

6. Conclusão

Objetivamos o desenvolvimento de algo pioneiro dentro da área da computação aplicada à música, haja visto que ninguém publicamente tratou este problema tão detalhadamente. Diante dos nossos primeiros resultados já concluímos que o sistema de fato é factível e que, partindo da idéia de que usamos praticamente o estilo musical de maior complexidade harmônica, que é o jazz, em todos os nossos testes, supõe-se que obteremos resultados bem melhores em estilos mais simples e populares.

Apesar de não termos usado o mesmo corpus que o utilizado por Thom em seu trabalho, estes primeiros testes que realizamos mostram resultados bem superiores aos resultados obtidos em seu trabalho.

Apesar destes bons resultados, principalmente com as redes neurais que parecem ser o melhor caminho para a resolução deste problema, uma série de outros testes ainda serão realizados, principalmente para busca da melhor forma de representar o acorde. Existem outros aspectos e variáveis que em muitos casos são fundamentais na decisão de qual acorde tocar. Variáveis como a tonalidade local de uma música e a própria melodia são intuitivamente de grande importância e serão objeto do nosso próximo passo de análises e estudos.

7. Referências

- Bell T. C., Cleary J. G. & Witten I. H. (1990). *Text Compression*. Prentice Hall Advanced References Series, Prentice Hall, New Jersey.
- Masters T. (1996). *Neural, Novel and Hybrid Algorithms for Time Series Prediction*. Wiley.
- Quinlan, J. R. (1986). *Induction of Decision Trees*. *Machine Learning*, 1:81-106.
- Rumelhart D.E. & McClelland J.L. (1986). *Parallel Distributed Processing*, volume 1. MIT Press.
- Russel S. & Norvig P. (1996). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, Englewood Cliffs New Jersey 07632
- Thom B. (1995). *Predicting Chordal Transitions in Jazz: The Good, the Bad, and the Ugly*. 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-95) Montréal, Canada
- Weigend, A. S. (1993). *Time Series Prediction; Forecasting The Future And Understanding The Past*. Addison Wesley Pub Co. Volume 0015.

Controle Paramétrico MIDI Usando Interface Gestual Ultrassônica

FURIO DAMIANI^{1,2}, JÔNATAS MANZOLLI² E GILBERTO MENDES¹

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas / 13081-970 Campinas, SP Brasil

furio@fee.unicamp.br, jonatas@nics.unicamp.br

¹Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação

²Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora

Abstract

An application of an ultrasonic interface (IGu), developed in the Gestual Interfaces Laboratory at NICS is presented. A short description of the IGu is given. The parametric MIDI control developed is described as well as its functionality. The IGu has a small ultrasonic transmitter, worn by the user in one finger, sending signals to a sensor array. The finger position is sampled 80 times per second, generating a stream of coordinates (x,y,z) that are fed to the parametric MIDI control program. A set of MIDI parameters controlled by the coordinates values was established, in order to give interesting sound output capabilities. The control program uses a graphic interface to ease the system's utilization.

INTRODUÇÃO

O trabalho interdisciplinar aqui apresentado faz parte dos objetivos do Laboratório de Interfaces Gestuais, na linha de estudo de sistemas para o sensoramento gestual e de software para utilização em performances de produção musical interativa.

Tem havido um interesse crescente em Interfaces Gestuais para uso em situações de performance. Nos mais recentes SBC&M foram apresentados trabalhos sobre composição interativa usando interfaces de diversos tipos [Iazetta 1994; Kuntzenback & Hulteen 1993; Lima & Wanderley 1996; Mulder 1994; Manzolli 1995]. Estes dispositivos permitem efetivar propostas de interação onde o movimento do *performer* é um dos vetores geradores da composição musical.

Seguem-se a descrição da Interface Gestual Ultrassônica (IGu) e do software que implementa o controlador paramétrico MIDI, que utiliza as coordenadas gestuais fornecidas pela IGu.

INTERFACE GESTUAL ULTRASSÔNICA

Foi projetado e construído um dispositivo de entrada que fornece o posicionamento instantâneo de um dedo da mão do usuário [Damiani & Mendes 1998]. A trajetória de um gesto é amostrada ponto a ponto, pré-processada e fornecida ao programa de controle paramétrico MIDI.

É utilizado um transmissor de ultra-som fixado ao dedo, que aponta para um conjunto de sensores. São transmitidos, em fase, sinais idênticos de ultra-som e infra-vermelho. Este último tem tempo de propagação desprezível se comparado ao do ultra-som, sendo detectado junto ao conjunto-sensor para marcar o início da transmissão (como um sinal de sincronismo).

