

모바일 GPU 기반 증강현실 객체 인식 고속화

백아람 이강운 최해철

한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과

aram98123@naver.com kkawoons@naver.com choihc@hanbat.ac.kr

Moible GPU based Speed-up Method for Augmented Reality Object Recognition System

Baek, A-Ram Lee, Kang-Woon Choi, Hae-Chul

Hatbat National University, Graduate School of Information and Communications Multimedia Engineering

요약

모바일에서의 증강현실(Augmented Reality :AR) 어플리케이션은 디바이스의 구조상 많은 제약사항이 있기 때문에 데스크탑 환경에 비교하여 접근성이 낮다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 다양한 방법의 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 모바일 기기의 처리량을 줄이기 위해 프로그래밍 가능한 GPU(Graphic Processing Unit)를 이용, 영상처리 알고리즘을 병렬로 처리하고 고속화하여 모바일 AR 어플리케이션의 접근성을 높이는 비마커(Markerless)기반 객체 인식 시스템을 구현한다.

1. 서론

영상처리 알고리즘은 데이터의 양이 많아 처리량이 낮은 임베디드 CPU를 사용하는 모바일 기기에서 고속으로 처리하는데 한계가 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해 프로그래밍이 가능한 GPU를 탑재한 모바일 기기에서 데이터를 병렬로 처리함으로써 영상처리 알고리즘의 고속화가 가능하게 되었다. 모바일 환경에서 AR 어플리케이션을 설계함에 있어서 기기의 성능과 응용 목적을 고려하여 최적화하는 것이 중요하기 때문에 AR에서 많은 처리량을 차지하는 객체 인식 부분을 고속화 하는 것이 가능하다.

본 논문에서는 모바일 환경을 고려하여 AR 객체 인식 시스템을 CPU와 GPU 처리 부분으로 나누어 구현 하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 기존 모바일 GPU에서의 영상처리 알고리즘 처리 방법에 대해 설명하고, 3절에서는 구현한 시스템의 구조에 대해 설명한다. 4절에서는 실험결과를 보여주고, 5절에서 결론을 맺는다.

2. 기존 GPU를 이용한 영상처리 방법

GPU 프로그래밍의 반복문을 처리하기 위해서는 GLSL(OpenGL Shading Language)을 사용하여 픽셀(Pixel) 당 반복문을 처리해야 한다. 이런 작업을 하기 위해서는 전체 화면에 데이터 크기만큼의 사각형과 OpenGL의 뷰(View)설정을 데이터 크기와 동일하게 설정하여 픽셀과 텍셀(Texture Element)이 일대일 사상이 되도록 하여야 한다. GLSL을 이용하여 픽셀과 텍셀을 일대일 사상을 하는 단계인 정점 셰이더(Vertex Shader)와 다시 일대일 사상을 좌표를 픽셀로 처리하는 단편 셰이더(Fragment Shader)를 프로그래머 임의대로 수정할 수 있다. 실제 연산은 단편 셰이더에서 이루어지는데, 이러한 병렬처리의 단점은 단 한번의 단계만 처리가 이루어지는 것이다. 보통의 영상처리 알고리즘은 여러 단계를 거쳐 완성되지만, 위와 같은 방법은 한번 연산된 결과가 화면에 바로 출력되게 된다. 이런 단점을 해결하기 위해 기존 그래픽 파이프라인에 따라 프레임 버퍼(Frame Buffer)에 저장된 결

과를 다시 텍스처 메모리로 가져와 다음 단계의 연산을 처리하는 방법이 있고, 시스템 버스를 이용하여 주 메모리로 이동하고 다시 텍스처 메모리로 옮겨 계산하는 방법이 있다. 하지만 두 방법 모두 데이터가 시스템 버스를 통하기 때문에 처리 속도가 느리다는 단점이 있다.

