

반사 적외선 사진을 위한 평판 스캐너의 개발

Development of a Flatbed Scanner for Reflection Infrared Photography

최영호, 황민구, 하동환
중앙대학교 첨단영상대학원 영상학과

Young-Ho Choi(youngho_choi@yahoo.com),
Min-Ku Hwang(minku3607@hotmail.com), Dong-Hwan Har(dhhar@cau.ac.kr)

요약

현재 디지털 카메라가 적외선 카메라로 예술과 법과학 분야에서 활용 되고 있다. 하지만 디지털 카메라는 촬영이나 광원과 같은 기본적인 이론에 대한 이해가 필요하다는 단점이 있기 때문에 본 논문에서는 적외선 평판 스캐너를 개발하였다. 적외선 카메라의 개발 과정은 다음과 같다. 첫 번째, 가시광선용 형광램프를 적외선 LED로 교체하였다. 두 번째, 완전한 적외선 평판 스캐너를 위하여 유리판 위에 810nm 이상 투과가 가능한 롱 패스 필터를 장착하였다. 적외선 디지털 카메라는 촬영을 할 경우 매번 적외선 광원을 조사(Irradiation)해 주어야 하는 번거로움과 가시광선 과 다른 적외선의 특성으로 인하여 생기는 초점문제 그리고 직접 컴퓨터로 옮겨야 하는 작업들이 여전히 존재한다. 이러한 문제를 개선하기 위해 본 논문에서 개발한 적외선 평판 스캐너는 적외선 광원을 개별적으로 조사할 필요가 없으며, 최소 2mm 이상 되는 피사체 심도로 인하여 초점 문제가 없다. 또한 적외선 평판 스캐너는 일반 평판 스캐너와 마찬가지로 12800dpi의 고해상도를 만들어 낼 수 있다는 것 역시 장점으로 작용한다. 본 논문에서 개발한 적외선 평판 스캐너가 많은 분야에서 활용되기를 기대한다.

■ 중심어 : | 적외선 스캐너 | 적외선 평판 스캐너 | 적외선 사진 | 적외선 LED |

Abstract

At this time, digital cameras are used in art and forensic science. However, the digital camera has some limitations which need to understand of photograph and lighting. It is a useful paper to make an infrared flatbed scanner. The following processes offer an infrared flatbed scanner development. First, the infrared flatbed scanner changes visible fluorescent lamp to infrared LED. Second, it equips a long-pass filter, which is available to pass over 810nm wavelength, on the glass to complete the optimal infrared flatbed scanner. In addition, it must copy from digital camera to computer directly. The infrared digital camera has disadvantage to always irradiate infrared lamp. Because of difference between visible length and infrared length characteristic, they have different focal distance. This devised scanner for solving mentioned problems does not need to irradiate infrared lamp, and there is not a problem about focal point because the depth of field of flatbed scanner is minimum 2mm. Lastly, the infrared flatbed scanner can make high resolution which is 12,800dpi unlike digital camera. Accordingly, the infrared scanner looks forward to be used in many field of study.

■ keyword : | Infrared Scanner | Infrared Flatbed Scanner | Infrared Photography | Infrared LED |

*이 논문은 2010년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 BK21사업 지원을 받아 수행된 연구임.

접수번호 : #101221-004

심사완료일 : 2011년 02월 15일

접수일자 : 2010년 12월 21일

교신저자 : 하동환, e-mail : dhhar@cau.ac.kr

I. 서론

1800년 영국의 천문학자 William Herschel은 온도와 빛의 관계를 설명하기 위한 자신의 연구에서 최초로 적외선의 존재를 발견하였다. 그 후, 적외선은 1830년 Nobili의 열전대(Thermocouple) 발명, 1847년 Fizeau와 Foucault의 적외선의 비가시성 확인 등의 과정을 거치면서 보다 내용이 구체화 되었다[1]. 초창기 적외선 관련 연구들은 적외선에 대한 과장대의 영역을 세분하게 구분하는 실험에 국한되어 있었지만 1886년 William Abney의 사진 건판 실험을 통해서 적외선을 이미지로 기록할 수 있었다. 20세기에 들어서는 감광유제의 발전을 통해 건판 보다 선명한 상을 볼 수 있는 적외선 이미지를 만들 수 있었으며, 이후 사진의 발전과 더불어 적외선 민감도가 높은 CCD(Charge Coupled Device), CMOS(Complementary metal - oxide - semiconductor) 센서가 개발되어 번거로운 필름 현상 단계가 생략 되고 촬영된 이미지를 빠르게 확인할 수 있게 되었다. 이러한 디지털 적외선 사진의 발전은 과학, 예술 그리고 의료 분야 등에 활용되고 있으며 점차 그 활용 범위가 다양해지고 있다.

