

# O Theremin Virtual: Usando Dispositivos de Realidade Virtual em Experimentos Musicais

Marcelo Soares Pimenta, Evandro Manara Miletto, Carlos Augusto Dietrich,  
Luciana Nedel

Laboratório de Computação & Música e Laboratório de Computação Gráfica  
Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil

{mpimenta,miletto,cadietrich,nedel}@inf.ufrgs.br

***Abstract.** This paper describes the design, implementation and experimental tests of the Virtual Theremin, a device for musical expression. In this work we propose the assembling of the Virtual Theremin using a data glove and a magnetic motion tracker for the user interaction. The sound generation is provided integrating these devices with a programming environment (MaxMSP) The features of this project and the consequences of the use of a greater quantity of degrees of freedom are briefly discussed.*

***Resumo.** Este artigo descreve o projeto, implementação e experimentos do Theremin Virtual, um instrumento para expressão musical. Neste trabalho propõe-se a construção de um Theremin Virtual utilizando-se uma luva de dados e um rastreador de movimento magnético, sendo que a geração de som é feita através da integração destes dispositivos com o ambiente MaxMSP. Características do projeto e conseqüências de um aumento significativo de graus de liberdade e possibilidades de uso são resumidamente discutidos.*

## 1. Introdução

O objetivo deste artigo é descrever como foi construído o *Theremin Virtual* e quais os resultados alcançados nos experimentos sonoros e musicais a partir deste dispositivo.

O Theremin virtual resulta da combinação de um dispositivo de rastreamento de posições e uma luva de dados virtual usados em realidade virtual para o mapeamento de gestos do usuário para sons. Investigou-se as conseqüências do aumento substancial de graus de liberdade do Theremin (originalmente com 2 graus de liberdade para modificar tom e volume) e dos possíveis diferentes mapeamentos entre gestos e sons.

Como objetivos secundários, desejava-se também (a) investigar a ampliação do número de graus de liberdade para usuários especializados e avaliar a combinação entre eles, bem como as facilidades e complicações decorrentes deste aumento de possibilidades como forma de expressividade sonora/musical; e (b) realizar experimentos e avaliações com os dispositivos e com as soluções desenvolvidas visando confirmar ou refutar as combinações definidas.

## 2. Theremin Virtual

O Theremin virtual pode ser conceitualmente dividido em três componentes: a interface com o usuário, o dispositivo de síntese de som e o mapeamento lógico entre a interface e o dispositivo de síntese de som. O objetivo dos dois primeiros componentes é proporcionar ao usuário um ambiente de execução semelhante ao do próprio Theremin, reproduzindo as características do aparelho original. Já o mapeamento entre estes componentes traz a possibilidade de novos experimentos musicais/interativos, pois novos tipos de mapeamentos entre gestos e sons (ou filtros de sons) podem ser explorados.

No Theremin Virtual, a posição da mão do usuário é capturada através da combinação de dois dispositivos comumente utilizados em RV: uma luva de dados e um dispositivo de rastreamento de posição. A luva de dados utilizada é o modelo Data Glove 5, da empresa 5DT. Ela disponibiliza cinco sensores de curvatura dos dedos, além de dois sensores de rotação. O rastreador de posição foi fixado sobre a luva de dados, formando um dispositivo capaz de rastrear a posição de cada dedo do usuário (Figura 1). O rastreador de posição informa a translação (deslocamento e rotação) da mão do usuário, e a luva de RV informa a curvatura de cada dedo A, B, C e D.

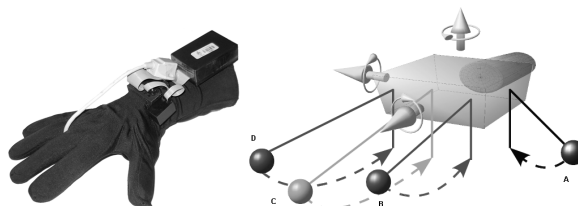
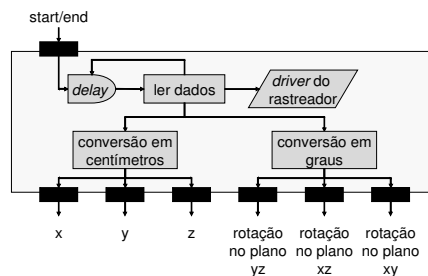


Figura 1. Modelo da interface proposta para o Theremin Virtual.

Para viabilizar a comunicação dos dispositivos de RV com o Max/MSP (ambiente utilizado para síntese sonora) foram criados três objetos específicos para este experimento, o *glove* (envio e recebimento de mensagens ao *driver* do dispositivo Data Glove 5), o *FOB* e o *save2file*. Estes objetos são implementados na forma de *plugins* para o ambiente, através da interface definida pela API Max/MSP. A interface de cada *plugin* Max/MSP define apenas um procedimento de inicialização, chamado *main*. Neste procedimento são fixados os *callbacks* que irão responder as entradas/saídas do *plugin*, assim como para a sua criação e destruição. *Main* é chamado no momento em que o objeto é inserido pelo usuário dentro de um *patch* (programa), ou um *patch* previamente salvo é aberto dentro do ambiente Max/MSP. Os *callbacks* do *plugin* são então registrados, e passam a interagir com os demais objetos do ambiente.

O objeto implementado recebe dois parâmetros no momento de sua criação: o número da porta serial ao qual o dispositivo está conectado e o intervalo de tempo entre as requisições de dados. O usuário também pode fixar um terceiro parâmetro opcional, que determina o intervalo no qual os dados capturados do dispositivo são normalizados. Caso este parâmetro não seja informado, os dados fornecidos pelo objeto *glove* variam entre 256 valores possíveis no intervalo  $[0, 1]$ , onde o valor 1 indica a curvatura máxima de um dedo. O objeto *FOB* foi criado para enviar e receber mensagens ao *driver* do dispositivo *Flock of Birds*. Este dispositivo também é ligado à interface serial, portanto recebe os mesmos parâmetros de configuração do objeto *glove*. Neste objeto os dados de

saída indicam a posição e a rotação no espaço em relação a origem do dispositivo, medidas em centímetros e graus, respectivamente. O fluxo de dados do objeto FOB é o seguinte (ver Figura 2).



