

상관이중표본화 신호처리를 이용한 적외선 열상시스템의 잔여불균일성 개선

*석정엽, 장성군, 김성운, 여보연
LIG넥스원 구미연구소 기술5팀
e-mail : {jysuk, skjang, sukima, byyeo}@lignex1.com

Improvement Residual Non-uniformity in Thermal Imaging System Using Correlated Double Sample Signal Processing

*Jung-Youp Suk, Sung-Kun Jang, Sung-Un Kim, Bo-Yeoun Yeou
LIG Nex1 Co., Ltd. Gumi Engineering Lab.

Abstract

In this study, a novel algorithm of the improvement residual non-uniformity (RNU) in thermal imaging system is proposed using correlated double sample signal processing. The proposed method attempts to eliminate offset variation of ROIC in IR detector causing the variation of FPA (focal plane array) temperature and suppling power.

Experimental results show that the proposed method confirmed a better performance than the existing RNU system.

I. 서론

적외선 열상시스템 (thermal imaging system)이 가지는 문제점 중의 하나는 불균일보정 (non-uniformity correction, NUC) 이후에도 여전히 존재하는 잔여불균일성 (residual non-uniformity, RNU)으로 인해 획득된 열영상 (theraml image) 화질이 저하되는 것이다. 이러한 현상은 관측 데이터의 정확성을 감소시키며, 특히 열영상을 사용하는 군용 전장감시시스템이나 목

표물 추적시스템의 경우에 있어서 영상신호처리를 통한 데이터처리, 분석의 신뢰도, 및 성능 저하를 유발시킨다. 또한 원거리의 소형표적 및 낮은 온도차의 표적을 탐지하여 사전에 위협물 (threat object)에 대처해야 하는 전자광학시스템 (electro-optical system)의 경우에는 반드시 개선되어야 하는 것이다.[1][2]

본 논문에서는 원거리로부터 획득되고 낮은 온도차의 환경에서 얻어지는 열영상 목표물의 탐지성능을 향상시키기 위해 상관이중표본화 (correlated double sampling) 신호처리를 이용한 열상시스템의 잔여불균일성 개선 방법을 제안한다.

II. 본론

일반적인 열상시스템은 적외선 과장대역을 수광할 수 있는 광학계 부분과 적외선 검출기, 검출영상획득보드, 및 검출영상처리보드로 구성된다. 또한 높은 대조비 (contrast)를 가지는 열상시스템에서는 대부분 냉각시스템 (cooling system)을 가진다. 본 논문에서 구현한 열상시스템의 구성도는 그림1과 같다.

이러한 열상시스템에서 불균일보정 이후 여전히 남아있는 잔여불균일성은 낮은 대조비를 가지는 열상시스템에서 개선되어야할 요인이며, 특히 배경에 대한 목표물의 온도차가 1°K 이하 탐지를 요하는 군용시스템에 경우에는 치명적일 수 있다. 이러한 잔여불균일

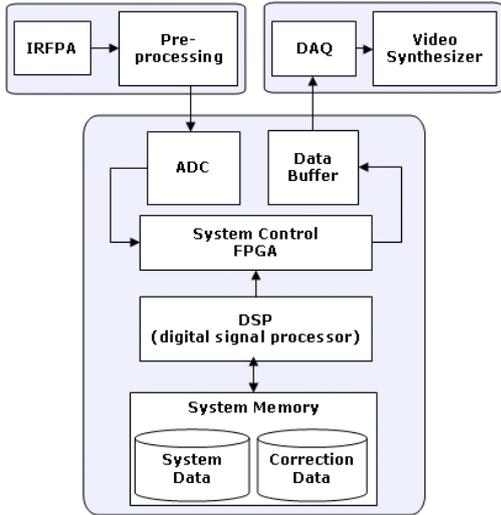


그림1. 구현한 열상시스템 구성도.