본 논문에서는 적외선을 기록하는 매체에 대한 고찰에서 시작되었다. 그 중에서 적외선을 이용한 도말 문서, 위조지폐 감식 및 회화의 밑그림 검출 등의 평면 이미지를 효과적으로 기록할 수 있는 장치를 개발하고자 하는 것이 주목적이다.

C. M. Falco(2010)[2]는 평면 이미지의 르네상스 회화들을 분석하기 위해서 디지털 적외선 촬영을 하였다. 이 때 사용된 방법은 일반적인 가시광선 복사촬영과 같은 방법으로, 촬영 시 조명의 각도와 광축을 정확히 맞추어야 하는 어려움이 있다. 또한 가시광선이 아닌 적외선을 이용한 촬영법이기 때문에 정확한 광량을 측정할 수 없어 이미지에 조사되는 광량을 고르게 분포시키기 어렵다는 문제점이 있다. 또한, 여러 연구소나 공공기관에서 사용하는 적외선 촬영기는 해상도가 640 X 480, 320 X 240픽셀로 매우 낮고, 고가의 장비이기 때문에 범용적으로 활용 할 수 없다는 단점이 있으며, 현재 개발된 적외선 디지털 카메라를 이용하기 위해서는 디

지탈 카메라의 기본적인 이론, 영상취득 매커니즘 그리고 광원에 대한 이해가 수반되어야 한다는 단점이 있다.

본 논문에서는 위와 같은 문제점을 해결하고자 적외선 평판 스캔 방식을 도입하기로 하였다. 평판 스캐너는 촬영 각도와 광축 설정이 필요 없으며, 기기 내에 고 큰 광원을 가지고 있어 복사 촬영이 갖고 있는 단점을 보완할 수 있다. 평판 스캐너는 센서를 각각의 RGB 라인으로 스캐닝 하는 선형 저하 결합 소자(Linear Charge Coupled Device; Linear CCD)를 사용하며, Linear CCD는 매체를 읽은 범위가 자체적인 CCD 역할을 하기 때문에 해상도 면에서 우수하다는 장점이 있다. 또한, 적외선 촬영기, 적외선 디지털 카메라와 비교하여, 일반 스캐너의 기계적인 특성상 매우 간단하고 더욱 저렴한 비용을 들여 고해상도의 이미지를 보다 빠르게 얻을 수 있다. 본 논문에서는 효과적인 적외선 평판 스캐너 개발을 위해 스캐너의 종류, 기록 센서 타입, 광원, 필터, 적정 노출 등의 요소들을 세분화하여 최적의 적외선 평판 스캐너 제작 방법을 연구하였다.

II. 이론적 배경

2.1 평판 스캐너의 원리

평판 스캐너는 사진, 그림, 문서 등 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 변환시켜 컴퓨터로 전송하는 장치이다. 스캐너는 크게 센서, 제어부 그리고 이미지 처리부로 나뉜다. 일반적으로 스캐너의 이미지 센서는 Linear CCD[그림 1]를 사용하고 센서의 크기에 따라 해상도가 달라진다. Linear CCD는 중앙 부분에 빛의 신호를 전기신호로 바꾸어 주는 선형 포토다이오드(Photodiode)가 배열되어 있으며, 양쪽에 아날로그 시프트 레지스터(Analog Shift Registers)로 구성되어 있다[3]. 제어부에서는 이미지 해상도에 따라서 센서를 오차 없이 이동시켜 주는 역할을 하게 되며, 그에 따라 스캐너의 속도가 결정된다. 마지막으로 이미지 처리부에서는 이미지 센서에서 얻은 전기 신호를 디지털 신호로 바꾸어주는 역할을 한다. 즉, [그림 2]와 같이 평판 스캐너는 스캔 할 대상에 빛을 반사시킨 다음 빛을 투과 시

키게 되는데, 대상의 반사도(Reflectance)에 의한 데이터를 선형 전하 결합 소자가 수집하게 되고, 수집된 데이터를 아날로그-디지털 변환기를 통하여 전기 신호로 변환한 다음 디지털 데이터화 하여 컴퓨터로 전송한다. 이러한 데이터는 스캐너 소프트웨어에 의하여 파일 형태로 보관 되거나 프린터로 출력하게 된다.

