

# DIGITAL ZONE SYSTEM을 기반으로 한 High Dynamic Range에 관한 연구

- Adobe Photoshop을 중심으로 -

## High Dynamic Range based on DIGITAL ZONE SYSTEM

-A Focus on Adobe Photoshop-

주저자

윤찬희 (Yun Chan-hee) onionbugs@naver.com

스튜디오 양파벌레 대표

CEO, st. OnionBugs

|     |            |     |            |       |            |
|-----|------------|-----|------------|-------|------------|
| 투고일 | 2020.09.04 | 심사일 | 2020.10.22 | 게재확정일 | 2020.10.27 |
|-----|------------|-----|------------|-------|------------|

# DIGITAL ZONE SYSTEM을 기반으로 한 High Dynamic Range에 관한 연구

- Adobe Photoshop을 중심으로-

## High Dynamic Range based on DIGITAL ZONE SYSTEM

-A Focus on Adobe Photoshop-

### 목 차

1. 서론
    - 1-1. 연구의 배경
    - 1-2. 연구의 방법
  2. DIGITAL ZONE SYSTEM과 HDR(High Dynamic Range)의 이해
    - 2-1. 디지털 이미지의 ZONE SYSTEM
    - 2-2. 디지털 이미지의 HDR(High Dynamic Range)
  3. 디지털 이미지의 존의 변화에 따른 분석
    - 3-1. 디지털 이미지의 존 분석
    - 3-2. HDR 이미지의 디지털 존 분석
    - 3-3. JPG와 HDR 이미지의 존 분석
  4. 결론
    - 4-1. 결론
- 참고문헌

### Abstract

The ZONE SYSTEM was able to develop into a full range of photographic materials in the 1970s when the theory of characteristic curves and photometric measurements of Hurtt Triffiedld was established, and was published and organized by Ansl Adams and Fred Archer in 1939.

The zone system was a method for obtaining systematic and technical results by adjusting the concentration through increase and decrease in the filming and status process.

Moving on to the digital age, the form of silver film is the CMOS( Complementary Metal Oxide

Semiconductor), a digital image sensor.

It was replaced by a and darkroom was transformed into a digital darkroom (such as Adobe Photoshop)

The transformation of digital images has evolved in a variety of ways, especially HDR High Dynamic Range's technology has made many advances and has begun to be applied in general real life. (TV, cell phone HDR shooting, digital camera highlight tone-first HDR filming method)

Thus, the research method of this paper is to digitally convert RAW (a file format that stores data without processing or compression from sensors in digital cameras) images into appropriate images (JPG) without adjusting exposure.

The same RAW file is then converted once again to JPG with multiple exposure changes through a multiplication or decrease with proper exposure, and the files are generated as a single HDR JPG image through "HDR IMAGE MAAPPING SOFTWARE".

A single JPG made without exposure adjustment and a JPG with HDR are represented on a digital zone scale converted to a "PHOTOSHOP" RGB value.

At this time, digitize and compare the digital zone scale of JPG of the two files, and check if there is a change in zone of each file.

JPG and HDR show that the zone of ZONE "0" is moved to ZONE "I," eliminating Shadow and increasing the ZONE scale to ZONE "VII." This means that when HDR is applied, exposure to the shadow increases and the highlights remain unchanged. However, in the case of the mid-area Jones Cale, it can be seen that it is more distributed in the shadow and highlight sections, creating a rich genealogy. This shows that HDR has a brighter shadow area than a single JPG, but the results show that the middle gene does not change drastically based on the shadow and highlights of a single JPG zone scale when simply exposed.

We hope this study will serve as a reference for future HDR image variations.

**keyword**

digital zone system, high Dynamic Range,hdr

**논문요약**

존 시스템은 1970년대에 허트 트리필드(hurt Driffiedld)의 특성 곡선과 감광도 측정에 대한 이론이 수립 되면서 사진 재료에 대한 제반 사항으로 발전할 수 있었으며, 1939년 안셀 아담스(Ansl Adams)와 프래드 아처(Fred Archer)에 의해 발표 되었으며 체계화 되었다.

존 시스템은 촬영과 현상과정에서 증감을 통하여 농도 조절을 하여 체계적이고 기술적인 결과물을 얻기 위한 방법이었다.

