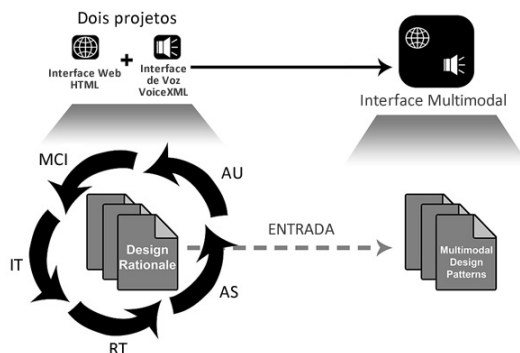


Figura 1 – Abordagem MMWA.

O DR, metodologicamente, registra os conhecimentos e raciocínios que fundamentam o processo de projeto [10]. Para os estudos de caso efetuados até o momento o DR foi documentado na forma de discussões entre as entidades envolvidas no projeto, com a utilização de uma ferramenta de edição colaborativa, uma WIKI configurada para gerar páginas com a estrutura necessária para o registro de DR. Isso permite que as decisões de projeto sejam editadas e comentadas de maneira coletiva e que se tenha controle sobre o histórico de edições, número de acessos aos DR e controle de versões de forma automática.

A segunda atividade da abordagem tem início com a identificação das tarefas (IT) que serão executadas pelo usuário na interface multimodal. O objetivo é analisar ao máximo as tarefas mais importantes com o objetivo de identificar seus objetivos e estados iniciais, as atividades e procedimentos envolvidos, os problemas que podem ocorrer, o ambiente de execução da tarefa, o público alvo e sua experiência, bem como o tipo de entrada e saída multimodal.

Na terceira atividade é aplicado um método [9, 7] para gerar representações abstratas das tarefas (RT) identificadas no passo anterior. Além desse método são incluídos na forma de DR os elementos necessários para gerar e analisar qualquer tipo de entrada e saída multimodal. A idéia é que o resultado seja representado como uma lista com conjuntos de elementos de interfaces para cada modalidade candidata de entrada e saída e combinações de modalidades capazes de representar e trocar a informação necessária para as tarefas no contexto da interface que será desenvolvida.

A quarta atividade é baseada na análise das soluções (AS), fundamentando-se no conjunto de DR capturado anteriormente e filtrando-se as opções com base nas argumentações dos projetistas. Esse passo fornece as potenciais soluções para o mapeamento do problema encontrado na tarefa/interface em conjunto com seus DR.

A quinta atividade completa o ciclo com a geração de um protótipo executável que é alvo de avaliação de usabilidade (AU) composta por um mecanismo de avaliação heurística (MMHE) e um mecanismo de geração e análise automática de Logs em testes com usuários remotos (MMLOG), detalhados nas subseções a seguir. O

protótipo é incrementado com novas funcionalidades e com as correções propostas a cada iteração da MMWA.

4.1 Mecanismo de Avaliação Heurística em Interações Multimodais Web

O MMHE utiliza 10 princípios e um conjunto de *checklists* associados a tais princípios como uma forma de caracterizar e definir aspectos de usabilidade em um projeto de interação multimodal. Tais princípios e *checklists* são usados para estruturar o processo de desenvolvimento como ferramenta de consulta associada ao DR coletado em projetos anteriores além de permitir a realização de avaliações heurísticas. O protocolo utilizado nas avaliações heurísticas é composto de duas etapas:

A primeira etapa da MMHE consiste na preparação de um formulário de avaliação. A elaboração deste formulário baseia-se nas dez heurísticas gerais de Nielsen [4]. Para cada uma das heurísticas definidas, foram feitos previamente o relacionamento dos princípios multimodais identificados em trabalhos anteriores [10] e o relacionamento com os itens do *checklist*, para guiar os avaliadores na busca de problemas relacionados aos princípios de usabilidade definidos neste trabalho.

