

컴퓨터 생성 홀로그램 하드웨어를 위한 메모리 접근 방법

*이윤혁 **박성호 *서영호 *김동욱

*광운대학교

*winner9100@kw.ac.kr

Method of Memory Access for Computer Generated Hologram

*Lee, Yoon-Hyuk **Park, Sung-Ho *Seo, Young-Ho *Kim, Dong-Wook

*Kwangwoon University

요약

홀로그램을 생성하기 위해서는 방대한 양의 연산이 필요하다. 또한 고속의 홀로그램 생성 하드웨어는 많은 양의 데이터를 처리하기 때문에 많은 양의 메모리 접근이 필요하다. AP(Application Processor)칩과 같이 여러 기능을 수행하는 칩 내에서 같이 구동할 경우 메모리 접근 때문에 칩 전체적인 영향을 준다. 따라서 본 논문은 이전 연구에서의 고속 홀로그램 생성을 위한 하드웨어에서 메모리 접근에 대하여 고찰하고 본 연구팀에서 구현한 시스템 모델을 이용하여 접근 방법을 통하여 홀로그램 생성기의 메모리 접근속도에 대하여 분석하였다.

1. 서론

홀로그래피는 차세대 디스플레이로 관심을 받으며 연구가 진행되고 있다. 홀로그램은 3차원 정보를 기록하고 복원하는 방식을 사용하기 때문에 제한된다. 이를 개선하기 컴퓨터에 의한 디지털 홀로그램 생성에 대하여 연구되고 있다[1]. 홀로그램 생성을 위해 방대한 양의 연산을 고속으로 연산하는 생성기에 대한 연구가 되어왔다[2~3]. 하지만 많은 양의 데이터를 처리하기 때문에 메모리 접근 또한 많기 때문에 AP칩과 같은 여러 기능을 수행하는 칩내에 같이 구동할 경우 홀로그램 생성기에 의해 칩 전체적으로 영향을 준다.

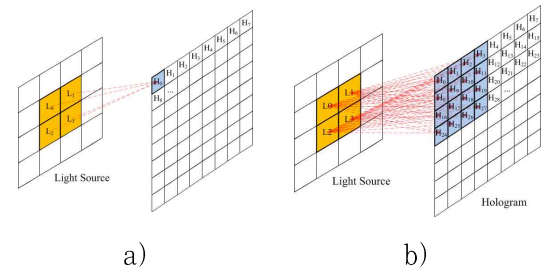


그림 1 홀로그램 생성을 위한 방법;
a) 광원 기반, b) 홀로그램 화소기반

2. 컴퓨터 생성 홀로그램의 하드웨어 구조

이전연구[2]의 컴퓨터 생성 홀로그램을 위한 하드웨어 구조는 메모리 접근량을 줄이기 위해 그림 1과 같이 광원 기반에 연산 방식에서 홀로그램 화소 기반의 연산 방식을 채택하여 중간 홀로그램 결과를 메모리 접근 없이 누적하여 모든 광원에 대하여 연산 후에 한번만 접근한다.

이전연구[3]에서는 하드웨어의 자원량을 줄이기 위해 좌표에 대한 연산을 공통항으로 하여 블록단위 연산 방법을 제안하였다. 위 두 이전연구에서 하나의 홀로그램을 생성하기 위해서는 크게 광원을 입력받기 위한 메모리 접근과 누적 연산된 홀로그램 화소를 출력하기 위한 메모리 접근, 그리고 홀로그램 연산에 필요한 초기화를 위한 메모리 접근이 필요하다.

홀로그램을 생성할 때에 필요한 파라미터를 초기화해야 한다[3]. 초기화에 필요한 파라미터는 Δ 와 θ_z 는 식 1과 같이 표현되는데 두 파라미터는 3차원 좌표의 z 값에 대하여 변하는 값이므로 호스트에서 연산하고 메모리 할당은 고정되고 한번만 로드하기 때문에 본 논문에서는 고려하지 않는다. p 는 홀로그램 화소의 크기이고 λ 는 광원의 파장, 그리고 z_j 는 j 번째 광원의 깊이에 해당한다.

$$\Delta = \frac{p^2}{2\lambda z_j}, \theta_z = \frac{z_j}{\lambda} \quad (\text{식 1})$$

홀로그램 생성을 위한 광원은 해당 광원의 3차원 좌표와 밝기 값이 필요하다. 홀로그램을 생성할 때 광원의 수는 전체 홀로그램 생성 시간에 주요한 요인이 되기 때문에 실제 연산에서는 밝기 값이 0이 아닌 유효한 광원에 대해서만 연산한다. 따라서 광원의 수는 가변적 메모

리 공간을 할당하며 그 방법에 따라 메모리 접근속도가 달라진다.

홀로그래프는 블록단위로 연산되고 고정된 메모리 할당공간에 접근한다. 홀로그래프 블록을 저장하기 위해 메모리에 접근할 때 접근 방법 또는 홀로그래프 블록을 연산하는 셀의 구조에 따라 접근속도가 달라진다.