디지털 시대로 넘어오면서 은염 필름의 형태는 디지털 이미지 센서인 CMOS<sup>1)</sup>로 대체 되었고 암실은 디지털암실(Adobe Photoshop등)로 변화 되기에 이르렀다.

이에 따른 기술의 변화에 있어서 디지털 이미지의 변형 과정은 다양하게 발전 하였으며 그 중에서도 HDR<sup>2)</sup>의 기술은 많은 발전을 이루어 왔으며 일반적인 실생활에서 적용되기 시작했다. (TV, 핸드폰의 HDR촬영, 디지털카메라의 하이라이트 톤 우선의 HDR 촬영법)

이에 본 논문의 연구 방법은 RAW(디지털 카메라의 센서로부터 가공이나 압축없이 데이터를 저장하는 파일 형식)이미지로 촬영된 파일을 노출 조정없이 적정 이미지(JPG)로 디지털 컨버팅한다.

그 후 동일한 RAW 파일을 다시 한번 적정 노출을 포함한 증감 현상을 통하여 다수의 노출 변화가 적용된 JPG로 컨버팅 후 파일들을 "HDR IMAGE MAPPING SOFTWARE"를 통하여 HDR이 적용된 단일 JPG 이미지로 생성한다.

노출 조정없이 만들어진 단일의 JPG와 HDR이 적용된 JPG를 "PHOTOSHOP" RGB 값으로 변환된 디지털 존 스케일로 표현한다.

이때 두 파일의 JPG의 디지털 존 스케일을 수치화하여 비교하고, 각각 존의 영역의 변화가 있는지 확인한다.

JPG와 HDR이 적용된 JPG의 수치를 보면 존 "0"의 영역은 존 'I'로 이동되어 쉐도우는 없어지고 존 'VII'까지 존 스케일이 수치가 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 HDR이 적용되면 쉐도우 쪽의 노출이 증가하고 하이라이트 부분은 변화가 없다는 것을 의미한다. 하지만 중간 영역의 존스 케일의 경우 쉐도우와 하이라이트 부분으로 좀 더 분포되어 풍부한 계조를 만들어 내는 것을 알 수 있다. 이는 HDR의 경우 단일 JPG보다 쉐도우 부분의 밝기가 밝아지는 것을 알 수 있지만 단순히 노출을 올렸을 경우의 단일 JPG 존 스케일의 쉐도우와 하이라이트를 기준으로 중간 계조가 급격하게 변형되지 않는 결과를 얻었다.

본 연구를 통해 앞으로 HDR 이미지 변형에 참고가 되었으면 한다.

## 주제어

존 시스템, 하이 다이내믹 레인지, 존 스케일

## 1. 서론

### 1-1. 연구의 배경

1939년 안셀 아담스(Ansel Adams)와 프레드 아처(Fred Archer)에 의해 발표 되었고 이는 아날로그 카메라의 완벽한 존 시스템을 구현하기 위한 지침이 되었다. 촬영과 현상 시간의 증감을 활용하여 은염 필름의 덴스티 농도를 조절함으로써 쉐도우와 하이라이트 영역의 분포를 촬영자가 원하는 위치에 안착시킬 수 있는 기술이다.

시간이 지날수록 아날로그 카메라는 디지털카메라로 대체되기 시작하였고 암실 또한 디지털 암실로 교체되기에 이르렀다.

디지털 암실로 교체되면서 많은 디지털 기술이 발전하게 되었으며 우리에게 익숙한 'HDR' 및 '파노라마(Stitching)'기술이 여기에 해당된다.

디지털카메라의 경우 다이내믹 레인지가 은염 필름보다 표현력이 부족하여 노출에 세심한 노력을 기울여야 한다.

과한 노출로 촬영하게 되면 하이라이트 부분에 "화이트홀"이 생기게 되는데 이는 디지털 수치로는 아무것도 없는 "255"로 표현된다.

이를 해결하기 위해 "HDR 촬영" 혹은 "하이라이트 톤 우선"이라는 기능이 되는데 이는 촬영 시 여러 노출로 촬영하여 필요한 부분만 계조를 살려 풍부한 다이내믹 레인지를 만들게 된다.

