

DSLR를 이용한 야간경관 휘도 측정 기법에 관한 연구

(A Study on luminance Measurement Method of Lightscape using DSLR)

이완수* · 정강화

(Wan-Soo Lee · Kang-Wha Chung)

요 약

야간경관에는 수많은 광원(光源)에 의해 다양한 휘도(Luminance)로 나타난다. 휘도를 측정하는데 있어 측정 범위가 한정되어 있다. 기존의 휘도계를 이용한 측정방식은 하나의 점을 통한 점(Point)측정방식이기 때문이다. 야간경관의 휘도를 쉽고 편리하게 정보를 얻고자 휘도 측정에 있어 DSLR 카메라를 이용하게 되었다. 현재 광학의 기술로 인해 디지털 카메라의 활용가치가 매우 크며 쉽게 이미지데이터를 얻을 수 있다. 이러한 디지털 이미지로부터 야간경관의 휘도 분석과 DSLR 카메라의 면(Scene)측정방식을 통한 휘도 측정 기법에 대해 제안하고자 한다.

Abstract

A lightscape is displayed by lots of luminance containing the wide range of lighting. The measurement of the luminance is limited because the brightness distribution was measured from a point in the existing methods. We used DSLR cameras to get information of the luminance efficiently and conveniently. The application of DSLR camera which easily provides images is widely used nowadays. We suggested the analysis of the luminance and measurement method of the scene from DSLR images using luminance distribution measurement technique.

Key Words : Lightscape, Luminance, Measurement Method, DSLR

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

야간경관 휘도(Luminance) 측정 조사를 하면서 다양한 문제에 접하게 되었다. 첫째, 휘도계의 측정

점이 단지 한 개의 피사체만 기록될 수 있기 때문에 위치에 따라 반복적인 측정을 해야 한다. 둘째, 휘도계를 사용하는 시기는 주로 야간 시간대에 이루어지며 피사체 마다 측정을 해야 하므로 시간적 소요가 많다. 셋째, 휘도계 사용에 있어 단순히 휘도 측정을 위한 것과 광색 측정까지 포함하는 계측기는 가격 면에서도 큰 차이가 나서 여러 대를 보유하기가 어렵다. 이러한 문제들은 휘도계가 측정 범위에 있어 1[°]의 범위에서 측정하는 점(Point)측정방식이기 때문이다.

* 주저자 : 건국대학교 대학원 디자인학과 석사과정
Tel : 02-450-3795, Fax : 02-452-3321

E-mail : salixwood@gmail.com

접수일자 : 2008년 11월 28일

1차심사 : 2008년 12월 3일, 2차심사 : 2008년 12월 16일

심사완료 : 2008년 12월 29일

Viewfinder Image

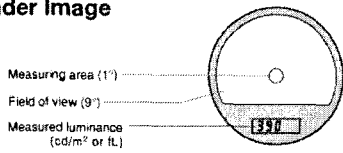


그림 1. 휘도계 뷰파인더
Fig. 1. Luminance Meter Viewfinder

일안 반사식인 DSLR(digital single-lens reflex camera) 카메라의 이미지센서(CCD&CMOS)에서는 각 화소에 휘도(Luminance) 및 색(Color) 표현이 가능하다. 본 연구에서는 도시 야간경관 디자인에 있어서 빛(Lighting) 환경을 예측하거나 평가하기 위한 방법으로 실질적 야간경관조명의 휘도 분석을 위한 방안을 모색하고자 한다. 그에 대한 방법으로 DSLR 카메라를 이용하여 야간경관 휘도의 현황 조사와 측정 기법을 위해 휘도 및 광색(Lighting Color)의 분석 장치로 이용하는데 목적이 있다.

1.2 휘도 측정 방법에 대한 연구 사례

1960년대 초부터 빛 환경 평가를 위해 여러 가지 기술적 연구가 이루어 졌다. 영국의 Hill과 Longmore 각각 고안한 글로브스코프(globoscope)[그림 2 (1)]와 로빈 힐 카메라(Robin Hill camera)[그림 2 (2)]가 있다.

