

Projeto e implementação sonora em *Op_era*¹, um ambiente imersivo-interativo desenhado em sistemas de realidade virtual

Denise Garcia, Ignacio de Campos

Programa de Pós-graduação em Música, Instituto de Artes/UNICAMP

d_garcia@iar.unicamp.br, igndecampos@ig.com.br

*Abstract: This paper describes the project and implementation of the sound plan in **Op_era**, an immersive-interactive environment designed in virtual reality systems like CAVES. The work performs in four parts, called here dimensions, in which the user will interact with sounds and images, moving forwards through the dimensions. The sound part was implemented with patches programmed in MAXMASP2 environment and in a octophonic acoustic space project. From dimension one to four the sounds and the sound and spatial parameters are evolutives, advancing from the simple to the complex.*

*Resumo: O artigo trata da descrição do projeto e implementação da parte sonora de **Op_era**, um ambiente imersivo-interativo desenhado em sistema de realidade virtual do tipo CAVE. O trabalho evolui em quatro dimensões, nas quais o usuário estará interagindo com sons e imagens, avançando nessas dimensões. A parte sonora foi implementada com programas no ambiente MAXMSP2 e em projeto de espaço acústico octofônico. Da dimensão um à quatro, os sons, os parâmetros sonoros e espaciais nos quais o usuário interage em tempo real foram concebidos como evolutivos, indo do simples ao complexo.*

1. Introdução

Resumidamente, *Op_era* é um ambiente imersivo-interativo desenhado em sistemas de realidade virtual do tipo CAVE. Nesse ambiente o usuário interage com som e imagem, avançando por quatro dimensões. Primeiramente o usuário emerge em uma espiral descendente ao infinito no plano X (traduzida sonoramente por um *script* em Csound adaptado do script original em MUSIC V [Risset 1969]). Na dimensão 1, o usuário parte de um mundo de pontos sonoros; na dimensão 2 ele penetra em um mundo de linhas; na dimensão 3 se encontra um mundo de figuras geométricas; na dimensão 4, um mundo de formas complexas. O plano sonoro foi concebido para ser correlato ao plano visual, mas têm uma independência de interpretação do projeto visual: a lógica de correspondências entre som e imagem não deixa de ser arbitrária, sendo a concepção evolutiva do simples ao complexo em nível sonoro, uma concepção própria do universo histórico e cultural das músicas ligadas à tecnologia. Desta forma, adotamos a tipomorfologia de Pierre Schaeffer (1966) para conceber uma relação de evolução das imagens sonoras nas diversas dimensões.

Apresentaremos nosso artigo na divisão de cada dimensão do trabalho, da um a quatro, nas quais abordaremos suas especificidades divididas em: características gerais da dimensão, os tipos de sons que estão alocados em cada dimensão, o desenho de espaço acústico de cada uma e a evolução sonora e a interação do usuário com o som.

2. Determinantes gerais do projeto

O usuário terá dois sensores dentro da caverna: um na cabeça que transmitirá dados da sua localização no espaço e um sensor de mão com o qual ele interage com o ambiente. Ele estará também utilizando óculos para visualização de imagens em 3D.

Foram gerados 31 arquivos de audio que serão disparados e transformados nas diferentes dimensões. A implementação sonora para cada dimensão foi feita com a programação de *patches* no ambiente MAX/MSP2.

O projeto de difusão sonora é octofônico, pensado como a soma de 2 sistemas quadrifônicos no formato de um cubo. As informações recebidas do super-computador que controla a Caverna são escalados para o range 0 a 127, para transmissão via MIDI. Assim, é assumido que os eixos X, Y e Z estarão dentro desse range de 128 pontos e que os monitores de áudio estarão localizados exatamente nas suas extremidades, ou seja, pontos 0 e 127.

3. Dimensão 1

3.1. Palavras chaves do Projeto

Na dimensão 1 há apenas sons. Foi concebida como uma dimensão de linha reta, segmento de reta composto por uma virtual soma de pontos sonoros. O usuário distingue o formato do espaço e sua posição relativa recebendo informações sonoras.

3.2 Os sons da dimensão 1

Um som com frequência determinada e fixa (738,3Hz), envelope ataque/ressonância, que será disparado com três durações diferentes: muito curto (impulsão 300ms), um pouco mais longo (700ms) e longo (1900ms). Traduzindo de uma primeira concepção tipo-morfológica, temos um som de massa tônica fixa, som puro, grão de ressonância e fricção, mordente, mas sem ataque forte e longa manutenção (relativamente homogênea). Os formatos dos sons são: impulsão seca, som curto e som contínuo.