'HDR'의 경우는 다양한 구현법이 있으나 보편적인 방법으로 'RAW3' 파일을 통해 디지털 카메라의 노출계가 제시해주는 적정 노출을 기준으로(18% 반사율을 가지고 있는 중간 회색) 정한 후 디지털 컨버팅 소프트웨어를 활용해 노출값을 변경하여 다양한 노출을 가진 JPG로 변환하게 되면 각각의 이미지의 쉐도우와 하이라이트의 영역의 수치를 가진 JPG가 만들어진다. 각각의 노출을 가지고 있는 JPG를 소프트웨어적으로 합쳐서 이미지를 만들어주는 HDR은 디지털카메라가 앞으로 직면한 문제를 해결 해야하는 다이내믹 레인지와 계조를 풍부하게 늘려주는 방법이 되었다.(적정이라는

것은 정확한 수치라기보다 각각 회사가 정한 4)ANSI 표준을 기준으로 한다.)

이는 디지털카메라가 적정 이미지를 촬영했을 때 대상 촬영 위치의 노출 지수가 많이 차이 나는 경우 존 시스템의 단계를 다 표현하지 못하는 문제를 해결하기 위한 방법이다. 이를 통해 HDR을 사용했을 경우 우리 눈에도 표현하지 못했던 이미지 등을 만들어 내곤 한다. 본 연구에서는 톤 매핑은 배제 되었다.(톤 매핑)

본 논문에서는 디지털 암실이 표현할 수 있는 이미지의 농도 (흑백에서의 수치 0 ~ 255)를 존 0부터 10 단계 까지의 단계로 디지털 수치화하고

적정노출로 촬영된 JPG와 HDR로 만들어진 JPG의 이미지를 디지털 존 스케일에서 변화가 있는지에 대해 알아보도록 하겠다.

### 1-2. 연구의 방법

연구의 방법은 다양성을 추구하기보다 하나의 동일한 이미지를 통한 비교를 함으로써 좀 더 정확한 결과를 얻을수 있으며 이를 위해 단일 이미지의 'RAW' 파일을 통해서 적정으로 촬영된 이미지를 'JPG'로 컨버팅하고 그 이미지를 기준으로다수의 노출을 가진 JPG로 HDR파일을 생성하여 연구를 진행 했으며, 이를 위해 본 논문에서는 다음과 같은 내용을 연구하자 한다.

단일의 'RAW' 파일을 디지털카메라의 적정(촬영시 18% 반사율을 적정으로 인식하는 입사식 노출계를 통한 측광 촬영) 기준으로 디지털 컨버팅<sup>5)</sup>을 하여 다수의 다른 곳의 적정 노출값을 가진 'JPG' 이미지를 얻어낸다. 디지털 컨버팅을 통해 'JPG'로 변환된 이미지는 PHOTOMATIX 4.2 활용하여 8bit의 'HDR'의 단일 이미지를 만들어 낸다.

최종적으로 만들어 낸 이미지는 Adobe photoshop의 RGB 데이터를 활용하여 존 스케일 11단계의 데이터를 추출한 후 존 시스템의 존 스케일로 분석하여 존 0부터 10까지 11단계로 분류한다.

비교 대상인 단일 이미지의 경우 적정인 'JPG'를 같은 방식으로 동일한 위치의 존 시스템의 존 스케일을 표시한 후 HDR 이미지의 존 스케일과 단일 JPG의 존 스케일의 데이터를 비교해 보도록 하겠다.

## 2. DIGITAL ZONE SYSTEM 과 HDR(High Dynamic Range)의 이해

### 2-1. 디지털 이미지의 ZONE SYSTEM

존 시스템은 연속적인 계조를 10단계 혹은 11단계로 나누어 생각하는 것이다. 각각 한 단계의 노출 1 Stop<sup>6)</sup>에 의해 변화된다. 존의 숫자가 낮을수록 RGB의 수치는 낮게 표시되며(이는 계조라고 표현함) 이미지는 어둡게 표현된다. 존의 단계가 높을수록 RGB는 255의 수치 쪽으로 이동 하게 되며 이미지는 밝게 표시된다. 프린트했을 때에도 같은 형태와 밝기로 표현되는 것을 알수 있다. 아래 도표의 숫자가 붙여진 11개의 칸을 각각 존이라 부르며, 각 존이 모여 띠를 형성한 것을 존 스케일이라고 한다.

