Motor de Jogos e Multimídia

Sistema de imagem e áudio de uma *game engine*

Slides por:
Gil Barbosa Reis (gil.reis@usp.br)
Gustavo Ferreira Ceccon (gustavo.ceccon@usp.br)

Este material é uma criação do
Time de Ensino de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos (TEDJE)
Filiado ao grupo de cultura e extensão Fellowship of the Game (FoG), vinculado ao ICMC - USP

Objetivos

- ➔ Mostrar o que são recursos e como gerenciá-los
- ➔ Introduzir como áudio e imagem são representados
- ➔ Explicar como áudio e imagem são utilizados em jogos
- ➔ Mostrar alguns efeitos de transformação de áudio e imagens

Índice

1. Introdução

1. Introdução

- Recursos
  - São arquivos adicionais e conteúdo estático que o código utiliza
  - Exemplos: imagens, texturas, modelos 3D, materiais, sons, músicas, fontes, *shaders*...

1. Introdução

- Carregamento
  - Síncrono (bloqueante)
  - Assíncrono (não bloqueante - *loading screen*)
  - Fonte: memória, disco, *internet*
  - *Streaming*

1. Introdução

- ➔ Quando e o que carregar?
  - Tudo de uma vez (Mario)
  - Carregar em pontos estratégicos (FPS)
  - Constantemente (mundo aberto)

1. Introdução

- Armazenamento e Distribuição
  - Ter muitos arquivos pode ser problemático
    - Disco tem que fazer muitos *seeks* e arquivos pequenos ocupam tamanho mínimo
  - Solução: compactar em um ou mais arquivos grandes

1. Introdução

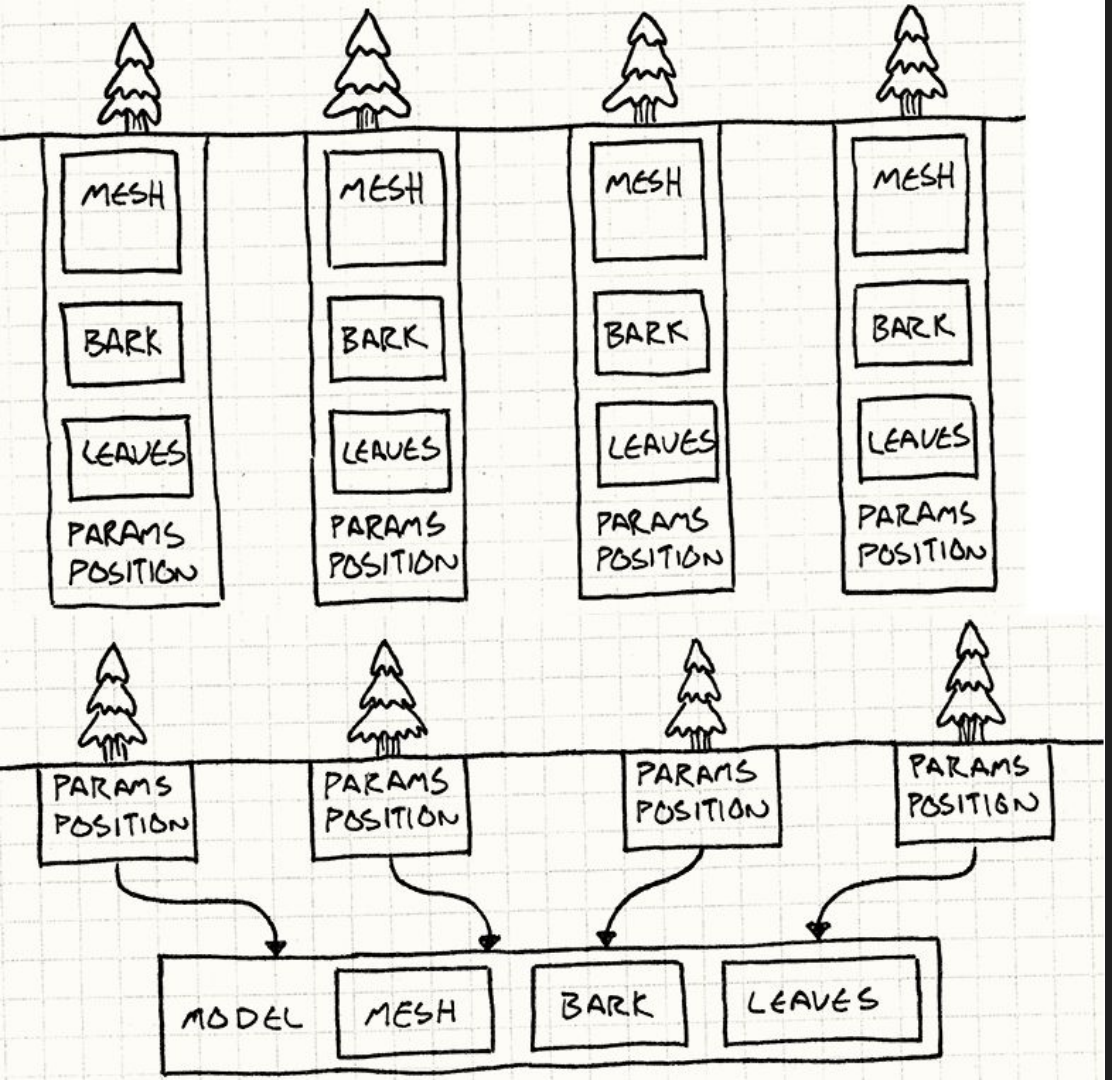
- Compactação
  - Arquivo contíguo - carregamento mais rápido
  - Pode ou não haver compressão
  - Arquivos a serem compactados juntos podem seguir *Game Design*

2. Gerenciamento de Recursos

2. Gerenciamento de Recursos

- Aspectos importantes
  - Memória
  - Descarregamento quando não mais utilizado
  - Reutilização: *Flyweight*

