

동영상으로부터 외부 조명과 잡음에 견실한 변화 영역 검출

정 윤 수[†] · 김 재 한^{**} · 김 진 석^{***} · 손 영 찬^{****}

요 약

본 논문에서는 동 영상에 대해 외부 조명 및 잡음의 영향으로부터 안정적인 변화 영역의 검출을 위한 방법을 제안한다. 제안된 방법은 변화 영역의 검출을 위해 표본 블록으로부터 표본 평균과 블록내의 화소들의 제곱의 합을 계산한다. 그리고, 이러한 통계틀을 이용하여 기존의 검정 통계량으로부터 변형된 새로운 검정 통계량을 제안한다. 제안된 검정 통계량은 외부 조명과 잡음의 영향에 따라 적응적인 결과를 나타낸다. 따라서, 외부 조명이거나 잡음이 많은 영상에 적용할 경우에 비 변화 영역임에도 불구하고 변화 영역으로 검출하는 문제를 가지는 기존의 방법에 비해서 제안된 방법은 변화 영역을 효과적으로 분리한다. 실험 결과, 제안된 방법은 외부 조명이거나 잡음의 영향에 효과적으로 변화 영역의 검출을 수행할 수 있음을 나타내었다.

An External Illumination and Noise Robust Method for Change Detection in Sequence Image

Yun-Su Chung[†] · Jae-Han Kim^{**} · Jin-Seok Kim^{***} · Yeong-Chan Son^{****}

ABSTRACT

This paper propose a method for an external illumination and noise robust change detection in moving image. In proposed method, mean of difference pixels and sum of squared values of difference pixels are calculated from sample block of difference image. And a new test statistic is proposed using these values. The reference method is very sensitive to external illumination and noise, but the proposed test statistic is not sensitive to these. Therefore it is efficient for this method to apply for image having much noise and varying illumination. Experimental results show the improvement of the separated change/non-change region in sequence images having noise and varying illumination.

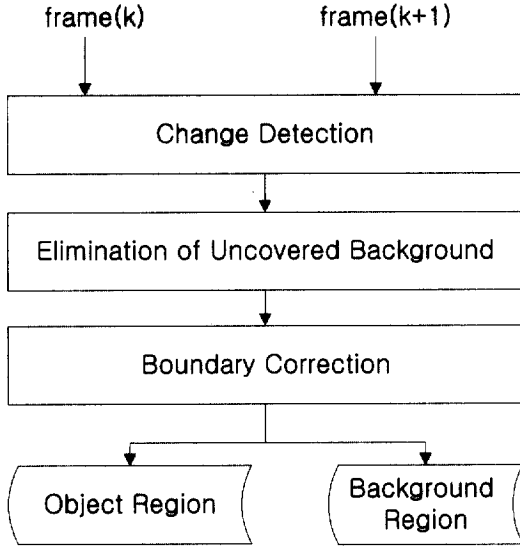
1. 서 론

연속된 두 프레임 사이에서 중요한 밝기 변화가 일어나는 영역들의 검출은 영상 해석뿐만 아니라 영상 부호화에서도 중요한 문제이다. 특히, 동적인 장면 해석에서는 움직임 객체의 지속적인 추적을 위해 움직임

객체의 검출을 필요로 하며, 이러한 움직임 객체의 검출을 위한 전 처리로써 변화 영역의 검출이 수행된다 [1-3]. 이와 함께, 현재 표준화가 진행 중인 MPEG-4는 동영상을 분리된 객체들의 관계로 표현함으로써 영상의 내용에 기반을 둔 다양한 기능 및 부호화를 추구하고 있다[4-5]. 이 방법은 높은 압축 효율을 얻을 수 있지만, 입력 영상으로부터 움직임 객체들과 배경을 전처리 과정에서 분리해야 하며, 이러한 객체 및 배경의 분리를 위한 전처리로써 변화 영역의 검출은 중요한 역할을 한다. 일반적으로 이러한 객체 및 배경 영

† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 선임연구원
** 준 회 원 : LG 전자
*** 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정정보화팀 책임연구원
**** 정 회 원 : 포항1 대학 컴퓨터응용과 교수
논문접수 : 1999년 6월 14일, 심사완료 : 2000년 6월 20일

역의 분리를 위한 흐름도는 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 영상 분할 흐름도

(그림 1)에서 연속된 k번째 프레임과 k+1번째 프레임 입력으로 하여 변화 영역검출이 수행된다. 이러한 변화 영역 검출의 결과는 변화 영역과 비 변화 영역을 나타내는 변화 검출 마스크(change detection mask : CDM)가 생성된다. 마지막으로, 이러한 변화 검출 마스크들로부터 움직임 객체에 의해 가려진 배경 영역의 제거가 수행되며, 최종적으로 객체 영역과 배경 영역의 분리가 생성된다. 따라서, 객체 및 배경 영역의 효과적인 분리를 위한 전제는 변화 영역의 검출이다.