성의 요인은 냉각형 검출기에 공급되는 질소가스가 검출기내 FPA (focal plane array) 면을 일정한 온도 (77°K)로 유지시켜야 하나 미세변화 변동성으로 인해 검출기 암전류 (dark current)에 영향을 주어 2차 배열 검출기의 신호취득회로에 반영되어 검출출력신호의 옅색 변화를 유발시켜 보정이후 영상에 잔여고정잡음으로 나타나게 된다. 또 다른 원인으로는 검출기에 공급되는 전원의 미세변동, 검출기 주변 온도 (ambient temperature)의 변동 등이 있다.[3]

본 논문에서는 잔여불균일성을 제거하기 위해서 불균일보정 이전 하나의 수평주사선 (horizontal detector signal, 1H) 마다 출력되며 검출출력의 옅색 변화분이 반영되는 기준신호 (reset voltage)와 검출출력신호 (detector signal voltage)를 이중샘플링 (double sampling) 하여 출력신호에서 기준신호, 즉 옅색 변화를 제거하는 방법을 실시간으로 DSP (digital signal processor) 를 이용하여 구현하였다. 우선 수평주사선마다 얻어지는 기준신호는 본 논문에서 사용한 320 × 256 검출기의 신호취득회로 구조와 유사한 관계가 있는데, 검출기 내부는 20개의 신호취득회로 버퍼로 구성되어 있어 16 × 4픽셀 신호로 출력된다. 따라서 1H 검출출력신호 320 픽셀은 신호취득회로 구조상 20개 버퍼로 구성되어 16개 픽셀 간에는 유사한 신호특성을 가진다. 따라서 기준신호 16 × 4 픽셀의 평균을 구한 뒤, 출력신호 16개 픽셀마다 기준신호를 제거하여 옅색 변화를 제거하였다.

III. 구현

본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능비교는 비초점

(defocusing)된 흑체방사시스템 (extended blackbody system)을 이용하여 일정온도에 대한 불균일보정 이후의 잔여불균일성 개선 전후의 영상균일도 (uniformity) 및 등잡음온도차 (noise equivalent temperature difference, NETD)로 비교분석하였다. 그 결과는 표1과 같다. 또한 그림2는 흑체 30도에 대한 잔여불균일성 개선 전후를 0.5°K 온도범위로 8비트 영상화한 것이다. 그림2에서 보는 것처럼 잔여고정잡음이 제거됨을 알 수 있었다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 상관이중표본화 신호처리를 이용한 열상시스템의 잔여불균일성 개선 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 검출기 주변 환경변화로 인해 발생하는 검출기 고정 옅색 변화를 상관이중표본화를 기반으로 DSP를 이용하여 실시간으로 보정하였다. 잔여불균일성 개선은 대조비가 낮은 적외선 열상시스템의 화질개선, 원거리로부터 획득되는 소형표적 및 배경온도차가 낮은 목표물 탐지성능 향상에 시스템 성능향상을 가져올 수 있다.

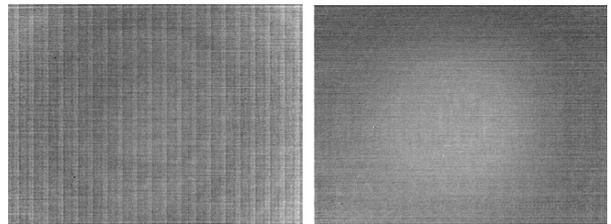


그림2. 잔여불균일성 제거 전후 적외선영상.

표1. 잔여불균일성 개선 전후의 영상성능비교.

항 목	개선 전	개선 후
영상균일도	34[mK]	27[mK]
등잡음온도차	45[mK]	38[mK]

참고문헌

- [1] A. F. Milton, F. R. Barone and M. R. Kruer, Optical Engineering 24, 855 (1985).
- [2] J. M. Lloyd, Thermal Imaging Systems (Plenum Press, 1979).
- [3] M W. Ng, Y. H. Chee, "On-Chip compensation of dark current in infrared focal plane arrays", Proc. IEEE III-509~III-512, 2001.