Reúso e *Flyweight*

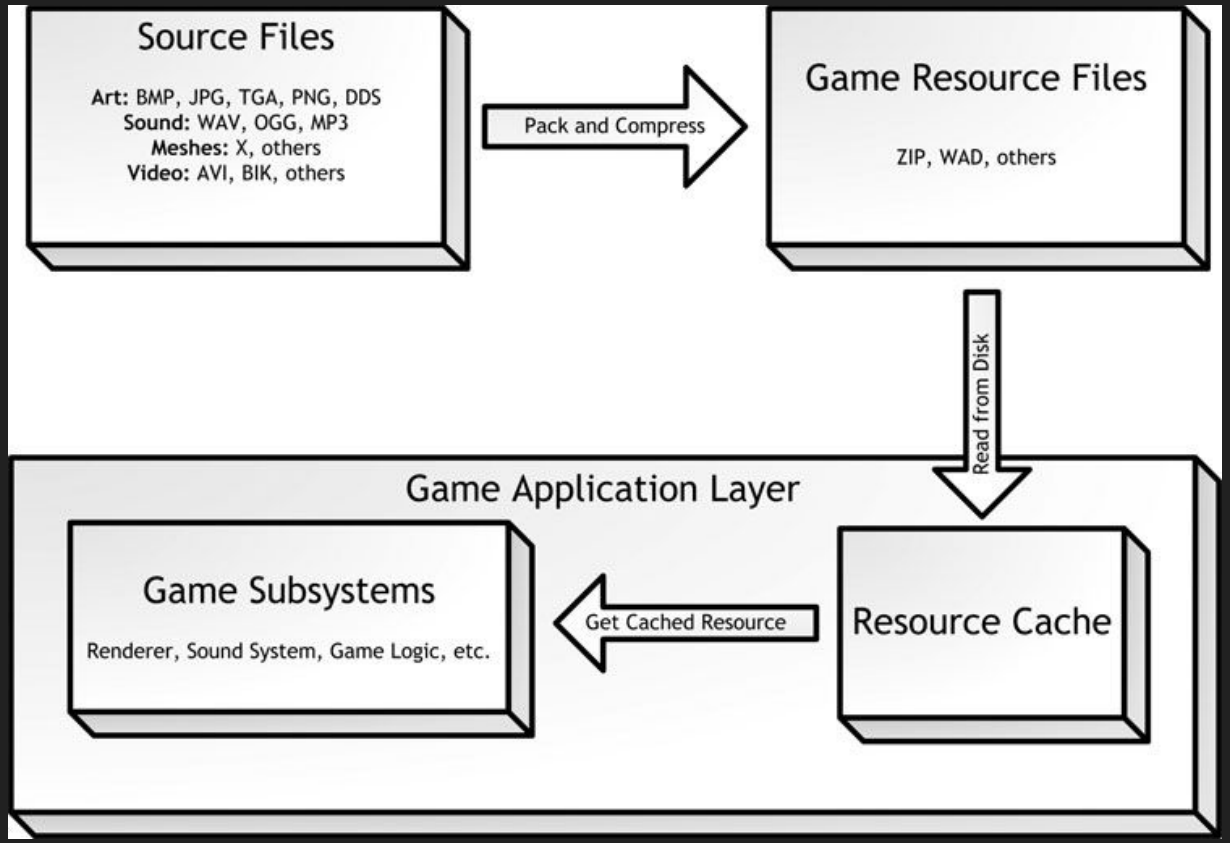


Robert Nystrom. Game Programming Patterns.

2. Gerenciamento de Recursos

- Gerenciamento automático
  - *Cache* - guarda recursos mais utilizados
    - Recursos podem ter prioridades
    - Algoritmos de substituição
  - Gerenciamento de memória (ex.: *garbage collection*)
  - Recarregamento de recursos em tempo de execução
  - Abstração sobre fonte do recurso

Cache de Recursos



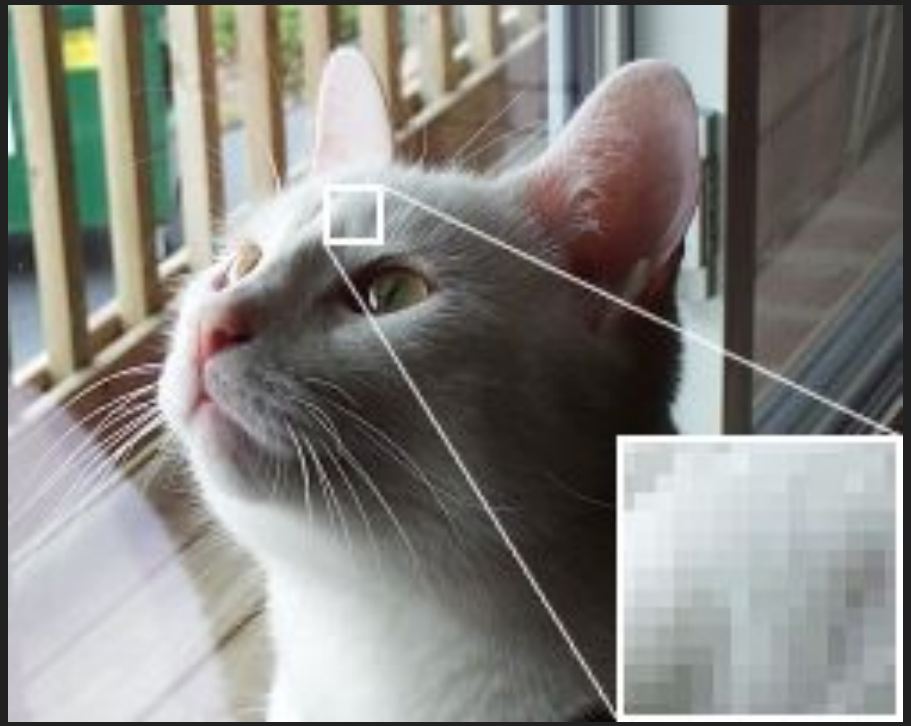
McShaffry, Mike & Graham, David. Game Coding Complete 4th Edition

3. Imagem

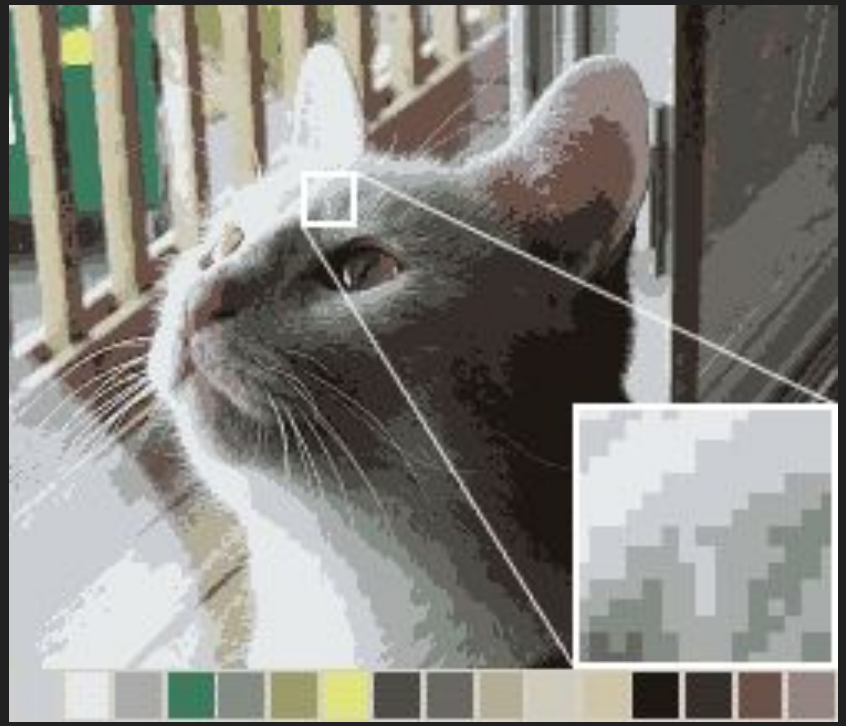
3. Imagem

- Representação
  - *Pixels*: pontos coloridos em 2D
  - Tamanho (Altura *x* Largura)
  - Quantização: discretização de um sinal contínuo
    - Sistemas de cor RGBA e ARGB são usados
    - Normalmente cada componente ocupa 8 *bits*

Quantização



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Dithering_example_undithered.png



