

SPATIUM, UMA ABORDAGEM MODULAR E OPEN SOURCE AO SOFTWARE PARA ESPACIALIZAÇÃO

Rui Penha

Universidade de Aveiro
rui@ruipenha.pt

João Pedro Oliveira

Universidade Federal de Minas Gerais
jppo@ua.pt

Resumo: Neste artigo é apresentado o Spatium, um conjunto de módulos de software para a espacialização sonora. Estes módulos permitem o tratamento da espacialização de forma independente do sistema de caixas sonoras disponíveis na altura da concepção ou difusão de cada obra, bem como a experimentação de interfaces e técnicas de espacialização diversos, permitindo a escolha do mais adequado a cada intenção composicional.

Palavras-chave: espacialização; ambisonics; software; interfaces; open source

Spatium, a modular, open source approach to spatialization software

Abstract: In this paper we present Spatium, a set of software modules for the spatialization of sound. These modules permit the development of spatialization independently from the loudspeaker system available at the time of composition or the time of diffusion. They also open the door to the experimentation of different interfaces and spatialization techniques, allowing the choice of the most adequate ones for any given compositional goal.

Keywords: spatialization; ambisonics; software; interfaces; open source

1. INTRODUÇÃO

Elemento basilar da música eletroacústica, a espacialização é um parâmetro cuja manipulação está na base da criação de várias técnicas e ferramentas. As mais comuns são direcionadas para os formatos comerciais, como o 5.1, obrigando a que os compositores e centros de investigação tenham muitas vezes que conceber software específico para aplicação de parâmetros de movimento numa determinada peça, ou implementação dos mesmos num espaço pré-determinado (HOLLERWEGER, 2006) (SCHACHER, 2010). Derivado deste fato, alguns problemas subsistem quer quanto à integração deste software nas diversas DAW (Digital Audio Workstations) utilizadas pelos compositores, para as quais não foi originalmente concebido, quer na sua adequação a outros espaços ou necessidades. Segundo nossa perspectiva, se torna necessária a implementação de um sistema de espacialização suficientemente aberto, que permita não somente a sua aplicação e adaptação a ambientes e espaços diversos, mas também a sua integração em diferentes DAW. É precisamente nesse sentido que a pesquisa apresentada neste artigo se desenvolve.

2. ESTADO DA ARTE

2.1 ambisonics

Dentre os diversos modelos e sistemas de codificação espacial já existentes, o sistema Ambisonics, com a sua codificação do espaço bi ou tridimensional num número finito e definido de canais áudio, apresenta algumas vantagens (MALHAM, 1999), nomeadamente ao permitir a descodificação para quase todos os sistemas de difusão que sejam baseados na distribuição homogênea e concêntrica de caixas de som. Tais vantagens permitem ultrapassar algumas limitações que frequentemente se encontram, tais como:

- a impossibilidade de adaptação de um sistema de difusão específico às exigências necessárias para a projeção sonora de uma obra - caso típico é a existência de um número insuficiente de caixas de som para darem resposta às necessidades de difusão requeridas;
- a dificuldade de plena utilização das potencialidades de um dado sistema disponível, como, por exemplo, no caso em que um espaço apresenta melhores condições, ou um maior número de canais, do que aqueles pensados na concepção da obra.

2.2 Software

As DAW mais utilizadas – e.g., Logic Pro (Apple, 2012), Ableton Live (Ableton, 2012), etc. – têm a possibilidade de integração de plug-ins e a capacidade de gravação dos respectivos parâmetros na pista correspondente, aquilo que habitualmente se designa por automação. Por consequência, certas formas de abordar a espacialização podem utilizar estes plug-ins para a manipulação do áudio, apresentando, no entanto, algumas desvantagens:

- nem todas as DAW permitem a utilização de plug-ins multicanal (e.g., Ableton Live, cujos canais de endereçamento estão limitados ao estéreo);
- a experimentação de diferentes técnicas de espacialização em simultâneo é um processo complexo e sujeito a frequentes incompatibilidades;
- automações criadas num sistema raramente podem ser aplicadas diretamente num sistema diferente. Ou seja, é muito difícil, ou mesmo impossível, mudar a técnica de espacialização e ainda assim aproveitar a automação anteriormente criada;
- é difícil, se não muitas vezes impossível, aproveitar a mesma automação para fazer misturas para diversas configurações de caixas de som.

