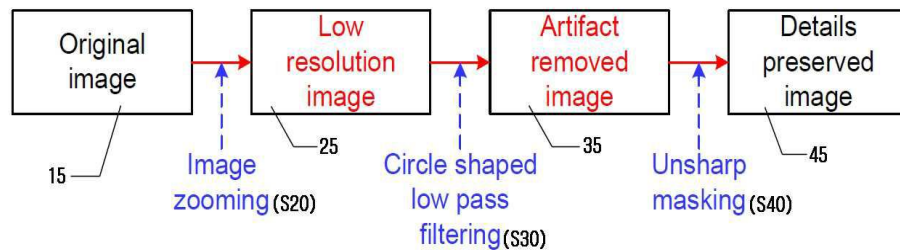


	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0026026 (43) 공개일자 2016년03월09일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G06T 3/40 (2006.01) G06T 5/00 (2006.01) (21) 출원번호 10-2014-0113736 (22) 출원일자 2014년08월29일 심사청구일자 2014년08월29일 기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도		(71) 출원인 인천대학교 산학협력단 인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 (송도동) (72) 발명자 전광길 인천광역시 연수구 경원대로119번길 21, 113동 804호 (동춘동, 풍림2차아파트) (74) 대리인 특허법인충정
전체 청구항 수 : 총 6 항		
(54) 발명의 명칭 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법 및 그 장치		

(57) 요약

이미지 주밍에 따른 블록킹 잡음을 제거하고, 이미지 디테일을 보존할 수 있는 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법 및 그 장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법은 (a) 원본 수집부를 이용하여, 원본 이미지를 얻는 단계, (b) 이미지 주밍부를 이용하여, 이미지 주밍으로 이미지를 다운스케일링하는 단계, (c) 잡음 제거부를 이용하여, 다운스케일링된 이미지 잡음(artifact)을 제거하는 단계 및 (d) 디테일 보존부를 이용하여, 언샤프 마스크(unsharp masking)으로 이미지의 디테일을 보존 처리하는 단계를 포함하는 것을 기술적 특징으로 한다.

대표도 - 도3



Block Diagram of the Proposed Method. The Method Consists of Four Parts

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 원본 수집부를 이용하여, 원본 이미지를 얻는 단계;
- (b) 이미지 주밍부를 이용하여, 이미지 주밍으로 이미지를 다운스케일링하는 단계;
- (c) 잡음 제거부를 이용하여, 다운스케일링된 이미지 잡음(artifact)을 제거하는 단계 및
- (d) 디테일 보존부를 이용하여, 언샤프 마스킹(unsharp masking)으로 이미지의 디테일을 보존 처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

원형 형상의 저역 통과 필터(circle shaped low pass filter)를 적용하며, 수학식 1 및 수학식 2로 설계되는 것을 특징으로 하는 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법.

[수학식 1]

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

[수학식 2]

$$f = r \leq R.$$

여기서, x 및 y는 수평 및 수직 방향의 좌표이며, r은 센터 포인트로부터의 반경이며, R은 사전에 설정된 임계값임.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 저역 통과 필터의 필터 계수(h_R)은 수학식 3으로 산출되는 것을 특징으로 하는 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법.

[수학식 3]

$$h_R = \frac{f}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N f(i, j)}.$$

청구항 4

원본 이미지를 얻는 원본 수집부;

이미지 주밍으로 이미지를 다운스케일링하는 이미지 주밍부;

다운스케일링된 이미지의 잡음(artifact)을 제거하는 잡음 제거부 및

이미지의 디테일 및 에지 선명도를 보존 처리하는 디테일 보존부를 포함하는 것을 특징으로 하는 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 잡음 제거부는

원형 형상의 저역 통과 필터(circle shaped low pass filter)로 구성되는 것을 특징으로 하는 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 디테일 보존부는,

언샤프 마스크(unsharp mask)로 구성되는 것을 특징으로 하는 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 디스플레이 장치에 따라 이미지 사이즈를 변경시키는 주밍 기술에 관한 것으로, 더 상세하게는 이미지 주밍에 따른 블록킹 잡음을 제거하고, 이미지 디테일을 보존할 수 있는 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

일반적으로 디스플레이 장치의 이미지 해상도는 수평 또는 수직 차원의 구분된 픽셀의 수이다. 이미지 해상도는 일반적으로 픽셀 단위로 픽셀들의 폭 × 높이로 명시된다.[1-6] 예를 들어 1920×1080의 장비를 가지는 경우, 이는 폭이 1920 픽셀이고 높이가 1080 픽셀을 나타내는 것이다. 그러므로 이미지 해상도 용어는 일반적으로 픽셀 크기에 이용되며, 달리 말해 수평적(1920)과 수직(1080) 차원의 픽셀 수를 나타내는 것이다.

