

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

Leonardo Pereira Macedo

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

São Paulo  
9 de outubro de 2017

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

Monografia final da disciplina  
MAC0499 – Trabalho de Formatura Supervisionado

Supervisor: Prof. Dr. Marco Dimas Gubitoso

São Paulo  
9 de outubro de 2017

# Agradecimentos



# Resumo

A área de *games* evoluiu muito desde o início da década da 70, quando começaram a ser comercializados. As principais causas estão relacionadas aos avanços em diferentes áreas da Computação.

Com o passar do tempo, surgiram as *game engines: frameworks* voltados especificamente para a criação de jogos, visando a facilitar o desenvolvimento e/ou algumas de suas etapas.

Focaremos em uma *game engine* em particular, *Godot*. Por possuir código aberto, este *software* permite a extensão de suas funcionalidades através da criação de novos módulos.

Este projeto busca implementar um módulo de reconhecimento de voz para *Godot*, depois demonstrando a nova capacidade em um jogo simples desenvolvido na própria plataforma.

**Palavras-chave:** *software, game engine, Godot*, desenvolvimento de módulo, extensão de funcionalidade.



# Abstract

Video games have evolved considerably since the beginning of the 70's, when they started to be commercialized. The main reasons are related to several advances in different fields of Computer Science.

Over time, *game engines* started appearing: *frameworks* designed specifically to assist on game creation, simplifying the process and/or some of its steps.

We will focus on a specific game engine, *Godot*. Since it is an open source project, it is possible to extend its functionalities by creating new modules.

This project's goal is to implement a speech recognition module for *Godot*, then showing the new feature in a simple game developed on the engine itself.

**Keywords:** software, game engine, *Godot*, module development, functionality extension.





# Sumário

<b>Agradecimentos</b>	<b>i</b>
<b>Resumo</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract</b>	<b>v</b>
<b>Sumário</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xi</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Motivação e objetivo . . . . .	1
1.2 Organização do trabalho . . . . .	2
<b>2 Reconhecimento de voz</b>	<b>3</b>
2.1 Definição . . . . .	3
2.2 História . . . . .	3
2.3 Parâmetros principais . . . . .	5
2.3.1 Específicos ao aplicativo . . . . .	5
2.3.2 Específicos à tarefa . . . . .	5
2.3.3 Ambientais . . . . .	6
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>7</b>



# Lista de Figuras

2.1	Sistema genérico de reconhecimento automático de voz . . . . .	3
2.2	Máquina <i>Shoebox</i> sendo operada . . . . .	4



# **Lista de Tabelas**



# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Motivação e objetivo

Hoje em dia, não há como negar que o mercado de *games* é um fenômeno mundial, gerando mais de US\$ 91 bilhões em 2016 (SuperData Research, 2016). Comparado aos primeiros jogos, comercializados no início da década de 1970 (Wikipedia, 2017a), a evolução em diversas áreas da computação permitiu grandes avanços nos jogos criados. Inclui-se nisso a evolução dos computadores por conta da *Lei de Moore* (Wikipedia, 2017b), permitindo processamento mais rápido; *games* em 3D e gráficos cada vez mais sofisticados e realistas devido à Computação Gráfica; e adversários sofisticados e de raciocínio rápido com a Inteligência Artificial.

Junto aos próprios jogos, as tecnologias usadas para desenvolvê-los também tiveram progressos. Em especial, temos as *game engines*, que podem ser descritas como “*frameworks* voltados especificamente para a criação de jogos” (Enger, 2013). Elas oferecem diversas ferramentas para acelerar o desenvolvimento de um jogo, como maior facilidade na manipulação gráfica e bibliotecas prontas para tratar colisões entre objetos. Além disso, como eficiência é um fator essencial para manter um bom valor de FPS (*Frames per Second*), as *engines* costumam ter sua base construída em linguagens rápidas e compiladas, como C e C++.

Focaremos em uma *game engine* em particular, *Godot* (Juan Linietsky, Ariel Manzur, 2017). O principal motivo de ter sido escolhida é por ser um *software* de código aberto, o que permite a qualquer pessoa baixar seu código fonte e fazer modificações. Em especial, a *engine* permite a criação de novos módulos para adicionar a ele novas funcionalidades.

Este trabalho visa a criar um novo módulo para *Godot*. Tal extensão adicionará funções simples de reconhecimento de voz, algo ainda inexistente no *software*. Feito isso, a nova funcionalidade será demonstrada em um jogo simples criado nessa *engine*.

## 1.2 Organização do trabalho

O capítulo ?? contém pesquisas e buscas por uma biblioteca de código aberto que faça reconhecimento de voz eficientemente. O capítulo ?? consiste em integrar a biblioteca encontrada ao *Godot*, expandindo suas funcionalidades. No capítulo ??, mostram-se os passos realizados para criar um jogo que demonstre a capacidade do novo módulo. O capítulo ?? apresenta as conclusões do trabalho.

