

Urbano, Paulo ; Cruz, Rodrigo ; Dallegrave, Támara

*Anomalous behavior identification using
statistical analysis of large scale user
interaction data*

**Interaction South America (ISA 14). 6ta. Conferencia Latinoamericana de
Diseño de Interacción, 2014**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Urbano, P., Cruz, R., Dallegrave, T. Anomalous behavior identification using statistical analysis of large scale user interaction data [en línea]. En: Interaction South America (ISA 14) : 6ta. Conferencia Lationamericana de Diseño de Interacción; 2014 nov 19-22; Buenos Aires : Interaction Design Association ; Asociación de Profesionales en Experiencia de Usuario ; Internet Society ; Universidad Católica Argentina. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/ponencias/anomalous-user-interaction-data.pdf>

Anomalous Behavior Identification using Statistical Analysis of Large Scale User Interaction Data

Paulo Urbano
CESAR
pgau@cesar.org.br

Rodrigo Cruz
CESAR
rctb@cesar.org.br

Tâmara Dallegrave
CESAR
tlda@cesar.org.br

ABSTRACT

The challenge of identifying usability problems in interactive applications has been dealt with by companies for decades, but the amount of issues found in production systems illustrates how far we are from a widely usable solution. The integration of statistical analysis of large scale user interaction data into a user centered design process, presented by the authors in an earlier work [1], can significantly improve the chance of identifying usability problems in certain classes of applications. In this article, an expansion of the approach is proposed, leveraging the concept of ‘task’ as defined in the ISO 9241-11 [2] to create the basis for the automatic identification of anomalous interaction behavior. Here, ‘anomalous’ is understood as any statistically significant deviation from the expected interaction behavior, as defined in the implemented information architecture and navigation flow, or from the most often observed interaction pattern. With that, we argue, a relevant new tool to support the process of usability evaluation is created, uncovering interaction patterns not easily identifiable by other means.

PALAVRAS-CHAVE

Usability tests, statistical analysis, outlier detection.

INTRODUÇÃO

A preocupação com aspectos de usabilidade na construção de sistemas interativos não é um fenômeno recente. Grandes corporações internacionais, como Microsoft, IBM, Hewlett-Packard e Apple estabeleceram a avaliação de usabilidade como parte de seus processos centrados no usuário para desenvolvimento de software desde os anos 80 [3]. Mesmo com esse histórico, a probabilidade de encontrar problemas de usabilidade em sistemas interativos é bastante alta, segundo estimativas apresentadas por Jeff Sauro [4]. A participação de profissionais engajados em design de interação e avaliação de aspectos de usabilidade se concentra, normalmente, nas fases de ideação e arquitetura da informação [5], onde conceitos de interação são representados por protótipos e validados em testes de usabilidade com usuários em pequenos grupos (5 a 8 pessoas) para que, presumivelmente, um percentual significativo (> 80%) dos problemas de usabilidade seja encontrado [6].

É possível argumentar que a discrepância entre o percentual de problemas que se pretende encontrar com

os testes de usabilidade e os que são realmente encontrados e corrigidos está relacionada aos seguintes problemas:

1. Participação limitada de designers de interação, apenas em fases iniciais do desenvolvimento;
2. Possíveis vícios de interpretação nos testes com usuários, tais como no “efeito avaliador” [7];
3. Tamanho reduzido da amostra da população de usuários durante os testes de usabilidade [8], diminuindo a probabilidade de identificação de problemas.

Em um cenário ideal, seria possível a participação de múltiplos designers de interação durante todo o desenvolvimento de um sistema interativo, sendo responsáveis pela avaliação de vários testes de usabilidade, cada um dos quais com grande número de participantes. Vícios de interpretação seriam balanceados e haveria uma alta probabilidade de identificação da maioria dos problemas de usabilidade, devido à participação contínua de profissionais de interação. Em situações frequentes do mercado, no entanto, o tempo e tamanho de equipe necessários para se aproximar de um cenário ideal na condução dos testes, coleta de observações e compilação de resultados implicaria em custo não justificável.

A coleta automatizada de dados de interação com sistemas digitais tem se popularizado largamente nos últimos anos [9]. A possibilidade de coletar ações do usuário no contexto do sistema, tais como compra e avaliação de produtos, permite a criação perfis de comportamento [10], usados para criar indicadores de performance (e.g. acessos por dia, conversão) e fazer ofertas personalizadas de outros produtos e serviços.

A aplicação de coleta e processamento de dados em larga escala com o objetivo de avaliar a usabilidade de sistemas interativos tem o potencial de contribuir para a resolução dos problemas listados acima:

1. Criar alternativas para a participação contínua do designer de interação no ciclo de vida do aplicativo;

2. Permitir que comportamentos de usuários sejam examinados múltiplas vezes, por diferentes avaliadores;
3. Tornar o tamanho da amostra de pesquisa próximo ao tamanho da população total de usuários.