3.3 Espaço sonoro da dimensão 1

A idéia da linha nos remete a uma horizontalidade, portanto uma estereofonia frontal, na qual estarão ativadas apenas as caixas frontais em baixo (caixas 1 e 2). A localização do som disparado será correlata à posição do usuário no âmbito dessa estereofonia.

3.4 Evolução do som e interação com o usuário

Conforme o usuário movimentar o sensor da mão, atravessando uma linha virtual do plano x, ele ativa sons em variadas localizações da caverna. A distância entre sensor e o chão ativa sons com diferentes ressonâncias envelopes, de acordo com a seguinte lógica: a impulsão seca aparece quando o usuário passa com o sensor por um determinado ponto do eixo Z, à pouca distância do chão; a impulsão com ressonância é disparada conforme o usuário cruza a linha distanciando o mouse do plano x; quando o

usuário perceber a existência da linha virtual e passar o sensor ao longo dela, se dá a passagem à dimensão 2.

3.5 Passagem da dimensão para a dimensão 2

No momento em que percorrer a linha espacial no plano X, o usuário emerge em uma imagem que simula um gráfico sonoro em 3 dimensões representando as variações de frequência e amplitude no tempo. O som, antes um som puro na dimensão 1, se enriquece de suas parciais na passagem. Como a amplitude está representada no eixo Y, qualquer variação do sensor da mão nesse eixo re-escalará a amplitude do som ouvido. Desta forma o usuário passa a controlar este parâmetro sonoro.

4. Dimensão 2

4.1 Palavras chaves do projeto

Flatscape, NSLO, *Multiscape*, linhas: gráficos das frequências sonoras que emergiram do plano x tornam-se uma trama de linhas, com fluxo e oscilação. O usuário interage com essas linhas podendo capturá-las com o mouse, puxá-las no sentido do centro da caverna, ou podendo movimentar um conjunto de linhas lateralmente (simulação de balanço das linhas). A passagem para a dimensão 3 se dá quando o usuário seleciona uma das três linhas coloridas distribuídas aleatoriamente nas paredes da caverna.

4.2 Os sons da dimensão 2

Criamos a seguinte correspondência sonora à linha visual: sons com altura determinada e uma certa sustentação para percurso no espaço (massa tônica fixa, grãos de ressonância, sons sustentados) e campo de frequência (43.65 a 880 Hz). Como resultado, foram editados 20 sons (classes de sons: tônicas) com timbres de contrabaixo, cello, violão acústico e no agudo o mesmo timbre da dimensão 1. Os 20 sons correspondem às frequências de uma série harmônica simulada a partir da nota mais grave (Fa0 do contrabaixo, 43.65Hz). À medida que esses sons vão sendo disparados, seguindo uma variação exponencial de tempo, entram automaticamente em *looping* e serão cumulativos formando cachos de sons (acordes).

4.3 Espaço sonoro da dimensão 2

O espaço nessa dimensão é a octofonia resultante da soma da verticalidade e lateralidade. Os sons se dividem, do grave ao agudo em cada grupo de 4 caixas de cada parede da caverna, em 5 sons por parede do agudo ao grave começando da parede 4 à parede 1. Os sons se iniciam nas caixas superiores e descem verticalmente para as caixas inferiores correspondentes (panorâmica vertical). A velocidade de movimento dos sons das caixas superiores para as caixas inferiores segue uma equação exponencial com o intuito de destacar a percepção de movimento.

4.4 Evolução do som e interação com o usuário

A entrada dos vinte sons é randômica em tempo fixo. Ela é programada de forma que no período de 25 segundos entrem os 20 sons e o tempo de entrada de cada som obedece a um plano de aceleração exponencial. Os sons surgem independentes do usuário, correlatos à programação das linhas nas telas.

A partir da entrada do sétimo som, está projetado um re-escalamento de amplitude total: um fator multiplicativo de correção é acionado para que a amplitude total seja sempre correspondente à amplitude sonora da soma de seis sons.

O usuário vai interferir nos parâmetros de volume e filtragem do som. No primeiro, o som selecionado interromperá seu percurso de queda e terá um aumento de volume para um primeiro plano enquanto todos os outros sons têm uma redução de volume para 15% do total. A interação com a filtragem se dá pelos movimentos verticais do sensor: a puxada da linha no visual, conforme a altura sensor estará acionando um filtro (*band-pass filter*) com diferentes frequências de centro. A posição do sensor muda o centro de corte de frequência de baixo para cima. A banda é um fator dependente da frequência de centro, sendo estipulado um intervalo de cinco semitons em torno da frequência de centro e o re-escalamento em Herz é automático. Quando o usuário solta a linha visual, o volume geral volta à sua amplitude normal.