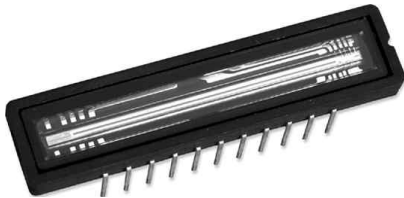


그림 1. 선형 전하 결합 소자 (Linear Charge Coupled Device)

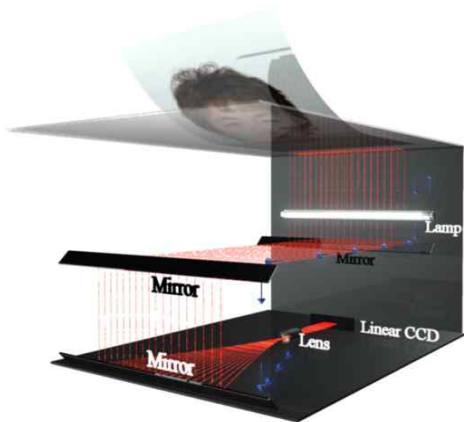


그림 2. 평판 스캐너의 원리

2.2 적외선 반사 촬영의 원리

적외선은 가시광선과 다른 반사율을 가지는 광학적 특성으로 인하여, 화폐, 증권 그리고 문서 등의 위조검사나 감정에 적외선사진이 활용되기도 하며 회화의 분석에 사용된다[4]. 또한 적외선 사진은 잉크, 타이어 흔적, 사격잔류물, 혈흔 등과 같은 다양한 증거를 검출하는 경우에도 사용할 수 있다[5]. 적외선 촬영 방법에는 크게 적외선 형광촬영법과 적외선 반사 사진 촬영으로 나뉜다. 첫 번째, 적외선 형광촬영은 480nm에서 피크를 이루는 400~550nm 대역의 사이언(Cyan) 빛을 조사 하

였을 경우 800nm 대역으로 발광하는 빛을 기록하는 것이다. 두 번째, 적외선 반사 사진법은 피사체에서 반사되는 적외선만을 기록하는 방법이다. 따라서 광원은 적외선을 포함하고 있어야 하며 렌즈 앞에 적외선만을 투과시키는 필터를 장착해야 한다[그림 3][6]. 본 논문에서 개발한 적외선 평판 스캐너의 구동 원리는 적외선 반사 사진법을 활용 하였다. 디지털 카메라의 CCD 와 CMOS는 일반적으로 센서의 특성상 적외선 반응에 민감하다. 적외선 평판 스캐너에 사용되는 선형 전하 결합 소자는 적외선뿐만 아니라 자외선의 반응에도 민감한 것을 알 수 있다[그림 4].

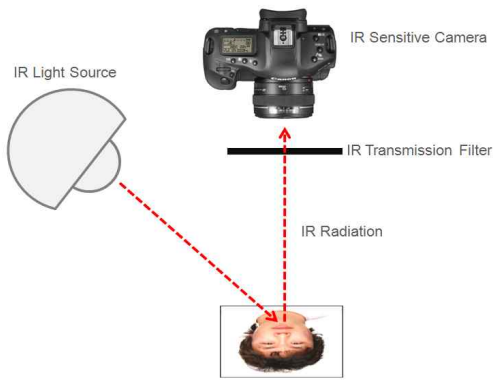


그림 3. 반사적외선 시스템

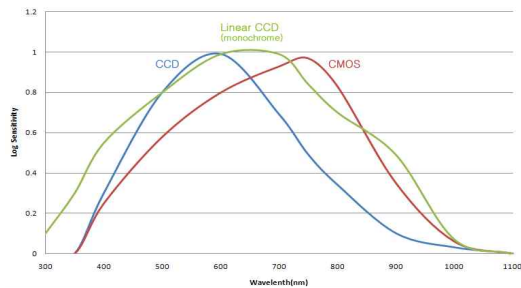


그림 4. CCD, CMOS 와 Linear CCD의 분광감도곡선

III. 적외선 평판 스캐너의 개발

3.1 사전 연구

디지털 카메라를 이용한 적외선 사진을 만들기 위해서는 센서 앞에 장착된 적외선 차단 필터를 [그림 5]와

같이 제거해야 한다. 이 필터는 적외선을 차단하여 가시광선만을 투과시키는 필터로써 적외선 사진을 얻기 위해 반드시 제거해야 하는 필터이다.



