



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0107360

(43) 공개일자 2015년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 5/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0030137

(22) 출원일자 2014년03월14일

심사청구일자 2015년06월29일

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

임성창

대전광역시 유성구 은구비남로 55, 707동 1103호
(지족동, 열매마을7단지)

이대열

충청북도 청주시 흥덕구 가경로189번길 52, 105동
701호(가경동, 벽산아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

에스앤아이퍼특허법인

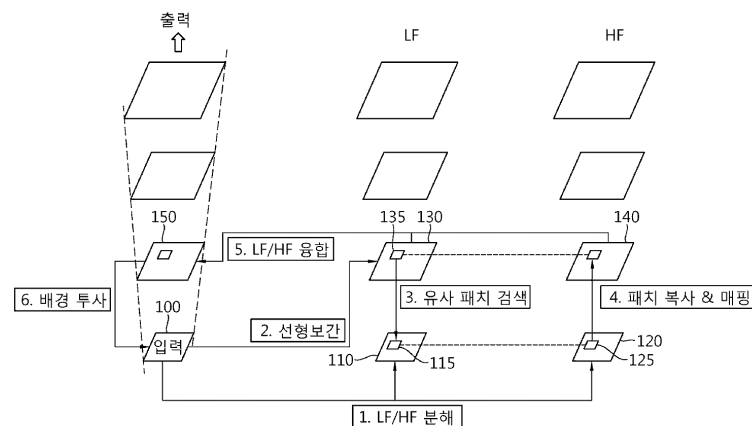
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 초해상도 기법을 이용한 영상 생성 방법 및 장치

(57) 요약

초해상도 기법을 이용한 영상 생성 방법이 개시된다. 상기 방법은 입력 영상을 필터를 이용하여 저주파수 영상과 고주파수 영상으로 분해하는 단계, 상기 입력 영상을 보간(interpolation)하여 저주파수 성분의 확대 영상을 생성하는 단계, 상기 확대 영상을 패치 단위로 하여 상기 저주파수 영상으로부터 가장 유사도가 높은 유사 패치를 검색하는 단계, 상기 검색된 유사 패치에 대응하는 상기 고주파수 영상 내 패치를 상기 고주파수 영상보다 해상도가 높은 상위 계층의 고주파수 영상으로 복사 및 매핑(mapping)하는 단계 및 상기 확대 영상과 상기 상위 계층의 고주파수 영상을 융합하여 상기 입력 영상보다 해상도가 높은 고해상도 영상을 생성하는 단계를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

정세윤

대전광역시 대덕구 우암동로 2, 101-1203 (비래동, 금성백조2차아파트)

조속희

대전광역시 유성구 배울2로 61, 1012-1403호 (관평동, 대덕테크노밸리10단지아파트)

김휘용

대전광역시 유성구 노은동로 187, 601동201호 (지족동, 열매마을6단지)

김중호

대전광역시 유성구 테크노1로 12-22, A동 514호 (관평동, 디티비안오피스텔)

최진수

대전광역시 유성구 반석서로 98, 609동 1605호(반석동, 반석마을6단지아파트)

김진웅

대전광역시 유성구 학하남로 10, 207동 704호(계산동,오투그란데 미학)

김종욱

서울특별시 노원구 중계로 225, 108-1304 (중계동, 청구아파트)

전재희

인천광역시 부평구 동수로120번길 11, 104-1409 (부개동, 한국아파트)

박세진

인천광역시 부평구 체육관로 27, 710동 2004호 (삼산동, 삼산타운)

명세서

청구범위

청구항 1

입력 영상을 필터를 이용하여 저주파수 영상과 고주파수 영상으로 분해하는 단계;

상기 입력 영상을 보간(interpolation)하여 저주파수 성분의 확대 영상을 생성하는 단계;

상기 확대 영상을 패치 단위로 하여 상기 저주파수 영상으로부터 가장 유사도가 높은 유사 패치를 검색하는 단계;

상기 검색된 유사 패치에 대응하는 상기 고주파수 영상 내 패치를 상기 고주파수 영상보다 해상도가 높은 상위 계층의 고주파수 영상으로 복사 및 매핑(mapping)하는 단계; 및

상기 확대 영상과 상기 상위 계층의 고주파수 영상을 융합하여 상기 입력 영상보다 해상도가 높은 고해상도 영상을 생성하는 단계를 포함하는 초해상도 기법을 이용한 영상 생성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 영상 처리에 관한 것으로, 보다 상세하게는 초해상도 기법을 이용한 영상의 병렬 고속화 처리에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 다양한 디바이스와 UHDTV(Ultra High Definition TV)의 출현으로 고해상도 영상의 필요성이 증시 되고 있다. 초해상도 기법은 영상의 해상도를 향상 시키는 여러 방법 중 하나로 단일 혹은 다수의 영상으로부터 고해상도 영상을 구성하는 기술이다.

