

파노라믹 적외선 영상에서의 영상 향상 기법

김영춘[†] · 이종원^{**} · 김병주^{***} · 권기구^{****} · 김기홍^{*****} · 신용달^{*****} · 안상호^{*****}

요 약

본 논문에서는 파노라믹 적외선 영상에서의 영상 향상 기법을 제안하였다. 제안한 기법에서는 먼저 파노라믹 적외선 영상을 작은 부영상으로 나누고, 각 부영상의 통계적 특성을 이용하여 각 부영상에 대하여 대조 확장을 행한다. 그러나 이때 통계적 특성이 다른 인접하는 부영상의 경계 영역에서는 블러화 현상이 나타난다. 이러한 블러화 현상을 제거하기 위하여 제안한 기법에서는 수평적으로 인접하는 부영상의 통계적 특성을 이용하여 부영상의 경계영역에 대하여 대조 확장을 행한다. 실험을 통하여 제안한 기법이 효율적으로 시각적인 화질을 개선하였음을 확인하였다.

An Image Enhancement Algorithm for Panoramic Infrared Images

Young-Choon Kim[†], Jong-Won Lee^{**}, Byung-Ju Kim^{***}, Kee-Koo Kwon^{****},
Ki-Hong Kim^{*****}, Yong-Dal Shin^{*****} and Sang-Ho Ahn^{*****}

ABSTRACT

In this paper, we propose an image enhancement algorithm for panoramic infrared image. This method divides a panoramic infrared image into disjoint subimages and performs the contrast stretch for subimages using statistical characteristics of each subimage. But these cause blocking artifact in boundary regions of neighboring subimages which different to the statistical characteristic. To remove blocking artifact, we perform the contrast stretch for subimage's boundary regions using statistical characteristics of horizontally neighboring subimages. Experimental results show that the proposed method effectively improves their appearance to human viewers.

Key words: Infrared image, panoramic image, image enhancement, contrast stretching.

1. 서 론

적외선 영상(infrared image)은 물체 온도에 따른 적외선 영역의 고유한 복사에너지 차이를 검출한 뒤, 적절한 신호처리 과정을 거쳐 인간 시각으로 볼 수 있는 가시광선 영상으로 변환시킨 것이다. 이러한 적

외선 영상은 외부 빛의 반사(reflection) 또는 자체의 빛 방사(radiation)에 관계없이 인간이 감지할 수 없는 복사에너지의 차이를 영상화한 것으로 의료용, 산업용 및 군사용으로 널리 응용되고 있다. 특히 전방 관측열상(FLIR; Forward Looking InfraRed) 장치는 야간에도 표적의 관측, 탐지(detection) 및 인식(recognition) 등이 가능하기 때문에 군사용으로 널리 이용되고 연구 개발되고 있다[1-7]. 또한 최근에는 관측 및 감시 기능의 강화를 위하여 넓은 각도의 영상을 획득하는 파노라믹 적외선 영상(panoramic IR image)을 이용한IRST(IR Search and Track)장치가 개발되어 지속적으로 연구가 되고 있다[8-10].

일반적으로 열 감지 센서로부터 얻어지는 FLIR

접수일 : 2003년 2월 6일, 완료일 : 2003년 3월 24일

[†] 정희원, 영동대학교 정보통신공학부 조교수
^{**} 경북대학교 전자공학과 박사과정
^{***} 준희원, 경북대학교 전자공학과 박사과정
^{****} 정희원, 경북대학교 전자공학과 박사과정
^{*****} 정희원, 국방과학연구소 연구원
^{*****} 정희원, 영동대학교 정보통신공학부 부교수
^{*****} 인제대학교 전자정보통신공학부 교수

영상은 잡음을 많이 포함하면서 낮은 생동폭(dynamic range)을 가지기 때문에 시각적인 화질이 떨어져 물체의 인식이 어렵다. 따라서 이러한 낮은 생동폭을 가지는 영상의 시각적인 화질을 개선하기 위하여 영상 향상(image enhancement)을 행하여야 한다. 이러한 영상 향상 기법으로는 FLIR 영상의 전체적인 통계적 분포특성을 조사하여 이를 변환하는 히스토그램 균일화법(histogram equalization) 및 대조 확장법(contrast stretching) 등이 널리 이용되고 있다[11]. 그러나 파노라믹 적외선 영상은 FLIR 영상에 비해 넓은 각도의 영상이 획득되기 때문에 넓은 통계적 분포 특성을 가진다. 따라서 이러한 넓은 분포 특성을 가지는 전체 영상에 대하여 일괄적으로 히스토그램 균일화법이나 대조 확장법을 적용하면 영상이 포화되는 현상이 나타나 물체의 탐지 및 인식이 어려워진다.