존을 단계별로 나누어 보면 [표 1] 같다.

이러한 존은 완전한 검은색에서 순수 하얀색에 이르기까지 연속된 스케일의 단순한 점이라고 이해해야 한다. 각각의 단일 등급은 약간 어두운 회색과 약간 밝은 회색 범위를 나타낸다. 따라서 이와 같이 하나의 연속물로 이루어진 개별적인 회색 등급은 각각의 존의 중심이 된다. 프린트가 가능한 색조의 노출 범위에는 세 가지 중요한 스케일이 있다. 흑색(Black)에서 백색(White)까지의 전 범위는 존 0에서 존 X까지로 표현 된다.

이 가운데 강약의 폭(dynamic range)이 있으며 그것은 존 0부터 위로는 존 X까지의 아래의 존으로 또는 존 I에서 존 IX까지를 나타내는 중요한 등급을 나타낸다. 물질의 인식과 질감의 특색을 전달하는 존은 질감 범위라고 말하며 존 II에서 존 VIII까지이다. 그림으로 나타내게 되면 [그림 1]로 존 스케일을 표현할 수 있다.

[표 1] 단계별 존

| 등급                    | 존      | 정 의  |
|-----------------------|--------|--|
| 낮은 등급<br>low value    | 존 0    | 프린트의 완전한 진한 검은색, 네가티브에서 Filmbase-plus-fog이 외의 유효한 농도는 없음   |
|                       | 존 I    | 유효한 출발점(threshold: 현상을 하여 최소의 농도를 나타내는데 필요한 빛의 양)프린트의 완전한 검은색 보다 상위의 첫 번째 단계, 약간 색조는 있지만 질감은 없음  |
|                       | 존 II   | 질감을 나타냄. 짙은 색조로 약간 디테일이 요구되는 이미지 가운데서 가장 어두운 부분  |
|                       | 존 III  | 보통의 어두운 소재나 작은 등급에서 적절한 질감을 나타냄  |
| 중간 등급<br>middle value | 존 IV   | 보통의 어두운 나뭇잎 전체, 검은 바위 또는 풍경의 쉼도우 부분, 햇빛 아래의 인물 사진에서 백인의 피부에 대한 표준 쉼도우 부분   |
|                       | 존 V    | 중간회색(18% 반사율) 햇빛에 조명되는 풍경에서 눈(雪)위의 맑게 갠 하늘, 전정색성 필름에 의해서 묘사된 맑은 북쪽 하늘, 거무스름한 피부, 암석, 보통의 비바람을 맞은 목재  |
|                       | 존 VI   | 햇빛, 확산된 스카이 라이트 (skylight) 또는 인공빛 아래에서의 백인의 평균적인 피부 등급, 밝은 바위, 햇빛 아래에서의 풍경속 눈(雪)의 쉼도우 부분, 약한 푸른색 필터를 부착한 전정색성 필름에 의해 묘사된 맑게 갠 북쪽하늘                           |
| 높은 등급<br>high value   | 존 VII  | 매우 산뜻한 색깔의 피부, 얇은 회색 물체, 급한 각도로 비스듬하게 조명을 받은 보통의 눈(雪)  |
|                       | 존 VIII | 질감과 부드러운 등급을 가진 백색, 질감 있는 눈(雪), 백인 피부의 하이라이트 부분  |
|                       | 존 IX   | 거의 순백의 질감 없는 흰색, 완전한 질감은 없지만 반대로 질감면에서 약간 색조가 있는 존 I의 질감에 해당되며 균일한 햇빛 아래의 눈(雪) 집광식 확대기(condenser enlarger)로 프린트된 소형 네가티브에서 존 IX는 존 X과 구분할 수 없는 순수 하얀색으로 프린트됨 |
|                       | 존 X    | 프린트 인화지 밀바닥의 순수 하얀색, 이미지 부분의 거울면 같은 번들거림이나 광원  |



[그림 1] 존 스케일

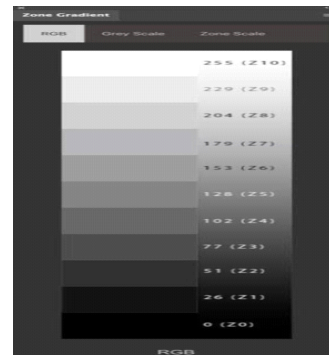
위에 [그림 1]과 같이 존 0 ~ X은 단계는 완전 블랙에서 순백까지의 표현이며(full black to pure white) 존 I ~ IX는 동적 범위(dynamic range), 존 II ~ VIII는 질감 범위(textural range)에 속하게 된다.