[0003] 또한 카메라 기술의 발달로 영상의 해상도가 증가하면서, 처리해야 할 정보의 양이 급격하게 증가하게 되었다. 그러나 기존의 CPU(Central Processing Unit)로는 처리성능에 한계를 보였고, 이를 보완하기 위해 GPGPU(General Purpose computing on Graphics Processing Unit)에 대한 관심도가 급증했다. GPGPU는 GPU(Graphics Processing Unit)를 활용해, CPU가 실행하는 일반적인 응용 프로그램의 계산을 수행하는 기술을 일컫는다. GPU는 CPU에 비해 일반적으로 낮은 클럭 주파수를 가지고 있지만, 다수의 코어를 이용해 어플리케이션의 병렬도가 높은 부분을 가속화 시킬 수 있다.

[0004] GPGPU를 활용할 수 있는 플랫폼으로, 크게 NVIDIA 그룹이 개발하는 CUDA(Compute Unified Device Architecture)와 크로노스 그룹이 개발하여 배포하는 OpenCL(Open Computing Language)이 있다. 그 중에서도 OpenCL은 개방형 범용 병렬 프레임워크로서, 그 범용성에 있어서 높이 평가되고 있다.

[0005] 본 발명은 OpenCL을 이용해 초해상도 알고리즘 기법의 처리 시간을 감소시키는 방법을 제공하며, 메모리 모델에 대한 최적화 기법을 적용한 결과를 제공한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 초해상도 기법을 이용한 고해상도 영상을 생성하는 방법 및 장치를 제공한다.

[0007] 본 발명은 초해상도 기법을 OpenCL 기반으로 병렬화 구현하는 방법을 제공한다.

[0008] 본 발명은 초해상도 기법에 적용할 수 있는 메모리 최적화 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 초해상도 기법을 이용한 영상 생성 방법이 제공된다. 상기 방법은 입력 영상을

필터를 이용하여 저주파수 영상과 고주파수 영상으로 분해하는 단계, 상기 입력 영상을 보간(interpolation)하여 저주파수 성분의 확대 영상을 생성하는 단계, 상기 확대 영상을 패치 단위로 하여 상기 저주파수 영상으로부터 가장 유사도가 높은 유사 패치를 검색하는 단계, 상기 검색된 유사 패치에 대응하는 상기 고주파수 영상 내 패치를 상기 고주파수 영상보다 해상도가 높은 상위 계층의 고주파수 영상으로 복사 및 매핑(mapping)하는 단계 및 상기 확대 영상과 상기 상위 계층의 고주파수 영상을 융합하여 상기 입력 영상보다 해상도가 높은 고해상도 영상을 생성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0010]

초해상도 기법을 OpenCL을 이용하여 구현함으로써 병렬화 및 고속 처리가 가능하다. 메모리 최적화 기법을 적용함으로써 전역 메모리에서 발생하게 되는 동기화 문제 및 병목 현상을 해결할 수 있다. 또한, 초해상도 기법을 OpenCL로 구현함에 따라 CPU 구현 대비 약 90배 정도의 속도 향상을 확인할 수 있었다.

도면의 간단한 설명

[0011]

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘을 이용한 고해상도 영상을 생성하는 방법을 나타내는 개념도이다.

도 2는 상술한 도 1의 방법을 구현하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 시스템 구성을 나타내는 블록도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘의 구현을 위한 커널 설계(kernel design)의 일예를 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘에 적용할 수 있는 메모리 최적화를 위한 시스템 구성의 일예를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 전역 메모리 사용 시 경합 조건 문제의 해결 방법을 설명하기 위해 도시된 도면이다.

도 6은 텍스처 메모리 사용에 따른 경합 조건 문제를 설명하기 위해 도시된 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘에 적용할 수 있는 메모리 최적화를 위한 시스템 구성의 다른 예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시 형태에 대하여 구체적으로 설명한다. 본 명세서의 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 명세서의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 해당 설명을 생략할 수도 있다.

[0013]

본 명세서에서 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 연결되어 있거나 접속되어 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있는 것을 의미할 수도 있고, 중간에 다른 구성 요소가 존재하는 것을 의미할 수도 있다. 아울러, 본 명세서에서 특정 구성을 포함한다고 기술하는 내용은 해당 구성 이외의 구성을 배제하는 것이 아니며, 추가적인 구성이 본 발명의 실시 또는 본 발명의 기술적 사상의 범위에 포함될 수 있음을 의미한다.

[0014]

제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성들은 상기 용어에 의해 한정되지 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성을 다른 구성으로부터 구별하는 목적으로 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성은 제2 구성으로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성도 제1 구성으로 명명될 수 있다.

[0015]

또한 본 발명의 실시예에 나타나는 구성부들은 서로 다른 특징적인 기능을 나타내기 위해 독립적으로 도시되는 것으로, 각 구성부들이 분리된 하드웨어나 하나의 소프트웨어 구성 단위로 이루어짐을 의미하지 않는다. 즉, 각 구성부는 설명의 편의상 각각의 구성부로 나열하여 포함한 것으로 각 구성부 중 적어도 두 개의 구성부가 하나의 구성부를 이루거나, 하나의 구성부가 복수 개의 구성부로 나뉘어져 기능을 수행할 수 있다. 각 구성부의 통합된 실시예 및 분리된 실시예도 본 발명의 본질에서 벗어나지 않는 한 본 발명의 권리 범위에 포함된다.