지금까지 동영상으로부터 변화 영역의 검출을 위한 중요한 단서로서는 연속된 두 프레임 간의 밝기 차가 사용되어 왔다[6-8]. 밝기 차가 중요한 단서로서 이용된 이유는 물체의 움직임이 연속된 영상사이의 밝기 변화를 수반하기 때문이다. 기존의 변화 영역 검출을 위한 방법은 다음과 같은 과정을 통해 변화 영역 검출을 수행한다[6]. 먼저, 연속된 프레임간의 차 영상(difference image)으로부터, 국부적인 창 내의 화소 값들의 자승 합 또는 절대 합을 구한다. 그리고 이러한 합을 차 영상의 참 분산으로 나눈 값을 검정 통계량으로 사용하여 검정 통계량이 문턱 값보다 크면 변화영역으로 그렇지 않으면 비 변화 영역으로 검출하였다. 하지만 이 방법은 외부 조명의 변화나 잡음의 영향에 의하여 비 변화 영역을 변화 영역으로 인식하는 문제를 가

지고 있다. 특히, 프레임간의 외부 조명의 변화는 실제적인 움직임이 없는 영역임에도 불구하고 이러한 영역을 변화 영역으로 인식하게 하는 요인이 된다[9]. 따라서, 기존의 방법은 후처리 과정을 이용하여 오 인식된 비변화 영역을 보정해야 한다. 그러므로, 외부의 조명이나 잡음의 영향에 견실한 변화 영역과 비변화 영역의 검출은 이러한 노력을 최소화하는 이점이 있다.

본 논문에서는 외부의 조명이나 잡음에 견실한 변화 영역의 검출 방법을 제안한다. 제안된 방법은 외부의 조명이나 불규칙한 잡음에 적응적인 검정 통계량을 사용한다. 기존의 검정 통계량에 표본 블록의 평균의 제곱과 블록 내 화소 수 사이의 곱을 차 영상의 분산으로 나눈 값의 차를 새로운 검정 통계량으로 사용하였다. 따라서, 제안된 검정 통계량은 표본 블록의 평균값에 따라서 실제적인 검정 통계량의 값도 함께 감소한다. 이러한 검정 통계량의 변화는 외부의 조명이나 잡음의 영향이 없는 경우에는 기존의 검정 통계량과 같은 특성을 나타내는 반면에 외부의 조명이나 잡음의 영향이 많은 경우에는 실제적인 검정 통계량의 값이 감소하게 되어 외부의 요인에 의해 변화 영역으로 인식될 수 있는 비변화 영역의 오 인식을 해결할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 기존의 방법에 관한 간단한 고찰은 2장에서 나타낸다. 그리고, 외부 조명이나 잡음에 적응적인 검정 통계량을 이용한 변화 영역의 검출 방법 및 윤곽선 완화 방법을 3장 및 4장에서 나타낸다. 그리고, 5장에서는 모의 실험 및 고찰을 나타내고, 마지막으로 6장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 검정 통계량을 이용한 변화 영역 검출

기존의 검정 통계량을 이용한 변화 영역의 검출은 다음과 같다. 먼저, 인덱스 k는 각 프레임 영상에서의 화소 위치라고 하고, 이전 프레임을 $Y_1 = \{y_1(k)\}$, 현재 프레임을 $Y_2 = \{y_2(k)\}$ 로 하면 연속된 두 프레임의 밝기 차 영상 $D = \{d_k\}$ 는

$$d_k = y_1(k) - y_2(k) \quad (1)$$

과 같이 표현된다[6].

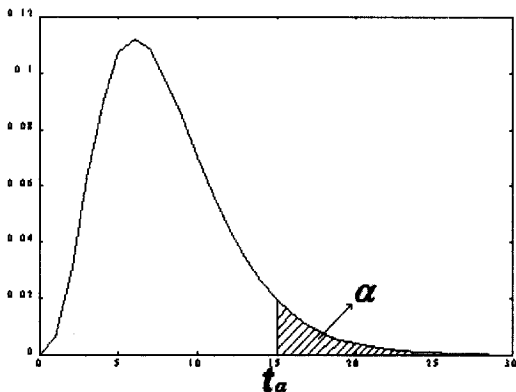
여기서 “k위치에서 영상의 변화가 없다.”는 귀무 가설(null hypothesis) H_0 에 의하면 차 d_k 는

$$p(d_k|H_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{d_k^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

와 같이 분산 σ^2 을 가진 제로 평균 가우시안 분포, $N(0, \sigma^2)$ 을 따른다. 식 (2)에서 $p(d_k|H_0)$ 는 표준편차로 정규화된 밝기 차의 제곱비에 의존한다는 것을 나타내며 $(d_k/\sigma)^2$ 에 의존한다. 이는 평균이 0이고 분산이 1인 가우시안 분포를 가진다. 이때, 블록내의 $(d_k/\sigma)^2$ 의 합을

$$\overline{\Delta_i^2} = \frac{\sum d_k^2}{\sigma^2} \quad (3)$$

과 같이 $\overline{\Delta_i^2}$ 이라 하면 이는 (그림 2)와 같이 자유도가 블록 내부의 화소 수인 χ^2 (chi square) 분포를 따른다.



