

치아 크라운 생성 시스템

최승호, 김준민

광운대학교, 한성대학교

jcn99250@naver.com, jmkim@hansung.ac.kr

Teeth Crown Generation System

Seoung-Ho Choi, Jun Min Kim

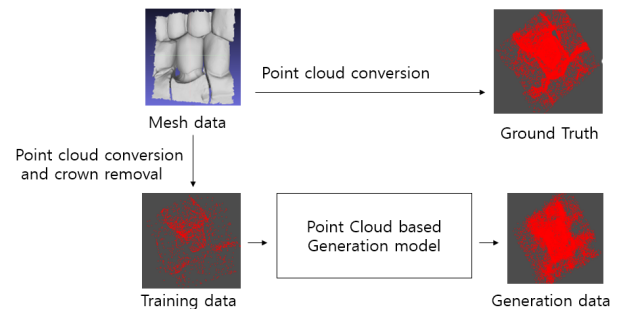
KwangWoon Univ. Hansung Univ

요약

치아가 손상을 입은 경우 치아의 강도를 보완하기 위해 크라운 시술을 한다. 크라운을 제작하는 과정에서 개인별 맞춤 크라운을 제작하는 것은 공수가 많이 소모된다. 또한 사람 별로 다른 치아의 형태의 모양을 가지고 있기 때문에 개인 맞춤 크라운을 만드는 것은 많은 노력과 기술이 소모된다. 이에 있어 본 논문에서는 기공사 분들이 치아 크라운 생성을 하는데 가이드라인을 제공하기 위한 치아 크라운 생성 시스템을 제안한다. 제안 방법은 포인트 클라우드 기반 환경에서 크라운이 자동적으로 생성되도록 제안하는 방법이다. 이를 검증하기 위해서 본 논문에서는 3가지 딥러닝 모델을 이용해서 검증을 했다. 검증 결과 포인트 클라우드 기반 크라운 이미지가 생성됨을 확인함에 따라서 실제 기공사 분들의 공수를 덜어 줄 수 있는 가이드 라인을 제공할 수 있음을 확인했다.

I. 서론

치아가 손상을 입은 경우 치아의 강도를 보완하기 위해 크라운 시술을 한다. 크라운을 제작하는 과정에서 개인별 맞춤 크라운을 제작하는 것은 공수가 많이 소모된다. 또한 사람 별로 다른 치아의 형태의 모양을 가지고 있기 때문에 개인 맞춤 크라운을 만드는 것은 많은 노력과 기술이 소모된다. 위 문제를 경감하고자 본 논문의 공헌도는 아래와 같다. 포인트 클라우드 기반 크라운 생성 시스템을 제안한다. 이를 검증하기 위해서 세 가지 방식의 모델을 사용해 검증한다.



II. 배경지식

데이터를 생성하는 딥 러닝 모델은 복셀 기반, 메쉬 기반, 그리고 포인트 클라우드 기반 3 가지의 큰 범주로 나뉜다. 대표적인 복셀 기반 모델로는 3D GAN 이 있으며, 메쉬 기반 모델로는 MeshNet, 포인트 클라우드 기반 딥 러닝 모델로는 Point Cloud GAN, PointNet++, 그리고 Progressive growing of points가 있다. Point GAN의 Generator에서는 거짓 Point cloud 데이터를 생성하고 Discriminator에서는 거짓 데이터와 참 데이터를 판별하며 학습을 진행한다.[1] 3D GAN은 압축된 Z latent vector에서 Voxel 기반으로 이미지를 생성한다.[2] MeshNet은 각 포인트에 대한 Mesh 정보를 입력으로 Mesh를 생성한다.[3] PointNet++은 요약된 Point 특징을 추출하고 추출된 특징을 기반으로 분류 및 세그멘테이션을 수행한다.[4] (e) Progressive growing of points는 계층적으로 포인트를 생성하며 각 단계를 거칠수록 더 정밀한 포인트를 생성한다.[5] 특히 포인트 클라우드 방식은 객체의 속성을 측정하는데 방해 받지 않는 방법으로 거리, 볼륨, 그리고 강도를 쉽게 계산할 수 있어 표면과 개체를 인식하고 식별하는데 편리하다. 또한 이미지를 여러 점들로 표현하므로 처리 속도가 향상되고 스캔 정렬에 수동으로 개입하지 않아도 된다는 장점이 있다. 따라서 크라운 생성에 포인트 클라우드 기반 모델을 사용한다.