본 논문에서는 파노라믹 적외선 영상에서의 영상 향상 기법을 제안하였다. 제안한 기법에서는 먼저 파노라믹 적외선 영상을 작은 부영상(subimage)으로 나누고, 각 부영상의 통계적 특성을 이용하여 구분점을 설정한 후, 이를 이용하여 각 부영상에 대하여 대조 확장을 행한다. 이때 각 부영상별로 대조 확장을 행하면, 통계적 특성이 다른 인접하는 부영상과의 경계 영역에서는 블러화 현상이 나타난다. 따라서 이들 경계 영역에서는 인접하는 부영상의 통계적 특성을 동시에 고려하여 대조 확장을 행함으로써 블러화 현

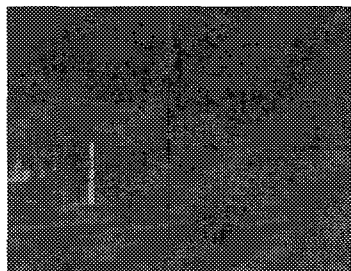
상을 제거한다. 이와 같이 제안한 기법은 각 부영상의 통계적 특성을 이용한 대조 확장을 행하여 영상의 포화 현상을 제거하고, 또한 부영상의 경계 영역에서는 인접하는 부영상의 통계적 특성을 동시에 이용한 대조 확장을 행하여 블러화 현상을 효율적으로 제거함으로써 시각적인 화질을 개선하여 물체의 탐지 및 인식을 용이하게 한다.

제안한 방법에 의한 화질을 평가하기 위하여 실제 파노라믹 적외선 영상에 대하여 적용해 본 결과, 시각적으로 향상된 화질이 나타남을 확인할 수 있었다.

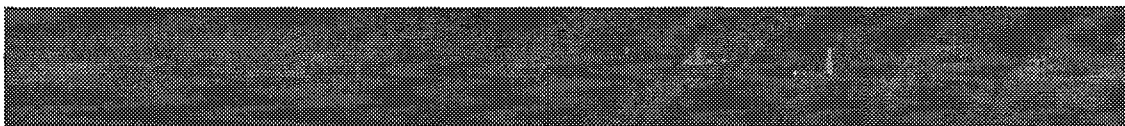
2. 제안한 파노라믹 적외선 영상 향상 기법

최근에 관측 및 감시 기능의 강화를 위하여 획득되어지는 파노라믹 적외선 영상은 넓은 각도의 다양한 물체가 획득되어진다. FLIR 영상 및 파노라믹 적외선 영상의 예를 그림 1에 나타내었다. 이에서 보는 바와 같이 적외선 영상은 좁은 생동폭을 가지기 때문에 시각적인 화질이 저하되고 물체의 인식이 어렵다는 것을 알 수 있다.

파노라믹 적외선 영상은 다양한 물체가 획득되어 넓은 통계적 분포 특성을 가지기 때문에 시각적인 화질을 개선하기 위하여 영상전체에 대하여 일괄적으로 히스토그램 균일화법이나 대조 확장을 행하면 영상의 포화 현상이 많이 발생하여 시각적인 화질이 크게 개선되지 못하고 물체의 인식이 어려워진다.



(a)



(b)

그림 1. 적외선 영상의 예
(a) FLIR 영상(480×626) (b) 파노라믹 적외선 영상(236×2048)

따라서 제안한 기법에서는 물체의 탐지 및 인식을 용이하게 하고, 영상의 시각적인 화질을 개선하기 위하여 전체 파노라믹 영상을 일정 크기의 부영상으로 나누고, 이들 각 부영상의 평균과 표준편차를 이용하여 부영상 별로 대조 확장을 행한다.

