

논문 2005-42SP-2-1

충격성 잡음에 효과적인 사분위편차 기반 쿼드트리 영역분할

(Quartile Deviation Based Quadtree Segmentation with Efficiency Against Impulsive Noise)

고 성 식*, 구 대 성*, 최 현 용**, 김 정 화*

(Koh Sung Shik, Ku Dae Sung, Choh Hyun Yong, and Kim Chung Hwa)

요 약

지금까지 많은 영상 영역분할 방법들이 연구되고 있으나 이들 방법들은 잡음영상에 대해서는 주로 백색잡음과 같은 일반적인 환경에서 영상을 처리하였지만, 충격성 잡음 영상에 대해서는 영상과 잡음을 정확히 구별할 수 있는 파라미터를 추출하기가 어렵기 때문에 효과가 떨어지는 문제점을 가지고 있다. 그래서 기존 방법을 이용한 모든 응용분야에는 충격성 잡음에 따른 성능 저하의 잠재성이 항상 내포되어 있다. 본 논문에서는 충격성 잡음 영상에 효과적으로 영상정보 파라미터를 추출할 수 있는 사분위편차(quartile deviation) 기반 쿼드트리 영역분할 방법을 제안한다. 본 방식은 영상데이터의 전송이나 처리과정에서 포함될 수 있는 충격성 잡음을 영상정보로부터 판별할 수 있는 장점을 가지기 때문에 다양한 영상처리 분야에 응용할 수 있다. 실험적인 비교를 통해서 제안한 쿼드트리 영역분할 방법이 충격성 잡음이 첨가된 환경에서 영상정보 파라미터를 정확히 추정할 수 있다는 것을 확인할 수 있음을 검증하였다.

Abstract

There are many image segmentation methods having been published as the results of research so far, however these are for the noise images which can process an image under the general white noise environments. Therefore, these methods has the disadvantages because it is difficult to extract only the accurate parameters, which can distinguish between image and impulsive noise, from image with impulsive noises. So it has a problem about the potential decreasing of the performance according to the impulsive noise for all applications using the present quadtree segmentation. In this paper, we propose new quadtree segmentation using quartile deviation which can extract effectively the image information parameters from a noise image. Therefore our method can apply for various image processing fields because it has a advantage to distinguish an image information from noise image. As the result of simulation, we confirm that the proposed quadtree segmentation is more efficient than the present method when tested on impulsive noise image.

Keywords : quadtree, impulsive noise, quartile deviation, segmentation

I. 서 론

대부분의 영상처리분야 연구는 컴퓨터 비전에서 기본적인 문제점들인 영상의 윤곽선 검출, 텍스처 분석, 영상 영역분할, 모양 분석, 움직임 추정, 영상 재생, 영상 인식 등을 해결하는 방향으로 디지털 컴퓨터에 의해 이루어지고 있다. 이러한 연구들의 응용 분야들 중 영상분

할 기술은 주어진 영상을 비슷한 성질의 영역들로 분할하는 과정으로 메디컬 영상으로부터 암세포를 검출하거나 위성사진으로부터 길을 검출하는 응용분야에 이용되고 그밖에도 많은 다른 유용한 응용분야에서 이용되고 있다. 따라서 영상분할 기술은 컴퓨터 비전에서 가장 기본이 되는 방법이고 영상분석과 패턴인식에서도 중요한 부분을 차지한다. 또한 영상 시스템의 결정적인 부분을 지휘하고 분석된 최종결과의 평을 결정짓기 때문에 영상처리에서 가장 어려운 임무중 하나이다. 더욱이 외적 요인에 의해 포함될 수 있는 충격성잡음은 실제 유선이나 무선 영상통신을 할 때 주로 발생한다. 즉, 통신 회선의 어느 부분에서 전송하려는 신호에 부가되어,

* 정회원, 조선대학교 전자공학과
(Dept. of Electronics, Chosun University)

** 정회원, 신한포토닉스
(Shinhan Photonics Co.,Ltd.)

접수일자: 2004년8월23일, 수정완료일: 2004년12월7일

전송되는 신호를 모호하게 하거나 식별하기 어렵게 만드는 바람직하지 않은 신호로서 짧은 기간 동안에 큰 진폭을 갖는 비정상적인 잡음으로 발생하게 된다. 이러한 잡음은 통신 시스템뿐 아니라 영상 처리 시스템의 성능에 제한이 되는 중요한 요소 중의 하나이다.

