

Pandora: uma caixa-clara tocada à distância

Sérgio Freire

Escola de Música - Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Antônio Carlos 6627 – 31270-010 – Belo Horizonte – MG – Brasil

sfreire@musica.ufmg.br

Abstract. *This paper describes the creation/assembly of a musical instrument built from a snare-drum, a Midi controller (Lightning II), a programming environment (Max-Msp), an audio amplifier and a loudspeaker (placed inside the drum), and discusses strategies of movement capture, data mapping and performance specifically developed for this setup.*

Resumo. *O artigo descreve a criação/montagem de um instrumento musical construído a partir de uma caixa-clara, um controlador Midi (Lightning II), uma plataforma de programação (Max-Msp), um amplificador de áudio e um alto-falante (que deve ser embutido na caixa-clara), e discute estratégias de captação de movimentos, mapeamento de dados e performance desenvolvidos especialmente para essa configuração.*

1. Introdução

O presente artigo descreve as principais etapas da montagem e da utilização de um instrumento de percussão tocado à distância, sem contato físico direto, com “baquetas” eletrônicas. Foram aqui utilizados uma caixa-clara, um controlador Midi (*Lightning II*), uma plataforma de programação (Max-Msp), um amplificador de áudio e um alto-falante (que deve ser embutido na caixa-clara). A lembrança de um instrumento de percussão que tocava sozinho, com um alto-falante embutido – trazida de um estúdio no estúdio eletrônico da Academia de Música da Basiléia, Suíça – aliada à disponibilidade em minha escola de uma caixa-clara já sem serventia para a classe de percussão foram fatores decisivos para tal iniciativa.

Desde o início, tornou-se evidente que a busca por uma simulação teleológica (relações claras entre causa gestual e efeito sonoro) deveria nortear o trabalho e que, conseqüentemente, ele deveria não apenas ser ouvido, mas também visto. Nessa simulação, o trabalho de programação tanto do controlador (para o envio das informações desejadas advindas da performance) quanto do *software* (para a análise dessas informações e geração de respostas sonoras adequadas) é uma etapa fundamental. Também foram importantes para o desenvolvimento do projeto as características que Wessel e Wright (2002) consideram desejáveis em novos instrumentos digitais: (1) implementação do paradigma instrumental tradicional: “um gesto para um resultado acústico”; (2) controle do volume geral e da densidade dos sons produzidos; (3) correspondência entre o tamanho do gesto de controle e o resultado acústico.

2. O controlador *Lightning II*

Em 1996, Buchla lançou o controlador Midi sem fio *Lightning II*, baseado em tecnologia de sensores infra-vermelhos:



Lightning II é um controlador Midi especializado que detecta a posição e o movimento de baquetas seguras com as mãos e transforma essa informação em sinais Midi, para o controle expressivo de instrumentos musicais eletrônicos. Além de funcionar como um poderoso controlador Midi, *Lightning II*, com seu sintetizador embutido de 32 vozes, configura-se como um instrumento completo, pronto para ser tocado.(...) Baseado em princípios da triangulação ótica, *Lightning II* coleta suas informações de pequenos transmissores infra-vermelhos que estão embutidos nessas baquetas. Sem restrições de fios, esses bastões oferecem completa liberdade de movimento em um espaço de performance que pode chegar a 3,65 metros de altura por 6,1 m de largura.¹

O controlador é composto das seguintes partes: duas baquetas alimentadas por pilhas, um receptor (que pode ser fixado a um pedestal de microfone convencional) e um módulo de processamento digital, cuja caixa também contém o sintetizador Midi, conexões para dois pedais do tipo *switch*, e portas Midi (*in*, *out*, *aux*). Cada baqueta conta também com um *switch*, cujo acionamento também é transformado em um sinal Midi (figura 1). A movimentação das baquetas é realizada frente a um retângulo imaginário (cuja proporção entre altura e largura, segundo o manual, é de aproximadamente de 7:10), dividido em 8 zonas para cada mão (4 superiores e quatro inferiores). A programação básica consiste em associar um tipo de estímulo (que pode valer para todo o espaço de performance ou para zonas específicas) com uma resposta sonora.(Buchla, 1996)



Figura 1: (a) módulo de processamento digital e baquetas; (b) receptor montado em um pedestal.