그림 5. 디지털 카메라의 적외선 차단 필터

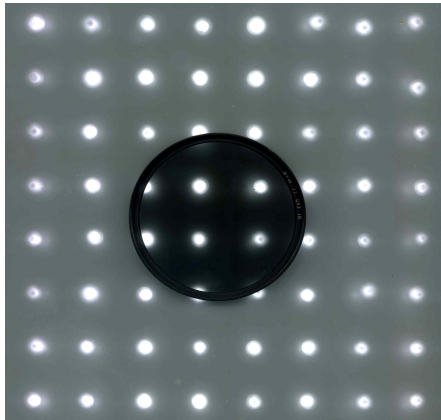


그림 6. 적외선 LED 투과 실험

[그림 6]은 본 논문의 사전 실험으로 적외선 차단 필터의 유무를 확인하였고, 일반 평판 스캐너의 유리판에 적외선 LED를 투사하여 센서에 기록되는 적외선 이미지를 확인하는 실험이다. 그 결과 적외선 차단 필터를 제거하지 않더라도 적외선 필터 및 LED가 센서에 기록되는 것을 확인할 수 있었으며, 스캐너에는 적외선 차단 필터가 불필요하다는 것을 알 수 있었다. 이는 스캐너에 장착된 광원이 가시광선 전용 광원으로써 적외선을 발광하지 않기 때문이다. 그러므로 적외선 스캐너의 개발을 위해서는 기존에 사용된 가시광선 LED 조명을 적외선으로 대체 하는 것이 우선시 되어야 한다.

3.2 본 논문의 연구 방법

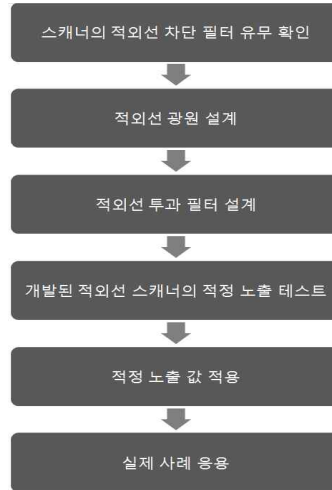


그림 7. 적외선 스캐너 개발 순서도

[그림 7]은 적외선 스캐너의 개발 순서도이다. 적외선 스캐너를 개발하기 위해서는 첫 번째, 사전 연구에서 언급한 것과 같이 적외선 감광 여부 및 적외선 차단 필터 유무를 먼저 확인해야 한다. 두 번째, 이미지를 스캔 하는데 필요한 적외선 LED 광원을 설계한다. 세 번째, 적외선 반사사진에 필요한 적외선 투과 필터의 설계가 필요하다. 마지막으로 적외선 광원에서 발생하는 최종 결과물의 노출 문제에 대해서 적정 노출 값을 설정해 주어야 한다.

3.3 적외선 평판 스캐너의 개발에 사용된 스캐너의 사양

본 논문 사용되는 스캐너는 Epson STYLUS Photo RX650의 모델로써 3200 * 6400dpi CCD 방식의 고해상도 스캐너이다. 광원은 형광 램프를 사용하였으며 스캔 방식은 캐리지 이동식이다[표 1].

표 1. 실험에 사용된 스캐너 사양

스캐너의 사양	
제품명	Epson Stylus Photo RX650
스캐너 종류	평판형 컬러 이미지 스캐너
광전 장치	컬러 CCD 캐리지 이동
광원	백색 냉음극 형광 램프
해상도	3200dpi

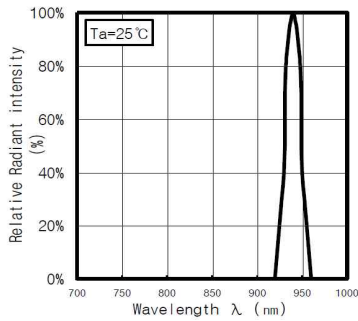


그림 8. PV940 적외선 LED의 분광감도곡선

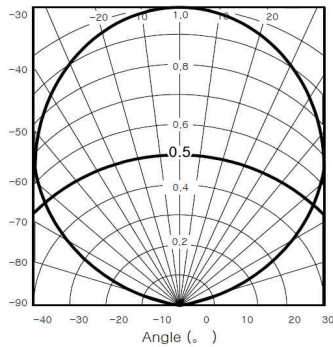


그림 9. PV940 적외선 LED의 방사패턴

3.4 적외선 LED 조명 시스템

본 논문에서 제안하는 적외선 평판 스캐너의 조명은 기존의 형광등(Fluorescent Lamp) 조명 대신 적외선 LED로 조명시스템을 개조 하였다. LED는 940nm 대역에서 피크(Peak)를 가지는 Photron사의 적외선 LED(모델명 PV940-5F7W)를 사용하였다. [그림 8]에서 알 수 있듯이 940nm에서 피크를 이룬다. 또한 PV940 LED는 기존의 LED와 다르게 매우 넓은 방사패턴(Radiation Pattern)[그림 9]을 가지고 있다. 방사패턴이 중요한 이유는 스캐너의 구조상 광원과 스캔 받을 원본 사이의 간격이 좁기 때문에 넓은 방사패턴을 가진 LED의 선택이 중요하다. 방사패턴이 넓은 LED를 사용하면 고른 광원을 조사시킬 수 있다. 또한 평판 스캐너의 광원은 첫 번째 도달하는 반사거울까지의 입사각(An Incidence Angle)이 정확해야 하기 때문에, 적외선 LED가 넓은 방사패턴을 가지고 있음에도 불구하고 노출을 확보하기 위하여 LED의 중심 각도를 45°로 절단

하여 90°로 입사각을 맞추었다[그림 10]. [그림 11]은 Epson RX650 스캐너에 적외선 LED광원을 장착한 사진이다.

