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

Leonardo Pereira Macedo
Orientador: Prof. Dr. Marco Dimas Gubitoso

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

22 de novembro de 2017

Introdução

Contextualização

- Evolução e sofisticação de jogos eletrônicos (*games*)
- Surgimento das ***game engines***: *frameworks* voltados para facilitar o desenvolvimento total ou parcial de jogos
  - Exemplos: *Unreal Engine*, *Unity*, *Godot*

Introdução

Contextualização

- Evolução e sofisticação de jogos eletrônicos (*games*)
- Surgimento das ***game engines***: *frameworks* voltados para facilitar o desenvolvimento total ou parcial de jogos
  - Exemplos: *Unreal Engine*, *Unity*, *Godot*
- **Reconhecimento de voz** vem ficando cada vez mais integrado em nosso dia a dia
  - Autenticação de usuário, realização de buscas na Internet, etc.

- Evolução e sofisticação de jogos eletrônicos (*games*)
- Surgimento das ***game engines***: *frameworks* voltados para facilitar o desenvolvimento total ou parcial de jogos
  - Exemplos: *Unreal Engine*, *Unity*, *Godot*
- **Reconhecimento de voz** vem ficando cada vez mais integrado em nosso dia a dia
  - Autenticação de usuário, realização de buscas na Internet, etc.

Por que não fazer um trabalho que junte ambos os temas?

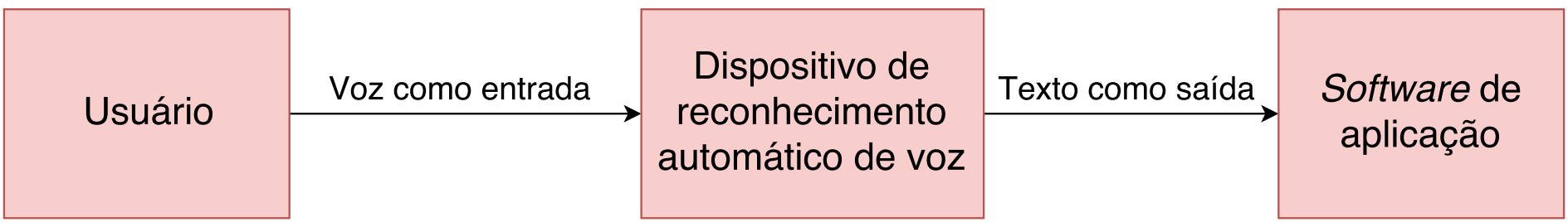
Definição

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)

Definição

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)

- Um sistema genérico STT possui três componentes:

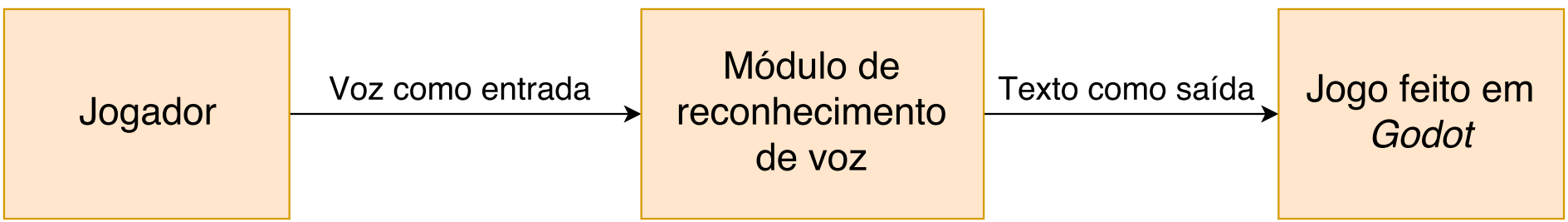


[National Research Council, 1984]

Definição

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)

- No contexto deste trabalho, temos:



- **Fluência**: Forma de comunicação com o sistema
  - Palavras isoladas
  - Palavras conectadas
  - Fala contínua

Reconhecimento de Voz

Principais termos

- **Fluência**: Forma de comunicação com o sistema
  - Palavras isoladas
  - Palavras conectadas
  - Fala contínua
- **Dependência do usuário**: Há treinamento?
  - Sistemas dependentes
  - Sistemas independentes

Reconhecimento de Voz

Principais termos

- **Fluência**: Forma de comunicação com o sistema
  - Palavras isoladas
  - Palavras conectadas
  - Fala contínua
- **Dependência do usuário**: Há treinamento?
  - Sistemas dependentes
  - Sistemas independentes
- **Vocabulário**: Palavras reconhecidas pelo sistema

