마칭큐브 알고리즘을 이용한 3D 프린터 출력물을 위한 모델링 기법

최순혁*, 채도원*, 민가영*, 김영균*, 류관희*
*충북대학교 소프트웨어학과
e-mail:tomatody@chungbuk.ac.kr

A modeling method for 3D printing object using marching cubes algorithm

Sun-Hyeok Choi*, Do-Won Chae*, Ga-Yeong Min*, Young-Gyun Kim*, Kwan-Hee Yoo*
*Dept of Computer Science, Chungbuk National University

요 약

최근 3D 프린터에 대한 관심이 커지고 있다. 3D 프린팅을 위해서 전용 소프트웨어를 이용하여 설계 파일을 생성하고 출력하지만, 각 3D 프린트마다 지원하는 파일 형식이 다르고, 특정 데이터 파일 형식을 변환할 때에는 별도의 프로그램이 필요하기 때문에 많은 시간과 노력이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 일련의 복잡한 과정을 개선하기 위해 입력 파일을 각 3D 프린터가 지원하는 파일 형태로 손쉽게 변환하여 출력할 수 있는 모델링 기법을 제안한다.

1. 서론

최근에 들어 적층 제조나 다양한 조립 기술 분야에서 많은 발전이 이루어져 현재 3D 프린팅 기술까지 도달하였다. 특정 물체 및 구조물의 모델링 및 설계부터 실제 제작까지, 기존의 제조 방식과는 상대적으로 적은 비용이 들기 때문에 3D 프린팅 기술이 사용되고 있다[1]. 이 기술은 layer by layer 방식으로 원자재를 쌓아 올리기 때문에 출력하고자 하는 물체가 복잡한 형태의 물체도 출력 가능하다[2]. 그러므로 일반 플라스틱 제품이나 항공/우주, 건축, 의료, 자동차, 음식 등 많은 분야에서 폭 넓게 사용되고 있다.

본 논문에서 마칭큐브(Marching Cubes) 알고리즘[3]을 이용하여 입력 데이터를 오브젝트 파일로 모델링한 후 FDM 방식을 이용하는 단일 노즐 필라멘트 3D 프린터가 지원하는 파일로 변환한 후 최종적으로 출력까지 마치는 기법을 소개하고자 한다.

2. FDM 방식의 필라멘트 3D 프린터

열가소성수지(Thermoplastic resin)를 노즐 안에서 녹여 압출기를 통해 내보내는 방식인 FDM(Fused Deposition Modeling)방식의 3D 프린터[1]는 잉크젯, 멀티젯 등 다양한 방식의 3D 프린터와는 하드웨어 구조와 출력 방식이 상대적으로 단순하기 때문에 장비의 가격이 싸고, 유지보수 비용이 낮아 보편적으로 사용되고 있다.

그러나 출력 시 출력물의 균형을 잡아 줄 지지대(Support)가 필요하고, 때에 따라서 바닥 지지대(Raft)가 필요하며, 노즐이 출력물의 모든 면을 따라가며 층층이 쌓아가는 방식이기 때문에 조형 속도가 매우 느린 편이다.

재료는 제거가 어려운 소재를 사용할 경우 지지대 제거 작업에서 출력물에 손상이 발생할 수 있으므로 지지대 제거가 쉬운 소재를 사용한다.

본 논문에서 언급하는 3D 프린터는 저가형 제품으로, 지지대 재료를 따로 구비하지 않기 때문에, 고가형 제품들처럼 지지대를 용매에 녹이는 작업이 불가능하고, 사용자가 직접 떼어내야 한다. 다음 그림 1처럼 출력물의 용질(지지대)을 용매에 용해시키므로 간단한 제거가 가능하다. 그러나 저가의 단일노즐 3D 프린터는 지지대를 직접 떼어내야 한다는 불편함이 있다.

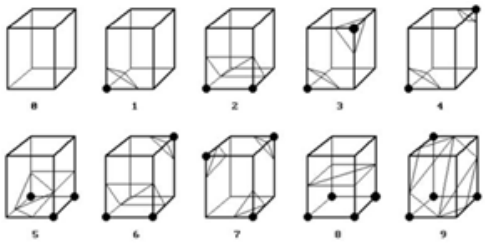
(그림 1) 지지대를 용해한 결과[4]

3. 마칭큐브 알고리즘

마칭큐브 알고리즘은 볼륨데이터로부터 삼각형 집합(Triangle set)형식의 등가면(Isosurface)을 동적 생성하여 오브젝트 데이터를 추출해 내는 기법이며, 의료, 3D 프린

팅에서의 슬라이싱 등 많은 분야에서 활용되고 있다.

마칭큐브 알고리즘은 기존의 기법보다 점점 더 발전하고 있다. 기존의 마칭큐브 기법의 결과물은 서로 연결되지 않은 삼각형 집합으로 이루어져 있기 때문에 중복된 정점들의 개수가 매우 많고, 삼각형의 연결정보가 필요한 고급 렌더링 기법을 사용할 수 없다는 등의 단점이 있었지만, 현재는 이를 개선하기 위해 같은 좌표의 정점들을 묶어 삼각형들을 연결하는(Welding) 후처리 과정을 추가하는 등 많은 기법들이 합쳐져 더 나은 알고리즘이 되고 있다 [5].

