

Áudio interativo na Arte Sonora: interação física

Julián Jaramillo Arango
São Paulo, SP, 05514070, Brasil
jaramillo@usp.br

O autor cursa doutorado em
Música na Escola de Comunicação e Artes
da Universidade de São Paulo ECA/USP
sob orientação do Prof Doutor
Fernando Henrique de Oliveira Iazzetta
grupo MOBILE.
<http://www.eca.usp.br/mobile/portal/>

RESUMO

O artigo discute aspectos técnicos e estéticos orientados ao problema da interação física no âmbito da Arte e Design sonoro. Ao longo do texto se examinam técnicas específicas para o desenvolvimento de projetos em Arte sonora interativa com ferramentas de livre distribuição acessíveis aos artistas. De um lado, se analisa a incorporação da câmera como *input* nos sistemas interativos assim como alguns algoritmos de visão computacional e *blob detection* que trabalham com o movimento dos corpos diante da câmera. De outro lado, se indaga na operacionalidade dos microcontroladores e das placas de prototipagem eletrônica estabelecendo estratégias e metodologias para a construção de ambientes interativos. Em cada caso, se referenciam projetos recentes de Arte Sonora interativa analisando as poéticas que surgem no séio da interação física. Ao longo do texto se reflexiona na dinâmica de trabalho entre artista e engenheiro, assim como nos processos criativos que articulam preocupações artísticas e tecnológicas.

SUMARIO

1. Introdução: arte sonora
2. Áudio e arte sonora
- 2.1 Interação
- 2.2 Interação Física
3. *Blob detection*
- 3.1 Diferença entre quadros
- 3.2 Design do espaço interativo
- 3.3 Arte sonora com *blob detection*: exemplos de caso
4. Microcontroladores
- 4.1 Hardware livre
- 4.2 Operacionalidade
- 4.3 Microcontroladores e interação física
- 4.4 Metodologias de design interativos
- 4.5 Arte sonora com microcontroladores
5. Conclusão
1. Áudio e arte sonora

0 INTRODUÇÃO: ARTE SONORA?

Projetos recentes no campo da Arte e Design incorporam configurações de áudio em diferentes contextos (acadêmico, institucional e circuitos independentes). Neste âmbito, fomenta-se um campo de trabalho com o som que ultrapassa o labor dos músicos e se manifesta em instalações, esculturas, performances e outras intervenções usualmente associadas às Artes plásticas.

Os motivos dessa tendência são diversos e, as vezes, objeto de discussões entre músicos de vanguarda. A evolução da música eletroacústica e a emergência de novos conceitos no seio da composição musical (Cage-Schaeffer-Schafer) outorgam valores e propriedades ao som que são aproveitadas num território interdisciplinar entre a música e as outras artes. Essa prática é reconhecida por alguns autores como Arte sonora: "...a reunião de manifestações artísticas que estão na fronteira entre a música e outras artes, em que o som é o material de referência dentro de um conceito expandido de composição, gerando um processo de hibridação entre som, imagem, espaço e tempo" [1]

A definição do termo "Arte sonora" desencadeia um dilema que se debate no âmbito da Musicologia, pela heterogeneidade das propostas e a novidade do tema. Porém, os trabalhos sonoros provenientes do domínio de Arte e Design, propõem um cenário interessante para o desenvolvimento de sistemas e configurações de áudio.

1 ÁUDIO E ARTE SONORA

Num esquema tradicional de trabalho, artistas sonoros recorrem a engenheiros para o desenvolvimento técnico do projeto. O design desses sistemas está sujeito aos propósitos do artista e os condicionamento específicos da peça, exigindo do engenheiro o desenvolvimento de configurações customizadas, realizadas à medida do projeto.

A parceria entre artista e engenheiro propiciou sistemas de áudio que não obedecem necessariamente a prerrogativas do mercado. O artista Rafael Lozano Hemmer, que desenvolveu interessantes sistemas de áudio em parceria com os engenheiros Will Bauer e Gideon May, afirma: "...sei que grande parte da tecnologia é desenvolvida por e para o complexo econômico-militar, mas estou absoluta e romanticamente convencido de que se a arte tivesse o orçamento que dão para militares, poderíamos criar mais empregos e desenvolver tecnologia mais interessante" [2]

Além da posição romântica que esse artista tem diante da tecnologia, o diálogo entre artistas e engenheiros oferece condições de inovação e traz novos questionamentos no campo do áudio.