O processamento digital está a cargo de um microprocessador de 8 bits (TMS370, da *Texas Instruments*), o sintetizador segue o padrão *General Midi*, e o controlador, além da capacidade de armazenar programações próprias do usuário, oferece uma série de *presets* que acoplam determinados tipos de gestos a resultados sonoros específicos. Dentre os vários *presets* permanentes, encontram-se *Rock Drums*, *Timpani*, *Stereo Marimba*, *BluGuitAccord*, *Dual Theramin*, *Jazz Traps* etc.(Buchla, 1996). Há também um *Conduct Program*, capaz de seguir gestos de um regente em seqüências de estímulos (compassos) pré-definidos.

Dentre as iniciativas antecessoras desse controlador sem fio podem ser apontadas o *theremin* (Ruschkowski, 1998), o sistema de espacialização quadrifônica desenvolvido por Schaeffer, Henry e Poullin (Bayle, 1993), o *light baton* (Bertini et al., 1992), o *radio baton* (Mathews, 1991). Embora nem todos esses instrumentos e sistemas possam ser caracterizados como realmente sem fio, a movimentação baseada em gestos que lembram os de um regente é uma característica comum.

Um breve exame da programação de concertos e congressos relacionados à computação e música mostra grande interesse e uma utilização intensa do *Lightning II*, desde seu lançamento. Na série de simpósios brasileiros de computação e música², encontram-se, p. ex., um workshop de Mark Goldstein sobre esse controlador em Recife, em 1996; uma composição de Bob Willey em Brasília, em 1997; uma comunicação científica no Rio de Janeiro, em 1999, publicada no ano seguinte (Cerana, 2000). Também na programação dos congressos dedicados a *New Interfaces for Musical Expression* (NIME), esse controlador se faz presente³.

Mesmo já passados onze anos de seu lançamento, o controlador *Lightning II* ainda apresenta, ao lado das inevitáveis defasagens tecnológicas, grande versatilidade no palco, devido à tecnologia sem fio e à amplitude de movimentos que é capaz de captar. Sua *bandwidth* limitada (há um intervalo médio de 10 ms entre cada valor de um controlador “contínuo” enviado pela porta Midi) não chega a interferir na performance humana, pois é suficiente para captar com fidelidade os gestos sem inserir saltos ou latência audíveis/visíveis no processo de mapeamento. A principal deficiência detectada foi a baixa sensibilidade a ataques (o valor máximo de 127 na detecção de ataques é rapidamente atingido, mesmo com gestos suaves), o que nos levou a realizar uma nova programação da captação de movimentos na plataforma Max.-Msp. A divisão *a priori* do espaço de performance em oito zonas também não nos pareceu totalmente compatível com o potencial do controlador.

3. Captação de movimentos

Uma vez definida a necessidade de se trabalhar numa nova programação de captação de movimentos, o controlador *Lightning II* passou a ser tratado não mais como um instrumento *stand-alone*, e sim como uma interface capaz de gerar quatro coordenadas independentes de forma contínua - valores entre 0 e 127 para os eixos horizontal e vertical de cada baqueta -, e informações sobre acionamento de *switches* e pedais. A primeira consequência é que o retângulo de performance, dividido em 8 zonas para cada baqueta, passou a ser projetado em um quadrado virtual, sem subdivisões *a priori*. Deve-se notar que, na utilização desse controlador, movimentos no eixo vertical devem ter uma amplitude um pouco menor do que no horizontal para obtenção do mesmo efeito quantitativo.

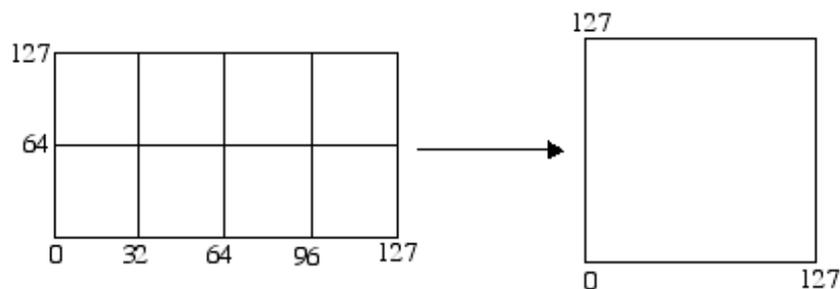


Figura 2: O retângulo à esquerda representa as 8 zonas de performance pré-programadas no *Lightning II*. Os números nos dois eixos indicam os valores de transição entre essas zonas. À direita, uma representação da projeção desse retângulo em um quadrado virtual, cuja exploração passa a depender de programação específica.