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/4/48/Dithering_example_undithered_16color_palette.png

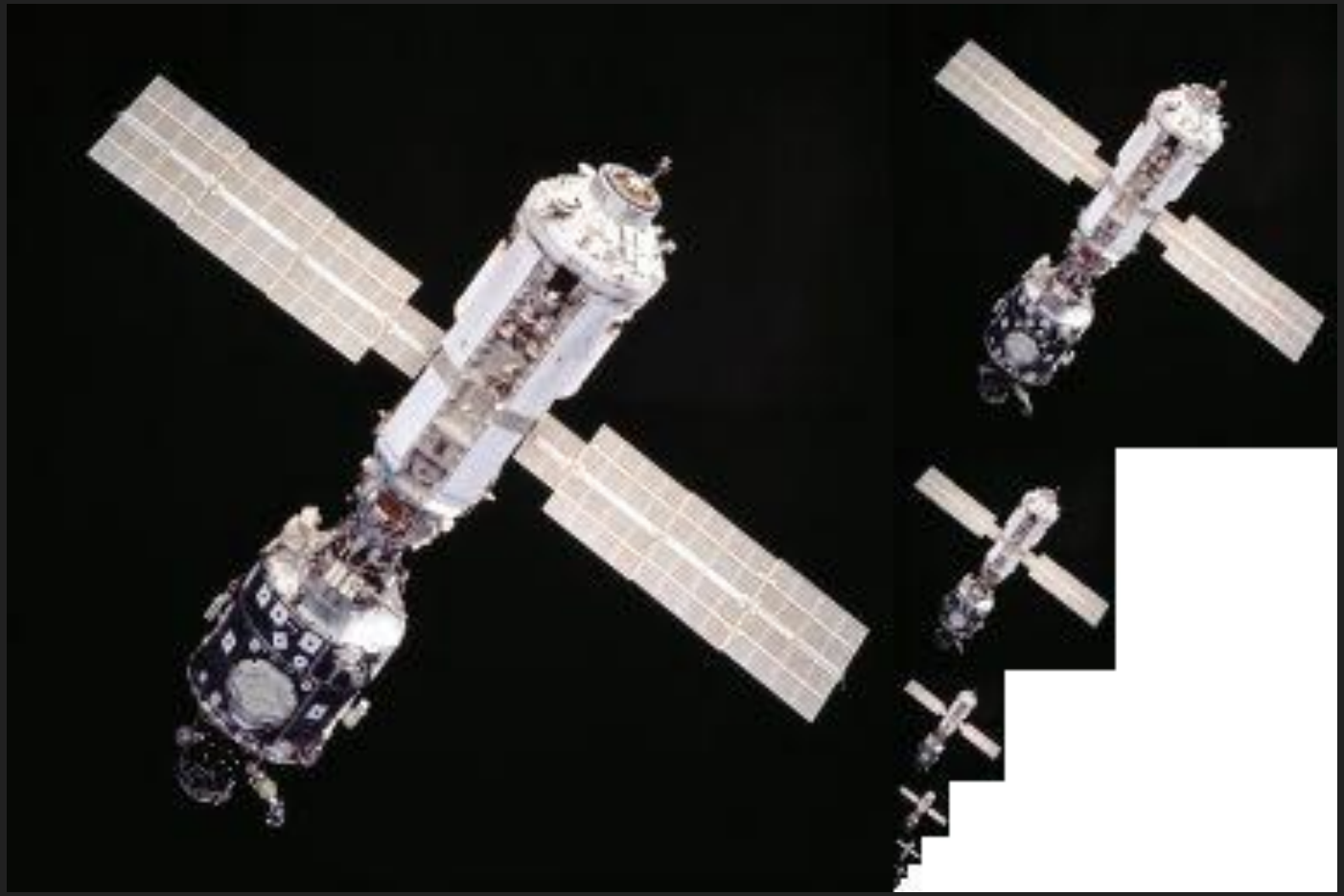
3. Imagem

- Formatos
  - Sem compressão: *bitmap*
  - Compressão sem perda (*lossless*): PNG e TIFF
  - Compressão com perda (*lossy*): JPEG

3. Imagem

- *Mipmap*
  - Versões reduzidas da mesma imagem
  - Resoluções em potência de 2
  - Podem ser criadas em *runtime* ou previamente
  - Efeito *Level of Detail*, menor tempo de CPU/GPU para cálculo de escala
  - Pode usar *streaming*

Mipmap



3. Imagem

- Efeitos
  - Pós-processamento
  - *Blur*
  - *Bloom* e HDR
  - *Fog*
  - *Antialiasing*
  - http://lodev.org/cgtutor/filtering.html

Bloom

https://docs.unrealengine.com/udk/Three/Bloom.html

High Dynamic Range (HDR)

