



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월22일
 (11) 등록번호 10-1431715
 (24) 등록일자 2014년08월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G06T 1/00 (2006.01) G06T 5/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0094771
 (22) 출원일자 2013년08월09일
 심사청구일자 2013년08월09일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020060031519 A
 KR1020070121440 A
 KR101101441 B1

(73) 특허권자
 성균관대학교산학협력단
 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교
 내 (천천동)
 (72) 발명자
 이성길
 경기도 수원시 장안구 정자동
 정주현
 서울 강서구 우장산로4길 25, 1004동 407호 (내발
 산동, 청솔샤르망아파트)
 (74) 대리인
 에스앤아이피특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

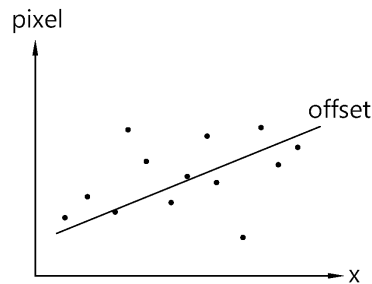
심사관 : 이주미

(54) 발명의 명칭 **선형 회귀 분석을 이용한 합산 영역 테이블의 정밀도 향상을 위한 방법 및 장치 및 이를 이용한 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명의 영상의 현재 픽셀 주변의 임의의 블록에 대한 산술적 연산을 수행하기 위한 합산 영역 테이블(SAT: Summed Area Table)의 정밀도를 향상시키기 위한 방법은 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 이용하여 오프셋을 상기 블록 내의 각 픽셀마다 적용하는 오프셋 적용 단계 및 상기 적용된 오프셋을 기반으로 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 테이블 생성 단계를 포함한다. 따라서, 합산 영역 테이블 생성시, 부동 소수점 표현 방식의 정밀도가 향상이 되어 원본 이미지와 복원한 이미지 사이에 오차를 줄일 수 있다.

대표도 - 도2



B. 선형 회귀분석을 이용한 오프셋을 적용할 경우

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345192513
 부처명 교육과학기술부
 연구사업명 중견연구자지원
 연구과제명 하이레벨 GPU 소프트웨어 모델링 및 디자인 인터페이스
 기여율 70/100
 주관기관 성균관대학교(자연과학캠퍼스)
 연구기간 2012.09.01 ~ 2013.08.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345180738
 부처명 교육과학기술부
 연구사업명 글로벌프론티어사업
 연구과제명 실시간 3D 그래픽스 구현을 위한 병렬처리형 소프트웨어 라이브러리 개발
 기여율 30/100
 주관기관 성균관대학교(자연과학캠퍼스)
 연구기간 2012.09.01 ~ 2013.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

영상의 현재 픽셀 주변의 임의의 블록에 대한 산술적 연산을 수행하기 위한 합산 영역 테이블(SAT: Summed Area Table)의 정밀도를 향상시키기 위한 방법에 있어서,

영상 내의 픽셀 값에 대한 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 이용하여 오프셋을 상기 블록 내의 각 픽셀마다 적용하는 오프셋 적용 단계; 및

상기 적용된 오프셋을 기반으로 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 테이블 생성 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 합산 영역 테이블의 정밀도 향상 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 테이블 생성 단계는

상기 오프셋이 적용된 상기 블록 내 각 픽셀의 값을 기반으로 재귀적 곱셈 연산(recursive doubling) 알고리즘을 이용하여 합산 영역 테이블을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 합산 영역 테이블의 정밀도 향상 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 테이블 생성 단계는

상기 블록 내의 각 행마다 수평 방향으로 제 1 프리픽스 합산(prefix sum)을 수행하여 저장하는 수평 단계; 및

상기 블록 내의 각 열마다 수직 방향으로 제 2 프리픽스 합산을 수행하여 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 합산 영역 테이블의 정밀도 향상 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 오프셋 적용 단계는

상기 현재 픽셀 주변의 임의의 블록을 정의하는 단계;