수 많은 영상분할 기술들이 개발되었지만 컴퓨터 비전 분야에서 여전히 연구가 진행되고 있는 이유는 응용의 다양성 때문에 특정한 방법으로 영상분할 문제를 해결할 수 없기 때문이다. 이는 응용분야에 따라 최적 영상분할 기법을 선택해야 함을 의미한다. 대표적인 영상분할 기술은 경계(boundary)와 영역(region)을 기반으로 하는 방법으로 크게 분류된다. 경계기반 접근방법은 Snake 모델^[1], Balloon 모델^[2], 그리고 Canny 에지검출^[3] 등이 있고, 주변 특성과 현저한 변화가 있는 독립된 점, 선, 경계를 검출함으로써 영상을 분할한다. 영역기반 접근방법은 역치값^[4], 클러스터링^[5], 영역성장^[6], 영역분할^[7]과 합성^[8] 등이 있고, 공간적 농도 정보의 유사성을 이용함으로써 영상을 분할한다. 이 중 클러스터링에 의해 영상을 분할하는 대표적인 방법 중 하나가 쿼드트리 영역분할법이다.

먼저 화소의 범위(range)를 기반으로 한 쿼드트리 영역분할 방법^[9]은 분할대상 영역 내 화소의 최대값과 최소값의 차이를 이용한다. 가장 간단히 구현할 수 있는 장점이 있지만 충격성 잡음으로 인해 특정한 화소값이 변화되면 유사성이 없는 영역으로 간주되어 영역이 불필요하게 분할된다. 그래서 잡음이 없는 제한적인 분야에서만 이용할 수 있다.

화소의 분산(variance)을 기반으로 한 쿼드트리 영역분할 방법^[7]은 분할영역의 크기가 큰 상위 영역에서는 충격성 잡음이 포함되어도 분산값의 변화가 적기 때문에 잡음 문제점을 어느 정도는 해결할 수 있지만, 동일한 잡음환경에서 분할영역의 크기가 작은 하위 영역에서는 잡음에 대한 분산값의 변화도 민감하게 변화하기 때문에 이 방법 역시 잡음 문제를 해결하는데 한계가 있다.

일반적인 잡음 제거방법인 가우시안 Smoothing 필터를 적용하면 잡음 화소값의 정보가 주변 영상 화소값과 평균화가 되어서 시각적으로 잡음 제거 효과를 낼 수 있다. 그렇지만 잡음과 주변의 영상 정보의 화소값도 동시에 서로 유사해지기 때문에 영상 내 중요한 정보가 있는 영역이 오히려 영역분할이 되지 않는 역문제가 발생한다. 특히, 충격성 잡음 같은 경우 특정 화소값의 변화가 크기 때문에 다른 잡음 보다 가우시안 Smoothing 필터링의 시그마값이 상대적으로 큰 값이 요구 됨으로 이러한 역문제

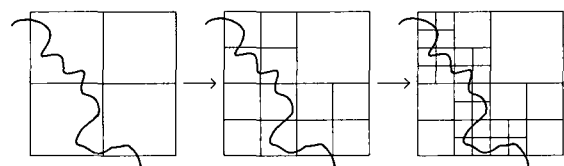
는 더욱 커지고 영역분할에 따른 에러율 역시 증가하게 된다. 따라서 영역분할을 이용하는 모든 응용분야에 이러한 문제점은 필수적으로 개선되어야 할 항목이다.

본 논문에서는 가우시안 Smoothing 필터링과 같은 잡음제거를 위한 전처리 과정없이도 사분위편차를 기반으로 충격성 잡음을 효과적으로 대처할 수 있는 쿼드트리 영역분할 방법을 제안한다. 본 논문의 구성은 II장에서 쿼드트리 영역분할의 기본모델을 제시하고, III장에서 제안한 사분위편차 기반 쿼드트리 영역분할 방법을 설명한다. IV장에서는 제안한 방법의 성능 검증을 위해 모의시험을 하고, V장에서 결론을 맺는다.

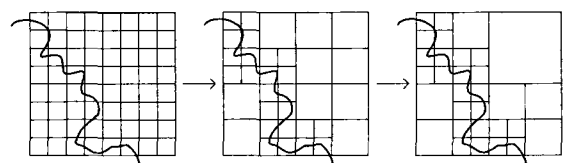
II. 쿼드트리 영역분할의 기본 모델

그레이스케일 영상은 보통 다양한 정보량을 갖는 크기가 다른 영역으로 분할될 수 있다. 쿼드트리 분할은 2차원의 동질 영역으로 분할할 수 있는 강력한 기술이다. 그래서 쿼드트리는 영상 데이터를 효율적으로 표현하는 것이 되므로 다양한 영상처리 분야에서 이용된다.

4분기 쿼드트리는 계층적인 처리에 적합한 영상 데이터의 기술 방법이며 영상을 각각의 노드가 최대 4개의 자식을 가진 트리에 의하여 표현하는 것이다. 쿼드트리 분할 절차는 Top-down 또는 Bottom-up에 의해 실행될 수 있다. Top-down 접근은 화소 농도 분포가 유사성이 없으면 상위블록에서 4개의 하위 블록으로 분할되고, 분할 반복은 미리 설정된 가장 작은 블록 크기가 될 때까지 계속된다. Bottom-up 접근은 영상을 먼저 최소블록크기로 분할한 후에 실행한 방법이다. 그리고 4개의 인접 블록에 대해서 화소농도 분포의 유사성을 조사



(a) Top-down



(b) Bottom-up

그림 1. 쿼드트리 분할 방법

Fig. 1. Quadtree decomposition procedures.