[0016]

또한, 일부의 구성 요소는 본 발명에서 본질적인 기능을 수행하는 필수적인 구성 요소는 아니고 단지 성능을 향상시키기 위한 선택적 구성 요소일 수 있다. 본 발명은 단지 성능 향상을 위해 사용되는 구성 요소를 제외한 본

발명의 본질을 구현하는데 필수적인 구성부만을 포함하여 구현될 수 있고, 단지 성능 향상을 위해 사용되는 선택적 구성 요소를 제외한 필수 구성 요소만을 포함한 구조도 본 발명의 권리범위에 포함된다.

- [0017] 초해상도 기법은 기존 보간 기법에 비해 고해상도 영상의 복원에 탁월한 성능을 보이고, 특히 영상의 고주파 디테일 성분을 복원하는데 적합하다. 이러한 장점에도 불구하고, 초해상도 기법은 알고리즘의 복잡성으로 인해 많은 연산량을 필요로 한다. GPGPU(General Purpose computing on Graphics Processing Unit) 기술은 병렬성이 높은 GPU에서 비그래픽 연산을 수행하는 방식으로, 고복잡도 어플리케이션의 계산 시간을 줄이는데 광범위하게 활용되고 있다. 본 발명에서는 GPGPU를 이용하기 위한 플랫폼 중 OpenCL(Open Computing Language)을 사용해 기존 초해상도 기법을 병렬화하여 연산 시간을 감소시키고, 메모리 모델에 입각해 병목 현상을 해결하는 최적화 기법을 제안한다.
- [0018] OpenCL 플랫폼(platform)은 개방형 표준 병렬 컴퓨팅 프레임워크로, CPU(Central Processing Unit), GPU(Graphics Processing Unit), DSP(Digital Signal Processor) 등의 프로세서에서 실행되는 프로그램을 작성할 수 있게 해준다. OpenCL 모델에 따르면 호스트 프로세서가 컨텍스트(context)를 관리하고, 이를 기반으로 여러 디바이스의 병렬 동작이 가능하다. 하나의 태스크는 여러 개의 워크 그룹으로 나누어지고, 각각의 워크 그룹들은 동시에 동작하는 복수의 워크 아이템으로 구성되어 실행된다.
- [0019] OpenCL은 계층적 메모리 모델을 정의한다. 전역(global) 메모리는 가장 용량이 크지만 접근 시간이 400~800 사이클(cycle)로 매우 느리며, 지역(local) 메모리나 개인(private) 메모리는 그에 비해 훨씬 빠른 접근 시간을 가지는 것이 특징이다. 모든 워크 아이템은 전역 메모리에 접근 가능하고, 같은 워크 그룹의 워크 아이템들은 지역 메모리를 공유한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘을 이용한 고해상도 영상을 생성하는 방법을 나타내는 개념도이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법을 이용한 영상 생성 방법은 LF(Low Frequency)/HF(High Frequency) 분해 단계, 선형 보간 단계, 유사 패치 검색 단계, 패치 복사 및 매핑 단계, LF/HF 융합 단계 및 배경 투사 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] LF/HF 분해 단계에서는 입력 영상(100)을 가우시안 필터(Gaussian Filter)를 이용해 저주파수(LF) 영상(110)과 고주파수(HF) 영상(120)으로 분해할 수 있다.
- [0023] 선형 보간 단계에서는 원 영상(입력 영상)(100)을 기존의 보간 기법을 활용해 예컨대, 1.25배 확대된 영상(130)을 생성할 수 있다.
- [0024] 유사 패치 검색 단계에서는 패치(135) 단위로 하위 저주파수 영상 계층에서 가장 유사한 패치(115)를 검색할 수 있다. 이때, 패치 간의 유사도는 MSE(Mean Squared Error) 값을 기준으로 판단할 수 있다.
- [0025] 최적의 유사도를 가지는 패치(115)가 검색되면, 그에 해당하는 고주파수 성분(125)을 상위 계층 고주파수 영상(140)을 추정하는데 사용할 수 있다. 다시 말해, 패치 복사 및 매핑 단계에서는 하위 저주파수 영상 계층에서 검색된 가장 유사한 패치(115)에 대응되는 고주파수 성분의 패치(125)를 상위 계층 고주파수 영상(140)에 복사 및 매핑하여 상위 계층 고주파수 영상(140)을 생성할 수 있다.
- [0026] LF/HF 융합 단계에서는 최종적으로 저주파수 영상(130)과 고주파수 영상(140)을 융합하여 입력 영상(100) 보다 한 계층 위의 고해상도 영상(150)을 만들 수 있다.
- [0027] 배경 투사 단계에서는 고해상도 영상(150)을 입력 영상(100)으로 배경 투사할 수 있다.
- [0028] 상술한 과정을 여러 계층에 대해 반복하여 고해상도의 영상을 얻을 수 있다.
- [0029] 도 2는 상술한 도 1의 방법을 구현하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 시스템 구성을 나타내는 블록도이다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 초해상도 기법을 위한 시스템은 CPU를 이용하는 호스트(210)와 GPU를 이용하는 적어도 하나의 디바이스(220)로 구성될 수 있다.