상기 정의된 블록 내에 포함된 픽셀들에 대해 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 오프셋으로 적용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 합산 영역 테이블의 정밀도 향상 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 다항식은 1차 또는 2차 이상의 고차 다항식을 포함하는 것을 특징으로 하는 합산 영역 테이블의 정밀도 향상 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 오프셋 적용 단계는

상기 블록 내의 각 픽셀의 R(Red) 정보, G(Green) 정보 및 B(Blue) 정보에 대해 각각 서로 다른 다항식을 적용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 합산 영역 테이블의 정밀도 향상 방법.

청구항 7

영상의 현재 픽셀 주변의 임의의 블록에 대한 산술적 연산을 수행하기 위한 합산 영역 테이블(SAT: Summed Area Table)의 정밀도를 향상시키기 위한 장치에 있어서,

영상 내의 픽셀 값에 대한 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 이용하여 오프셋을 상기 블록 내의 각 픽셀마다 적용하는 오프셋 적용부; 및

상기 적용된 오프셋을 기반으로 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 테이블 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 합산 영역 테이블의 정밀도 향상 장치.

청구항 8

영상 이미지를 복원하기 위한 필터링 방법에 있어서,

상기 영상 이미지의 현재 픽셀 주변의 임의의 블록에 대한 산술적 연산을 수행하기 위한 합산 영역 테이블(SAT: Summed Area Table)을 생성하는 합산 영역 테이블 생성 단계; 및

상기 합산 영역 테이블을 기반으로 상기 블록 내 픽셀 값의 평균을 계산하여 필터링을 수행하는 필터링 수행 단계를 포함하되, 상기 합산 영역 테이블 생성 단계는,

영상 내의 픽셀 값에 대한 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 이용하여 오프셋을 상기 블록 내의 각 픽셀마다 적용하는 오프셋 적용 단계; 및

상기 적용된 오프셋을 기반으로 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 테이블 생성 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 필터링 수행 단계는

상기 블록과 관련된 합산 영역 테이블의 우측 최상단 픽셀값, 우측 최하단 픽셀값, 좌측 최상단 픽셀값 및 좌측 최하단 픽셀값을 이용하여 상기 블록 내 픽셀 값의 평균을 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 테이블 생성 단계는

상기 오프셋이 적용된 상기 블록 내 각 픽셀의 값을 기반으로 재귀적 곱셈 연산(recursive doubling) 알고리즘을 이용하여 합산 영역 테이블을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 이미지 복원 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 테이블 생성 단계는

상기 블록 내의 각 행마다 수평 방향으로 제 1 프리픽스 합산(prefix sum)을 수행하여 저장하는 수평 단계; 및

상기 블록 내의 각 열마다 수직 방향으로 제 2 프리픽스 합산을 수행하여 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서, 상기 오프셋 적용 단계는

상기 현재 픽셀 주변의 임의의 블록을 정의하는 단계;

상기 정의된 블록 내에 포함된 픽셀들에 대해 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 오프셋으로 적용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 다항식은 1차 또는 2차 이상의 고차 다항식을 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법.

청구항 14

제 9 항에 있어서, 상기 오프셋 적용 단계는

상기 블록 내의 각 픽셀의 R(Red) 정보, G(Green) 정보 및 B(Blue) 정보에 대해 각각 서로 다른 다항식을 적용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법.