A opção por um sistema de espacialização específico implica ainda, na maioria dos casos, a submissão a um paradigma de interface e respectivo vocabulário de interação (PENHA, 2009) — seja este uma GUI (Graphical User Interface), no caso do software, seja um controlador específico, no caso do hardware —, que até poderão nem ser os interfaces mais favoráveis ao tipo de expressão musical pretendida. Mais difícil ainda é a capacidade de integração, no mesmo sistema, de técnicas de espacialização baseadas em parâmetros e modelos diferentes, assim como a sobreposição ou justaposição de diferentes paradigmas de interface no mesmo projeto composicional.

3. SPATIUM

3.1 objectivos

Na seqüência de uma investigação que procurou integrar a codificação do parâmetro distância num campo sonoro Ambisonics (PENHA, 2008), a nossa pesquisa se orienta na direção do desenvolvimento de um sistema de espacialização modular que possa integrar em simultâneo várias técnicas e modos de interação, que intitulamos de Spatium. Pretende-se assim permitir uma melhor adaptação às necessidades de tratamento do espaço no processo da composição e, posteriormente, da sua difusão sonora, oferecendo ainda uma solução a algumas das questões e problemas levantados anteriormente, tais como:

- facilitar a integração do software de espacialização em diferentes DAW e o trabalho simultâneo em software diverso, com a espacialização como elemento aglutinador;
- melhor adaptação dos modelos de espacialização aos requisitos do espaço físico em que será feita a projeção sonora;
- utilização do paradigma de interação mais adequado à relação pretendida entre cada gesto musical e a sua difusão no espaço.

3.2 sistema modular

Tendo em conta os objetivos propostos, concebemos um sistema modular que permite a integração da espacialização em tempo real, de forma flexível e adaptável às necessidades de cada obra ou compositor (ver Fig. 1). Este sistema se baseia em três tipos principais de módulos:

- motores de espacialização – recebem o áudio e a informação espacial e a processam;
- interfaces de espacialização – geram informação espacial com base em vários algoritmos e a enviam para processamento;
- plug-ins – integram-se na DAW escolhida e guardam a informação espacial como automação nas próprias faixas onde se encontra o áudio, enviando-a depois para processamento.

A informação de controlo é enviada sobre OSC (Cnmat, 2012), o que permite uma grande flexibilidade no direcionamento de mensagens. O áudio pode ser enviado da DAW para o motor de espacialização através de utilitários como o Soundflower (Cycling '74, 2012:1) ou o Jack (Davis, 2011), que permitem o endereçamento de áudio entre diferentes aplicações.

Qualquer um destes módulos pode ser substituído em qualquer altura sem alterar o funcionamento dos restantes ou inutilizar o trabalho já realizado, permitindo assim a experimentação de diferentes motores de espacialização ou a utilização de um interface de espacialização diferente para cada faixa de áudio e em cada momento da obra.

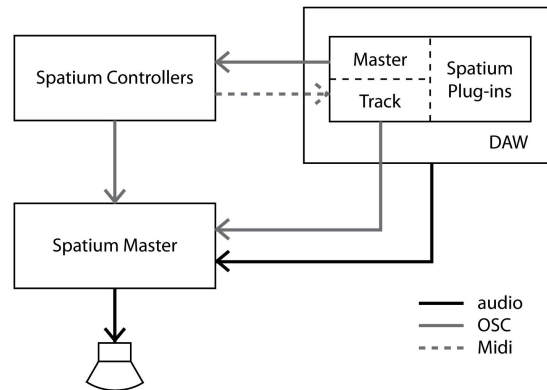


Fig. 1- Arquitetura modular do Spatium e ligações entre os três tipos de módulos: interfaces de espacialização, plug-ins e motores de espacialização (da esquerda para a direita, de cima para baixo).