[0003]

이미지 주밍(image zooming)은 특정 스케일링 기술에 의해 확대된 윈도우 내에서 광범위하고 선명한 위치의 이미지 또는 평면의 거친 디테일을 채용하는 알고리즘이다. 이러한 기술은 최근접 방법(nearest neighbor method), 바이리니어 방법(bilinear method), 바이큐빅 방법(bicubic method)일 수 있다. 따라서, 고품질 해상도 이미지의 발전은 매우 중요한 이슈이다. 이미지 주밍 방법은 일반적으로 큰 자원량을 필요로 한다. 그러므로 최소한의 자원을 이용한 이미지 주밍 방법은 중대하다. 또한 CPU 부하를 최소화하고, 하드웨어 자원 소비는 매우 중요한 요소이다. 최근 이미지 주밍 기술은 이미지 처리 분야에서 가장 의미있는 진전이다.[7-17]

[0004]

고 해상도 디스플레이 장치에서 보다 낮은 해상도의 이미지(또는 반대의 경우)를 충족하기 위해서는 이미지 주밍 기술이 요구된다. 그러나 이미지 주밍 기술은 시청자에 나쁜 인상을 주는 일부 형편없는 주관적 성능을 야기시킨다. 이미지 업 샘플링(up-sampling) 또는 다운 샘플링(down-sampling) 알고리즘을 다루는 많은 연구가 진행된 바 있다.[18-22] 요소 또는 N으로 이미지를 확대하기 위하여, 최근접 방법, 바이리니어 방법, 바이큐빅 방법 등을 고려할 수 있다. 최근접 방법의 경우, 실행 결과 이미지에 나머지가 블록킹 잡음을 보이는 반면 나머지는 흐린 결과 이미지를 준다. [23-26]

선행기술문헌

비특허문헌

[0005]

- (비특허문헌 0001) [1] M. Anisetti, C. A. Ardagna, E. Damiani, F. Frati, H. A. Müller and A. Pahlevan, "Web Service Assurance: The Notion and the Issues", *Future Internet*, vol. 4, no. 1, (2012), pp. 92-109.
- (비특허문헌 0002) [2] M. Anisetti, C. A. Ardagna, V. Bellandi, E. Damiani, M. Doller, F. Stegmaier, T. Rabl, H. Kosch and L. Brunie, "Landmark-assisted location and tracking in outdoor mobile network", *Multimedia Tools Appl.*, vol. 59, no. 1, (2012), pp. 89-111.
- (비특허문헌 0003) [3] M. Anisetti, C. A. Ardagna, E. Damiani and J. Maggesi, "Security certification-aware service discovery and selection", *SOCA*, (2012), pp. 1-8.
- (비특허문헌 0004) [4] M. Anisetti, C. A. Ardagna and E. Damiani, "A Low-Cost Security Certification Scheme for Evolving Services", *ICWS*, (2012), pp. 122-129.
- (비특허문헌 0005) [5] M. Anisetti, C. A. Ardagna, V. Bellandi, E. Damiani and S. Reale, "Map-Based Location and Tracking in Multipath Outdoor Mobile Networks", *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 10, no. 3, (2011), pp. 814-824.
- (비특허문헌 0006) [6] M. Anisetti, C. A. Ardagna, V. Bellandi, E. Damiani and S. Reale, "Advanced Localization of Mobile Terminal in Cellular Network", *IJCNS*, vol. 1, no. 1, (2008), pp. 95-103.
- (비특허문헌 0007) [7] W. Wu, Z. Liu and X. He, "Learning-based super resolution using kernel partial least squares", *Image Vision Comput.*, vol. 29, (2011), pp. 394-406.
- (비특허문헌 0008) [8] W. Wu, Z. Liu, W. Gueaieb and X. He, "Single-image super-resolution based on markov random field and contourlet transform", *J. Electron. Imaging*, vol. 20, no. 023005, (2011).
- (비특허문헌 0009) [9] W. Wu, Z. Liu and D. Kryz, "Improving laser image resolution for pitting corrosion measurement using markov random field method", *Autom. Constr.*, vol. 21, (2012), pp. 172-183.
- (비특허문헌 0010) [10] W. Wu, Z. Liu, M. Chen, X. Yang and X. He, "An automated vision system for container-code recognition", *Expert Systems with Applications*, vol. 39, (2012), pp. 2842-285.
- (비특허문헌 0011) [11] W. Wu, X. Yang and X. He, "Handwritten numeral recognition by model reconstruction based on manifold learning", *The 2007 International Conference on Information Computing and Automation (ICICA'07)*, (2007).
- (비특허문헌 0012) [12] J. Wu, C. Liang, J. Han, Z. Hu, D. Huang, H. Hu, Y. Fang and L. Jiao, "A Two-Stage Lossless Compression Algorithm for Aurora Image Using Weighted Motion Compensation and Context-Based Model", *Optics Communications*, vol. 290, pp. 19-27, (2012) October 22.
- (비특허문헌 0013) [13] Y. Fang, J. Wu and B. Huang, "2D sparse signal recovery via 2D orthogonal matching pursuit", *Science China: Inf. Sci.*, vol. 55, (2012), pp. 889-897.
- (비특허문헌 0014) [14] J. Wu, T. Li, T.-J. Hsieh, Y.-L. Chang and B. Huang, "Digital Signal Processor-based 3D Wavelet Error-resilient Lossless Compression of High-resolution Spectrometer Data", *Journal of Applied Remote Sensing*, vol. 5, 051504, (2011) November 28.
- (비특허문헌 0015) [15] A. Paul, J. Wu, J.-F. Yang and J. Jeong, "Gradient-based edge detection for motion estimation in H.264/AVC", *IET Image Processing*, vol. 5, no. 4, (2011), pp. 323-327.
- (비특허문헌 0016) [16] J. Wu, J. Huang, G. Jeon, J. Jeong and L.C. Jiao, "An adaptive autoregressive de-interlacing method", *Optical Engineering*, vol. 5, no. 50, 057001, (2011).
- (비특허문헌 0017) [17] J. Wu, A. Paul, Y. Xing, Y. Fang, J. Jeong, L. Jiao and G. Shi, "Morphological dilation image coding with context weights prediction", *Signal Processing: Image Communication*, vol.