청구항 15

영상 이미지를 복원하기 위한 필터링 장치에 있어서,

상기 영상 이미지의 현재 픽셀 주변의 임의의 블록에 대한 산술적 연산을 수행하기 위한 합산 영역 테이블(SAT: Summed Area Table)을 생성하는 합산 영역 테이블 생성부; 및

상기 합산 영역 테이블을 기반으로 상기 블록 내 픽셀 값의 평균을 계산하여 필터링을 수행하는 필터링 수행부를 포함하되, 상기 합산 영역 테이블 생성부는,

영상 내의 픽셀 값에 대한 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 이용하여 오프셋을 상기 블록 내의 각 픽셀마다 적용하는 오프셋 적용부; 및

상기 적용된 오프셋을 기반으로 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 테이블 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 이미지 복원을 위한 필터링 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 합산 영역 테이블의 정밀도 향상 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 임의의 사각 영역의 평균을 픽셀을 모두 읽지 않고 표시할 수 있는 합산 영역 테이블의 정밀도를 향상시키기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 합산 영역 테이블(Summed Area Table)은 이미지 처리에서 사각 필터링(filtering)을 효율적으로 적용하기 위한 자료구조이다. 현재 픽셀 주변으로 임의의 사각 영역의 평균을 모든 픽셀을 읽을 필요 없이, 단 4번의 픽셀 값의 합과 차로 표시할 수 있다. 합산 영역 테이블은 사각 필터링을 필요로 하는 이미지 블러(blur), 필터링 등의 분야에 쓰이고 있다.

[0003] 그러나, 합산 영역 테이블은 좌측 아래(또는 우측 위)의 방향으로 영역의 합을 재귀적으로 더해서 저장하는데,

이 경우 많은 픽셀의 값이 누적되는 경우 보통 쓰이는 IEEE 754 방식의 32비트 부동 소수점 표현의 정밀도가 떨어지는 문제점이 있을 수 있다. 이에, 색상의 강도가 높거나 해상도가 높은 이미지를 이용해 합산 영역 테이블을 생성할 경우, 데이터가 손실되어 이미지를 복원할 시 일부 픽셀이 원복과 다른 문제가 발생한다.

[0004] 이런 문제를 극복하기 위해 종래 연구에서는 이미지에 오프셋(offset)을 적용하여 합산 영역 테이블을 생성하는 방법이 제안되었다. 그러나, 모든 픽셀에 대해 같은 오프셋을 사용하기 때문에 여전히 고해상도 이미지나 색상 분포에 따른 문제점을 해결하지 못해 모든 이미지에 대해 정밀도를 보장해주지 못하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 선형 회귀분석(linear regression)을 이용하여 오프셋을 사용함으로써 합산 영역 테이블의 정밀도를 향상시킬 수 있는 방법 및 장치, 및 이를 이용한 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 영상의 현재 픽셀 주변의 임의의 블록에 대한 산술적 연산을 수행하기 위한 합산 영역 테이블(SAT: Summed Area Table)의 정밀도를 향상시키기 위한 방법은 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 이용하여 오프셋을 상기 블록 내의 각 픽셀마다 적용하는 오프셋 적용 단계 및 상기 적용된 오프셋을 기반으로 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 테이블 생성 단계를 포함할 수 있다.

[0007] 상기 테이블 생성 단계는 상기 오프셋이 적용된 상기 블록 내 각 픽셀의 값을 기반으로 재귀적 곱셈 연산(recursive doubling) 알고리즘을 이용하여 합산 영역 테이블을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 테이블 생성 단계는 상기 블록 내의 각 행마다 수평 방향으로 제 1 프리픽스 합산(prefix sum)을 수행하여 저장하는 수평 단계 및 상기 블록 내의 각 열마다 수직 방향으로 제 2 프리픽스 합산을 수행하여 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 오프셋 적용 단계는 상기 현재 픽셀 주변의 임의의 블록을 정의하는 단계 및 상기 정의된 블록 내에 포함된 픽셀들에 대해 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 오프셋으로 적용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 다항식은 1차 또는 2차 이상의 고차 다항식을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 오프셋 적용 단계는 상기 블록 내의 각 픽셀의 R(Red) 정보, G(Green) 정보 및 B(Blue) 정보에 대해 각각 서로 다른 다항식을 적용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 영상의 현재 픽셀 주변의 임의의 블록에 대한 산술적 연산을 수행하기 위한 합산 영역 테이블(SAT: Summed Area Table)의 정밀도를 향상시키기 위한 장치는 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 이용하여 오프셋을 상기 블록 내의 각 픽셀마다 적용하는 오프셋 적용부 및 상기 적용된 오프셋을 기반으로 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 테이블 생성부를 포함할 수 있다.

