

Desenvolvimento e Avaliação do Protótipo KeyBoard Hero

Victor Antunes Vieira, Tito Franco de O. Lima Neto, Leandro Ferrarezi Valiante,
Damián Keller

Núcleo Amazônico de Pesquisa Musical (NAP) / Centro de Ciências Exatas e
Tecnológicas – Universidade Federal do Acre (UFAC) – Rio Branco, AC - Brasil

vicvrcvieira@hotmail.com, t7franco@gmail.com, leoferrarezi@gmail.com,
dkeller@ccrma.stanford.edu

Abstract. *When properly designed, multimedia systems tend to be fun to use. In the context of computer music, these systems enable full user interaction for music making. The aim of this study is to develop a prototype to enable piano emulation through the QWERTY keyboard. The main results include an analysis of usability and the techniques utilized to develop the software KeyBoard Hero. Enjoyment was the most significant factor of the usage evaluation.*

Resumo. *Sistemas multimídia, quando bem trabalhados, tendem a tornar atividades mais divertidas. Se tratando de música, esses sistemas possibilitam múltiplas formas de interação em atividades musicais. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um software livre que possibilitasse o usuário interagir com processos de síntese sonora via teclado QWERTY. Os principais resultados compreendem a análise da usabilidade do software KeyBoard Hero e as implicações dos fatores avaliados para o desenvolvimento de sistemas musicais ubíquos. O estudo apontou o fator diversão como o principal destaque na avaliação de uso.*

Palavras chave: Computação musical; Sistemas multimídia; KeyBoard Hero.

1. Introdução

A quinta e atual geração de computadores é caracterizada pela massificação da Internet e pelo uso de tecnologias multimídia para disseminação de conteúdo. Segundo Blakowski (1996), a comunicação multimídia trata da comunicação utilizando, de forma coordenada, vários tipos de dados multimídia nos sistemas informatizados. A Internet tem possibilitado um acesso cada vez maior a qualquer tipo de conteúdo multimídia, fomentando o desenvolvimento de novas formas de interação. Esse fato mostra o potencial a ser explorado por pesquisas na área de projeto e aplicação de sistemas multimídia, que vão desde a criação de ferramentas simples, com texto e imagem, até a elaboração de softwares musicais ubíquos, envolvendo mídias múltiplas em ambientes integrados para interação remota (Keller et al. 2009).

Sistemas multimídia tendem a tornar atividades mais divertidas. No entanto, proporcionam maiores desafios tecnológicos. A utilização de imagens, animações e sons possibilita novas formas de interação com os usuários e, se bem trabalhada, pode transformar um software simples em um recurso com um elevado nível de usabilidade. Porém, a alta demanda computacional destes recursos pode ter um impacto negativo no desempenho do sistema. Logo, desde o início do ciclo de desenvolvimento é necessária a consideração dos fatores humanos na hora de introduzir recursos visuais ou sonoros (Pressman 2007).

Além da disponibilização de conteúdo audiovisual e da aplicação de novas técnicas de interação para aumentar a usabilidade, os ambientes multimídia possibilitam o suporte para o contexto educacional. Neste contexto, o intuito é permitir com que o

aluno tenha acesso a conteúdos de forma lúdica, incentivando novas abordagens e ampliando o leque de estratégias de aprendizagem. Por exemplo, um software musical que possibilite a simulação de atividades criativas é capaz de fazer com que um usuário tenha experiências musicais sem a necessidade de comprar um instrumento musical, estudar sistemas de notação e realizar escalas e arpejos durante várias horas por dia, durante meses ou anos. Obviamente, os ambientes musicais digitais não se propõem como substitutos à execução instrumental ou ao conhecimento teórico. Eles fornecem complementos e alternativas que podem ampliar o horizonte criativo de músicos e leigos. Esse é o enfoque utilizado em música ubíqua (Keller et al. 2009).

