

# Automatic Slicing and 3D Printing of Real-sized Mannequins Using Bounding Boxes and Human Feature Points 바운딩박스과 인체특징점을 이용한 대형 마네킨의 자동분할 3D 프린팅

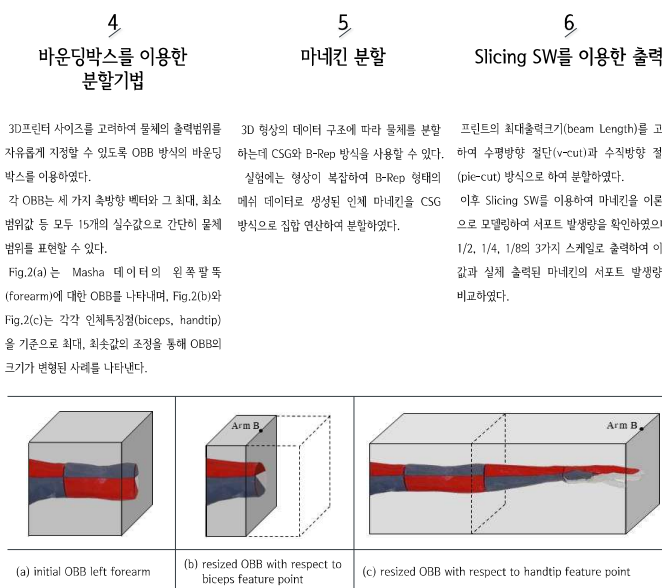
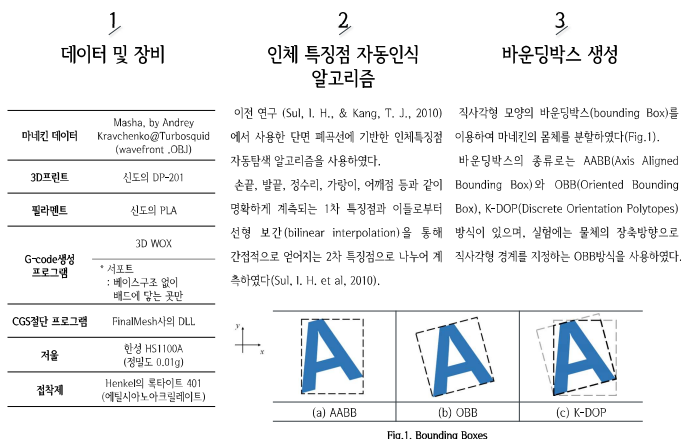
정진영, 지선구\*, 김수진, 한수민, 김해수, 설인환  
\*금오공과대학교 IT융합학과, 금오공과대학교 소재디자인공학과

## INTRODUCTION

FDM방식을 비롯한 3D프린팅은 기존의 금형 제작 공정에 비해 시제품 제작에 있어서 생산 공정과 시간, 비용이 상대적으로 절감된 것이 장점이지만, 출력 시간이 길고 돌출부, 즉 오버행(overhang) 구조의 경우 불필요한 서포트 구조가 발생하는 것이 단점이다. 이들 서포트구조로 인해 필라멘트가 불필요하게 낭비되며, 제품 표면이 매끄럽지 않은 일인이 되어 후처리 과정을 거쳐야 한다. 또한 현행 FDM방식의 3D프린팅은 출력물의 크기가 프린터 사이즈에 의해 제한되어 대형 물체의 경우 미리 분할하는 작업을 거쳐야 한다. 3D형상의 물체를 분할하는 방법 중 무한한 평면으로 물체를 계층적으로 자르는 방식이 있는데 이는 발가락 끝과 같이 의도치 않은 부분을 자를 가능성이 있으며, 연관성이 과다하다는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 프린터 출력 크기를 고려하되, 인체 특징점을 기준으로 하여 실제 인체 크기의 대형 마네킨 데이터를 자동 분할 및 3D프린팅 할 수 있도록 바운딩박스를 이용하여 마네킨을 분할하였다. 또한 분할에 있어서는 B-Rep 형태의 메쉬 데이터를 CSG 방식으로 집합 연산을 통해 수행하는 하이브리드 기법을 사용하였다. 수평방향(v-cut)과 수직방향(pie-cut)으로 마네킨을 분할한 후, G-code형성(slicing) SW를 통해 이론적으로 1/2, 1/4, 1/8의 3가지 스케일로 출력데이터를 형성하고 이때의 서포트 양을 측정하였다.