[0013] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 영상 이미지를 복원하기 위한 필터링 방법은 상기 영상 이미지의 현재 픽셀 주변의 임의의 블록에 대한 산술적 연산을 수행하기 위한 합산 영역 테이블(SAT: Summed Area Table)을 생성하는 합산 영역 테이블 생성 단계 및 상기 합산 영역 테이블을 기반으로 상기 블록 내 픽셀 값의 평균을 계산하여 필터링을 수행하는 필터링 수행 단계를 포함하되, 상기 합산 영역 테이블 생성 단계는 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 이용하여 오프셋을 상기 블록 내의 각 픽셀마다 적용하는 오프셋 적용 단계 및 상기 적용된 오프셋을 기반으로 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 테이블 생성 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 필터링 수행 단계는 상기 블록과 관련된 합산 영역 테이블의 우측 최상단 픽셀값, 우측 최하단 픽셀값, 좌측 최상단 픽셀값 및 좌측 최하단 픽셀값을 이용하여 상기 블록 내 픽셀 값의 평균을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 테이블 생성 단계는 상기 오프셋이 적용된 상기 블록 내 각 픽셀의 값을 기반으로 재귀적 곱셈 연산

(recursive doubling) 알고리즘을 이용하여 합산 영역 테이블을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0016] 상기 테이블 생성 단계는 상기 블록 내의 각 행마다 수평 방향으로 제 1 프리픽스 합산(prefix sum)을 수행하여 저장하는 수평 단계 및 상기 블록 내의 각 열마다 수직 방향으로 제 2 프리픽스 합산을 수행하여 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 오프셋 적용 단계는 상기 현재 픽셀 주변의 임의의 블록을 정의하는 단계 및 상기 정의된 블록 내에 포함된 픽셀들에 대해 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 오프셋으로 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 다항식은 1차 또는 2차 이상의 고차 다항식을 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 오프셋 적용 단계는 상기 블록 내의 각 픽셀의 R(Red) 정보, G(Green) 정보 및 B(Blue) 정보에 대해 각각 서로 다른 다항식을 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 영상 이미지를 복원하기 위한 필터링 장치는 상기 영상 이미지의 현재 픽셀 주변의 임의의 블록에 대한 산술적 연산을 수행하기 위한 합산 영역 테이블(SAT: Summed Area Table)을 생성하는 합산 영역 테이블 생성부 및 상기 합산 영역 테이블을 기반으로 상기 블록 내 픽셀 값의 평균을 계산하여 필터링을 수행하는 필터링 수행부를 포함하되, 상기 합산 영역 테이블 생성부는 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 이용하여 오프셋을 상기 블록 내의 각 픽셀마다 적용하는 오프셋 적용부 및 상기 적용된 오프셋을 기반으로 상기 합산 영역 테이블을 생성하는 테이블 생성부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 선형 회귀 분석을 이용한 합산 영역 테이블의 정밀도 향상을 위한 방법 및 장치, 및 이를 이용한 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법 및 장치에 따르면, 합산 영역 테이블 생성시, 부동 소수점 표현 방식의 정밀도가 향상이 되어 원본 이미지와 복원한 이미지 사이에 오차를 줄이는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 종래 방식에 따라 고정 오프셋을 적용한 경우를 나타내는 그래프,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라서, 선형 회귀분석을 이용한 오프셋을 적용한 경우를 나타내는 그래프,
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 이미지 복원을 위한 필터링 장치를 개략적으로 나타낸 블록도,
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 이미지 복원을 위한 필터링 장치의 합산 영역 테이블 생성부를 구체적으로 나타낸 상세블록도,
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 이미지 복원을 위한 필터링 장치의 오프셋 적용부를 구체적으로 나타낸 상세블록도,
 도 6은 1차원 배열에 대한 재귀적 곱셈 연산 알고리즘을 설명하기 위한 개념도,
 도 7은 합산 영역 테이블을 이용하여 현재 블록의 픽셀값의 평균을 구하는 방법을 설명하기 위한 도면,
 도 8은 원본 이미지와 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법을 사용하여 복원한 이미지를 비교한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.
- [0024] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용

