

GAN 기반의 비공기압 타이어 3D 디자인 생성

이현준, 박미예, 서채연, 장유진, 임애린
 (주)에이아이네트웍스
 e-mail:ai@aipchal.com

GAN-based non-pneumatic tire 3D design creation

Hyun-Jun Lee, Mi-Ye Park, Chae-Yeon Seo, Yu-Jin Jang, Ae-Rin Im
 AI Networks Co.,Ltd.

요약

본 논문에서는 generative adversarial network (GAN)을 이용한 비지도 학습을 통해 비공기압 타이어의 핵심 구조인 Spoke 디자인 생성 기법을 제안한다. 비공기압 타이어의 핵심 구조인 Spoke는 차량의 안정성에 영향을 미치며, 차량 바깥쪽에 노출되어 디자인 측면에서도 소비자의 구매 결정에 영향을 준다. 더불어 비공기압 타이어 Spoke 디자인은 정적인 공기압 타이어 디자인과 차별화되어 다양한 타이어 디자인을 적용할 수 있다. 현재 수집할 수 있는 비공기압 타이어 이미지 개수가 한정되어 있기 때문에 GAN의 한 종류인 StyleGAN2-ADA(Style Generative Adversarial Network2-Adaptive Discriminator Augmentation) 생성 모델을 이용하여 이미지를 다양한 방법으로 증강하여 비공기압 Spoke 디자인을 생성한다.

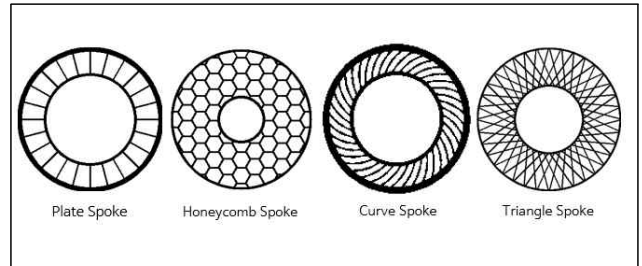
1. 서론

비공기압 타이어는 타이어 펑크에 의한 손상이 없으며, 폭발 요인과 이물질 관통 등에도 승차감을 유지하는 장점이 있다[3]. 이 기술은 현재 농기계, 지게차, 군용차량 등에 적용되고 있다. 비공기압 타이어의 중요한 구조 중 Spoke는 공기압 타이어의 공기압을 대신하는 역할을 하여 비공기압 타이어의 전반적인 성능을 결정짓는 주요 설계 요소이다[2]. GAN(Generative Adversarial Nets)은 비지도 학습을 통해 실제 데이터의 분포를 학습하여 유사한 데이터를 생성하는 모델이다. 본 연구의 최종 목표는 GAN(StyleGAN2-ADA) 알고리즘을 통해 비공기압 타이어 Spoke 디자인을 학습하고 새로운 디자인을 생성하는 시스템을 개발하는 것이다.

2. 본론

2.1 비공기압 타이어의 특징

비공기압 타이어 Spoke 디자인은 [그림 1]과 같은 디자인 특성을 갖는다. 해당 디자인의 설명은 [표 1]에 기술되어있다.



[그림 1] 비공기압 타이어 Spoke 디자인

[표 1] 비공기압 타이어 Spoke 디자인 특성

종류	특성
plate	일자형 기둥 형태의 구조, 수직강성을 이용하여 차중을 지탱함
honeycomb	곡선형 셀 구조, 부피대비 압축력에 강한 암모나이트 패턴
curve	6각형 셀 구조 수직응력, 전단응력 모두 유연함 셀의 내각을 변화시키며 무게를 분산함
triangle	삼각형 셀 구조 honeycomb Spoke와 특징 유사

2.2 데이터셋

현재 판매중인 비공기압 타이어 디자인 약 110장을 다양한 방법으로 수집하였으며, StyleGAN2-ADA 알고리즘에 맞게 256x256 크기로 변경 및 스케일을 조정하였다. 해당 데이터셋

은 그림 2와 같으며, 실제 산업에서 사용하는 다양한 Spoke 디자인을 이용하여 구성하였다.