[0031] 호스트(210)는 CPU를 이용하여 파일 입출력, 컨텍스트 초기화, 워크플로 제어, 클린 업(clean up) 등을 수행할 수 있다.

[0032] 디바이스(220)는 호스트(210)로부터 영상이 입력되면 입력된 영상 보다 높은해상도를 가지는 고해상도 영상을 생성하기 위해 GPU를 이용하여 상술한 도 1의 과정을 수행할 수 있다.

[0033] 즉, 디바이스(220)는 입력 영상에 대해 LF/HF 분해 단계(단계 1), 선형 보간 단계(단계 2), 유사 패치 검색 단계(단계 3), 패치 복사 및 매핑 단계(단계 4), LF/HF 융합 단계(단계 5) 및 배경 투사 단계(단계 6)을 수행할 수 있다. 그리고, 단계 1~단계 6을 통해 생성된 고해상도 영상은 호스트(210)로 전달되어 출력될 수 있다.

[0034] 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법의 병렬화 및 최적화를 구현하기 위해서 GPGPU 기술을 사용할 수 있다. 이를 위해서, GPU 사양과 영상 크기를 고려하여 워크 아이템과 워크 그룹의 수를 지정해 주어야 한다. 본 발명의 실시예에서는 [32x32]의 워크 아이템을 하나의 워크 그룹으로 지정해 사용하였다.

[0035] 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘의 구현을 위해 태스크 및 동기화 시점을 기준으로 총 7개의 커널을 아래와 같이 설계할 수 있다. 표 1은 각 커널의 명칭과, 커널을 실행할 때 걸린 시간, 그리고 전체 실행 시간에서 각 커널이 차지하는 비율을 나타낸다.

표 1

커널 명칭	시간 (μ s)	비율(%)
이미지 컨볼루션	5,998.678	1.77%
유사 패치 검색	323,730.725	96.05%
이미지 스케일러	3,329.460	0.99%
이미지 덧셈	1,089.007	0.32%
이미지 뺄셈	718.804	0.22%
이미지 나눗셈	1,299.361	0.39%
이미지 초기화	883.618	0.26%

[0037] 표 1을 참조하면, 전체 수행 시간 중 유사 패치 검색이 가장 많은 시간을 차지한다는 것을 보여주고 있다. 이로 부터 유사 패치 검색 커널에 걸리는 시간을 최적화하는 기법이 요구됨을 알 수 있다.

[0038] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘의 구현을 위한 커널 설계(kernel design)의 일예를 나타낸 것이다.

[0039] 본 발명에 따른 초해상도 기법 알고리즘을 수행하는 디바이스는 태스크 단위, 병렬화 크기, 전역 동기화 등을 기준으로 도 3에 도시된 바와 같이 커널을 분리할 수 있다.

[0040] 예를 들어, 본 발명에 따른 초해상도 기법 알고리즘에서 LF/HF 분해 단계는 컨볼루션(convolution)을 위한 “_kernel Convolute” 커널과 영상 뺄셈을 위한 “_kernel Sub” 커널에 의해 실행될 수 있다. 선형 보간 단계는 영상 스케일러를 위한 “_kernel Scaler” 커널에 의해 실행될 수 있다. 유사 패치 검색 단계는 초해상도 복원을 위한 “_kernel SSSR” 커널에 의해 실행될 수 있다. 패치 복사 및 매핑 단계는 영상 덧셈을 위한 “_kernel Add” 커널과 영상 나눗셈을 위한 “_kernel Div” 커널에 의해 실행될 수 있다. LF/HF 융합 단계는 영상 덧셈을 위한 “_kernel Add” 커널에 의해 실행될 수 있다. 배경 투사 단계는 컨볼루션(convolution)을 위한 “_kernel Convolute” 커널, 영상 스케일러를 위한 “_kernel Scaler” 커널 및 영상 뺄셈을 위한 “_kernel Sub” 커널에 의해 실행될 수 있다.

[0041] 이때, 영상 나눗셈, 덧셈, 뺄셈 등 기초 산술 연산자를 위한 커널을 사용함으로써 메모리 사용 공간을 최소화할 수 있다. 영상 스케일러(선형 보간법)를 위한 커널은 업-스케일링(up-scaling)과 다운-스케일링(down-scaling)을 실행할 수 있다. 컨볼루션을 위한 커널은 3x3 가우시안 필터링 혹은 11x11 안티-앨리어스(anti-alias) 필터링 등을 실행할 수 있다. 초해상도 복원을 위한 커널은 자기 유사성 기반 고해상도 복원을 말한다.