Biblioteca *Pocketsphinx*

Funcionamento

- Desenvolvida pela *Carnegie Mellon University* (projeto *CMUSphinx*)
- É de código aberto e escrita em ***C***

Biblioteca *Pocketsphinx*

Funcionamento

- Desenvolvida pela *Carnegie Mellon University* (projeto *CMUSphinx*)
- É de código aberto e escrita em ***C***
- Define que palavras são formadas por **fonemas**

Biblioteca *Pocketsphinx*

Funcionamento

- Desenvolvida pela *Carnegie Mellon University* (projeto *CMUSphinx*)
- É de código aberto e escrita em ***C***
- Define que palavras são formadas por **fonemas**
- Utiliza o **Modelo Oculto de Markov** na interpretação
  - Trata a fala gravada como uma sequência de estados, que transitam entre si com certa **probabilidade**

Biblioteca *Pocketsphinx*

Funcionamento

- Desenvolvida pela *Carnegie Mellon University* (projeto *CMUSphinx*)
- É de código aberto e escrita em ***C***
- Define que palavras são formadas por **fonemas**
- Utiliza o **Modelo Oculto de Markov** na interpretação
  - Trata a fala gravada como uma sequência de estados, que transitam entre si com certa **probabilidade**

Estados mais prováveis $\rightarrow$ Melhor interpretação da voz

- **Modelo acústico**: Arquivos que configuram detectores de fonemas

- **Modelo acústico**: Arquivos que configuram detectores de fonemas
- **Dicionário fonético**: Mapeamento {palavras $\rightarrow$ fonemas}

```
yellow Y EH L OW
```

- **Modelo acústico**: Arquivos que configuram detectores de fonemas
- **Dicionário fonético**: Mapeamento {palavras → fonemas}

```
yellow Y EH L OW
```

- **Palavras-chave**: Palavras a serem detectadas, de acordo com limiar

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

[Linietsky and Manzur, 2017]

- Criação de Juan Linietsky e Ariel Manzur em 2007
- Código aberto ao público em 2014

[Linietsky and Manzur, 2017]

- Criação de Juan Linietsky e Ariel Manzur em 2007
- Código aberto ao público em 2014
- Código fonte escrito em ***C++***

[Linietsky and Manzur, 2017]

- Criação de Juan Linietsky e Ariel Manzur em 2007
- Código aberto ao público em 2014
- Código fonte escrito em ***C++***
- Programação de jogos simplificada por meio de ***GDScript***

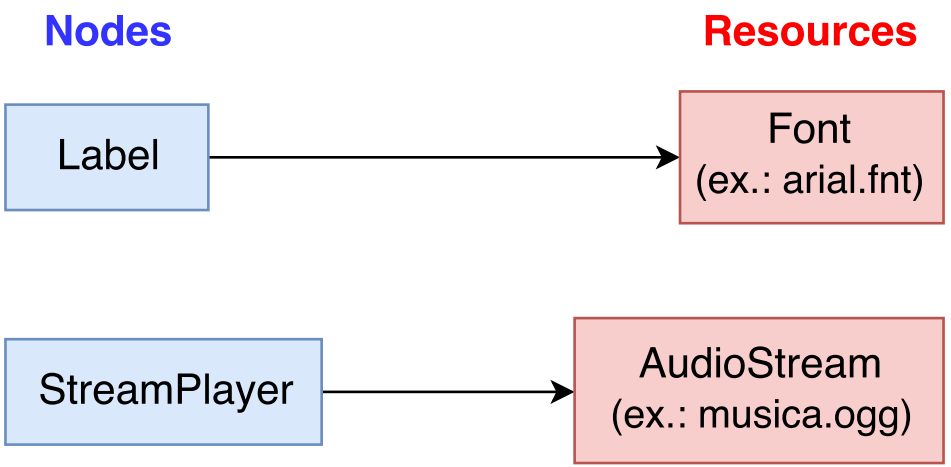
- `Object`: Classe base para todos os tipos não embutidos em *Godot*

- `Object`: Classe base para todos os tipos não embutidos em *Godot*
- `Reference`: Gerenciamento automático de memória

- `Object`: Classe base para todos os tipos não embutidos em *Godot*
- `Reference`: Gerenciamento automático de memória
- `Resource`: Armazenamento de dados