3.3 motores de espacialização

Foram construídos dois motores de espacialização, programados em Max/MSP (Cycling '74, 2012:2):

- um foi implementado em Ambisonics - o Spatium Ambisonics -, com a referida codificação da distância, num sistema misto de 3ª ordem horizontal e 1ª ordem vertical;
- outro é baseado em VBAP (Vector Base Amplitude Panning) (PULKKI, 1997) - o Spatium VBAP.

Qualquer um destes motores de espacialização recebe até 16 canais mono de áudio e respetiva informação espacial (ver Fig. 2), e permite a espacialização para diversas configurações de caixas de som. Torna-se assim possível conceber a espacialização de uma peça com, por exemplo, um sistema quadrifônico em estúdio e posteriormente difundi-la num sistema octofônico na sala de concertos. Torna-se também possível a audição e gravação do respectivo resultado em diversos formatos, incluindo a passagem para binaural através de convolução com HRIR (Head Related Impulse Response) (Warusfel, 2003). O Spatium Ambisonics inclui ainda um estágio de efeitos espaciais, incluindo reverberação, e permite a gravação da peça num formato próprio – que inclui os normais canais do Ambisonics com um canal adicional para a informação de distância –, onde é codificada toda a informação espacial do áudio, permitindo a posterior otimização da difusão em diferentes locais com sistemas de caixas de som diversos.

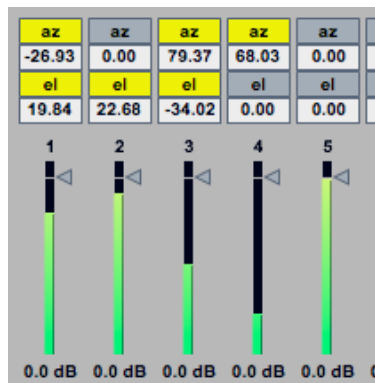


Fig. 2- Monitorização das entradas de áudio e informação espacial nos motores de espacialização.

3.4 interfaces de controlo

Como forma de permitir ao utilizador um acesso e manipulação fácil deste sistema, foram ainda desenvolvidos vários interfaces gráficos de espacialização em Processing (Fry; Reas, 2012):

- um interface de edição multicanal, que permite o desenho de percursos de deslocação do som no espaço através de seqüências de curvas de Bézier (ver Fig. 3). A manipulação destas curvas através dos respectivos pontos de controlo é um standard da computação gráfica, sendo assim bastante intuitiva para a maioria dos utilizadores. Os pontos de contato entre estas curvas servem como pontos de sincronização entre diferentes faixas, e são definidos por marcadores temporais que podem ser sincronizados com a DAW através do plug-in Spatium Master. As curvas podem ser percorridas apenas uma vez ou em ciclo e podem ser copiadas, gravadas e editadas para se adequarem a diferentes proporções temporais;
- um interface em que a rotação circular em radianos é executável através de um movimento linear, de forma a permitir um controlo fácil de executar fisicamente (com o rato ou com um potenciômetro linear);
- um interface baseado no modelo de um pêndulo gravitacional simples, sendo possível manipular em tempo-real a aceleração da gravidade, comprimento do pêndulo, energia e atrito (ver Fig.4);
- um interface em que a localização do som é controlada por diversos elásticos com localização, força e comprimento estacionário reguláveis;
- um interface que implementa diversos algoritmos que simulam o comportamento de um bando de pássaros, seguindo um ponto principal controlado pelo rato do computador. Este modelo é particularmente eficaz quando aplicado à síntese granular.