[0042] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 초해상도 기법의 구현을 위한 커널 설계에서 유사 패치 검색 시 가장 많은

실행 시간이 걸리는 것을 알 수 있었다. 따라서, 유사 패치 검색 커널을 실행할 때 걸리는 시간을 최소화하기 위한 메모리 접근(access) 최적화 기법이 필요하다. 이를 위해, 본 발명에서는 OpenCL의 메모리 모델을 적용하여 초해상도 기법의 최적화 방법을 제공하고자 한다.

- [0043] OpenCL의 계층적 메모리 모델에 따르면, 전역 메모리는 오프-칩 메모리로, 모든 메모리 모델 중 가장 용량이 크지만 접근 시간이 가장 느리며, 지역 메모리와 개인 메모리는 온-칩 메모리로, 더 빠른 접근 속도가 장점이나 제한된 자원의 크기를 가진다.
- [0044] 메모리를 할당하는 방법에는 두 가지 방법이 있다. 즉, 일반 버퍼로 설정하는 방법과 이미지 버퍼로 설정하는 방법이 있다. 메모리를 이미지 버퍼로 설정했을 경우, 이미지 버퍼는 일반적으로 GPU 내부에 존재하는 텍스처 메모리(texture memory)에 할당되게 되어, 전역 메모리(global memory)보다 빠른 접근 속도를 보인다.
- [0045] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘에 적용할 수 있는 메모리 최적화를 위한 시스템 구성의 일예를 나타내는 도면이다.
- [0046] 도 4를 참조하면, 호스트(410)는 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘의 종료 시점까지 GPU의 메모리 공간을 최초 선언한 후, 분리된(isolated) 상태로 유지할 수 있다.
- [0047] 입력과 출력을 제외한 모든 데이터는 GPU의 메모리 공간에 저장될 수 있다.
- [0048] 디바이스(420)는 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 구현을 위해 6개의 메모리 공간을 할당하고 이를 재사용할 수 있다. 예컨대, 도 4에 도시된 바와 같이, 상술한 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법의 각 단계(단계 1 ~ 단계 6)를 수행함에 따라 필요한 메모리 공간 I0, L0, H0, L1, H1, W1을 할당할 수 있다.
- [0049] 이때, 디바이스(420), 즉 GPU에 할당된 메모리(I0, L0, H0, L1, H1, W1)는 전역 메모리일 수도 있고, 혹은 텍스처 메모리일 수도 있다.
- [0050] GPU에 할당된 메모리가 전역 메모리인 경우, 전역 메모리는 모든 워크 아이템들이 접근 가능하기 때문에 전역 메모리의 동기화 문제, 즉 경합 조건(race condition) 문제가 발생할 수 있다.
- [0051] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 전역 메모리 사용 시 경합 조건 문제의 해결 방법을 설명하기 위해 도시된 도면이다.
- [0052] 경합 조건 문제는 전역 메모리와 같이 두 개 이상의 워크 아이템이 동시에 접근 가능한 경우에 발생할 수 있다.
- [0053] 예를 들어, 본 발명에 따른 초해상도 기법의 단계들 중 유사 패치 검색 시 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이, 9개의 워크 아이템들이 한 화소의 주소값을 참조할 때 경합 조건 문제가 발생할 수 있다.
- [0054] 경합 조건 문제란, 전역 메모리에 선언되어 있는 영상의 한 화소에 여러 개의 워크 아이템이 동시다발적으로 접근할 때, 결과를 예측할 수 없게 되는 상황을 일컫는다. 이 문제를 해결할 수 있는 방법으로 크게 세가지가 있다.
- [0055] 첫 번째로, 커널을 재 동기화하는 방법이다. 이는 동기화되어야 할 데이터를 불가피하게 부가적으로 저장해야 하고, 추가 커널을 실행해야 한다는 단점이 있다.
- [0056] 두 번째로, 지역 메모리를 사용하는 방법이다. 지역 메모리는 빠른 접근 속도가 장점이지만, 한정된 자원만을 지닌다는 점과 추가적으로 경계 부분을 동기화해야 한다는 단점이 있다.
- [0057] 세 번째로, 아톰 명령어에 의한 직렬화 방법이 있다. 이는 내부 함수로 선언되어 있는 데이터 값 교환 방식을 활용해 간편하게 구현할 수 있다는 장점이 있다.
- [0058] 세 번째 방법이 두 번째 방법에 비해 오버헤드가 적기 때문에, 본 발명에서는 GPU 내 전역 메모리가 할당된 경우, 아톰 명령어(atomic function)에 의한 직렬화 방법을 사용할 수 있다.
- [0059] 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이, 9개의 워크 아이템들이 동시에 전역 메모리에 접근할 때, 본 발명의 실시예에서는 아톰 명령어를 통해 9개의 워크 아이템들이 데이터 값을 교환하는 방식으로 직렬화함으로써 동시 접근에 따른 경합 조건 문제를 해결할 수 있다.