- `Object`: Classe base para todos os tipos não embutidos em *Godot*
- `Reference`: Gerenciamento automático de memória
- `Resource`: Armazenamento de dados
- `Node`: Define um comportamento

- `Object`: Classe base para todos os tipos não embutidos em *Godot*
- `Reference`: Gerenciamento automático de memória
- `Resource`: Armazenamento de dados
- Node: Define um comportamento



[Godot, 2017]

- Em relação a reconhecimento de voz:
  - **Fluência**: Palavras conectadas

Módulo *Speech to Text*

Requisitos

- Em relação a reconhecimento de voz:
  - **Fluência**: Palavras conectadas
  - **Dependência do usuário**: Sistema independente

- Em relação a reconhecimento de voz:
  - **Fluência**: Palavras conectadas
  - **Dependência do usuário**: Sistema independente
  - **Vocabulário**: Tipicamente pequeno

Módulo *Speech to Text*

Requisitos

- Em relação a reconhecimento de voz:
  - **Fluência**: Palavras conectadas
  - **Dependência do usuário**: Sistema independente
  - **Vocabulário**: Tipicamente pequeno
- Execução do módulo em **paralelo** com o restante do jogo
  - Uso de uma *thread*

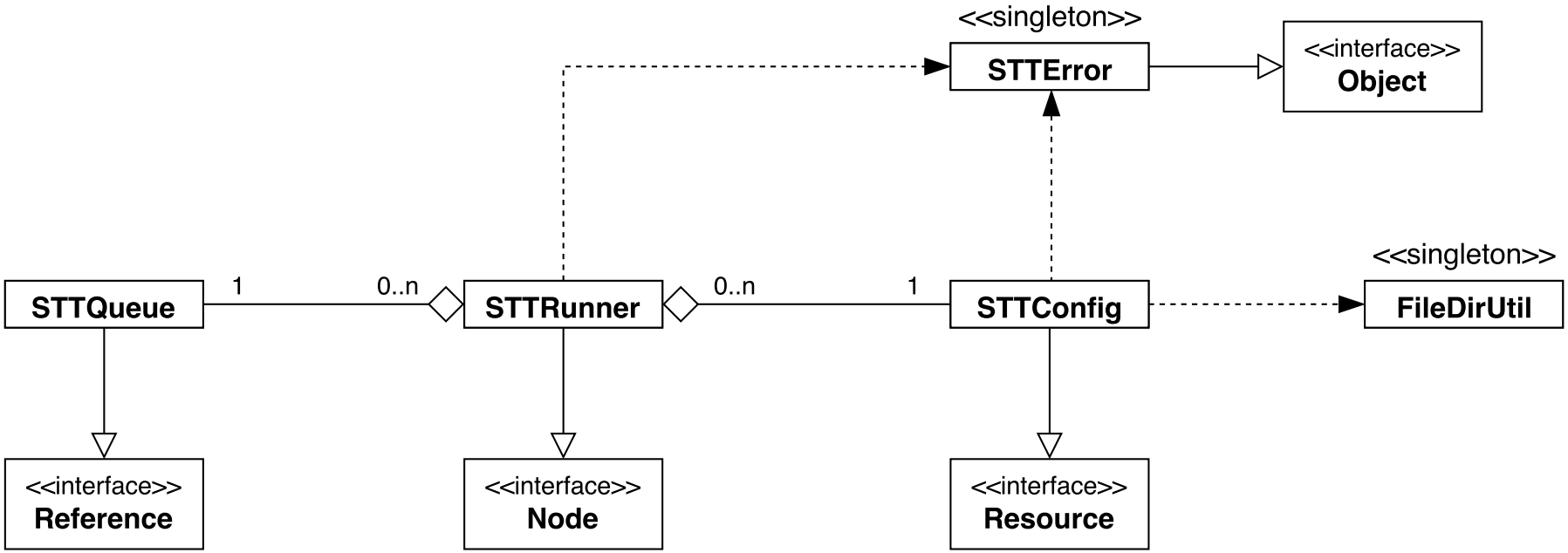
Módulo *Speech to Text*

Requisitos

- Em relação a reconhecimento de voz:
  - **Fluência**: Palavras conectadas
  - **Dependência do usuário**: Sistema independente
  - **Vocabulário**: Tipicamente pequeno
- Execução do módulo em **paralelo** com o restante do jogo
  - Uso de uma *thread*
- Uso de um ***buffer*** para armazenar palavras conforme são reconhecidas