Estes interfaces podem enviar a informação espacial via OSC para o motor de espacialização. Podem ainda enviar a informação via mensagens de controlo MIDI para que a informação resultante possa ser gravada como automação, através do plug-in Spatium Track, e posteriormente trabalhada na DAW.

Todos os interfaces existem em formato 2D (espacialização horizontal) e 3D (espacialização perifônica). No primeiro caso, o espaço de difusão é representado por um círculo (ver Fig. 3). Como no segundo caso a manipulação com recurso a interfaces bidimensionais, como o rato e o monitor, é mais complicada, foi criada uma biblioteca em Processing que desenha ambientes tridimensionais em três vistas ortogonais (ver Fig. 4). Esta representa ainda o espaço de difusão através de uma perspetiva com um ponto de fuga, para mais fácil visualização do resultado tridimensional.

A distribuição destes interfaces será feita em open source e poderão mesmo ser editados num IDE (Integrated Development Environment) também ele gratuito e open source. Serão ainda incluídos na distribuição exemplos simples e documentados para que seja fácil a concepção de novos interfaces personalizados, maximizando assim as potencialidades abertas pela arquitetura modular do sistema.

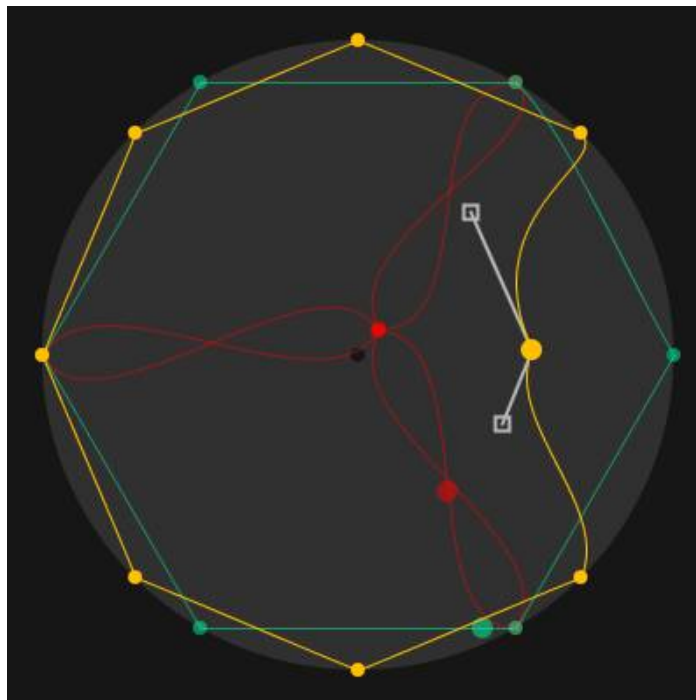


Fig. 3- Interface bidimensional com curvas de Bézier, para controle da espacialização de vários canais em simultâneo, representados por cores diferentes.