은염 필름에서의 존 시스템과 디지털의 존 시스템의 차이는 은염 필름의 경우 곡선형을 가지고 있으며 디지털 이미지는 계단형의 계조를 가지고 있다.

디지털 사진에서 계조는 비트(BIT)의 조합으로 이루어지는데 1bit의 표현능력으로 2단계이며, 2bit는 4단계, 8bit는 256단계, 16bit는 65,536단계로 이루어진다.

어도비 포토샵(Adobe Photoshop)에서 자유롭게 작업할 수 있는 8bit 이미지의 경우, RGB는 각각 256단계의 계조를 가지고 있으므로 모두 16,777,216가지의 색을 표현한다.

256 레벨을 11단계로 존(zone)으로 나누어 생각할 때, 그 간격이 규칙적이라면 노출 1 stop마다 변화는 25(23.18)레벨 정도씩 나누어져야 한다. 이는 필름을 스캐닝(scanning)할 때 지침이 되지만, 실제 디지털카메라로 촬영할 경우 각각 레벨의 변화폭은 차이가 있다. 이 수치들은 디지털카메라의 기종이나 선택하는 색 공간에 따라 약간의 차이가 있다.



[그림 2] 존 스케일에 따른 photoshop의 levels 값

[그림2]는 디지털 존 시스템을 RGB 농도값에 대한 내용이다.

위와 같이 존 시스템의 11단계를 Photoshop의 RGB로 수치화한 내용이다. 각 구간은 23.18의 단계로 구분할 수 있다. 이때 존 0번과 X번은 완벽한 검은색과 완벽한 흰색으로 나눌 수 있겠지만 디지털 존 시스템에서는 균등 단계로 정의하고 진행하게 된다.

## 2-2. 디지털 이미지의

### HDR(High Dynamic Range)

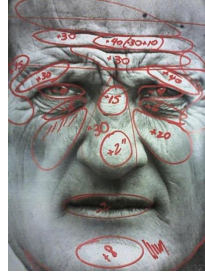
여러 장의 이미지를 하나의 단일 이미지로 만드는 작업이며 이는 모든 카메라를 통한 결과물로서 인간의 눈을 따라오지 못한다. 눈으로 보는 풍부한 컬러의 장소에서 카메라로 촬영을 한 후 결과물을 보게 되면 그만큼 실망하게 된다.<sup>8)</sup>

이를 해소하기 위해 하이 다이내믹 레인지 이미징 (HDRI : High Dynamic Range image)는 1985년 그렉 워드가 라디언스라는 이름의 렌더링 및 '라이팅 시뮬레이션' 소프트웨어에서 처음으로 도입하였다. 이 소프트웨어는 높은 다이내믹 레인지를 유지할 수 있는 파일 포맷을 처음으로 선보였다. 당시, 한 픽셀을 RGB 24bit와 지수(Exponent) 8bit를 붙여 픽셀 당 32bit RGBE 포맷으로 표현하였다. HDRI는 10여 년 전에 나온 용어였지만, 당시 컴퓨터의 계산 능력, 기록 장치, 이미지 캡처 방법 등의 한계 및 미비로 인해, 각광을 받지 못하였다. HDRI의 실제 적용이 이루어진 것은 최근의 일이다<sup>9)</sup>

HDR 이미징은 카메라의 기능인 브랏게 촬영<sup>10)</sup>을 사용하지만 결과적으로는 접근이 다른 방식이다. HDR은 최상의 이미지를 만들기 위해 다중 노출을 촬영하는 대신 전체 조명 범위에서 가능한 최대 세부 사항을 캡처하게 된다. 일반적으로 하이라이트와 쉐도우에서 디테일을(노출) 잃어버리는 선택에 직면하게 되면 다중 노출을 브라케팅으로 촬영한 후 쉐도우의 디테일을 촬영한다. 그 이후 하이라이트의 디테일을 촬영하게 되는데 EV<sup>11)</sup>값을 조절하여 촬영하게 되며 한 장의 이미지가 아닌 다중의 원하는 노출 이미지만 가져 올 수 있다는 것이다. 이것은 존 시스템의 촬영 증감에 속할 수 있다.