- [0060] 상술한 바와 같이, GPU 내 메모리를 이미지 버퍼로 설정했을 경우, 일반적으로 텍스처 메모리에 할당되므로, 이러한 경우 텍스처 메모리가 전역 메모리보다 빠른 접근 속도를 보인다. 하지만, 이미지 버퍼는 오직 읽기(Read) 혹은 쓰기(Write)만 가능하다는 특성이 있기 때문에, 상술한 경합 조건 문제가 발생할 수도 있다.
- [0061] 도 6은 텍스처 메모리 사용에 따른 경합 조건 문제를 설명하기 위해 도시된 도면이다.
- [0062] 일반적으로 텍스처 메모리는 이미지 버퍼로 설정되기 때문에, 복수 개의 워크 아이템들이 텍스처 메모리에 접근할 경우에는 읽기(Read) 혹은 쓰기(Write) 접근이 가능하다. 그러나, 도 6에 도시된 바와 같이, 텍스처 메모리(a)에 복수 개의 워크 아이템들이 읽기(Read)와 쓰기(Write)를 동시에 요청하는 경우 경합 조건 문제가 발생할 수 있다.
- [0063] 이러한 경우, 본 발명에서는 전역 메모리와 텍스처 메모리를 혼용하여 상술한 경합 조건 문제 해결 방법을 재사용함으로써 텍스처 메모리의 읽기(Read)와 쓰기(Write) 동시 요청에 따른 경합 조건 문제를 해결할 수 있다.
- [0064] 예를 들어, 본 발명에 따른 초해상도 기법에서 유사 패치 검색을 실행하기 위한 커널의 입력은 이미지 버퍼로 설정하고, 출력은 일반 버퍼로 설정할 수 있다. 이때 영상 피라미드의 바로 위 계층에서 중간 결과값을 사용하기 위해, 일반 버퍼에서 이미지 버퍼로 내부 전송이 일어나도록 하는 내부 함수를 사용하여 직렬화하는 방법을 통해 이미지 버퍼의 경합 조건 문제를 해결할 수 있다. 예컨대, 일반 버퍼에서 이미지 버퍼로 내부 전송이 일어나도록 하는 내부 함수는 OpenCL API(application Program Interface)에서 지원하는 “clBuffertoImage” 함수를 이용할 수 있다.
- [0065] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘에 적용할 수 있는 메모리 최적화를 위한 시스템 구성의 다른 예를 나타내는 도면이다.
- [0066] 도 7을 참조하면, 호스트(710)는 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘의 종료 시점까지 GPU의 메모리 공간을 최초 선언한 후, 분리된(isolated) 상태로 유지할 수 있다.
- [0067] 입력과 출력을 제외한 모든 데이터는 GPU의 메모리 공간에 저장될 수 있다.
- [0068] 디바이스(720)는 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 구현을 위해 8개의 메모리 공간을 할당하고 이를 재사용할 수 있다. 예컨대, 도 7에 도시된 바와 같이, 상술한 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법의 각 단계(단계 1 ~ 단계 6)를 수행함에 따라 필요한 텍스처 메모리 공간 I0, L0, H0, L1, H1, W1과 전역 메모리 공간 W1_G, H1_G을 할당할 수 있다. 즉, 텍스처 메모리 공간과 전역 메모리 공간을 혼용하여 GPU 메모리를 최적화할 수 있다.
- [0069] 한편, PC와 GPU 간의 메모리 전송은 GPU 내부 메모리 전송보다 느리다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 초해상도 기법 알고리즘에 적용할 수 있는 메모리 최적화를 위해서, GPU에 선언된 메모리를 재사용함으로써 메모리 전송을 최소화할 수 있다. 또한, 자주 사용하는 커널 계수와 함수 인자는 접근 속도가 빠른 상수 메모리에 저장해 접근 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0070] 본 발명에서는 CPU AMD-A8 3870 @ 3.00Ghz 와 8GB RAM, GPU Geforce 780을 사용하여 상술한 본 발명에 따른 초해상도 기법을 구현하여 테스트하였다. 그리고 OpenCL 1.1 버전을 사용하여 구현하였다.
- [0071] 표 2는 1920x1080 사이즈의 FHD(Full High Definition) 영상을 3840x2160 사이즈의 UHD(Ultra High Definition) 영상으로 제안된 본 발명에 따른 초해상도 기법을 활용해 구현했을 때의 결과이다. 표 2는 각 계층별 평균 실행 시간 및 총 실행 시간을 나타낸다.

표 2

	실행시간(s)	계층1(s)	계층2(s)	계층 3(s)
CPU	25.209	5.055	7.893	12.261
GPU(global)	0.388	0.074	0.118	0.182
GPU(image)	0.273	0.040	0.065	0.128

- [0073] 표 2에 도시된 바와 같이, OpenCL을 활용해 구현 했을 경우 CPU 대비 64배의 속도 향상이 있었고, 이미지 버퍼

를 활용한 경우에 가속비를 92배까지 향상 시킬 수 있었다.