2.1 부영상의 분리

파노라믹 적외선 영상은 관측 및 감시 기능의 강화를 위하여 넓은 각도의 데이터를 얻어 구성된 영상이다. 따라서 이들 영상은 그림 1(b)에서와 같이 수직 화소수에 비하여 수평 화소수가 아주 많다는 것을 알 수 있다. 이렇게 넓은 각도의 영상을 획득하기 때문에 수평의 위치에 따라 영상의 통계적 특성이 많이 차이가 난다. 예를 들면 영상의 좌측 부분은 산을 배경으로 하고, 반대편인 우측 부분은 시가지를 배경으로 하고 있다면, 좌측 부분과 우측 부분에서 가지는 통계적 특성이 많이 차이가 있다는 것을 알 수 있다.

따라서 제안한 기법에서는 먼저 이들 파노라믹 영상을 그림 2에서와 같이 일정 크기의 부영상(I_1, I_2, \dots, I_n)으로 나눈 후, 이들 각 부영상의 평균과 표준편차를 이용하여 부영상별로 대조 확장을 행한다.

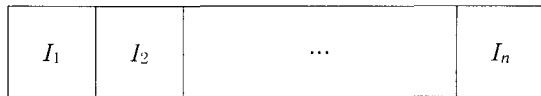


그림 2. 파노라믹 영상에서의 각 부영상

2.2 부영상별 대조 확장

제안한 기법에서 사용한 각 부영상에 대한 대조 확장의 전달 특성은 그림 3에서와 같다. 여기에서 L은 적외선 센서로부터 A/D 변환기를 거쳐 얻어지는 입력영상의 최대 회색준위 값이고, M은 모니터 등에 출력하기 위하여 결정되어지는 출력 영상의 최대 회색 준위이다. 일반적으로 모니터는 8비트 데이터를 사용하기 때문에 M의 값은 256이 된다.

제안한 기법에서는 각 부영상의 평균과 표준편차를 이용하여 전달 특성의 구분점(L_i, L_h)을 결정한다. 즉, 부영상 I_i 에 대한 하위구분점 L_{li} 및 상위구분점 L_{hi} 는 각각

$$L_{li} = m_i - c \cdot \sigma_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$L_{hi} = m_i + c \cdot \sigma_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

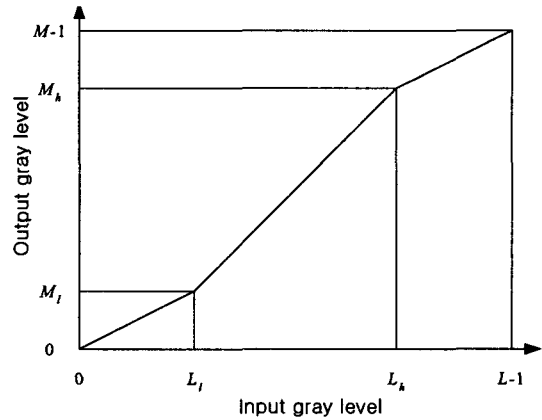


그림 3. 대조 확장의 전달 특성

와 같다. 이때 m_i 및 σ_i 는 각각 부영상 I_i 의 평균 및 표준편차를 나타내고, c 는 임의의 상수를 나타낸다. 이와 같이 부영상의 통계적 특성을 이용하여 영상이 주로 분포하는 영역에서는 전달함수의 기울기를 증가시키고 그 외의 영역에는 상대적으로 기울기를 적게 해주고, 또한 출력 영상의 구분점(M_l, M_h)을 일정한 값으로 결정해 줌으로써, 부영상별로 거의 균일한 분포 특성을 가지게 되어 시각적 화질을 향상시키고, 물체의 탐지 및 인식을 용이하게 한다.

그러나 이와 같이 부영상별로 대조 확장을 행하면 부영상의 경계 영역부분에서는 인접하는 부영상의 통계적 특성이 다르기 때문에 블러화 현상이 나타난다. 이를 제거하기 위하여 제안한 기법은 경계 영역 부분에 대해서는 인접하는 부영상의 평균과 표준편차를 동시에 고려하여 대조 확장을 행한다.