1.1 Interação

Recentemente, o tema da interação se tornou recorrente na Arte sonora. Na concepção das propostas, os artistas aproveitam as ações do espectador para gerar situações de dupla via com a peça. A experiência de visita é aproveitada pelos artistas para recolher informação dos espectadores que se tornam participantes. Nessa busca, surgiram técnicas e ferramentas que auxiliam aos artistas no design de interação. Isso constitui um importante passo na consolidação de um campo comum de trabalho para Arte e Tecnologia.

Sem dúvida, ambientes de programação como Max/Msp/Jitter e Pure Data já proporcionaram instrumentos eficazes para a Arte sonora. A Interface Gráfica de Usuário (GUI) desses ambientes, próxima ao

design dos sintetizadores dos anos 70, se baseiam num sistema modular de caixas interconectáveis. Essa interface colocou nas mãos dos músicos e artistas a possibilidade de criar esboços de configurações de áudio interativas, a partir das Interfaces Humano-Computador (HCI) tradicionais que oferece o ordenador: teclado, mouse, interfaces MIDI, controles de videogame.

De outro lado, os ambientes de programação gráfica possuem uma Interface de Desenvolvimento de Aplicação (API) pública que permite a programadores incluir novas operações e funcionalidades através de abstrações e objetos externos escritos em linguagens de programação como, por exemplo, C e Javascript. O desenvolvimento coletivo dos ambientes de programação por parte de comunidades de membros ao redor do planeta, propiciou condições técnicas para a criação de projetos de áudio, distantes dos esquemas tradicionais que envolve a produção musical.

1.2 Interação física

As soluções oferecidas pelos HCI tradicionais constituem também uma limitação para o design de interação. O vocabulário de movimentos que permite o teclado, o mouse ou as interfaces MIDI dedicadas à performance musical contrastam com as configurações interativas concebidas pelos artistas, nas quais o participante está livre de cabos ou interfaces para se relacionar com a obra. O *input* do sistema acostuma recolher o movimento do corpo e gestualidade do espectador, na busca do que se denomina interação física. [3]

Na Arte sonora já se implementaram diferentes técnicas para a interação física que estendem o repertório de ações oferecidas pelas HCIs. Analisaremos os fundamentos de duas aproximações diferentes que fornecem soluções de áudio interativo, indicando as formas de implementação nos ambientes de programação gráfica e fazendo referência a algumas propostas de Arte sonora que incorporam interação física.

2 BLOB DETECTION

A análise do sinal de vídeo que recebe um ordenador através da câmera (*webcam* ou *minidv*), conhecido como *blob detection* ou *computer vision*, permite realizar uma série de operações de detecção da presença e o movimento de um corpo. O termo *blob* faz referência a uma série de *pixels* que possuem um padrão comum, o que determina uma região de interesse na imagem. Os algoritmos de *blob detection* realizam operações imediatas com todos os pixels de cada quadro (*frame*). Diferentes aspectos da imagem podem ser usados como regiões de interesse para detectar o comportamento do *blob*.

2.1 Diferença entre quadros

A detecção da presença de uma pessoa ou objeto se realiza a partir de técnicas de subtração do fundo. Um quadro inicial, que abarca o espaço vazio em que vai se realizar a detecção, é guardado inicialmente. Os *pixels* de cada quadro entrante são comparados e subtraídos dos *pixels* do quadro inicial. A diferença entre o quadro inicial (espaço vazio) e os quadros que mostram uma mudança (espaço ocupado), fornece informação numérica relativa à presença.

A detecção do movimento também se realiza a partir da diferença entre quadros. Cor e brilho do corpo em movimento constituem a região de interesse. As mudanças

desses dois valores entre quadros subsequentes mostra o câmbio de localização do *blob* ao longo do tempo.

Em condições controladas de iluminação, é possível atribuir um valor constante de brilho (*threshold*), que divide a imagem em regiões de figura e fundo. Na comparação dos valores de brilho entre o *blob* e o *threshold*, é possível enviar para o fundo o trazer para frente os *pixels* do *blob* que atingem o *threshold*. [4]

2.2 condições de uso

Diversas ferramentas tem aparecido para incorporação, por parte dos artistas, dos algoritmos de blob detection. Programas de livre distribuição como Eyesweb, Processing ou vvvv, que se comunicam com Max/Msp e Pure Data através de protocolos de rede (UDP), realizam operações de detecção do movimento e presença com certa eficiência. Recentemente, têm surgido bibliotecas especializadas, implementáveis nos programas mencionados, que realizam essas tarefas com grande precisão e oferecem grandes potencialidades nas mãos dos artistas: OpenCV e FreeFrame. A variedade de ferramentas acessíveis que existem hoje permitem, nos projetos de Arte sonora, encontrar soluções satisfatórias na maioria dos casos.