A primeira rotina a ser programada foi a detecção de ataques, que, como já exposto acima, foi considerada a mais deficiente nesse controlador. Para isso, não basta



apenas detectar o momento de mudança de direção de movimento, pois é também preciso quantificar o gesto preparatório desse ataque. Essa quantificação foi realizada segundo duas variáveis: - amplitude do movimento e duração do gesto – e requer necessariamente a determinação de um valor/momento inicial.

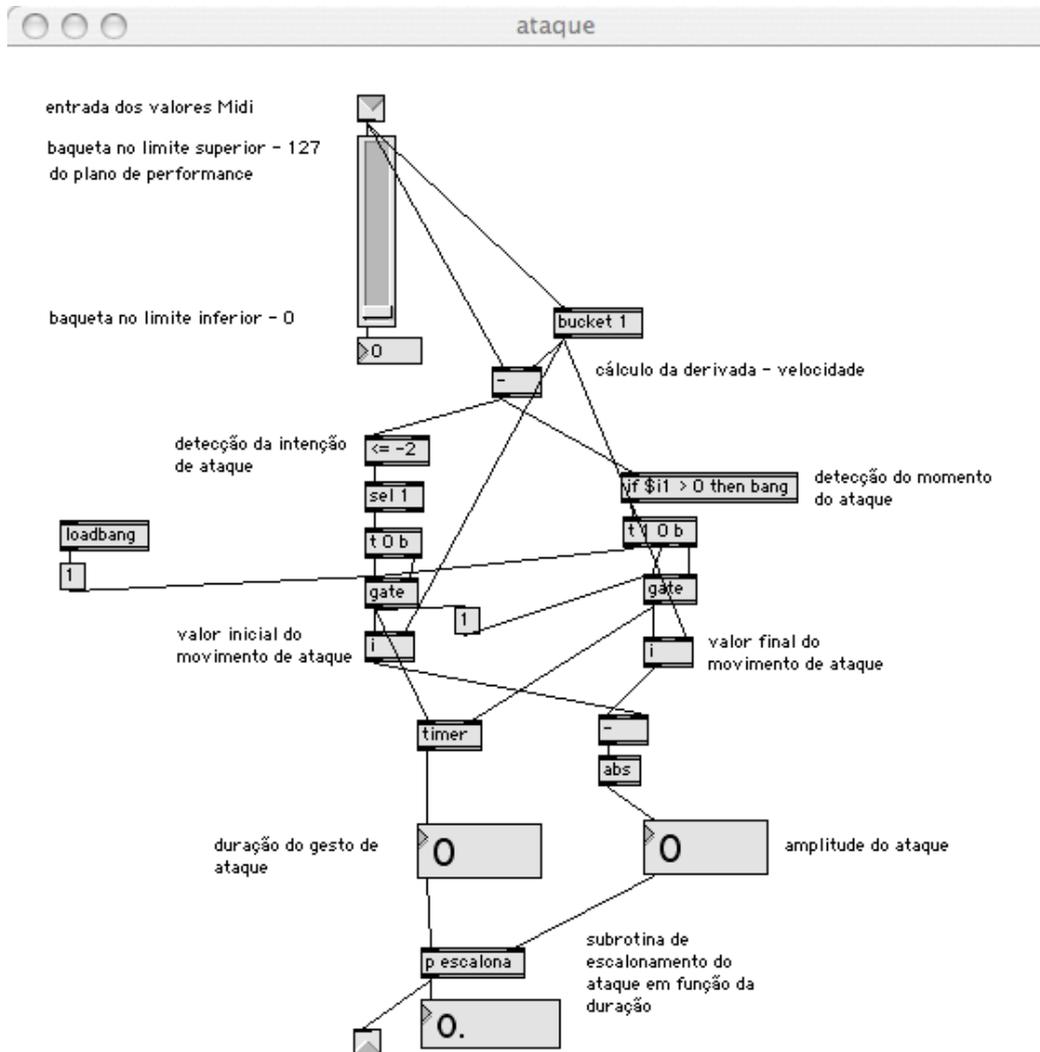


Figura 3: patch responsável pela detecção e quantificação de um gesto de ataque.