이들은 광학 장치와 기존의 카메라에 조합하는 방식으로 이루어졌으며 촬영된 영상에 일정한 간격의 그리드나 점이 표시된 투명 막을 겹쳐 놓고 그리드와 그리드 사이의 색터나 점의 수를 세어서 실내 조명기구나 자연채광용 개구부 등의 입체각이나 형태 계수(configuration factor) 등의 기하학적인 값을 구할 수 있게 하였다. 거의 같은 시기 일본의 小木曾定彰과 武井正昭 OT 스코프[그림 2 (3)]를 고안하였으며 1970년대 중반 中村 洋이 보통의 35[mm] 카메라에 정사영(正射影) 방식의 10[mm] 어안렌즈를 장착 물체의 형태계수 외에도 휘도를 측정할 수 있게 했다[1-2]. 이러한 장치에 대한 연구에도 불구하고 실제 적용한 예는 거의 없다. 문제는 휘도 측정을 위해 복잡한 외부 장치에 대한 의존으로서 현재의 렌즈 광학 기술에 있어 퇴보된 기술이며, 또한 화상처

리에 있어 복잡한 처리과정을 거쳐야 함으로 광량(光量)에 영향을 미칠 수 있다.

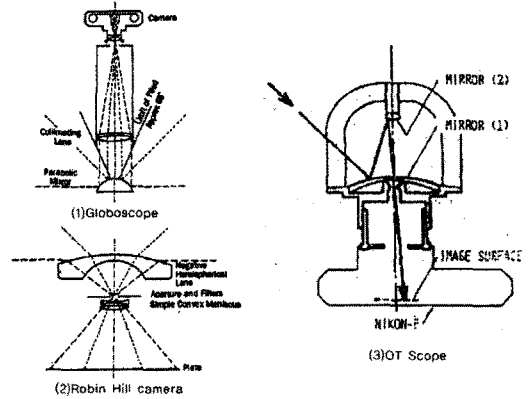


그림 2. 글로브스코프, 로빈 힐 카메라, OT스코프의 광학적원리
Fig. 2. Optical principles of globoscope, Robin Hill camera, and OT Scope

1.3 이미지센서 이용에 대한 평가

현재 광학기술의 발전으로 이미지센서는 “전자의 눈”이라 불릴 만큼 필름을 대신한 하나의 매체로 자리매김하였다[3]. 이미지센서의 가장 큰 장점은 휘도에 대한 정보를 자유롭게 조절하여 이미지화가 가능하다는 것이다. 야간의 빛 환경 분석에 있어 기존 휘도 측정 방식에서 벗어난 새로운 측정 방법으로 이용하는 것이다. 하지만 휘도 측정에 있어 독립적 장치로서의 활용성 평가와 기타 장치 사용 여부를 판단하여야 한다.

1.4 휘도계와 DSLR 카메라 비교

휘도 및 광색을 분석하기 위하여 현장에서 많이 사용하는 코니카 미놀타 LS-100, LS-110A, CS-100A이 광(光)계측기의 대표적이다. 광(光)계측기의 경우 측정을 위해 SLR(Single-lens-reflex) 광학계를 채용하여 정확한 측정이 가능하며 헨디타입으로 휴대가 간편하고 저휘도에서 고휘도까지 측정이 가능하다.

DSLR 카메라와 휘도계의 가장 큰 차이점은 광량

DSLR를 이용한 야간경관 휘도 측정 기법에 관한 연구

을 측정하는 광전소자가 아닌 촬상소자의 이미지센서를 사용한다는 것이다. DSLR 카메라의 이미지센서는 휘도계의 광전소자와 같이 빛(光)을 전기신호로 변환 하지는 못한다. 하지만 화소마다 RGB(빛의 3원색=Red, Green, Blue) 디지털 정보의 집합으로서 기록되고 이 정보로부터 휘도에 대한 정보를 얻을 수 있다[4].