Porém, essa aproximação ao tema da interação física está sujeita às características específicas do espaço em que se realiza a detecção, por isso, a disposição desse lugar deve ser cuidadosamente preparada. As condições de luz, contraste de cor, posicionamento, estabilidade da câmera e a quantidade de participantes influenciam na qualidade de detecção. Além disso, a carga computacional que produz as operações de comparação, condicionam o uso dessas técnicas provocando resultados inesperados e situações de fragilidade do sistema.

O espaço de cobertura da câmera impõe limites na interação dos participantes. As técnicas de *blob detection* são mais favoráveis para projetos de performance, teatro, dança ou instalações em museus e galerias onde as condições do espaço de detecção podem ser delimitadas e controladas com maior facilidade.

2.3 Arte sonora com *blob detection*

O trabalho dos artistas Zacharias Lieberman e Golan Levin merece especial atenção. Na instalação/performance de 2003 “*messa de voce*” (<http://www.tmema.org/messa/>) um computador usa algoritmos de *blob detection* para rastrear a localização da cabeça de um ator. Ao mesmo tempo, o computador analisa sinais de áudio provenientes de um microfone que o ator carrega consigo. A voz dos atores controla a aparição de diversas figuras numa projeção, dando a impressão de que elas provêm do gesto vocal. Lieberman e Levin aproveitam uma rede de tecnologias para criar um ato lúdico, que questiona o comportamento dos corpos e as relações físicas do ator com seu entorno.

Outro trabalho interessante de Arte sonora que usa algoritmos de *blob detection* é a instalação “*frequency and volume*” do mexicano Rafael Lozano Hemmer (<http://www.lozano-hemmer.com/english/projects/frequency.htm>). Na obra de 2003, o sistema de detecção trabalha com a silueta dos participantes e recolhe informações de posição e tamanho. O movimento no eixo horizontal dos participantes sintoniza ondas eletromagnéticas que vão entre 150kHz e 1.5GHz, faixa esta que inclui sinais: AM, FM, tráfego aéreo, marítimo, sistemas de telecomunicação de onda curta, celulares, satélites e outras sinais do espectro. O tamanho, relativo à distância entre o participante e a parede em que se projeta a silueta, controla o nível do sinal sonoro. A peça permite a interação de vários participantes

simultaneamente que visualizam o espectro eletromagnético e geram uma paisagem sonora de sinais de rádio com diferentes intensidades.

A partir deste trabalho, Lozano Hemmer relaciona o espaço físico com o espaço eletromagnético, tornando o corpo das pessoas uma antena que sintoniza sinais sonoras com o movimento. A obra também coloca em questão decisões políticas do governo mexicano sobre a distribuição do espaço eletromagnético, as quais aboliram várias emissoras comunitárias nos estados de Chiapas e Guerrero.

3 MICROCONTROLADORES

Outra aproximação freqüentemente usada no design de interação física e na Arte sonora é a tecnologia dos microcontroladores. Esses circuitos integrados possuem memória, onde guardam um pequeno código que comanda suas funções. Esse código, compilado diretamente no microcontrolador através de um cabo, é escrito em linguagens de programação acessíveis para quem não está relacionado com o desenvolvimento de *hardware*. Assim, esses componentes operam como pequenos computadores (microprocessadores) programáveis que permitem incluir *inputs* (botões, potenciômetros, sensores) e *outputs* (motores, atuadores). Ao mesmo tempo, os microcontroladores estabelecem comunicação com o computador a través da porta serial (RS-232).

3.1 Hardware livre

A BasicStamp² foi uma das primeiras placas que permitiu a programação de microcontroladores por artistas. A placa inclui um intérprete especializado da linguagem Basic, e surgiu como um produto voltado para o mercado da eletrônica amadora. A Basic promoveu soluções de interação ligadas a outros produtos da mesma empresa, que foram incorporados por alguns artistas e designers.

Pesquisas acadêmicas na área do Design, consolidaram um modelo ao redor da família dos circuitos integrados AVR (8, 128, 168, 328, 1128) em que as placas são genéricas e o microcontrolador pode ser substituído. Acompanhadas de um Entorno de Desenvolvimento Integrado (IDE), baseado em Java-processing, as placas Wiring e Arduino dão acesso à experimentação com eletrônica e o desenvolvimento de hardware pelos artistas.

Ao redor da Arduino surgiu uma comunidade de usuários que a incorporou em projetos de Arte e Design interativo, expandindo suas funcionalidades e difundindo a idéia de hardware livre. Isso se soma aos esforços da comunidade de software de código aberto na mudança de hábitos no consumo de tecnologia.