A música ubíqua trata a junção de sistemas para atividades musicais, utilizando diferentes interfaces para o tratamento de dados musicais, tornando possível, num contexto ubíquo, o acesso simultâneo de usuários múltiplos. Essa área de estudos envolve conceitos de sistemas distribuídos, computação móvel, sistemas cooperativos e tecnologia assistiva (Keller et al. 2009). O objetivo desta área de pesquisa é fazer com que mais usuários utilizem sistemas musicais, sem a necessidade de conhecimentos específicos de música, ampliando as habilidades na manipulação de ferramentas pouco intuitivas e diminuindo gastos com estruturação de ambientes de produção musical (Flores et al. 2010).

Tendo como base a pesquisa sendo desenvolvida com sistemas musicais ubíquos, identificamos a falta de uma ferramenta que possibilitasse o aproveitamento do teclado padrão QWERTY para controle de parâmetros sonoros em tempo real. Em particular, o interesse era identificar vantagens e limitações de diversas formas de mapeamento entre o teclado QWERTY e o teclado emulador do piano. Entende-se que a aplicação desse conhecimento específico permitirá estabelecer prioridades de design na hora de escolher dispositivos de controle legados com baixo custo, como é o caso do teclado QWERTY. As perguntas a serem colocadas são: É viável o aproveitamento do teclado PC padrão para atividades musicais criativas? Caso esse dispositivo possa ser aproveitado, quais são as limitações que precisam ser superadas para seu uso efetivo em música?

O restante do texto está organizado conforme descrito a seguir. Na Seção 2 são apresentados os materiais e métodos utilizados no desenvolvimento do protótipo Keyboard Hero. A Seção 3 detalha os resultados deste trabalho, focalizando as avaliações realizadas com usuários músicos e leigos. A Seção 4 apresenta uma discussão dos resultados com destaque para os fatores criativos e as possíveis aplicações futuras no campo educacional.

2. Materiais e Métodos

Do ponto de vista procedimental, esta pesquisa pode ser categorizada como um estudo de caso qualitativo. Foi adotado como procedimento o estudo de caso visando a descoberta e compreensão dos problemas decorrentes da estratégia de design. Com esse intuito, foi realizada a coleta de dados aplicando duas ferramentas para avaliar o suporte à criatividade: o Índice de Suporte à Criatividade (*Creative Support Index* - CSI) e o Perfil do Produto Criativo (*Creative Product Profile* - CrePP) (Keller et al. 2011).

Enquanto à arquitetura de software, foi adotado o processo de modelagem com desenvolvimento de artefatos e diagramas baseados na linguagem UML (*Unified Modelling Language* - Linguagem de Modelagem Unificada), tendo em vista o reaproveitamento do software através do mapeamento (ou detalhamento) da arquitetura, utilizando-se como referências Pressman (2007) e Sommerville (2007). Um dos

diagramas desenvolvidos e que demonstra a arquitetura do software é o Diagrama de Fluxo do protótipo Keyboard Hero, mostrado na Figura 1.

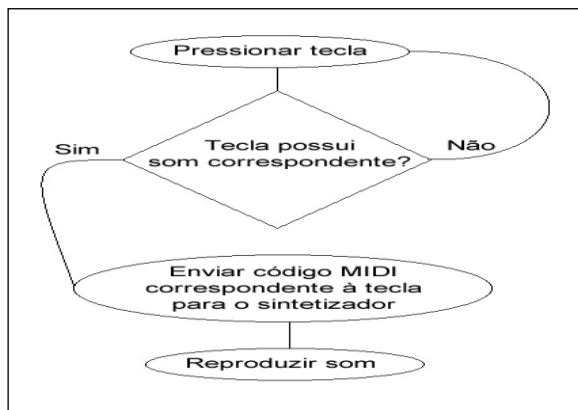


Figura 1. Diagrama de Fluxo de Processos do KeyBoard Hero

3. Estudo de Caso: o software livre KeyBoard Hero

Para a realização deste trabalho foram realizadas pesquisas sobre metodologias de desenvolvimento de sistemas multimídia visando a aplicação em música ubíqua, decidindo-se que a arquitetura do software iria ser definida através de diagramas UML que possibilitassem visualização, principalmente, do percurso do usuário na utilização do mesmo. Um dos resultados nessa etapa foi o Diagrama de Sequência (Figura 2), que mostra a sequência das tarefas durante a interação do usuário com o sistema.