(그림 2) $\overline{\Delta_i^2}$ 의 분포

$p(\overline{\Delta_i^2}|H_0)$ 에 대한 분포가 알려져 있다면 ‘변화 영역’과 ‘비변화 영역’ 사이의 결정은 유의 검정(significance test)에 의해 이루어진다. 이러한 목적으로 유의 수준(significance level) α 를 정하고

$$\alpha = \text{Prob}(\overline{\Delta_i^2} > t_\alpha | H_0) \quad (4)$$

에 의해 일치하는 문턱 값 t_α 를 계산한다.

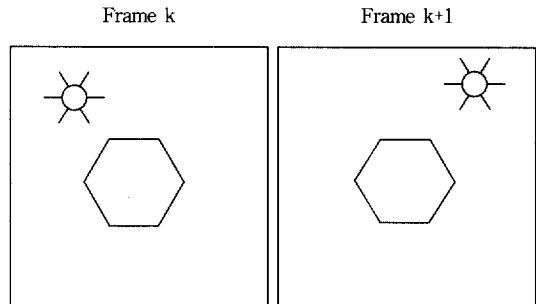
만일 $\overline{\Delta_i^2} > t_\alpha$ 이면 이에 해당하는 화소는 변화되었다고 판단하고 그렇지 않으면 변화되지 않았다고 판단한다. 유의수준 α 는 가설이 사실임에도 H_0 을 기각할 확률인 제 I 종오류 확률(type I error probability)을 나타낸다.

이러한 검정 통계량을 이용하여 영상 분할의 과정에 적용하게 되면 다음과 같은 문제가 발생한다. 비변화

영역으로 인식되어야 할 화소가 외부의 조명이나 잡음의 영향으로 비변화 영역임에도 불구하고 변화 영역으로 인식되는 경우가 발생한다. 이는 블록에 대한 표본 평균이 큰 블록에 대해 두드러진다. 외부 조명이나 잡음의 영향에 의존하여 반응을 나타내는 기존의 검정 통계량을 이용한 방법에 비해 블록에 대한 표본평균의 변화를 고려한 적응적인 검정 통계량을 제안함으로써 이와 같은 문제점을 해결한다.

3. 제안된 변화 영역 검출

기존의 검정 통계량에 기반한 변화 영역 검출 방법은 외부 조명이나 잡음의 영향에 의존하는 성질을 가진다. (그림 3)은 이러한 조명에 변화에 의존하는 특성을 나타내고 있다. (그림 3)에서 마름모 형태의 도형이 움직임 객체로 인식되어야 할 객체를 나타내고, 객체의 좌측과 우측 위에 광원이 위치하고 있다. 따라서, 이러한 광원의 변화, 즉 외부 조명의 변화는 동일한 움직임 객체에 대해서도 움직임 객체 외의 다른 영역들을 변화 영역으로 인식하게 하는 한 요인이 된다.



(그림 3) 동일한 객체에 대한 조명의 변화

따라서, 외부 조명이나 잡음의 영향이 많은 영상의 경우 비변화 영역이 변화 영역으로 검출되는 문제가 발생한다. 따라서, 이러한 문제를 해결하기 위하여 제안된 방법에서는 블록 내부의 표본 평균과 표본 분산을 이용한 검정 통계량을 제안한다.

이러한 검정 통계량은 다음의 이론적 근거에 기반하고 있다. 먼저 귀무 가설을 “ k 위치에서 변화가 없다”라고 한다. 이 가설 하에 차 d_k 는 분산 σ^2 을 가진 제로 가우시안 분포를 가진다. 정규분포, $N(0, \sigma^2)$ 로부터 추출된 표본 블록의 표본평균과 표본분산을 다음과 같

이 정의한다.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum d_k \tag{5}$$

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum (d_k - \bar{X})^2 \tag{6}$$

그리고, 식

$$(n-1) \frac{S^2}{\sigma^2} = \sum \left(\frac{d_k - \bar{X}}{\sigma} \right)^2 \tag{7}$$

에서 제시된 검정통계량은 자유도가 $n-1$ 인 σ^2 분포를 따른다[10]. 여기서 n 은 표본의 수 즉, 블록 내부의 픽셀 수를 말하고 S 는 표본표준편차, \bar{X} 는 표본평균을 나타내고 σ 는 추정되어야 할 모 표준편차를 말한다. 이렇게 제안된 검정 통계량과 식 (3)에서 본 검정통계량과의 수학적 차이점을 비교하기 위해 검정 통계량을

$$(n-1) \frac{S^2}{\sigma^2} = \sum \frac{d_k^2}{\sigma^2} - n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2} \tag{8}$$

