피사계 심도가 낮은 이미지에서 웨이블릿 기반의 자동 관심 영역 추출

박순화*, 강기준*, 서영건**, 이부권*
*경상대학교 컴퓨터과학과, **컴퓨터교육과
e-mail:cpr8282@nate.com, kijuni@gnu.kr, young@gnu..kr, bklee@gnu.kr

An Automatic Region-of-Interest Extraction based on Wavelet on Low DOF Image

Sun-Hwa Park*, Ki-Jun kang*, Yeong-Geon Seo**, Bu-Kweon Lee
*Dept of Computer Science, **Dept. of Computer Education Gyeongsang University

요 약

본 논문에서는 웨이블릿 변환 된 고주파 서브밴드들의 에지 정보를 이용하여 관심 객체 영역을 고속으로 자동 검출해주는 새로운 알고리즘을 제안하였다. 제안된 방법에서는 에지정보를 이용하여 블록단위의 4-방향 객체 윤곽 탐색 알고리즘(4-DOBS)을 수행하여 관심객체를 검출한다. 전체 이미지는 64X64 또는 32X32 크기의 코드 블록으로 먼저 나누어지고, 각 코드 블록 내에 에지들이 있는지 없는 지에 따라 관심 코드블록 또는 배경이 된다. 4-방향은 바깥쪽에서 이미지의 중앙으로 탐색하여 접근하며, 피사계 심도가 낮은 이미지는 중앙으로 갈수록 에지가 발견된다는 특징을 이용한다. 기존 방법들의 문제점 이였던 복잡한 필터링 과정과 영역병합 문제로 인한 높은 계산 복잡도를 상당히 개선시킬 수 있었다. 또한 블록 단위의 처리로 인하여 실시간 처리를 요하는 응용에서도 적용 가능 하였다.

키워드 : 피사계 심도, ROI, 관심영역, 코드블록, 웨이블릿

I. 서론

컴퓨터 비전이나 영상처리 분야에서 사용자의 도움 없이 자동으로 영상에서 주제가 되는 관심 영역(Object Of Interest)을 추출하는 문제는 굉장히 어렵거나 까다로운 문제이다. 왜냐하면 영상에서 의미 있는 관심 객체의 판단은 사람마다 다른 매우 주관적인 요소이기 때문이다. 따라서 일반적으로 사용자는 자신의 인지 정보를 이용하여 영상 내 의미 있는 관심 물체 영역을 직접 수동으로 정하는 방법으로 영상의 의미 있는 관심 영역을 추출 하였다.

그러나 최근에는 영상의 물리적인 특성을 이용하여 사용자의 도움 없이 자동으로 영상의 주제가 되는 관심 영역을 추출하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다[1]-[4]. 특히 영상에서 촬영자가 자신의 의도를 포커스 정보를 이용하여 영상의 주제가 되는 관심영역을 표현한, 낮은 피사계 심도 영상(Low-Depth of Field)의 경우 포커스 유무만 판단할 수 있다면 사용자의 도움 없이 주제가 되는 관심영역을 추출할 수 있다. 여기에서 낮은 피사계 심도 영상이란, 관심영역에만 포커스를 주어 관심영역은 선명한 화질로 표현이 되는 반면, 배경 영역은 흐릿한 영역으로 영상을 표현하는 방법으로 영상에 인위적인 깊이 감을 표현하는 사진 촬영 기법 중의 하나이다. 이것은 촬영자의 의도를 보는 이들이 더 잘 이해 할 수 있도록 해줄 뿐만 아니라 일반 영상에 비해 사용자의 도움 없이 의미 있는 관심영역을 정확하게 추출 할 수 있는 단서를 제공한다[5]. 따라서 본 논문에서는 낮은 피사계 심도 영상을 이용하여 영상의 주제가 되는 관심 객체를 정확하고 빠르게 검출 할 수 있게 해주는 알고리즘을 제안 하였다. 이렇게 의미 있는 관심영역을 정확하게 분할하는 것은 대용량 영상 데이터베이스의 내용 기반 검색을 위한 이미지 검색, 깊이 추정을 위한 거리영상 분할(range segmentation), 디지털 카메라를 위한 영상 개선(image enhancement), 전자 현미경을 사용한 분자나 세포 수준의 3차원 영상 복원 및 분석, 다양한 포커스 정보를 가진 여러 장의 영상 합성과 같은 다양한 분야에도 폭넓게 적용할 수 있다.