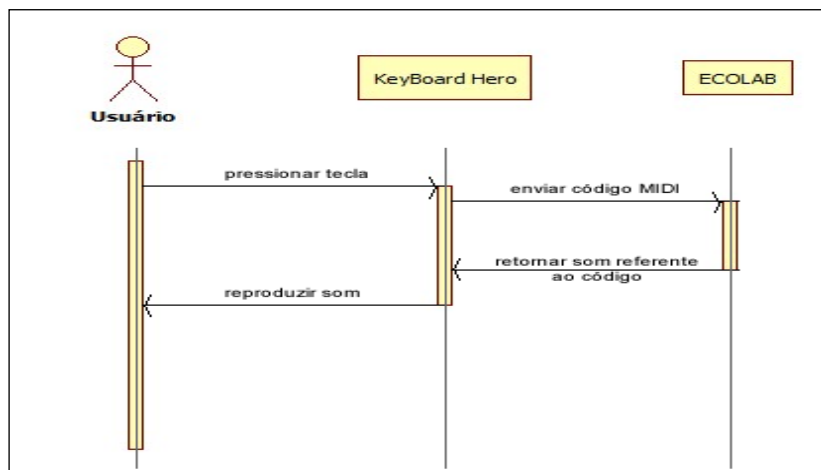


Figura 2. Diagrama de Sequência do software KeyBoard Hero.

Após a análise do projeto do KeyBoard Hero, foi realizado o desenvolvimento utilizando tecnologias de prototipação rápida, tais como HTML (ROBBINS, 2008) e linguagem de script JavaScript (SILVA, 2010) com jQuery (The jQuery Project, 2010). Também foram utilizadas tecnologias para suporte à geração de som e prototipação de sistemas musicais ubíquos, tais como EcoLab e MOW3S (Keller et al. 2011), que serão abordadas a seguir.

Os ambientes EcoLab e MOW3S foram desenvolvidos pelo Núcleo Amazônico de Pesquisa Musical para viabilizar a prototipação rápida de sistemas musicais ubíquos. O EcoLab é um ambiente de síntese por tabela de onda totalmente desenvolvido em Java, com suporte a conexão em rede através de sockets no padrão IP. Também inclui suporte para o formato DLS e para o padrão General MIDI (*Musical Instrument Digital*

Interface), padrão que impõe vários requisitos para além da norma MIDI mais geral. Portanto, renderizações consistentes entre diversos dispositivos podem ocorrer sem a necessidade de streaming de áudio em tempo real. Através desta estratégia, amplia-se a possibilidade de integração de diversas tecnologias. Entre as características visadas para o contexto ubíquo, pode-se destacar: implementação integral em Java; suporte para o formato MIDI; suporte para o formato Soundfont/DLS; suporte para estruturas de controle padronizadas.

O MOW3S é um conjunto de ferramentas para o design de interfaces visuais especificamente orientadas para o uso em ambientes multiplataforma em rede. Gera dados de controle formatados no padrão MIDI, que são usados para estabelecer parâmetros de síntese. Esses dados são enviados para a biblioteca de síntese EcoLab através da captura de ações realizadas pelo usuário na tela do navegador-web.

3.1. Design da Interface: Método Iterativo

Logo após a primeira etapa de prototipação, o foco passou a ser o problema de desenvolver uma interface que associasse as ações no teclado do computador com os sons de piano emulado. A grande quantidade de teclas que existem no instrumento em relação ao teclado QWERTY dificultou o trabalho de mapeamento e fez com que se viabilizasse trabalhar com um número reduzido de teclas. O primeiro protótipo do software KeyBoard Hero é mostrado a seguir (Figura 3).



Figura 3. Primeiro protótipo do software KeyBoard Hero.