과 같이 고칠 수 있다. 식 (4)와 같이 문턱 값 t_a 와 비교하여 나타내면 식 (8)은 식

$$(n-1) \frac{S^2}{\sigma^2} = \sum \frac{d_k^2}{\sigma^2} - n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2} > t_a \tag{9}$$

와 같이 된다. 식 (4)와 비교하면 식 (9)는 기존의 검정 통계량에 $-n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2}$ 의 항이 추가되어 있음을 알 수 있다. 이 식에서 n 과 σ^2 은 표본 블록의 크기와 주어진 영상의 분산에 따라 일정한 값을 가지므로 표본 평균인 \bar{X} 의 값이 증가함에 따라 제안된 검정 통계량의 값은 감소한다. 먼저, 객체의 움직임이 없고, 조명의 밝기 변화만을 고려하여 식 (9)를 고려하면 다음과 같은 결론에 도달할 수 있다. 일반적으로 균일한 조명의 밝기 변화의 경우에는 \bar{X} 값은 $|d_k|$ 와 같게 나타나므로 이상적인 경우에는

$$\sum \frac{d_k^2}{\sigma^2} = n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2} \tag{10}$$

이 성립한다. 이상적인 경우가 아니라고 하더라도, 식 (9)의 $\sum \frac{d_k^2}{\sigma^2} - n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2}$ 은 상당히 낮은 값을 가지게 되며 이러한 경우의 블록들은 비변화 영역으로 검출된다.

이에 반하여 밝기 변화가 없고 움직임의 변화만 있는 경우에는 다음과 같은 특성을 나타내고 있습니다.

식 (9)의 $\sum d_k^2 - n \bar{X}^2$ 의 관계식으로부터

$$\frac{\sum d_k^2}{n} \geq \bar{X}^2 \tag{11}$$

과 같은 관계를 고려할 수 있다. 이 때, 식 (11)은 표본 블록의 움직임의 값이 크면 클수록 즉, $|d_k|$ 의 값이 커지면 커질수록 커지게 되며, 이러한 결과는 식 (9)의 $\sum d_k^2 - n \bar{X}^2$ 의 차를 크게 하며, 그러한 블록들을 변화 영역으로 검출한다. 하지만, 식 (11)에서 '=' 관계를 나타내는 예인 $|d_k|$ 의 값이 표본 블록내에서 동일한 값들로 구성되는 경우, 즉 동일한 밝기 변화를 가져오는 경우에는 조명의 밝기 값의 변화 요인으로 고려하여 비변화 블록으로 판단하게 된다. 이러한 문제는 동일 객체 내에 유사한 밝기 성분의 값을 가지는 화소의 분포가 넓게 나타나며, 객체의 움직임 정도가 낮은 경우에 많이 발생하며, 기존의 검정 통계량과 유사한 특성을 나타낸다.

실제적으로 식 (9)에서 $\sum \frac{d_k^2}{\sigma^2} - n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2}$ 항의 감소폭은 비변화 영역이면서 외부 조명이나 잡음의 영향이 많은 블록의 경우에는 증가하며, 움직임이 있는 변화 영역의 경우에는 조명의 변화나 잡음이 첨가된 경우에도 $\sum \frac{d_k^2}{\sigma^2}$ 이 $n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2}$ 값에 비해 큰 값을 가지므로 $-n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2}$ 의 영향을 거의 받지 않고 변화 영역으로 검출된다. 따라서, 제안된 검정 통계량을 사용할 경우 외부 조명이나 잡음의 영향이 많은 경우에도 효과적인 변화 영역 및 비변화 영역의 분리가 가능하다.

식 (9)를 문턱 값 변화의 관점에서 재구성하게 되면

$$\frac{\sum d_k^2}{\sigma^2} > t_a + n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2} \tag{12}$$

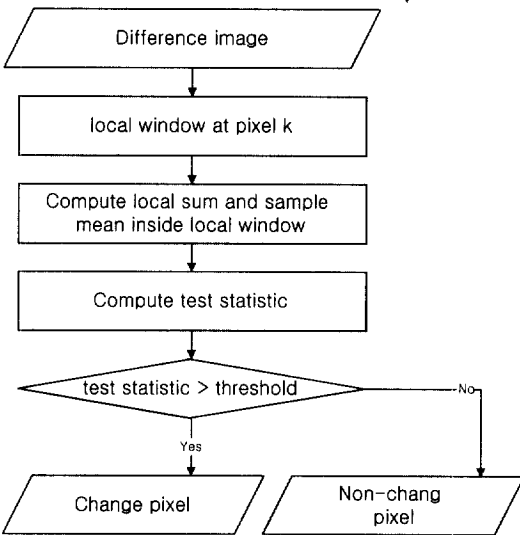
과 같이 된다.

