(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0081248
(43) 공개일자 2016년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 3/40 (2006.01) *G06T 5/20* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0194785
(22) 출원일자 2014년12월31일
심사청구일자 2014년12월31일
기술이전 희망 : **기술양도**, **실시권허여**, **기술지도**

전체 청구항 수 : 총 6 항

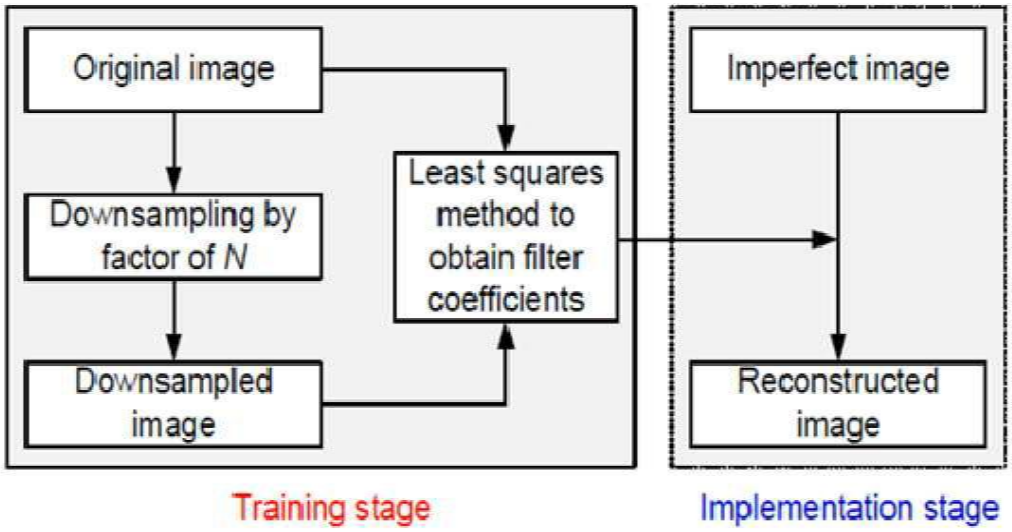
(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
전광길
인천광역시 연수구 경원대로119번길 21, 113동 804호 (동춘동, 풍림2차아파트)
(74) 대리인
특허법인충정

(54) 발명의 명칭 **화질 개선 및 소형 적외선 이미지에 대한 확대 알고리즘**

(57) 요 약

본 발명의 실시 예에 따른 업샘플링 방법은, 열적외선 이미지를 업샘플링하는 방법에 있어서, 검증 이미지를 다운샘플링 이미지로 변환하는 과정과, 원본과 상기 다운샘플링된 이미지에 기초하여 특정 계수를 가진 필터를 구하는 과정 및 상기 필터를 사용하여 상기 이미지를 필터링하여 재생성된 이미지를 얻는 과정을 포함한다.

대 표 도 - 도2



명 세 서

청구범위

청구항 1

열적외선 이미지를 업샘플링하는 방법에 있어서,

검증 이미지를 다운샘플링 이미지로 변환하는 과정;

원본가 상기 다운샘플링된 이미지에 기초하여 특정 계수를 가진 필터를 구하는 과정; 및

상기 필터를 사용하여 상기 이미지를 필터링하여 재생성된 이미지를 얻는 과정;을 포함하는 것을 특징으로 하는, 업샘플링 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 특정 계수를 가진 필터를 구하는 과정은,

LSM(Least squares method)를 적용하여 획득하고, 통계방식으로 최소화된 성능 측정법으로 상기 특정계수를 결정하는 것을 특징으로 하는, 업샘플링 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 특정계수는 k^{th} 체계 모델과 일치하도록 선택되며, 가장 가까운 이웃 픽셀들이 수용되는 것을 특징으로 하는, 업샘플링 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 재생성된 이미지를 추정하는 관련 식은 $y(s_o)=\sum_{j=1}^{k} c_j y(s_j)$ 인 것을 특징으로 하는, 업샘플링 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 특정계수를 획득하기 위한 트레이닝 윈도우는 U=2p(p+1)요소를 갖는 직사각형 모양의 윈도우이고, 상기 p+1은 수직방향 사이즈이고, p는 수평방향 사이즈이며, U에서 트레이닝 진행은 1 컬럼 벡터 z=[y(s-1), y(s-2), ...,y(s-U)]에 의해 구성되는 것을 특징으로 하는, 업샘플링 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 이웃 추정에 의해 UV 매트릭스를

$$A=\begin{bmatrix} y(s-1-1) & y(s-1-2)\ldots & y(s-1-V) \\ y(s-2-1) & y(s-2-2)\ldots & y(s-2-V) \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ y(s-U-1) & y(s-U-2)\ldots & y(s-U-V) \end{bmatrix}$$