그러나 디지털 카메라를 모두 사용할 수 있는 것은 아니다. 자유롭게 빛에 대한 제어 조절이 가능하여야만 한다. 분광감도에 있어서 휘도계와 DSLR 카메라는 CIE 1931 색도도표와 흡사하여 조건을 갖추었다고 볼 수 있다. 이러한 조건으로 야간경관의 휘도 측정에 있어 활용가치가 크다고 볼 수 있다.

표 1. 휘도계와 DSLR 카메라 비교
Table 1. Comparison between luminancemeter and DSLR camera

명칭	광(光)계측기 (휘도계/색차계)	DSLR 카메라
주요 용도	Color, 조명, 광원, 물체색, 표지 분야	사진, 천문, 광학, 의료 분야
광학계	일안리플렉스방식	일안리플렉스방식
렌즈	85[mm]	14~600[mm]
조리개	f/2.8고정	f/1.2~32
분광 감도	CIE 1931 등색 함수 유사	Adobe RGB, sRGB
수광 소자	광전소자(Silicon Photo Cell)	촬상소자, 이미지센서 (CCD&CMOS)
측정각	0.1[°], 1[°] 고정	0~180[°], 렌즈 교환
휘도 범위	0.01~299,000[cd/m ²]	pixel, 8[bit](0~255)
데이터 출력	PC/RS-232C	JPG/TIFF/RAW

2. 휘도 측정을 위한 DSLR 카메라의 조건

2.1 빛(光)과 색(色), 휘도와 의 관계

주·야간에 있어 우리가 사물에 대한 형태와 색상을 볼 수 있는 것은 광원(光源)으로부터 나오는 빛에 의해 식별이 가능한 것이다. 빛(光)은 전자기파의 한 종류이며 인간의 눈에 식별이 가능한 백색광인 즉 가시광선이다. 분광을 통해 크게 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue)의 세부분으로 나눈다. 디지털 이미지는 바로 이 삼색광(RGB)이 만들어진 결과물이라고 할 수 있다. 또한, 빛은 사물의 윤곽을 규정하는 성질뿐 아니라 반사를 통해 휘도 정보를 알 수 있다.

2.2 DSLR 카메라의 휘도 기록 장치

빛(光)이 이미지센서에 도달하기 까지 여러 장치를 거치게 된다. 광량(光量)을 기록하기 위해서는 그림 3에서와 같이 조리개(Aperture), 셔터(Shutter), 감도(ISO)를 통해 이미지 데이터가 저장이 되며 각각 계조에 의해 휘도 조절이 가능하다[5].

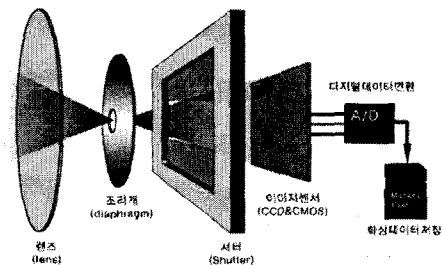


그림 3. 휘도 측정을 위한 3가지 장치
Fig. 3. Instruments for luminance measurement

2.3 디지털 이미지의 특성

디지털 이미지라 하면 흔히 사진 분야의 스틸 이미지 및 영상 분야의 장면(Scene)을 의미하기도 한다. 본 연구에서 DSLR 카메라 제어를 통해 얻어진 디지털 이미지는 휘도 정보를 알아보기 위한 중요한

요소이다. 디지털 이미지의 처리에 있어 빛의 3원색인 RGB가 각 픽셀에 기록되어 8[bit] 즉 256계조의 범위에서 표현 된다. 픽셀(Pixel)은 화소(picture element)로 컴퓨터에 표현되는 그래픽의 단위이며 색상의 기본 단위이다. 픽셀들이 모여 디지털 이미지를 구현한다.