제안된 알고리즘은 빠른 처리를 위해 블록 단위의 관심 영역 추출 알고리즘을 사용 하였으나, 픽셀단위로의 추출도 가능하다. 제안된 4-방향 객체 윤곽검색 알고리즘을 사용하여 관심 객체를 추출하였을 경우 기존 기법[1]-[4]의 문제점 이

였던 영역 병합 문제와 높은 계산 복잡도 문제를 상당히 개선시킬 수 있었다. 또한 블록단위의 처리로 인하여 실시간 처리를 요하는 응용에서도 빠른 검출 성능을 보였다.

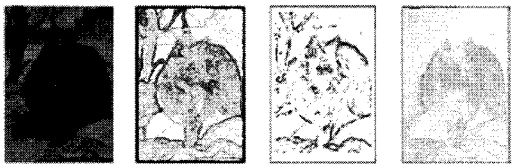
II. 관련 연구

웨이블릿 변환은 사람이 사물을 바라볼 때 먼저 전체적인 윤곽을 파악하고 차츰 자세한 부분에 집중한다는 사실을 그대로 반영하고 있기 때문에 영상처리에 적합하다. 지금까지 많이 사용 되어 온 DCT에 기반을 둔 JPEG 영상 압축 기술은 한 개의 영상을 여러 개의 블록으로 나누어 처리 하였다. 이 때문에 JPEG으로 압축한 데이터를 통신 매체를 통해 전송하거나 높은 압축률로 압축할 경우 Block artifact가 발생하게 된다. 웨이블릿 변환을 이용한 영상 압축 기술은 영상 전체에 대해 압축을 하기 때문에 JPEG의 이러한 문제를 근본적으로 해결할 수 있다. 웨이블릿 변환은 영상을 다해상으로 분할 가능하게 하며, 분해된 각 대역은 원 영상에 비하여 분산 값이 크게 줄어들기 때문에 영상 부호화가 용이하다[6]. 또한 JPEG2000에서도 관심영역을 표준으로 지원해 주기 때문에 관심영역의 추출과 마스크 생성의 과정을 통하여 사용자에게 훨씬 더 좋은 서비스를 제공하는 연구도 진행되고 있다[7]-[8].

영상의 2차원 웨이블릿 변환은 1개의 평균 영상(LL)과 가로(LH), 세로(HL), 대각선(HH) 에지정보를 가진 고주파 서브밴드를 만들어 낸다. 변환이 수행되는 횟수는 요구되는 압축률, 원 이미지의 크기, 필터의 길이 그리고 실시간 문제에 따라 달라 질수 있다.

그림 1은 웨이블릿 변환된 고주파 서브밴드와 전통적인 에지 검출방법 중 canny 에지 검출방법과 Tsai 에지 검출방법을 비교 하였다. 피사계 심도가 낮은 영상의 경우 전통적인 에지 검출방법들 보다 웨이블릿 변환후의 고주파 서브밴드들에서 포커스된 관심영역의 객체만이 더욱 뚜렷하게 나타나는 것을 알 수 있다. 즉, 다른 에지 검출방법에 비해 DWT 변환된 고주파 서브밴드들의 에지 정보를 이용 하면 낮은 피사계 심도 영상의 포커스된 영역은 디포커스된 영역보다 고주파 정보를 더욱 많이 가지고 있다. 따라서, 관심 객체의 에지들을 찾기가 수월 하다는 것을 알 수 있다[9]. 고주파 서브밴드들의 에지 정보를 이용할 경우 에지 검출을 위한 추가적인 필터를 요구하지 않기 때문에 기존 자동 관심 객체 추출 방법들에 비하여 더욱 효과적으로 객체 추출이 가능하다.

이 사실을 기반으로 본 논문에서 제안된 방법은 관심 객체의 전체적인 윤곽이 추출되면 내부를 전체 관심영역으로 지정하는 방법을 사용 하였다. 따라서 기존 기법들[2]-[3]에서 필요한 영역 병합과 병합시 나타나는 홀(hole) 처리문제와 같은 후처리 과정을 거치지 않으면서도 사용자의 perceptual quality를 향상시킬 수 있었다.

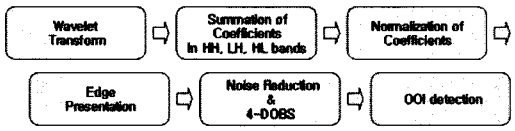


a)원이미지 b)canny c)Tsai d)DWT

〈그림1〉 에지 검출 기법들

III. 에지 추출과 윤곽 탐색

본 논문에서는 사용자의 개입 없이 이미지에서 자동으로 의미 있는 관심 객체 영역을 빠르게 추출 하는 자동 관심 객체 추출 알고리즘을 제안하였다. 알고리즘의 전체 구조는 다음 그림 2와 같다. 제안된 알고리즘은 웨이블릿 변환된 고주파 서브밴드의 에지 정보를 이용하여 블록단위의 빠른 관심 객체 추출이 가능하다.