와 같이 형성하고, 광학 계수는 전통적인 최소 자승 방법에 의해 $c=(A^{T}A)^{-1}(A^{T}z)$로 획득되며, 솔루션은

$\hat{c} = \arg\min_c (\| z - Ac \|_2)$ 인 것을 특징으로 하는, 업샘플링 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 업샘플링 알고리즘에 관한 것으로, 특히 저해상도 열적외선 이미지를 위한 이미지 업샘플링 알고리즘에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 열적외선 이미지들은 적외선 이미지 모델들 중 하나이다. FLIR 카메라들[1, 2]과 같은 써모그래픽 카메라는 전자기 스펙트럼의 적외선 범위에서 방사선을 분간하고, 그 방사선 [3-5]의 이미지를 생성한다. 이것을 열상이라 한다. 모든 것은 적외 방사를 방출하고, 온도의 강도에 의해 방사선 양이 발한다. 그러므로, 사람, 강아지, 새들과 같은 따뜻한 온도의 동물들은 낮이나 밤에 환경에 상관없이 쉽게 눈에 잘 띈다[6, 7].

[0003] 열적외선 이미지의 장점들 중 메인은 열적외선 이미지는 특정영역에서 온도의 시각적인 그림을 디스플레이할 수 있다는 것이고, 이에 따라 각 영역별 온도를 비교할 수 있다는 것이다. 그러므로 열 적외선 이미지는 닿지 못하는 곳 또는 위험한 영역에 접근하거나 또는 평가할 때 이용될 수 있다.

[0004] 또한, 열 적외선 이미지는 진단 목적으로 쓰일 수도 있고, 비파괴적인 테스트 방법으로 이용될 수 있다. 예를 들어, 열적외선 이미지는 파이프, 통로, 메탈 및 플라스틱 부분들을 점검하는 건설 현장에서 결함 또는 인공물을 찾을 때 이용된다. 게다가 열적외선 이미지는 휘도가 약한 영역에서 이용된다. 도 1은 광학적 그림 및 그의 저해상도 열 적외선 그림을 나타낸다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 발명된 것으로, 그 목적은 FLIR 카메라와 같은 써모그래픽 카메라에 의해 캡처된 저해상도 열 적외선 이미지를 향상시키는 저해상도 열적외선 이미지를 위한 이미지 업샘플링 알고리즘을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 업샘플링 방법은, 열적외선 이미지를 업샘플링하는 방법에 있어서, 검증 이미지를 다운샘플링 이미지로 변환하는 과정과, 원본과 상기 다운샘플링된 이미지에 기초하여 특정 계수를 가진 필터를 구하는 과정 및 상기 필터를 사용하여 상기 이미지를 필터링하여 재생성된 이미지를 얻는 과정을 포함한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명의 실시 예에 따른 저해상도 열적외선 이미지를 위한 이미지 업샘플링 알고리즘은, FLIR 카메라와 같은 써모그래픽 카메라에 의해 캡처된 저해상도 열 적외선 이미지를 향상시킨다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 광학적 그림 및 그의 저해상도 열 적외선 그림.

도 2는 제안된 LSM 시스템의 절차를 나타내는 도면.

도 3은 15RGB 이미지를 포함하는 도면.

도 4는 도 3에 대응하는 적외선 이미지(NIR: near-infrared).

도 5는 15의 다른 이미지에 의해 획득된 15 필터의 주파수 응답을 나타내는 도면.

도 6 및 도 7은 본 발명의 실시 예에 따라 재구성된 이미지를 나타내는 도면.

도 8은 이중선형방법과 제안된 33 사이즈 필터 간의 PSNR 성능을 비교한 그래프.

도 9 및 도 10은 서로 다른 사이즈 필터들 간의 PSNR 성능 비교를 나타내는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 문서에서 사용된 표현 "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, "~에 적합한(suitable for)," "~하는 능력을 가지는(having the capacity to)," "~하도록 설계된(designed to)," "~하도록 변경된(adapted to)," "~하도록 만들어진(made to)," 또는 "~를 할 수 있는(capable of)"과 바꾸어 사용될 수 있다. 용어 "~하도록 구성된(또는 설정된)"은 하드웨어적으로 "특별히 설계된(specifically designed to)" 것만을 반드시 의미하지 않을 수 있다. 대신, 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(generic-purpose processor)(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

[0010] 본 문서에서 사용된 용어들은 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 문서에 기재된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 문서에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 문서에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 문서에서 정의된 용어일지라도 본 문서의 실시예들을 배제하도록 해석될 수 없다.