2.3 부영상의 경계 영역에서의 대조 확장

제안한 기법에서는 인접하는 부영상의 평균과 표준편차를 동시에 고려하여 부영상의 경계 영역 부분에서 나타나는 블러화 현상을 제거한다. 즉, 부영상 I_i 와 부영상 I_{i+1} 의 경계 영역에서는 구분점 L_{li}, L_{hi} 및 L_{li+1}, L_{hi+1} 을 이용하지 않고, 인접하는 화소의 위치에 따라 새로운 구분점을 결정하여 대조 확장을 행한다.

인접하는 임의의 부영상, 구분점 및 경계 영역을 그림 4와 같이 나타내었고, 여기에서 N은 블러화 현상을 제거하기 위해 이용하는 인접 화소의 수이다. 제안한 방법에서는 블러화 현상을 효율적으로 제거하기 위하여 경계 영역의 N 개의 수평화소에 대하여

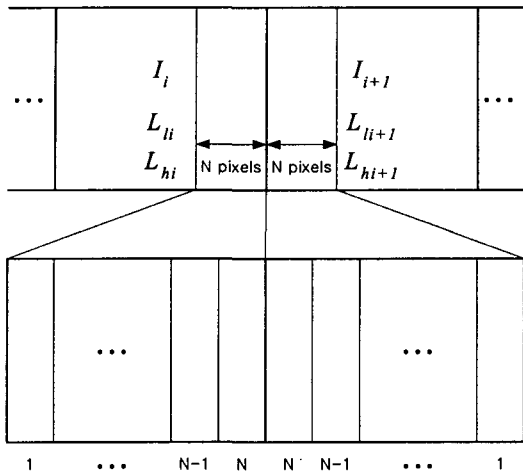


그림 4. 부영상 및 경계 영역

각각의 구분점을 결정한다.

부영상 I_i 및 부영상 I_{i+1} 내의 경계 영역에서 임의의 k 위치 화소에 대한 하위 구분점 $L_{li}(k)$ 및 $L_{li+1}(k)$ 는 각각

$$L_{li}(k) = L_{li} + \omega_k \cdot (A_{li} - L_{li}), \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

$$L_{li+1}(k) = L_{li+1} + \omega_k \cdot (A_{li} - L_{li+1}), \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

와 같다. 여기에서 k 는 경계 영역 내의 수평 화소의 위치이고, A_{li} 는

$$A_{li} = \frac{(L_{li} + L_{li+1})}{2} \quad (5)$$

로서, 인접하는 부영상에서 얻어지는 구분점의 평균값을 의미한다. 또한 ω_k 는

$$\omega_k = \frac{k}{N} \quad (6)$$

로서, k 위치 화소에서의 가중치를 의미한다. 즉, 인접하는 부영상의 통계적 정보를 반영하는 정도를 의미한다. 동일한 방법으로 상위 구분점 $L_{hi}(k)$ 및 $L_{hi+1}(k)$ 도 각각

$$L_{hi}(k) = L_{hi} + \omega_k \cdot (A_{hi} - L_{hi}), \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (7)$$

$$L_{hi+1}(k) = L_{hi+1} + \omega_k \cdot (A_{hi} - L_{hi+1}), \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (8)$$

와 같이 구할 수 있다.

식 (3) 및 식 (4)에서 만약 $k = N$ 이라면, 즉 인접하는 부영상의 경계 화소에서는 $\omega_k = 1$ 이 되고, 구분점 $L_{li}(k)$ 및 $L_{li+1}(k)$ 는 모두 A_{li} 로 결정된다. 즉, 경계 화소의 구분점은 인접하는 부영상에서 얻어지는 구분점의 평균값으로 결정된다. 또한 $k = 0$ 이라면, 즉 경계 화소에서 N 개 떨어진 위치의 화소에서는 $\omega_k = 0$ 이 되어, $L_{li}(k)$ 및 $L_{li+1}(k)$ 는 각각 L_{li} 및 L_{li+1} 으로 결정되어 원래 부영상의 구분점을 그대로 이용하게 된다.