한다. 그때 유사하다면 4개의 블록은 1개의 더 큰 블록으로 합성된다. 그림 1은 Top-down과 Bottom-up의 두 절차를 나타낸다.

영상분할의 조건은 영상 전체 영역을 R 이라 할 때 N 개의 하위영역인 R_1, R_2, \dots, R_N 로 분할되고 다음 조건을 만족한다.

- (a) $R = \bigcup_{i=1}^n R_i$
- (b) R_i is a connected region, $i = 1, 2, \dots, N$
- (c) $R_i \cap R_j = \emptyset$ for all i and j , $i \neq j$
- (d) $P(R_i) = \text{TRUE}$ for $i = 1, 2, \dots, N$, and
- (e) $P(R_i \cap R_j) = \text{FALSE}$ for $i \neq j$

여기서 $P(R_i)$ 은 R_i 안에 있는 화소값에 대한 논리서술자(logical predicate)이고, \emptyset 는 공집합이다. (a)는 분할된 영상들이 전체영상을 구성하고, (b)는 영역 내의 화소값들은 서로 이웃하고, (c)는 분할된 영역들은 서로 겹쳐지지 않고, (d)는 분할된 영역 내의 화소값이 만족해야하고, (e)는 서술자 P 의 관점에서 영역 R_i 와 R_j 는 다르다는 의미를 가진다.

이러한 쿼드트리 영역분할의 기본 개념^[7]은 그림 2과 같이 영상 분할 과정을 반복적으로 처리하는 구조로 나타낼 수 있다. 기본 블록도는 1) 측정(measure), 2) 평가(criterion), 3) 제어(control), 4) 수정(modification) 그리고 5) 정지(stop) 블록으로 구성되고, 블록별 관련식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- 1) $F^k(m, n)$, $m = 1, 2, \dots, M$, $n = 1, 2, \dots, N$
- 2) $C^k(n) = \sum_{m=1}^M w^k(m, n) F^k(m, n)$,
 $w^k(m, n)$: weighting parameter
- 3) If $C^k(n) > \epsilon$, $E^k(n) = 1$
 else $E^k(n) = 0$
- 4) If $E^k(n) = 1$,
 Split the region n into 4 sub-regions
- 5) Iteration until minimum of sub-region.

여기서 k 는 분할의 반복횟수, m 은 평가를 위한 측정 방법 갯수, n 은 분할 영역, ϵ 은 영역 분할 여부를 결정

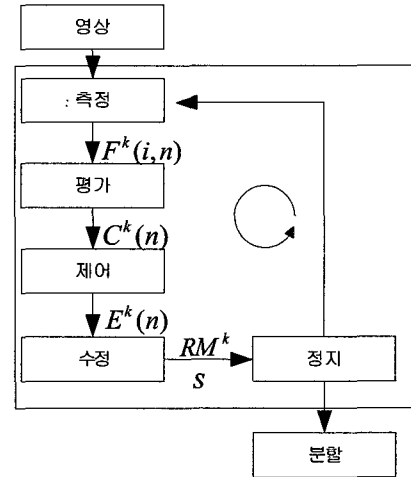


그림 2. 영상 영역분할의 기본 모델
 Fig. 2. Basic model of image segmentation.

하는 역치값, s 는 측정 영역 n 의 위치, 그리고 RM^k 는 분할 반복횟수 k 에서 영역사상(region map)이다. 측정 블록은 영상의 특징을 측정하는 가장 기본적인 처리과정이고, 기본 역할은 영상 N 개의 영역들 사이에서 각각의 영역 n 에 대해 M 개의 특징 측정 집합을 생성하는 것이다.

III. 제안한 사분위편차 기반 쿼드트리 영역분할

자료의 분포를 나타내는데 참조자료로 분위수를 이용할 수 있다. 사분위수(quartile)는 전체 자료를 크기순으로 정렬한 후 자료를 4등분하였을 때의 경계값을 의미하고, 사분위편차는 어떤 표본에 범위의 극단적인 값인 큰 이상값(outlier)으로 인해 통계상에 영향을 적게 미치도록 고안된 산포도이다.

이 장에서는 이러한 특성을 이용하여 충격성 잡음영상에 효과적으로 쿼드트리를 할 수 있는 사분위편차를 정의한다. z 개의 화소 $x_{(1)}, \dots, x_{(z)}$ 중에서 예를들어 특정한 화소 $x_{(e)} \{1 \leq e \leq z\}$ 가 최대 크기의 충격성 잡음영향을 받았을 때, 화소를 크기순으로 나열한 값은 $x_{(1)} \leq \dots \leq x_{(z-1)} \leq x_{(e)}$ 이 된다.