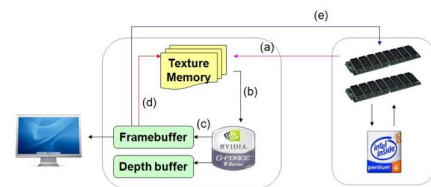


그림 1. GPU와 GPU간의 데이터 흐름. (a) CPU에서 GPU로 데이터 이동, (b) GPU에서의 메모리 접근, (c) 결과 저장, (d) 결과를 GPU 메모리로 이동, (e) 결과를 CPU로 이동

이러한 단점을 해결하고 영상처리 알고리즘을 효과적으로 처리하기 위해 제안된 방법이 OpenGL의 프레임 버퍼 오브젝트(Frame Buffer Object)를 사용하는 것이다. 프레임 버퍼 오브젝트는 GLSL을 통해 계산한 결과를 GPU 텍스처 메모리에 기존 데이터 크기와 동일한 영역을 만들어 저장하고 다음 알고리즘 단계에서 텍스처 유닛이 직접 사용하도록 한 고속화 방법이다.[1]

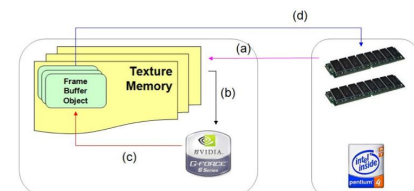


그림 2. 프레임 버퍼 오브젝트 사용 방법. (a) CPU에서 GPU로 데이터 이동, (b) GPU에서의 메모리 접근, (c) 프레임 버퍼 오브젝트로 결과 저장, (d) 결과를 CPU로 이동.

3. 모바일 GPU를 이용한 AR 객체 인식 시스템

그림 3은 실험에 사용된 iOS 플랫폼에서 GPU를 이용한 AR 객체

인식 시스템 구조를 나타낸다. 카메라를 이용해 실시간으로 프레임을 획득하고, 획득한 영상을 기존 GPU를 이용한 영상처리 방법과 같이 정점 셰이더와 단편 셰이더를 이용하여 연산을 수행한다. 영상처리 알고리즘의 여러 단계를 한번에 연산하는 문제를 해결하기 위해 텍스처로 저장된 원 영상을 프레임 버퍼 오브젝트를 사용하여 처리한다. 단편 셰이더 처리 단계에서 원 영상과 처리된 영상이 존재하게 된다. 원 영상은 독립적으로 출력하기 위해 CPU로 전송하고 처리된 영상은 프레임 버퍼로 저장되고 CPU 메모리로 CPU에서 처리하기 위한 형태로의 변환 과정을 거친다. 출력은 실시간 원 영상 위에 레이어 형태의 투명한 화면이 존재하여 인식한 객체를 표현한다.

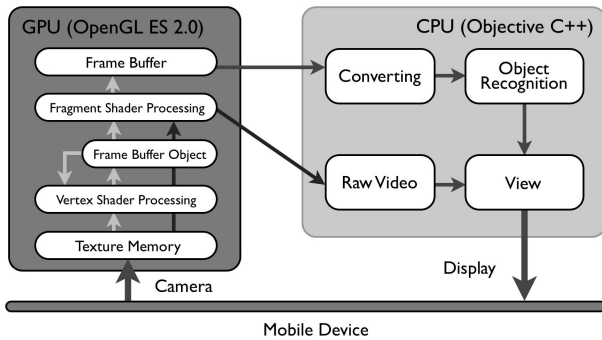


그림 3. 시스템의 전체 흐름도

객체 인식 시스템의 GPU 처리 단계에서는 모바일 기기의 카메라를 이용해 실시간으로 얻는 원 영상을 저장하고 영상의 에지를 검출한다. 다음으로 검출된 에지 영상을 CPU에서 처리 가능한 형태로 변환하며 다운샘플링은 선택사항으로 결정한다. CPU 처리 단계에서는 변환된 영상에서 외곽 경계선을 얻기 위해 8방향 체인 코드를 이용하여 윤곽선을 검출한다. 비마커 기반 객체인식을 위해 더 쉬운 사각형 검출 방법으로 검출된 윤곽선을 단순화한 후, 코너점들의 각을 이용하여 해당 윤곽선에 대한 사각형 여부를 판단한다.