https://handheldwii.wordpress.com/2009/01/17/72944782/

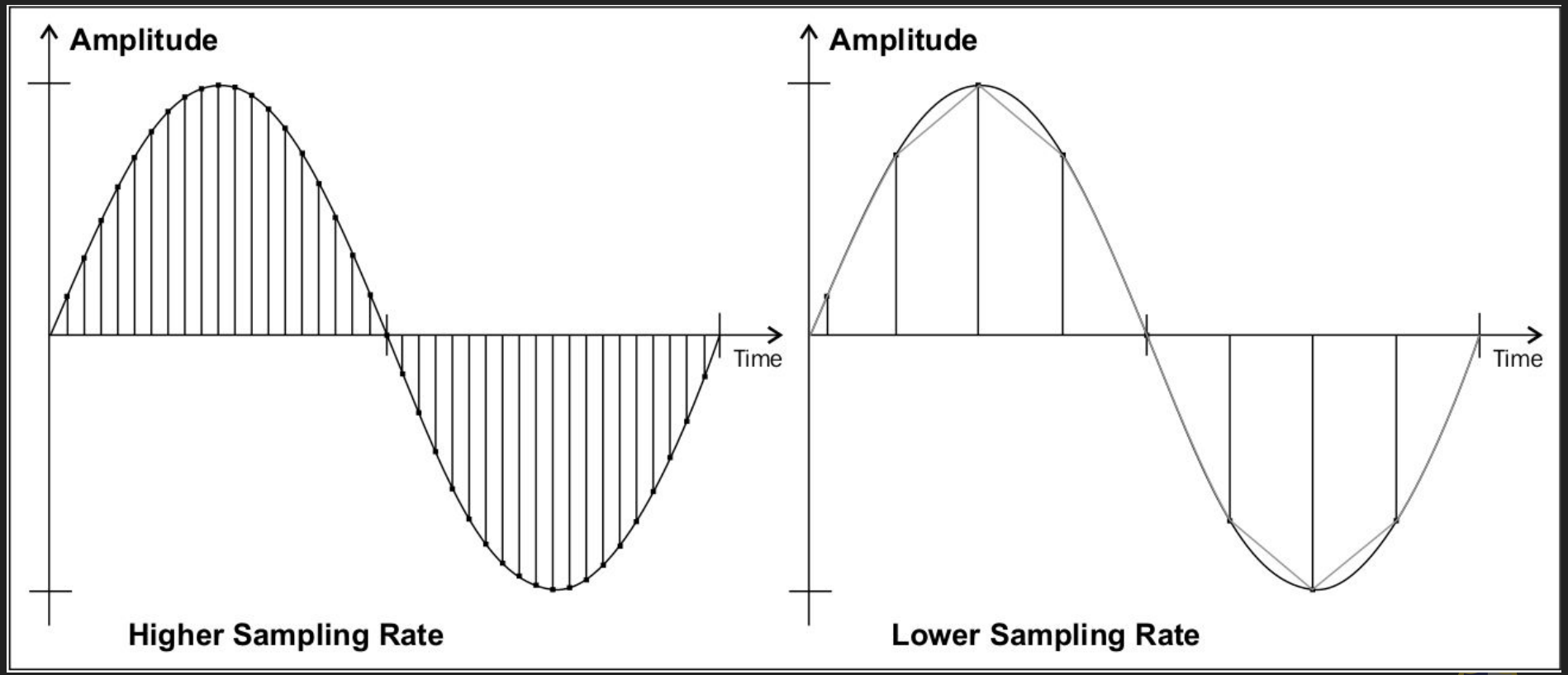
Antialiasing

4. Áudio

4. Áudio

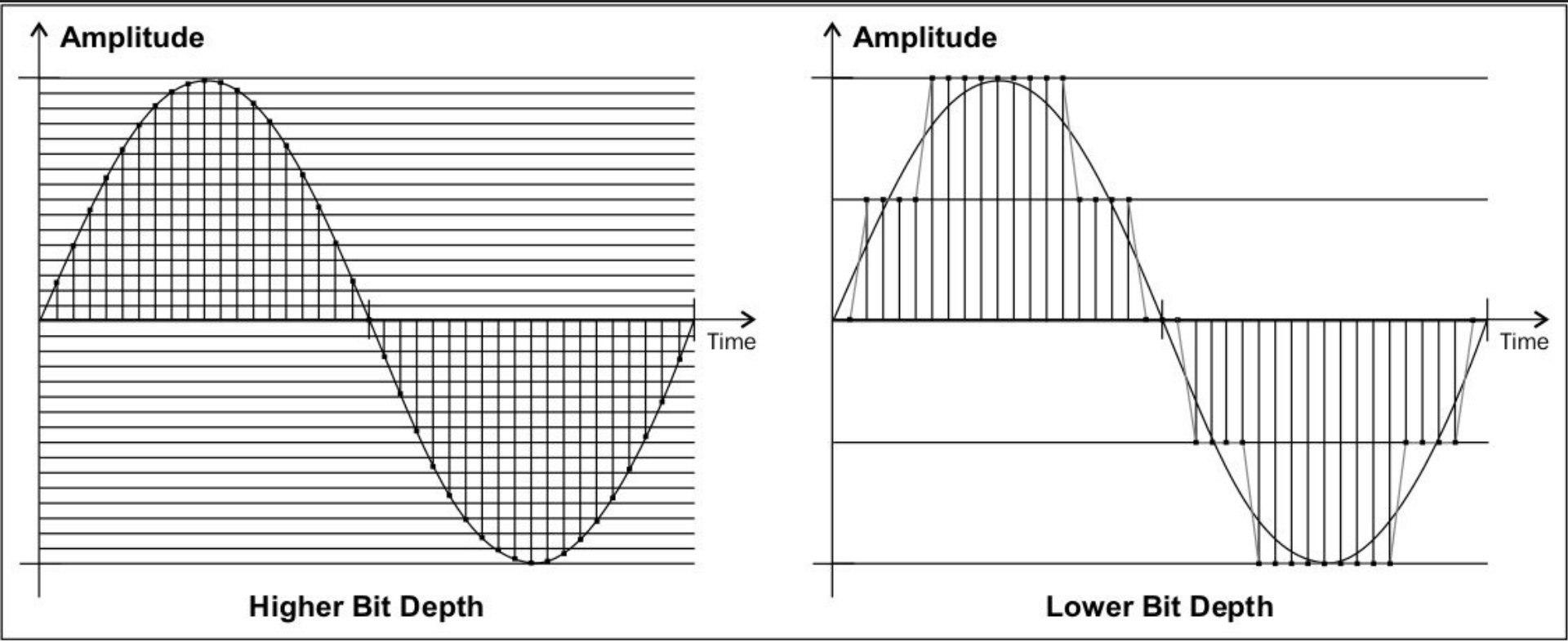
- Representação
  - Taxa de amostragem
  - Quantização: discretização de um sinal contínuo
    - Salva cada amostra como um número
    - Formatos mais comuns: Inteiros de 16 *bits*, Ponto flutuante de 32 *bits* (valores entre -1.0 e 1.0)
  - Sinal digital é chamado de *Pulse Code Modulation* (PCM)

Taxa de amostragem



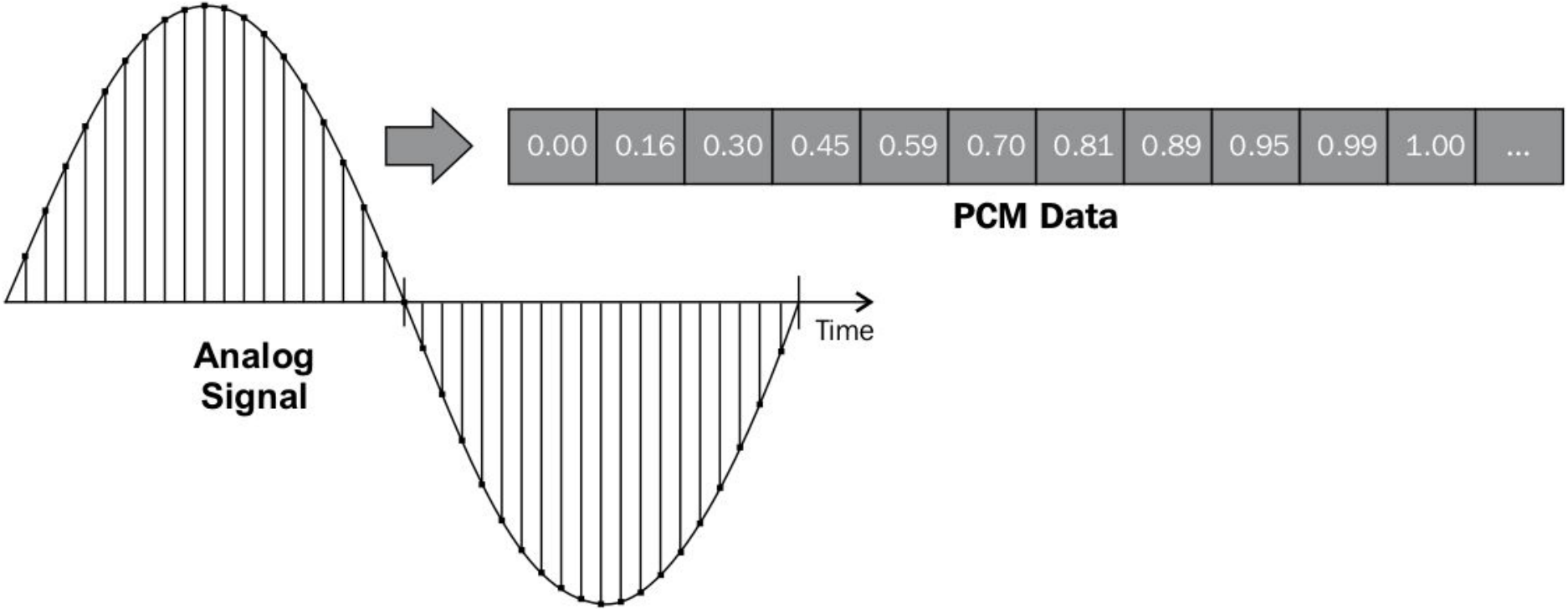
Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