화소의 범위 식(1)을 이용한 가장 일반적인 쿼드트리 분할^[9]은 화소중 가장 큰 값과 작은 값 차이를 이용하므로 화소에 이상값이 존재하는 경우에 크게 영향을 받는다.

$$F_r^k(m, n) = x_{(e)} - x_{(1)} \tag{1}$$

화소의 분산 식(2)을 이용한 쿼드트리 분할^[7] 역시 이상값의 영향을 받는 평균 \bar{x} 에 관한 식을 포함하므로 잡음 영향을 받게 된다.

$$F_{\sigma}^k(n) = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x})^2 + (x_e - \bar{x})^2 \right), \quad (2)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{n-1} x_i + x_e \right)$$

즉, 범위와 분산을 이용한 쿼드트리는 계산하기 간편하나 이상값이 있을 경우 올바른 잡음 측도가 되지 못한다는 단점이 있다.

제안한 방법에서는 충격성 잡음인 이상값을 구별하면서 화소의 범위를 동시에 판별할 수 있는 사분위편차 식을 다음과 같이 정의한다. 먼저, 중앙값(median)은 식(3)과 같이 나타낼 수 있고, 이상값의 영향을 직접적으로 영향을 받지않기 때문에 평균값보다 자료의 대표값으로 더 의미가 있음을 알 수 있다.

$$\tilde{x} = \begin{cases} x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)}, n\text{이 홀수일 때} \\ \frac{x_{\left(\frac{n}{2}\right)} + x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)}}{2}, n\text{이 짝수일 때} \end{cases} \quad (3)$$

중간값 \tilde{x} 의 앞과 뒤에서 $(\tilde{x} + 1)/2$ 번째 표본을 제1사분위수 Q_1 과 제3사분위수 Q_3 라 하면 사분위편차 사분위편차는 다음 식(4)와 같이 표현된다.

$$QD = \frac{Q_3 - Q_1}{2} = \frac{IQR}{2} \quad (4)$$

여기서 IQR 은 사분위범위(interquartile range)이다. 따라서 충격성 잡음과 같은 이상값에 영향을 적게 받는 제안한 사분위편차 사분위편차 기반 정의식은 다음 식(5)과 같이 정의한다.

$$F_{QD}^k(i, n) = \frac{IF_U - IF_L}{2} = QD + 1.5IQR \quad (5)$$

$$\begin{cases} IF_L = Q_1 - 1.5IQR \\ IF_U = Q_3 + 1.5IQR \end{cases}$$

여기서 IF_L 은 하위내부울타리(lower inner fence)이고 IF_U 는 상위내부울타리(upper inner fence)이다.

IV. 시험영상에 대한 모의시험 결과

모의시험 결과를 논하기에 앞서 우선 영상 화질에 대



그림 3. 테스트 영상

Fig. 3. Test image.

한 평가척도를 정의한다. 기존의 다른 연구결과와 비교하기 위해 식(6)과 같이 크기가 $2^n \times 2^n$ 이고 256 그레이 레벨인 영상에 대한 피크 신호 대 잡음비($PSNR$)를 이용한다.

$$PSNR = 10 \log \left\{ \frac{255^2}{\sum_{i=0}^{2^n-1} \sum_{j=0}^{2^n-1} [x(i, j) - y(i, j)]^2} \right\} \quad (6)$$

여기서 $x(i, j)$ 는 원영상의 i, j 좌표의 화소값이고 $y(i, j)$ 는 평가 대상 영상의 화소값이다.

제안된 쿼드트리 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 256 그레이레벨의 "Airplane" 영상으로 테스트하고, 이때 테스트 영상은 크기가 512×512 이고 그림 3에 나타났다.

평가 방법은, 화소의 범위를 기반으로한 Matlab 6.1에서 제공되는 영역기반 쿼드트리(qtdecomp.m), 화소의 분산을 기반으로한 쿼드트리, 그리고 제안한 사분위편차를 기반으로한 쿼드트리를 비교한다. 그리고 객관적으로 영역분할 평가를 위해 다음과 같이 분할된 블록의 크기와 위치를 고려한 에러율을 각각 정의 한다.