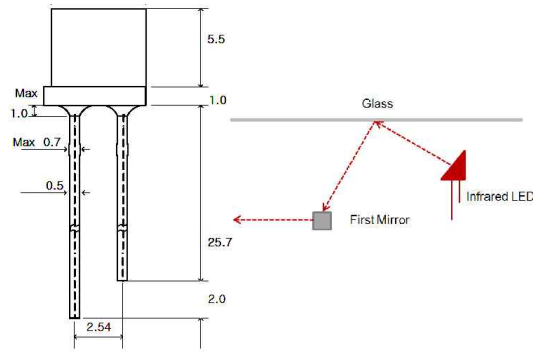


그림 10. PV940 적외선 LED의 절단 및 입사각

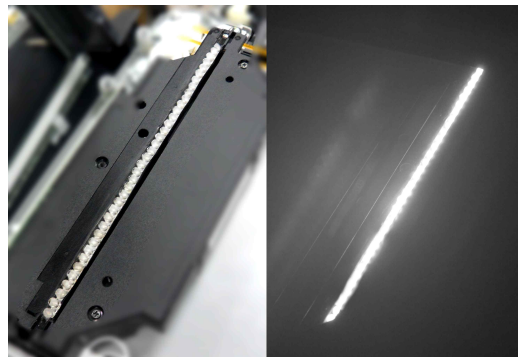


그림 11. Epson RX650에 적외선 LED를 장착한 모습 (좌 : 가시광선, 우 : 적외선)

3.5 적외선 투과 필터

일반적으로 디지털 카메라를 적외선 디지털 카메라로 개조 할 경우, 센서 앞에 장착되어있는 UV·IR 컷 오프 필터(UV·IR Cut Off Filter)를 제거해야 한다. 하지만 평판 스캐너의 경우, 형광등에서 방출되는 적외선이 미미하여 CCD에 영향을 미치지 못하기 때문에 UV·IR 컷 오프 필터가 필요하지 않다. 본 논문에서는 완전한 적외선 반사 시스템을 고안하기 위하여 적외선 투과 필터(Infrared Pass Filter)를 사용하였다. 적외선 필터는 파장대 별로 다양하게 나눌 수 있으나 큰 분류로 롱 패스 필터(Long Pass Filter)와 밴드 패스 필터

(Band Pass Filter)로 분류한다. 롱 패스 필터는 어느 한 지점의 적외선 파장대에서 시작해 분광특성이 끊어지지 않고 연결되어 있는 필터를 말하며, 밴드 패스 필터는 어느 일정 파장대에 최대치(Peak Wavelength)를 기준으로 대략 10nm ~ 200nm의 파장폭(Bandwidth)을 가진다[7]. 스캐너에 향후 다양한 파장대의 적외선 LED를 사용하기 위해서 유리판 위에 [그림 12]와 같이 롱 패스 필터를 장착 하였다. [그림 13]은 적외선 투과 필터의 파장대를 나타낸다.



그림 12. 적외선 투과 필터의 장착

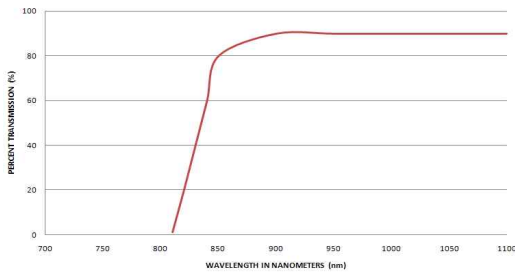


그림 13. 적외선 투과 필터인 롱 패스 필터의 파장대

스캐너의 렌즈 앞에 적외선 투과 필터를 장착 하는 방식을 고려할 수 있으나 현실적으로 사용이 불가능하다. 그 이유는 스캐너는 스캔을 하기 전 화이트 포인트(White Point)를 맞추어야 하며, 화이트 포인트의 위치는 스캐너의 안쪽에 위치해 있기 때문이다[그림 14]. 즉, 렌즈 앞에 적외선 투과 필터를 위치시킨다면 적외선 투과 필터를 투과한 빛은 노출 부족 현상이 나타나게 되어 적절한 화이트 포인트를 얻을 수 없기 때문에 평판

스캐너가 구동 되지 않는다.