A velocidade é a derivada do movimento e pode ser digitalmente calculada como a diferença entre o valor de posição atual e o imediatamente anterior; o início de uma intenção de um ataque pode ser determinado por uma variação na velocidade que exceda certo limite. Assim, no momento em que a derivada excede esse valor limite (2, p. ex.), um cronômetro é ligado e o valor da posição imediatamente anterior é armazenado. No momento da mudança de direção do movimento (inversão de sinal da derivada, significando o momento do ataque), o cronômetro é desligado e o valor da posição desse instante é subtraído do valor inicial. Calcula-se, assim, a duração e a amplitude do movimento. É aconselhável que se faça um escalonamento – não linear, de preferência – dessa amplitude em função da duração do gesto, gerando, assim, o valor final da intensidade do ataque. Na presente implementação, durações muito curtas

amplificam essa intensidade, durações médias não a modificam, e durações maiores do que 500 ms atenuam fortemente a intensidade. Esse escalonamento pode ser exagerado, uma vez que a limitação de resolução de 7 bits (do controlador Midi) não mais se aplica. Obviamente, essa estratégia de detecção pode ser aplicada em qualquer uma das quatro direções cardinais. (figura 3)

Uma rotina útil e facilmente implementável é a divisão do plano de performance em zonas arbitrariamente definidas. No presente caso, explora-se uma divisão desse plano em 9 zonas, que será detalhada mais adiante. Uma outra fonte de informações de performance vem do uso de *switches* e pedais: além de seu simples acionamento, podem ser calculados o intervalo de espaçamento entre seu acionamento, a duração de cada acionamento, o reconhecimento de seqüências e combinações específicas entre eles etc.

As demais questões relativas ao processamento de movimentos captados por esse controlador estão centradas no mapeamento dessas informações a diferentes rotinas de controle e de processamento/síntese sonoras e serão tratadas a seguir.

4. Mapeamento e respostas sonoras

4.1 Pesquisa de sonoridades

Após uma divertida fase inicial de uso desse controlador Midi, surgiram dois incômodos: a dependência de sons sintetizados (no padrão *General Midi*, fortemente influenciados pela imitação de instrumentos existentes) e a localização dos sons resultantes dos gestos realizados com as baquetas, dependente das características do sistema de amplificação utilizado. Assim, à grande mobilidade de performance oferecida pelo *Lighting II* se contrapunham a pouca flexibilidade desses sons pré-fabricados e a forte direcionalidade do resultado sonoro.

A instalação de um alto-falante dentro da caixa-clara abriu uma nova frente de experimentações. Descobriu-se, primeiramente, que é muito importante que o alto-falante seja posicionado bem próximo à pele inferior da caixa-clara, porém sem contato direto. E também que tenha uma potência compatível com o volume sonoro normalmente esperado desse instrumento em condições normais de execução (figura 4).



Figura 4: caixa-clara (sem a pele superior) com alto-falante colocado rente à pele inferior.

4.1.1 Simulação de ataques

O próximo passo foi a pesquisa das sonoridades resultantes da interação entre o alto-falante e a caixa-clara. O primeiro desafio foi a simulação de um ataque realista, e nessa



tentativa ficou claro que o uso da esteira seria essencial para a maioria das respostas sonoras que poderiam advir dessa interação. Um impulso com duração entre 10 e 70 ms, com um envelope dinâmico triangular, foi a escolha para o modo de ataque simples. A forma de onda escolhida para esse impulso foi a senóide, após testes com ondas dente-de-serra, quadrada, faixas de ruído e ruído branco. A escolha da frequência dessa senóide está diretamente ligada à tensão das peles da caixa (tanto a inferior quanto a superior), e nesse caso específico foi a faixa entre 100 e 200 Hz a que deu melhores resultados. A amplitude máxima do impulso, bem como sua duração, são diretamente proporcionais à intensidade do ataque detectado; a variação dessa intensidade também provoca pequenas alterações da afinação do impulso. Uma simulação da posição do ataque entre o centro e a borda da pele do tambor é feita com adição de harmônicos da fundamental escolhida, cujas amplitudes dependem da localização da baqueta no eixo horizontal no momento do ataque.