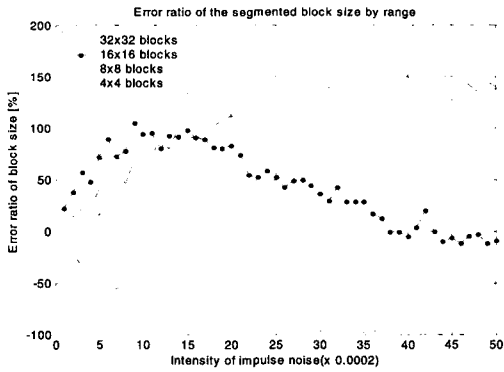
$$\text{블록 크기 에러율} = \text{mean} \left\{ \sum_{k=1}^4 \frac{|S'_{bk} - S_{bk}|}{S_{bk}} \right\} \times 100 \quad (7)$$

$$\text{블록 위치 에러율} = \text{mean} \left\{ \sum_{k=1}^4 \frac{|P'_{bk} - P_{bk}|}{P_{bk}} \right\} \times 100 \quad (8)$$

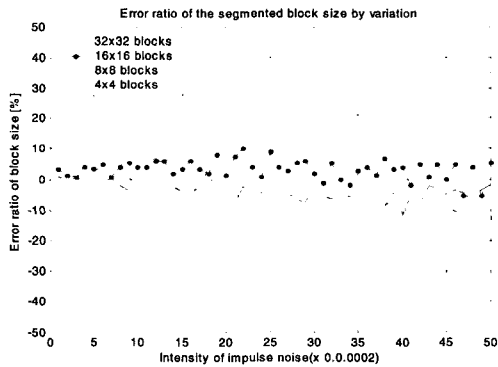
여기서 블록 종류(bk)는 32×32 , 16×16 , 8×8 , 그리고 4×4 로 각각 설정하였고, S_{bk} 과 P_{bk} 는 잡음이 없는 환경에서 분할된 블록의 크기와 위치이고, S'_{bk} 과 P'_{bk} 는 잡음에 의해 변형된 블록 크기와 위치이다. 역치값은 잡음이 없는 환경을 기준으로 표 1과 같이 각각 설정하였다.

표 1. 무잡음 시 초기 쿼트트리 영역분할 수
Table 1. A number of the initial quadtree segmentation according to image without noise.

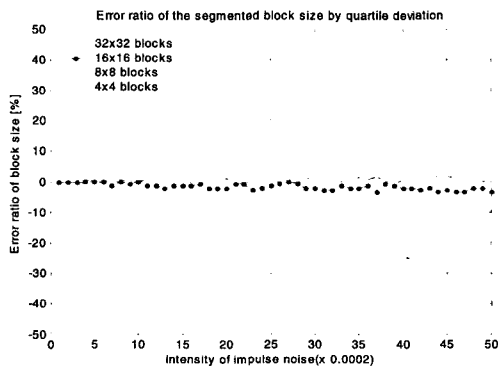
	Airplane 시험영상					역치값
	무잡음 시 분할 블록 수[EA]					
	총 블록수	32x32	16x16	8x8	4x4	
범위기반	4039	121	180	674	3064	103
분산기반	4024	134	157	521	3212	23
사분위편차 기반	4030	137	145	516	3232	23



(a) 영역기반 블록별 크기 에러율



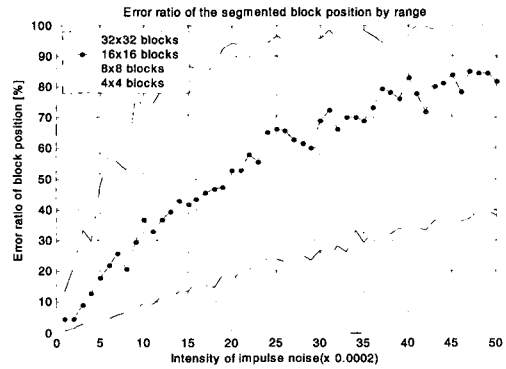
(b) 분산기반 블록별 크기 에러율



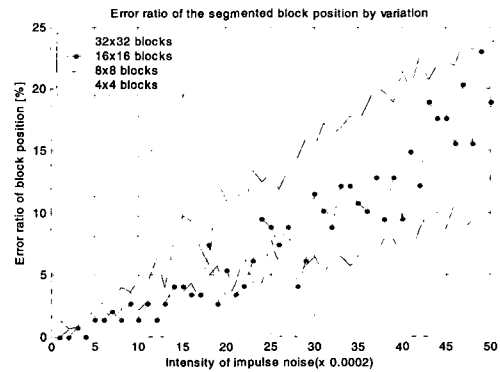
(c) 사분위편차기반 블록별 크기 에러율

그림 4. 충격성 잡음에 따른 블록별 크기 에러율 비교

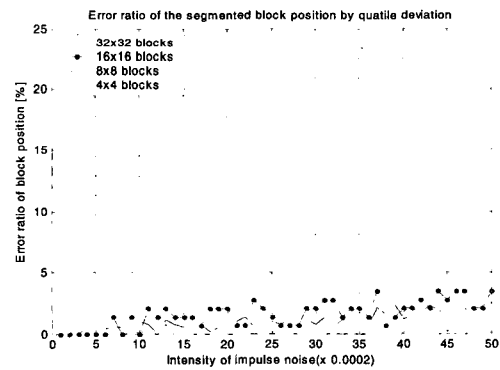
Fig. 4. Comparison with error ratio of each block size.