Quantização (Profundidade de *Bit*)



Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

Pulse Code Modulation (PCM)

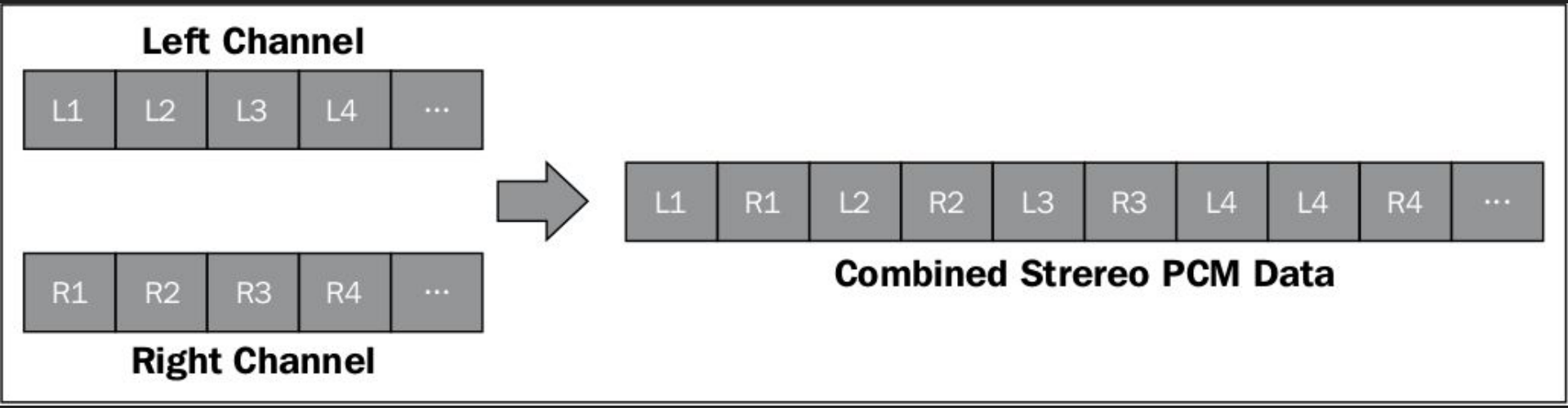


Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

4. Áudio

- Representação de canais
  - *Mono* (1.0)
  - *Stereo* (2.0)
  - *Surround* (5.1, 7.1)

Multicanais



Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

4. Áudio

- Formatos
  - Sem compressão: RAW, WAVE, AIFF
    - Representa diretamente o PCM
  - Compressão sem perdas (lossless): FLAC
  - Compressão com perdas (lossy): MP3, OGG, ACC
    - Elimina componentes do som que seres humanos normalmente não percebem diferença

4. Áudio

- Formatos
  - Efeitos sonoros curtos (SFX) geralmente estão em formato PCM e são carregados completamente na memória
  - Músicas maiores normalmente estão em formato comprimido e é usado o *streaming*: carrega na memória conforme a música vai tocando

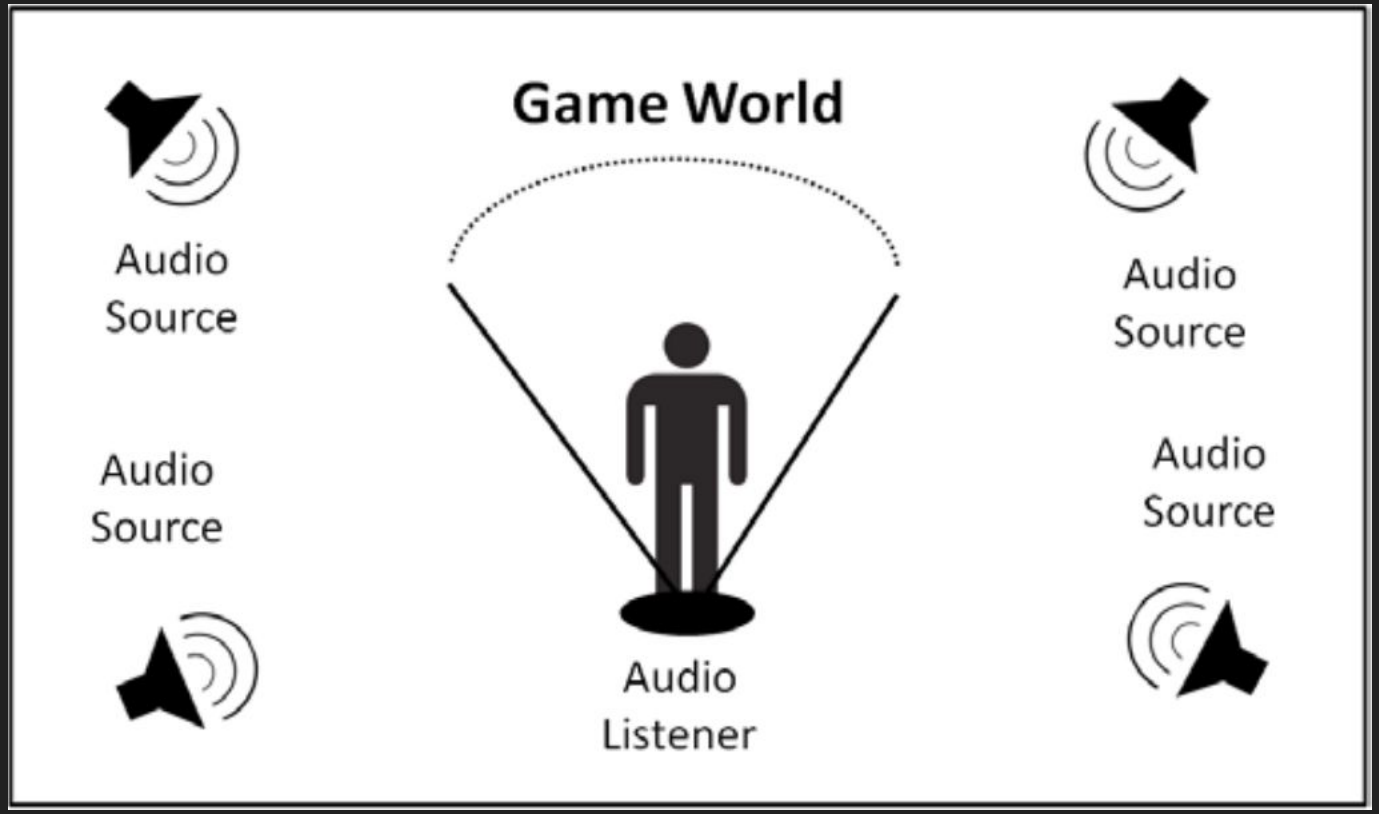
4. Áudio

- ➔ Música sequencial: MIDI, MOD
  - Contém informação sobre **como** executar o som, não **o que** é o som
  - Padrão baseado em eventos
  - Sequenciador
    - Partituras
  - MOD = MIDI + instrumentos