Por fim, há uma parte subjetiva contendo a apreciação pessoal do TCC e uma descrição das matérias que mais ajudaram no desenvolvimento do projeto.



# Capítulo 2

## Reconhecimento de voz

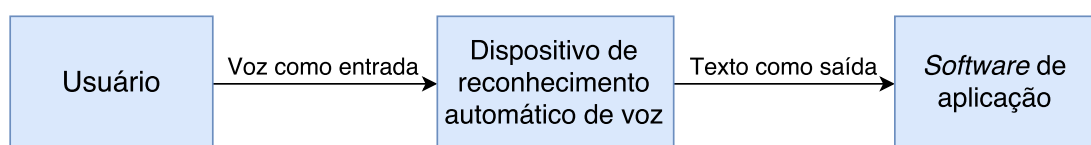
Neste capítulo, abordaremos a parte teórica do reconhecimento de voz, sem nos preocuparmos com sua aplicação no contexto deste trabalho. Em particular, analisaremos brevemente os diferentes parâmetros que influenciam seu uso.

### 2.1 Definição

*Reconhecimento automático de voz* (ou da fala), ou *speech to text* (STT), é um campo multidisciplinar que envolve as áreas de Inteligência Artificial, Estatística e Linguística. Busca-se desenvolver metodologias e tecnologias para que computadores sejam capazes de captar, reconhecer e traduzir a linguagem falada para texto.

A figura 2.1 apresenta os três componentes de um programa genérico STT:

- O **usuário**, que codifica um comando através de sua voz;
- O **dispositivo**, que converte a mensagem falada para um formato interpretável;
- O **software de aplicação**, que recebe a saída do dispositivo e realiza uma ação apropriada.



**Figura 2.1:** Sistema genérico de reconhecimento automático de voz

### 2.2 História

O primeiro sistema de reconhecimento de voz conhecido foi o *Audrey*, construído em 1952 por três pesquisadores do *Bell Labs* para reconhecer dígitos falados por um único usuário.

10 anos depois, a IBM apresentou o *Shoebox*, que reconhecia 16 palavras em inglês, entre elas os dígitos de 0 a 9. Quando captava palavras como *plus*, *minus* ou *total*, *Shoebox* instruía outra máquina de adições a realizar cálculos ou imprimir o resultado. A entrada era feita por um microfone (figura 2.2), que convertia a voz do usuário em impulsos elétricos, classificados internamente por um circuito de medição.

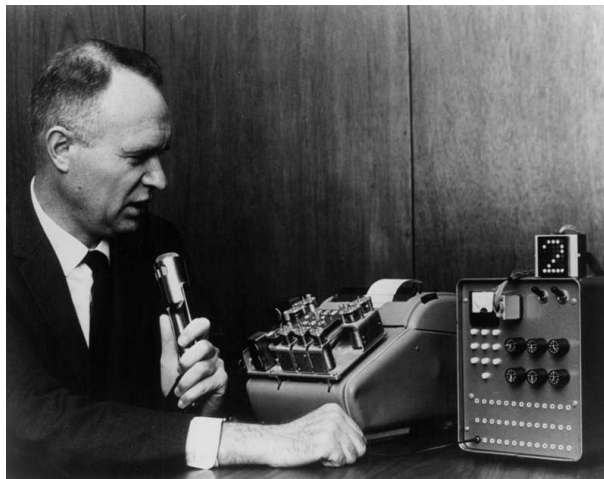


Figura 2.2: Máquina Shoebox sendo operada

Sistemas de reconhecimento de voz só tiveram um avanço realmente significativo na década de 80, devido a um método estatístico denominado *modelo oculto de Markov* (ou **HMM**, sigla para *Hidden Markov Model*). Ao invés de procurar por modelos de palavras em padrões de som, HMM considerava a probabilidade de um som desconhecido possuir palavras, o que acelerou o processo e tornou possível usar um vocabulário maior nos computadores. Outro modelo que ganhou bastante popularidade na época foi o de redes neurais, que é efetivo para classificar palavras isoladas e fonemas individuais mas encontra problemas em tarefas envolvendo reconhecimento contínuo. Ao contrário do HMM, este método não consegue modelar bem dependências temporais.

A evolução na tecnologia de reconhecimento de voz foi tamanha que, atualmente, é inegável seu impacto em nosso dia a dia. Um celular moderno consegue captar palavras ou pequenas frases de seu usuário dentre um enorme vocabulário para fazer buscas na Internet, tocar uma música ou fazer uma ligação. Muitas empresas utilizam máquinas para receber ligações de seus clientes; de acordo com o que interpretam, a chamada é redirecionada para um funcionário mais adequado. Alguns países chegam até a usar reconhecimento de voz para autenticar a identidade de alguém por telefone, com o objetivo de evitar fornecer dados pessoais pelo mesmo. Também há usos em transportes, na área médica e para fins educativos.

