



TÍTULO

Classificação de Parafusos e Rebites usando CNN's em Imagens Sintéticas geradas de Modelos CAD 3D

AUTORES

Raimundo Ricardo Matos da Cunha
Marcos Zacchi de Medeiros
Maurício Edgar Stivanello
Delcino Picinin Júnior

RESUMO

Esta pesquisa propôs uma metodologia de geração, com rotulagem por classe, de imagens sintéticas aumentadas, com finalidade de servir de base para o treinamento, validação e teste de modelos de redes neurais convolucionais (CNN).

Foi desenvolvida uma ferramenta computacional em Python, integrada ao 3D Blender®, que automatizou a geração e o aumento de dados das imagens sintéticas a partir de modelos 3D de parafusos e rebites, os quais foram importados e/ou modelados em sistema CAD 3D.

PALAVRAS-CHAVE

Aumento de dados, Dados sintéticos, Imageset, Redes neurais, Sistema CAD 3D

GRANDE ÁREA

ENGENHARIAS (30000009)

ÁREA

ENGENHARIA MECÂNICA (30500001)

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A classificação de objetos a partir de imagens é uma atividade que tem aplicação no meio industrial, com o uso de redes neurais convolucionais e técnicas modernas de aprendizagem profunda. As CNN 's são um conjunto de algoritmos inspirados nos neurônios do cérebro humano com a capacidade de reconhecer padrões em diferentes tipos de dados,

sejam imagens, vídeos, textos e sons. Essas redes podem ser treinadas de acordo com um objetivo para aprender a categorizar tipos de dados.

Este trabalho de desenvolvimento de uma extensão, chamada de addon no Blender™ 3D, teve o objetivo de gerar e automatizar o processo de geração de imagens sintéticas usando modelos CAD 3D. O objeto de aplicação foram parafusos e rebites, divididos em classes rotuladas conforme suas normas regulamentadoras correspondentes.

A dificuldade em obter imagens diversas de elementos de máquinas em quantidade suficiente e satisfatória para o treinamento dos modelos de IA, motivou a pesquisa, dando continuidade ao desenvolvimento e melhorias de uma extensão de software [1][2], com o objetivo de automatizar a geração de imagens.

METODOLOGIA

O método proposto consistiu no uso das imagens sintéticas geradas pelo addon, a partir dos modelos CAD 3D dos parafusos e rebites. Em seguida, as imagens foram processadas nas tarefas de treinamento, validação e testes dos algoritmos e modelos CNN's.

O programa Blender™ 3D serviu de ambiente de programação para o desenvolvimento do addon, usando sua biblioteca API de funções em Python. A instalação do addon no ambiente do Blender, o adiciona a um conjunto de abas que ficam à direita da interface padrão do programa. A interface do addon é um painel com vários menus, com opções de recursos e ferramentas para a configuração do resultado desejado.

Vários dos modelos CAD 3D, que serviram de base para a geração das imagens sintéticas, foram obtidos de catálogos digitais dos fabricantes.

Após a geração das imagens para treinamento, foi utilizada a biblioteca fast.ai para realizar o treinamento dos modelos.

Inicialmente, o treinamento dos modelos de classificação foi realizado nos rebites, e utilizou-se exclusivamente de imagens sintéticas. Em seguida, foi aplicado o modelo treinado em imagens reais para avaliar seu desempenho. Já no caso dos parafusos, foram realizados treinamentos em três grupos distintos de dados: um exclusivo de imagens sintéticas, um composto de imagens sintéticas e imagens reais, e um outro apenas com imagens reais. Optou-se por essa abordagem pois já existia um conjunto com um total de 271 imagens reais dos parafusos, divididas em 11 classes diferentes [3].

RESULTADOS

Com a aplicação da metodologia descrita, obteve-se resultados relacionados ao uso de imagens sintéticas de modelos CAD 3D de rebites e parafusos. O algoritmo utilizado reserva 20% das imagens fornecidas para a validação do aprendizado. Isso significa que, ao enviar 100 imagens, o treinamento da CNN será realizado com 80 imagens, enquanto as 20 restantes serão reservadas para a validação. Nas imagens fornecidas para o modelo de rebites, aplicando o modelo treinado nas imagens sintéticas, apresentou um erro de aproximadamente 2%, o que demonstra um desempenho muito bom. No entanto, como não se dispõe de fotos reais dos modelos de rebites, não foi possível realizar a etapa de testes. Ao aplicar a metodologia nos parafusos, observou-se um desempenho consideravelmente superior, com um erro inferior a 2% nas imagens sintéticas e uma acurácia superior a 80% nas imagens reais. Em outras palavras, o modelo treinado foi capaz de identificar e classificar com sucesso a grande maioria das imagens de parafusos disponíveis.

Para uma apresentação gráfica dos resultados de desempenho dos modelos validados, foi utilizado a matriz de confusão. Na matriz de confusão, as linhas representam as classes

reais, e as colunas representam as classes previstas pelo modelo. Os elementos da diagonal principal indicam o número de previsões corretas, enquanto os elementos fora da diagonal mostram as previsões incorretas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstrou que o desenvolvimento de um addon para o Blender, voltado para a geração de imagens sintéticas de modelos CAD 3D, é uma solução eficaz para o treinamento de modelos de CNN's na classificação de elementos de máquina. Os modelos apresentaram bom desempenho nesses primeiros experimentos, tanto em imagens sintéticas quanto reais.

Os resultados alcançados motivam a continuidade de pesquisas futuras, com vistas à validação e melhorias de desempenho dos modelos com um conjunto maior de imagens reais, e a expansão para outros tipos de elementos de máquina, tais como: porcas, pinos, arruelas, anéis de retenção, chavetas, e muitos outros utilizados no setor industrial em geral.

LINK DO VÍDEO

<https://youtu.be/pjh1h8ld5U>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]NUNES, Gabriel da S.; STIVANELLO, Maurício E.; JÚNIOR, Delcino P.; CUNHA, Raimundo R. M. da. Desenvolvimento de um Addon do Blender para Geração de Imagens Sintéticas a serem Utilizadas no Treinamento de Modelos de CNN's. Caderno de Resumos, SNCT Câmpus Florianópolis, vol. 6, 2024. ISSN Eletrônico: 2965-8772. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/snct-floripa-eventos-anteriores>. Acesso em: 23/08/2024.

[2]BORDIN, Iasmin A.. Desenvolvimento de uma Ferramenta Computacional para Geração e Organização de Dados Sintéticos Aumentados de Elementos de Máquina. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecatrônica) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

[3]VIEIRA, Letícia M.. Estudo sobre a Utilização de Imagens Sintéticas na Criação de Modelos de Classificação Empregando Redes Neurais Convolucionais. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecatrônica) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

AGRADECIMENTOS

A equipe do projeto agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, pelo apoio recebido, viabilizando a execução das atividades do projeto de pesquisa.