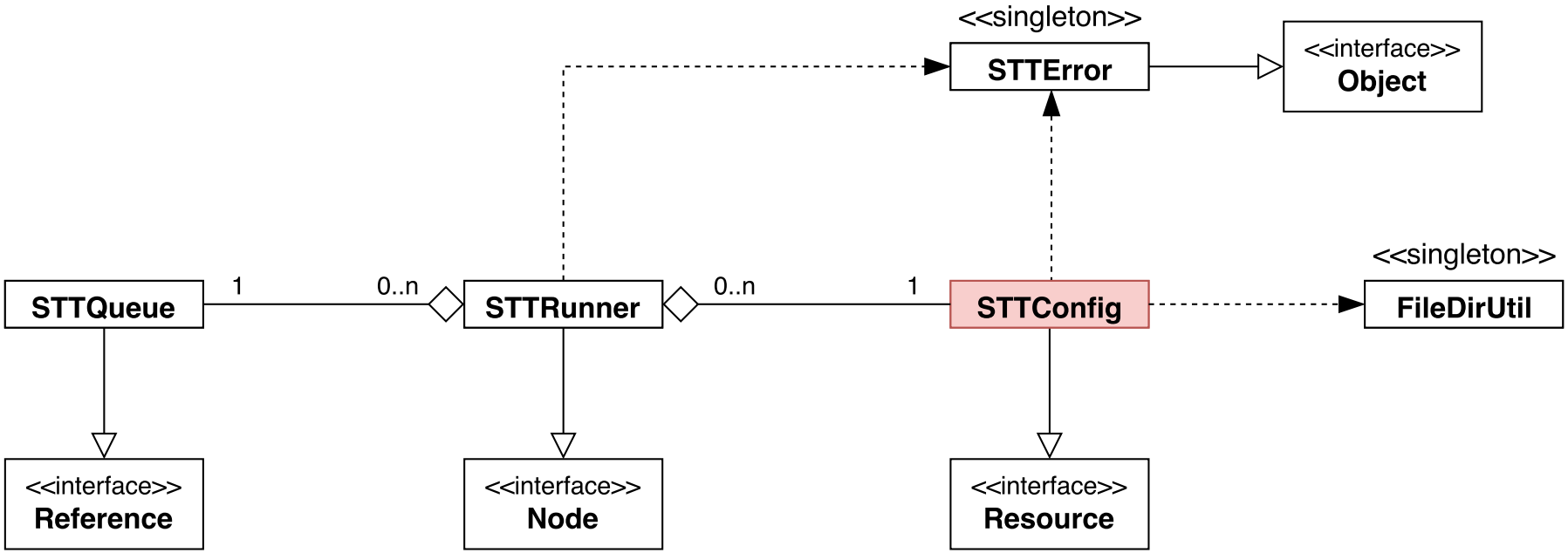
Módulo *Speech to Text*

Implementação



Módulo *Speech to Text*

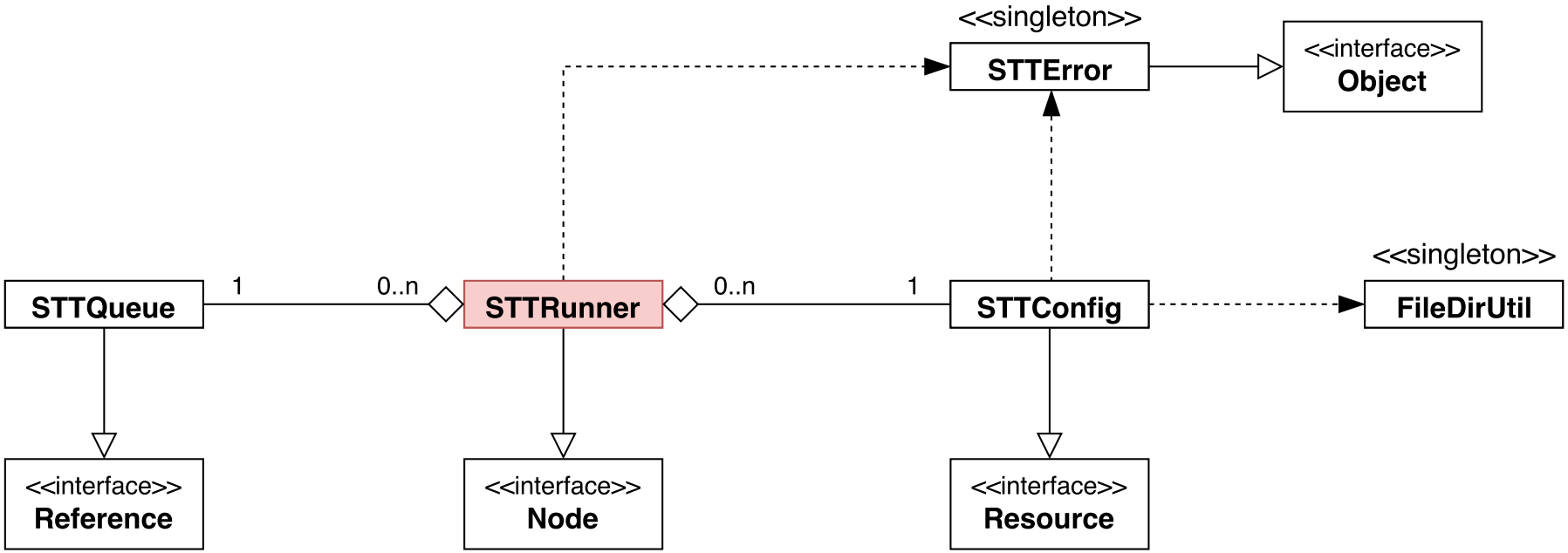
Implementação



- `STTConfig`: Controle dos arquivos de configuração *Pocketsphinx*