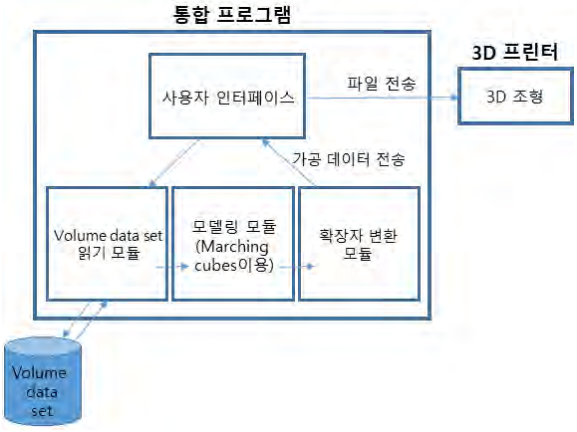


(그림 2) 마칭큐브 알고리즘 수행 과정[6]

그림 2는 볼륨데이터를 받아 마칭큐브 알고리즘을 이용하여 삼각형 집합 형식의 등가면을 동적 생성하여 실제 오브젝트 데이터로 형상화 하는 과정의 일부를 나타낸다.

본 알고리즘을 이용하여 통합 프로그램 내에서 인체 모델링 볼륨데이터를 오브젝트 데이터로 추출해낸 후 3D 프린터가 지원하는 확장자로 변환하여 최종적으로 출력을 마친다.

4. 제안기법



(그림 3) 제안한 시스템 구성도

그림 3은 데이터의 이동방향 및 상호관계에 관한 시스템 구성도를 나타낸다. 처음에 볼륨데이터를 통합 프로그램에서 불러내 내장된 마칭큐브 기법을 이용하여 오브젝트 데이터를 생성한 후 확장자를 변환 및 저장하여 최종적으로 출력 가능한 파일을 3D 프린터의 프로그램으로 보내 출력을 수행한다. 상세 절차는 다음과 같다.

단계 1. 3D 모델링 Volume data set을 읽어온다.
단계 2. Marching cubes 알고리즘을 이용하여 Triangle Mesh 형태로 모델링한다.
단계 3. 모델링 결과를 3D 프린터로 출력하기 위해 STL 파일 포맷으로 변환한다.
단계 4. 3D 프린터로 출력한다.

(절차) 마칭 큐브를 이용한 3D 프린팅 과정

a) 라프트 조형 b)지지대와 물체 조형 c)최종 출력 결과

(그림 4) 프린트 과정

그림 4는 3D 프린터의 조형 과정을 보여준다. 가장 먼저 기반 지지대를 설치하고(a), 그 위에 출력하고자 하는 물체와 지지대를 함께 조형한다(b). 마지막으로 출력을 마치고 지지대들을 모두 제거한다(c).

5. 결론

본 논문에서는 통합 프로그램에서 마칭큐브 기법을 이용하여 오브젝트 데이터 생성 후 확장자를 변환하여 단일노즐 FDM 방식의 저가형 3D 프린터에 해당 파일을 전송해 최종 출력하는 과정을 살펴보았다. 결과적으로 기존의 별도의 프로그램을 통해 볼륨파일을 변환하고, 이 데이터 파일을 3D 프린터에서 직접 열어 출력하는 작업 방식과는 다르게 작업과정을 간소화 시켜 변환부터 출력까지 수행속도가 향상되었음을 알 수 있다.

향후에는 마칭큐브를 통해 볼륨데이터를 가공할 때, 특정 3D 프린터에서 출력하기에 가장 최적화된 모델로 만들기 위해 불필요한 메쉬를 줄여 출력 속도를 단축시킬 수 있는 방법을 연구할 것이다.

Acknowledgement

본 논문은 교육부가 지원하고 충북대학교가 수행하는 지역선도대학육성사업의 지원을 받아서 수행되었습니다.

참고문헌

[1] 한소희, 홍성익, 김남수, 김성석 “대상의 특징에 기반한 3D 프린터용 3D 모델 생성” 한국정보기술학회논문지, 12(5), pp149-156, 2014.

[2] 문용재, 서상하, 김부안, 최영민 “단일노즐 3D 프린터의 모델링에 관한 연구” 한국정밀공학회 학술발표대회 논문집, pp114-115, 2014.10.

[3] marchingCubes - Marching Cubes Isosurfaces, http://docs.nvidia.com/cuda/cuda-samples/index.html#marching-cubes-isosurfaces, 2017.02.

[4] Water Soluble Infinity Filament Unveiled by 3D Systems, http://3dprintboard.com/showthread.php?14415-Water-Soluble-Infinity-Filament-Unveiled-by-3D-Systems, 2015.07.

[5] 김현준, 김도훈, 김민호 "메쉬 기반 마칭큐브" 한국컴퓨터그래픽스학회 학술대회, pp119-120, 2016.07.

[6] Rendering Techniques (Basic Computer Graphics) Part 4, http://what-when-how.com/computer-graphics-and-geometric-modeling/rendering-techniques-basic-computer-graphics-part-4/, 2015.06.