[0011] 본 발명은 저해상도 열적외선 이미지를 위한 이미지 업샘플링 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법은 FLIR 카메라와 같은 써모그래픽 카메라에 의해 캡쳐된 저해상도 열 적외선 이미지를 향상시키는 방법이다. 본 발명이 추정하는 시나리오는 FLIR 카메라에 의해 캡쳐된 열적외선 이미지의 사이즈를 줄이는 것이고, 디자인된 필터를 이용하여 열적외선 이미지의 원본 사이즈로 복구하는 것이다.

[0012] 나머지는 다음과 같이 배열된다. 섹션 2에서는 제안된 방법이 상세히 개시되고, 시뮬레이션 결과를 섹션 3에서 입증하며, 섹션 4에서 전체적인 논의를 끝낸다.

[0013] 2. 열 적외선 이미지 업샘플링

[0014] 신호 업샘플링은 이미지 샘플링율에 대한 증가의 하나의 절차이다. 본 발명은 업샘플링 알고리즘에서 기존의 최소 사각형 [11, 12] 방식 (LSM)을 수용했다. LSM은 두 단계를 가진다. 하나는 실제 검증 테스트 이미지들을 사용하는 시험이며, 그 시험에서, 이미지를 재생성 하기 위한 이미지에 대한 특정 계수를 가진 최고의 필터를 얻을 수 있다. 다른 하나는 재생성된 이미지를 얻기 위한 불완전한 이미지를 필터링 하는 것이다. 두 번째 단계를 수행하기 위해, 필터들이 획득되어야 한다. 달리 말하면, 첫 번째 단계는 두 번째 단계 이전에 실행되어야 한다. 일부 어플리케이션들은 동시에 두 단계를 합치기도 한다. 하지만 그러면 시스템은 느려지게 되고 결과적으로 큰 컴퓨터 연산 비용을 야기시킨다. 도 2는 제안된 LSM 시스템의 절차를 보여준다.

[0015] 첫 번째 단계를 수행하기 위해, 우리는 먼저 실제 검증 이미지를 다운샘플링 이미지로 변환한다. 원본 이미지가, 우리의 재생성된 이미지의 목표인, 실제 검증 이미지로서 사용된다. 시험 단계는 실제 검증 이미지와 그것의 다운샘플링 된 이미지를 시험 객체로 사용하고 다른 크기를 가지는 특정 계수를 얻기 위해 LSM을 적용한다. 일반적으로 필터 크기는 3X3, 5X5 등의 홀수로 결정된다. 이미지를 다운샘플링 하는 많은 시나리오가 있다. 예를 들면, 이미지는 N의 인수로 수평으로 다운샘플링 될 수 있거나, N의 인수로 수직이나 사선으로 다운샘플링 될 수 있다. 또한, 인수 N은 각각 다른 정수가 될 수 있다. 이 발명에서, 우리는 인수 N을 짝수로 가정한다. 결국 필터의 최고의 계수는 통계 방식으로 최소화 된 성능 측정법으로 결정된다. 이 발명에서, 수용된 성능 측정법은 mean squared error (MSE) 이다. 우리는 우리의 시스템에서 기존의 LSM을 수용했다. LSM으로, 필터 계수는 결정되고, 우리는, 재생성된 이미지를 추정하기 위해 같은 필터를 사용한다. 이전 절에서 설명했듯이, 필터 계수의 집합은 원본과 다운샘플링 된 이미지를 사용하여 시험 단계에서 결정된다. 결정된 계수는 k^{th} 체계 모델과 일치하도록 선택되며, 많은 경우에 가장 가까운 픽셀들이 수용된다. 추정은 식(1)에 묘사된다.

수학식 1

[0016] $$y(s_o) = \sum_{j=1}^{k} c_j y(s_j)$$

[0017] LSM 추정에서 획득된 계수는 최소 자승 센스에서 위치상 최적화된다. 트레이닝 윈도우의 유용한 선택 중 하나는 U=2p(p+1)요소를 갖는 직사각형 모양의 윈도우이다. 여기서 p는 트레이닝 윈도우의 사이즈이다. p+1은 수직방향 사이즈이고, p는 수평방향 사이즈이다. 그러면, U에서 트레이닝 진행은 1 컬럼 벡터 z=[y(s-1), y(s-2), ...,y(s-U)]에 의해 구성된다. 이웃 추정에 의해, 하나는 UV 매트릭스를 형성할 수 있다.