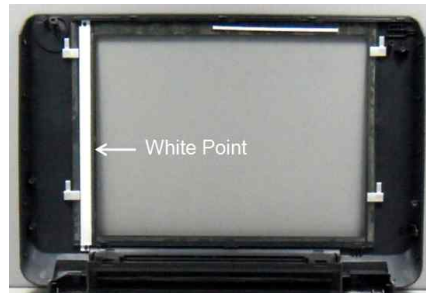


그림 14. 스캐너 내부의 화이트 포인트

3.6 적외선 평판 스캐너와 적외선 카메라의 결과 비교

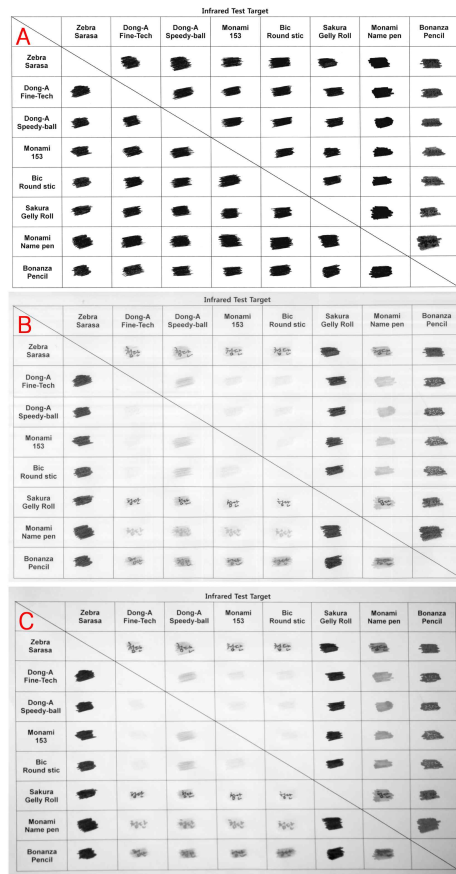


그림 15. 적외선 도말 문서의 비교 (A. 가시광선, B. 적외선 스캐너, C. Canon MK2)

[그림 15]는 본 논문에서 개발한 적외선 평판 스캐너의 결과물과 적외선으로 개조한 Canon 5D MK2의 결과이며, [그림 16]은 각각의 결과물을 확대한 사진이다. [그림 15]와 [그림 16]에서 알 수 있듯이 적외선 평판스캐너가 도말 문서에 적외선 반응이나 투과되는 정도가 Canon 5D MK2와 비교하여 그에 준하는 반응을 일으키는 것을 알 수 있다.

[그림 17]은 각각 원본이미지의 사이즈를 비교한 사진이다. Canon 5D MK2 이미지 원본 크기는 5,616 X 3,744 240dpi 이고 적외선 스캐너 이미지의 원본 크기는 12,652 X 8,151 1,200dpi 이다. 평판 스캐너는 스캐닝을 하기 전에 해상도를 조절할 수 있는데, 본 논문에서 사용한 Epson RX650의 경우 최대 12,800dpi 까지 설정이 가능하다. 즉, 일반적인 적외선 디지털 카메라와 비교하여 높은 해상도의 이미지를 만들어 낼 수 있다.



그림 16. 결과물 확대 비교
(위. 적외선 스캐너, 아래. Canon MK2)

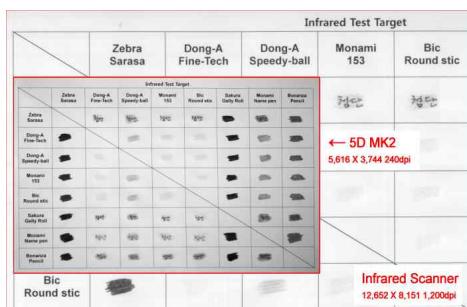


그림 17. 두 결과물의 사이즈를 비교한 사진

IV. 적외선 평판 스캐너의 노출 보정

4.1 적외선 평판 스캐너의 노출 문제점

가시광선 조명을 사용하는 일반 평판 스캐너에 적외선 LED로 대체하여 적외선 이미지를 만들었을 때 발생하는 가장 큰 문제점은 적외선에 적합하게 프로그램 되어 있지 않은 스캐너의 노출 시스템이다. 이 때문에 최적의 적외선 스캐너 제작을 위해 마지막 단계로 적외선 LED에 맞는 적정 노출 값을 설정해 주어야 한다.

4.2 적외선 평판 스캐너용 노출 값 테스트

대부분 적정 노출 및 계조 표현력을 확인하기 위해서나 촬영 상황의 기준을 잡기 위해 코닥(Kodak) 및 기타 제조사에서 제공하는 그레이 스케일 카드(Gray Scale Card)를 사용한다. 본 논문에서도 이와 같은 원리를 적용하여 적정 노출 값을 설정하고자 한다. 하지만 적외선의 경우 특정 재질을 투과하는 특성이 있기 때문에 이 그레이 스케일 카드가 정상적인 계조를 표현할 수 있는지를 확인하여야 한다.