〈그림2〉 제안하는 전체 알고리즘

3.1 고주파 서브밴드들을 이용한 에지 추출

웨이블릿 변환된 웨이블릿 계수들을 이용하여 관심 객체의 에지 정보를 추출하기 위하여, 본 논문에서는 가로, 세로, 대각선 에지정보를 담고 있는 LH, HL,HH의 고주파 서브밴드들의 웨이블릿 계수 값을 이용하였다. 웨이블릿 변환된 고주파 밴드들의 합은 다음 식과 같다.

$$\hat{S}_l(x,y) = S_l^{LH}(x,y) + S_l^{HL}(x,y) + S_l^{HH}(x,y) \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

여기에서 l은 웨이블릿 분해 레벨을 의미하며, S는 서브밴드이며, $\hat{S}$은 고주파 서브밴드들의 합에 의해 새롭게 만들어진 테이블이다. 높은 분해 레벨의 고주파 에지 정보를 이용하는 경우 노이즈에 민감할 뿐만 아니라, 블록단위의 처리에 적용할 경우 적은 에지 정보로 인하여 관심영역이 크게 추출 될 수 있다. 물론 임계값 조정이나 블록의 사이즈를 적게 하여 어느 정도의 조정은 가능 하나 처리 효율이 저하될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 가장 낮은 분해 레벨의 고주파 서브밴드들을 이용 하도록 하였다.

위의 식 (1)에 의해 구해진 고주파 테이블 값의 범위는 영

상에 따라 결과 값이 다양하므로 각 픽셀에 대한 값을 [0, 255]의 값으로 정규화 한다. 이 값들에 임계값을 주어 에지 영상을 추출하였다. 임계값은 영상 특징에 따라 적절하게 조절하는 경우 더 나은 에지 영상을 구할 수 있었다. 그림 3은 임계값 120을 적용하여 표현한 이진 에지 영상이다.

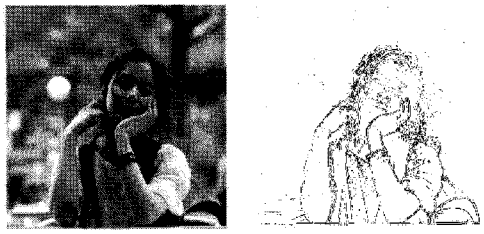


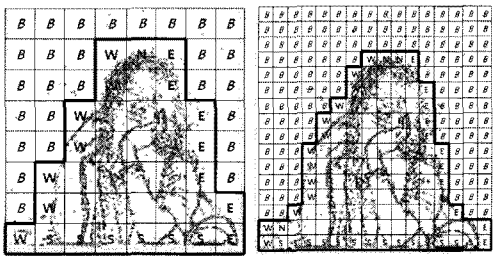
그림 3. 에지 추출 결과 화면

3.2 잡음 제거와 4-방향 객체 윤곽 탐색

에지 추출 결과 이미지에서 관심 객체 영역을 검출하기 위하여 4-방향 객체 윤곽 탐색 알고리즘(4-DOBS: 4-Direction Object Boundary Search)을 제안한다. 제안된 4-DOBS 알고리즘은 빠른 검출 성능을 위해 에지 추출 결과 이미지를 블록 단위로 나눈 다음, 동, 서, 남, 북 방향에서 객체의 윤곽 블록을 찾기 위한 검색 알고리즘이다. 즉, 서쪽 방향에서 객체 윤곽 블록을 찾기 위한 탐색을 시작하여 처음으로 임계값을 넘어서는 에지 블록을 만나면 그 블록을 서쪽 방향의 에지 윤곽으로 결정한 후 다시 다음 블록 라인을 계속 탐색한다. 식 2)는 에지 정보량에 따른 임계값으로 윤곽 블록을 판별하는 수식이다.

$$MB(x,y)=\begin{cases}1, & \text{if } edge\ block(x,y) \geq T \\ 0, & otherwise\end{cases} \quad \cdots\cdots\cdots (2)$$