[0018] $$A = \begin{bmatrix} y(s-1-1) & y(s-1-2)\ldots & y(s-1-V) \\ y(s-2-1) & y(s-2-2)\ldots & y(s-2-V) \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ y(s-U-1) & y(s-U-2)\ldots & y(s-U-V) \end{bmatrix}$$

[0019] 광학 계수는 전통적인 최소 자승 방법에 의해 획득된다.

[0020] $$c = (A^T A)^{-1}(A^T z)$$

[0021] 솔루션은 $\hat{c} = \arg_c \min(\| z - Ac \|_2)$ 이다.

[0022] 3. 시뮬레이션 결과

[0023] 제안된 필터를 평가하기 위해 우리는 실측정보(이중선형방법)와 우리의 필터를 비교한다. 테스트 이미지는 도 3에서 15RGB 이미지를 포함하고, 이것의 적외선 이미지(NIR: near-infrared)는 도 4에 보여진다. 사용된 장면 셋은 [13]에 접근한다. 이미지 셋은 RGB와 NIR에서 아홉의 다른 클래스에서 477 테스트 이미지로 구성된다. 아홉 클래스는 country, field, indoor, mountain, oldbuilding, street, urban 및 water 카테고리들이다. 이미지 셋의 자세한 내용을 위해 하나의 이미지를 다운로드 한다. 파라미터 N은 2로 할당된다.

[0024] 도 5는 15의 다른 이미지에 의해 획득된 15 필터의 주파수 응답을 보여준다. 트레이닝 이미지에 따라, 주파수 응답 모양은 다양하다. 주파수 응답에서, 테스트 이미지에서 이미지 #6이 더 고주파 에너지를 갖는 반면, #4 이미지는 작은 고주파 에너지를 갖는 것이 명백히 보인다. 파워 스펙트럼 밀도에서 낮은 주파수 에너지는 [0, 0] 위치에 모이고, 고주파 에너지는 파워 스펙트럼 밀도의 좌우(수평 방향), 위아래(수직 방향) 또는 코너측(대각선 방향)에 나타난다는 점에 유의하자.

[0025] 도 6은 이미지 #14를 이용하여 재구성된 이미지를 보여준다. 도 6(a)는 이중선형방법에 의해 획득되고, 도 6(b)는 제안된 2323 사이즈 필터를 이용하여 획득된다. 도 6(c)와 도 6(d)는 원본 이미지와 재구성된 이미지 간의 차이 이미지들이다. 컬러 이미지가 0에서 255로, 255에서 0으로 반전되기 때문에, 재구성된 이미지에서 낮은 강도는 낮은 인공물을 의미한다. 다른 말로하면, 도 6(c)는 낮은 강도의 더 나은 값을 보여주고, 도 6(c)가 시각적으로 더 나은 결과물이다. 동일한 방식으로 도 7이 도 6과 같이 해석될 수 있다.

[0026] 도 8은 이중선형 방법과 33사이즈의 제안된 필터의 성능을 보여준다. 제안된 필터는 15 테스트 이미지들에서 3.5dB 나은 PSNR(peak signal-to-noise ratio)를 보여준다. 도 9 및 도 10은 다른 사이즈의 필터들 : 33, 55, 77, 99, 1111, 1313, 1515, 1717, 1919, 2121 및 2323의 PSNR 차이를 보여준다. 본 발명은 33 필터가 실측정보라 가정하고, 그러므로 PSNR 결과가 양의 숫자이면, 더 큰 필터가 더 나은 성능을 준다. 흥미롭게도 도 9 및 도 10으로부터 더 큰 필터는 항상 더 나은 결과를 주지 않는 다는 것이 보인다.(이미지 #6). 도 9 및 도 10을 보면, 필터 사이즈가 클수록 PSNR 결과는 -0.2dB 떨어진다.

[0027] 4. 결론

[0028] 본 발명에서 새로은 열적외선 이미지 업샘플링 방법이 제안된다. 열적외선 이미지의 해결은 CFA를 통해 디지털 카메라로 획득한 컬러 이미지의 것보다 작고, 이미지 업샘플링 기법이 필요하다. 이 문제를 해결하기 위해, 트레이닝 스테이지에서 필터 디자인이 제안되었다. 본 발명의 구현된 방법은 실현가능하다. 시뮬레이션 결과는 PSNR 세부 성능을 보여준다.