25, no. 10, (2010), pp. 717-728.

(비특허문헌 0018) [18] B. Bhanu, J. Peng, T. Huang and B. Draper, "Introduction to the special issue on learning in computer vision and pattern recognition", IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. B, Cybern., vol. 35, no. 3, (2005) June, pp. 391-396.

(비특허문헌 0019) [19] R. C. Gonzalez, R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley, Reading MA, (1992).

(비특허문헌 0020) [20] E. Maeland, "On the comparison of interpolation methods", IEEE Trans. Med. Imag., vol. 7, no. 3, (1988), pp. 213-217.

(비특허문헌 0021) [21] J. A. Parker, R. V. Kenyon and D. E. Troxel, "Comparison of interpolating methods for image resampling", IEEE Trans. Med. Imag., vol. 2, no. 1, (1983), pp. 31-39.

(비특허문헌 0022) [22] R. C. Tam and A. Fournier, "Image interpolation using unions of spheres", The Visual Computer, vol. 14, (1998), pp. 401-414.

(비특허문헌 0023) [23] R. Adipranata, E. Cherry, G. Ballangan and R. P. Ongkodjojo, "Fast Method for Multiple Human Face Segmentation in Color Image", International Journal of Advanced Science and Technology, (2009), pp. 19-32.

(비특허문헌 0024) [24] D. Bhattacharyya, A. Roy, P. Roy and T.-H. Kim, "Receiver Compatible Data Hiding in Color Image", International Journal of Advanced Science and Technology, (2009), pp. 15-24.

(비특허문헌 0025) [25] M. Drahansk ·, "Realization of Experiments with Image Quality of Fingerprints", International Journal of Advanced Science and Technology, (2009), pp. 79-88.

(비특허문헌 0026) [26] B. V. Ramana Reddy, A. Suresh, M. Radhika Mani and V. Vijaya Kumar, "Classification of Textures Based on Features Extracted from Preprocessing Images on Random Windows", International Journal of Advanced Science and Technology, (2009), pp. 9-18.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006]

본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법 및 그 장치의 목적은 이미지 주밍에 따른 블로킹 잡음을 제거하고 이미지 디테일을 보존하는 방법 및 그 장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0007]

본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법은 (a) 원본 수집부를 이용하여, 원본 이미지를 얻는 단계, (b) 이미지 주밍부를 이용하여, 이미지 주밍으로 이미지를 다운스케일링하는 단계, (c) 잡음 제거부를 이용하여, 다운스케일링된 이미지 잡음(artifact)을 제거하는 단계 및 (d) 디테일 보존부를 이용하여, 언샤프 마스킹(unsharp masking)으로 이미지의 디테일을 보존 처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008]

또한, 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 장치는 원본 이미지를 얻는 원본 수집부, 이미지 주밍으로 이미지를 다운스케일링하는 이미지 주밍부, 다운스케일링된 이미지의 잡음(artifact)을 제거하는 잡음 제거부 및 이미지의 디테일 및 에지 선명도를 보존 처리하는 디테일 보존부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0009]

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법 및 그 장치는 이

비지 주밍에 따른 블로킹 잡음을 제거하고 이미지 디테일을 보존할 수 있으며, 디스플레이 장치의 주관적 성능을 크게 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0010]

도 1은 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법의 전체 흐름을 나타내는 흐름도.

도 2는 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 장치의 전체 구성을 나타내는 구성도.

도 3은 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법을 적용한 이미지 변환 개념을 나타내는 도면.

도 4는 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법에 있어서, 서로 다른 주밍 요소에 따른 주밍 경과 실시예들.

도 5는 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법에 있어서, 블로킹 잡음이 포함된 이미지의 실시예.

도 6은 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법에 있어서, 필터계수에 따른 원형 형상의 저역 통과 필터의 주파수 반응을 나타내는 도면.

도 7은 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법에 있어서, surf 이미지를 나타내는 도면.

도 8은 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법에 있어서, 필터 계수(h_N)의 실시예($N=11$)를 적용한 결과를 나타내는 도면.

도 9는 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법에 있어서, 고역 통과 필터 및 언샤프 마스크 필터의 주파수 반응을 나타내는 도면.

도 10은 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법에 있어서, 언샤프 마스크 필터의 개념을 나타내는 도면.

도 11은 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법 및 그 장치의 성능 시험에 이용된 원본 이미지들.

도 12 내지 도 15는 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법 및 그 장치의 성능 시험에 있어서, 줌된 이미지 결과를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011]

이하, 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법 및 그 장치를 실시하기 위한 구체적인 내용을 설명하면 다음과 같다.

[0012]

도 1은 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법의 전체 흐름을 나타내는 도면이며, 도 2는 본 발명에 따른 윈도우 사이즈 주밍 방법을 실행하는 장치의 구성을 나타내는 도면으로, 원본 수집부(10), 이미지 주밍부(20), 잡음제거부(30) 및 디테일 보존부(40)을 포함한다.

[0013]

도 3은 본 발명에 따른 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법을 적용한 이미지 변환 내용을 도시한 것으로 상기 원본 수집부(10)를 이용하여, 원본 이미지(15)를 얻는 단계(S10)를 수행하고, 상기 이미지 주밍부(20)를 이용하여, 이미지 주밍으로 이미지를 다운스케일링하는 단계(S20)를 수행하여, 낮은 해상도의 이미지(25)를 얻는다.