된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [0026] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0027] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0028] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0029] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 영상의 현재 픽셀을 복원할 때, 픽셀 복원의 정밀도를 높이기 위해 합산 영역 테이블을 이용할 수 있다. 합산 영역 테이블(Summed Area Table)은 이미지 처리에서 사각 필터링을 효율적으로 적용하기 위한 자료구조로서, 이를 이용하면 효율적으로 특정 블록의 평균 픽셀 값을 구할 수 있고, 상기 블록의 평균 픽셀 값을 통해 현재 픽셀일 픽셀 값을 산출할 수 있다.
- [0031] 도 1은 종래 방식에 따라 고정 오프셋을 적용한 경우를 나타내는 그래프이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 1차원 배열의 경우에 대해 같은 오프셋을 적용한 경우를 나타낸다. 즉, 가로축은 픽셀들의 위치이고, 세로축은 픽셀 값을 나타낸다. 픽셀들에게 모두 동일한 오프셋 값을 적용하였고, 이에 따라 고정된 오프셋으로부터 멀리 떨어진 픽셀의 경우 픽셀 값이 커지고, 이를 그대로 부동 소수점 표현으로 가져갔을 시 정밀도가 떨어지게 된다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라서, 선형 회귀분석을 이용한 오프셋을 적용한 경우를 나타내는 그래프이다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 도 1의 고정 오프셋을 사용한 경우와는 다르게 각 픽셀의 값을 기반으로 하는 다항식을 이용하여 각 픽셀별로 서로 다른 오프셋을 제공한다. 이때, 선형 회귀 분석(linear regression)이 이용할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 각 픽셀별로 해당 값에 최대한 가까운 값을 오프셋으로 적용할 수 있다. 이러한 방식으로 오프셋을 적용할 경우, 모든 픽셀에 대해 동일한 값을 적용하는 방식보다 더 많은 픽셀이 0에 수렴하기 될 수 있다. 이를 통해 합산 영역 테이블을 생성할 때 총합이 부동소수점 표현 방식의 한계 범위를 초과하지 않는 효과를 기대할 수 있다. 또한, 상기한 방식으로 픽셀마다 각각 다른 오프셋을 적용하면, 별도의 텍스처를 생성할 필요가 없어 텍스처 샘플링 없이 원본 픽셀을 빠르게 복원할 수 있다.
- [0035] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 이미지 복원을 위한 필터링 장치를 개략적으로 나타낸 블록도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 필터링 장치는 합산 영역 테이블 생성부(310) 및 필터링 수행부(320)를 포함할 수 있다.
- [0036] 도 3을 참조하면, 합산 영역 테이블 생성부(310)는 영상 이미지의 현재 픽셀 주변의 임의의 블록에 대해 산술적 연산을 수행하기 위해 합산 영역 테이블(SAT)을 생성한다. 전술한 바와 같이, 합산 영역 테이블 생성시 선형 회귀 분석을 통한 다항식이 이용될 수 있다.
- [0037] 필터링 수행부(320)는 합산 영역 테이블 생성부(310)를 통해 생성된 합산 영역 테이블을 기반으로 블록 내의 픽

셀 값의 평균을 계산하여 필터링을 수행한다. 필터링 수행부(320)는 현재 픽셀 주변의 블록에 대한 합산 영역 테이블의 특정 위치의 테이블 값만을 이용하여 블록의 평균 픽셀 값을 산출할 수 있고, 이를 통해 필터링을 수행할 수 있다.