Módulo *Speech to Text*

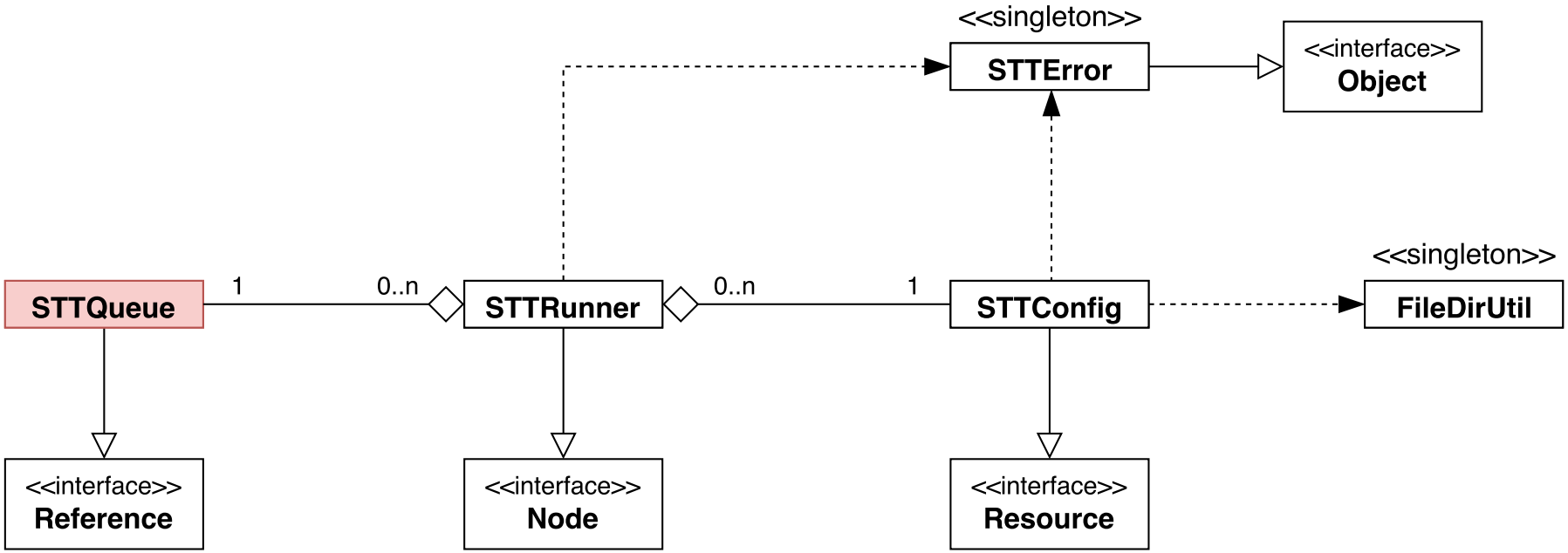
Implementação



- `STTConfig`: Controle dos arquivos de configuração *Pocketsphinx*
- `STTRunner`: *Thread* para realizar reconhecimento de voz