그림 1. 제안한 치아 생성 시스템 구조

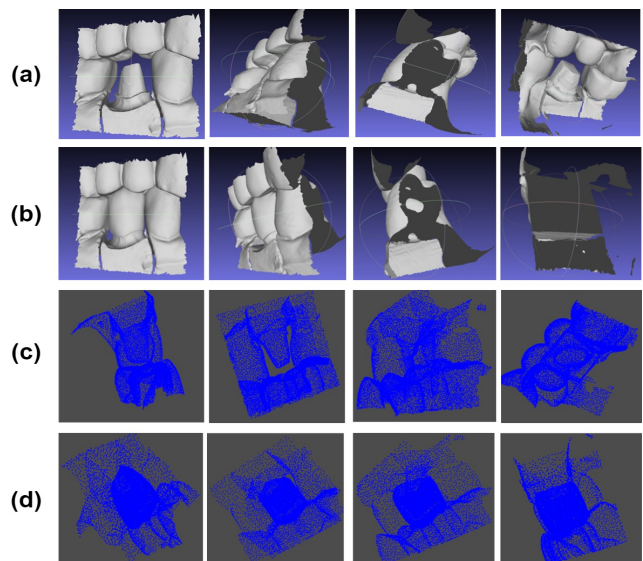


그림 2. 메쉬 데이터, (a) 수집한 훈련 데이터, (b) 수집한 정답 데이터, (c) 정제된 훈련 데이터, (d) 정제된 정답 데이터

III. 제안방법

그림 1은 치아 생성 시스템의 구조이다. Mesh 데이터에 Point cloud

conversion을 적용하여 Ground truth로, Point cloud conversion과 크라운 제거하여 Training data로 사용한다. Training data는 Point cloud 기반 생성모델에 입력되어 크라운 데이터를 생성하는데 사용된다. 그림 2는 수집한 치아 데이터와 학습을 위해 Point cloud conversion을 적용한 치아 데이터를 나타낸다.

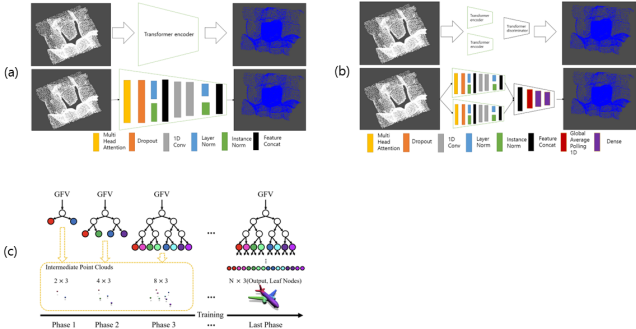


그림 3. 실험 모델. (a) Transformer, (b) Two Transformer, (c) Progressive growing of points

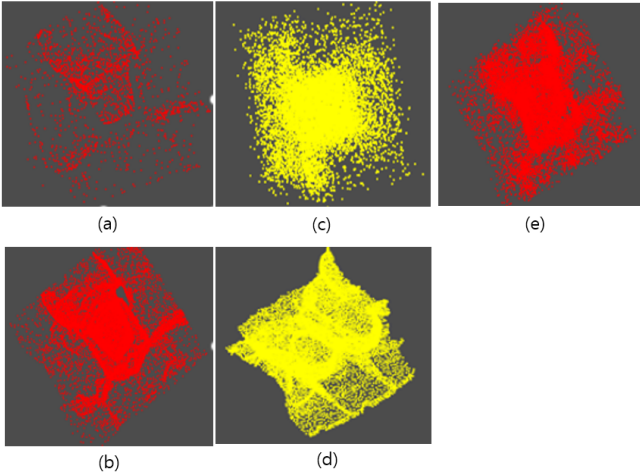


그림 4. 실험 결과, (a) Test data, (b) Ground truth, (c) Transformer, (d) Two Transformer, (e) Progressive growing of points