임의의 부영상에 대하여 블러화 현상을 제거하기 위한 경계 영역의 각 화소 위치에 따라 결정되는 구분점을 그림 5에 나타내었다. 이에서 보는 바와 같이 부영상 I_i 에서는 수평 위치의 중간 부분에서는 I_i 의 통계적 특성만을 이용해 결정된 구분점 L_{li} 을 이용해 대조 확장을 행하고, 인접 부영상과의 경계 영역내의 N 개의 화소에 대해서는 화소의 위치에 따라 인접 부영상 I_{i+1} 의 평균과 표준편차를 동시에 고려하여 결정된 구분점 $L_{li}(k)$ 를 이용하여 대조 확장을 행한다. 이와 같이 경계 영역의 수평 화소의 위치에 따라 선형적인 특성을 가지도록 구분점을 결정하고, 이를 이용하여 대조 확장을 행함으로써 블러화 현상을 효과적으로 제거하여 시각적인 화질을 개선할 수 있다. 이와 같이 제안한 방법에 의한 대조 확장의 전달 특성은 그림 6에서와 같다.

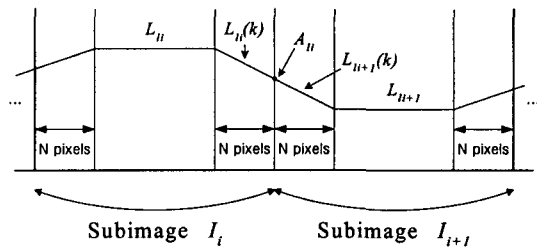


그림 5. 부영상의 경계 영역에서의 구분점

3. 실험 및 고찰

제안한 파노라믹 적외선 영상의 영상 향상 기법의 성능을 비교 평가하기 위하여 실제 적외선 감지기로 부터 획득한 파노라믹 적외선 영상에 대하여 실험을 행하였다. 실험에서 사용한 파노라믹 적외선 영상(P_IR11)은 236×10240 의 크기를 가지면서 화소당 11비트의 회색준위를 가진다. 이에 대한 히스토그램 및 균등 양자화(uniform quantization)를 행하여 화

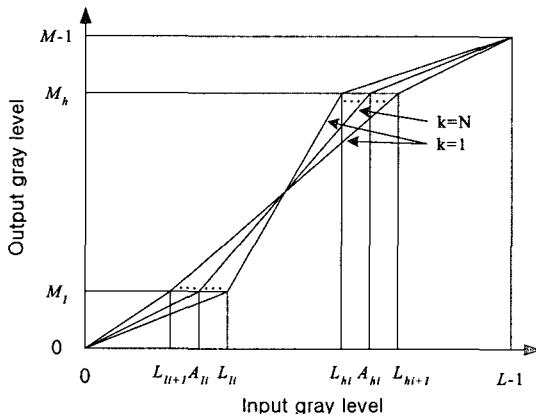
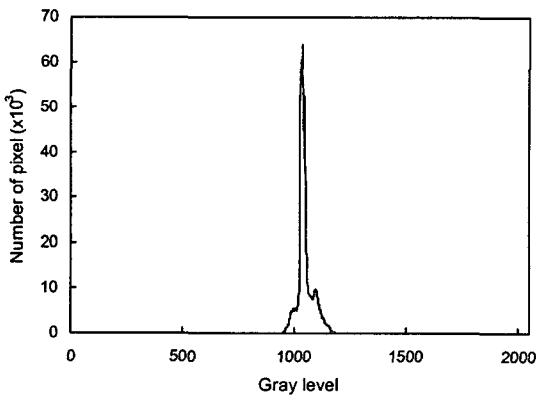
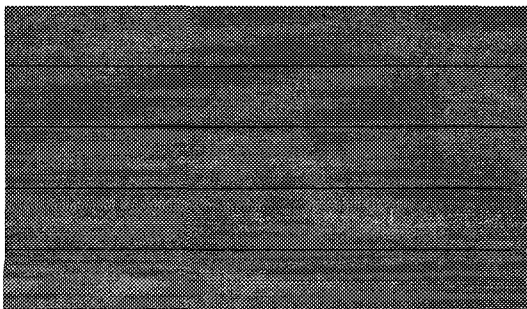


그림 6. 제안한 방법에 의한 대조 확장의 전달 특성

소당 8비트로 얻은 영상은 그림 7에서와 같다. 이때 파노라믹 영상을 모니터에 출력하기 위하여 일정한 크기(236×2048×5)로 나누어 나타내었다. 이에서 보는 바와 같이 낮은 생동폭으로 인해 시각적으로 많이 흐려져 있어서 물체의 탐지 및 인식이 어려워 화질의 개선이 필요하다는 것을 알 수 있다.