3. 시스템 모델

이전 장에서 설명한 메모리 접근에 대하여 분석하기 위해 시스템의 모델이 필요하다. 따라서 본 연구팀은 그림 2와 같이 AXI 버스를 위한 신호 생성을 위한 모델을 만들었다. AXI 프로토콜은 총 5개의 채널로 구성되어 있고 3개의 쓰기를 위한 채널과 2개의 읽기를 위한 채널이 있다. 쓰기를 위한 채널은 각각 어드레스, 데이터, 응답채널이 있고 읽기를 위한 채널은 어드레스, 데이터 채널이 있다. 구현한 모델은 각 채널의 전송 및 대기를 위한 신호 생성을 하는 모듈로 구성하고 각 모듈은 FIFO(First-in First-out)로 구성하였다. 마스터(신호 생성 모듈)에 필요한 신호를 입력하면 FIFO에 저장되고 슬레이브(AXI 버스)와 핸드 셰이킹을 통하여 데이터 전송이 이루어지면 FIFO의 데이터를 읽어서 AXI 프로토콜에 맞추어 디코딩하여 신호를 생성한다.

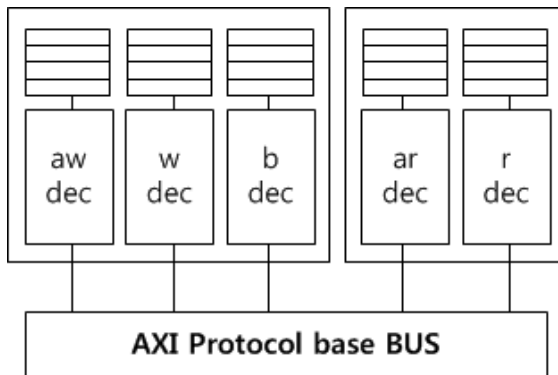


그림 2 AXI 신호 생성을 위한 모델

4. 실험 결과

메모리에서 데이터를 쓰거나 읽을 때는 워드라인에 데이터를 버퍼로 ACT(Activation)하여 메모리 행에 해당하는 주소를 잠시 저장시킨다. 그 뒤 옆에 주소에 해당하는 데이터를 쓰거나 읽는다. 따라서 ACT 동작에서 많은 시간이 소모된다[4]. 본 논문에서는 ACT 동작을 카운트하여 접근 속도를 측정하였다.

그림 3은 홀로그래프 화소를 저장하기 위한 메모리를 접근할 때 블록 행과 블록전체를 메모리 주소의 행으로 하여 저장할 때 512x512 홀로그래프를 생성할 때 블록의 크기별로 ACT 동작을 측정한 결과이다. 홀로그래프 화소를 저장할 때는 블록 전체를 메모리 주소의 행으로 하여 저장하는 것이 유리한 것을 확인할 수 있다.

그림 4는 광원을 읽어 오기위한 메모리 접근 시 블록의 크기별로 광원에 할당된 뱅크를 1개와 2개일 경우 뱅크당 평균 ACT를 측정한 결과이다. 블록의 크기가 클수록, 뱅크를 많이 사용할수록 접근 속도가 빠른 것을 확인할 수 있다.

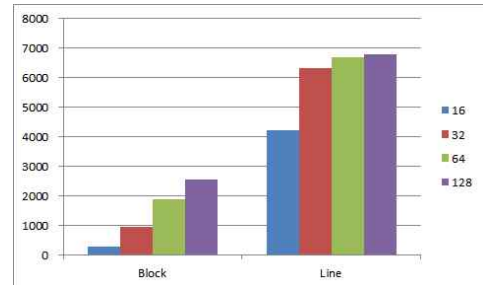


그림 3 홀로그래프 화소를 저장하기 위한 ACT

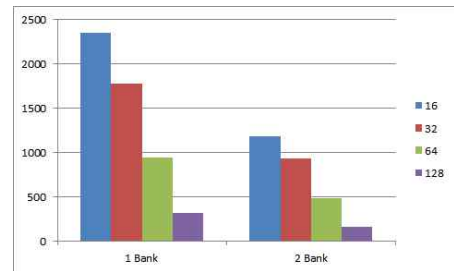


그림 4 광원을 로드하기 위한 ACT 측정

5. 결론

본 논문에서는 이전연구의 고속 홀로그래프 생성기의 메모리 접근을 시스템 모델을 통하여 분석하였다. 홀로그래프 블록단위로 메모리에 행 어드레스를 할당하고 블록의 크기를 크게 하는 것이 메모리 접근 속도를 향상시킬 수 있다. 향후 홀로그래프 생성기를 여러 개를 사용하고 캐시를 이용한 메모리 접근에 대한 분석이 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부, 방송통신위원회 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [KI002058, 대화형 디지털 홀로그래프 통합서비스 시스템의 구현을 위한 신호처리 요소 기술 및 하드웨어 IP 개발]

참고문헌

- [1] T. Motoki, H. Isono, and I. Yuyama, "Present Status of Three-Dimensional Television Research," Proc. IEEE 83(7): 1009-1021(July 1995).
- [2] Y.-H. Seo, Y.-H. Lee, J.-S. Yoo, D.-W. Kim "Hardware Architecture of High-performance Digital Hologram Generator on the Basis of a Pixel-by-pixel Calculation Scheme", Applied Optics, Vol. 51. pp.4003-4012, June 2012.
- [3] 이윤혁, 서영호, 김동욱 "실사기반 디지털 홀로그래픽 비디오의 실시간 생성을 위한 하드웨어 설계", 전자공학회논문지, 제49권 11호 2012.11, pp:86-94.
- [4] 이윤혁, 서영호, 김동욱 "다수의 프로세싱 유닛 처리를 위한 범용 메모리 제어기의 구조", 한국정보통신학회지, 제15권 12호 2011.12,