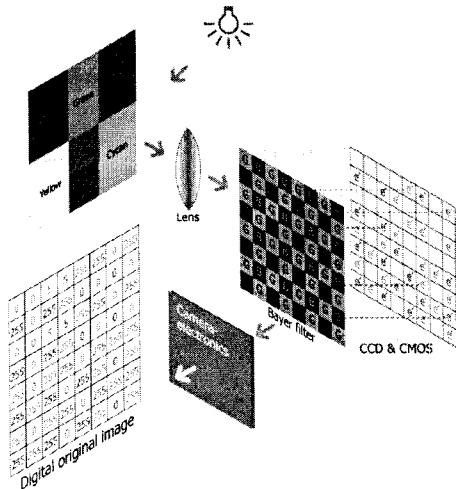


그림 4. 디지털 이미지 처리과정
Fig. 4. Digital Image Processing

2.4 DSLR 카메라의 휘도 및 색재현 평가

취득한 디지털 이미지 활용에 있어 어느 정도의 객관성이 있는지를 알아보아야 한다. 디지털 이미지에 있어 색재현이 중요하며 간단한 테스트를 거쳐 최상의 상태를 구축해야 한다. 본 연구에서 색재현을 위한 실험으로 IT8.7/2-1993(ISO 12641) 반사식 멀티차트를 이용한다. 이와 같은 실험에 의한 디지털 이미지는 Imatest PRO의 화상분석을 통해 객관화하기에 충분하다.

위 실험은 CIE 1931 색도도표 기준에 의한 것으로 색재현에 있어 오차를 확인하고 최상의 색재현을 하기 위함이다. 색 보정을 위해 DSLR 카메라에는 화이트 밸런스 브래킷팅(Bracketing)과 적정 노출을 통해 색재현의 오차 범위를 최소화할 수 있다.

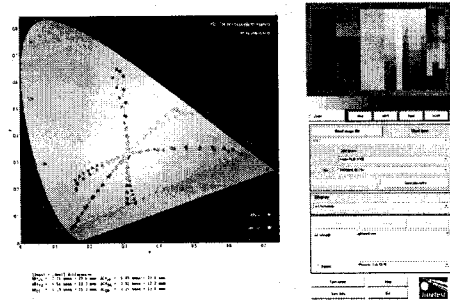


그림 5. IT8.7/2 테스트 결과
Fig. 5. CIE1931xy chromaticity diagram of IT8.7/2 chart

3. DSLR 카메라를 이용한 휘도 측정 기법

3.1 휘도 측정 방식의 메커니즘

기존 휘도계를 이용한 점(Point)측정방식은 측정 대상의 휘도치를 기입하는 방식으로서 휘도 측정에 있어 수치에 의한 표현 방식이다. 면(Scene)측정방식은 이러한 점(Point)측정방식의 집합체로 이루어진 방식이라 할 수 있다. 면(Scene)측정방식은 앞에서 연구한 디지털 이미지의 특성과 같다고 볼 수 있다. 본 연구의 메커니즘(Mechanism)은 점(Point)의 픽셀이 모여서 디지털 이미지의 면(Scene)을 표현하는 측정 기법이다.

DSLR 카메라를 이용한 면(Scene)측정방식은 앞서 연구를 통해 얻어진 결과물로 객관적 평가의 방법이라 할 수 있다. 또한 DSLR 카메라 색 보정이 갖춰진 상태에서 휘도 분포 측정을 위한 수단적 장치뿐만이 아니라 디지털 이미지를 활용한 휘도 분포 표현의 시각화할 수 있는 기법이라 하겠다.

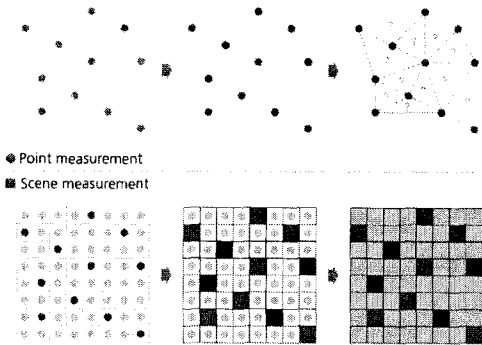


그림 6. 점·면의 측정 방법에 대한 개념도
Fig. 6. Scheme for point measurement method and scene measurement method