이 때, 식 (12)의 좌변은 (그림 2)에서와 같이 χ^2 (chi square)분포 나타낸다. 그리고, 우변을 식 (4)와 비교하면 기존의 검정 통계량에 비해 $n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2}$ 항이 추가되어 있음을 확인할 수 있다. 식 (12)의 우변을

$$t_a' = t_a + n \frac{\bar{X}^2}{\sigma^2} \tag{13}$$

와 같이 표현하면, t_a' 은 표본의 수 n 과 표본평균 \bar{X}

가 커질수록 증가하게 되며 (그림 3)에서 t_a 의 크기가 우측으로 천이하는 결과를 가져온다. 따라서, 제안된 검정 통계량에서는 외부 조영이나 잡음의 영향에 의해서 $\frac{\sum d_k^2}{\sigma^2}$ 의 값과 t_a 값이 함께 증가하게 되어 잡음의 영향에 적응적인 변화 영역과 비변화 영역의 분리를 가능하게 한다. 이러한 검정 통계량을 이용한 변화 영역의 검출은 (그림 4)의 흐름도와 같다.



(그림 4) 제안된 변화 영역 검출의 흐름도

4. 변화 검출 마스크의 윤곽선 완화(contour relaxation)

화소 단위의 변화 영역 검출의 결과인 초기 변화 검출 마스크(change detection mask) 잡음 등의 영향에 의하여 거친 특성을 나타낸다. 따라서, 국부적인 윤곽선 완화 과정을 통하여 초기 변화 검출 마스크를 완화한다. 이러한 윤곽선 완화 과정은 초기 변화 검출 마스크의 경계 화소에 대하여 반복적으로 수행되며, 반복 과정에서

$$d_i^2 > 2 \frac{\sigma_c^2 \sigma^2}{\sigma_c^2 - \sigma^2} \cdot \left(\ln \frac{\sigma_c}{\sigma} + (v_B(c) - v_B(u))B + (v_C(c) - v_C(u))C \right) \quad (14)$$

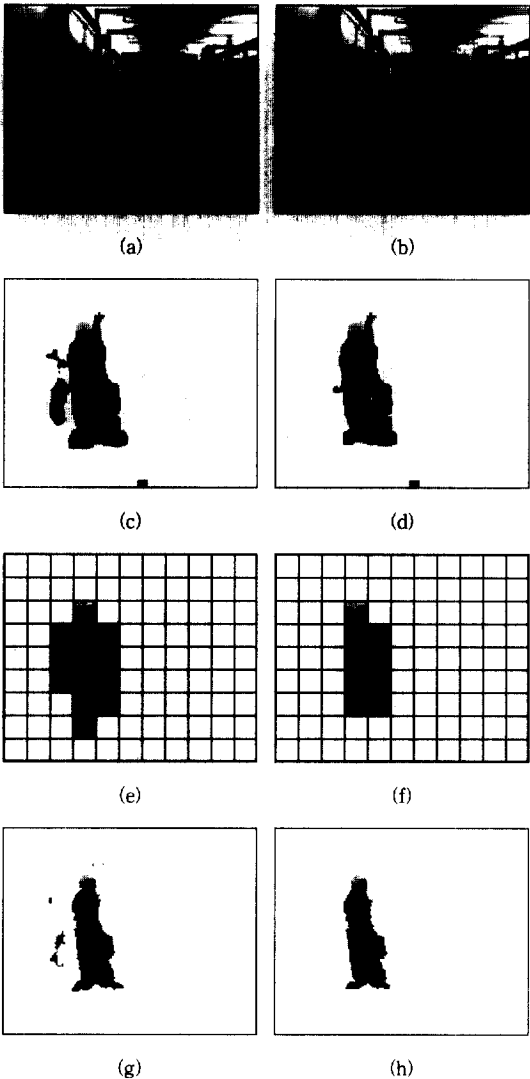
와 같은 국부적인 결정 규칙을 이용하여 경계 화소가

변화 영역인지 비변화 영역인지를 결정한다[11]. 식 (14)로부터 화소 i에서 밝기 차의 제곱인 d_i^2 이 우변의 문턱값과 비교된다. 이 때, σ_c 는 객체의 분산을 나타내고 σ 는 배경 영역의 분산을 나타낸다. 그리고, 변수 B는 수평, 수직방향의 화소 거리에, 변수 C는 대각선 방향의 화소 거리에 역비례하는 상수를 나타낸다. $a_k \in \{u, c\}$ 인 $v_B(a_k)$ 와 $v_C(a_k)$ 는 화소 k 주위의 비동질성에 대한 척도이다. 그래서, $v_B(a_k)$ 는 a_k 와 반대인 수평 및 수직 방향의 이웃들을 나타내고 $v_C(a_k)$ 는 마찬가지로 대각선 방향의 이웃들을 나타낸다[11].

5. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서 사용한 실험 영상은 Hall_Monitor와 실제 비디오폰 영상인 VP 영상으로 각각 176×144의 크기를 가진다. 제안된 방법의 검증을 위한 변화 영역 검출에서는 화소단위의 변화 영역 검출과 블록 단위의 변화 영역 검출에 대한 결과를 비교하였다. 화소 단위의 변화 영역 검출은 9×9의 창을 이용하였으며, 이때 차 영상의 특정한 화소 값을 중심으로 창 내의 검정 통계량이 문턱 값보다 크면 변화된 화소로 그렇지 않으면 변화되지 않은 화소로 분리하였다. 이에 반하여 블록 단위의 변화 영역 검출에서는 16×16 블록을 기본 블록으로 하여 블록내의 검정 통계량이 문턱 값보다 크면 변화된 블록으로 그렇지 않으면 변화되지 않은 블록으로 분리하였다. 이 때, 검정 통계량을 계산하기 위해 필요한 영상의 분산은 임의의 실험 영상의 차 영상으로부터 배경 영역으로 지정되는 영역의 분산 값을 선택하였으며 Hall_Monitor 영상의 경우에는 분산값을 12로 VP 영상의 경우에는 분산값을 20으로 선택하였다. 이와 함께, 변화영역과 비변화 영역의 분리를 위한 α 의 값은 0.05를 선택하였으며, 이 때 문턱값 t_a 는 화소단위의 경우 9×9에 대한 자유도 80과 블록 단위의 경우에는 16×16블록에 대한 자유도 255와 유의 수준 α 값에 의해 결정된 103.0095, 294.3207을 각각 사용하였다. 이와 함께 윤곽선 완화 과정에서 사용된 상수는 이전에 방법[11]에서와 같이 수평, 수직 방향의 비례 상수 B=0.5, 대각선 방향의 비례 상수 C=0.25의 값을 이용하였으며, 비변화 영역으로 바뀌는 경계 화소의 수가 100개 이상일 때까지 윤곽선 완화 과정을 반복적으로 수행하였다.

Hall_Monitor 영상에 대한 실험 결과가 (그림 5)에 나타난다. (그림 5)의 (a)와 (b)는 실험에 사용된 36번 프레임 및 39번 프레임을 나타낸다. 이러한 실험에 대해 화소 단위의 변화 영역 검출 결과가 (그림 5)의 (c)와 (d)에 각각 나타난다. 기존의 방법에 대한 결과를 나타내는 (그림 5(c))의 경우에는 가방을 든 보행자의



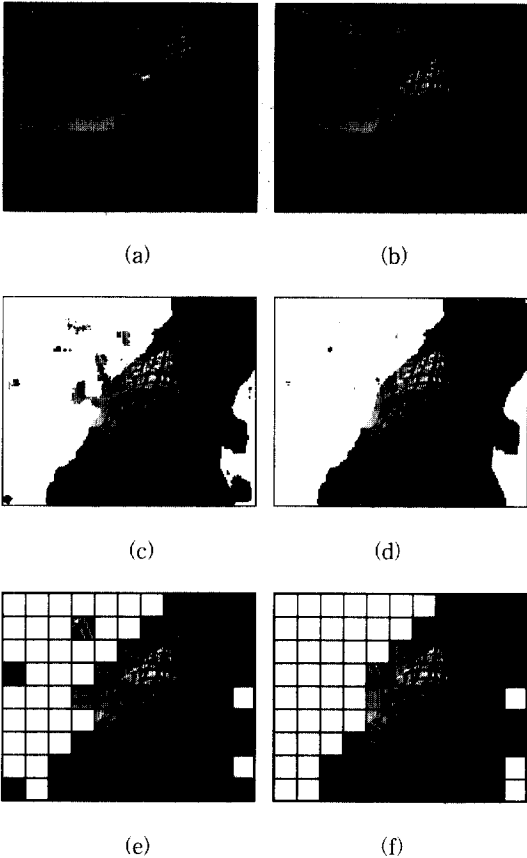
(그림 5) Hall_Monitor 영상에 대한 실험 결과 (a) 프레임 #36 (b) 프레임 #39 (c) 화소 단위의 분할 결과(기존의 방법) (d) 화소 단위의 분할(제안된 방법) (e) 블록 단위의 분할(기존의 방법) (f) 블록 단위의 분할(제안된 방법) (g) 윤곽선 완화의 결과(기존의 방법) (h) 윤곽선 완화의 결과(제안된 방법)

