

Estudo da viabilidade de representações tempo-frequência como ferramenta de extração de característica para classificação de padrões de desgaste da ferramenta no processo de fresamento

Luis Otávio de Angeles Dias

Pedro de Oliveira Conceição Junior

Universidade de São Paulo

luisotavio1906@usp.br

Objetivos

No contexto da atual indústria 4.0, que visa otimizar os processos de produção e a gestão inteligente de recursos, surge a demanda pelo desenvolvimento de ferramentas que auxiliem na tomada de decisões em tempo real. O monitoramento de processos industriais baseado em sensoriamento e a análise dos sinais destes sensores emergem como metodologias promissoras nesse setor.

Portanto, este estudo tem como objetivo investigar a viabilidade da aplicação das transformadas tempo-frequência, focando na distribuição de Wigner-Ville (WVD), para a extração de características a partir dos sinais acústicos emitidos pela fresa durante o processo de fresamento. O propósito final é empregar a WVD para identificar padrões de desgaste na ferramenta, permitindo a interpretação de sua condição atual e a previsão de sua vida útil.

Material e Métodos

O dataset utilizado para as análises foi obtido pelos experimentos de trabalhos anteriores (AGOGINO; GOEBEL, 2007; BASSO et al., 2022), consistindo num grupo de sinais obtidos pelo sensor de emissões acústicas de modelo WD 925, a uma taxa amostral de 100 kHz. Este

dataset possui quatro subdivisões, correspondentes às diferentes condições de experimento a que a ferramenta foi submetida, cada uma contendo os sinais da ferramenta operando após diferentes números de passada, no intuito de observar o seu desgaste. Estas condições estão mostradas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Condições de experimento

Caso	Profundidade do corte (mm)	Avanço (mm/rev)	Material da fresa
1	1,5	0,5	Ferro fundido
2	1,5	0,25	Aço
3	0,75	0,5	Aço
4	0,75	0,25	Ferro fundido

A partir deste dataset, realizou-se, no software de programação MATLAB, a WVD dos sinais, e o resultado foi plotado. A partir das imagens formadas, estudou-se os padrões do espectro de frequências para os diferentes números de passadas e a relação destes padrões com o desgaste da ferramenta foi visualmente interpretada.

Resultados

Considerando o trabalho realizado até o momento de elaboração deste documento, foram analisados os sinais do caso 1 para todos os números de passada da ferramenta disponíveis. Por motivos de simplicidade, não serão mostradas todas as imagens formadas pelo trabalho, mas apenas para a passada 1, com desgaste de flanco de 0 mm, o que corresponde ao estado de maior preservação da ferramenta, como mostrado na Figura 1 a seguir.

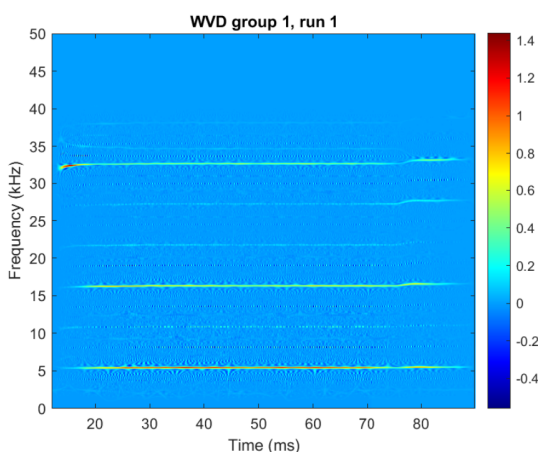


Figura 1: Distribuição Wigner-Ville de uma emissão acústica da fresa no caso 1, primeira passada

Na figura acima, as faixas destacadas na representação tempo-frequência do sinal representam as contribuições que cada faixa frequências possui no respectivo tempo, em ms, observado no eixo das abscissas. A coluna de cores à direita apresenta uma análise quantitativa da contribuição de cada frequência no espectro do sinal analisado.

Conclusões

Com o estudo dos resultados apresentados, é possível concluir que a imagem produzida pela WVD do sinal apresentou pouco ruído e grande facilidade de identificação e interpretação dos padrões de desgaste da peça, na medida que as bandas dos componentes em frequência do

sinal e o seu comportamento ao longo do tempo se encontram bem destacadas na Figura 1.

Desta forma, as conclusões sobre a condição da ferramenta geradas a partir da WVD são de grande confiabilidade e geram expectativas positivas quanto ao emprego da ferramenta para a tomada de decisão neste processo industrial, podendo ser estendida, em estudos futuros, para o monitoramento de outros processos industriais e, inclusive, de processos de outras áreas do conhecimento.

Reconhecimentos

Agradeço primeiramente à minha família, pois apenas com o seu apoio que tive a oportunidade de ingressar na universidade e realizar esta pesquisa. Agradeço também o auxílio e a orientação do professor Pedro de Oliveira Conceição Junior, e de todo o apoio emocional e científico prestado pelas minhas amizades durante o processo de pesquisa. Por fim, agradeço à instituição FAPESP pelo apoio financeiro à minha pesquisa com a bolsa de IC cedida ao processo de número 2023/02447-4.

Referências

- AGOGINO, A.; GOEBEL, K. Milling Data Set. NASA Prognostics Data Repository. BEST Lab, UC Berkeley, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA. 2007.
- Sarkar, Purna, and V Chilukuri. "Time-frequency analysis tool for Intelligent Condition Monitoring Diagnostics." 2022 International Conference for Advancement in Technology (ICONAT), 2022, <https://doi.org/10.1109/iconat53423.2022.9725824>.
- Shair, Ezreen Farina, et al. "Time-frequency distribution of SEMG pattern recognition in reducing limb position invariant." 2020 IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES), 2021, <https://doi.org/10.1109/iecbes48179.2021.9398820>.