4. Áudio

- Áudio espacial
  - Baseado em um **Ouvinte** e **Fontes**
  - *Panning*: percepção de onde vem o som
    - Muito importante em alguns jogos, como FPS
  - Atenuação de volume baseado na distância entre ouvinte e fonte (*rolloff*)

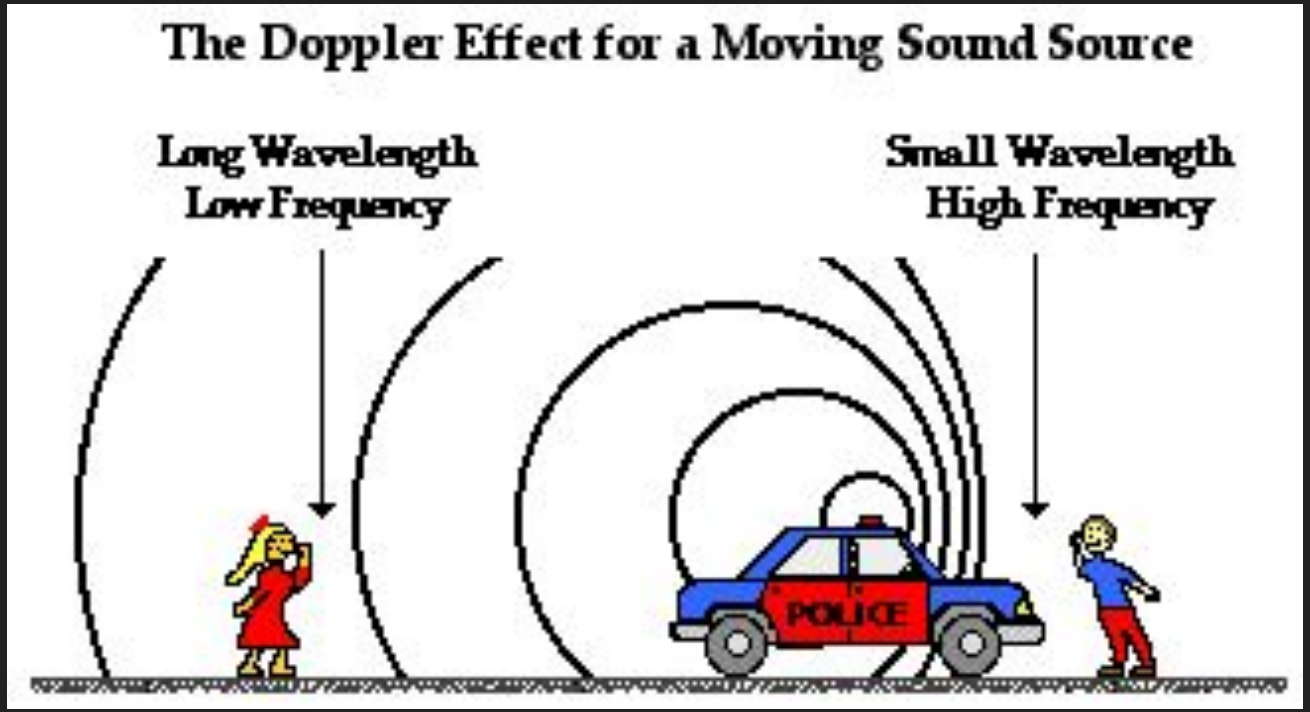
Áudio Espacial



Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

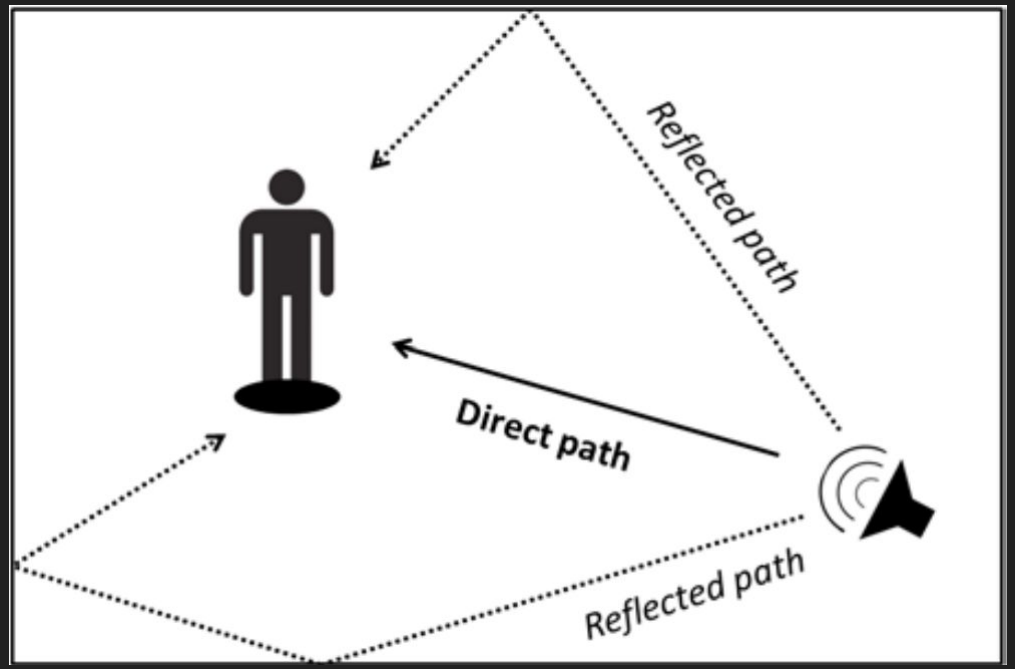
Efeito Doppler

➔ Variação na altura (*pitch*) de um som baseado na velocidade relativa entre ouvinte e fonte



Reverberação

- Quando ouvimos a persistência de um som logo após ser extinta sua emissão



Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

4. Áudio

- Ouvinte (*Listener*)
  - Posição: *panning*, distância
  - Velocidade: efeito *Doppler*
  - Vetor cima e frente: *panning*