5. Dimensão 3

5.1 Palavras chaves do projeto

No espaço cúbico surgem três formas: um triângulo verde, um quadrado vermelho e um círculo azul que se movimentam no espaço, cada uma com um itinerário diferente. As formas podem se chocar, gerando assim formas híbridas. O usuário pode penetrar nessas formas que tomam então o formato de sólidos em *wire-frame*: daí para frente nessa dimensão ele vai "viajar" junto com esse sólido. Ele poderá penetrar as outras formas e quando penetrar nas três simultaneamente, ele passa para a dimensão 4.

5.2 Os sons da dimensão 3

Pela lógica do projeto, nesta dimensão estão programados os seguintes sons dentro da tipologia schaefferiana: sons com massa complexa variável ou fixa, macro-objetos. Foram criados três objetos diferentes (texturas contínuas em campos de frequências e morfologias distintos, seja com grão iterativo, perfil de massa flutuante, seja classe de som canelado) correspondentes a cada forma visual e que vão percorrer percursos espaciais análogos a elas; colisões sonoras provocam o disparo de sons híbridos de curta duração, gerados a partir da idéia de "cross-sínteses" (uma idéia de transformação de um som pelas características morfológicas do outro, feitos parte a parte).

5.3 Espaço sonoro da dimensão 3

Nesta dimensão a octofonia soma movimentos diagonais à verticalidade e horizontalidade no cubo. Além disso, acrescenta-se a simulação de perspectiva sonora (simulação de distância com adição de *reverber* e variação de volume). O deslocamento dos sons segue o modelo de deslocamento das três figuras iniciais no espaço (fig.1).

5.4 Evolução do som e interação com o usuário

Os três objetos sonoros são disparados simultaneamente e deverão estar presentes quase o tempo todo nesta dimensão, com variações de amplitude e espaço, tendo sua amplitude bastante reduzida quando, do choque espacial entre eles, são disparados os sons híbridos.

O cálculo de posicionamento octofônico dos três objetos sonoros acompanha as posições calculadas das figuras visuais numa taxa de 200 vezes por segundo, pois a

cada 5 milissegundos novos dados das posições das figuras são enviados. Quando há colisão, o som híbrido é disparado na exata posição do choque das formas visuais.

Para a simulação de perspectiva sonora, foi programada a adição de uma quantidade de *reverber* proporcional à distancia do som em relação ao centro: quanto mais distantes do centro, maior a quantidade de *reverber* somada ao arquivo de áudio. Ao mesmo tempo há uma variação de 0 a 43% do volume do *reverber* adicionado e será alterado o tamanho do *decay* do *reverber* antes de ser somado, variando de 1 a 3100ms.

Quando o usuário penetra nas formas que se tornam sólidos em *wireframe*, os sons a elas correspondentes se tornam próximos, enquanto os outros estão mais distantes construindo assim um primeiro plano em relação aos outros sons.

6. Dimensão 4

6.1 Palavras chaves do projeto

Depois da simulação de uma explosão do choque dos três volumes, as partículas dessa explosão começam a construir figuras complexas através da simulação de atratores de Lorentz.

6.2 Os sons da dimensão 4

Foram gerados 4 objetos que vão de massa complexa variável a acumulações com a duração média de 17 segundos cada.

6.3 Espaço sonoro da dimensão 4

Cada som surge em um grupo de 4 caixas equivalentes a cada parede da caverna. Eles têm um mesmo percurso caótico, com uma variação de ângulo de 90 graus em cada lado (figura 2). O movimento rotacional surge com a intervenção do usuário (figura 3).

5.4 Evolução do som e interação com o usuário

Há um som inicial antes da entrada dos quatro sons correspondentes à dimensão propriamente ditos. Esse som inicial é disparado nas quatro caixas inferiores e sobem para as superiores no seu pico de amplitude. Ele se desliga automaticamente no final de sua duração (9.659 milissegundos). No milissegundo 5.800 é disparado o primeiro som da dimensão 4. A cada sete segundos depois da entrada de um som é disparado o som seguinte. Os quatro sons estão programados em *looping* e a partir de 3 a 4 segundos depois de seu primeiro surgimento eles vão se granulando gradualmente.

Para a granulação há um cálculo programado da seguinte forma: do som com uma duração contínua ao grão há uma evolução linear em um tempo determinado; há uma variação randômica de separação dos grãos; há uma variação de amplitude nos sons, com fator de correção de ganho de volume; há uma variação de pitch em três dos objetos sonoros dessa dimensão, em dois níveis: um geral e entre os grãos, para dar melhor sensação de granulação (taxa de 0,1% como fator multiplicativo de frequência).