이렇게 동서남북 방향으로 객체 윤곽 에지 탐색이 모두 이루어지면 다음 그림 4와 같은 결과가 나타난다. 그림 4는 블록의 사이즈를 64×64, 32×32크기로 객체 윤곽 탐색 알고리즘을 수행한 결과이다. 그림에서 B는 에지 블록이 객체 윤곽 탐색을 거쳐 배경 블록으로 판별된 블록이며, E, W, S, N은 각각 동, 서, 남, 북 방향에서 객체 윤곽으로 판별된 에지 블록들 이다.



a)64×64 b)32×32

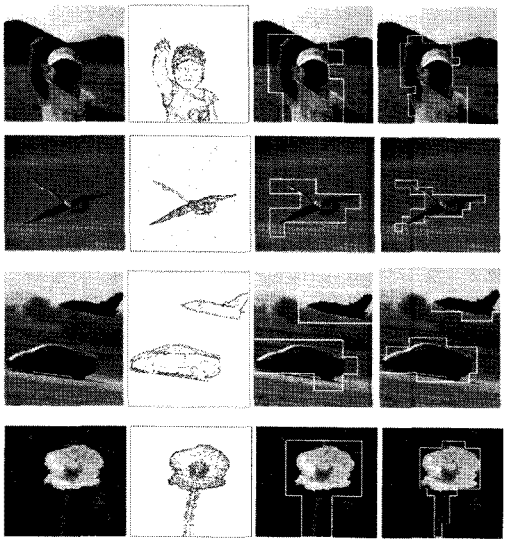
〈그림4〉 4-DOBS에 따른 블록 판별 결과

결과에서 알 수 있듯이 블록의 크기가 작으면 작을수록 더욱 객체 윤곽에 근접한 관심영역을 구할 수 있으나, 에지의 연결이 끊어진 경우에는 오히려 좋지 않은 결과를 가져올 수 있다. 따라서 본 논문에서는 효율적이고 빠른 관심 영역 추출을 위해 2개의 블록 크기만을 고려하였다. 또한 에지 정보량이 임계값 보다 작은 에지 블록들은 자연히 배경블록으로 판별되어 특별한 노이즈 제거 필터를 사용하지 않으면서도 노이즈 제거 효과를 동시에 얻을 수 있었다.

4-방향 객체 윤곽 탐색 알고리즘을 수행하면 관심 객체에 대한 전체적인 윤곽이 구해지며 이 정보를 이용하여 마스크를 생성하게 된다. 즉, 배경 블록과 윤곽 블록으로 판별된 블록을 제외한 블록 판별이 이루어지지 않은 블록 즉, 윤곽의 내부 영역들은 모두 관심 객체 영역으로 분류하여 마스크를 생성하게 된다.

IV. 성능평가 및 분석

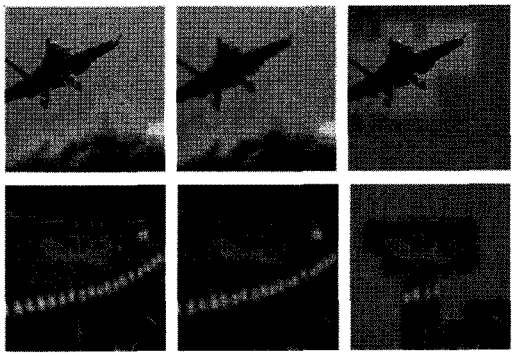
사용자의 도움 없이 자동으로 관심 객체를 추출하는 알고리즘을 흑백의 낮은 피사계 심도 영상에 적용하였다. 입력영상의 해상도는 512×512이다. 웨이블릿 변환 시 사용된 필터는 D-9/7필터를 사용하였으며 에지 검출을 위한 임계값은 100~130이 적당하였다. 블록 사이즈는 64×64와 32×32를 이용하였으나 더 적은 블록 사이즈(8×8)를 이용하는 경우 객체 윤곽을 더욱 정확하게 검출할 수 있었다. 그러나 블록 사이즈가 작을수록 탐색 횟수가 늘어나며 검출에 소비되는 시간이 길어진다. 뿐만 아니라, 에지와 노이즈를 구별하기 힘들어 질수 있다. 그러나 에지 정보가 풍부하다면 적은 블록 사이즈로 더욱더 정밀한 객체 검출이 가능하다. 또한 기존 기법들에서 힘들었던 다양한 관심 영역을 빠르고 정확하게 추출할 수 있었다. 추출 결과 이미지는 그림 5와 같다.



a)원이미지 b)에지영상 c)64×64 d)32×32

〈그림 5〉 관심 객체 추출 결과

이런 방법으로 얻어진 관심영역을 JPEG2000의 관심영역 처리 기법에 적용하여 실험을 하여 그림 6과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 그림에는 원 이미지와 EBCOT기법, Maxshift 기법을 적용한 영상을 보이고 있다.