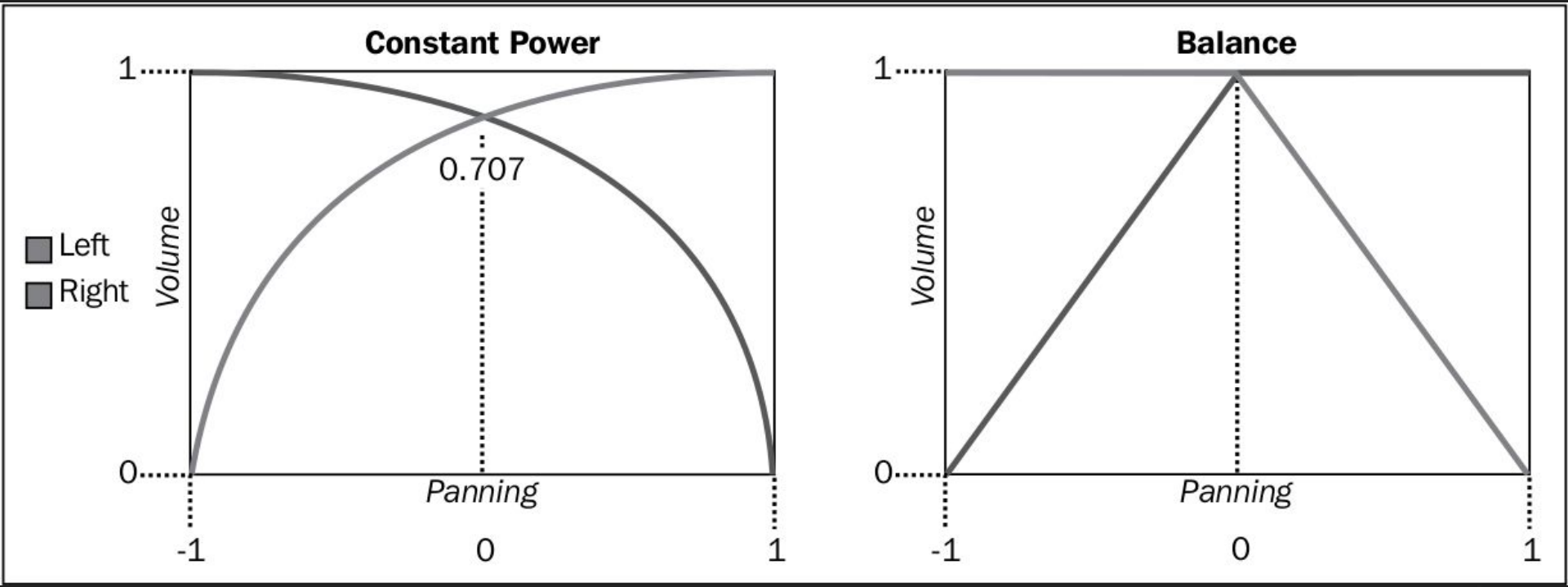
4. Áudio

- Fonte (*Source*)
  - Posição: *panning*, distância
  - Velocidade: efeito *Doppler*
  - Intervalo de distâncias onde som se atenua (*rolloff*)
  - Direção: pode ser onidirecional ou direcional (em cone)
    - Se direcional: ângulos interno e externo do cone

4. Áudio

- Áudio 2D
  - *Mono*: interpolação usando curva de potência constante onde o centro é ~71%
  - *Stereo*: interpolação linear, sendo o centro 100%

Panning em 2D com potência constante

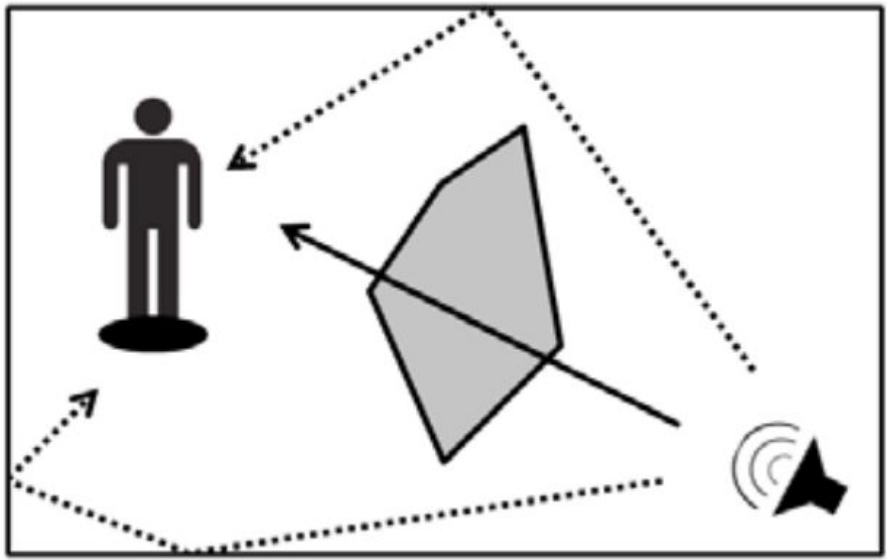


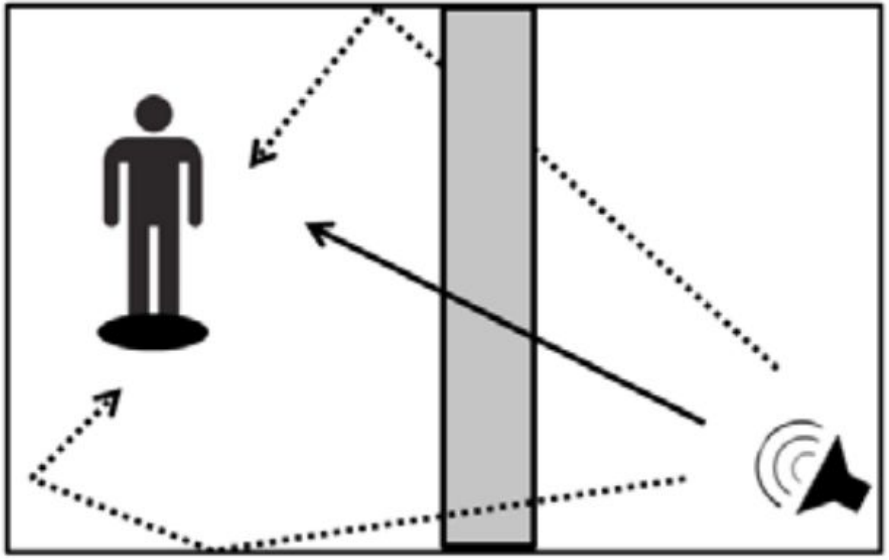
Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

4. Áudio

- ➔ Áudio 3D
  - Obstrução: parede fina, que atenua o som
  - Oclusão: parede de concreto, que bloqueia som
  - Podem ser calculados em *runtime* usando a geometria do mundo
    - Pesado para calcular
    - Atenuação mais um filtro passa baixa podem dar conta