3.2 휘도 측정 기법의 과정

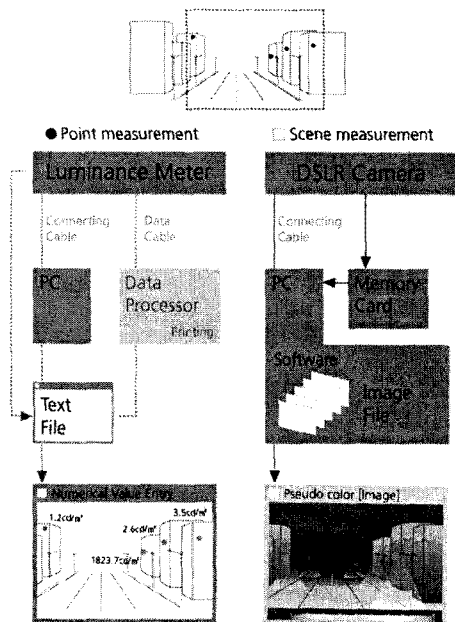


그림 7. 휘도 측정 기법의 과정
Fig. 7. Processing of luminance measurement mechanism

면(Scene)측정방식을 도입하기 위해서는 우선 점(Point)측정방식의 객관적 데이터와 병행하여 이루어져야 한다. 점(Point)측정방식을 활용하여 야간경관의 다양한 대상 측정과 동시에 면(Scene)측정방식의 체계를 정리함으로써 DSLR 카메라를 이용한 야

간경관의 휘도 측정 기법이 마련된다.

3.3 휘도 측정을 위한 DSLR 카메라 교정

본 연구에서는 DSLR 카메라의 수동(M)으로 제어가 가능한 Canon EOS 5D를 이용했을 경우의 것이다.

- ① 렌즈(Lens)에 있어 색수차를 고려한 단렌즈 선택이 중요하며, 줌렌즈인 경우 거리를 고정으로 하여 사용한다.
- ② 조리개는 이미지의 심상을 고려하여 적정 f-stop을 사용하여야 하며, 줌렌즈의 경우 초점거리에 따라 조리개의 수치가 변경이 되므로 되도록이면 단렌즈로 선정하는 것이 좋다.
- ③ 셔터스피드는 야간 촬영시 움직이는 빛(光)의 궤적을 피하여 설정하는 것이 좋다.
- ④ 화이트 밸런스의 색온도는 5,200K 기준으로 한다. 보유하고 있는 DSLR 카메라에 색온도(K) 수동 제어 기능이 없을 시에는 태양광모드(☀)로 설정한다. 만약 오토 화이트 밸런스(Auto White Balance)일 경우 색상 전이를 고려하여야만 한다[6].
- ⑤ 후드 장착을 통한 플레어(Flare) 및 주변의 잡광을 차단한다.

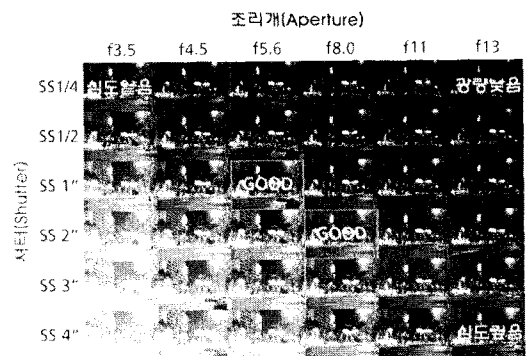


그림 8. DSLR 카메라 0점 교정
Fig. 8. Adjustment of DSLR Camera

그림 8에서와 같이 조리개와 셔터스피드에 따른 DSLR 카메라의 0점을 알아보기 위한 실험이다. 조리개가 낮고 셔터스피드가 늦으면 노출 과다가 된다. 또한 조리개가 높고 셔터스피드가 늦으면 심도는 깊으나 노출 부족으로 적절한 노출이 필요하다. 또한, 야간 촬영은 움직이는 피사체로부터 최소화하여야

하기 때문에 셔터스피드를 느리게 하는 것을 피해야 한다.

