

Aplicação de Filtros Digitais em Sinais Sonoros de Aves para Sistema de Reconhecimento Automático

Fernando Aparecido Carvalho, Paulo Francisco da Conceição, Paulo César Miranda Machado

Resumo—Pré-processamento é uma fase importante em um sistema de reconhecimento de padrões, pois tem por maior finalidade a preparação do sinal para extração de características. Assim quanto menos distúrbios e componentes de frequência indesejadas existirem no sinal, mais exatas serão as características extraídas e maior será a precisão do reconhecimento. A etapa de pré-processamento consiste basicamente na aplicação de filtros digitais. Portanto, foram feitos testes com a aplicação de alguns tipos de filtros existentes e comparados os resultados, analisando qual melhor se aplica em sinais sonoros de aves da família dos tinamídeos.

Palavras-Chave—Pré-processamento, filtro digital, reconhecimento automático.

Abstract—Pre-processing is an important step in a pattern recognition system, since the major purpose is to prepare the signal for feature extraction. So the fewer disturbances and unwanted frequency components exist in the signal, the more accurate will be the features extracted and the greater recognition accuracy. The pre-processing is basically the application of digital filters. Therefore, tests were made with the application of some types of filters available and compared the results, analyzing what best fits into sound of birds'family tinamous.

Keywords—Pre-processing, digital filter, automatic recognition.

I. INTRODUÇÃO

No intuito de contribuir com pesquisas sobre avaliação computacional dos sons de animais [1], [2], e com grande interesse na preservação da avifauna do cerrado[3], vem sendo desenvolvido junto à Universidade Federal de Goiás, um sistema de reconhecimento/classificação automática de aves pela vocalização, podendo ser usado como meio de monitoração de espécies. Este trabalho objetiva analisar aspectos relacionados à etapa de pré-processamento no que diz respeito a alguns filtros que podem ser aplicados em sinais de áudio.

Os testes realizados neste trabalho foram feitos com o auxílio do software *MatLab*, por possuir ferramentas que auxiliam no processamento digital de sinais.

II. DISTÚRBIOS EM SINAIS DE ÁUDIO

Em sinais sonoros de aves há um grande número de possíveis distúrbios que podem causar alterações no sinal, dentre os quais: ruído branco, interferência da rede elétrica, sons de outros animais e barulhos naturais do ambiente [4].

Paulo Francisco da Conceição, Departamento de Informática, Instituto Federal de Goiás, Inhumas - GO, Brasil, E-mail: pfrancisco43@gmail.com. Fernando Aparecido Carvalho e Paulo César Miranda Machado, Escola de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, Brasil. E-mails: feapca@gmail.com, pcmachado@gmail.com

As componentes de frequência que causam distúrbios ao sinal, podem ser maiores, menores ou até mesmo coexistirem na faixa de frequência da vocalização da ave. A figura 1 mostra o sinal do canto de uma Azulona (*Tinamus tao*) com muitos distúrbios. No espectrograma é possível notar a existência de distúrbios em componentes de frequência acima e abaixo da faixa de frequência da ave.

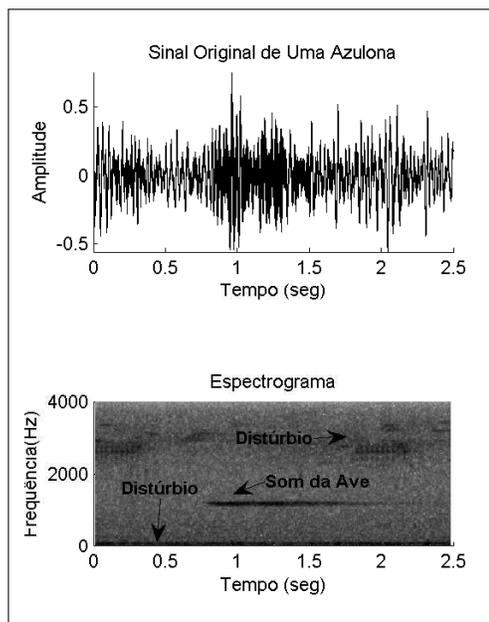


Fig. 1. Sinal e espectrograma do canto de uma Azulona, evidenciando distúrbios no espectro do sinal.

III. APLICAÇÃO DE FILTROS

Foram feitos testes com quatro das principais implementações existentes: *Butterworth*, *Chebyshev*, *Chebyshev* Invertido e Elíptico.

Segundo [5], filtros do tipo *Butterworth* tem vantagem de apresentar banda de passagem plana, no entanto, precisam de alta ordem para que sua banda de transição seja rápida. Filtros do tipo *Chebyshev* são caracterizados por apresentarem *ripples*(ondulações) na banda de passagem, porém, com ordem baixa conseguem uma banda de transição bem curta em relação aos filtros *Butterworth*. Já filtros do tipo *Chebyshev* invertido possuem *ripples* na banda de rejeição, apresentando banda de passagem plana, além disso também possuem banda de transição curta com exigência de baixa ordem. Unindo as características dos filtros *Chebyshev* e *Chebyshev* invertido, os

filtros Elípticos possuem *ripples* na banda de passagem e na banda de rejeição, além de possuir banda de transição curta com exigência de baixa ordem.

A figura 2 mostra o sinal da figura 1 filtrado com os filtros apresentados usando ordem 4 para todos os casos. O filtro foi do tipo passa banda, com banda de passagem entre 1040 a 1250 Hz.