Na segunda etapa, o objetivo é aplicar o formulário para avaliar os protótipos a fim de verificar se os princípios multimodais estão presentes no projeto, relatando as falhas quanto ao cumprimento dos princípios de usabilidade e das heurísticas. Essa fase envolve um grupo de quatro avaliadores, experientes em avaliação heurística para interfaces multimodais, que examinam as interfaces, julgando se atendem aos princípios de usabilidade definidos e consultando o DR com a finalidade de verificar o raciocínio envolvido na identificação de problemas das iterações anteriores. Os principais problemas encontrados e sua relação com as heurísticas por meio de *checklists* são gravados na forma de DR e discutidos posteriormente entre os avaliadores, gerando uma lista única com todo o raciocínio envolvido na identificação e correção dos problemas encontrados. Esse DR gravado pode também ser consultado pelos desenvolvedores em outras iterações ou outros projetos.

4.2 Mecanismo de geração e análise automática de LOG

O MMLOG também foi desenvolvido no contexto da atividade de avaliação de usabilidade da abordagem para permitir a realização de testes com usuários remotos, análise estatística das interações e reconhecimento de padrões de interação multimodal. A principal justificativa do uso do MMLOG é a facilidade para se obter uma amostra grande de usuários já que os testes com usuários podem ser feitos de maneira remota e a qualquer momento.

Para a avaliação da usabilidade nesse tipo de teste faz-se necessária a captura de todos os eventos que ocorrem durante a interação multimodal, bem como a modalidade escolhida pelo usuário, as falas dos usuários e os tempos de interação com cada elemento (*widget*) da interface.

O mecanismo foi desenvolvido para coletar *logs* em qualquer interface multimodal seguindo os padrões da W3C. Ele é composto por 4 classes e 8 métodos

desenvolvidos em *ECMAScript* que permitem uma coleta estruturada que é utilizada para gerar gráficos e tabelas permitindo a análise estatística das escolhas de interação por parte do projetista além de viabilizar e facilitar a percepção e descoberta de padrões de interação e até mesmo erros de projeto de interação multimodal.

É possível fazer qualquer tipo de ordenação para a geração de gráficos como, por exemplo, mostrar um comparativo do uso das modalidades gráficas e de voz em cada item da interface e por usuário ou comparar o tempo médio de interação em interfaces gráficas e de voz para uma mesma tarefa, entre outros.

5. Análise dos resultados da utilização do MMHE

Foram realizados 3 estudos de caso com a aplicação do MMHE na abordagem MMWA, sendo que em 2 deles houve a aplicação do MMLOG. No primeiro estudo de caso (EC1) foram projetadas interfaces para a realização de aluguel de carros. No segundo (EC2), interfaces para o pagamento de contas telefônicas e no terceiro (EC3), interfaces para a localização de pontos de interesse em um mapa.

Na tabela a seguir percebe-se que os problemas encontrados com o MMHE e suas severidades diminuíram devido ao uso do DR em projetos subsequentes e devido ao uso de avaliação heurística antes dos testes com usuários, comprovando as hipóteses apresentadas em [5], pois apenas uma parte dos problemas que efetivamente ocorrerem nos testes de usabilidade são identificados durante avaliação heurística e problemas encontrados em um método são complementares aos do outro, como apresentaremos na seqüência.

Tabela 1. Estudos de Caso executados com a MMWA.

| | EC 1 | EC 2 | EC 3 |
|---|------|------|------|
| DR Capturado (# de questões) | 36 | 11 | 10 |
| DR Registrado (# discussões) | 472 | 97 | 75 |
| DR Utilizado (# consultas) | 0 | 13 | 18 |
| Problemas encontrados com a aplicação do MMHE | 12 | 5 | 4 |
| Problemas encontrados no MMLOG | - | 9 | 5 |