(a) 영역기반 블록별 위치 에러율



(b) 분산기반 블록별 위치 에러율



(c) 사분위편차기반 블록별 위치 에러율

그림 5. 충격성 잡음에 따른 블록별 위치 에러율 비교

Fig. 5. Comparison with error ratio of each block position.

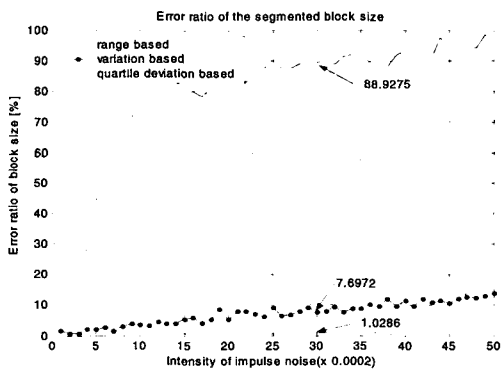
그림 4는 Matlab에서 제공(imnoise.m)하는 충격성 잡음인 "Salt & Pepper" 잡음을 실험영상에 첨가하였을 때 잡음 증가에 따른 영역분할된 각각의 블록 크기 (S_{bk})별 에러율을 나타내고, 그림 5는 각각의 블록 위치 (P_{bk})별 에러율을 나타낸 그래프이다.

충격성 잡음이 증가할 수록 화소의 범위기반, 분산기반 쿼트트리 방법, 그리고 본 논문에서 제안한 쿼트트리 방법의 영역분할 블록의 크기와 위치 에러율 변화를

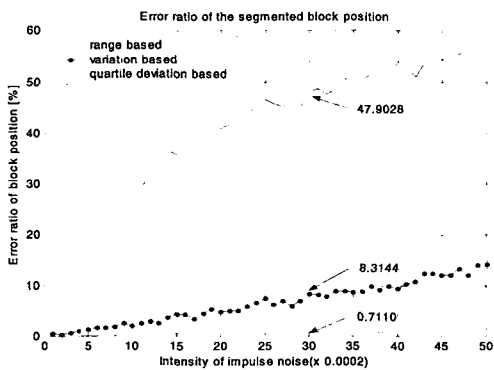
도시하였다. 그 결과 실험영상에 대해 충격성 잡음이 존재하지 않은 경우엔 기존 방법과 제안한 방법 모두 최소 오차범위 내에서 정확히 영상분할하였다. 그렇지만 기존 방법들은 충격성 잡음이 증가할수록 기존방법은 잡음을 영상정보로 오인하는 정도가 많아서 에러율의 변화가 급증하는 반면, 제안한 방법은 충격성 잡음을 영상정보로 오인하는 정도가 상대적으로 적기 때문에 에러율의 변화가 현저히 낮은 기술품을 유지할 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

그림 6은 식(7)과 식(8)을 이용해서 실험영상의 잡음 증가에 대한 블록 크기 에러율과 블록 위치 에러율을 나타낸 그래프이다.

그림 6(a)에서 잡음 농도(noise density)가 0.006일 때 PSNR 27.07dB 화질열화 조건에서 화소의 범위기반 영역분할의 블록 크기 에러율은 88.9275%로 매우 높고, 화소의 분산기반 에러율은 7.6972%로 화소의 범위를 기반으로한 방법보다는 적지만 잡음 영향을 다소 받는다. 그러나 제안한 사분위편차 기반 에러율은 동일한 조건에서 에러율을 1.0286%로 제한시킬 수 있었다. 그리고 그림 6(b)에서 역시 화소의 범위기반 영역분할의



(a) 블록 크기 에러율



(b) 블록 위치 에러율

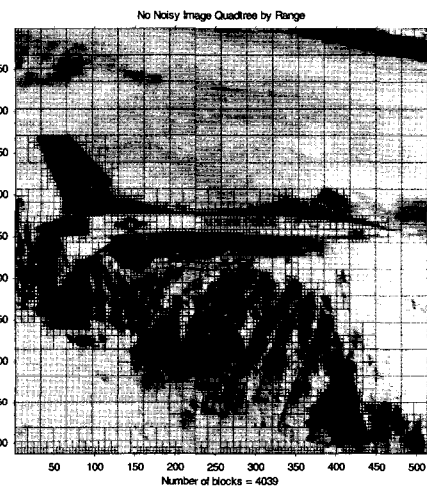
그림 6. 블록 크기와 위치 에러율

Fig. 6. Error ratio of block sizes and positions.