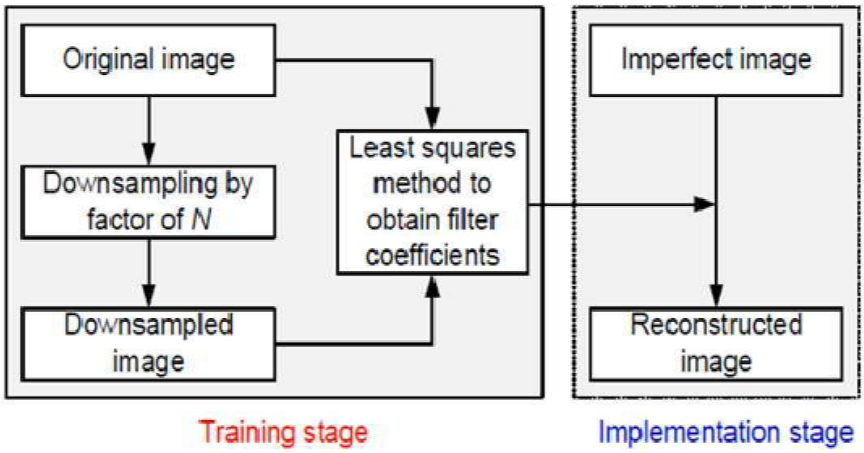
[0029] 이상에서 설명된 본 발명의 업샘플링 방법의 실시 예는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명이 속한 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 잘 알 수 있을 것이다. 그러므로 본 발명은 상기의 상세한 설명에서 언급되는 형태로만 한정되는 것은 아님을 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다. 또한, 본 발명은 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 정신과 그 범위 내에 있는 모든 변형물과 균등물 및 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면