그림 18. 가시광선과 적외선 평판 스캐너로 스캔한 그레이 스케일 (위 : 가시광선, 아래 : 적외선)

실험 결과 [그림 18]과 같이 가시광선과 적외선으로 스캔하였을 때 모두 순차적인 계조를 갖고 있는 것을 확인할 수 있었다. 만약 적외선의 특성으로 인하여 그레이 카드의 계조가 순차적이지 않은 결과를 얻었다면 적정 노출을 설정하는 기준으로서 부합되지 않았을 것이다.

이를 기준으로 적외선으로 스캔 된 이미지를 가시광선의 노출과 동일하게 보정하기 위해 각 패치의 농도 값을 측정 하였다. 그 결과 [그림 19]와 같이 가시광선과 적외선에서의 농도 곡선은 밝기뿐만 아니라 명암 대

비(Contrast)에서도 차이가 발생하였다. 즉, 전체적인 그래프가 가시광선 스캔 결과 보다 낮은 농도를 가지고 있어 밝기 면에서 노출 부족 현상이 발생하였다. 또한, 기울기 값에서도 가시광선 결과 보다 기울기가 낮게 형성되어 명암 대비가 낮은 것을 확인할 수 있었다.

이러한 문제점을 보완하기 위해 본 논문에서는 가시광선 스캔 값과 같은 농도, 명암대비를 가지는 적외선 스캔 전용 곡선(Curve) *ASV 파일을 만들었다. *ASV 파일은 디지털 이미지의 입력 값(Input)과 출력 값(Output)을 사용자가 수동으로 조절할 수 있기 때문에 적외선 스캔에서 만들어진 농도 값을 입력 값으로 하고 가시광선 스캔 농도 값을 출력 값으로 하여 하나의 특성 곡선(Characteristic Curve)을 만드는 과정이다. 즉, 적외선 스캔 농도 값을 가시광선에 대입(Matching)시켜 적정 노출 값을 찾는 과정이다.

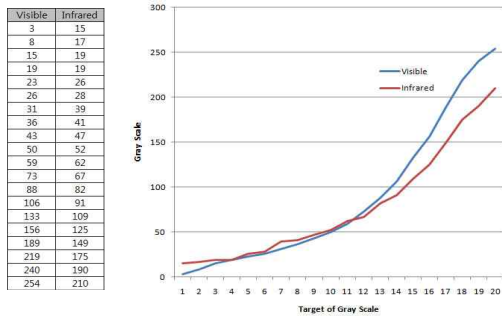


그림 19. 노출 값 측정 그래프

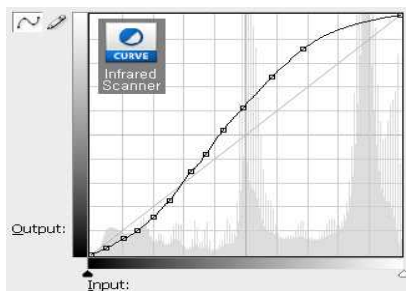


그림 20. 적외선 평판 스캐너의 이미지를 위한 커브(Curve) 값

그 결과 [그림 20]과 같은 적외선 스캔을 위한 특성 곡선을 만들 수 있었다. 가시광선 조명을 사용하는 일

반 평판 스캐너에 적외선 LED로 대체하여 적외선 이미지를 만들었을 때 발생하는 가장 큰 문제점은 적외선에 적합하게 프로그램 되어 있지 않은 스캐너의 노출 시스템이다. 이 때문에 최적의 적외선 스캐너 제작을 위해 마지막 단계로 적외선 LED에 맞는 적정 노출 값을 설정해 주어야 한다.

4.3 실험 결과 및 비교

실험 결과 [그림 21]과 같이 적정 노출을 설정하지 않고 스캔 한 이미지와 적외선 스캔 전용 *ASV 파일을 적용 시킨 이미지를 비교한 것이다. [그림 21]에서 알 수 있듯이 밝기와 명암대비에 있어 크게 향상된 것을 알 수 있다. 특히 명암대비가 증가하면서 흑백의 이미지가 명료도가 상승하게 되어 이미지의 선명도가 증가하였다. 이 때문에 적외선에 반응하는 대상을 명확하게 구분할 수 있었다. 즉, 가시적으로 보았을 때, 적외선에 반응하는 대상이 분명하게 구분이 가능한 것이며, 본 논문에서 제안한 *ASV 파일이 적외선에 반응하는 대상에 노출 이외의 다른 부분에 영향을 미치지 않는다.



