

벡터 프로세싱 기반의 3차원 그래픽 지오메트리 프로세서 설계

*이정우, 김기철

서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부

e-mail : jjung80@uos.ac.kr, kkim@uos.ac.kr

A Design of Vector Processing Based 3D Graphics Geometry Processor

*Jungwoo Lee, Kichul Kim

Department of Electrical & Computer Engineering

University of Seoul

Abstract

This paper presents a design of 3D Graphics Geometry processor. A geometry processor needs to cope with a large amount of computation and consists of transformation processor and lighting processor. To deal with the huge computation, a vector processing structure based on pipeline chaining is proposed. The proposed geometry processor performs 4.3M vertices/sec at 100MHz using 11 floating-point units.

I. 서론

최근 PDA, Mobile Phone과 같은 휴대 정보기기의 수요가 급증하고 있다. 이러한 추세 속에 휴대 단말기에서 서비스되는 3차원 그래픽 콘텐츠들이 늘어나고, 이에 관련된 연구들이 활발히 진행되고 있다. 3차원 그래픽 처리를 위해서는 많은 양의 데이터를 처리해야 하며, 그 연산과정 또한 복잡하다. 따라서 CPU만으로 이를 처리하기에는 큰 부담이 되므로 이를 해결하기 위해 3D 그래픽 가속기가 등장하였다.

3D 그래픽 가속기에서 동작하는 그래픽 처리 과정은 지오메트리 단계와 래스터라이저 단계로 나뉘며,

지오메트리 단계는 다시 트랜스포메이션 과정과 라이팅 과정으로 나누어진다.[1] 특히 많은 연산량 처리와 이동통신 단말기용이라는 제약 조건을 극복하기 위해서는 저전력, 고성능 그리고 작은 면적을 가져야 된다.

본 논문에서는 지오메트리 단계에서의 많은 연산량을 처리하기 위해 벡터 프로세싱을 기반으로 하는 파이프라인 체이닝 구조로 프로세서를 설계하였다.

II. 본론

2.1 3차원 그래픽 처리 과정

3차원 그래픽 렌더링 처리 과정은 크게 어플리케이션 단계, 지오메트리 단계, 래스터라이저 단계로 나뉘며 그림 1과 같다.

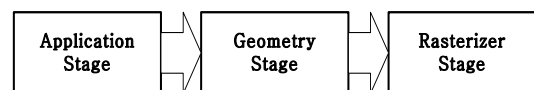


그림 1. 3차원 그래픽 처리 과정

어플리케이션 단계는 그래픽 처리되어질 기하 구조를 지오메트리 단계로 넘겨주는 역할을 주로 하며, 소프트웨어로 실행되기 때문에 개발자는 이 단계에서 일어나는 모든 것들을 완전하게 통제할 수 있다.

지오메트리 단계는 크게 정점의 위치와 방향을 결정해 주는 트랜스포메이션 과정과 정점의 색상을 계산하는 라이팅 과정으로 나뉘며, 모델의 정점들과 법선 벡

터들을 변환하고 정점들의 색상을 구하는 단계이다.

래스터라이저 단계에서는 모든 기하 요소들이 원도우상의 픽셀들로 변환된다. 또한 텍스처와 연관된 기하 요소들은 해당 텍스처와 함께 렌더링 되어진다.

2.2 트랜스포메이션 과정

트랜스포메이션 과정은 크게 모델 변환과 시야 변환, 투영, 클리핑, 화면 매핑 등으로 나눌 수 있고, 이들의 처리 순서는 그림 2에 나타나 있다.