(a) 히스토그램



(b) 균등 양자화한 영상(8bits/pixel)

그림 7. 파노라믹 적외선 영상(P_IR11)

파노라믹 적외선 영상(P_IR11)의 상단 부영상(236×2048) 및 하단 부영상(236×2048)의 히스토그램은 그림 8에서와 같다. 이에서 보는 바와 같이 영상의 상단 부영상 부분은 상대적으로 낮은 회색준위를 가지는 반면에 하단 부영상 부분은 상대적으로 높은 회색 준위를 가진다. 이와 같이 파노라믹 적외선 영상은 넓은 각도의 영상을 획득하기 때문에 위치에 따라 영상의 통계적 특성이 차이가 많다는 것을 알 수 있다. 이러한 파노라믹 적외선 영상을 히스토그램 균일화한 영상은 그림 9에서와 같다. 이에서 보는 바와 같이 상단 부영상과 하단 부영상의 통계적 분포 특성의 차이로 인하여, 상단 부영상 부분은 전체적으로 어둡게 나타나는 반면에 하단 부영상 부분은 포화 현상이 많이 발생하여 시각적인 화질이 크게 개선되지 않음을 알 수 있다.

파노라믹 적외선 영상에 대하여 영상 전체의 통계적 특성을 이용하여 대조 확장을 행한 영상을 그림 10에서와 같다. 이때 상수 $c=2$ 로 설정하였다. 여기에서 전체적으로 대조 확장을 행한다는 것은 부영상으

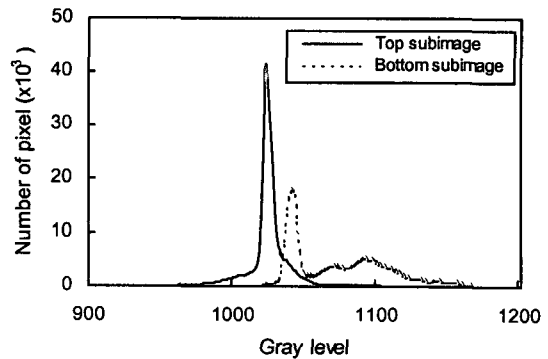


그림 8. 파노라믹 적외선 영상(P_IR11)의 상단 및 하단 부영상의 히스토그램

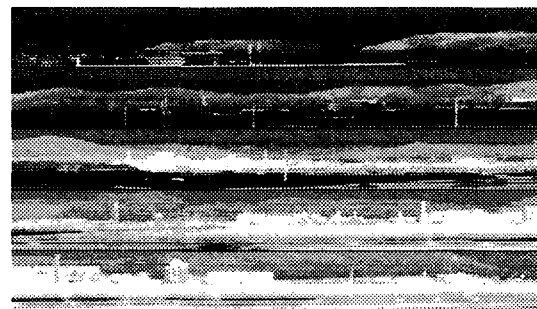


그림 9. 히스토그램 균일화한 영상(8bits/pixel)

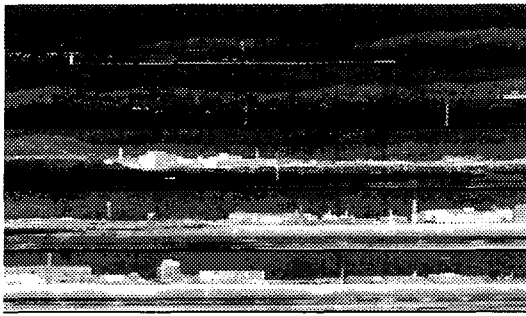


그림 10. 전체 영상에 대한 대조 확장된 영상(8bits/pixel)

로 나누지 않았다는 것을 의미하는 것으로 부영상의 수인 $n=1$ 과 동일한 의미를 가진다. 이에서 보는 바와 같이 히스토그램 균일화법에 의한 영상에 비하여 영상의 하단 부분에서 포화 현상이 많이 감소하여 시각적 화질이 개선되었음을 알 수 있다. 그러나 상단 부분 및 하단 부분의 영상이 현저히 차이가 나고, 하단 부분이 많이 포화됨을 알 수 있다. 이는 영상의 상단 부분과 하단 부분의 통계적 특성이 다른데 비하여 하나의 구분점을 이용하여 대조 확장을 행함으로써 시각적 화질이 크게 개선되지 않음을 알 수 있다.