[0014]

본 발명의 실시예에서 이미지 주밍은 $N(N=2, 4, 8, 16)$ 요소에 의해 실행되도록 하였으며, 도 4는 McM 이미지를 이용한 실시예로, 서로 다른 조건(다운사이즈 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 및 1/32) 하에서의 개별 줌 결과를 나타낸다.

[0015] 이렇게 상기 S20 단계를 통해 얻어진 낮은 해상도의 이미지(25)는 도 5에 도시된 바와 같이, 블로킹 잡음을 포함하므로, 본 발명에 따른 이미지 주밍 방법은 상기 잡음 제거부(30)를 이용하여, 다운스케일링된 이미지 잡음(artifact)을 제거하는 단계(S30)를 수행하여, 잡음 제거된 이미지(35)를 생성한다.

[0016] 본 발명에 있어서, S30 단계는 원형 형상의 저역 통과 필터(circle shaped low pass filter)를 적용하며, 다음 수학식 1 및 수학식 2로 설계된다.

[0017] [수학식 1]

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

[0019] [수학식 2]

$$f = r \leq R.$$

[0021] 여기서, x 및 y는 수평 및 수직 방향의 좌표이며, r은 센터 포인트로부터의 반경이며, R은 사전에 설정된 임계값으로, f는 r이 R보다 큰 경우, 0로 놓여 있다.

[0022] 또한, 필터 계수 h_R 은 다음 수학식 3으로 얻을 수 있다.

[0023] [수학식 3]

$$h_R = \frac{f}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N f(i, j)}.$$

[0024]

[0025] 도 6는 서로 다른 h_N 의 주파수 반응을 나타내며, 도 7는 surf 이미지를 나타내고, 도 8은 h_{11} 의 계수를 나타내고 이때 우리는 반경 R은 5인 것을 확인할 수 있다.

[0026] 다음으로, 상기 디테일 보존부(40)를 이용하여, 언샤프 마스크(unsharp masking)으로 이미지의 디테일을 보존 처리하는 단계(S40)를 수행하여, 디테일이 보존된 이미지(45)를 생성한다.

[0027] 상기 S40 단계의 언샤프 마스크는 주로 이미지 프로세싱 툴에 사용되는 이미지 처리 방법이며, 언샤프 마스크가 사용된 이미지는 오리진얼 저역 통과 필터된 이미지를 보강(또는 추가)하며, 원래 이미지보다 더 번짐이 적은 이미지를 만들 수 있다. 언샤프 마스크 이미지(디테일과 에지가 보존된 이미지)는 흐린 이미지 보다 훨씬 선명하다.

[0028] 도 9는 고역 통과 필터 및 언샤프 마스크의 주파수 반응을 나타낸다. $(F_x, F_y) = (0, 0)$ 에서 중심 위치의 크기는 하나이다. 도 10은 언샤프 마스크 개념을 나타내는 도면으로 여기서 s는 입력 신호, $lpf(s)$ 는 저역 통과 필터 신호이고, $hpf(s)$ 는 고역 통과 필터 신호이고, $s + hpf(s)$ 는 언샤프 마스크된 이미지이다.

[0029] <성능 실험>

[0030] 본 발명에 따른 시스템 및 방법의 성능을 입증하기 위하여, Intel(R) Core(TM) i5 CPU M460 @2.53GHZ 프로세서의 MATLAB 7.1을 사용한 실험을 실행하였다. 확대된 이미지들의 원본 이미지들이 없으므로, PSNR 또는 MSE와 같은 주관적인 메트릭 성능 평가는 할 수 없었다. 그러므로 본 발명의 실시예에서는 시각적 비교로 평가하였다. 시뮬레이션 확인을 위해 720×540 사이즈의 10개 컬러 LC 테스트 세트를 고려하였으며, 도 11는 시각적 비교에 사용된 원본 테스트 이미지를 나타낸다.

[0031] 도 12 내지 도 15는 실험 결과에 따른 이미지로 이러한 실험을 통해 본 발명에 따른 이미지 주밍 방법 및 그 장치가 이미지 업스케일의 블로킹 잡음을 줄일 수 있고, 언샤프 마스크에 의한 에지 디테일을 보존할 수 있는 것을 확인할 수 있다.

[0032]

이상 본 발명의 실시예로 설명하였으나 본 발명의 기술적 사상이 상기 실시예로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주에서 다양한 저해상도 콘텐츠를 위한 윈도우 사이즈 주밍 방법 및 그 장치로 구현할 수 있다.

부호의 설명

[0033]