Com relação ao MMHE perceberam-se resultados expressivos quanto à identificação e solução de problemas baseado na teoria identificada neste trabalho, como é o caso dos DRs, dos princípios e guidelines e ao relacionamento destes com as heurísticas amplamente utilizadas como forma de avaliação de usabilidade em interfaces Web convencionais. Alguns exemplos de dados obtidos com o MMHE são:

Tabela 2. Trecho do Formulário de Avaliação Heurística do MMHE.

| Heurísticas | Princípios Multimodais | Problemas | Solução |
|---|--|---|---|
| 1)Visibilidade do estado do sistema. 7)Reconheciment | 2) Transição perceptível entre diálogos. | Inúmeras opções em uma caixa de seleção. Graficamente é possível navegar até a opção desejada com barras de rolagem. Com <i>prompts</i> , | Utilizar filtros gráficos e de voz para que a interface multimodal apresente o menor número de opções |

| | | | |
|---|---|--|--|
| o ao invés de memorização | 4) Interfaces previsíveis. Checklists: 1.2,7.3,7.6 | isso pode tornar-se cansativo com a leitura de várias opções. Mostrar a caixa de seleção aberta com dezenas de opções faz com que o componente gráfico ocupe muito espaço na interface. | possíveis de acordo com o filtro previamente questionado. Exemplo: localizar um ponto de referência em um mapa filtrando-se por cidade. |
| 5)Prevenção de erros. 8)Flexibilidade e eficiência de uso. | 10)Tratamento e prevenção de erros. 5)Adaptação. 7) Projeto da entrada e saída multimodal. Checklists: 5.1,5.5,8.2 | Para campos que são opcionais, o usuário não sabe o que dizer no caso em que ele quer deixar o campo em branco. Ajuda apropriada não é fornecida quando ocorre um erro. Mensagens de erro são expressas em linguagem técnica e não sugerem solução. | Informar ao usuário como fazer para passar para a próxima tarefa sem preencher uma opção do <i>checkbox</i> . Usar contadores e distinção de tipos de erros disponíveis na tecnologia de voz, para apresentar uma mensagem adequada ao usuário facilitando a recuperação de um erro ou o entendimento da tarefa. |
| 10) Ajuda e documentação 6) Ajuda aos usuários para reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros | 9)Retorno (feedback). 8)Consistência na interação. Checklists: 10.1, 6.1,6.2 | Mensagens de Ajuda na interface de voz não apresentam as possíveis falas reconhecidas pela gramática, para facilitar a interação. | Fornecer ajuda focada na tarefa do usuário (janela de help, que se abre em um " <i>div layer</i> " ao passar o mouse sobre "Ajuda" ou quando o usuário utilizar o comando de voz universal help existente) |

6. Análise dos resultados da utilização do MMLOG

A aplicação do MMLOG em estudos de caso com a abordagem MMWA auxiliou na identificação de problemas de interação que não puderam ser coletados ou propostos executado-se a Avaliação Heurística e na sugestão de melhorias no processo de combinação das interfaces gráficas com voz por meio da análise do padrão comportamental dos usuários em suas interações, tais como:

Estratégia de Recuperação de Erros: Uma inspeção na tabela de erros gerada pelo MMLOG possibilitou a verificação de que tanto a estratégia utilizada para a correção de erros de reconhecimento identificada pelo MMHE como a do projeto das gramáticas tendo como base o modelo do domínio e o projeto das tarefas foi eficiente durante os testes com usuários. Essa análise foi possível ouvindo-se os áudios gravados e comparando-os com a fala gravada pelo MMLOG e com a abrangência da gramática. A maioria dos erros (71%) no EC2 foi do software de reconhecimento (interpretação errada da fala por semelhança na fonética das palavras ou erros no *end-pointer*, que segmenta o sinal de entrada de áudio) e a estratégia de recuperação desse tipo de erro foi eficiente e apenas uma taxa de 3% das tarefas foram completadas com dados errados. A pouca taxa de erros na gramática sugere que a aplicação da abordagem nas primeiras etapas do projeto foi eficiente e todos os problemas foram corrigidos nas outras atividades do ciclo antes dos testes. Quando o usuário usa a interface gráfica em sincronismo com a interface de voz, ele refere-se aos termos que estão escritos na interface gráfica para elaborar a sua fala. Esse é um dos princípios definidos na abordagem proposta de acordo com [2] que afirma que é mais fácil se referir a uma entidade quando ela está inserida no diálogo evitando o esforço de