[0074]

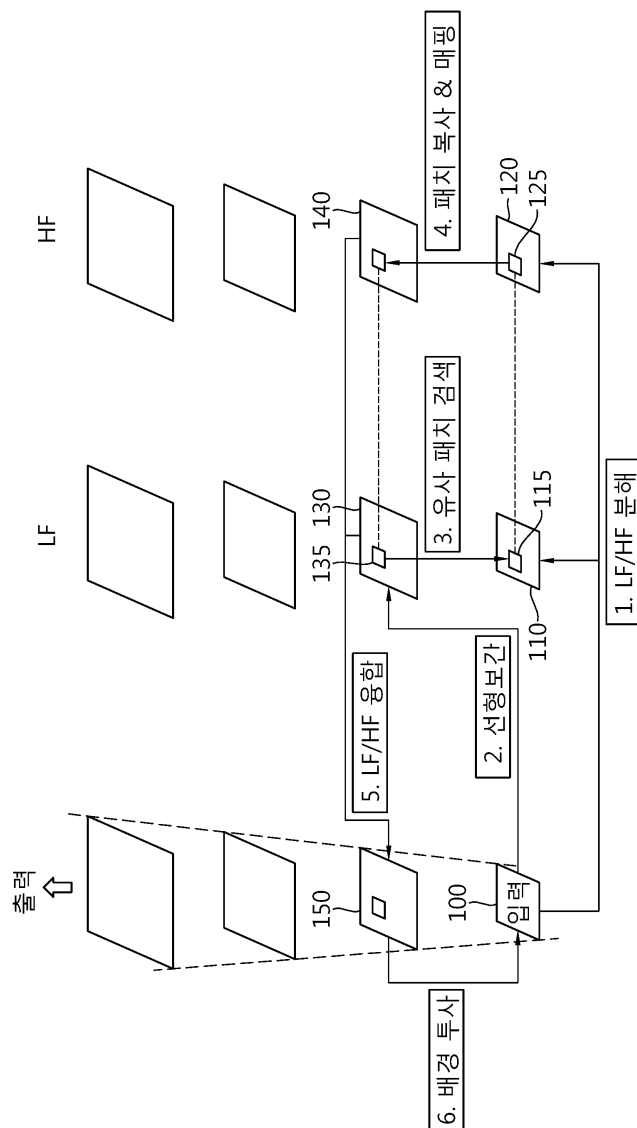
상술한 실시예들에서, 방법들은 일련의 단계 또는 블록으로서 순서도를 기초로 설명되고 있으나, 본 발명은 단계들의 순서에 한정되는 것은 아니며, 어떤 단계는 상술한 바와 다른 단계와 다른 순서로 또는 동시에 발생할 수 있다. 또한, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 순서도에 나타난 단계들이 배타적이지 않고, 다른 단계가 포함되거나, 순서도의 하나 또는 그 이상의 단계가 본 발명의 범위에 영향을 미치지 않고 삭제될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0075]

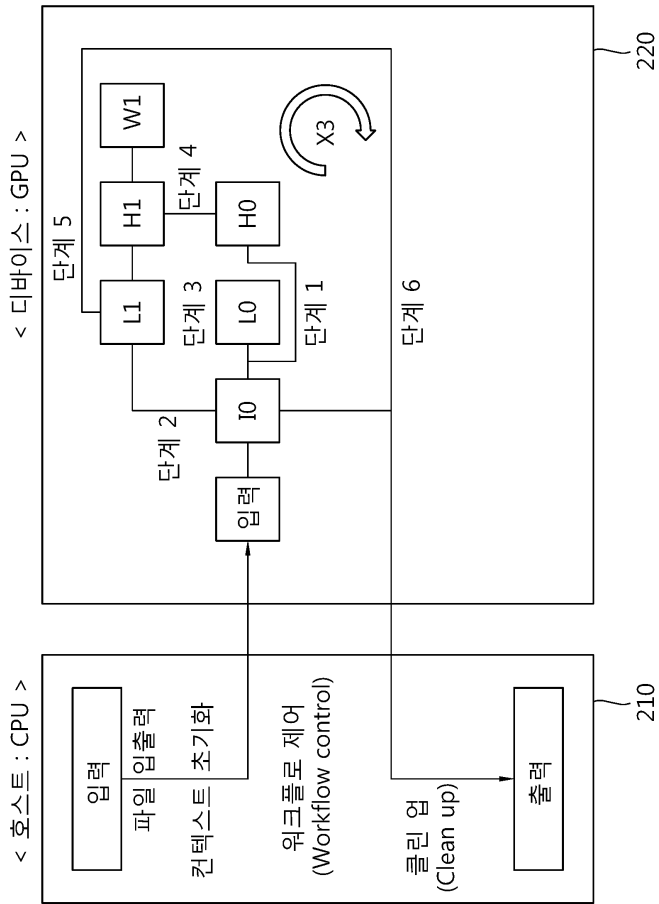
이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 특허청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