10 : 원본 수집부

20 : 이미지 주밍부

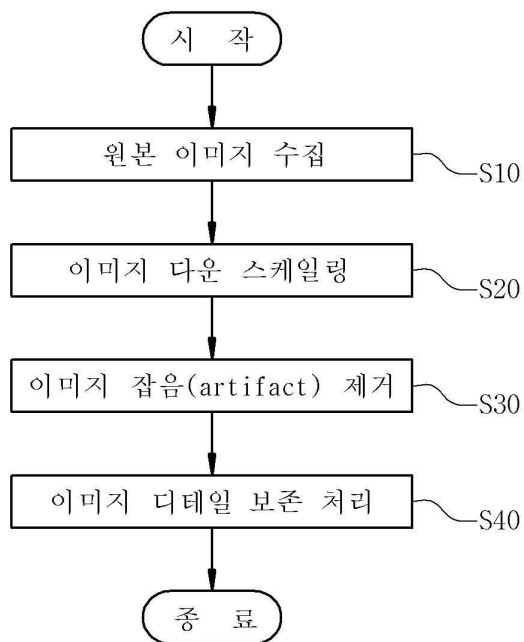
30 : 잡음 제거부

40 : 디테일 보존부

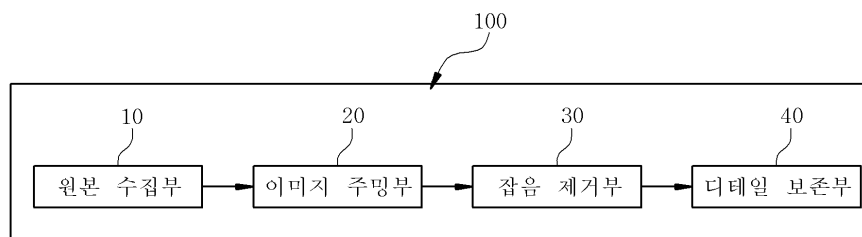
100 : 윈도우 사이즈 주밍 장치

도면

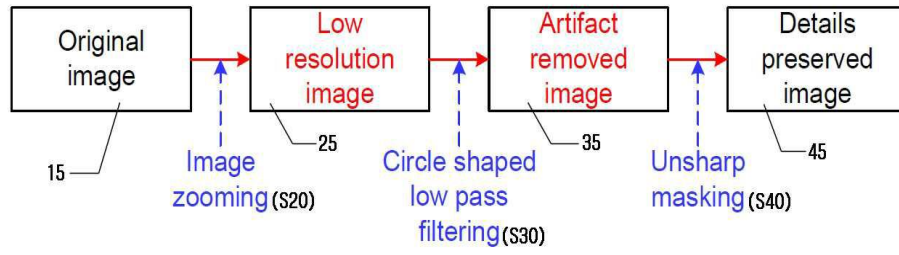
도면1



도면2



도면3



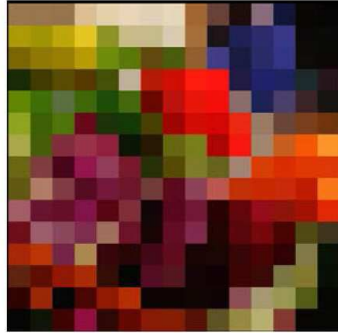
Block Diagram of the Proposed Method. The Method Consists of Four Parts

도면4



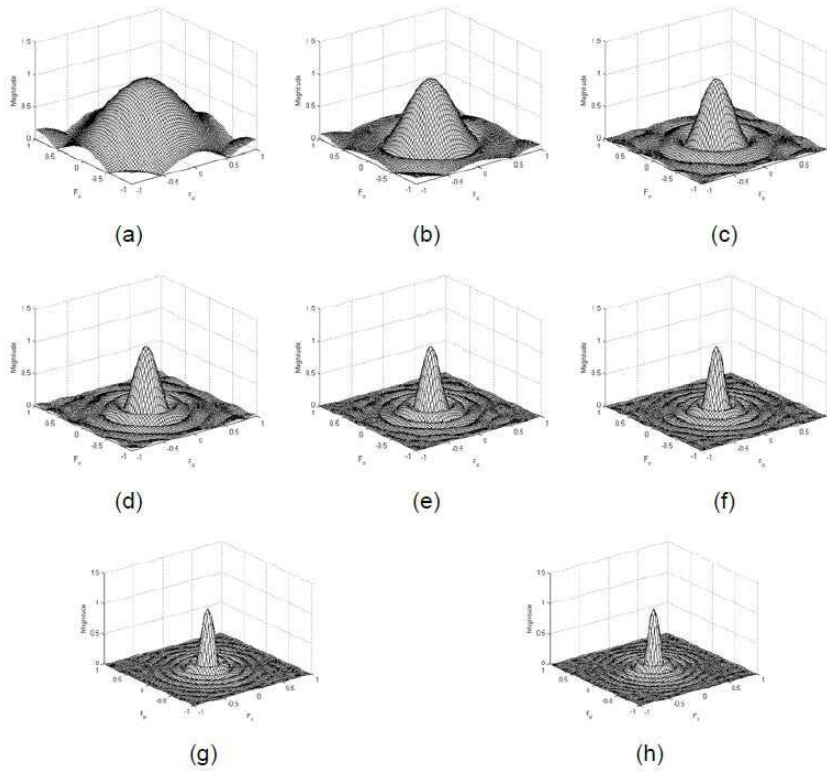
Zoomed Results of McM Image #10: (a) 1/2 Resized Image, (b) 1/4 Resized Image, (c) 1/8 Resized Image, (d) 1/16 Resized Image, and (e) 1/32 Resized Image. (f) Zoomed Image of (b), (g) Zoomed Image of (c), (h) Zoomed Image of (d), and (i) Zoomed Image of (e)