rearticular uma frase para se referir à entidade. Esse tipo de análise não seria possível utilizando-se avaliação heurística e seria realizada com uma amostra pequena de usuários caso os testes com usuários fossem realizados sem o auxílio do MMLOG.

Estratégia de Universais: Percebeu-se que houve pouco uso do mecanismo de Universais. Isso se deveu ao fato de que durante a atividade de análise de tarefas as interfaces de voz foram projetadas com informações complementares à interface gráfica. Dessa forma, o usuário não precisa se preocupar em localizar o mecanismo de “Ajuda” na interface gráfica diminuindo assim a carga cognitiva necessária para compreender e utilizar a interface. Comandos como “*Repetir*” e “*Voltar*” também não são usados, pelo fato de que a interface gráfica funciona como um mecanismo de resumo dos *prompts* e pelo fato de que o usuário consegue visualizar as tarefas anteriores, não sendo necessário pedir para “voltar”.

A **Estratégia de Confirmação** das interfaces de voz pode ser simplificada nas interfaces multimodais, pois o sincronismo funciona como um mecanismo de confirmação. O usuário consegue ver o que forneceu como entrada de voz, e assim utilizar a modalidade gráfica para apontar um erro e corrigi-lo. Nos estudos de caso percebeu-se que grande parte dos usuários tenta corrigir usando a mesma modalidade em que houve o erro, e caso o erro ainda persista, ele troca de modalidade conforme é mostrado na tabela a seguir. Pode-se perceber, nas colunas selecionadas, que após a ocorrência de um segundo erro de reconhecimento (*NoMatch2*) o usuário Daniel troca de modalidade, de voz para gráfica, e informa via campo de texto o nome da cidade (*New York*). Essa é uma grande vantagem das interfaces multimodais, pois o usuário consegue ter a possibilidade de usar uma outra modalidade para fornecer a entrada que é esperada em uma tarefa.

Tabela 3. Trecho do MMLOG que apresenta mudança de modalidade após um erro.

| SNID | NAME | AGE | GEND | SPEE | MODE | TASK | INTP | ERRO | TIME | DATE |
|-------|--------|--------|------|-------|---------|---------|----------|------|-------|---------|
| 96bef | Daniel | adulto | M | FALSE | voz | place_1 | NoMatch2 | TRUE | 8,75 | 22/6/09 |
| 96bef | Daniel | adulto | M | FALSE | gráfica | place_1 | New York | FALS | 14,92 | 22/6/09 |

A **precisão do reconhecimento de voz** está associada ao ruído no ambiente, velocidade da fala, frustração do usuário não nativo e uso de frases muito grandes. No caso da frustração, que é subjetivo, verifica-se que quando o usuário tem sua fala rejeitada na sua primeira tarefa as falas posteriores incluem interjeições que demonstram descontentamento com a tecnologia e ele tende a usar os comandos gráficos para realizar tarefas mais difíceis.

7. Conclusões e Trabalhos Futuros

Discutiu-se neste artigo os resultados da inclusão de dois mecanismos de avaliação de usabilidade, o MMHE e o MMLOG, um analítico e um empírico respectivamente na abordagem para o desenvolvimento de interfaces multimodais Web (MMWA). O foco foi dado aos dados obtidos em 3 estudos de caso, cuja proposta foi direcionada para o projeto, desenvolvimento e avaliação de usabilidade em interfaces multimodais. O objetivo foi validar o uso de mecanismos de avaliação de usabilidade na MMWA e

concretizar uma proposta de diretrizes para a realização de avaliações nesse tipo de interface. Pretende-se que essa abordagem otimize as tarefas de projeto, desenvolvimento e avaliação de interfaces multimodais e que tais interfaces proporcionem mais satisfação aos usuários ao permitirem ao usuário final a flexibilidade de escolher a modalidade de interação que é mais adequada à tarefa em um determinado momento.