## 2.3 Parâmetros principais

Há diversos tipos de parâmetros que caracterizam as capacidades de um sistema de reconhecimento de voz. Eles se subdividem nos três tipos a seguir.

### 2.3.1 Específicos ao aplicativo

Estão relacionados à *forma* com que o aplicativo em si realiza o reconhecimento de voz. Inclui dois parâmetros:

- A **forma de falar**, que pode ser através de *palavras isoladas*, com pausas entre elas; *palavras conectadas*, que são concatenadas sem pausas; ou *fala contínua*, onde o fluxo de palavras é semelhante a uma fala natural.
- **Existência de treinamento**, que subdivide aplicativos em dois grupos:
  - Os sistemas **dependentes** (*speaker-dependent*), caracterizados pelo *treinamento* feito pelo usuário. Isto é, são computadores que analisam e se adaptam aos padrões particulares da fala captada, resultando em uma maior acurácia. Geralmente, o usuário deve ler algumas páginas de texto para a máquina antes de começar a usar o sistema. Esta variante é comumente usada em casos particulares, onde um número limitado de palavras deve ser reconhecido com bastante precisão.
  - Os sistemas **independentes** (*speaker-independent*), que são desenvolvidos para reconhecer a voz de qualquer pessoa e não requerem treinamento. É a melhor opção para aplicações interativas que usam voz, já que não é viável fazer com que os usuários leiam páginas de texto antes do uso. Sua desvantagem é a acurácia menor se comparado ao reconhecimento dependente; para contornar isso, costuma-se limitar o vocabulário reconhecido pelo sistema.

### 2.3.2 Específicos à tarefa

Dependendo do objetivo a ser alcançado com o reconhecimento de voz, alguns parâmetros podem ser melhor ajustados para obter maior velocidade ou acurácia. São eles:

- O **vocabulário**, referente a quantas palavras são reconhecidas pelo sistema. O tamanho pode ser pequeno (menor que 20 palavras) até muito grande (mais de 20 mil palavras), sendo diretamente proporcional à velocidade do reconhecimento. Além disso, a similaridade entre a pronúncia de algumas palavras pode afetar a acurácia, uma vez que a distinção entre elas torna-se mais complicada.

- A **sintaxe**, isto é, a gramática artificial que o sistema aceita para uma determinada tarefa. O exemplo mais simples seria uma máquina de estados finita, onde as palavras permitidas após um estado ou nó são definidas explicitamente.
- O **fator de ramificação**, que é uma forma de medir a complexidade da sintaxe. É definido como o número médio de palavras permitidas em cada nó da gramática, e possui grande impacto sobre o desempenho do sistema.

### 2.3.3 Ambientais

Dentre os vários parâmetros externos ao sistema e que podem interferir no reconhecimento de voz, destacam-se:

- A taxa **sinal-para-ruído**, que avalia a intensidade média do sinal recebido em relação ao ruído de fundo, tipicamente medido em decibéis (dB). Quanto menor a taxa, maior a dificuldade no reconhecimento de voz.
- O **próprio usuário**, o que inclui o volume de sua voz, a velocidade com que fala e até mesmo sua condição psicológica: o nível de estresse de um piloto sob ataque em uma aeronave é diferente de alguém simplesmente querendo ouvir uma música, por exemplo.

# Referências Bibliográficas

- Enger(2013)** Michael Enger. *Game Engines: How do they work?* <https://www.giantbomb.com/profile/michaelenger/blog/game-engines-how-do-they-work/101529/>, Junho 2013. Acessado: 2017-04-03. 1
- Juan Linietsky, Ariel Manzur(2017)** Juan Linietsky, Ariel Manzur. *Godot Engine*. <https://godotengine.org>, 2017. Acessado: 2017-04-03. 1
- SuperData Research(2016)** SuperData Research. *Worldwide game industry hits \$91 billion in revenues in 2016, with mobile the clear leader*. <https://venturebeat.com/2016/12/21/worldwide-game-industry-hits-91-billion-in-revenues-in-2016-with-mobile-the-clear-leader>, 2016. Acessado: 2017-04-02. 1
- Wikipedia(2017a)** Wikipedia. *The commercialization of video games*. [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_video\\_games#The\\_commercialization\\_of\\_video\\_games](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_video_games#The_commercialization_of_video_games), 2017a. Acessado: 2017-04-03. 1
- Wikipedia(2017b)** Wikipedia. *Moore's Law*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_law), 2017b. Acessado: 2017-04-03. 1