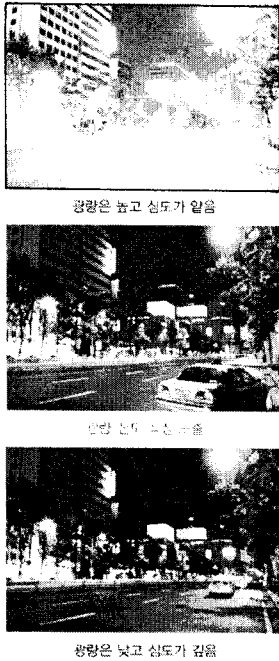


그림 9. 적정 노출
Fig. 9. Understanding Exposure

본 연구에서는 적정 노출로 조리개 f5.6 셔터스피드 1"와 조리개 f8.0 셔터스피드 2"에서 DSLR 카메라의 0점을 찾을 수 있다. DSLR 카메라의 0점이란 극히 한정된 실험으로 현재 가로경관에 있어 입지별에 따라 기준을 제시할 필요가 있으며 그에 따라 KS조도기준(KS A 3011)의 도로조명 조도기준에 준하여 기준점을 제시하여 좀더 심도 있는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 조리개 f5 셔터스피드 1"을 기준으로 실 휘도치에 의해 나타난 디지털 레벨과의 관계 분석으로 이루어졌다.

4. 휘도 측정 기법의 적용

4.1 휘도 정보 취득 및 레벨과 휘도 분포

본 연구에서는 디지털 이미지 편집 프로그램인 포토샵(Adobe photoshop)을 활용하여 휘도가 디지털

이미지에 나타난 레벨과의 관계성에 대해 알아보기 위함이며, 디지털 이미지의 분석을 위해 8[bit], 즉 256계조의 범위에서 분석하였다.

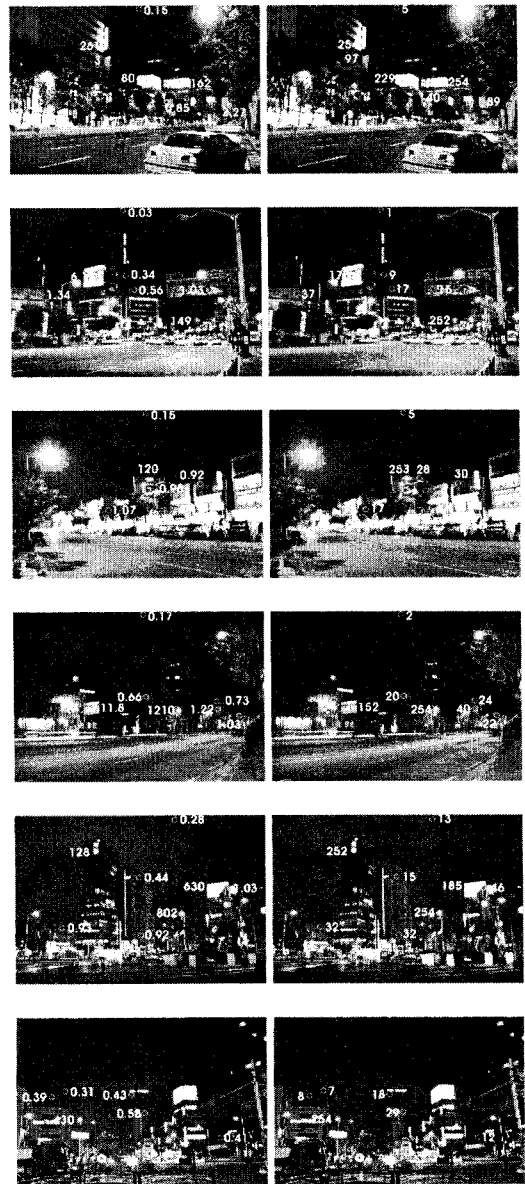


그림 10. 휘도치와 디지털 레벨의 관계
Fig. 10. Connection between luminance and digital level

DSLR를 이용한 야간경관 휘도 측정 기법에 관한 연구

야간경관에 있어 휘도 분포는 광범위하게 나타나며, 야간경관의 휘도는 대략 0.01~2,000[cd/m²] 정도에서 나타난다. 소통량이 적은 곳에서는 주변의 휘도가 일정하게 분포하지만, 주요 교차로나 소통량이 많은 곳에서는 빛의 움직임을 가진 광원(光源) 때문에 주변의 휘도는 수시로 변한다.