[그림 2] 데이터셋

2.3 StyleGan2-ADA

적은 양의 데이터셋을 통해 GAN 모델을 학습하는 것은 discriminator의 overfitting 위험 등의 문제점이 있다[1]. 이전 DCGAN(Deep Convolutional Generative Adversarial Networks)과 같은 기존 알고리즘을 사용했을 때 이미지 화질 및 overfitting 등의 문제점이 발생하며, 학습이 되지 않는 문제가 발생하였다.[4] 이를 보완하기 위해 StyleGan2-ADA 모델을 선정했다. 해당 모델은 flip, 90도 회전, 병진이동, 스케일링, 임의 회전, 비율을 다르게 한 스케일링, 색상 변환, 이미지-스페이스 필터링, RGB noise 주기, 일부 잘라내기 등 다양한 증강 기법을 이용하여 데이터셋을 증강하여 학습하며, 화질 부분에서도 input 이미지 해상도와 유사한 수준으로 생성한다.

2.4 수행과정

학습은 NVIDIA GeForce GTX 3090 Ti GPU를 사용하여 총 14일간 수행하였으며 비공기압 타이어의 데이터를 학습한 모델이 없으므로 전이 학습 안 된 기본 모델로 진행하였다. 사용된 파라미터들은 다음 [표 2]에 정리하였다.

[표 2] 학습 파라미터

Parameters	Values
gamma	50.0
augpipe	bg
metrics	none
snap	4
initstrength	32.0

3. 결과 및 토의

알고리즘 수행 결과는 [그림 3]과 같다. 해당 이미지는 StyleGan2-ADA을 이용하여 두 가지 방식으로 생성하였다. 첫 번째 방식은 input 이미지를 입력하여 생성하였고, 두 번째

번째 방식은 scale을 바꿔가며 생성하였다. 두 방식 모두 원형이 다소 찌그러지는 형태를 제외하고는 3D 이미지로 다양한 Spoke의 모습을 확인할 수 있다. 또한, 우려하였던 이미지 해상도도 input 이미지와 유사한 수준으로 생성되었다.



[그림 3] 생성 이미지

4. 결론

본 논문은 기존 비공기압 타이어 디자인과 차별성 있는 새로운 디자인을 생성하기 위한 필요성에 의해 연구된 내용이다. 생성 알고리즘인 StyleGan2-ADA을 통해 새로운 비공기압 타이어를 생성하여 결과를 확인하였다. 생성된 이미지는 실제 비공기압 타이어와 비교하여 교차 검증이 필요하다. 향후 다양한 알고리즘 및 데이터 증강 기법을 사용하여 생성된 이미지와 비교하여 발전된 비공기압 타이어 디자인을 생성할 수 있을 것으로 기대되며, 해당 프로세스를 자동화(학습 및 결과 생성)함으로써 실제 사용할 수 있도록 개발예정이다.

사사

본 논문은 산업통상자원부 디자인혁신역량강화(2022) 사업의 지원으로 작성되었다. [20019083]

참고문헌

- [1] KARRAS, Tero, et al. Training generative adversarial networks with limited data. *Advances in neural information processing systems*, 2020, 33: 12104-12114.
- [2] 김기운, 박철우.(2019).비공기압 타이어의 기술동향, 문제점 및 해결방안 소개.오토저널,41(10),26-31.
- [3] 김경필, 남덕호, 김재식, 백건희, 서명원.(2020).원주형 스포크 비공기압 타이어의 정적 특성 평가 기법 개발.한국자동차공학회 춘계학술대회,(0),317-317.
- [4] ARJOVSKY, Martin; CHINTALA, Soumith; BOTTOU, Léon. Wasserstein generative adversarial networks. In: *International conference on machine learning*. PMLR, 2017. p. 214-223.