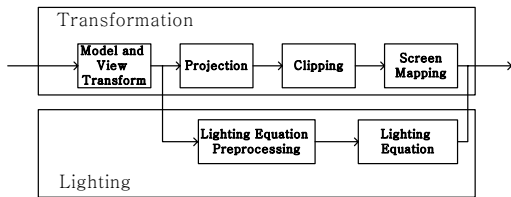


그림 2. 3차원 그래픽 지오메트리 과정

모델 변환은 고유 모델 공간의 모델을 월드 공간으로 옮기는 변환이며, 시야 변환은 모델들을 카메라 공간 또는 시야 공간으로 옮기는 변환이다. 모델 변환과 시야 변환은 평행이동 행렬, 회전 행렬, 크기 조정 행렬, 쉬어 행렬 등으로 구성된다. 모델 변환과 시야 변환을 구성하는 일련의 행렬들은 계산의 효율을 높이기 위해 하나로 결합되어 계산된다. 투영에는 직교 투영 방법과 원근 투영 방법이 있다. 클리핑은 시야 영역에 포함되는 기하 요소들만을 전달하기 위해, 시야 영역에 벗어난 기하 요소들을 제거하는 과정이다. 화면 매핑은 3차원의 데이터들을 래스터라이저 단계로 넘겨주기 위해 2차원의 원도우 좌표계로 변환하는 과정이다.

2.3 라이팅 과정

라이팅 과정은 조명 처리식의 선처리 부분과 조명 처리식으로 나눌 수 있다. 조명 처리식의 선처리 부분에서는 조명 처리식에서 사용되는 여러 매개 변수들과 상수들의 값을 미리 구한다. 조명 처리식은 조명 처리식의 선처리 부분에서 구한 값들의 수식 관계로부터 정점들의 색상을 결정한다.

III. 구현

설계된 프로세서의 구조는 벡터 프로세싱 구조로 파이프라인 체이닝 방식을 이용하여 3차원 그래픽 처리 과정과 같이 막대한 양의 연산을 효율적으로 처리할 수 있는 구조이다. 파이프라인 체이닝의 장점은 각 연산기가 연결되어 파이프라인을 구성하므로 연산기의 효율을 높일 수 있으며, 벡터 프로세싱을 사용하는 프

로세서는 스칼라 프로세싱을 사용하는 프로세서에 비해 훨씬 적은 명령들을 패치하고 복호한다는 점이다.

그림 3은 벡터 프로세싱 기반의 파이프라인 체이닝 구조를 가진 지오메트리 프로세서의 구조를 보여주고 있다. 설계되어진 3차원 그래픽 기하 프로세서는 최적의 벡터 프로세싱 구조를 위해 최소한의 레지스터와 연산기 수, 버스 폭등의 자원을 계산하여 결정하였고,[3] 이를 VHDL로 설계하였다.

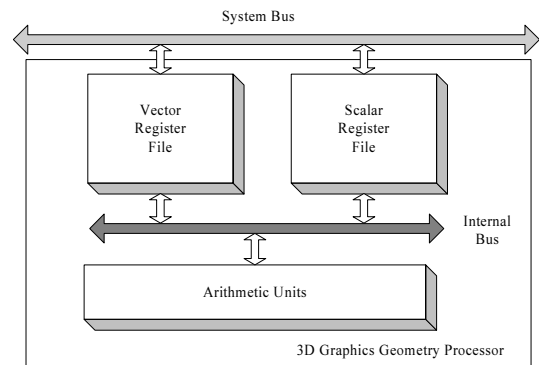


그림 3. 지오메트리 프로세서의 구조

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 제안한 3차원 그래픽 지오메트리 프로세서는 16개의 정점을 한 단위로 처리할 때 총 370 사이클이 걸리는 것으로 확인되었다. 즉, 100MHz의 동작 주파수에서 4.3M vertices/sec의 속도로 고성능의 동작을 한다. 또한 본 논문에서 설계한 휴대단말기용 3차원 그래픽 지오메트리 프로세서는 임베디드 시스템에서 널리 사용되는 3차원 그래픽 API인 OpenGL ES와 호환 가능하도록 설계함으로써 휴대단말기에 쉽게 탑재 가능하다. 따라서 설계된 구조는 휴대단말기용 3D 그래픽 가속기에 효율적으로 사용될 것으로 예상된다.

감사의 글 : 본 논문은 한국전자통신연구원 SoC산업진흥센터의 부분지원과 2006년도 서울시 산학연 협력사업의 “나노IP/SoC 설계기술혁신사업단”의 부분지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

- [1] Tomas Akenine-moller, Eric Haines, "REAL-TIME RENDERING", 2002
- [2] Kai Hwang, Faye A. Briggs, "COMPUTER ARCHITECTURE AND PARALLEL PROCESSING", 1984
- [3] Israel Koren, "Computer Arithmetic Algorithms", A K PETERS, 2002.