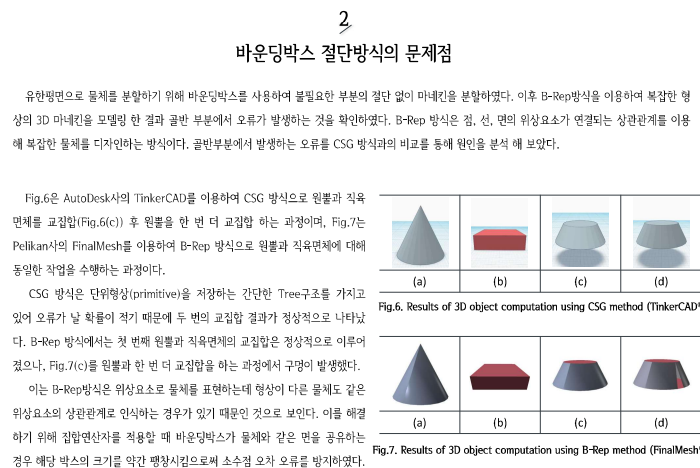
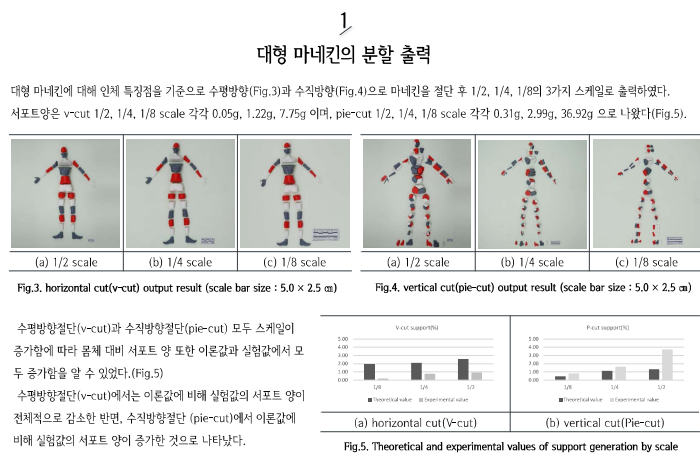
## EXPERIMENTAL



## Acknowledgement

이 연구는 한국연구재단 일반연구지원에 의하여 지원된 논문임(NRF-2019R1F1A104088312).

## RESULTS & DISCUSSION



## CONCLUSION

3D 인체 형상 대형 마네킨은 프린트 출력 크기(beam Length)의 제한으로 물체를 분할하여 출력하는 방식을 사용해야 한다. 물체를 무한한 평면으로 자르게 되면 의도치 않은 부분을 자를 가능성이 있으므로, 바운딩박스를 사용하여 출력할 물체를 선택적으로 추출하도록 하였다. 바운딩박스 중에서 특히 OBB를 사용하여 15개의 실수값으로 출력범위를 간단하게 지정하고, 박스의 수정도 자유롭게 할 수 있도록 하였다. 또한 B-Rep형태의 메쉬 데이터를 CSG 방식으로 집합연산하여 마네킨을 분할하였으며, 1/2, 1/4, 1/8 스케일에 대해 수평방향(v-cut)과 수직방향(pie-cut)으로 각각 출력하여 서포트양을 비교해 본 결과 수평방향(v-cut)과 수직방향(pie-cut) 모두 스케일이 증가함에 따라 물체 대비 서포트의 양이 증가하는 경향을 보였다.

B-Rep 형태의 메쉬 데이터를 사용하는 마네킨을 인체 특징점에 따라 분할하는 과정에서 마네킨 골반 부분에서 오류가 발생하였다. 이는 B-Rep 방식으로 점, 선, 면의 위상요소를 이용하여 물체를 디자인할 때 형상이 다른 물체라도 같은 위상요소의 상관관계로 인식할 가능성이 있기 때문인 것으로 판단된다.

따라서 본 실험에서는 인체특징점을 기준으로 바운딩박스를 이용하여 대형 마네킨을 자동분할 하였으며, 이를 수평방향(v-cut)과 수직방향(pie-cut)으로 분할하여 1/2, 1/4, 1/8의 3가지 스케일로 출력하여 스케일이 증가함에 따라 서포트의 양 또한 증가함을 알 수 있었다. 향후 이러한 인체 특징점을 이용하여 모션 데이터 및 뼈대값(skin weight)을 부여하고 메쉬의 자유변형(free form deformation; FFD)을 통해 포즈변화가 가능한 마네킨 제작에 응용 가능할 것으로 보인다.

## REFERENCES

1. Sun, L., & Zhao, L. (2017). Envisioning the era of 3D printing: a conceptual model for the fashion industry. Fashion and Textiles, 4(1), 25.
2. Ngo, T. D., Kashani, A., Imbalzano, G., Nguyen, K. T., & Hui, D. (2018). Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. Composites Part B: Engineering, 143, 172-196.
3. Nicholson, M. (2016). QChopper-Segmentation of Large Surface Meshes for 3D Printing (Doctoral dissertation).
4. Sul, I. H., & Kang, T. J. (2010). Regeneration of 3D body scan data using semi-implicit particle-based method. International Journal of Clothing Science and Technology.
5. In Hwan Sul, Hyun Sook Han, Yun Ja Nam, and Chang Kyu Park. (2010). Interactive 3D Pattern Design Using Real-time Pattern Deformation and Relative Human Body Coordinate System, The Society of Fashion and Textile Industry, 12(5), 582-590.
6. Luo, L., et al. (2012). "Chopper: partitioning models into 3D-printable parts." ACM Transactions on Graphics (TOG) 31(6): 1-9.
7. Hye Eun Kim. (2015). The research into the changes of fashion industry according to the development of 3D printing technology. Journal of The Korean Society of Fashion Design, 15(4), 17-33.