사각형이 검출되었을 경우, 선과 점들은 벡터와 포인트 형태의 데이터로 저장된다. 객체 인식 여부와 관계없이 원 영상은 모바일 기기 화면에 계속 출력하고, 객체가 인식 되었을 경우에는 객체 인식 시스템의 데이터를 다시 AR 어플리케이션 내의 좌표변환 처리 단계와 3D 콘텐츠 출력 단계에서 처리한다.

4. 실험 결과 및 분석

실험은 iOS 6.1 버전 상에서 이루어졌으며, 모바일 기기는 애플사의 iPhone 5를 이용하였다. 실험은 객체 인식을 확인을 위하여 평균 80 초동안 다양한 조명환경에서 진행되었다. 표 1은 모바일 카메라 해상도에 따라 시스템을 CPU로만 처리하였을 경우와 CPU와 GPU로 나누어 처리하였을 때의 FPS(Frame Per Second)를 보여준다. CPU 실험은 각각의 해상도를 240p 해상도로 다운샘플링 하여 진행하였고, GPU를 함께 사용한 실험은 GPU에서 픽셀화되어 모바일 기기 스크린에 출력되는 해상도 크기를 다운샘플링 크기로 버퍼를 만들어 실험한 결과이다. 다운샘플링의 크기는 480p의 경우 240p의 해상도로 다운샘플링이 가능하였지만, 나머지 해상도에서 240p로 다운샘플링 하였을 경우 객체 인식률이 크게 저하되어 480p로 진행하였다. 모든 해상도에서 CPU와 GPU를 함께 사용한 시스템이 눈에 띄는 속도 향상을 보여주었다. 객체 인식률은 모든 경우에서 화면에 사각형이 존재할 경우 90%

이상의 인식률을 보여주었다. 그림 5는 시스템이 객체를 인식하였을 때 객체의 한 모서리에 녹색 기준점을 나타내고 있으며, 인식 정확도와 색상에 따른 인식 화면을 보여주고 있다.

표 1. 해상도에 따른 객체 인식 시스템의 FPS

시스템 해상도	640x480		1280x720		1980x1080	
	CPU	CPU+ GPU	CPU	CPU+ GPU	CPU	CPU+ GPU
다운샘플링 크기	240p	240p	240p	480p	240p	480p
FPS	8~9	25	7~8	13	5	8

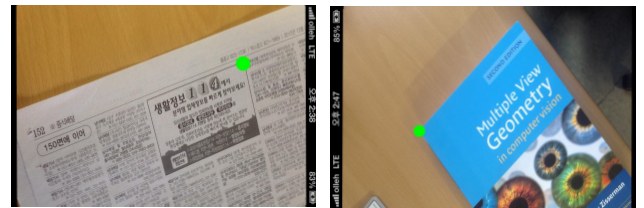


그림 5. CPU와 GPU를 이용한 1980x1080해상도의 객체 인식 영상

5. 결론

본 논문에서는 모바일 환경을 고려하여 기존의 AR 객체 인식 시스템을 GPU를 이용하여 고속화하였다. 구현한 시스템을 이용하여 모바일 기기의 전력 문제나 모바일 환경에서의 고해상도의 영상 처리 고속화로 응용될 수 있으며, AR 어플리케이션 또한 자연 환경에서 흔히 접하는 사각형을 검출하기 때문에 기존 어플리케이션에 비해 개발 및 사용 접근성 또한 높다. 따라서 본 시스템의 응용 및 활용분야는 광범위한 적용 및 지속적인 콘텐츠 사용을 기대할 수 있다.

이 연구는 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국 연구 재단의 기초 연구 사업(과제번호: 2010-0023109) 및 교육 과학 기술부와 한국 연구 재단의 지역 혁신 인력 양성 산업 (과제번호:2012H1B8A2025982)의 지원을 받아 수행된 것임.

6. 참고 문헌

- [1] 한재혁, "모바일 GPU를 이용한 효과적인 영상처리 고속화 방법에 관한 연구", 석사학위논문, 한양대학교 대학원, 2010.2
- [2] 이병은, 정세훈, 정선태, "AR을 위한 가려진 평면 사각형 마커 검출", 대한전자공학회 2009년 하계종합학술대회, 2009.7, 707-708