4.1.2 Ataques com ricochete

Outra resposta sonora implementada foi a simulação de um ataque com ricochete; nesse caso, um gesto de ataque provoca uma série de impulsos (cujos parâmetros são mapeados como no ataque simples), cuja velocidade, intensidade inicial e duração são também função da intensidade do ataque. Sucessivos ataques desse tipo são capazes de gerar um rulo (figura 5).

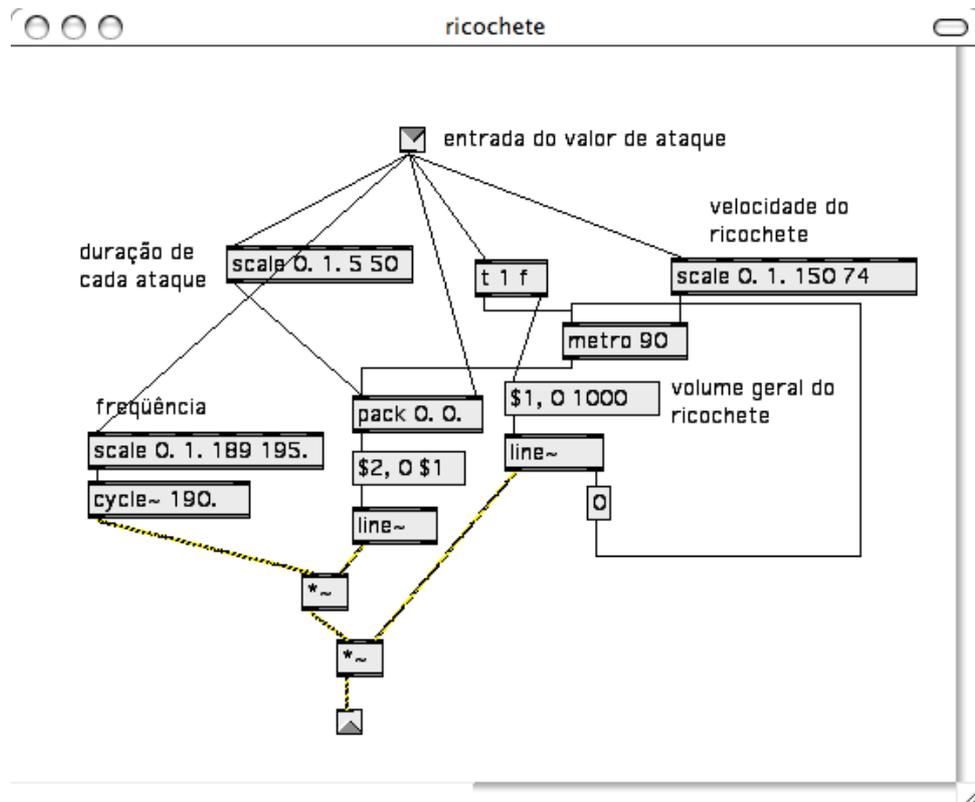


Figura 5: mapeamento do valor de ataque ao controle de cinco variáveis de síntese: intensidade, duração e frequência de cada ataque; velocidade e volume geral do ricochete.

4.1.3 Talking drum

Outra resposta sonora implementada foi uma espécie de *talking-drum*, onde são exploradas as quatro coordenadas independentes do sensor. Uma das mãos executa ataques no eixo vertical (como descrito acima), ao mesmo tempo em que altera a afinação de uma onda dente-de-serra no eixo horizontal (entre 60 e 130 Hz). A outra mão atua em um plano cujos eixos controlam a frequência central de filtros passa-banda que simulam os primeiro e segundo formantes de uma voz humana: o primeiro filtro atua entre 270 e 730 Hz, o segundo entre 840 e 2290 Hz (apud Winckel, 1960). Embora nem sempre a exploração desse plano formântico resulte em vogais conhecidas, uma qualidade vocal está sempre presente nessa sonoridade; com um pouco de prática é possível articular entonações e seqüências específicas de vogais (figura 6).