Este trabalho explora este potencial, estendendo a proposta de coleta e geração automatizadas de estatísticas sobre dados de interação em larga escala apresentado em [1] com o conceito comportamento anômalo, identificando padrões de interação divergentes daqueles imaginados na concepção do sistema através de detecção de *outliers* [11]. Com isso, criam-se novos insumos para a atividade de avaliação de usabilidade, contribuindo para a identificação de um maior percentual de problemas.

USANDO DESIGN DE INTERAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO

A utilização do design na criação de produtos e serviços é a ligação entre criatividade e inovação. É o processo de transformar ideias em realidade, transformando produtos que utilizamos fáceis, usáveis e desejáveis. A utilização de métodos e ferramentas de design produzem um entendimento de comportamentos, necessidades, expectativas proporcionando a implementação de novas soluções. Estas soluções podem ser a criação de novos produtos ou a melhoria de um produto já existente para garantir o melhor uso para os usuários [12].

O design de interação é uma metodologia de projeto de software que busca o desenvolvimento de produtos interativos que atendam às necessidades de seus usuários. Isto significa que da perspectiva do usuário o produto deve ser fácil, eficiente e agradável de usar [13]. Deste modo, a utilização do design de interação no desenvolvimento de um produto assegura que os desejos e necessidades dos usuários serão levados em consideração no produto. A equipe de design de interação trabalha iterativamente para validar e aprimorar suas ideias durante todo o ciclo de desenvolvimento.

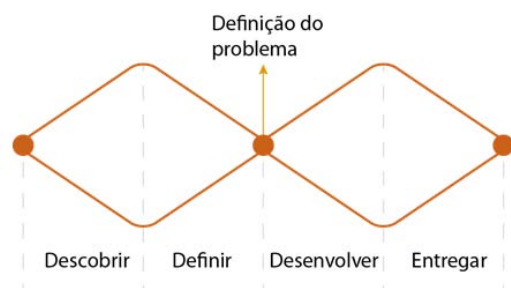


Figura 1 - Processo de design *double diamond*

O processo de design de interação envolve quatro atividades básicas [14]:

- **Descobrir:** identificar necessidades e estabelecer requisitos. O período inicial do projeto é marcado por inspirações, descobertas e ideias, identificando as necessidades do usuário e desenvolvendo ideias iniciais. Nesta fase, a equipe de design começa a identificar o problema, oportunidade ou necessidade a ser incluída para delimitar o escopo da solução. São utilizados métodos de pesquisas qualitativas e quantitativas para construir um banco de conhecimento que será utilizado em todo o processo e será utilizado como guia e inspiração para o time de design.
- **Definir:** desenvolver designs alternativos que preencham esses requisitos. As ideias levantadas na fase anterior são analisadas e alinhadas com necessidades organizacionais e objetivos de negócio para identificar quais são as ações que serão tomadas. O resultado dessa fase é uma definição clara do desafio ou problema que vai gerar o desenvolvimento do produto ou serviço.
- **Desenvolver:** construir versões interativas dos designs, de maneira que possam ser comunicados e analisados. Nesta fase, soluções são projetadas, criadas como protótipo, testadas e melhoradas continuamente. Este processo de tentativas e erros ajudam a equipe de design a melhorar e refinar os conceitos do projeto até que estejam prontos para serem implementados. A validação com usuários finais ajuda bastante neste processo de melhoria.
- **Entregar:** avaliar o que está sendo construído durante o processo. A última atividade é a entrega do resultado de todas as fases anteriores, quando o produto é finalmente lançado. Neste momento são avaliados todos os processos, lições aprendidas, ideias, novos conhecimentos, melhorias e formas de trabalhar.

Inovação envolve as tecnologias de informação e comunicação (TICs) e sua transformação em artefatos ou experiências que respondam as demandas do mercado ou que criam demandas no público. Deste modo, o sucesso da experiência de uso é absolutamente fundamental para os processos suportados por TICs. Baseado nisso, o C.E.S.A.R. criou seu próprio processo de inovação baseado no conceito de usabilidade a partir da ISO 9241, que a define como “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para

alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” [2].

O PIC enfatiza o entendimento das pessoas que poderão vir a ser, ou são, a audiência para os produtos e serviços desenvolvidos no C.E.S.A.R., o que eles valorizam e como vivem, para que seja possível desenvolver experiências de uso que melhorem sua qualidade de vida. Este processo inclui fundamentalmente estudos e pesquisas sobre ambientes físicos, sociais e culturais da ação dos usuários e atividades de ideação, prototipação e avaliação com o usuário. A preocupação com a usabilidade do produto torna-se o foco do design de interação, portanto, os usuários são envolvidos em todo processo de design, que pode ser visualizado na Figura 2.