다중 노출로 조합 이미지를 만드는 기본 아이디어는 사진에 새로운 것이 아니다. 카메라가 인간의 눈보다 표준 범위의 한계를 가지고 있으며 촬영자는 최상의 이미지를 만들기 위해 암실에서 직관적인 작업을 통해서 이미지를 단순히 노광하는 것 아닌 다른 방법으로 인화 작업을 진행하게 된다. 존 시스템의 사진 작가인 Ansel Adams는 닷지와 버닝<sup>12)</sup> 기술을 사용하여 자신의 인쇄물을 선택적으로 노출하고 위에 설명된 것과

같이 이미지에 풍부한 디테일을 만들게 되었다. 아날로그 시대의 닷지와 버닝은 요즘 시대에 사용되고 있는 HDR 기법의 시초라고도 할 수 있다.



[그림 3] 리처드 아베톤의 닷징 & 버닝 의뢰서

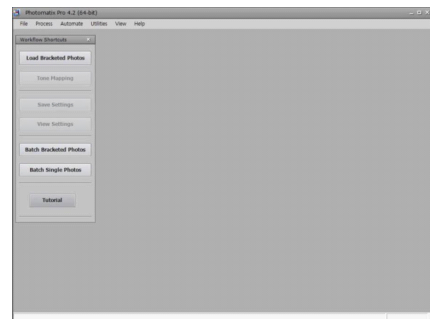


[그림 4] James Dean - photo by Dennis Stock printing annotations by Pablo Inirio

이 문제들(다이내믹 레인지와 계조의 부족)을 해결할 수 있을 만큼 디지털 사진이 발전되었다. 그러나 HDR에서 끝나지 않고 오늘날 대부분의 사진 작가가 사용하는 HDR의 말하는 방식은 톤 매핑을 의미한다.

실제 HDR (High Dynamic Range) 세부 수준의 대부분은 모니터, CMYK 프린터 및 카메라의 범위를 벗어난다. 이러한 일반 매체는 사람의 눈으로 캡처할 수 있는 이미지 데이터의 양과 비교할 수 있는 이미지를 만들 수 없다.

톤 매핑은 HDR 매체 (예 : 여러 SDR<sup>13)</sup> 노출의 Photoshop 생성)에서 색상과 값을 변환하고 일반 이미지 파일과 같은 표준 매체로 다시 매핑하는 기술이다. 톤 매핑 된 이미지는 HDR 파일 형식의 다양한 알고리즘을 통해 값을 제어하게 되어 우리 눈으로 보지 못했던 이미지를 만들어 낸다. 이 맵핑 작업은 동시에 밝고 어두운 부분에서 디테일을 만들 수 있다.

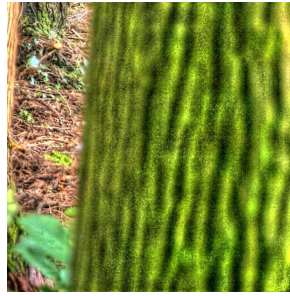


[그림 5] PHOTOMATIX 4.2 HDR IMAGE MAPPING SOFTWARE





[그림 10] HDR IMAGE



[그림 11] TONE MAPPING

[그림 10]은 단순 HDR만 했을 경우의 노이즈 양이며, [그림 11]은 톤 맵핑을 통한 쉐도우 부분의 다이내믹 레인지를 스트레칭하여 생기는 노이즈 부분이다.