등 뒷부분의 많은 영역이 변화 영역으로 검출되고 있다. 이에 반해서 제안된 방법에서는 그러한 부분이 비변화 영역으로 검출됨을 알 수 있다. 이러한 변화 영역 검출의 특징은 (그림 5)의 (e)와 (f)에서도 각각 유사하게 나타난다. 블록 단위의 변화 영역 검출 결과인 (그림 5(e))와 (그림 5(f))에서는 움직이는 보행자의 등 뒤쪽과 발 아래쪽 부분의 4개의 블록들이 변화 영역으로 검출되는 기존의 방법에 비해 제안된 방법에서는 비변화 영역으로 검출됨을 알 수 있다. 이와 함께, (그림 5(g))와 (그림 5(h))에서 윤곽선 완화의 결과를 나타내고 있다. 실험 결과, 잡음에 강한 변화 영역 검출 결과를 나타내는 제안된 방법이 윤곽선 완화후에도 개선된 결과를 가져옴을 알 수 있다.

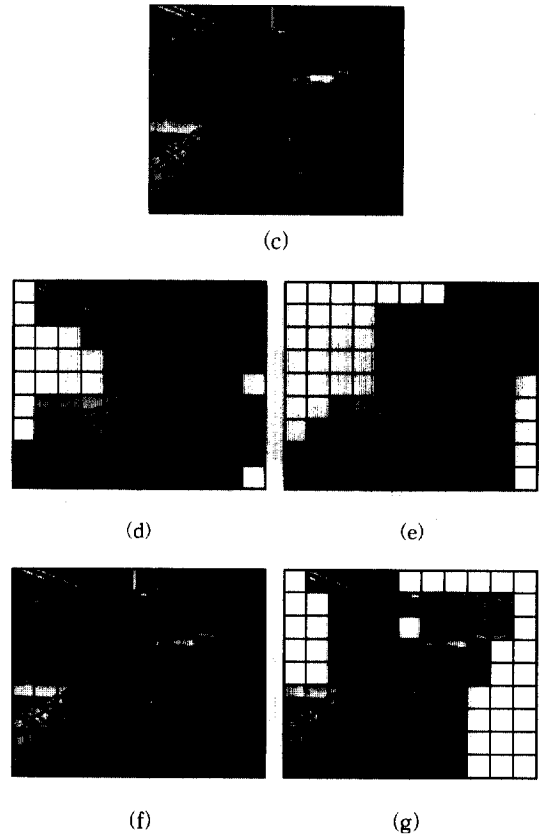
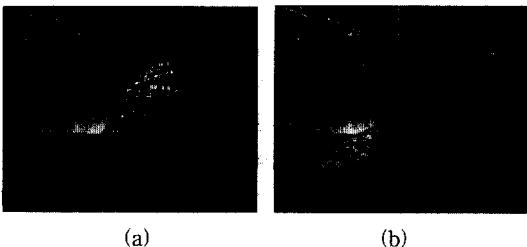
VP 영상에 대한 실험 결과가 (그림 6)에 나타난다. (그림 6)의 (a)와 (b)는 실험에 사용된 10번 프레임 및 13번 프레임을 나타낸다. 이러한 실험에 대해 화소 단위의 변화 영역 검출 결과가 (그림 6)의 (c)와 (d)에 각각 나타난다. 실험 결과, 움직이는 사람의 등 뒤쪽부분에서 잡음의 영향으로 많은 부분이 변화 영역으로 검출되는 기존의 방법에 비해 제안된 방법은 효과적인 변화 영역의 검출이 가능함을 나타내고 있다. 이와 함께, 블록 단위의 분할 결과에서도 화소단위의 분할 결과와 유사한 차이를 나타내고 있으며, 제안된 방법에서는 모두 5개의 블록이 비변화 블록으로 검출되고 있다. (그림 5)와 (그림 6)의 결과들로부터 제안된 방법은 잡음에 강한 특징을 나타냄으로써 움직인 객체의 외곽부분을 기존의 방법에 비해 잘 찾고 있음을 알 수 있다.

(그림 7)의 결과는 밝기 변화에 따른 변화 영역 검출의 결과를 비교하여 나타내고 있다. (그림 7)의 실험 결과는 블록 기반의 변화 영역 검출에 기반하고 있다. 이 때, (그림 7)의 (a), (b), 그리고 (c)는 VP영상의 13, 16, 19번째 프레임을 나타내고 있다. 13번째 프레임에 비해 16번째 프레임은 극부적인 조명의 변화가 두드러지며, 19번째 프레임은 16번째 프레임에 비해 전체적인 조명의 변화가 두드러지게 나타나고 있다. 실험을 통하여 머리 뒤쪽에서 조명의 변화가 많은 16번째 프레임에 대해 제안된 방법이 조명의 변화에 민감하게 변화 영역을 검출하고 있음을 나타내고 있다. 이러한 결과는 19번째 프레임에서도 유사한 결과를 나타내고

있다. 전체 조명의 변화로 인해 움직임 객체 주위의 변화 영역을 전혀 검출하지 못하는 기존의 방법에 비해 제안된 방법은 효과적으로 변화 영역을 검출하고 있음을 나타내고 있다.



