Desenvolvimento de um módulo de reconhecimento de voz para a *game engine Godot*

Leonardo Pereira Macedo
Orientador: Prof. Marco Dimas Gubitoso

Bacharelado em Ciência da Computação
Instituto de Matemática e Estatística - Universidade de São Paulo

Introdução

Game engines são *frameworks* voltados especificamente para a criação de jogos, visando a facilitar o desenvolvimento e/ou algumas de suas etapas. Citamos *Unreal Engine, Unity* e *Godot* [5] como exemplos.

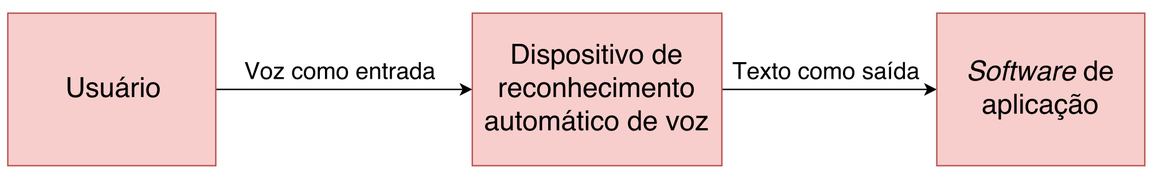
A área de **reconhecimento de voz** obteve avanços significativos desde seus primeiros sistemas na década de 50. Esta tecnologia vem ficando cada vez mais integrada em nosso dia a dia, sendo usada para autenticação de usuário, buscas na Internet, etc.

Este trabalho busca juntar ambos os temas ao desenvolver um módulo (*"plugin"*) de reconhecimento de voz para uma *game engine* em particular, *Godot.*

Reconhecimento de voz

Reconhecimento automático de voz é um campo que desenvolve técnicas para computadores captarem, reconhecerem e traduzirem a linguagem falada para texto; por isso também o nome *speech to text* (STT) [1].

Um sistema genérico STT possui três componentes:



- O **usuário:** Codifica um comando através de sua voz.
- O **dispositivo de STT**: Converte a mensagem falada para um formato interpretável.
- O **software de aplicação**: Recebe a saída do dispositivo e realiza alguma ação.

Os principais termos de reconhecimento de voz incluem:

- **Fluência:** A forma de comunicação com o sistema, podendo ser por palavras isoladas, conectadas ou fala contínua.
- **Dependência do usuário:** Caracterizado pela existência ou não de treinamento feito pelo usuário para melhorar a acurácia do sistema.
- **Vocabulário:** Palavras reconhecidas pelo sistema.
- ***Utterance*:** Vocalização de uma ou mais palavras, possuindo um significado único ao computador.

Bibliotecas de reconhecimento de voz

Buscou-se uma biblioteca de reconhecimento de voz que possa ser usada no módulo. É importante que ela seja de código aberto e escrita em linguagem *C* ou *C++*, características que *Godot* possui. Eficiência é uma característica essencial por conta do uso em jogos. Por fim, uma biblioteca configurável para diferentes línguas e sistemas operacionais seria desejável.

Encontramos três opções viáveis: *Kaldi* [2], *Pocketsphinx* [3] e *HTK* [4]. Apesar da primeira ser a mais eficiente, escolhemos usar a segunda pela sua maior leveza e facilidade de uso.

Pocketsphinx

Pocketsphinx, integrante do projeto *CMUSphinx* [3], é uma biblioteca de reconhecimento de voz desenvolvida pela *Carnegie Mellon University.*

Esta ferramenta considera que palavras são formadas por unidades menores chamadas **fonemas**. Usa-se o **Modelo Oculto de Markov** para melhores resultados: considera-se a fala como uma sequência de estados, que transitam entre si com certa probabilidade. Os estados mais prováveis possuem uma melhor interpretação da voz.

Destacamos três componentes de configuração:

- O **modelo acústico**, composto por diversos arquivos que configuram detectores de fonemas.
- O **dicionário fonético**, que mapeia palavras em fonemas. Por exemplo:

```
yellow Y EH L OW
```

- O **arquivo de palavras-chave**, que indica quais palavras do dicionário devem ser detectadas, de acordo com um limiar especificado. Por exemplo:

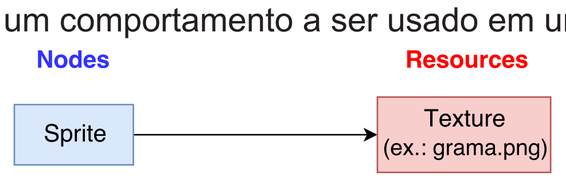
```
yellow /1e-6/
```

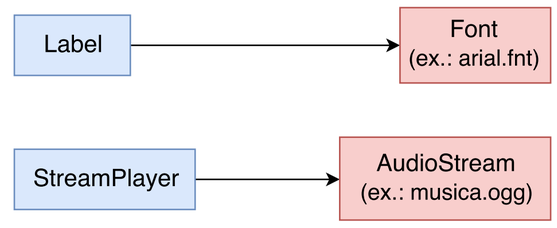
Godot

Godot [5] é uma *game engine* criada por Juan Linietsky e Ariel Manzur em 2007, e cujo código código foi aberto ao público em 2014. Seu código fonte é escrito em ***C++***, mas usuários do programa utilizam a linguagem nativa ***GDScript***, que permite programar com maior facilidade sem se preocupar com detalhes internos de implementação.