(a) 원 이미지 (b) EBCOT (c) Maxshift
〈그림 6〉 JPEG2000의 관심영역 처리 기법에 적용한 결과

V. 결론

기존 객체 추출 방법들은 객체를 정확하게 추출 하는 것이 목표였기 때문에 객체 추출 방법과 시간은 부호화 과정과 무관하게 진행되어 졌다. 그러나 사용자의 요구가 다양해지면서 실시간에 가깝게 자동으로 관심 객체를 추출 해줄 수 있는 새로운 방법들이 필요하게 되었다.

본 논문은 낮은 피사계 심도 영상에 대하여 웨이블릿 변환을 이용한 블록 기반의 새로운 자동 관심 객체 추출 알고리즘을 제안하였다. 제안된 4-방향 객체 윤곽 탐색 알고리즘을 이용하여 빠르게 관심 객체 영역을 추출 할 수 있어, 기존 기법들의 복잡한 필터사용과 계산 복잡도 문제, 영역 병합 문제 그리고 실시간 응용 적용 문제점들을 개선하여 빠른 관심 영역 추출이 가능하였다. 뿐만 아니라 관심 객체가 하나 이상인 경우에서도 검출 성능이 우수 하였다. 향후 연구 과제로는 낮은 피사체 심도 영상이 아닌 일반 영상에 적용 시 배경이 평활한 경우에서는 객체 검출 성능이 우수한 반면 복잡한 배경에서는 객체를 추출하기 어렵다는 한계를 가지고 있다. 이것을 개선하기 위한 다양한 방법들의 시도와 연구가 계속 되어질 것이다.

참고문헌

[1] Chen,O.T.-C.;Chih-ChangChen; "Automatically Determined Region of Interest in JPEG 2000", Multimedia, IEEE Trans, Vol. 9-7, pp.1333-1345, Nov. 2007.

[2] Changick Kim, "Segmenting a low-depth-of-field image using morphological filters and region merging", IEEE Trans, Image Processing, Vol.14-10, pp. 1503 - 1511, Oct. 2005

[3] Chee Sun Won, Kyungsuk Pyun, Gray, R.M., "Automatic object segmentation in images with low depth of field", 2002. Proceedings. 2002 International Conf. Image Processing. Vol. 3-24-28, pp. 805 - 808, June 2002

[4] 박재홍, 서영건, 김상복, 강기준, 김호용, "JPEG2000에서 ROI의 자동 추출과 우선적 처리", 한국컴퓨터정보학회, 제13권 5호 게재예정, 2008.11

[5] D.-M. Tsai and H.-J.Wang, "Segmenting focused objects in complex visual images." pattern recognition letters. vol.19, pp. 929-940, 1998

[6] Graps, A.;, "An introduction to wavelets", Computational Science & Engineering, IEEE Vol. 2-2, pp. 50-61, Summer 1995

[7] 강기준, 서영건, "JPEG2000의 관심영역 부호화를 위한 적응적인 관심영역 마스크 생성 방법", 한국컴퓨터정보학회, 제12권 5호, pp39-47, 2007.11

[8] 강기준, 이점숙, 김현주, "A Performance Evaluation of Factors Influencing the ROI Coding Quality in JPEG2000", 한국컴퓨터정보학회, 제11권 4호, pp197-206, 2006.1

[9] Wang, J.Z.; Jia Li; Gray, R.M.; Wiederhold, G.;, "Unsupervised multiresolution segmentation for images with low depth of field", Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Trans., Vol. 23, pp. 85-90, Jan. 2001

[10] Bojkovic, Zoran; Samcovic, Andreja; "Face Detection Approach in Neural Network Based Method for Video Surveillance" Neural Network Applications in Electrical Engineering, NEUREL 2006. pp. 44-47, Sept. 2006

[11] R. L. Joshi, H. Jafarkhani, J. H. Kasner, T. R. Fischer, N. Farvardin, M. W. Marcellin, and R.H. Bamberger, "Comparion of different methods of classification in subband coding of images", IEEE trans. Image process, vol. 6-11, pp. 1473-1486, Nov. 1997

[12] Y.Yoo, A. Ortega, and B. Yu, "Image subband coding using context-based classification and adaptive quantization", IEEE Trans. Image Process., vol. 8-12, pp. 1702-1715, Dec, 1990