Após a análise sucinta do protótipo inicial, percebeu-se a necessidade de realizar alterações para melhorar a usabilidade. A metodologia utilizada para definir quais seriam essas alterações foi a aplicação de um questionário a cinco usuários com conhecimento técnico musical com média de 11 anos, incluindo sujeitos do sexo feminino e masculino. O questionário, tratando da avaliação da usabilidade do software, continha duas questões principais, onde o usuário atribuía uma nota aos quesitos facilidade de aprendizado e facilidade de uso, sendo 0 considerado difícil de aprender e de usar, e 10, fácil de aprender e usar. Existia também um campo para sugestões de mudanças ao final do questionário de usabilidade. Os resultados da aplicação do mesmo são mostrados na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1. Média e desvio padrão da aplicação do questionário de usabilidade em relação à facilidade de aprendizado e facilidade de uso

Quesitos	Facilidade de aprendizado	Facilidade de uso
Média	8,8	8,1
Desvio Padrão	1,095	1,596

No geral, o software foi considerado fácil de aprender e usar. A partir das

sugestões analisadas foram realizadas as modificações no software, seguindo as sugestões dos usuários familiarizados com música. Todas as sugestões faziam referência a teclas que precisavam de duplo clique para gerar som. Essas teclas correspondem aos acentos, difíceis de serem trabalhados no contexto de atividades musicais síncronas. Logo, o mapeamento do teclado computacional precisou ser alterado, juntamente com o tratamento do som gerado, chegando-se assim à interface do protótipo final, mostrada na Figura 4.



Figura 4. Protótipo final do software KeyBoard Hero.

À primeira vista, não se percebem grandes alterações no software. Porém, do lado direito, é possível notar que não existem mais acentos ou teclas que necessitem de duplo clique para acionamento. As teclas substitutas foram selecionadas levando em consideração as sugestões de mudanças no questionário de usabilidade. Um aspecto destacado pelos entrevistados foi a necessidade de estabelecer uma relação espacial entre o teclado QWERTY e o teclado representado visualmente.

Com a interface adaptada para melhor usabilidade, o foco do trabalho passou a ser a análise de sons passíveis de serem gerados no KeyBoard Hero. O desenvolvimento durou cerca de três semanas, sendo executado por três estudantes de Sistemas de Informação da Universidade Federal do Acre acompanhados pelos professores da disciplina Sistemas Multimídia. Com o software pronto, foi possível aplicar dois questionários para avaliar a usabilidade em atividades musicais e a qualidade do produto sonoro produzido pelo KeyBoard Hero.

3.2. Estudo de Usabilidade: Processo e Produto Criativo

Ao todo, 10 usuários participaram no procedimento de avaliação. Três sujeitos do sexo feminino e sete do sexo masculino. Setenta por cento foram classificados como leigos em música com uma média de idade de 23 anos. O protocolo seguido para a aplicação dos testes e dos questionários foi o seguinte:

- a) O usuário tinha dois minutos para mexer no software, como forma de período de aprendizagem de uso;
- b) Após o término desses dois minutos, o usuário tinha 30 segundos para produzir diversos sons;
- c) O som era gravado;
- d) O som gravado era ouvido pelo usuário;
- e) O usuário respondia o questionário CrePP;
- f) O usuário preenchia o questionário CSI.

3.2.1. Resultados de avaliação do produto criativo

O primeiro questionário aplicado, tratando da avaliação de um produto sonoro produzido, foi o CrePP (*Creative Product Profile*) ou Perfil do Produto Criativo. Os fatores utilizados para avaliar o produto sonoro foram: originalidade, expressividade, consistência, tecnicamente correto, precisão, complexidade, abstração, formalmente correto e tranquilidade (Keller et al. 2010). Os resultados obtidos da aplicação do CrePP são mostrados nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Média dos resultados no questionário CrePP

Quesito	Média
Originalidade	8,2
Expressividade	6,2
Consistência	5,8
Tecnicamente correto	5
Precisão	6,7
Complexidade	7,5
Abstração	7,1
Formalmente correto	6,3
Tranquilidade	6,3