[0038] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 이미지 복원을 위한 필터링 장치의 합산 영역 테이블 생성부(310)를 구체적으로 나타낸 상세블록도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 합산 영역 테이블 생성부(310)는 오프셋 적용부(410) 및 테이블 생성부(420)를 포함할 수 있다.

[0039] 오프셋 적용부(410)는 현재 픽셀 주변 블록의 각각의 픽셀에 대해 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 오프셋으로 적용한다. 이때, 각 픽셀마다 채널별로 선형 회귀 분석을 통해 생성된 다항식을 오프셋으로 적용할 수 있다.

[0040] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 이미지 복원을 위한 필터링 장치의 오프셋 적용부(410)를 구체적으로 나타낸 상세블록도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 오프셋 적용부(410)는 블록 정의부(510) 및 다항식 생성부(520)를 포함할 수 있다.

[0041] 도 5를 참조하면, 블록 정의부(510)는 현재 픽셀 주변의 임의의 블록을 정의한다. 임의의 블록은 현재 픽셀을 중심으로 하여 크기가 다른 여러 개의 블록을 의미할 수 있다. 또한, 블록은 현재 픽셀을 중심으로 정사각형 또는 직사각형 블록일 수 있다.

[0042] 다항식 생성부(520)는 정의된 블록 내에 포함된 복수 개의 픽셀에 대해, 각 픽셀마다 적용될 수 있는 오프셋 관련 다항식을 생성한다. 각 픽셀에 대해 적용되는 다항식을 다음과 같은 수학식을 이용하여 생성될 수 있다.

수학식 1

$$r(x, y) = a_r x + b_r y + c_r$$

$$g(x, y) = a_g x + b_g y + c_g$$

$$b(x, y) = a_b x + b_b y + c_b$$

[0043]

[0044] 여기서, x와 y는 각각의 이미지의 x축 및 y축 좌표이다. 각 픽셀별로 오프셋을 적용시키기 위해 픽셀마다 채널별로 선형 회귀 분석을 통해 생성되는 다항식을 오프셋으로 적용할 수 있다.

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 다항식 생성부(520)는 각 블록에 포함된 픽셀들의 각각의 좌표에 대한 픽셀값을 기준으로 선형 회귀 분석을 수행하여 다항식을 도출한다. 다항식 생성부(520)는 각각의 휘도 값 또는 색상 값에 대해 서로 다른 다항식을 도출할 수 있다. 또한, 색상 값에 대해서도, R(Red), G(Green) 및 B(Blue) 색상 값에 대해 서로 다른 다항식을 도출할 수 있다. 또한, 다항식 생성부(520)는 각각의 픽셀에 대한 오프셋 관련 다항식을 1차 다항식뿐만 아니라 고차 다항식을 통해 수행할 수 있다. 즉, 1차 다항식으로 회귀 분석을 하는 것뿐만 아니라 고차 다항 회귀 분석을 통해 오프셋을 적용할 수도 있다.

[0046] 다항식 생성부(520)는 생성된 다항식을 각 픽셀에 적용시킬 수 있다. 이에 따라 각 픽셀마다 변경된 픽셀 값을 가질 수 있다. 그리고, 다항과 관련된 오프셋 정보는 이후, 테이블 생성부(420) 및 필터링 수행부(320)에 전송될 수 있다.

[0047] 다시 도 4로 돌아가서, 테이블 생성부(420)는 오프셋 적용부(410)에서 적용된 오프셋을 기반으로 합산 영역 테이블을 생성한다. 테이블 생성부(420)는 오프셋을 적용한 이미지를 통해 합산 영역 테이블을 생성하는데, 이때 재귀적 곱셈(recursive doubling) 알고리즘을 사용할 수 있다.

[0048] 도 6은 1차원 배열에 대한 재귀적 곱셈 연산 알고리즘을 설명하기 위한 개념도이다. 도 6은 1차원 배열에 대한 재귀적 곱셈 알고리즘을 도시한다.