Módulo *Speech to Text*

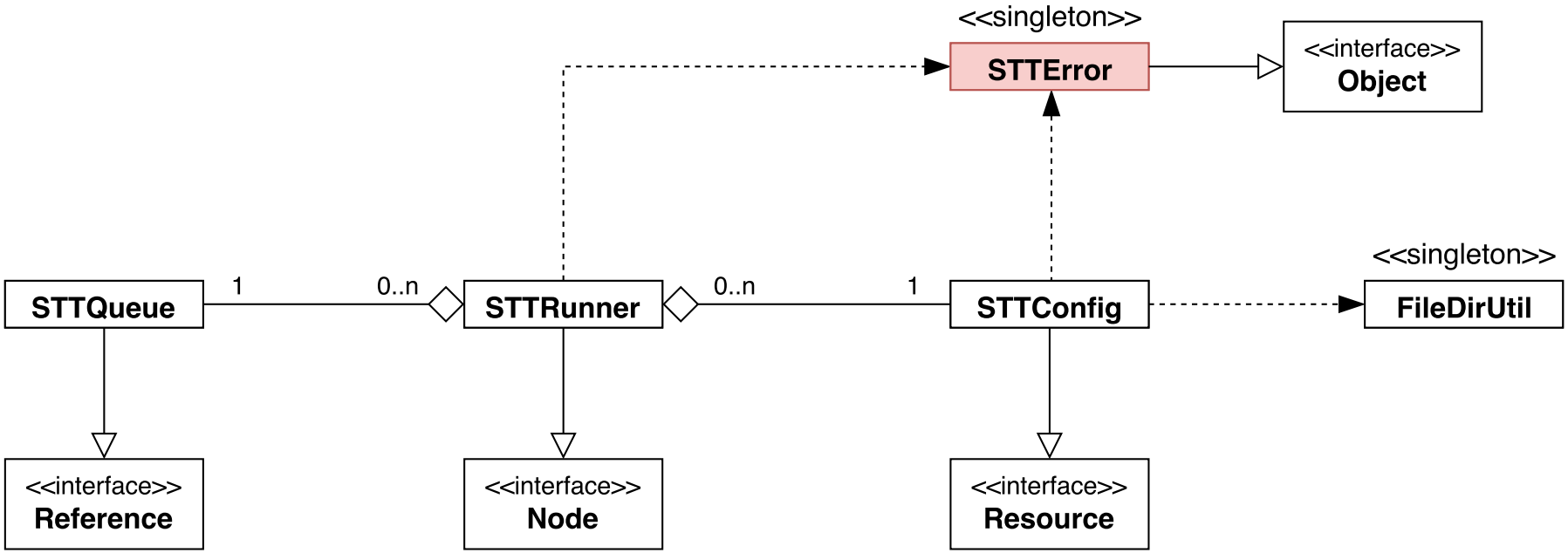
Implementação



- `STTConfig`: Controle dos arquivos de configuração *Pocketsphinx*
- `STTRunner`: *Thread* para realizar reconhecimento de voz
- `STTQueue`: Fila para guardar palavras reconhecidas pelo `STTRunner`