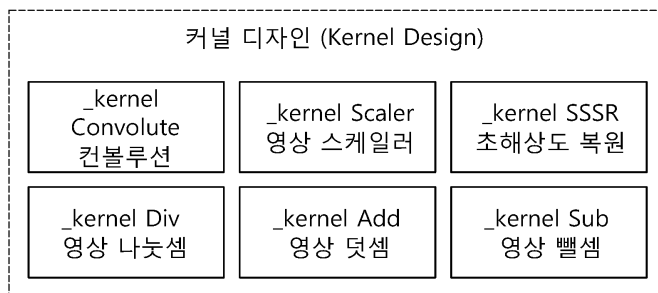
도면1



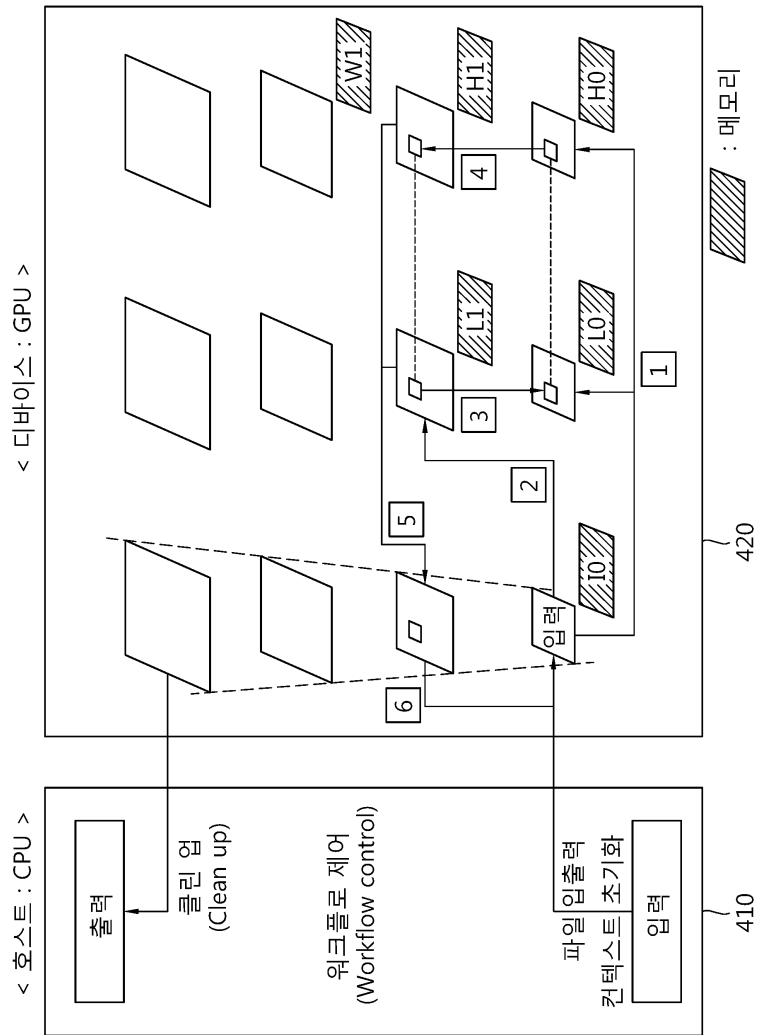
도면2



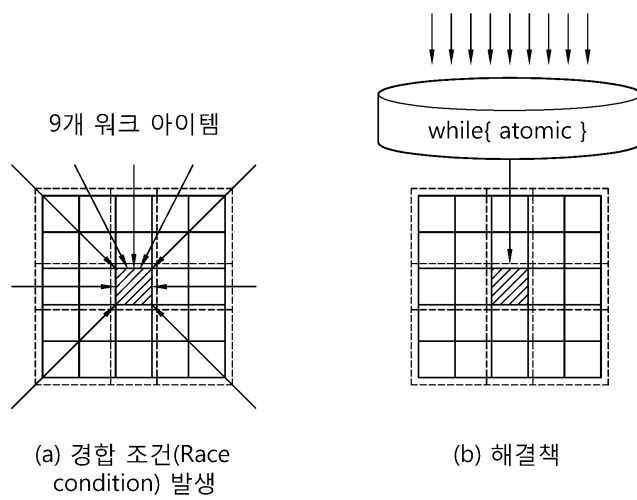
도면3



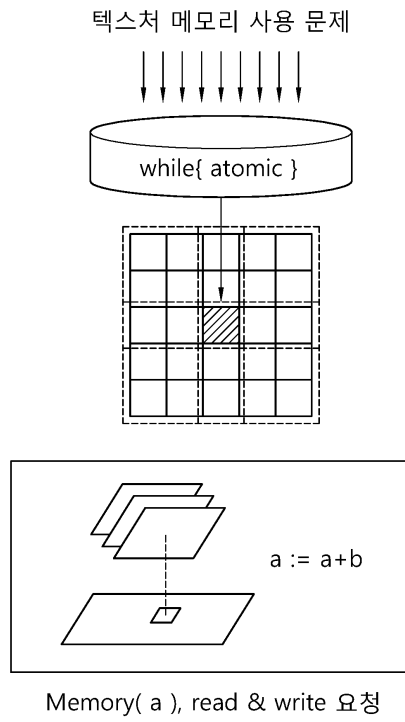
도면4



도면5



도면6



도면7