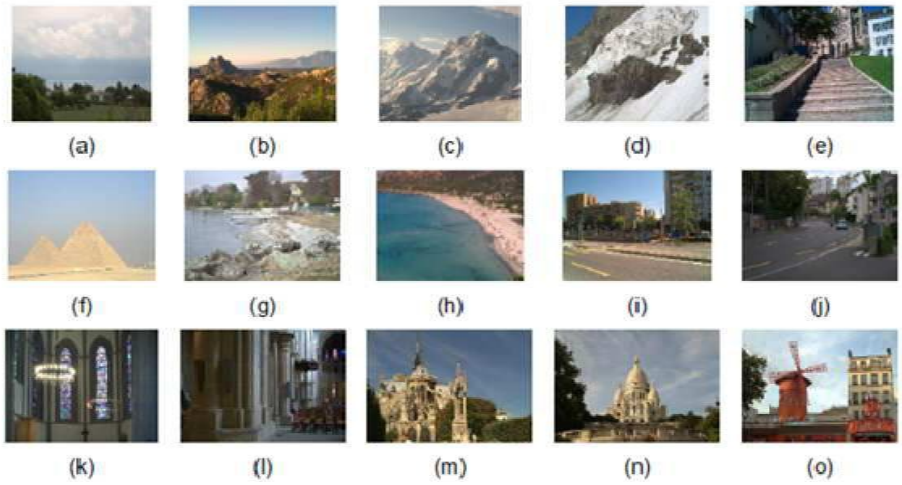
도면1



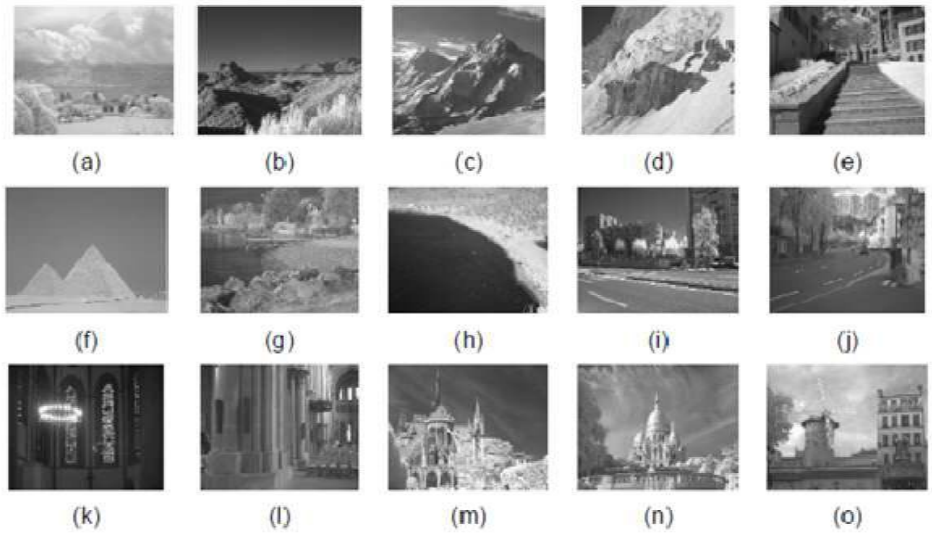
도면2



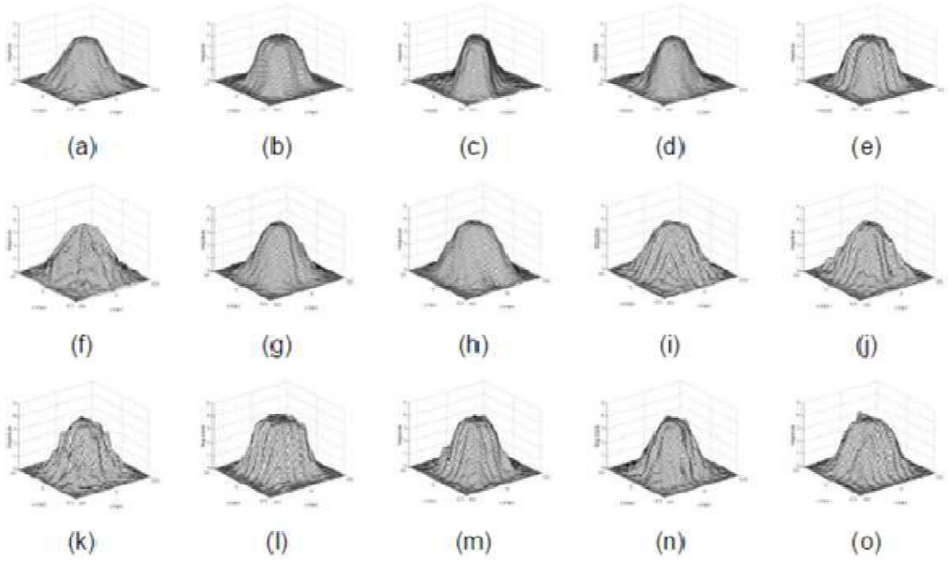
도면3



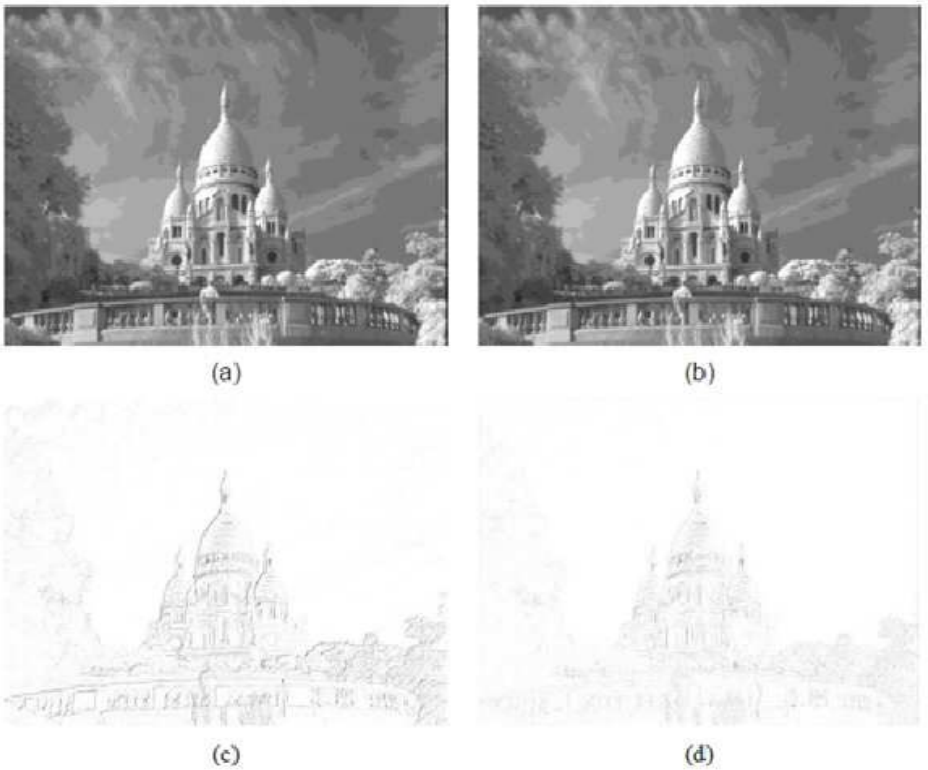
도면4



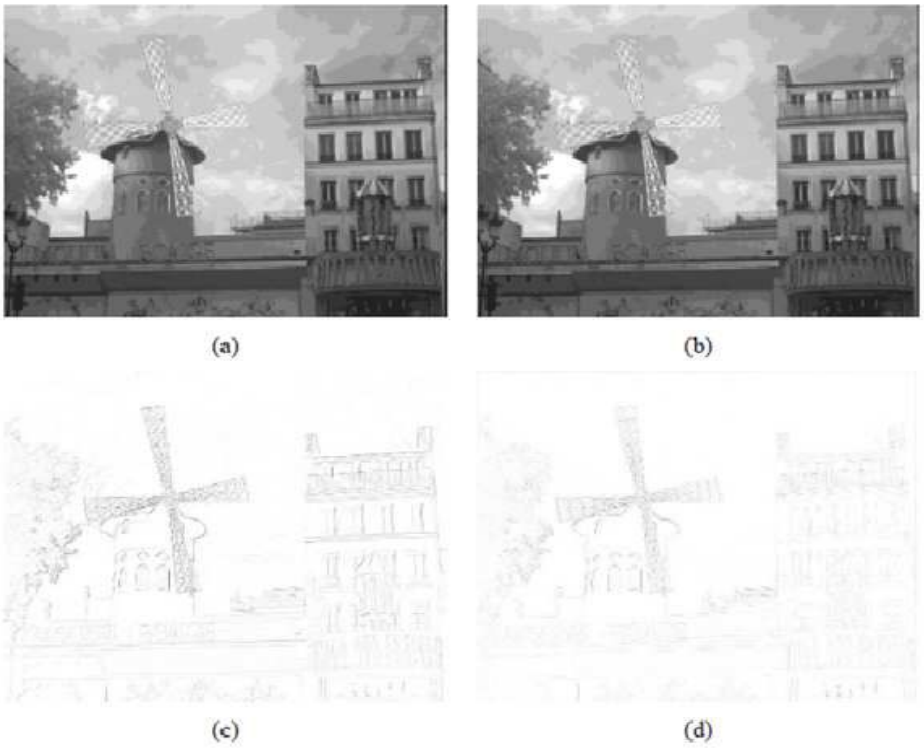