도면5



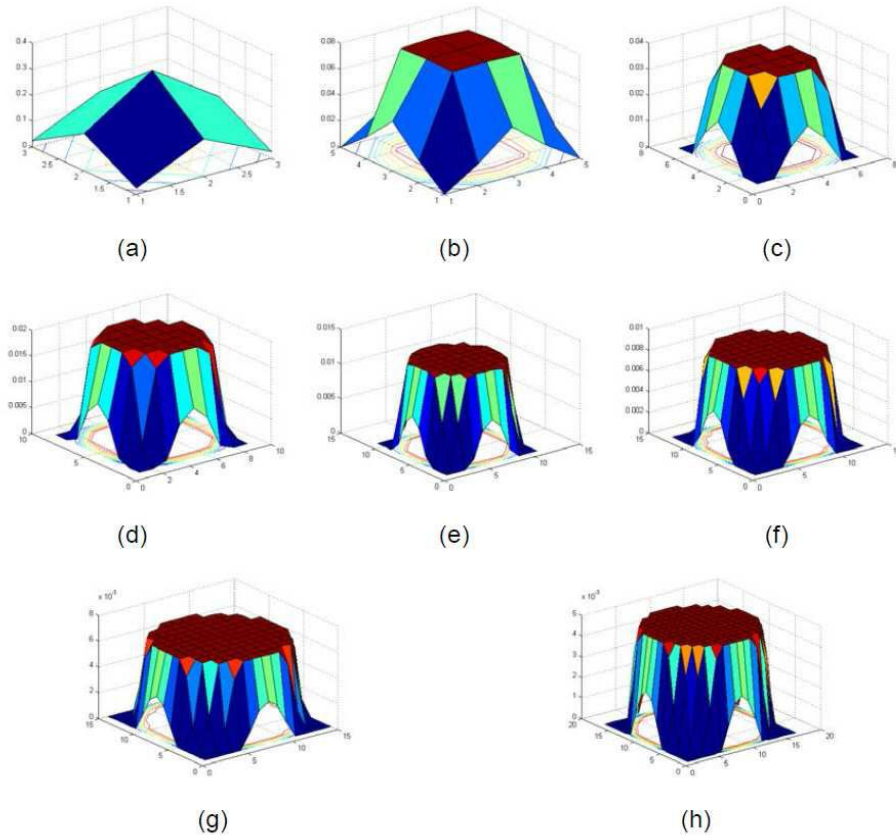
Block Diagram of the Proposed Method. The Method Consists of Four Parts

도면6



Frequency Responses of Circle Shaped Low Pass Filters: (a) h_3 , (b) h_5 , (c) h_7 , (d) h_9 , (e) h_{11} , (f) h_{13} , (g) h_{15} , and (h) h_{17}

도면7



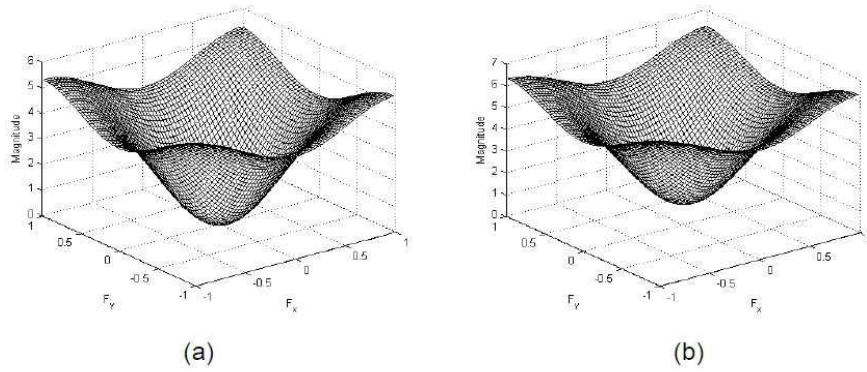
Surf of Filters: (a) h_3 , (b) h_5 , (c) h_7 , (d) h_9 , (e) h_{11} , (f) h_{13} , (g) h_{15} , and (h) h_{17}

도면8

0	0	0	0.0012	0.0050	0.0063	0.0050	0.0012	0	0	0
0	0.0000	0.0062	0.0124	0.0127	0.0127	0.0127	0.0124	0.0062	0.0000	0
0	0.0062	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0062	0
0.0012	0.0124	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0124	0.0012
0.0050	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0050
0.0063	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0063
0.0050	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0050
0.0012	0.0124	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0124	0.0012
0	0.0062	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0062	0
0	0.0000	0.0062	0.0124	0.0127	0.0127	0.0127	0.0127	0.0124	0.0062	0
0	0	0	0.0012	0.0050	0.0063	0.0050	0.0012	0	0	0

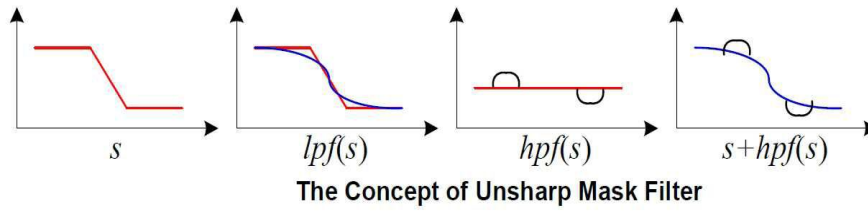
An Example of Coefficient of h_N ($N = 11$)