Módulo *Speech to Text*

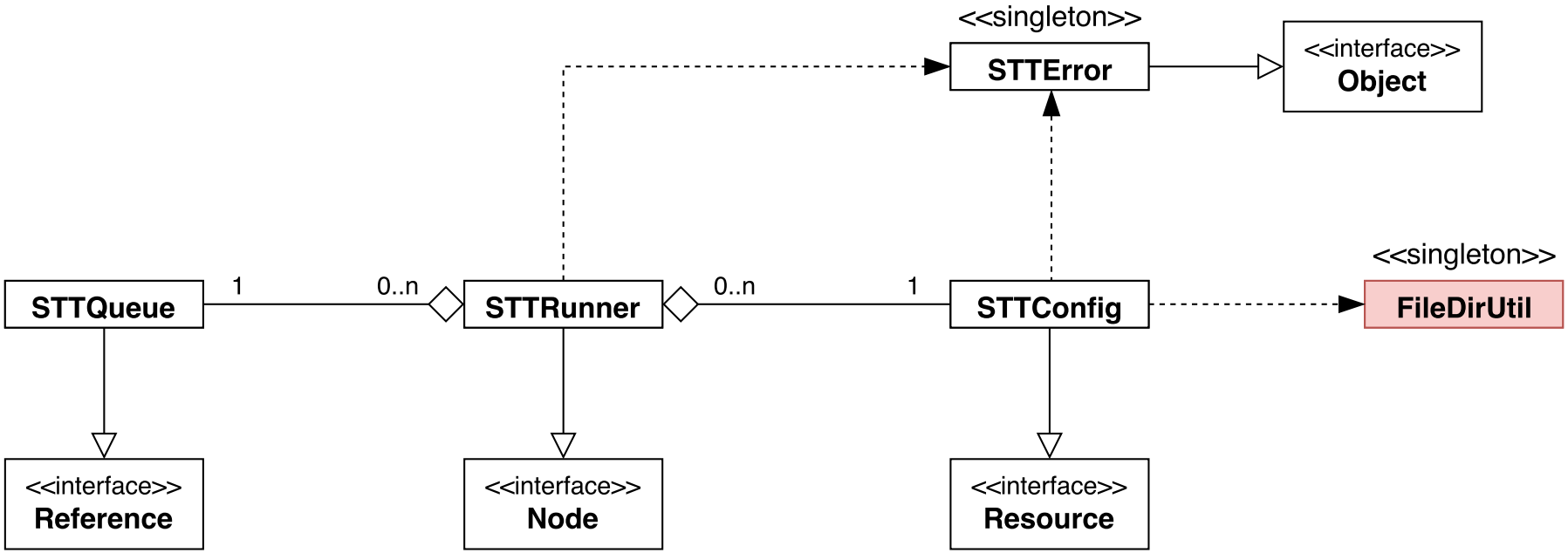
Implementação



- `STTConfig`: Controle dos arquivos de configuração *Pocketsphinx*
- `STTRunner`: *Thread* para realizar reconhecimento de voz
- `STTQueue`: Fila para guardar palavras reconhecidas pelo `STTRunner`
- `STTError`: Definição de constantes numéricas para possíveis erros

Módulo *Speech to Text*

Implementação



- `STTConfig`: Controle dos arquivos de configuração *Pocketsphinx*
- `STTRunner`: *Thread* para realizar reconhecimento de voz
- `STTQueue`: Fila para guardar palavras reconhecidas pelo `STTRunner`
- `STTError`: Definição de constantes numéricas para possíveis erros
- `FileDirUtil`: Classe auxiliar para manipular arquivos e diretórios

Color Clutter

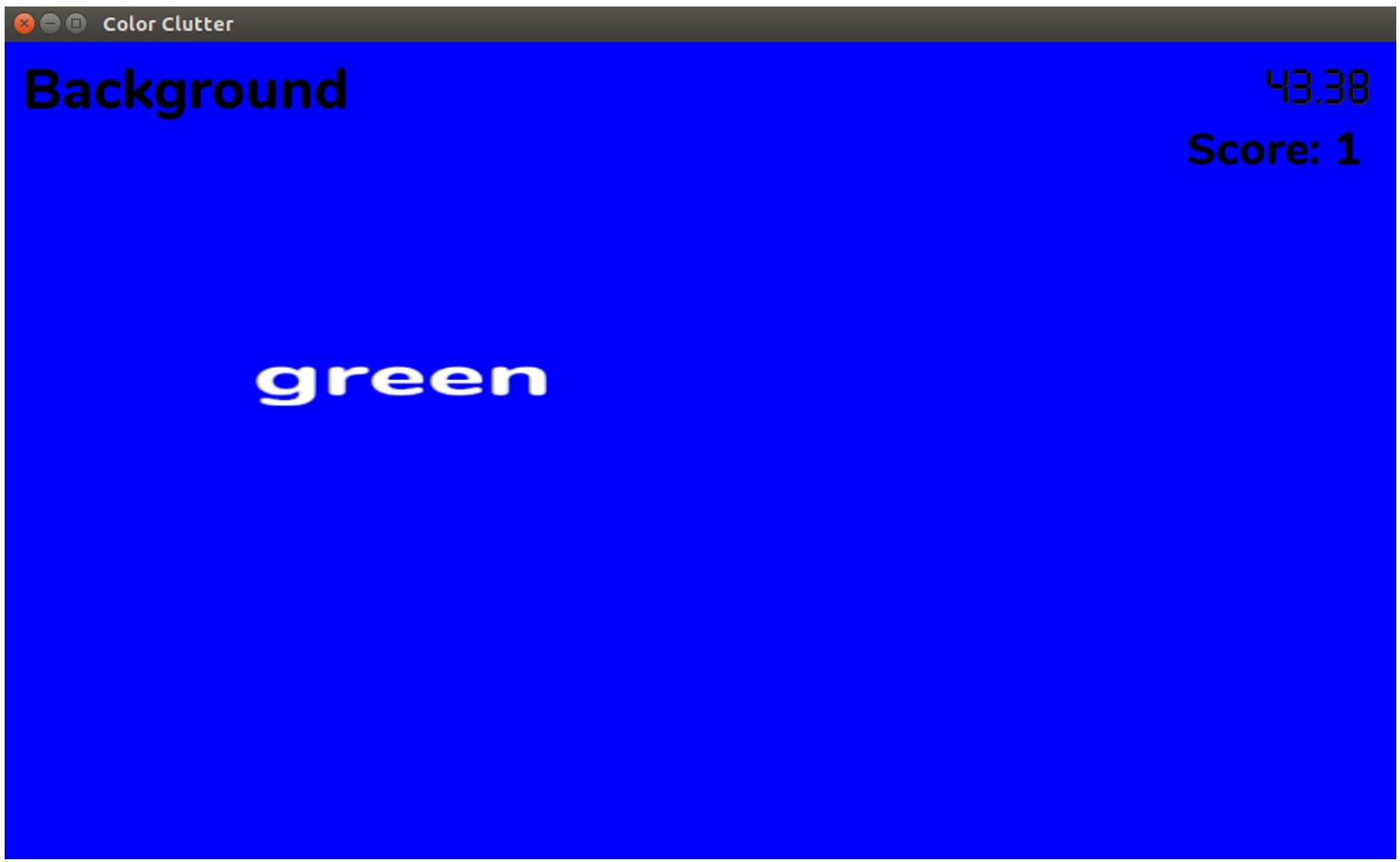
(Jogo demonstrativo)