**Figura 2. Fluxo de dados no objeto FOB.**

O objeto lê e converte continuamente os dados disponibilizados pelo rastreador de posição, em intervalos de tempo fixados pelo usuário. Os dados coletados nos experimentos são armazenados em arquivos de texto através do objeto *save2file*. O objetivo deste objeto é manter um registro dos primeiros  $n$  dados do experimento (posição das mãos do usuário e parâmetros de som controlados). Os dados armazenados são gravados em arquivo no término da execução do ambiente.

Mapeou-se, como no original, a variação da tonalidade (pitch) de acordo com o movimento horizontal da mão (pra frente - mais agudo, ou pra trás - mais grave, mais ou menos próximo da base do rastreador) e a variação da amplitude (volume) de acordo com o movimento vertical da mão (para cima - mais volume, ou para baixo, menos volume).

### 3. Experimentos

Um aspecto da avaliação realizada com o Theremin Virtual tentou provar a fidelidade do instrumento virtual ao original. Uma das questões a ser respondida era a seguinte: *é possível utilizar o Theremin Virtual como instrumento musical para a obtenção de notas musicais da escala temperada (as 7 notas musicais e seus acidentes) com intensidades determinadas (volume do som quantificável)?*

Nos experimentos realizados usando o ambiente Max/MSP (Cycling'74 2007), cada usuário operava sobre a interface e sobre o ambiente, ajustando os parâmetros quando fosse necessário. A avaliação da performance do usuário considerou os resultados gravados pelo ambiente (log de uso) e a opinião do usuário, relatada em protocolo concorrente (verbalização simultânea) durante a realização do experimento e em entrevistas realizadas imediatamente após o experimento. Considerando os diferentes perfis específicos dos usuários necessários para uma avaliação relevante, optou-se - além de três usuários leigos em música envolvidos no projeto - pela participação adicional de dois músicos com conhecimentos profundos de instrumentos eletrônicos e tecnologia musical.

Os principais problemas relatados pelo usuários foram: a) a falta de precisão dos dispositivos (o rastreador opera baseado na variação de um campo magnético, que sofre constantes interferências do ambiente - a luva de dados também mostra uma variação significativa em suas medições de curvatura, resultante de suas limitações tecnológicas),

b) a troca de mensagens entre o ambiente Max/MSP e os *drivers* dos dispositivos (introdução de um *overhead* significativo no processamento de áudio), c) a falta de um referencial físico (fundamental para a qualidade sua interpretação) e d) a limitação dos intervalos de frequências possíveis nos mapeamentos adotados pelo instrumento (proveniente da parametrização do ambiente Max/MSP). Os usuários sugeriram que o ambiente poderia ter uma flexibilidade maior ao permitir a associação de várias amostras sonoras ao dispositivo de síntese de som.

Esta avaliação dos usuários enfatizou a grande flexibilidade e capacidade de expressão da interface proposta para o Theremin Virtual devido ao grande número de graus de liberdade. Na opinião de ambos, a associação de gestos a parâmetros de síntese e controle sonoros possibilita a realização de um grande número de tarefas, limitadas apenas pela criatividade do performer. Paradoxalmente, esta é exatamente uma das dificuldades maiores apontadas pelos usuários leigos que não conhecem nem usam adequadamente os diferentes parâmetros a serem controlados e acabam não aproveitando esta potencialidade.

#### 4. Considerações finais

A idéia usar o Theremin Virtual como *‘instrumento musical para a obtenção de notas musicais da escala temperada* foi refutada de acordo com o mapeamento proposto. No entanto, em face de outras possibilidades de aplicação sugeridas a partir das opiniões e observações dos usuários especialistas, pretendemos continuar com muitos experimentos futuros.

Alguns dos maiores problemas a serem resolvidos envolvem por exemplo novos algoritmos para tratamento das informações processadas pelo ambiente Max/MSP. Este processamento ocasiona um pequeno atraso em termos de *feedback* sonoro, o que é significativo e determinante em termos de performance musical.

Pretende-se também investigar composição musical interativa através da manipulação de amostras sonoras através de gestos do usuário. Esperamos relatar os resultados em futuras publicações.

#### Bibliografia

- Cycling74, Max/MSP. 2007. Disponível em <http://www.cycling74.com/index.html>
- Hunt, A., Wanderley, M. M., and Kirk, R. 2000. Towards a model for instrumental mapping in expert musical interaction. In In Proceedings of the 2000 International Computer Music Conference, International Computer Music Association, 209–212.
- Preece, J. et alli. Design da Interação , Bookman, 2004.
- Serafin, S., Dudas, R., Wanderley, M. M., and Rodet, X., 1999. Gestural control of a real-time physical model of a bowed string instrument. In Proceedings of the International Computer Music Conference – ICMC99. Beijing, China.
- Wanderley, M. , Depalle, P. Gestural Control of Sound Synthesis. Proceedings of IEEE, vol 92, N. 4 (April), Johannsen, G. (ed), Special Issue on Engineering and Music – Supervisory Control and Auditory Communication, pp. 632-44, 2004.
- Wanderley, M.; Orio, N. Evaluation of Input Devices for Musical Expression: Borrowing Tools from HCI. Computer Music Journal, MIT . 1 September 2002, vol. 26, no. 3, pp. 62-76.