도면9



Frequency Responses of High Pass filter and Unsharp Mask Filter

도면10

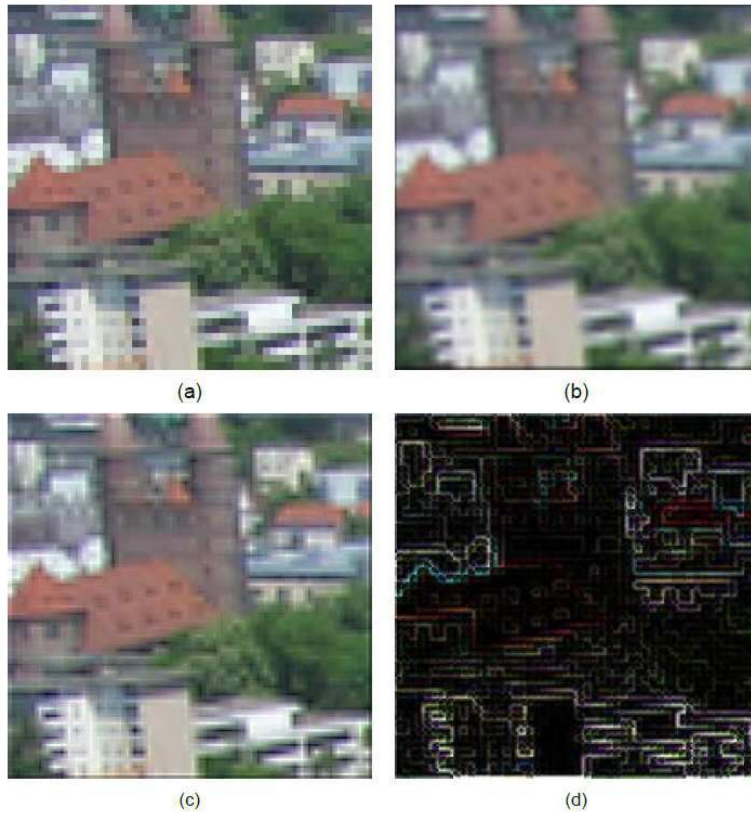


도면11



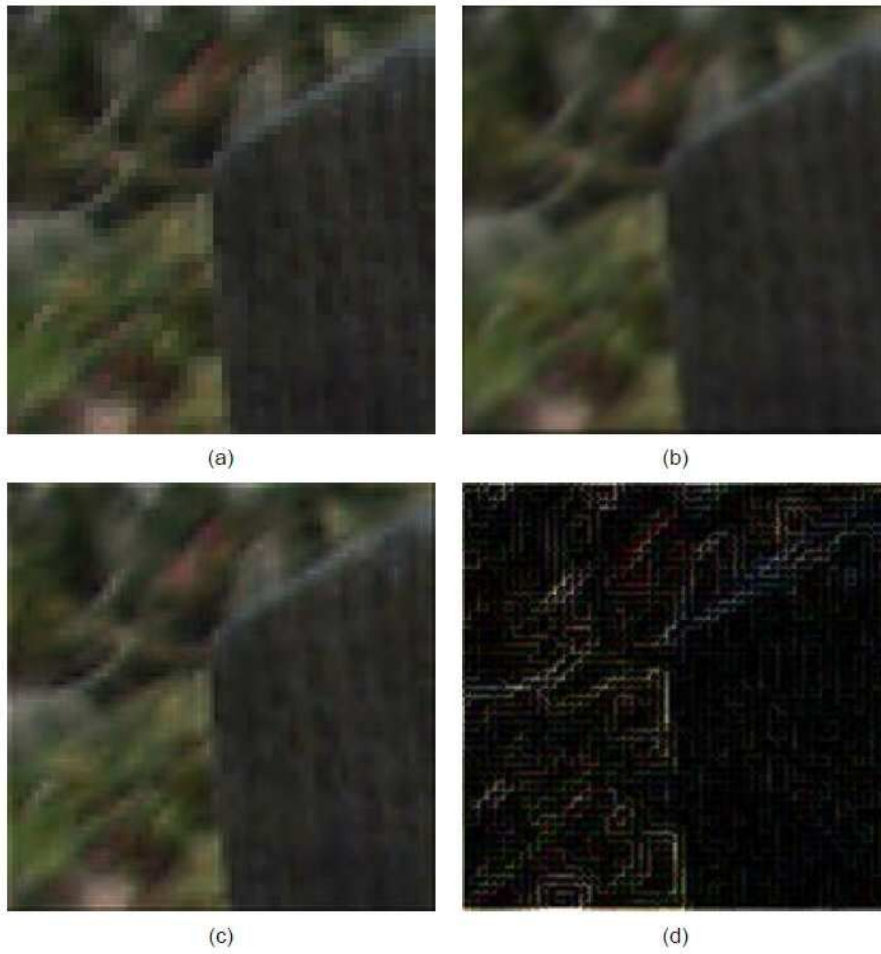
Original Test Images: (a) #41, (b) #44, (c) #48, and (d) #49