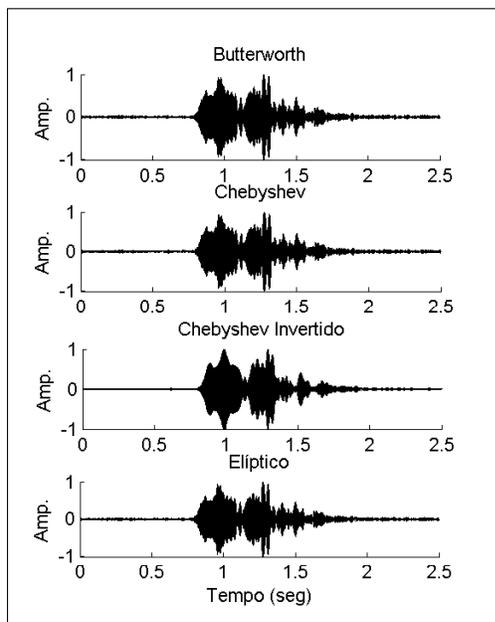


Fig. 2. Sinal do canto de uma Azulona filtrado pelos quatro tipos de filtros.

IV. ANÁLISE DE RESULTADOS

Foi escolhido para teste um sinal com muitos distúrbios e o mesmo foi filtrado com os quatro tipos de filtros apresentados neste trabalho. Quando comparados os sinais, na figura 2, resultantes do processo de filtragem, embora todos os filtros tenham conseguido deixar bem evidente o sinal do canto da ave, nota-se vantagem do filtro *Chebyshev* Invertido, pois o sinal está bem mais nítido. Ao analisar os espectrogramas, figura 3, nota-se que o filtro *Chebyshev* Invertido realmente conseguiu clarear mais o sinal, deixando permanecer no espectro uma faixa de frequência bem próxima aos limites máximo e mínimo definidos como parâmetro do filtro passa banda.

A ordem do filtro poderia ser alterada para que todos os filtros apresentassem um resultado mais homogêneo [5]. Para o sinal analisado do canto da Azulona, foram feitos testes definindo alguns parâmetros para os filtros, de tal forma que a resposta em frequência apresentasse, conforme [4]:

- Largura da banda de transição de no máximo 100 Hz;
- *Ripples* de 0.5 dB, na banda passante;
- *Ripples* na banda de rejeição em -80 dB.

Com estas definições, as ordens calculadas para os filtros *Butterworth*, *Chebyshev*, *Chebyshev* Invertido e Elíptico foram, respectivamente, 21, 15, 12 e 9. Nota-se neste caso um melhor desempenho do filtro Elíptico, entretanto o filtro *Chebyshev* Invertido tem vantagem de apresentar a banda de passagem plana e a ordem não apresenta grande diferença em relação ao filtro Elíptico.

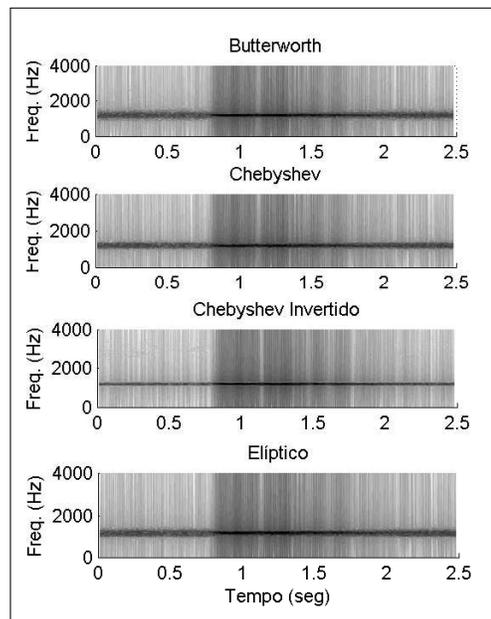


Fig. 3. Espectrograma do canto de uma Azulona filtrado pelos quatro tipos de filtros.

V. CONCLUSÕES

Neste trabalho foram testados quatro tipos de filtros que podem ser aplicados em sinais sonoros de aves. A aplicação de filtros é uma das primeiras etapas de um sistema de reconhecimento de padrões. Entretanto, para que a extração de características de reconhecimento tenha um bom desempenho, é preciso que o sinal esteja o mais livre de distúrbios possível.

Assim, com os testes realizados, conclui-se que, de maneira geral, qualquer um dos filtros poderia ser escolhido como padrão para a etapa de pré-processamento, pois todos conseguiram eliminar os distúrbios e atenuar o ruído fora da faixa de frequência da ave. No entanto, o filtro *Chebyshev* invertido apresentou levemente um melhor desempenho, conseguindo clarear mais o espectro do sinal.

Como continuidade deste trabalho, pretende-se investigar outras técnicas de pré-processamento existentes, como filtros adaptativos entre outros, contribuindo assim para que o sinal esteja livre de distúrbios e interferências, tornando mais precisa a extração de características.

REFERÊNCIAS

- [1] Correio do Brasil, "Bioacústica Identifica Novas Aves na Amazônia", 2011, <http://correiodobrasil.com.br/bioacustica-identifica-novas-aves-na-amazonia/152369/>.
- [2] D. H. Kil; F. B. Shin, "Pattern Recognition and Prediction with Applications to Signal Characterization", AIP Press, American Institute of Physics, 1996.
- [3] R. T. Pinheiro, "Conservação de Aves do Cerrado: Conhecimento e Perspectivas - O Caso do Tocantins", Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu - MG.
- [4] S. W. Smith, "The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing", San Diego: California Technical Publishing, 1999, pp. 268-269.
- [5] A. V. Oppenheim; R. W. Schaffer, "Discrete-Time Signal Processing - Second Edition", New Jersey, Prentice Hall, 1999.