Figura 2 - Processo de inovação C.E.S.A.R

Este ciclo básico, conforme ilustrado na Figura 2, é implementado em espiral continuamente. O processo, como um todo, pode ser customizado de acordo com a natureza das demandas do cliente e seu planejamento estratégico e operacional.

FLUXOS DE NAVEGAÇÃO, TAREFAS

Ao ser concluído em uma de suas iterações, o processo de design centrado no usuário resulta na criação de um sistema interativo com características específicas, que modelam o entendimento da equipe de desenvolvimento em relação às necessidades do usuário para a execução de uma determinada tarefa.

Artefatos como o mapa navegacional, definição de funcionalidades (ou tarefas, segundo [2]) disponíveis para o usuário e a caracterização dos padrões de comportamento esperados durante a interação são também usualmente resultante do processo acima. Os padrões de comportamento esperados podem ser definidos como o conjunto de sequências de acesso a telas, acionamento de funcionalidades e modo de interação considerados pela equipe de desenvolvimento, durante a criação do sistema, como os mais adequados

para dar suporte aos aspectos de eficiência, eficácia e satisfação na interação. As ferramentas de mapa navegacional e a definição textual de tarefas servem com base para criação de referências de comportamento de interação.

Um subproduto desta tarefa é o entendimento de quais são os fluxos de navegação padrão e quais os comportamentos esperados dos usuários ao acessar as possibilidades de navegação. As ferramentas de mapa navegacional e a definição textual de tarefas servem com base para criação de referências de comportamento de interação. A Figura 3 e a Figura 4 ilustram resultados desta modelagem.

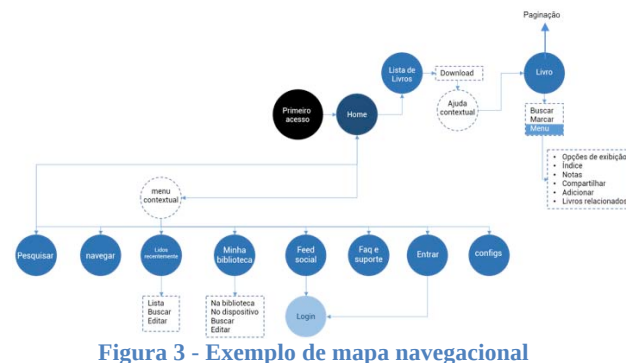


Figura 3 - Exemplo de mapa navegacional

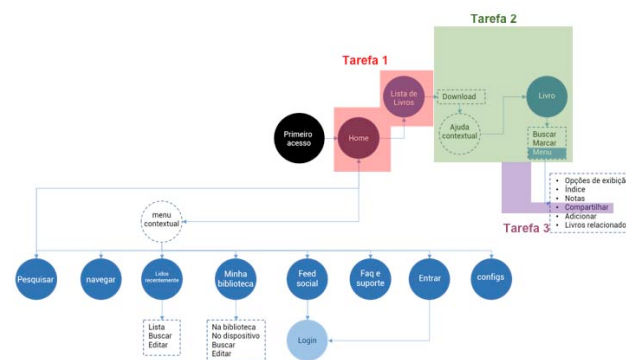


Figura 4 - Indicação de tarefas no mapa navegacional

IDENTIFICAÇÃO DE OUTLIERS

Usando a abordagem de coleta automatizada de dados de interação, o sistema interativo desenvolvido é instrumentado, durante sua implementação, com rotinas de registro de eventos como transições de tela, acionamento de botões e toques/cliques na interface gráfica do sistema. Os registros armazenados podem ser entendidos como observações das interações feitas pelos usuários com o sistema, base para uma análise de interação e possíveis problemas de usabilidade.

Argumentamos que padrões de comportamento anômalos são indicadores relevantes para dificuldades de interação do usuário com o sistema e que podem ser usados dentro de um processo de melhoria contínua

como guia na identificação de atividades prioritárias para modificação do software.

O termo anomalia é entendido no contexto deste trabalho como qualquer desvio estatisticamente significativo no padrão de comportamento do usuário, se comparado ao esperado pela equipe de desenvolvimento ou ao padrão de comportamento observado com mais frequência durante o monitoramento.

A identificação de anomalias unicamente pela avaliação de observações de interação por um designer de interação pode sofrer dos problemas descritos na introdução, além de não se mostrarem viáveis para avaliações de larga escala.