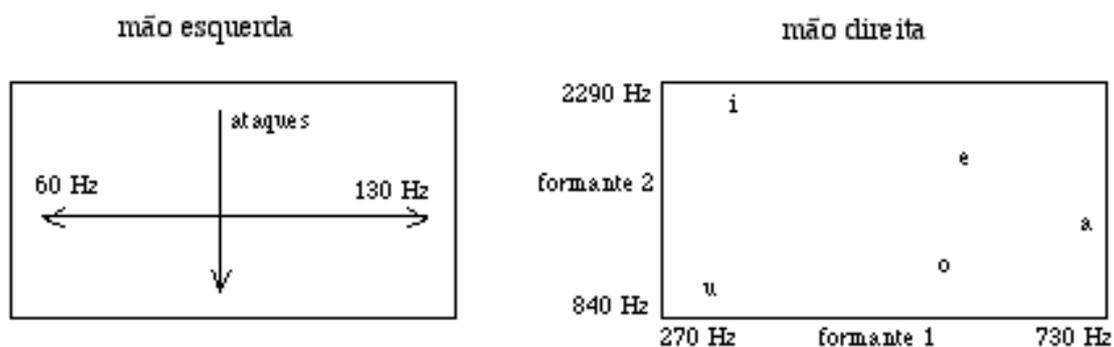


Figura 6: o diagrama representa o espaço de performance na simulação de um *talking drum*. A mão esquerda controla os ataques no eixo vertical e a frequência fundamental no eixo horizontal. A mão direita explora o plano dos formantes, no qual estão indicadas as posições aproximadas das principais vogais.

4.1.4 Sons contínuos e variantes

A exploração de sons contínuos construídos com superposição de senóides em relação harmônica também trouxe resultados bastante satisfatórios. Foi programada uma divisão do plano de performance em nove zonas (3 x 3), onde cada zona aciona um harmônico específico de um som fundamental, com durações (entre 2,5 e 8 segundos) e envelopes dinâmicos pré-definidos. Na implementação atual, uma fundamental de cerca de 80 Hz (levemente variada no tempo) pode ser misturada aos harmônicos de ordem 3, 5, 7, 8, 9, 11, 13 e 15. A figura 7 mostra a programação do espaço de performance para cada uma das mãos (a inversão de funções entre as mãos pode ser facilmente comutada), e a figura 8 mostra o patch responsável pela síntese dos parciais.

4.1.5 Controle de amostras sonoras

Arquivos de som também podem ser acionados e controlados por gestos de performance: certos tipos de música percussiva tornam-se quase irreconhecíveis, instrumentações diversas sofrem diferentes tipos de distorção, sons iterativos (já presentes em arquivos pré-gravados ou realizados por impulsos comandados pelo movimento da baqueta, como em um reco-reco) sem altura definida e de baixa amplitude podem ser muito expressivos. O uso de voz humana falada ou cantada em um volume mais alto provoca um efeito semelhante a uma caixa acústica de baixa qualidade ou com os cones de seus alto-falantes rasgados.

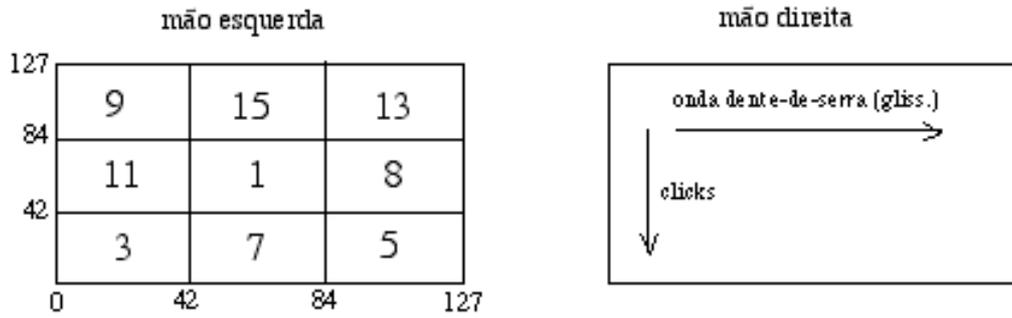


Figura 7: o diagrama mostra o plano de performance para a rotina de geração de sons contínuos com espectro variável. A mão esquerda se move entre 9 divisões do espaço, acionando o harmônico correspondente ao número de cada zona. A mão direita toca sons iterativos nos dois eixos.