그림 21. 그레이 스케일 타겟의 값을 적용한 결과 (좌 : 적용 전, 우 : 적용 후)

이와 같은 스캐너의 적정 노출 시스템은 일반적인 디지털 적외선 촬영에서는 사용이 불가능하다. 그 이유는 적외선 스캐너의 경우 동일한 파장, 광량, 스캔 범위가 설정 되어 있기 때문에 적정 노출을 일률적으로 적용하는 것이 가능 하지만, 일반 디지털 적외선 사진 촬영에서는 장면에 따라서 설정 조건이 일치 하지 않음으로 적정 노출 설정에 문제가 생길 수 있다. 촬영 피사체에 대해서는 적외선에 반응 하는 정도가 각기 다르므로 디지털 적외선 사진과 적외선 평판 스캐너 모두 적정 노출을 제어하기가 어렵다. 하지만 본 논문에서는 적외선 평판 스캐너의 기준이 되는 특성 곡선을 적용하여 캘리브레이션(Calibration)을 했기 때문에 피사체에 따른 적외선 반사 농도 차이가 있더라도 이 곡선을 기준으로 밝기 농도만 조절하면 된다.

V. 결론

1800년대 적외선이 발견된 이후 많은 분야에서 적외선이 활용되어 왔다. 특히 사진 분야에서는 적외선 필름이 디지털 센서로 대체 되면서 적외선 촬영이 상대적으로 편리해 졌고, 이 때문에 과학, 예술, 의료 분야 등 많은 곳에서 적외선을 사용 하고 있다. 특히 기록 매체가 발전하면서 적외선 이미지를 기록할 수 있는 새로운 장치들이 개발 되고 있으며, 본 논문 또한 효과적인 매체를 이용한 적외선 이미지 기록 장치를 개발하고자 이 연구를 시작하였다.

본 논문에서는 평면 이미지를 기록하는데 효과적인 매체인 평판 스캐너를 사용하였으며, 일반 스캐너를 적외선 평판 스캐너로 개조하기 위해서 먼저 일반 스캐너의 적외선 반응 여부에 대한 사전 연구를 진행 하였다. 그 결과 일반 스캐너에는 적외선 차단 필터가 없어 광원의 교체만으로 적외선 평판 스캐너로의 개조가 가능한 것을 확인하였다. 또한 스캐너의 구조상 광원과 스캔 받음 원본 사이의 간격이 좁은 문제점과 반사 거울까지의 입사각 등을 고려하여 넓은 방사패턴을 가지고 있는 940nm에서 피크를 이루는 LED를 사용하였다. 다음으로 스캐너의 렌즈 앞에 직접 적외선 필터를 장착할 경

우, 스캐너의 초기 구동 시 화이트 포인트 측정에 어려움이 있어 스캐너 렌즈 앞에 필터를 설치할 수 없었다. 이 때문에 유리판 위에 특수 제작된 적외선 필터를 장착하였다. 마지막으로 적외선 광원과 필터의 사용으로 문제가 되는 적정 노출 값 설정에 대한 실험을 적외선 스캐너 전용 곡선을 만들어 해결하였다.

본 논문은 기존에 사용되지 않았던 매체를 이용한 평면 이미지의 적외선 기록 방법에 대해 알아보기 위하여 진행되었다. 이러한 연구는 현재 적외선 이미지를 사용하고 있는 많은 분야에 활용될 것이며, 나아가 적외선 매체의 변화를 통해 새로운 적용 분야가 만들어 질 것으로 기대한다.

참고 문헌

- [1] B. S. Jones, W. F. Lynn, and M. D. Stone, "Thermal Modeling of Snake Infrared Reception: Evidence for Limited Detection Range," *Journal of Theoretical Biology*, Vol.209, No.2, pp.201-211, 2001.
- [2] Charlse M, Falco. "High Resolution Infrared Imaging," *SPIE Optics + Photonics Conference*, 2010.
- [3] C. de Izarra and O Villee. "On the use of Linear CCD Image Sensor in Optics Experiments," *GREMI*, pp.358-359, 1994.
- [4] Apollo Chun-Yen Lin. "Forensic Applications of Infrared Imaging for the Detection and Recording of Latent Evidence," *J Forensic Sci*, Vol.52, No.5, pp.1148-1150, 2007.
- [5] V. Gorbunov, N. Fuchigami, M. Stone, M. Grace, and V. Tsukruk, "Biological Thermal Detection: Micromechanical and Microthermal Properties of Biological Infrared Receptors," *Biomacromolecules*, Vol.3, No.1, pp.106-115, 2002.
- [6] 김영수, 김동욱, 이중, 이웅대, 손영호, 김유진, 임수식, "비가시광선을 이용한 범죄사진 연구", 한