Algoritmos desenvolvidos nas áreas como *machine learning* e KDD [15], tais como K-Nearest Neighbour Data Description, Parzen Window Data Description e Support Vector Data Description, tem ampla aplicação na identificação de anomalias. Em termos gerais, um algoritmo usado para a identificação de anomalias atribui a cada observação um valor dentro de uma escala numérica, indicando a probabilidade de que seja considerado uma anomalia dentro de seu conjunto de observações. A avaliação deste resultado e a decisão sobre que limite numérico na escala deve indicar uma anomalia é ainda de responsabilidade do designer de interação, mas com suporte de um sistema automatizado e de dados reais de utilização.

Em sua aplicação real, os dados coletados como observações de interação são associados a fluxos de navegação e tarefas identificados durante o desenvolvimento do sistema. De outro lado, padrões de comportamento esperados são representados por características específicas, como o tempo de permanência em determinada tela, a sequência de ativação de funcionalidades e a frequência de repetição de determinada ação. Ao comparar os padrões esperados com aqueles observados no uso real, é possível estabelecer, com base em uma função de dissimilaridade, quais as maiores diferenças e, por extensão, identificar áreas de possível investigação na busca por problemas de usabilidade.

CONCLUSÃO

Neste trabalho o objetivo de identificação de problemas de usabilidade em sistemas computacionais foi analisado partindo dos desafios impostos por restrições orçamentárias na alocação de designers de interação, tanto em seu número quanto no momento de seu engajamento em um projeto. Abordagens tradicionais de pesquisa com usuários podem sofrer com vícios de interpretação e baixa significância da amostra de usuários observada. A coleta automatizada de dados de interação, representando observações do

comportamento real do usuário, podem criar um novo e valioso insumo para a avaliação de usabilidade, com base em abordagens de identificação de padrões de comportamento significativamente divergentes daqueles imaginado em tempo de projeto e daqueles observados mais frequentemente na prática.

O uso de algoritmos das áreas de *machine learning* e KDD permite a identificação automatizada de observações divergentes, levantando pontos de alerta para que uma avaliação mais detalhada seja feita pelo designer de interação. Ao ser incluído no processo contínuo de avaliação e melhoria do sistema, argumentamos que a identificação de padrões anômalos de comportamento cria um instrumento rico para guiar o esforço de avaliação de usabilidade.

REFERÊNCIAS

- [1] Paulo Urbano, Rodrigo Cruz, and Tâmara Dallegrave, "Aplicando Análise Estatística de Dados de Interação de Larga Escala no Design Centrado no Usuário," in *Book of Tutorials of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 1st ed., Clodis Boscarioli et al., Eds. Foz do Iguaçu: SBC, 2014, vol. I, pp. 55-78.
- [2] ISO, SFEN, "Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)—Part II Guidance on Usability," ISO 9241-11, 1998.
- [3] Mary Dieli, "The Usability Process: Working with Iterative Design Principles," *IEEE Transac. on Prof. Comm.*, vol. 32, no. 4, 1989.
- [4] Jeff Sauro. Measuring Usability. [Online]. <http://www.measuringusability.com/problem-frequency.php>
- [5] Yvonne Rogers, Helen Sharp, and Jenny Preece, *Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador*, 3rd ed.: Bookman, 2013.
- [6] J Nielsen and R Molich, "Heuristic evaluation of user interfaces," in *Proceedings on Human Factors in Computing Systems*, NYC, 1990.
- [7] Morten Hertzum and Niels Ebbe Jacobsen, "The Evaluator Effect: A Chilling Fact about Usability Evaluation Methods," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 13, no. 4, pp. 421-443, 2001.
- [8] Simone Borsci et al., "Reviewing and Extending the Five-User Assumption: A Grounded Procedure for Interaction Evaluation," *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 20, no. 5, November 2013.

- [9] World Economic Forum, "Personal Data: The Emergence of a New Asset Class," World Economic Forum, Report 2011.
- [10] Ye Chen, Dmitry Pavlov, and John Canny, "Large-Scale Behavioral Targeting," in *15th ACM International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, Paris, 2009, pp. 209-217.
- [11] Jeroen Janssens, "Outlier Selection and One-Class Classification," Tilburg University, PhD Thesis ISBN: 978-90-820273-1-0, 2013.
- [12] UK Design Council. (2014) Introducing Design Methods. [Online]. <http://bit.ly/10fI2gN>
- [13] Stephen Chapman, *Design de interação*, 3rd ed.: Bookman, 2013.
- [14] Yvonne Rogers, Helen Sharp, and Jennifer Preece, *Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador*, 3rd ed.: Bookman, 2013.
- [15] M Fayyad, G Piatetsky-Shapiro, and P. Smyth, "Knowledge discovery and data mining: Towards a unifying framework," in *Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, Portland, 1996.