파노라믹 적외선 영상을 부영상으로 나누어 제안한 식 (1) 및 식 (2)를 이용하여 대조 확장을 행한 영상은 그림 11에서와 같다. 여기에서 전체 영상을 10개의 부영상($n=10$)으로 나누었다. 이에서 보는 바와 같이 영상의 상단 부분 및 하단 부분의 화질이 유사하고, 하단 부분의 포화 현상이 크게 감소하여 시각적 화질이 향상되었음을 알 수 있다. 이는 유사한 출력 특성을 얻기 위하여 각각의 부영상에 대한 통계적 특성을 이용하여 대조 확장을 행하여 나타난 결과이다. 그러나 부영상의 통계적 특성을 이용하여 부영상에 대하여 독립적으로 대조 확장을 행함으로써 부영

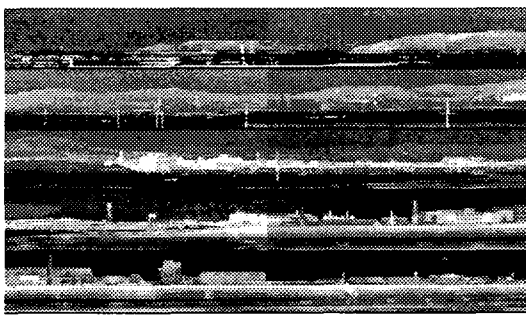


그림 11. 부영상별 대조 확장된 영상(8bits/pixel)

상의 경계 부분에서 블럭화 현상이 나타남을 알 수 있다.

이러한 블럭화 현상을 제거하기 위하여 본 논문에서 제안한 인접하는 부영상의 통계적 특성을 동시에 고려한 식 (3) 및 식 (4)를 이용하여 대조 확장을 행한 영상은 그림 12에서와 같다. 이때 부영상에 인접하는 경계 영역의 수평 화소수($N=100$)는 100으로 하였다. 이에서 보는 바와 같이 부영상의 경계 영역에서 블럭화 현상이 완전히 제거되었음을 알 수 있다. 이는 부영상에 인접하는 경계 영역의 화소의 위치에 따라 선형적으로 구분점을 결정하여 대조 확장을 행함으로써 시각적인 화질을 개선하면서 블럭화 현상을 효율적으로 제거한 것이다.

이상에서 살펴본 바와 같이 실제 파노라믹 적외선 영상에 대하여 제안한 방법을 적용해 본 결과, 부영상의 통계적 특성을 적절히 이용하여 대조 확장을 행함으로써 시각적인 화질을 효율적으로 개선하였음을 알 수 있다.

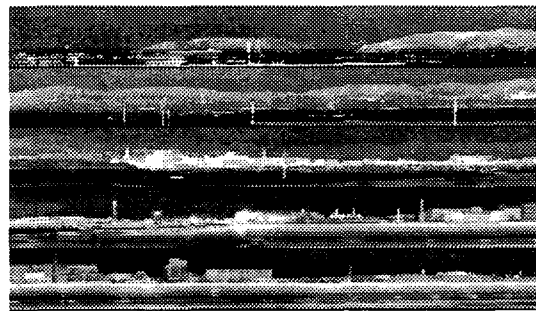


그림 12. 제안한 블럭화 현상을 제거한 개선된 영상(8bits/pixel)

4. 결 론

본 논문에서는 파노라믹 적외선 영상에서의 영상 향상 기법을 제안하였다. 제안한 기법에서는 먼저 파노라믹 적외선 영상을 작은 부영상으로 나누고, 각 부영상의 통계적 특성을 이용하여 구분점을 설정한 후, 이를 이용하여 각 부영상에 대하여 대조 확장을 행한다. 이때 각 부영상별로 대조 확장을 행하면, 통계적 특성이 다른 인접하는 부영상과의 경계 영역에서는 블럭화 현상이 나타난다. 따라서 이들 경계 영역에서는 인접하는 부영상의 통계적 특성을 동시에 고려하여 대조 확장을 행함으로써 블럭화 현상을 제