Quando o usuário aproximar o sensor em uma parede, o som que está localizado naquela lateral interromperá seu percurso caótico e se tornará rotacional com variação randômica de velocidades (quatro velocidades programadas) e localização no espaço rotacional, retomando seu estado original (sem granulação). A taxa de geração da variação de velocidade também é randômica, gerando uma espécie de metro irregular que varia de 1.550 a 2000ms. O plano Y (localização vertical do som) também tem uma

variação randômica. Está programada ainda uma variação circular fixa na simulação de distanciamento e proximidade do usuário.

Referências

- Schaeffer, Pierre. (1966) *Traité des Objets Musicaux*, Paris, Presses Univiv. de France.
- Jullien, Jean-Pascal ; Warusfel, Olivier . (1994) "Technologies et perception auditive de l'espace" In , *Cahiers de l'Ircam* (5), Paris, Ircam - Centre Georges-Pompidou.
- Jot, Jean-Marc; Warusfel ,Olivier. (1995) "A Real-Time Spatial Sound Processor for Music and Virtual Reality Applications" In , *ICMC 95*, Banff , Ircam - Centre Georges-Pompidou.
- Risset, Jean-Claude. (1969) "An introductory catalog of computer synthesized sounds", *Historical CD of digital sound synthesis*. Wergo, n°13, wer2033-2.