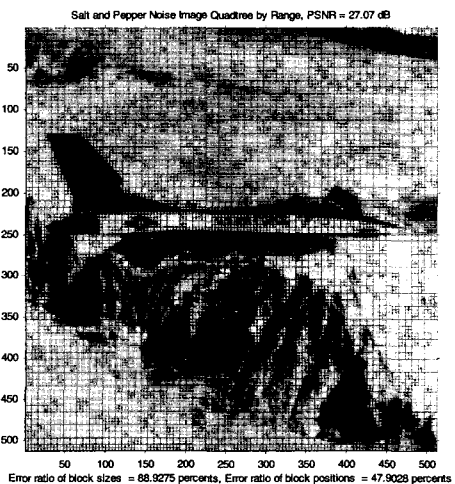
블록 위치 에러율은 47.9028%, 화소의 분산기반 에러율은 8.3144%, 제안한 사분위편차 기반 에러율은 0.711%의 에러율을 유지할 수 있었다.

그림 7에서 그림 9는 영역분할의 예를 나타낸 그림이다. 그림 7(a), 그림 8(a), 그리고 그림 9(a)는 화소의 범위기반, 화소의 분산기반, 그리고 제안한 사분위편차 기반으로 무잡음 환경에서 각각 쿼드트리 영역분할된 결과이다.

그림 7(b), 그림 8(b), 그리고 그림 9(b)는 충격성 잡음 농도가 0.006일 때 각각 쿼드트리 영역분할된 결과이다. 이러한 결과는 충격성 잡음이 포함된 영상에 대해 제안한 영상분할 방법이 영역기반이나 분산기반 방법보다 효과적으로 영역분할을 할 수 있다는 것을 의미한다.



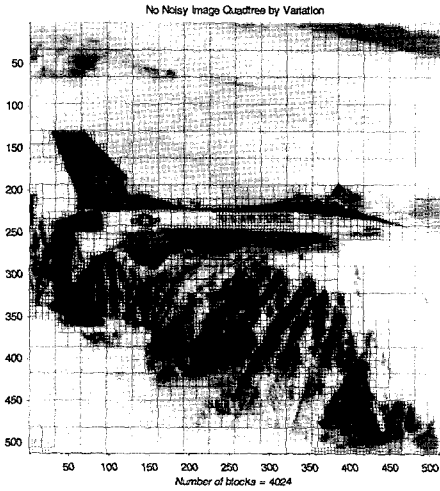
(a) 무잡음에서 화소의 범위기반 쿼드트리



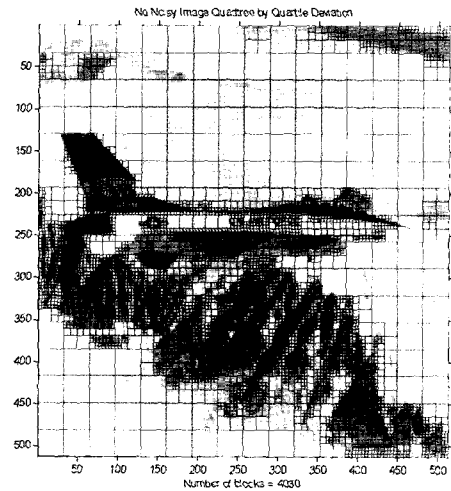
(b) 화소의 범위기반 쿼드트리(Noise Density=0.006)

그림 7. 화소의 범위기반 영역분할(역치값=103)

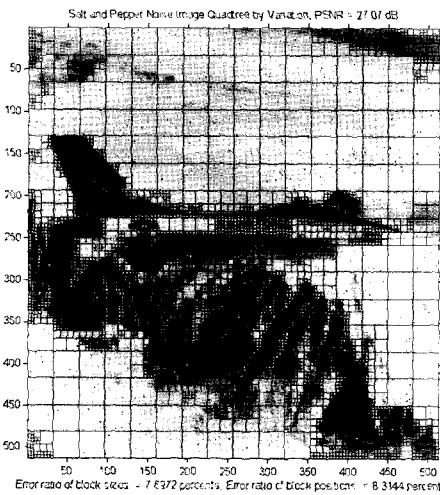
Fig. 7. Pixel range based segmentation.



(a) 무잡음에서 화소의 분산기반 쿼드트리

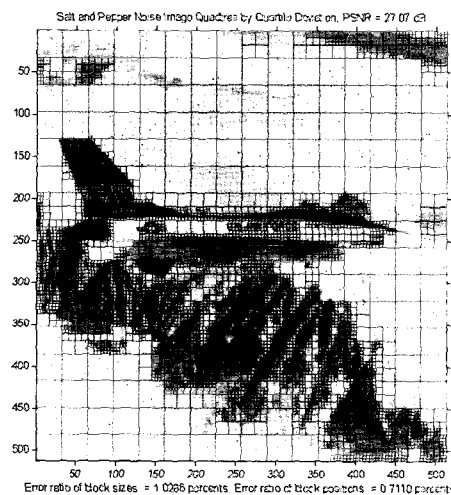


(a) 무잡음에서 사분위편차 기반 쿼드트리



(b) 화소의 분산기반 쿼드트리(Noise Density=0.006)

그림 8. 화소의 분산기반 영역분할(역치값=23)
Fig. 8. Pixel variance based segmentation.