Tabela 3. Desvio padrão dos resultados no questionário CrePP

Quesito	Desvio padrão
Originalidade	2,57336788
Expressividade	3,61478446
Consistência	3,52136337
Tecnicamente correto	3,94405319
Precisão	3,86005181
Complexidade	2,3687784
Abstração	2,60128174
Formalmente correto	2,66874919
Tranquilidade	3,6224608

Vemos que os quesitos originalidade, expressividade, precisão, complexidade, abstração, formalmente correto e tranquilidade podem ser considerados acima da média. Já os quesitos consistência e tecnicamente correto ficaram com avaliações inferiores. Ainda podemos analisar, quanto ao desvio padrão, que o quesito com maior variação de notas foi "tecnicamente correto". O fator originalidade foi o que obteve melhores avaliações.

3.2.2. Resultados da avaliação do suporte ao processo criativo

O segundo questionário tratava do desempenho do sistema em atividades criativas. Para fins de avaliação do processo criativo, foi adotado o Índice de Suporte à Criatividade (*Creative Support Index* - CSI) (Carroll e Latulipe, 2009), através da sua versão implementada pela equipe do Núcleo Amazônico de Pesquisa Musical (NAP 2003/2011). O CSI aborda as seguintes questões: o que eu fiz valeu o esforço?; tive liberdade para ser criativo?; achei fácil testar diferentes resultados?; achei fácil manter a concentração?; gostei da atividade e faria ela de novo?; achei fácil compartilhar a

atividade com outras pessoas?. A seguir, temos a média e o desvio padrão dos resultados obtidos da aplicação do Índice de Suporte à Criatividade, nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4. Média dos resultados no questionário CSI

Quesito	Média
O que fiz valeu o esforço? (produtividade)	6,4
Tive Liberdade para ser criativo? (expressividade)	9,2
Achei fácil testar diferentes resultados? (flexibilidade)	7,6
Achei fácil manter a concentração? (concentração)	8,2
Gostei da atividade e faria ela de novo? (diversão)	9,8
Achei fácil compartilhar a atividade com outras pessoas? (colaboração)	9,1

Tabela 5. Desvio padrão dos resultados no questionário CSI

Quesito	Desvio padrão
O que fiz valeu o esforço?	2,547329757
Tive Liberdade para ser criativo?	1,398411798
Achei fácil testar diferentes resultados?	3,339993347
Achei fácil manter a concentração?	2,658320272
Gostei da atividade e faria ela de novo?	0,421637021
Achei fácil compartilhar a atividade com outras pessoas?	2,024845673

Quanto aos resultados do Índice de Suporte à Criatividade, observa-se que todos os quesitos ficaram acima da média. Pode-se perceber ainda que, o desvio padrão no quesito "achei fácil testar diferentes resultados?" é o que teve maior variação entre sujeitos. O desvio padrão do quesito "gostei da atividade e faria de novo?" foi o menor. Todos os usuários coincidiram quanto a terem gostado da atividade e opinaram que a fariam de novo.

4. Conclusão

O objetivo desse trabalho foi desenvolver um software livre musical para analisar as vantagens e limitações de usar o teclado QWERTY como dispositivo de controle para sons sintetizados do tipo piano, realizando a análise dos sons passíveis de serem criados através da aplicação de questionários com usuários de perfil variado, incluindo músicos e leigos. Foram produzidos diversos protótipos que servirão de base para o estudo de desenvolvimento de sistemas musicais ubíquos, com destaque para o protótipo KeyBoard Hero. Pretende-se disponibilizar o software para teste e análise em um portal-repositório de software livre, como o SourceForge. Os dados oriundos da pesquisa estão disponíveis no Núcleo Amazônico de Pesquisa Musical (NAP 2003/2011).