Obstrução e Oclusão





Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

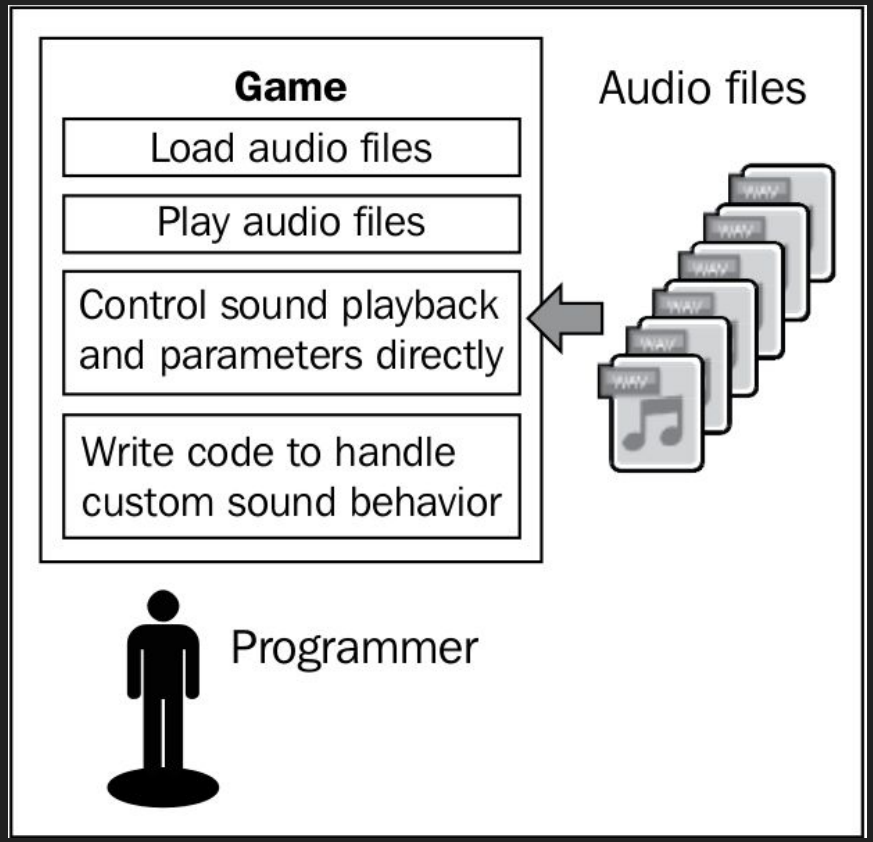
4. Áudio

- Mixer
  - Agrupa áudios em canais
  - Cada canal tem seu próprio volume, efeitos, *panning*...
  - Canais podem ser conectados a outros canais, formando um *pipeline* de áudio

4. Áudio

- Transições
  - Importante para uma experiência fluida (*Game Design*)
  - Exemplo: efeito de transição entre cenas, ou entre momentos calmos e tensos
  - Interpolação entre músicas, múltiplos parâmetros, controladores...

Pipeline de integração áudio - jogo



Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

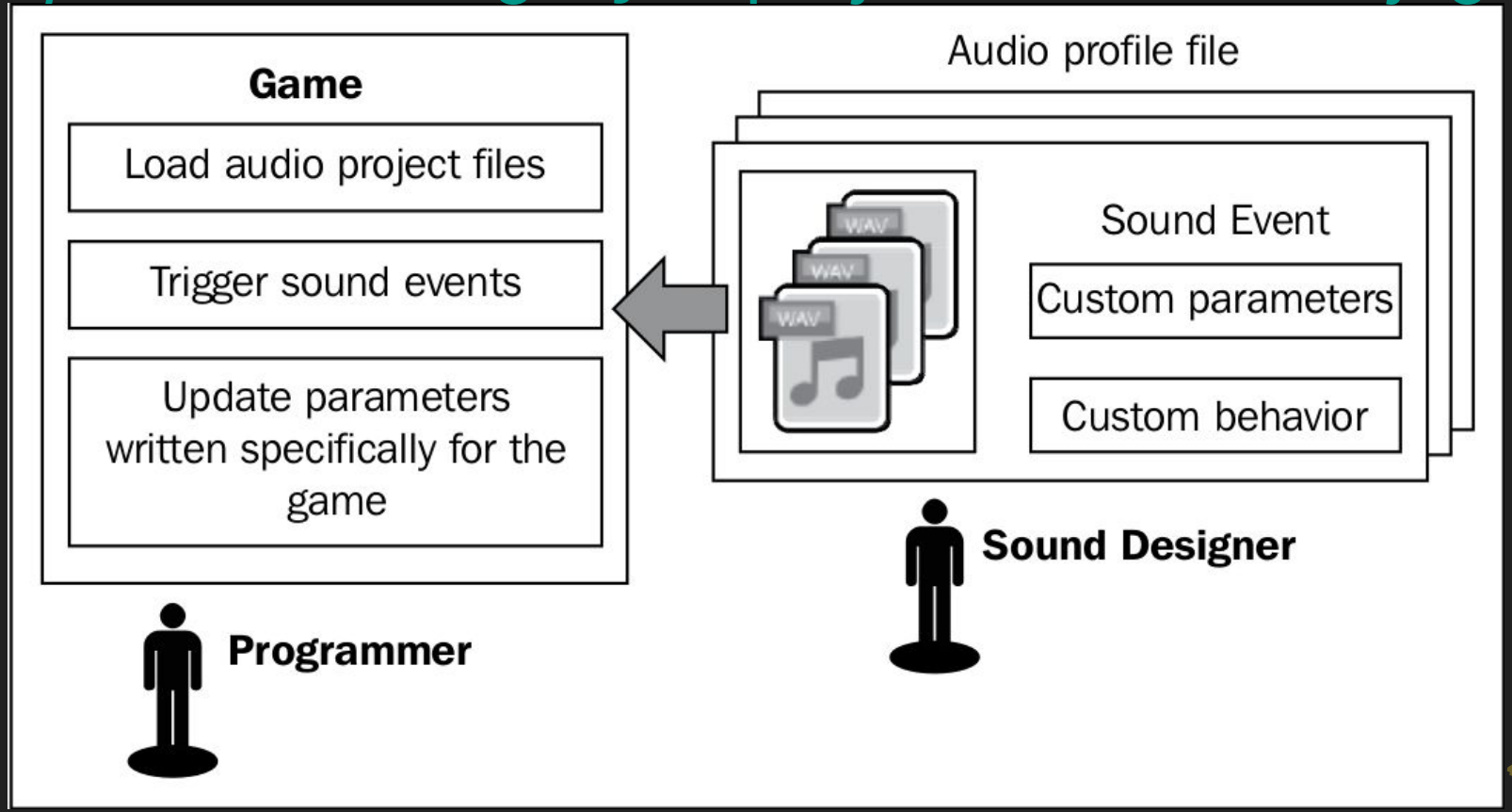
4. Áudio

- ➔ Áudio inteligente
  - ◆ Sistema de eventos
  - ◆ Sons que se complementam poder ser um único evento
  - ◆ Música interativa
    - Pontos de sincronização, transição, superposição

FMOD Studio

Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

Pipeline de integração projetos de áudio - jogo



Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development

4. Áudio

- Efeitos
  - *Digital Signal Processing* (DSP)
  - Transformações do PCM
  - Equalizador
  - Distorção
  - Filtro passa-baixa (low-pass filter)
  - Filtro passa-alta (high-pass filter)

4. Áudio

- Efeitos
  - *Echo*
  - *Chorus*
  - *Pitch Shift*
  - *Reverb*

Dúvidas?

Referências

Referências

[1] Game Coding Complete, Fourth Edition (2012) - Mike McShaffry, David Graham
[2] Gouveia, David. Getting Started with C++ Audio Programming for Game Development
[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Color_quantization
[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Mipmap
[5] https://en.wikipedia.org/wiki/Doppler_effect
[6] http://www.physicsclassroom.com/class/waves/Lesson-3/The-Doppler-Effect
[7] http://gameprogrammingpatterns.com/