Foram obtidos resultados expressivos com o uso da abordagem proposta, sendo que os mais importantes são: a captura e o registro estruturado de DR bem como sua recuperação para futuramente possibilitar a escrita de padrões de projetos multimodais; a validação do ciclo de atividades proposto e a obtenção de mecanismos que facilitam a tarefa do projetista no projeto, avaliação e análise dos dados em interfaces multimodais Web.

Como trabalhos futuros pretende-se realizar novos estudos de caso para aprimorar a abordagem MMWA com os dados expostos anteriormente. Além disso, pretende-se iniciar a escrita dos padrões de projetos para interfaces multimodais, uma vez que já se tem um conjunto próprio de DR capturado e armazenado. Espera-se contribuir com a comunidade de IHC fornecendo uma abordagem que facilite a captura, o armazenamento e a disseminação do conhecimento utilizado em um projeto para que futuros desenvolvimentos sejam beneficiados pelas soluções encontradas para os problemas recorrentes nesse contexto multimodal.

Referências

1. Abrams, M.; Phanouriou, C.; Batongbacal, A.; Williams, S.; Shuster, J: UIML: An Appliance-Independent XML User Interface Language, Proceedings of the 8th WWW.
2. Almor, A.: Noun-phrase anaphora and focus: The informational load hypothesis. *Psychological Review*, 1999
3. Limbourg, Q.; Vanderdonck, J.; Michotte, B.; Bouillon, L.; Lopez, V. USIXML: a Language Supporting Multi-Path Development of User Interfaces. In Proc. of 9th IFIP Working Conference on Engineering for Human-Computer Interaction (Hamburg, July 11--13, 2004). Kluwer Academic Press, Dordrecht, 2004.
4. Nielsen, J: Usability Engineering. Academic Press, Cambridge, 1993.
5. Nielsen, J.; Mack, R: Usability Inspection Methods. Pages 173-233. John Wiley & Sons, Inc. 1994.
6. Oviatt, S., Coulston, R., Lunsford, R: When do we interact multimodally?: cognitive load and multimodal communication patterns. In Proceedings of the 6th international Conference on Multimodal interfaces (State College, PA, USA, October 13 - 15, 2004). ICMI '04. ACM, New York, NY, 129-136.
7. Paternò, F.; Giammarino, F: Multimodal interaction: research papers: Authoring interfaces with combined use of graphics and voice for both stationary and mobile devices. Proceedings of the working conference on advanced visual interfaces AVI '06.
8. Puerta, A.; Eisenstein, J. XIML: A Common Representation for Interaction Data, Proceedings ACM IUT'01, pp.214-215.
9. Stanculescu A.; Limbourg Q.; Vanderdonck J.; Michotte B.; Montero F.: A Transformational Approach for Multimodal Web User Interfaces based on USIXML. Proceedings of the 7th international conference on Multimodal interfaces ICMI 2005, pages 259-266, ACM Press.
10. Talarico Neto, A., Fortes, R.P.M, Silva Filho, A.G: Multimodal interfaces design issues: the fusion of well-designed voice and graphical user interfaces. In: 26th ACM International Conference on Design of Communication, 2008, Lisbon. 26th ACM International Conference on Design of Communication, 2008. v. 1. p. 277-278.
11. Talarico Neto, A., Bittar, T.J., Fortes, R.P.M., Felizardo, K: Developing and evaluating web multimodal interfaces - a case study with usability principles. In Proceedings of the 2009 ACM Symposium on Applied Computing (Honolulu, Hawaii).ACM, NY, 116-120.