도면5



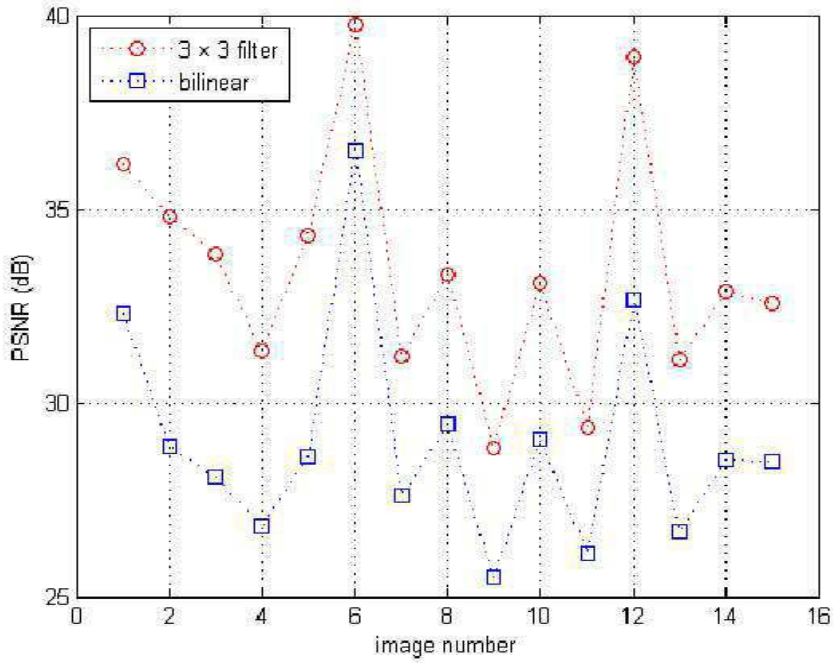
도면6



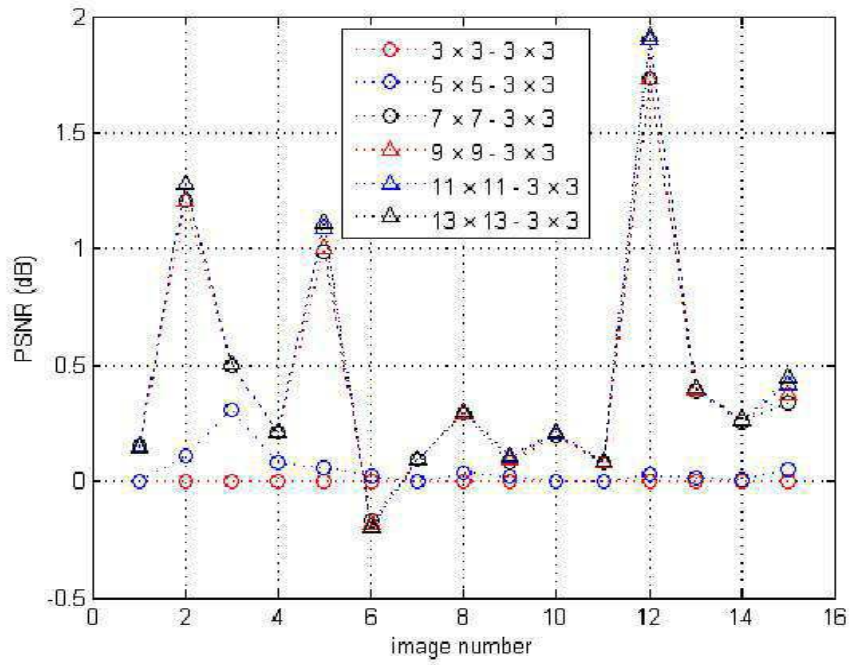
도면7


(a)
(b)
(c)
(d)

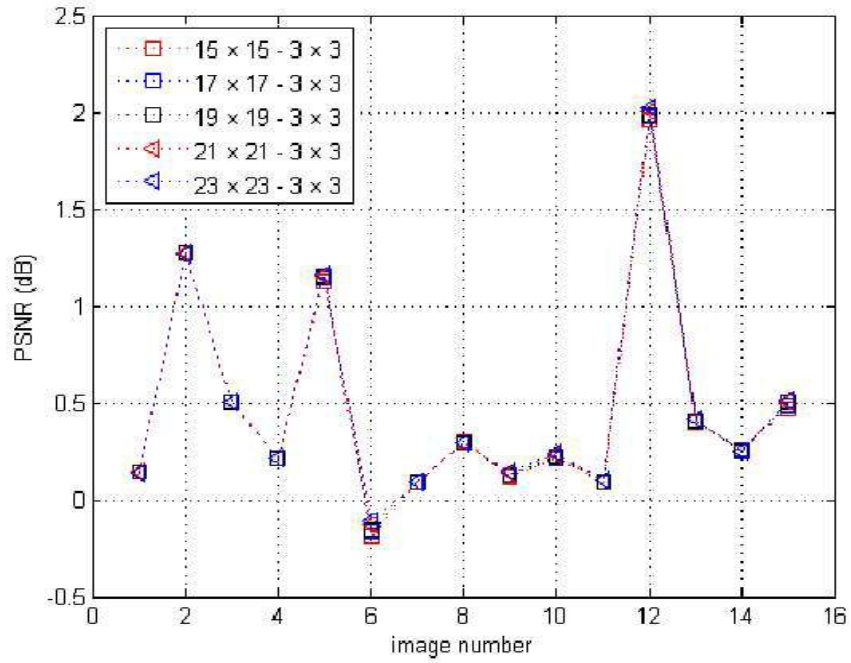
도면8


3 × 3 filter
bilinear
PSNR (dB)
image number
40
35
30
25
0
2
4
6
8
10
12
14
16

도면9


3 x 3 - 3 x 3
5 x 5 - 3 x 3
7 x 7 - 3 x 3
9 x 9 - 3 x 3
11 x 11 - 3 x 3
13 x 13 - 3 x 3
PSNR (dB)
image number

도면10


15 x 15 - 3 x 3
17 x 17 - 3 x 3
19 x 19 - 3 x 3
21 x 21 - 3 x 3
23 x 23 - 3 x 3
PSNR (dB)
image number