

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

# Um programa para verificação de locutor por HMM usando o MATLAB

Filipe Silveira<sup>1</sup>

Departamento de Engenharia de Telecomunicações, UFF, Niterói, RJ

Carla Florentino Schueler<sup>2</sup>

Departamento de Engenharia de Telecomunicações, UFF, Niterói, RJ

Edson Cataldo<sup>3</sup>

Departamento de Matemática Aplicada, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações, UFF, Niterói, RJ

## 1 Introdução

A fala é um sinal biométrico que possui características únicas do locutor e, portanto, pode ser utilizada para a sua identificação. Essa particularidade possibilita seu uso como chave de acesso a ambientes restritos ou a dados privados, por exemplo. O artigo apresentado tem por objetivo desenvolver um programa de verificação do locutor dependente de texto, utilizando modelos ocultos de Markov (Hidden Markov Models - HMM), para identificar o padrão estocástico de coeficientes cepstrais de frequência mel (MFCC) calculados a partir de amostras de voz.

## 2 Metodologia

O programa desenvolvido usou a interface gráfica do MATLAB, como ilustrado na Fig. 1. O programa permite que amostras de áudio sejam gravadas usando repetições de uma mesma palavra-chave geradas por um locutor de interesse. Os MFCCs são então calculados para todas essas amostras e utilizados para treinar um HMM que caracteriza o locutor, utilizando para isso um toolbox de HMM para Matlab [2]. São calculadas verossimilhanças para sequências de MFCCs de um grupo de áudios do locutor de interesse e de um grupo de áudios de terceiros, para então gerar curvas de densidade de probabilidade para essas medidas destes dois grupos. Define-se um valor limiar como sendo a abscissa do ponto de interseção entre os picos destas curvas. Pretende-se que apenas os áudios do locutor de interesse respondam com verossimilhanças maiores que o limiar, estabelecendo assim um critério para o sistema decidir se uma nova gravação pertence ou não ao locutor de interesse. Gerou-se um modelo treinado com 120 áudios, que foi testado com um grupo

---

<sup>1</sup>filipesilveira@id.uff.br<sup>2</sup>carla\_schueler@id.uff.br<sup>3</sup>ecataldo@im.uff.br

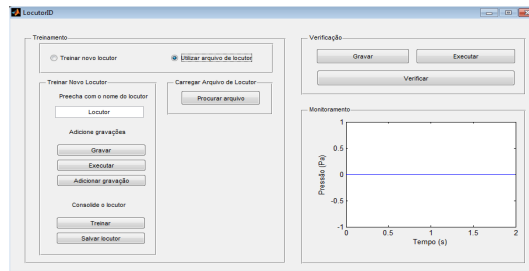


Figura 1: Interface do programa de verificação.

composto de amostras do próprio locutor de interesse, dois locutores desconhecidos sem qualquer grau de parentesco com o locutor de interesse (1 e 2) e um locutor desconhecido (3) com alto grau de parentesco, mesmo sexo e faixa etária.

### 3 Resultados e Conclusões

Os resultados obtidos estão na Tab. 1. O programa foi criado e os resultados apre-

Tabela 1: Resposta do programa aos testes.

Locutor	Número de áudios aceitos	Número total de áudios	% de acerto
Locutor desconhecido 1	0	17	100%
Locutor desconhecido 2	0	25	100%
Locutor desconhecido 3	3	20	85%
Locutor de interesse	15	15	100%

sentados mostram-se satisfatórios, mas observa-se que apesar de aceitar todos os áudios do locutor de interesse, ainda alguns dos áudios do locutor desconhecido foram aceitos. Futuramente, o algoritmo deve ser melhorado, incluindo, por exemplo, mais parâmetros para melhorar a robustez do sistema.

### Referências

- [1] B. M. M. Lindsalwa and I. Elamvazuthi. *Voice Recognition Algorithms using Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC) and Dynamic Time Warping (DTW) Techniques*, Journal of Computing, 2(3):138–143, 2010.
- [2] K. Murphy. *Hidden Markov Model (HMM) Toolbox for Matlab*, <http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Software/HMM/hmm.html>, 1988.
- [3] L. Rabiner and H. H. Wang. *Fundamentals of Speech Recognition*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1994.