(b) 사분위편차 기반 쿼드트리(Noise Density=0.006)

그림 9. 제안한 사분위편차 기반 영역분할(역치값=23)
Fig. 9. Proposed Quartile Deviation based segmentation.

V. 결 론

본 논문에서는 충격성 잡음영상에 대해 효과적으로 영상정보 파라미터를 추정할 수 있는 사분위편차를 기반으로한 쿼드트리 영역분할 방법을 제안했다. 본 방법은 영상블록 내 화소의 사분위편차는 충격성 잡음으로 인한 변화가 적다는 점을 이용하여 새로운 영역분할 알고리즘을 설계하였다.

동일한 잡음 농도 0.006에서 영역분할 블록 크기와 블록 위치 에러율은 화소의 범위기반 영역분할에서 88.9275%와 47.9028%, 화소의 분산기반 영역분할에서는 7.6972%와 8.3144%이지만, 제안한 사분위편차 기반

영역분할은 1.0286%와 0.711%로 제한시킬 수 있었다. 따라서 무잡음 환경뿐 아니라 충격성 잡음이 포함된 환경에서 영상처리를 하는 다양한 응용분야에 적용할 수 있을 것이다. 차후에는 충격성 잡음이 포함된 환경에서 제안한 쿼드트리를 기반으로 영상압축과 영상인식 등의 응용분야에 적용할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] M. Kass, A. Witkin, D. Terzopoulos, Snake: active contour models., Int. Journal Comput. Vision, pp. 312-331, 1988.

- [2] L. D. Cohen, On active contour models and balloons, Computer Vision, Graphics, and Image Processing: Image Understanding 53 (2), pp. 211-218, 1991.
- [3] J.F. Canny, A computational approach to edge detection, IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence 8 (6), pp. 679-698, 1986.
- [4] P.K. Sahoo, et al., A survey of thresholding techniques, Computer, Vision Graphics and Image Processing 41, pp. 233-260, 1988.
- [5] T.N. Pappas, An adaptive clustering algorithm for image segmentation, IEEE Trans. on Signal Processing 40 (4), pp. 901-914, 1992.
- [6] C. Revol, M. Jurlin, A new minimum variance region growing algorithm for image segmentation, Pattern Recognition Letters 18, pp. 249-258.
- [7] G.M. Hunter, K.S. Steiglitz, Operations on images using quadtree, IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence 1 (2), pp.145-153, 1979.
- [8] K. Haris, et al., Hybrid Image Segmentation Using Watersheds and Fast Region Merging, IEEE Trans. on Image Processing 7 (12), pp. 1684-1699, 1998.
- [9] Matlab/toolbox/image processing/qtcomp.m

 저 자 소 개



고 성 식(정회원)

1994년 2월 조선대학교
전자공학과 학사 졸업
1996년 2월 조선대학교
전자공학과 석사 졸업
2002년 2월 조선대학교
전자공학과 박사 졸업

2003년 3월~2004년 8월 조선대학교 전자공학과
겸임교수
2004년 9월~현재 오사카 시립대학교
공학연구과 (박사후 해외연수 과정)
<주관심분야 : 지능형 교통시스템 관련 운전지원
시스템, 신호처리, 영상위터마킹>



구 대 성(정회원)

1999년 2월 조선대학교 정보통신
공학과 학사 졸업
2001년 2월 조선대학교
전자공학과 석사 졸업
2004년 2월 조선대학교 전자
공학과 박사 졸업

2002년~2003년 (주)슈퍼테크놀로지 연구원
<주관심분야 : VLSI 및 FPGA설계, 멀티미디어
신호처리, MPEG-4, H.264 압축프로세서>



최 현 용(정회원)

1997년 2월 호남대학교
전자공학과 학사 졸업
1999년 2월 조선대학교
전자공학과 석사 졸업
2004년 2월 조선대학교
전자공학과 박사 졸업

2001년 3월~현재 (주)신한포토닉스
광네트워크 연구소 연구소장
2004년 9월~현재 한국산업기술평가원
기술 개발기획 평가단 평가위원
<주관심분야 : 광통신, 광소자, 광시스템 설계>



김 정 화(정회원)

1979년 2월 조선대학교
전자공학과 학사 졸업
1981년 2월 조선대학교
전자공학과 석사 졸업
1991년 2월 숭실대학교
전기공학과 박사 졸업

1979년~현재 조선대학교 전자공학과 교수.
2004년 2월~현재 조선대학교 정보전산원원장
<주관심분야 : 영상처리, 신호처리, 신호처리 및
시스템, 영상 위터마킹, 유비쿼터스>