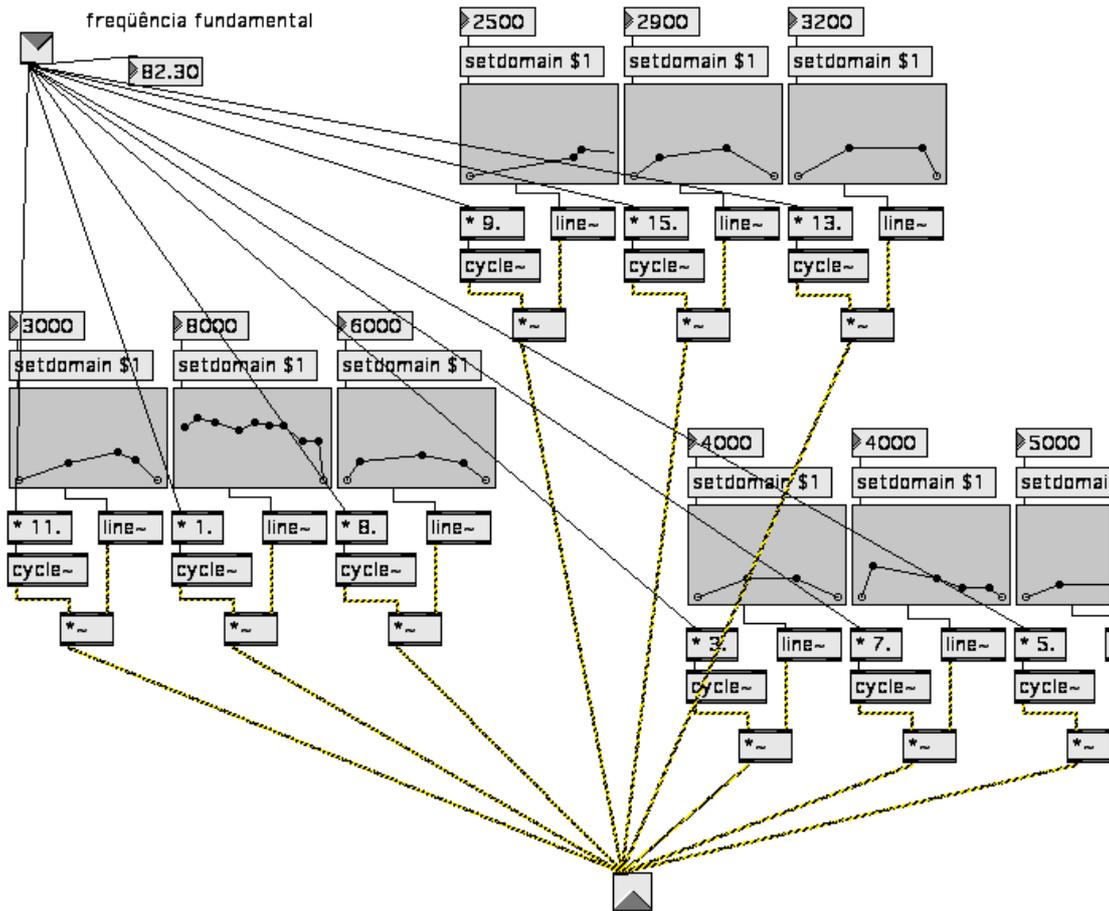


Figura 8: detalhe do *patch* responsável pela síntese de parciais de uma freqüência fundamental comandada pelo movimento das baquetas. Os envelopes de cada harmônico têm formas e durações diferentes.

4.2 Performance

A partir dos mapeamentos e respostas sonoras acima descritos, foi desenvolvida uma estratégia de performance com quatro seções principais: (1) exploração de ataques e rulos; (2) geração de sons contínuos com variação espectral; (3) ataques com caráter vocálico; (4) reprodução e processamento de trechos musicais com caráter percussivo. Essas seções são selecionados com um pedal, e variações dentro de cada seção são acionados pelo *switch* de uma das baquetas.

