

## Trabalho 2 – Parte B – Ambientes Imersivos – Simulação do campo sonoro – Audição Binaural

### Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia – LEIM 2022

#### 1. Objectivos

Audição binaural no interior de um espaço aberto ou fechado considerando várias fontes sonoras.

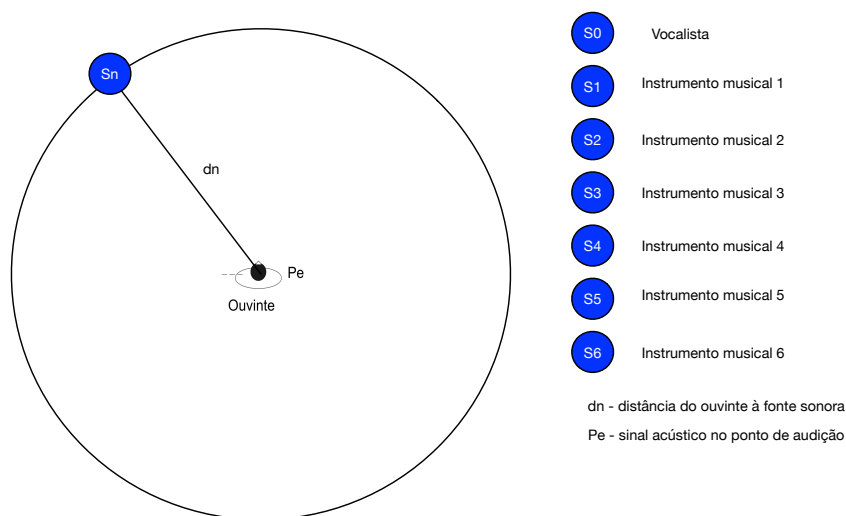
Pretende simular-se o som resultante de várias fontes colocadas à volta do ouvinte, em espaços abertos e fechados, de forma a criar a sensação de imersividade com a espacialização de som, em linguagem Python. O conjunto de fontes consiste em 7 pistas de áudio (audio tracks) em ficheiro WAVE que são um excerto da música da Fragile Thoughts BigStoneCulture, ver link em baixo. Assim, se somarmos todas as pistas obtemos a música.

A colocação dos sons à nossa volta e a distâncias diferentes, faz alterar a imersividade do som total, entrando em conta com a atenuação com a distância e a direção das fontes sonoras e a reverberação da sala.

A sala para audição tem uma reverberação correspondente a um Tempo de Reverberação, RT60, que pode ser ajustado a cada situação. Assim, podemos simular vários ambientes sonoros (espaço aberto, auditório, catedral, etc.).

A figura ilustra um esquema onde as fontes sonoras (vocalista + instrumentos musicais) estão colocadas em círculo à volta do ouvinte, contudo, a colocação das fontes sonoras pode ser arbitrária.

Todos os cálculos devem ser desenvolvidos em função dos parâmetros geométricos e acústicos dos materiais, para que, de uma forma fácil, possam ser alterados pelo utilizador, seguindo as boas práticas de programação. O ouvinte (ponto de audição) pode movimentar-se ao longo do espaço. As fontes sonoras estão colocadas em pontos fixos do espaço.



## 2. Implementação

### Questão 1 – Localização de um sinal sonoro (fonte sonora) no plano horizontal

Considere os ficheiros WAVE binaurais (stereo) disponibilizados que contêm fontes sonoras com localização desconhecida.

1. Implemente um script Python que permita estimar a localização (ângulo) da fonte sonora. Utilize a função de correlação para estimar o atraso temporal entre dois sinais (*numpy.correlate* (*x1*, *x2*, *mode* = 'full'))
2. O ficheiro fonte\_mov.wav representa uma fonte sonora a deslocar-se no plano horizontal. Faça a estimativa da trajetória e apresente-a num gráfico XY. No início do som, a fonte encontra-se a 1 metro do ouvinte. Dica: divida o sinal de áudio em segmentos de duração constante.

### Questão 2 – Sinal sonoro em um ponto (audição monaural) no plano horizontal, com sala

1. Utilizando o modelo apresentado na figura, sintetize o sinal sonoro na saída, (guarde em ficheiro WAVE), para as seguintes situações:
  - a. Campo direto
  - b. Campo Reverberante para os seguintes valores de RT60: 0s, 0.5s, 2s e 10s.
  - c. Campo total = Campo direto + Campo Reverberante

Nota: RT60 = 0s, indica que estamos numa câmara anecoica, não existe reverberação.

### Questão 3 – Sinal sonoro no ouvinte (audição binaural) no plano horizontal, com sala

1. Utilizando sinais de áudio, queremos simular o ouvinte no interior da orquestra, com os instrumentos musicais à sua volta. Apresente o sinal binaural (guarde em ficheiro WAVE) para as seguintes situações:
  - a. Dois ouvidos afastados entre si de 18 cm, com e sem a forma da cabeça utilizando o ITD;
  - b. Utilizando as funções HRTF
  - c. Resolva a alínea anterior com Campo Reverberante para os seguintes valores de RT60: 0s, 0.5s, 2s e 10s.

### Questão 4 – Sinal sonoro em audição binaural no plano horizontal com ouvinte em movimento de rotação, sem sala

1. Considere que o ouvinte roda em torno de si próprio (cadeira de escritório rotativa), com uma velocidade angular constante. Implemente um script que gere uma audição binaural, utilizando as funções HRTF (guarde em ficheiro WAVE).

### Questão 5 – Transmissão do sinal binaural através do sistema de telecomunicações desenvolvido nos trabalhos anteriores.

1. Pretende enviar-se o sinal sintetizado na Questão 3c pelo sistema de telecomunicações.

Nota1: implemente o código de forma a ser possível fazer o MUTE qualquer uma das fontes sonoras.

Nota2: no contexto do decaimento da energia numa sala, não considere as primeiras reflexões.

Nota3: utilize ficheiros de áudio no formato WAVE com 16 bits/amostra e  $F_s = 48000$  Hz.

Nota4: as amostras do sinal de áudio binaural, no formato WAVE, estão entrelaçadas (os canais L e R estão alternados – uma amostra do canal L vem seguida de uma amostra do canal R, e assim sucessivamente.)

Datas de entrega do trabalho:

**Até dia 07 de Janeiro de 2023**

Fontes diversas:

- Conjunto de sons disponibilizados. 'Fragile Thoughts' Edited Excerpt  
<https://cambridge-mt.com/ms/mtk/#BigStoneCulture>