Dentre as classes mais importantes de sua arquitetura para este trabalho, destacamos:

- **`Object:`** Classe base para todos os tipos não embutidos em *Godot.*
- **`Reference:`** Implementa gerenciamento automático de memória.
- **`Resource:`** Funciona como um contêiner de dados.
- **`Node:`** Define um comportamento a ser usado em um jogo.



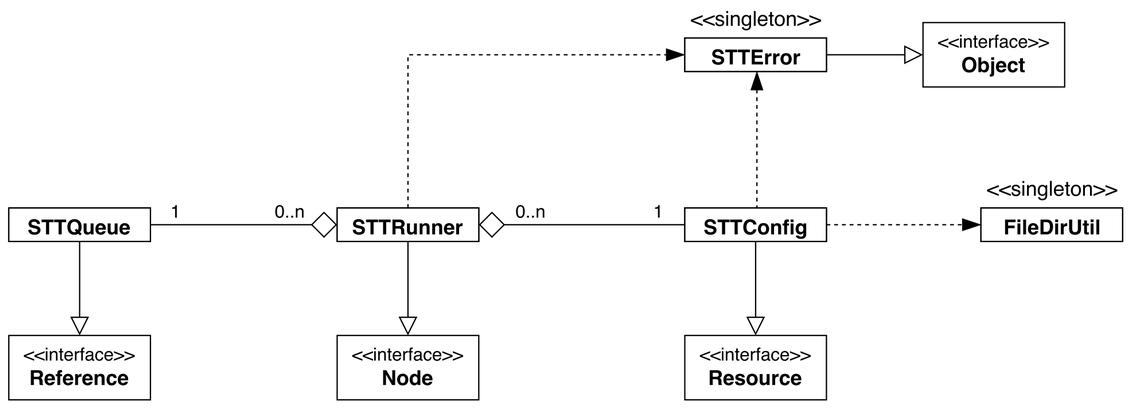


Módulo Speech to Text

Em relação a reconhecimento de voz, o módulo possui as seguintes características:

- **Fluência:** Palavras conectadas.
- **Dependência do usuário:** Sistema independente.
- **Vocabulário:** Tipicamente pequeno.

Apresentamos a arquitetura do módulo *Speech to Text* a seguir:



As cinco classes implementadas são:

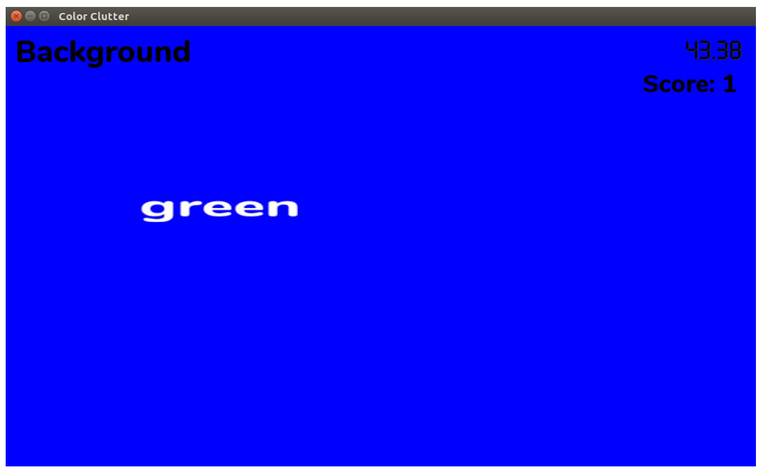
- **`STTConfig`**: Controla arquivos de configuração de *Pocketsphinx*.
- **`STTRunner:`** Realiza o reconhecimento de voz em uma *thread.*
- **`STTQueue:`** Contém uma fila para guardar palavras reconhecidas pelo **`STTRunner.`**
- **`STTError:`** Define constantes para possíveis erros nas demais classes.
- **`FileDirUtil`**: Classe auxiliar para manipular arquivos e diretórios.

Jogo Color Clutter

Criamos um jogo simples, ***Color Clutter***, para demonstrar o uso do módulo *Speech to Text.*

Uma típica tela do jogo consiste em um fundo totalmente preenchido com alguma cor X. Em alguma posição da tela, uma outra cor Y aparece escrita em um tom Z. O objetivo do usuário é falar a cor correta (X, Y ou Z), de acordo com o que é solicitado em uma legenda apresentada na tela.

No exemplo a seguir, o usuário deve dizer ***blue*** para continuar.



Referências

[1] *National Research Council. Automatic Speech Recognition in Severe Environments*. The National Academies Press, 1984.

[2] *Kaldi. About the Kaldi project*. URL: http://kaldi-asr.org/doc/about.html.

[3] *CMUSphinx.* About the *CMUSphinx*. URL: http://cmusphinx.sourceforge.net/wiki/about.

[4] *HTK. What is HTK?* URL: http://htk.eng.cam.ac.uk.

[5] Linietsky, J. e Manzur, A. *Godot Engine*. URL: https://godotengine.org.