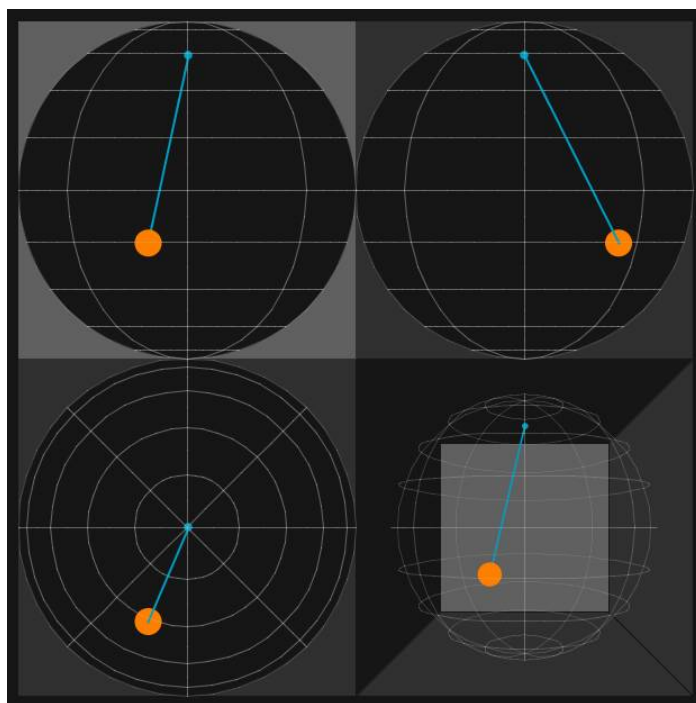


Fig. 4- Interface tridimensional para controle da espacialização através de um modelo físico de um pêndulo gravitacional simples.

3.5 outros interfaces de controlo

Dado que as comunicações entre os interfaces e o motor de espacialização são feitas via OSC, é ainda fácil a integração de diversos tipos de interfaces externos:

- controladores físicos, através da integração Midi da DAW utilizada ou utilizando ferramentas como o OSCulator (Wildora, 2012);
- aplicações de controlo para dispositivos com superfícies tácteis como o Control (Roberts, 2009);
- software como o IanniX (Iannix, 2012), um sequenciador gráfico de OSC que permite a criação de linhas e eventos através do desenho de formas ou da programação em JavaScript.

3.6 plug-ins

Como o sistema resultante desta pesquisa se procura integrar nas DAW sem comprometer o seu modo de utilização normal, foi criado um plug-in – o Spatium Track (ver Fig. 5) – que não manipula o áudio, apenas guarda e envia a sua localização no espaço. Este plug-in poderá receber informação a partir das interfaces anteriormente descritas, através da configuração de automação Midi própria de cada DAW (ver Fig. 1), guardando-a como automação nas próprias faixas onde se encontra o áudio ao qual será aplicada a definição espacial. Esta informação pode então ser enviada, via OSC, através de um de 16 canais seleccionáveis, para o motor de espacialização, que a recebe em conjunto com os respectivos canais de áudio.

Foi ainda criado outro plug-in – o Spatium Master (ver Fig. 5) – que envia, igualmente via OSC, a localização da barra de transporte da DAW com resolução variável, suprimindo assim eventuais necessidades de sincronismo de eventos externos com o áudio da DAW.

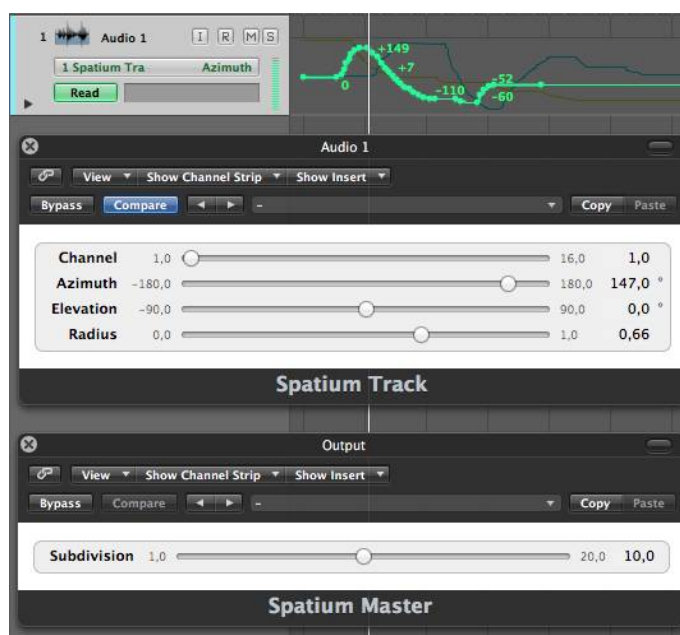


Fig. 5- Plug-in Spatium Track e Spatium Master. O primeiro permite a gravação como automação e posterior difusão da informação espacial relativa a cada faixa; o segundo permite o envio da localização da barra de transporte da DAW.