[0049] 도 6을 참조하면, 테이블 생성부(420)는 오프셋이 적용된 각각의 픽셀의 픽셀 값을 픽셀 배치에 맞춰 가지고 있고, 이를 기반으로 수평 및 수직 단계를 수행하여 테이블을 생성한다. 테이블 생성부(420)는 텍스처 샘플링의 효율성을 위해 수평 단계에선 각 행마다 수평 방향으로 프리픽스 섬(prefix sum)을 수행하여 저장한다. 그리고는 수직 단계에서 각 열마다 수직 방향으로 프리픽스 섬을 수행한다. 각 단계의 패스 수는 수평 단계에서

$\log_2(\text{width})$ 이고, 수직 단계에서는 $\log_2(\text{height})$ 이다. 즉, 프리픽스 섬의 반복 수행을 통해 2^n 크기의 테이블을 생성할 수 있다. 테이블 생성부(420)는 본 방식을 이용하여 픽셀마다 서로 다른 오프셋을 적용하면, 별도의 텍스처를 생성할 필요가 없어 텍스처 샘플링 없이 원본 픽셀을 빠르게 복원할 수 있다.

[0050] 다시 도 3로 돌아가서, 합산 영역 테이블 생성부(310)에서의 테이블 생성이 완료되면, 필터링 수행부(320)는 합산 영역 테이블을 이용하여 필터링을 수행한다. 이때, 임의의 블록 내의 픽셀 값의 평균을 합산 영역 테이블을 이용하여 쉽게 산출할 수 있다.

[0051] 도 7은 합산 영역 테이블을 이용하여 현재 블록의 픽셀값의 평균을 구하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0052] 도 7을 참조하면, 필터링 수행부(320)는 다음의 수학적식을 이용하여, 필터링을 수행할 수 있다.

수학적식 2

$$average = \frac{UR - UL - LR + LL}{w * h}$$

[0053]

[0054] 여기서, average는 해당 블록 내의 픽셀값의 평균, UR은 우측 상단 코너의 값(710), UL은 좌측 상단 코너의 값(740), LR은 우측 하단 코너의 값(720), LL은 좌측 하단 코너의 값(730)을 의미할 수 있다. w는 블록의 폭을, h는 블록의 높이를 의미할 수 있다. 이렇게 4번의 텍스처 룩업을 통해 해당 블록의 픽셀 값 평균 값을 구할 수 있고, 이에 많은 픽셀 값이 누적되어도 4개의 텍스처 룩업만을 수행하여 평균 값을 산출할 수 있으므로, 정밀도가 떨어지지 않을 수 있다.

[0055] 필터링 수행부(320)는 이렇게 생성된 평균 값을 이용하여 이미지 블러, 필터링 등의 사각 영역 필터링을 수행할 수 있다. 필터링 수행부(320)는 본 방식을 이용하여 픽셀마다 서로 다른 오프셋을 적용하여 생성된 테이블을 이용하면, 별도의 텍스처를 생성할 필요가 없어 텍스처 샘플링 없이 원본 픽셀을 빠르게 복원할 수 있다. 이때, 추가적인 계산을 줄이기 위해, 정적분을 이용하여 임의의 블록(즉, 사각 영역)의 오프셋을 빠르게 복구할 수 있다.

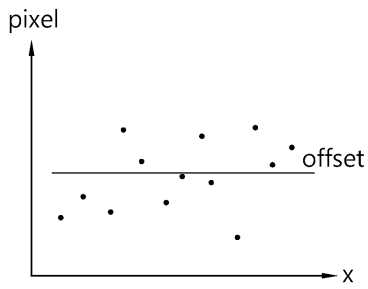
[0056] 도 8은 원본 이미지와 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 이미지 복원을 위한 필터링 방법을 사용하여 복원한 이미지를 비교한 도면이다.