표 1. 다섯 개 샘플에 대한 테스트 데이터 성능 평가

Measure	Average
RMSE	0.2838
Recall	0.62478
Precision	0.494

그림 3은 크라운 생성에 사용한 3 가지 크라운 생성 모델을 나타낸다. (a)는 1개의 Encoder로 구성된다. Encoder는 MultiHeadAttention, Dropout, LayerNormalization, InstanceNormalization, 그리고 Feature concat layer로 구성된다. (b)는 2개의 Encoder와 1개의 Discriminator로 구성된다. Encoder는 (a)와 동일한 구조이며, Discriminator는 GlobalAveragePooling1D, Dropout, 그리고 Dense 레이어로 구성된다. (c)는 Progressive growing of points 모델이다. 부모 노드에서 하위 노드로 이동하며 포인트가 생성되는 Tree 기반 네트워크를 사용하여 점진적으로 학습하는 방식이다. 그림 4는 3가지 모델의 크라운 생성 결과를 나타낸다. Progressive growing of points 구조를 사용한 모델이 실제 정답 데이터와

가장 유사한 크라운 데이터를 생성함을 확인할 수 있다. 이는 큰 틀을 유지하며 상태를 점차 고해상도로 구체화 시키는 트리구조 학습기반 점진적 학습방법이 치아의 특징을 반영하기 때문으로 추측된다.

표 1은 Progressive growing of points 구조를 사용하여 5개 테스트 데이터의 샘플에 대해 RMSE (Root Mean Square Deviation), Recall, 그리고 precision의 평균을 계산한 결과이다. 아직 생성된 결과가 실제 치아 형태의 정답과 차이가 발생하는 것을 정량적으로 확인할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 크라운 생성 시스템을 제안했다. 그 결과 제안 한 치아 생성 시스템이 크라운 데이터와 유사한 형태를 생성함을 확인했다. 이를 통해 가공사분들의 제작에 가이드라인을 제공함으로써 공수를 경감할 수 있음을 확인했다.

추후에는 치아의 전체 혹은 부분 이미지에서 원하는 치아의 포인트를 입력함에 따라 해당 포인트를 반영한 포인트 클라우드를 생성하고자 한다. 또한 포인트 생성 정밀도가 개선된 새로운 구조를 연구하여 전체 외형과 세부적인 형태를 반영하도록 개선하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] J. Wu, C. Zhang, T. Xue, W. T. Freeman, and J. B. Tenenbaum, "Learning a Probabilistic Latent Space of Object Shapes via 3D Generative-Adversarial Modeling", *NeurIPS*, 2016.
- [2] Y. Feng, Y. Feng, H. You, X. Zhao, and Y. Gao, "MeshNet : Mesh Neural Network for 3D Shape Representation", *AAAI*, 2019.
- [3] C.-L. Li, M. Zaheer, Y. Zhang, B. Poczos, and R. Salakhutdinov, "Point Cloud GAN", *arXiv:181005795v1*, 2018.
- [4] Charles R. Qi, Li Yi, Hao Su, and Leonidas J. Guibas, "PointNet++: Deep Hierarchical Feature Learning on Point Sets in a Metric Space", *arXiv:1706.02413*, 2017.
- [5] H. Son and Y. M. Kim, "Progressive Growing of Points with Tree-structured Generators," *BMVC* 2021.
- [6] Z. Huang, Y. Yu, J. Xu, and X. Le, "PF-Net: Point Fractal Network for 3D Point Cloud Completion," *arXiv:2003.00410*, 2020.