4. CONCLUSÃO

A arquitetura modular do software criado permite a utilização simultânea de interfaces ou controladores diferentes para cada faixa áudio (ou mesmo para diferentes seções dentro da mesma faixa) e a implementação de diferentes técnicas de espacialização a partir da informação guardada. Os módulos de interface geram a informação espacial, esta pode ser gravada juntamente com o áudio na DAW e utilizada pelo motor de espacialização. Qualquer um destes módulos pode ser substituído por um mais adequado à necessidade momentânea do compositor sem que isso afete a prestação dos restantes. A criação de novos interfaces não implica assim a criação de um novo motor de espacialização. Assim, qualquer obra criada com este sistema pode ser facilmente utilizada com um motor de espacialização compatível que esteja, por exemplo, otimizado para um espaço de difusão específico.

REFERÊNCIAS

- Ableton. **Ableton – Live 8**. 2012. Disponível em: <http://www.ableton.com/live-8>. Acessado em: 02/06/2012.
- Apple. **Apple – Logic Pro 9 – Everything you need to make great music**. 2012. Disponível em: <http://www.apple.com/logicpro/>. Acessado em: 02/06/2012.
- Cnmat. **Introduction to OSC | opensoundcontrol.org**. 2012. Disponível em: <http://opensoundcontrol.org/introduction-osc>. Acessado em: 02/06/2012.
- Cycling '74. **Max « Cycling 74**. 2012. Disponível em <http://cycling74.com/products/max/>. Acessado em: 02/06/2012.
- Cycling '74. **Soundflower « Cycling 74**. 2012. Disponível em <http://cycling74.com/products/soundflower/>. Acessado em: 02/06/2012.
- Davis, P. **JACK | connecting a world of audio**. 2011. Disponível em <http://jackaudio.org/>. Acessado em: 02/06/2012.
- Fry, B.; Reas, C. **Overview \ Processing.org**. 2012. Disponível em: <http://processing.org/about/>. Acessado em: 02/06/2012.
- HOLLERWEGER, F. **Periphonic Sound Spatialization in Multi -User Virtual Environments**. Master Thesis. Institute of Electronic Music and Acoustics (IEM); Graz University of Music and Dramatic Arts; Center for Research in Electronic Art Technology (CREATE), University of California Santa Barbara, 2006.
- Iannix. **Iannix – A graphical real-time open-source sequencer for digital art**. 2012. Disponível em: <http://iannix.org/en/index.php>. Acessado em: 02/06/2012.
- MALHAM, D. "Homogeneous and nonhomogeneous surround sound systems", **AES UK Second Century of Audio Conference**, London: 1999.
- PENHA, R. "Distance encoding in Ambisonics using three angular coordinates", **Sound and Music Computing Conference**, Berlin: 2008.
- PENHA, R. "Towards a free, open source and cross-platform software suite for approaching music and sound design". In: MÉNDEZ VILAS, A.; SOLANO MARTÍN, A.; MESA GONZÁLEZ, J.; MESA GONZÁLES, J. A. **Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education**. Badajoz: Formatex, 2009.
- PULKKI, V . "Virtual Sound Source Positioning Using Vector Base Amplitude Panning", **Journal of the Audio Engineering Society**, 45:6, 1997.
- Roberts, C. **Control » Introduction**. 2009. Disponível em: http://charlie-roberts.com/Control/?page_id=19. Acessado em: 02/06/2012.
- SCHACHER, J. C. "Seven years of ICST Ambisonics tools for MaxMSP – a brief report", **2nd International Symposium on Ambisonics and Spherical Acoustics**. Paris: 2010.
- Warusfel, O. **Listen HRTF Database**. 2003. Disponível em: <http://recherche.ircam.fr/equipements/salles/listen/index.html>. Acessado em: 02/06/2012.
- Wildora. Home | OSCulator**. 2012. Disponível em: <http://www.osculator.net/>. Acessado em: 02/06/2012.