3.2 Operacionalidade

Wiring e Arduino são placas de prototipagem eletrônica. Nelas é possível realizar esboços de circuitos interativos a partir de componentes e dispositivos eletrônicos. As placas funcionam com uma alimentação regulada de 5v, mas permitem trabalhar com dispositivos de maior voltagem. Se conectam ao computador a través de um cabo USB, que é controlado por um driver do chip FTDI.

¹ construída e comercializada pela empresa Parallax™ em finais dos anos 90.

As placas de prototipagem eletrônica operam em três modos fundamentais: de um lado, na construção de objetos e espaços interativos independentes do computador. Nesse modo de operação, o microcontrolador é programado no computador através do cabo USB. A placa é desligada e alimentada com bateria ou fonte regulada externa e então o código corre sobre o circuito. Essa aproximação ao design de interação, já deu lugar a projetos de Arte e computação pervasiva ou ubíqua, em que o dispositivo é acoplado dentro de um outro objeto portátil.

De outro lado, Wiring e Arduino podem ser usados na construção de objetos e espaços interativos que se comunicam com alguma aplicação ativa no computador. Os objetos e abstrações desenvolvidas para os diferentes ambientes de programação gráfica como Max/Msp/Jitter e Pure Data (pduino, maxduino, SMS) possibilitam um controle total das funções de input e output dos microcontroladores AVR.

Wiring e Arduino oferecem ainda, a possibilidade de operar em rede, usando várias placas intercomunicadas num cluster de pequenos computadores. Isso estende dramaticamente as variáveis de interação.

3.3 Microcontroladores e interação física

Os microcontroladores possuem funções de input digital (*on/off*) e analógico (faixa de 0 – 1024), e de output digital e o chamado PWM (*pulse-width modulation*) que permite variar o valor de voltagem entre 0v e 5v na alimentação de um motor ou atuador. Os *inputs* e *outputs* são relacionados num processo algorítmico programado no ambiente de desenvolvimento (IDE) ou através dos ambientes de programação gráfica.

Placas de prototipagem como Wiring e Arduino têm sido implementados em interfaces musicais e na construção de novos instrumentos que desafiam as tradições interpretativas da Música. A través dos inputs do microcontrolador, projetos de interface musical têm incluído sensores que propõem novas formas de controle sonoro e práticas interpretativas que resultam em novas músicas. Além disso, através dos *outputs*, os microcontroladores permitem a inclusão de motores e solenóides nas interfaces, que aproximam ao tema da retroalimentação háptica, em que, da mesma forma que os instrumentos musicais, as interfaces oferecem uma resistência ao serem manipulados. [5]

Sensores muito precisos são frequentemente usados em propostas de Arte sonora, tais como: foto-sensíveis, infravermelhos, acelerômetros, pressão, flexão, ultrassônicos. Tais dispositivos possibilitam outras formas de detecção do movimento e da presença. Circuitos embutidos em objetos, móveis, roupas ou acessórios, com os quais as pessoas se relacionam de maneira espontânea, abre um campo para outras formas de interação com o som, em que os objetos e os espaços se tornam sensíveis à presença e ao movimento.

Os microcontroladores são úteis em configurações interativas que cobrem espaços amplos. Embora nem todos as regiões de um espaço sejam atingidos pelo sistema de detecção, é possível estabelecer uma maior cobertura através de uma rede de pontos de rastreamento.

3.4 Metodologias de design interativo

Em muitos casos, as tecnologias que analisamos nem são usadas na realização final do projeto em Arte e Design, mas fazem parte das etapas de concepção e desenvolvimento de sistemas interativos. Os microcontroladores são apenas placas de prototipagem, um laboratório em que o artista define as circunstâncias da interação da peça. Em projetos de grande magnitude,

sujeitos a determinantes de cobertura e operacionalidade, é necessário o auxílio de um engenheiro eletrônico. Em etapas finais, os engenheiros realizam processos de otimização a do sistema interativo concebido pelo artista.

Os circuitos utilizados na Arte sonora não usam todas as propriedades de um microcontrolador AVR. Elas podem ser resolvidas com outros circuitos integrados e com componentes mais baratos, especializados para as tarefas que o artista programou em Arduino ou Wiring. As placas de prototipagem estão equipadas para o trabalho de laboratório, enquanto as necessidades de cobertura, eficiência ou redução de custos num projeto artístico de grande magnitude, solicitam uma aproximação em parceria com um engenheiro eletrônico.