Os sensores de ultra-som detectam o instante de chegada da onda esférica, usando a aproximação do transmissor como sendo pontual (Fig 1). Desta forma, o sinal de infra-vermelho recebido determina o início das temporizações de propagação, e cada sinal de ultra-som detectado determina o fim de uma temporização, resultando na medida de tempos com os quais se calculam as distâncias [Nonaka & Da-te 1995], usando a equação :

$$d = v \cdot t \quad [\text{metros}]$$

onde d é a distância, v é a velocidade do som e t o tempo transcorrido.

O cálculo das coordenadas x e z do transmissor se faz considerando cada receptor como centro de uma esfera e as três distâncias como raios dessas esferas. O sistema de 3 equações de esferas tem como incógnitas as coordenadas x e z do transmissor. A interseção das 3 esferas será a solução única no semi-espaco considerado.

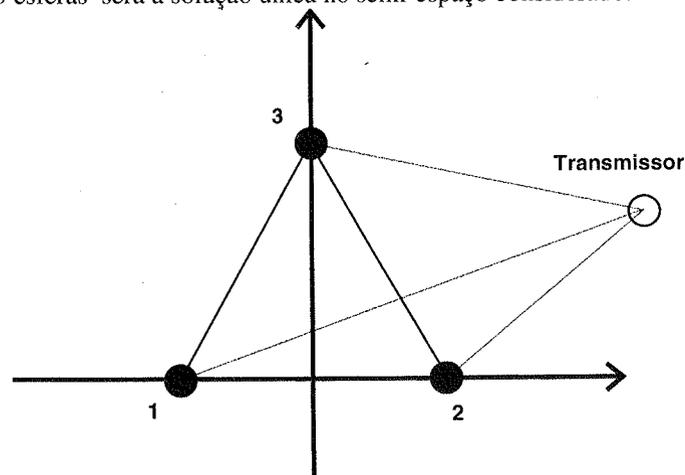


Fig. 1 Disposição dos receptores em relação ao transmissor.

Os sinais de ultra-som são detectados quando sua amplitude ultrapassa um limiar [Barshan 1992; Parilla, Anaya & Fritsch 1991]. A resolução em cada medida de distância, de aproximadamente 5 milímetros, permite uma diferenciação satisfatória de posição mesmo em movimentos à distância máxima, determinada pela sensibilidade do circuito, de cerca de 3 metros. Em favor da simplicidade, foram evitadas análises mais complexas dos sinais, como a do seu conteúdo de frequências, ou da dinâmica de sua envoltória [Datum, Palmiere & Moiseff 1996; Sabatini 1995]. As imprecisões advindas desta forma de detecção não comprometem o resultado final, pois o pré-processamento dos dados de um gesto compensa os erros absolutos.

A atenuação do sinal ultra-sônico propagando-se no ar se dá de forma exponencial; portanto, o circuito de condicionamento de sinais de um receptor deve lidar com uma ampla faixa de amplitudes. Para executar esta tarefa, foi usado um *Schmitt Trigger* com um limiar que se adapta continuamente, proporcional ao nível de sinal recebido. Além disso, outros circuitos são necessários para aumentar a relação sinal-ruído, como podemos ver no diagrama de blocos abaixo, constando de um pré-amplificador de ganho alto na entrada, um filtro passa-faixa centrado em 40 KHz, um detetor de envoltória e o detetor de limiar variável. Na saída, vemos um conversor para tensões de 0 a 5 volts, apropriadas para o bloco digital que será mencionado mais adiante.

Para compensação da variação da velocidade do som com a temperatura, foi incluído um sensor de temperatura com saída linear em tensão.

A avaliação de posição instantânea do (dedo) transmissor é feita, no sistema implementado, a uma frequência de aproximadamente 80 vezes por segundo. O tempo de propagação do sinal de ultra-som é medido em 3 contadores digitais, implementados em uma EPLD de 68 pinos. Cada contador é inicializado no início da transmissão (identificado pela recepção do sinal de infra-vermelho) e a contagem é interrompida no início da recepção de cada sensor de ultra-som, de forma independente. Os valores armazenados nos contadores são lidos pela interface paralela padrão Centronics de um PC-compatível. São endereçados pela saída de dados da mesma e lidos através dos bits de status, transferidos de 4 em 4 bits, num total de 64 bits.

A integração de praticamente toda a parte puramente digital do circuito em um só circuito integrado permitiu a confecção de um dispositivo compacto e de baixo custo, características essenciais para torná-lo útil como ferramenta de desenvolvimento.