- Jogo criado em *Godot* para demonstrar o módulo *Speech to Text*
- Todo o controle é feito por voz
- Usou-se **inglês americano** pela disponibilidade de arquivos

Color Clutter

(Jogo demonstrativo)

- Jogo criado em *Godot* para demonstrar o módulo *Speech to Text*
- Todo o controle é feito por voz
- Usou-se **inglês americano** pela disponibilidade de arquivos



Conclusão

Resultados e considerações finais

- Testes realizados em *Color Clutter* com 10 usuários diferentes

Conclusão

Resultados e considerações finais

- Testes realizados em *Color Clutter* com 10 usuários diferentes
  - Rápido, mas rígido quanto à pronúncia de algumas cores

Conclusão

Resultados e considerações finais

- Testes realizados em *Color Clutter* com 10 usuários diferentes
  - Rápido, mas rígido quanto à pronúncia de algumas cores
- *Speech to Text* e *Color Clutter* publicados em dois fóruns de *Godot*
  - Algumas (poucas) aprovações

Conclusão

Resultados e considerações finais

- Testes realizados em *Color Clutter* com 10 usuários diferentes
  - Rápido, mas rígido quanto à pronúncia de algumas cores
- *Speech to Text* e *Color Clutter* publicados em dois fóruns de *Godot*
  - Algumas (poucas) aprovações
- Desejo de continuar o módulo
  - Suporte para outros sistemas operacionais (*Android*, *MacOS*)

Referências I

CMUSphinx (2015).
About the CMUSphinx.
http://cmusphinx.sourceforge.net/wiki/about.

Cook, S. (2002).
Speech Recognition HOWTO.
http://www.tldp.org/HOWTO/Speech-Recognition-HOWTO/introduction.html.

Godot (2017).
Godot Docs.
http://docs.godotengine.org.

Linietsky, J. and Manzur, A. (2017).
Godot Engine.
https://godotengine.org.

Macedo, L. P. (2017a).
Color Clutter.
https://github.com/SamuraiSigma/color-clutter.

Macedo, L. P. (2017b).
Speech to Text.
https://github.com/SamuraiSigma/speech-to-text.

Referências II


Macedo, L. P. (2017c).
Speech to Text module for Godot 2.1.3/2.1.4.
https://godotengine.org/qa/18322/speech-to-text-module-for-godot-2-1-3-2-1-4.


Macedo, L. P. (2017d).
Speech to Text module for Godot 2.1.3/2.1.4.
https://godotdevelopers.org/forum/discussion/18659/speech-to-text-module-for-godot-2-1-.


National Research Council (1984).
Automatic Speech Recognition in Severe Environments.
The National Academies Press.

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

Leonardo Pereira Macedo
Orientador: Prof. Dr. Marco Dimas Gubitoso

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

22 de novembro de 2017