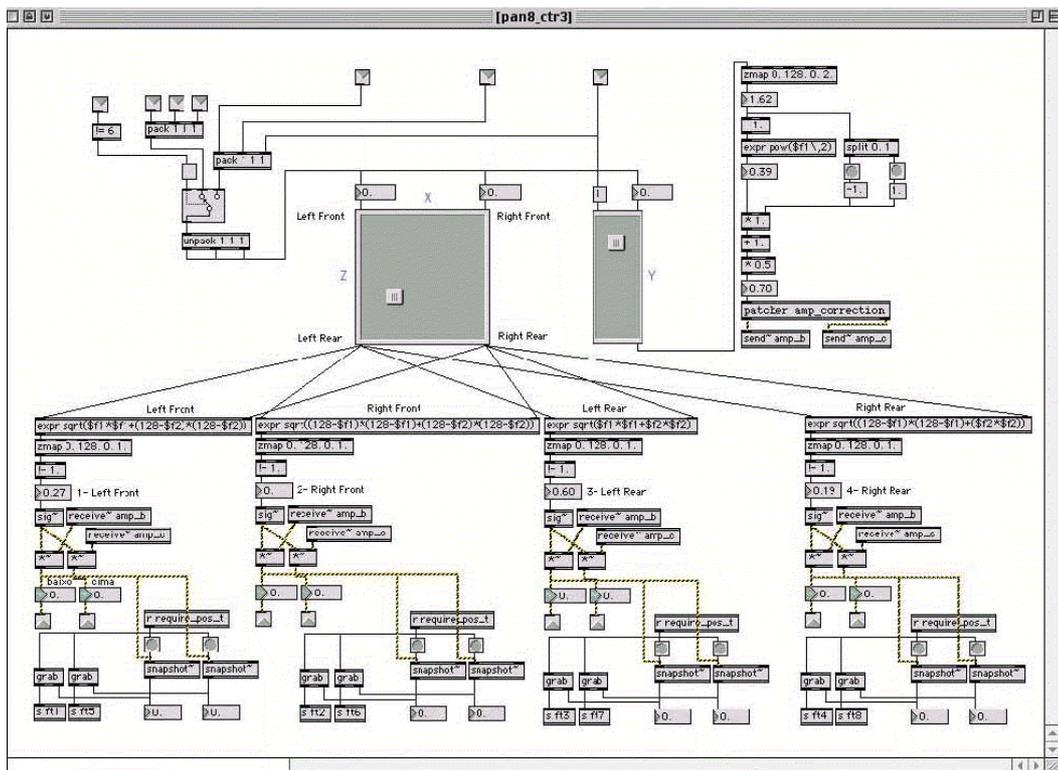


Figura 1

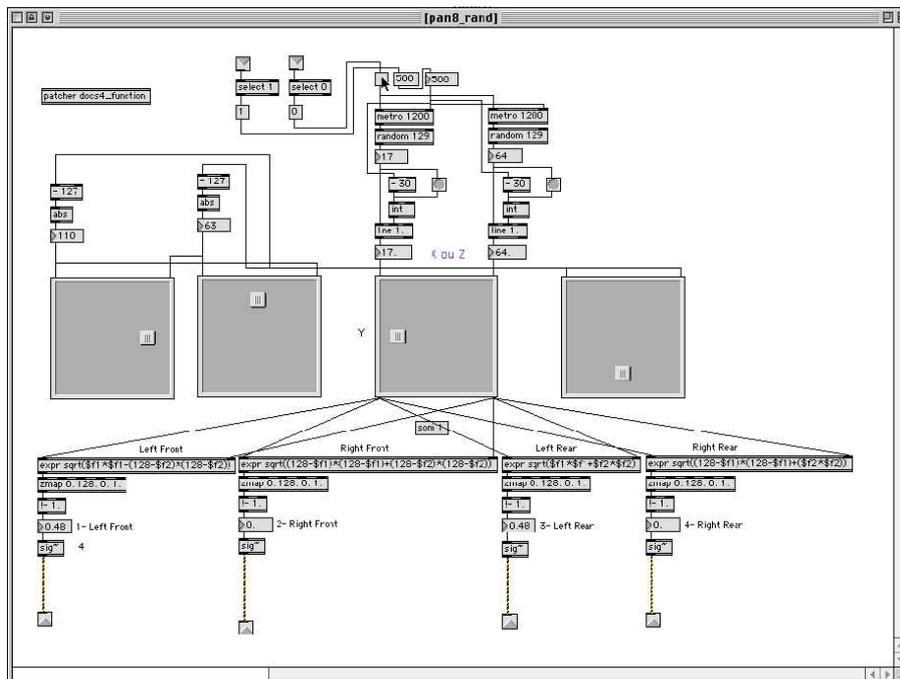


Figura 2

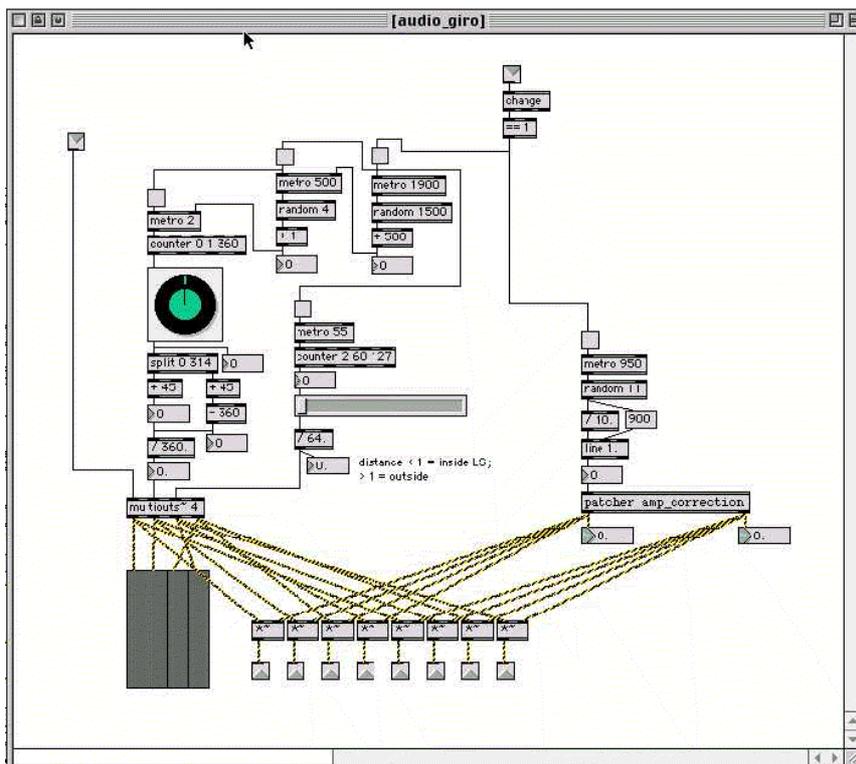


Figura 3

¹ O projeto “Op_era: uma jornada através de dimensões paralelas e experimentos multisensoriais” está sendo desenvolvido por Daniela Kutschat e Rejane Cantoni desde 1999. Em 2002 o projeto recebeu o prêmio Transmídia na categoria ambiente imersivo e interativo de realidade virtual, concedido pelo Itaú Cultural. Os autores do presente artigo vieram então integrar a equipe para conceber o projeto e a implementação sonora do trabalho. A implementação foi desenvolvida junto à Caverna Digital do LSI-POLI/USP de janeiro a maio de 2003. Ver http://www.op_era.com.