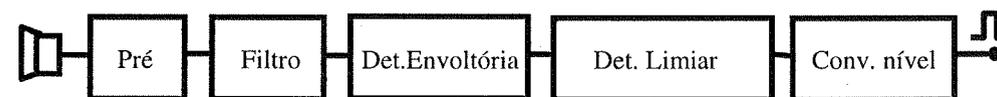


Fig. 2 Diagrama de blocos do sistema

CONTROLE MIDI

Nossa pesquisa em interfaces gráficas para composição algorítmica [Manzoli & Ohtisuki 1996] foi o ponto de partida para o desenvolvimento deste controle paramétrico

MIDI. A idéia básica foi tornar o mapeamento das coordenadas (x,y,z) fornecidas pela interface ultrassônica o mais flexível possível. Foram criados dois módulos de controle: Controle por Faixas MIDI (CPFM) e Controle de buffer circular MIDI (CBCM).

No CPFM as coordenadas são mapeadas diretamente a eventos MIDI. O valor da coordenada z é tomado como o *Status Byte* e os valores de x e y como os dois *Data Bytes* da mensagem MIDI gerada.

Com isto criam-se regiões de controle delimitadas por planos, situadas à frente do usuário. Cada região é associada a uma classe de eventos diferente dando ao usuário a possibilidade de escolher as regiões de geração de *Midi Notes*, *Control Change* e *Program Change* (Tab.1). Ao fazer movimentos com a mão, o usuário fará variar as coordenadas e, portanto, variarão os parâmetros MIDI de acordo com a o controle paramétrico estabelecido.

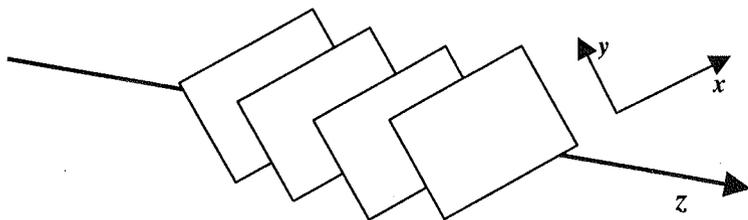


Fig. 3 Controle Paramétrico por Faixas MIDI

Tab. 1 Relação entre coordenadas e parâmetros MIDI.

| Status | Limites da região de controle (metros) | Byte 1 (y) | Byte 2 (x) |
|-------------------------|--|------------|------------|
| Note On | $2,0 < z < 1,7$ | [1..127] | [1..127] |
| Pitch Bend | $1,7 < z < 1,5$ | 64 | [1..127] |
| Control Change (Volume) | $1,5 < z < 1,4$ | 01 | [1..127] |
| Control Change (Pan) | $1,4 < z < 1,3$ | 11 | [1..127] |
| Program Change | $1,3 < z < 1,2$ | [0..127] | 0 |

No CBCM estabelece-se um processo de modificação em eventos MIDI previamente armazenados num *buffer* circular. Os valores das coordenadas (x,y,z) são utilizados por operadores para gerar essas modificações sonoras na seqüência original. Foi estudado um elenco de modificações com sentido musical. Os operadores usam um coeficiente de combinação percentual que varia entre [0..1] e cada evento modificado é armazenado na mesma posição que ocupava no *buffer*, gerando-se assim um ciclo de transformações sonoras.

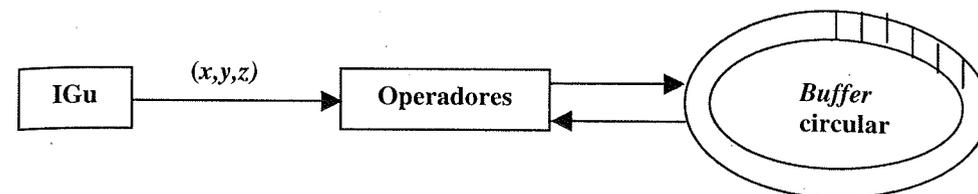


Fig. 4 Controle de *buffer* circular MIDI

Os operadores implementados usam a norma da distância das coordenadas (x,y,z) à origem $(0,0,0)$ para controlar suas operações:

$$\text{Transposição} = \text{MIDIvalue} + \text{Sgn}(x-y) * \text{Sqr}(x^2 + y^2 + z^2)$$

$$\text{Combinação} = \alpha \text{MIDIvalue} + (1 - \alpha) * \text{Sgn}(x-y) * \text{Sqr}(x^2 + y^2 + z^2)$$

onde *Sgn* é a função sinal, *Sqr* é a raiz quadrada e $0 < \alpha < 1$.