(그림 6) VP 영상에 대한 실험 결과 (a) 프레임 #10 (b) 프레임 #13 (c) 화소 단위의 분할 결과(기존의 방법) (d) 화소 단위의 분할(제안된 방법) (e) 블록 단위의 분할(기존의 방법) (f) 블록 단위의 분할(제안된 방법)



(그림 7) 조명의 변화가 많은 영상에 대한 변화 영역 검출 결과 (a) VP 영상의 13번 프레임 (b) VP 영상의 16번 프레임 (c) VP 영상의 19번 프레임 (d) 국부 조명 변화의 결과(기존의 방법) (e) 국부 조명 변화의 결과(제안된 방법) (f) 전체 조명 변화의 결과(기존의 방법) (g) 전체 조명 변화의 결과(제안된 방법)

6. 결 론

본 논문에서는 외부의 조명이나 잡음의 영향으로부터 안정적인 변화 영역의 검출을 위한 한 방법을 제안하였다. 제안된 방법을 외부의 조명이나 잡음의 영향이 많은 동영상에 대해 적용한 결과, 기존의 통계적 방법에 비해 효과적인 변화 영역의 검출이 가능하였다. 이와 함께, 이러한 방법은 후처리 과정에서 필요로 하는 오인식된 변화 영역의 보정에 필요한 부담을 줄일 수 있는 이점이 있다. 따라서, 제안된 방법은 움직임 객체의 추적이나 MPEG-4 시스템의 전처리 과정에 효과적인 응용이 가능하다.

참 고 문 헌

- [1] P. Pouthemy and P. Lalande, "Detection and tracking of moving objects based on a statistical regularization method in space and time," *Proc. ECCV'90*, pp.307-311, April 1990.
- [2] P. Lalande and P. Bouthemy, "A statistical approach to the detection and tracking of moving objects in an image sequence," *Proc. EUSIPCO90*, pp.947-950, September 1990.
- [3] P. Gerken, "Object-based analysis-synthesis coding of image sequences at very low bit rates," *IEEE Trans. on Circuits and System for Video Technology*, Vol.4, No.3, pp.228-235, June 1994.
- [4] J. Ostermann, "Object-based analysis-synthesis coding based on the source model of moving rigid 3D objects," *Signal Processing : Image Communication*, Vol.6, No.2, pp. 143-161, May 1994.
- [5] MPEG-4 Video Group, "MPEG-4 Video Verification Model Version 11.0," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Document, March 1998.
- [6] T. Aach, A. Kaup, and R. Mester, "Statistical model-based change detection in moving video," *Signal Processing*, Vol.31, No.2, pp.165-180, 1993.
- [7] M. Hotter, R. Thoma, and J. Ostermann, "Image segmentation based on object oriented mapping parameter estimation," *Signal Processing*, Vol.15, No.3, pp.315-334, October 1988.
- [8] R. Mech and M. Wollborn, "A noise robust method for segmentation of moving objects in video sequences," *ICASSP'97*, April 1997.
- [9] A. Murat Tekalp, "Digital Video Processing," Prentice Hall PTR Upper Saddle River, p.75, 1995.
- [10] 허문열, 송문섭, "수리 통계학", 전영사, p.208, 1997.
- [11] R. Mech and M. Wollborn, "A noise robust method for segmentation of moving objects in video sequences," *ICASSP'97*, Vol.4, pp.2657-2660, April 1997.



정 윤 수

e-mail : yoonsu@etri.re.kr

1993년 경북대학교 전자공학과 (공학사)

1995년 경북대학교 전자공학과 (공학석사)

1998년 경북대학교 전자공학과 (공학박사)

1998년~1999년 경북대학교 센서기술연구소 전임연구원
1999년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원

관심분야 : Image processing and compression, Computer Vision, MPEG, and Face recognition



김 재 한

e-mail : fourie@palgong.kyungpook.ac.kr

1998년 경북대학교 전자공학과 (공학사)

2000년 경북대학교 전자공학과 (공학석사)

2000년~현재 LG 전자

관심분야 : Image processing and compression, MPEG



김 진 석

e-mail : kimjs@etri.re.kr

1982년 울산대학교 전자계산학과 졸업(공학과)

1988년 동국대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학석사)

1992년 정보처리 기술사

1982년~현재 한국전자통신연구원 우정정보화팀 책임연구원

관심분야 : CSCW, 멀티미디어 데이터베이스, 소프트웨어공학



손 영 찬

e-mail : ycson@pohang.ac.kr

1991년 경북대학교 전자공학과 (공학사)

1994년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1996년 경북대학교 대학원 전자공학과(박사과정 수료)

1998년~현재 포항 1 대학 컴퓨터응용과 전임강사

관심분야 : 집적회로 설계검증, 설계자동화