본 연구에서 언급한 바와 같이 휘도계가 가지는 한계와 문제는 움직이는 빛들에 의해 정확히 측정하기란 매우 어렵다는 것이다. 휘도계는 측정점의 위치, 범위, 크기에 의해 의지하고 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서의 측정 대상을 움직임을 빛들로 최소화하기 위해 건물의 고층부를 대상으로 실험이 이루어졌다. 지속적인 광원에 의한 주변부의 휘도에 근거를 두었으며, 객관적 실험을 위해서 DSLR 카메라를 고정으로 사용하여야 한다는 것이다. 휘도치와 디지털 레벨을 그림 11에서 그래프로 정리하였다.

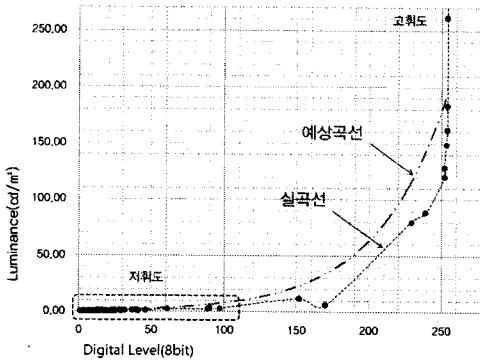


그림 11. 휘도-레벨 관계 그래프
Fig. 11. Graph for relations of luminance and digital level

야간경관의 휘도 분포는 위 그림에서처럼 비선형의 곡선을 이루고 있으며, 저휘도와 고휘도의 극심한 차이를 보이고 있다. 중간 정도의 휘도에서는 실 휘도치와 레벨치에서 오차를 찾을 수 있다. 이 원인은 두 가지의 문제로 정의할 수 있다. 첫째, 휘도계의 측정 범위에 주변의 빛이 영향을 미칠 경우이다. 둘째, 렌즈 색수차에 의한 디지털 레벨의 변화 요인이라 볼 수 있다. 하지만 저휘도 분포에 있어 어느 정도 일정한 곡선의 형태를 가지고 있다. 본 연구에서

휘도와 디지털 레벨 관계의 오차범위에 있어 허용 오차를 어느 정도로 둘 것인가 중요하다. 실제 측정한 휘도치와 디지털 레벨 관계에 있어 복수 측정에 따라 휘도치, 레벨치의 오차범위가 5%이내이면 디지털 이미지의 휘도 측정에 있어 충분한 실용정도를 가지고 있는 것으로 예상된다.