도면12



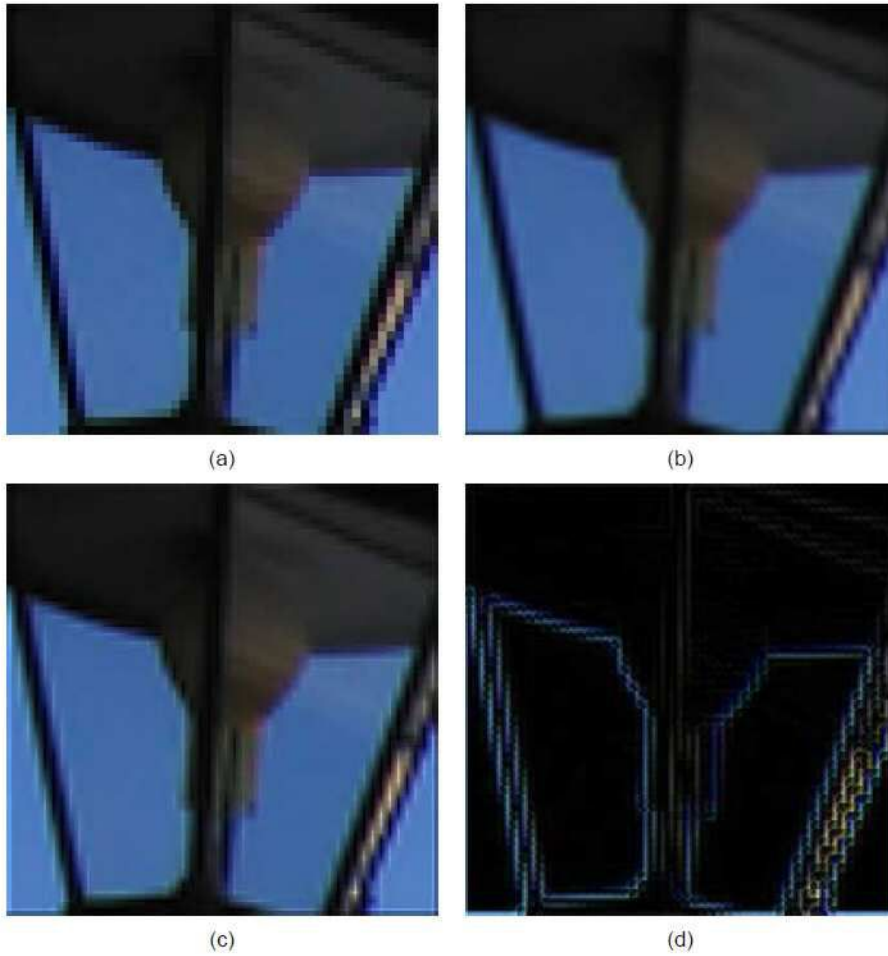
Zoomed Results of Image #41 (Zoomed by Factor of 4): (a) Nearest Neighbor Method; (b) Circle Shaped Low Pass Filtering Applied Image, (c) Unsharp Mask Filter Passed Image, (d) Difference Between (a) and (c)

도면13



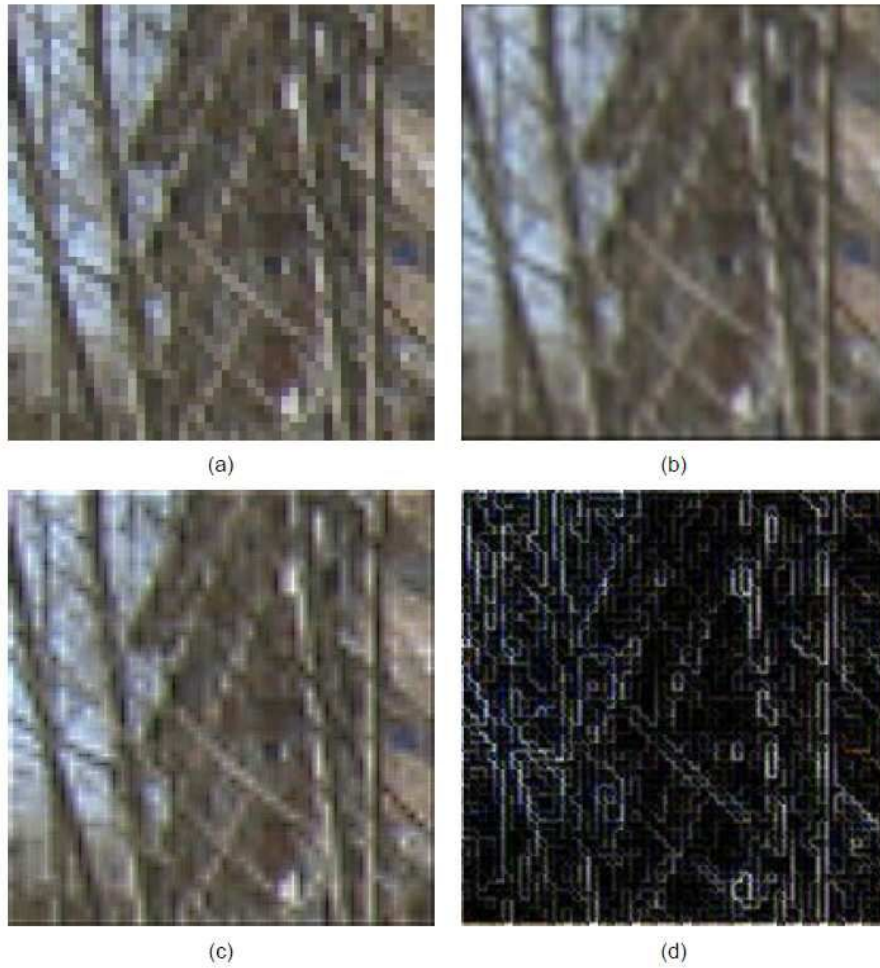
Zoomed Results of Image #44 (Zoomed by Factor of 4): (a) Nearest Neighbor Method; (b) Circle Shaped Low Pass Filtering Applied Image, (c) Unsharp Mask Filter Passed Image, (d) Difference Between (a) and (c)

도면14



Zoomed Results of Image #48 (zoomed by factor of 4): (a) Nearest Neighbor Method; (b) Circle Shaped Low Pass Filtering Applied Image, (c) Unsharp Mask Filter Passed Image, (d) Difference Between (a) and (c)

도면15



Zoomed Results of Image #49 (Zoomed by Factor of 4): (a) Nearest Neighbor Method; (b) Circle Shaped Low Pass Filtering Applied Image, (c) Unsharp Mask Filter Passed Image, (d) Difference Between (a) and (c)