[0057] 도 8을 참조하면, 본 발명의 필터링 방법의 성능 시험과 관련하여, 정밀도 오차를 측정하기 위해, 원본 이미지와 합산 영역 테이블을 이용하여 복원한 이미지를 비교하였다. 측정 오차는 PSNR, SSIM의 두 대표적 방법을 이용하여 측정되었다. 결과는 PSNR은 93.87 dB이고, SSIM은 1.0이다. 복원 결과, 오차가 매우 작은 것을 알 수 있고, 특히 SSIM은 1에 매우 가까움을 확인할 수 있다.

[0058] 이상 도면 및 실시예를 참조하여 설명하였지만, 본 발명의 보호범위가 상기 도면 또는 실시예에 의해 한정되는 것을 의미하지는 않으며 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

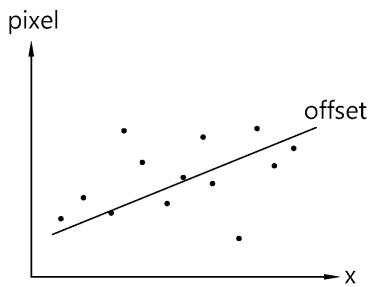
도면

도면1



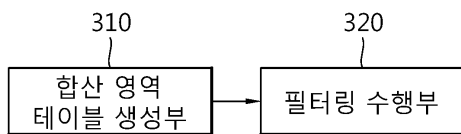
A. 고정 오프셋을 적용할 경우

도면2

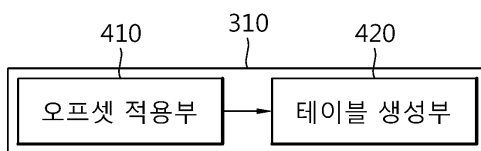


B. 선형 회귀분석을 이용한 오프셋을 적용할 경우

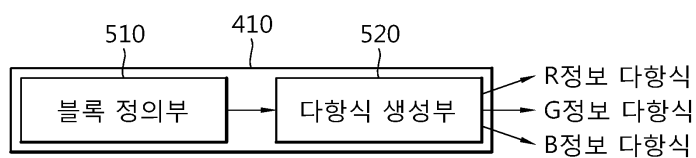
도면3



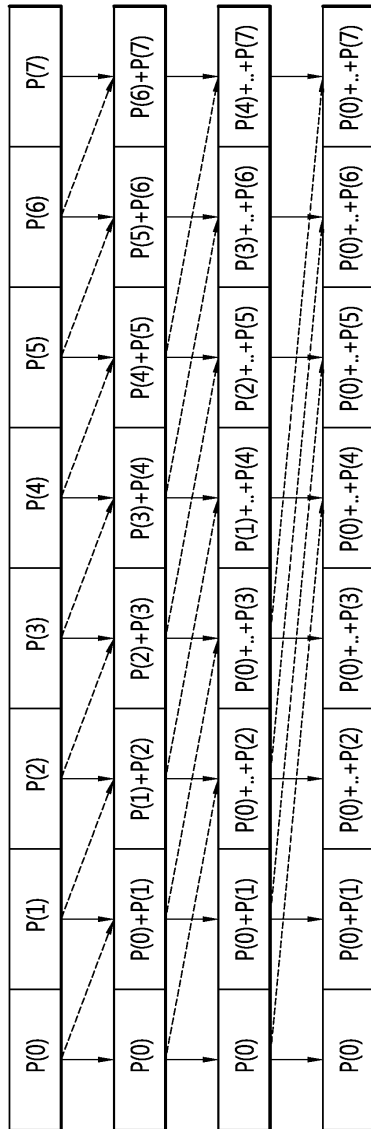
도면4



도면5



도면6



도면7

740	2	1	2	3	0	710
	4	3	-2	0	-1	
	-1	-2	4	-3	-1	
	1	3	-2	2	1	
730	-3	0	0	1	3	720

도면8

Original

From SAT



PSNR: 93.87 dB SSIM: 1.0