3.5 Arte Sonora com microcontroladores

Embora o projeto “*String Thing*”, do designer Benjamin Dove (http://bdove.net/idii/string_thing/), não seja uma peça de Arte sonora, mas uma interface MIDI, o projeto combina de forma interessante técnicas de *blob detection* e microcontroladores discutidas nesse texto. A interface restitui a expressividade do violão cello e fornece dados MIDI de *pitch* e *velocity*, além de incorporar retroalimentação háptica no sistema.

Quatro varetas de aço, correspondentes às cordas do violão cello, estão suspensas numa estrutura de plástico. Ao pressionar as varetas com o dedo, elas atingem um sensor ligado à placa Wiring, que por sua vez se comunica com Max/Msp. Dessa forma o instrumento restitui o valor de *velocity*.

O valor do *pitch* é conseguido a partir de uma *webcam* posicionada na parte superior, que detecta a região do dedo ao longo da vareta. Quatro *leds* laser localizadas na parte inferior, iluminam o ponto da vareta que dedo atravessa, isto favorece o processo de detecção. O processo é realizado no programa EyesWeb que envia o valor de *pitch* para Max/Msp por meio do protocolo de rede Open Sound Control.

O sistema ainda fornece retroalimentação háptica a partir de selenóides que vibram na medida que o intérprete pressiona as varetas.

Esse protótipo mostra a flexibilidade dos microcontroladores e sua implementação tanto no sensoramento (*input*) como na atuação dos selenóides (*outputs*) que dão conta da retroalimentação háptica.

Outro projeto que incorpora microcontroladores no processo de design de interação é “CLAP” (<http://claproject.co.cc/>) do coletivo colombiano Nerdbots (Camilo Martinez e Gabriel Zea) em parceria com o artista Miller Lagos. A peça foi comissionada para a sala de exibição do Centro Colombo-Americano em Bogotá. Os participantes são convidados a entrarem no escuro e aplaudir, o sinal sonoro produzido pelos aplausos ascende uma das 187 lâmpadas, localizadas em nichos quadrados no teto da sala, que ficam acessas durante algum tempo. Se o sinal sonoro for mais forte, o tempo em que a lâmpada fica acessa é maior.

O circuito relaciona o nível do sinal sonoro com um contador que espera para ascender um *relay*, liberando o passo de corrente na lâmpada. As lâmpadas foram substituídas por 187 circuitos que incorporam um microfone, um *relay*, uma lâmpada e o microcontrolador.

Na proposta, cada circuito devia operar de forma independente, permitindo outras montagens em espaços de maior cobertura, em que as lâmpadas estivessem em lugares distantes. Ao mesmo tempo, o projeto foi concebido como um dispositivo autônomo, que pudesse ser adquirido e levado para casa. Essas determinantes impediram uma aproximação por matrizes de

microcontroladores e levaram à decisão de construir 187 circuitos iguais independentes.

Nesse processo, foi necessária a intervenção de um engenheiro eletrônico que otimizou o protótipo concebido em Arduino, construiu uma moldagem de circuito impresso para produção em série.

4 CONCLUSÃO

Do começo do texto, se propõe uma distância disciplinar entre artistas e engenheiros, articulada por um espaço de encontro, alheio aos dois domínios, chamado de interdisciplinar. Acreditamos que esse espaço de encontro já foi construído, está consolidado: as portas do laboratório foram abertas e agora é um espaço de diálogo. A maior testemunha disso são as ferramentas analisadas aqui, que funcionam como uma língua comum entre seres que compartilham um mundo, mas se referem a ele de forma diferente.

A interação física não é apenas uma preocupação da Arte sonora, é também um esforço por compreender a tecnologia de outras formas. A Arte sonora incorpora a tecnologia para questionar o mundo físico e representar um novo ser humano. Mas, a interação física representa também uma esperança de convivência com a tecnologia do futuro.

NOTA SOBRE O AUTOR

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAMPESATO, Lilian. *Arte sonora: uma metamorfose das musas*. São Paulo:USP, 2007 (mestrado) p. 63
2. LOZANO, Rafael Hemmer. *Alzado Vectorial*: Mexico DF: Conalcuta, 2000. p 49
3. IGOE, Tom. *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers*. New York :Thompson, 2006. p 182
4. LEVIN, Golan. Computer Vision for Artist and Designers: Pedagogic Tools and Yechniques for Novice Programmers. Disponível em http://www.flong.com/writings/texts/essay_cvad.html. Consultado em 28/02/2010
5. REYES, Juan. *Háptica y Sonido: introducción a la música escaneada*, 2005. disponível em <http://www.maginvent.org/articles/hapticscan/index.html>. Consultado em 28/02/2010