Como resultados da avaliação do KeyBoard Hero, foram obtidas as seguintes médias na aplicação dos questionários: CrePP, média 8,2 para o quesito originalidade, 7,5 para complexidade, 7,1 para abstração, 6,7 para precisão, 6,3 para tranquilidade, 6,3 para formalmente correto, 6,2 para expressividade, 5,8 para consistência e 5 para tecnicamente correto; no CSI, média 9,8 para diversão, 9,2 para expressividade, 9,1 para colaboração, 8,2 para concentração, 7,6 para flexibilidade e 6,4 produtividade. Esses resultados mostram que o software KeyBoard Hero fornece um bom suporte para interação com sons sintetizados via teclado QWERTY, com destaque para os itens diversão, expressividade e colaboração. A avaliação alta no quesito originalidade é esperável por parte dos sujeitos leigos, mas não por parte dos músicos. Portanto, são

necessários estudos mais amplos para confirmar essa tendência.

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação, novamente, do questionário CrePP com diferentes usuários analisando amostras anônimas, visto que a auto-análise pode apresentar um viés positivo. Também pretende-se adicionar algumas funções do instrumento musical à interface do KeyBoard Hero, incluindo a sustentação do som através do acionamento de uma tecla, em substituição ao uso do pedal. Sugere-se ainda a exploração das possibilidades de interação via rede que já estão disponíveis na biblioteca EcoLab. Tendo em vista a utilização do software apresentado no contexto educacional, também é possível se trabalhar a aplicação do mesmo no processo de aprendizagem com indivíduos com certa capacidade e conhecimento musical, visando expandir habilidades como a memorização de sons e a criatividade musical.

Referências

- Blakowski, G.; Steinmetz, R. (1996), "A Media Synchronisation Survey". Em *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 14.
- Carroll, E. A., Latulipe, C., Fung, R. e Terry, M. (2009). Creativity Factor Evaluation: Towards a Standardized Survey Metric for Creativity Support. In: *Proceedings of ACM Creativity & Cognition 2009*, Berkeley, California, USA: ACM.
- Flores, L. V., Pimenta, M. S., Miranda, E. R., Radanovitsck, E. A. A. e Keller, D. (2010). Patterns for the Design of Musical Interaction with Everyday Mobile Devices, In: *IX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC)*, Belo Horizonte, Brazil, 121–128.
- Keller, D., Barros, A. E. B., Farias, F. M., Nascimento, R. V., Pimenta, M. S., Flores, L. V., Miletto, E. M., Radanovitsck, E. A. A., Serafini, R. O. e Barraza, J. F. (2009). Música Ubíqua: Conceito e Motivação, In: *Anais do Congresso da ANPPOM*, Curitiba, PR: Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música.
- Keller, D., Barreiro, D. L., Queiroz, M. e Pimenta, M. S. (2010). Anchoring in Ubiquitous Musical Activities, In: *Proceedings of the International Computer Music Conference*, New York, NY: ICMC.
- Keller, D., Lima, M. H., Pimenta, M. S., Queiroz, M. (2011). Assessing Musical Creativity: Material, Procedural and Contextual Dimensions, In: *XXI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música*, Uberlândia, MG.
- Keller, D., Pinheiro da Silva, F., Giorni, B., Pimenta, M. S., Queiroz, M. (2011). Marcação Espacial: Estudo Exploratório. *Anais do 13º Simpósio em Computação Musical*, Vitória, ES. <http://compmus.ime.usp.br/sbcm/2011/>
- Núcleo Amazônico de Pesquisa Musical - NAP (2003), <https://sites.google.com/site/napmusica/>, acessado em Outubro de 2011.
- Pressman, R. S. Engenharia de Software. 6ª ed. São Paulo: Makron Books, 2007.
- Robbins, Jhennifer Niederst. HTML e XHTML - Guia de Bolso. 1ª ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2008.
- Silva, Maurício. JavaScript - Guia do Programador. 1ª ed. São Paulo: Novatec, 2010.
- Sommerville, I. Engenharia de Software. 7ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.
- The jQuery Project (2010), <http://jquery.org/about/.html>, acesso em Setembro de 2011.