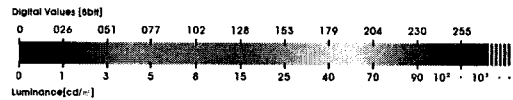


그림 12. 디지털 레벨과 휘도 범위
Fig. 12. Range of digital level and luminance

4.2 면(scene)측정기법의 적용

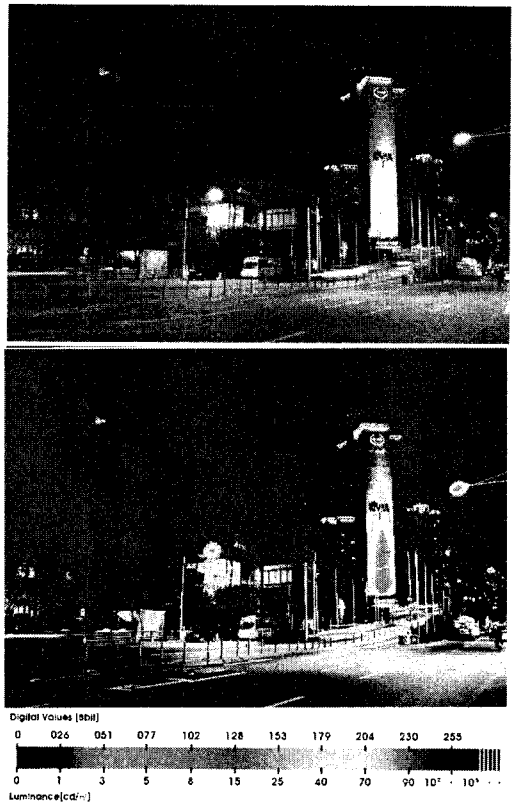


그림 13. 면(Scene)측정방식의 휘도 분포 분석
Fig. 13. Analysis of luminance distribution using the measurement method of scene

앞서 연구한 면(Scene)측정방식의 시각화를 위해 디지털 레벨을 체계화함으로서 DSLR 카메라를 이용한 야간경관 휘도 분포 측정을 할 수 있는 것이다. 따라서 본 연구에서는 DSLR 카메라의 0점인 조리개 f5.6 셔터스피드 1"을 기준으로 하였으며, 야간경관의 휘도 분포에 있어 고휘도에서 저휘도까지 충족하는 가로경관을 대상으로 촬영하였다.

5. 결 론

가로등 및 간판등 직접조명은 고휘도로 디지털 이미지에 있어 한정된 값을 가질 수밖에 없다. DSLR 카메라가 정확한 광(光)계측 기기가 아니라는 것을 고려해야만 한다. 하지만 저휘도에 있어 휘도 분포는 어느 정도의 정확성을 가지고 있다. 디지털 이미지의 휘도 분포 분석에 있어 보다 정확한 휘도치를 얻고자 저휘도와 고휘도 분석을 세분화하여 측정하는 것이 필요하다.

본 연구를 통해 야간경관의 휘도 분석 자료로 활용 및 조명·환경 분야에서 기초 정보 습득 자료로 충분히 활용될 수 있을 것이다. 그러므로 DSLR 카메라를 이용한 휘도 측정 기법의 개발은 다양한 방면의 연구를 위한 바탕으로써 중요한 역할을 할 수 있을 것이다. 또한 향후 DSLR 카메라를 이용한 면(Scene)측정방식의 장점을 활용한 평가 방법이 확립될 필요가 있다. 따라서 면(Scene)측정방식을 통해 다양한 측정 대상과 실내조명에 있어 휘도 분포 평가에서도 연구가 활성화될 것이라 예상된다.

References

- (1) Hopkinson, R. G., P. Petherbridge, and J. Longmore : Daylighting, Heinemann, London, UK. 1966.
- (2) 송규동, "디지털 화상을 이용한 빛 환경의 평가 방법", 대한건축학회, 특집: 현대건축과 실내환경, 건축9506, p75.
- (3) KETI/기술기획실: 이미지 센서 산업동향, 전자정보센터, <http://www.eic.re.kr>.
- (4) slrclub.com, "[디카의 원리] 디지털 필름 : CCD와 CMOS의 이해" 참고자료: A Short Course in Digital Photography.
- (5) Canon, "즐거이자 Digital SLR Cameras", p34.
- (6) 한성수, "빛과 색, 우리가 보는 것과 카메라가 기록하는 차이를 인식하라" <http://www.zoomin.co.kr>.

◇ 저자소개 ◇

이완수 (李玩洙)

1976년 5월 4일생. 2004년 영산대학교 실내환경디자인과 졸업. 2005년 3월~현재 건국대학교 대학원 디자인학과 환경디자인전공 석사과정.

정강화 (鄭康和)

1964년 12월 12일생. 1987년 서울대학교 산업디자인과 졸업. 1991년 홍익대학교 산업미술대학원 산업디자인학과 졸업(석사). 1994년 4월~1999년 3월 동경예술대학 대학원 공간디자인전공 졸업(박사). 2001년 9월~현재 건국대학교 예술문화대학 디자인학부 부교수.