거한다. 이와 같이 제안한 기법은 각 부영상의 통계적 특성을 이용한 대조 확장을 행하여 영상의 포화 현상을 제거하고, 또한 부영상의 경계 영역에서는 인접하는 부영상의 통계적 특성을 동시에 이용한 대조 확장을 행하여 블러화 현상을 효율적으로 제거함으로써 시각적인 화질을 개선하여 물체의 탐지 및 인식을 용이하게 한다.

제안한 방법에 의한 화질을 평가하기 위하여 실제 파노라믹 적외선 영상에 대하여 적용해 본 결과, 시각적으로 향상된 화질이 나타남을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] W. L. Wolfe, *Introduction to infrared system design*, SPIE Optical Engineering Press, 1996.

[2] P. A. Jacobs, *Thermal infrared characterization of ground targets and backgrounds*, SPIE Optical Engineering Press, 1996.

[3] H. Kaplan, *Practical applications of infrared thermal sensing and imaging equipment*, SPIE Optical Engineering Press, 1999.

[4] J. M. Loiydioid, *Thermal imaging systems*, Plenum Press, 1979.

[5] L. A. Klein, *Millimeter-wave and infrared multisensor design and signal processing*, Artech House, 1997.

[6] J. S. Accetta and D. L. Shumaker, *The infrared and electro-optical systems handbook*, SPIE Optical Engineering Press, 1993.

[7] K. Seyrafi and S. A. Hovanesian, *Introduction to electro-optical imaging and tracking systems*, Artech House, 1993.

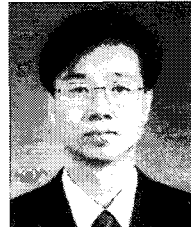
[8] A. Kohnle, R. Neuwirth, W. Schubert, K. Stein and D. H. Hohn, "Evaluation of essential design criteria forIRST systems," *Proc. SPIE* vol. 2020 Infrared Technology XIX, pp. 76-92, 1993.

[9] A. D. Jong, "IRST and its perspective," *Proc. SPIE* vol. 2552, pp. 206-213, 1995.

[10] P. Schwering, "Atmospheric effects on FPAs

in IRSTs," *Proc. SPIE* vol. 2552, pp. 247-258, 1995.

[11] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing, 2nd Edition*, Prentice-Hall, 2002.



김 영 춘

1991년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1993년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1997년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
 1998년 3월 ~ 현재 영동대학교 정

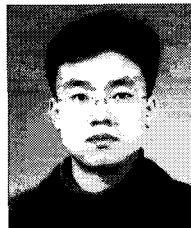
보통신공학부 조교수
 관심분야 : 영상처리, 영상통신



이 중 원

1992년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1994년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1999년 3월 ~ 현재 경북대학교 전자공학과 박사과정

관심분야 : 영상처리, 영상통신



김 병 주

1997년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업
 1999년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 2000년 3월 ~ 현재 경북대학교 전자공학과 박사과정

관심분야 : 영상처리, 영상통신, 정보보호



권 기 구

1997년 2월 인제대학교 전자공학과 졸업
 2000년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 2000년 3월 ~ 현재 경북대학교 전자공학과 박사과정

관심분야 : 영상처리, 영상통신



김기홍

1989년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1993년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
1993년 3월~현재 국방과학연구소 연구원

관심분야 : 영상처리, 열영상 처리



신용달

1984년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1986년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
1994년 8월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
1996년 3월~현재 영동대학교 정보통신공학부 부교수

관심분야 : 디지털위터마킹, 영상처리, 멀티미디어통신



안상호

1986년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1988년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
1992년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
1993년 3월~현재 인제대학교 전

자정보통신공학부 교수

관심분야 : 영상공학, 실시간 영상처리

교신저자

김영춘 370-701 충북 영동군 영동읍 설계리 산 12-1번지
영동대학교 정보통신공학부