Os dois módulos podem ser acoplados; então, ao mesmo tempo em que se criam eventos MIDI através de CBCM os mesmos podem ser combinados com os eventos existentes no *buffer*.

CONCLUSÃO

Novos dispositivos surgem como uma proposta para a interação sonoro-visual, onde o gesto do intérprete integra-se ao som produzido. Para este temos três aplicações em vista: obras com tape e interface gestual, obras com solo de interface gestual e, finalmente, obras interativas com computador e interface gestual.

Pretendemos estender o uso da IGu para controle de equipamento multimídia (iluminação, vídeo projetores, etc). Iremos estudar sistemas de identificação gestual com redes neurais artificiais e desenvolveremos novos métodos de interação entre as coordenadas (x,y,z) e processos sonoros gerados em computador, como, por exemplo, processos de síntese de som.

REFERÊNCIAS

- Barshan B. (1992) A Bat-Like Sonar System for Obstacle Localization, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 22(4), 636-647.
 Damiani, F. & Mendes, G. (1998) Interface gestual ultrassônica. *IV Workshop Iberchip*,

- Datum, M. S., Palmiere, F. & Moiseff A. (1996) An Artificial Neural Network for Sound Localization Using Binaural Cues, *Journal of the Acoustic Society of America*, 100(1), 372-383.
- Iazzetta, F. (1994). Um Novo Músico Chamado Usuário. *I Simpósio Brasileiro de Computação e Música*, 231-235.
- Kuntenback, G. & Hulteen E. A. (1993) Gestures in Human-Computer Communication. *The Art of Human-Computer Interface*. Addison-Wesley
- Lima, G.H.T. & Wanderley, M. (1996) Dance-music interface based on ultrasound sensors and computers, *III Simpósio Brasileiro de Computação e Música*, 12-16.
- Manzolli, J. (1995) The development of a gesture interface laboratory. *II simpósio brasileiro de computação e música*, 81-84.
- Manzolli, J. & Ohtisuki, W. (1996). Interasom: Um Desktop Para Composição. *III Simpósio Brasileiro de Computação e Música*, 84-88.
- Mulder, A (1994). Virtual musical instruments: Accessing the sound synthesis universe as a performer. *I Simpósio Brasileiro de Computação e Música*, 243-250.
- Nonaka, H. & Da-te T. (1995) Ultrasonic Position Measurement and Its Application to Human Interface, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. 44(3), 771-774.
- Parrilla, M., Anaya, J.J. & Fritsch, C. (1991) Digital signal processing techniques for high accuracy ultrasonic range measurements, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 40(4), 759-763.
- Sabatini A.M. (1995) A Digital Signal-processing Technique for Compensating Ultrasonic Sensors, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 44(4), 869-874.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos membros do NICS pela discussões durante nossos seminários de Música e Tecnologia. Este trabalho teve o apoio da FAPESP e do CNPq.

Análises Melódicas usando Grafos

RODRIGO PERES FRANCO FURTADO
HUMBERTO JOSÉ LONGO
Instituto de Informática - UFG
Caixa Postal 131, Goiânia - GO, Brasil
CEP: 74001-970

Abstract

This paper presents an approach to represent keys (modulations) by a graph structure and how to use it to help melodic analysis based on musical rules of harmonization and composition. The main objective is just to show that the graph theory contains important elements that would be used, with a certain facility, as support in melodic analysis.

Key words: Melodic analysis, keys (modulations), graph.

1. Introdução

O objetivo geral deste estudo é mostrar como conceitos básicos da teoria musical e da teoria de grafos ((Jurafsky 1971), (Priolli 1987) e (Watkins & Wilson 1990)) podem se relacionar, permitindo a criação de métodos de análise melódica que visem uma correta harmonização musical. Logicamente, este artigo não dá uma cobertura total da análise melódica e harmonização, o que exigiria um estudo muito mais aprofundado. Este estudo se detém na análise teórica das partes melódicas, usando recursos da teoria de grafos e logicamente obedecendo a algumas regras musicais de harmonização baseadas em tríades e encadeamentos de acordes. Um campo harmônico pode ter notas com acidentes (sustenidos e bemóis) que em nada atrapalham a utilização da representação proposta para o campo.

A análise musical aqui realizada é bastante restrita, porém, é o ponto de partida para outras análises mais complexas. Aqui é levado em conta apenas a análise das tríades em compassos simples, com notas de mesma duração e utilizando-se somente acordes consonantes. Para facilitar considerou-se que cada compasso pode ter um e somente um acorde. A questão do encadeamento de acordes será aqui tratada de forma também simplificada, seguindo uma regra específica e bem definida.

2. Modelagem do campo harmônico de C maior