O nome Pandora foi dado a esse conjunto formado pelo “instrumento” e suas estratégias de execução, sendo que a inspiração mitológica tem mais a ver com a variedade de “entrada” do que com a de “saída” dessa caixa. Ela foi estreitada em um concerto eletroacústico no 37º Festival de Inverno da UFMG, em julho de 2005, em Diamantina (MG), e tem sido regularmente apresentada com pequenas modificações dessa programação⁴.

5.Considerações finais e perspectivas

Nessa experiência, repetiu-se uma situação já relatada em um artigo anterior: “o trabalho com sistemas interativos nos coloca diante de situações dificilmente abarcadas por conceitos musicais tradicionais: as noções de composição e interpretação, instrumento e escritura, abstração e concretude perdem seus claros limites no processo criativo.” (Freire, 2003)

O trabalho com Pandora deixou claro que a defasagem tecnológica do controlador *Lightning II* se encontra mais no processamento gestual e nas respostas sonoras oferecidas do que em sua originalidade como sensor. Outras aplicações (já em fase de implementação) com esse sensor incluem o controle de algoritmos de síntese percussiva por modelamento físico, e controle interativo de imagens e animações, tais como deformações de contornos e cor, arrastos, choques etc. Uma *bandwidth* de 10 ms é razoavelmente compatível com a captação de gestos humanos e com a taxa de geração de imagens (30 *frames* por segundo). Tópicos futuros incluem a exploração de um espaço de até quatro dimensões e o reconhecimento de formas geométricas “desenhadas” no ar.

Acredito que as soluções para os desafios atuais da interatividade sonora e musical não estão mais na criação de instrumentos *stand-alone*, com hardware e programação específicas, e sim nas possibilidades de interconexão entre (1) diferentes tipos de interface (controladores e sensores), (2) softwares de processamento, análise e mapeamento gestual e (3) modos de geração sonora. O trabalho aqui relatado mostra que esses diferentes elementos de lutheria/programação/composição/interpretação podem ir sendo integrados à medida em que são encontrados/programados, segundo necessidades e contextos específicos.

Bibliografia

- Bayle, François (1993). “la musique acousmatique, ou l’art des sons projetés”. In: Bayle, F. *musique acousmatique: propositions... ..positions*. Paris: INA; Buchet/Castel, pp. 47-67. Texto de 1984, revisado em 1993.

- Bertini, Graziano e Carosi, Paolo (1992). "Light Baton: a System for Conducting Computer Music Performance." International Computer Music Conference. Proceedings, pp. 73-76. San Jose, EUA.
- Buchla and Associates (1996). *Lighting II User's Guide*. (Manual do controlador Lighting II) Revisão de 01/12/1996. Copyright de Buchla and Associates.
- Cerana, Carlos (2000). "Gesture control of musical processes: a MAX environment for Buchla's 'Lightning'". *Organised Sound*, vol. 5, pp. 3-7.
- Freire, Sérgio (2003). "cvq: entre o meta-instrumento e a pseudo-obra". Anais do IX Simpósio Brasileiro de Computação e Música (vol 9 dos anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação), pp. 271-276. Campinas: SBC.
- Mathews, Max V (1991). "The Radio Baton and Conductor Program, or: Pitch, the Most Important and Least Expressive Part of Music." *Computer Music Journal*, vol. 15, no.4, pp. 37-46.
- Ruschkowski, André (1998). *Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen*. Stuttgart: Philipp Reklam.
- Wessel, David e Wright, Matthew (2002). "Problems and Prospects for Intimate Musical Control of Computers". *Computer Music Journal*, vol. 26, no. 3, pp. 11-22.
- Winckel, Fritz (1960). *Vues Nouvelles sur le Monde des Sons*. Paris: Dunod. Tradução de A. Moles e J. Lequeux. Publicado originalmente em alemão em 1952.

Notas

¹ <http://www.buchla.com/lightning/descript.html>, visitado em 26/07/2007. As informações aqui presentes sobre as dimensões máximas do espaço de performance não concordam inteiramente com a do manual do equipamento. Em um caso, as proporções são de 6:10, e no outro de 7:10.

² <http://gsd.ime.usp.br/sbcm>, visitado em 26/07/2007.

³ http://www.nime.org/2003/nime03_home.html, e <http://hct.ece.ubc.ca/nime/2005>, visitadas em 26/07/2007.

⁴ Exemplos sonoros podem ser encontrados em <http://www.musica.ufmg.br/~sfreire>.