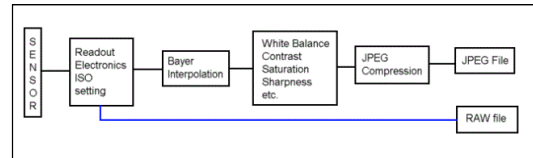
### 3. 디지털 이미지의 존의 변화에 따른 분석

#### 3-1. 디지털 이미지의 존 분석

DSLR 카메라에서 촬영된 데이터는 최종적으로 JPG와 RAW가 지원하게 되는데 RAW 파일의 경우 렌즈를 통해 들어온 빛의 전자신호를 모두 담고 있는 데이터이다. 즉, 카메라에 설정되어 있는 셋팅값에 구애받지 않고 모든 정보 값을 가지고 있게 된다. 이 많은 정보 값을 가진 데이터는 일반 컴퓨터에서 호환이 되지 않으며 제조사에서 지원하는 소프트웨어나 독자적인 소프트웨어를 통해서 JPG로 컨버팅 하게 된다. 이때 사용자는 RAW를 통해 촬영시 현장에서 결정하는 카메라 셋팅에서 자유로워질 수 있으며 디지털 암실에서 많은 것들의 제어가 가능하다.

최종 결과물을 JPG 촬영의 경우 각각의 카메라에 내장된 '디지털 이미지 프로세서<sup>15)</sup>'는 이미지 센서로 전달된 전기적 밝기 신호를 디지털 이미지로 변환하는 두뇌, 컴퓨터로 말하자면 중앙처리장치(CPU)에 해당된다.

이미지 프로세서는 이미지 센서가 읽은 데이터를 여러 가지 연산을 통해 고화질의 사진으로 가공하며, 카메라의 설정되어 있는 화이트밸런스, 콘트라스트, 채도 등의 값을 적용하여 사용자가 원하는 색감 등을 표현할 수 있게 해준다.



[그림 12] RAW와 JPEG의 저장방식

본 연구에서는 HDR 이미지와 단일 JPG 파일을 생성하기 위하여 RAW로 촬영하였다.

촬영 당시 입사식 노출계가 제시하는 18% 반사율을 가지고 있는 중간 회색을 적정으로 지정하여 측광을 하였으며 카메라의 이미지 프로세서의 간섭을 받지 않기 위해 RAW로 촬영하였다.

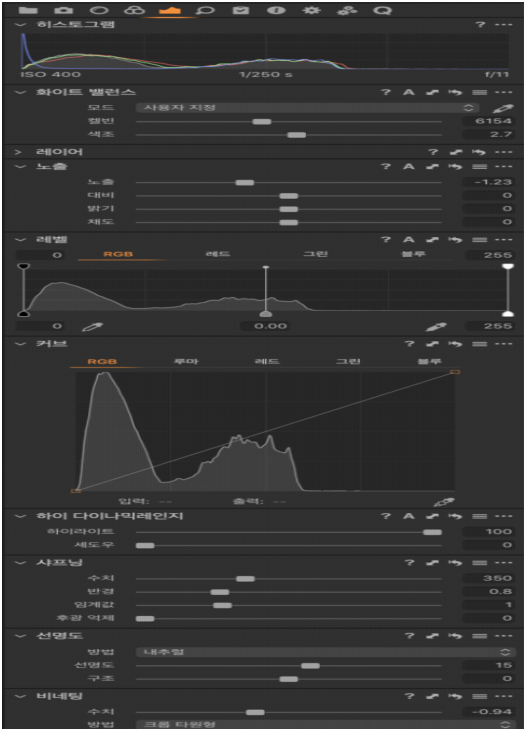
RAW 파일의 변환 시 CAPTURE ONE 소프트웨어를 사용하였고 CAPTURE ONE에서 지원하는 설정값은 기본 설정값으로 설정 후 300DPI 100%로 JPG 컨버팅을 진행하였다.



[그림 13] PhaseOne Capture One Pro 인터페이스



[그림 14] 단일 적정 촬영된 JPG



[그림 15] PhaseOne Capture One Pro 설정 인터페이스

JPG로 컨버팅시 설정값을 표준값으로 설정 후 컨버팅 했기 때문에 RAW 파일을 JPG로 컨버팅 했을 때의 디지털 농도 차이는 거의 없다.<sup>16)</sup>

[표 2] RAW와 JPG의 존 시스템 레벨값

| 존        | 0 | I  | II | III | IV | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   |
|----------|---|----|----|-----|----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| 레벨값 RAW  | 8 | 14 | 21 | 34  | 54 | 95  | 115 | 166 | 214  | 246 | 255 |
| 레벨값 JPEG | 4 | 8  | 16 | 27  | 53 | 100 | 120 | 165 | 202  | 252 | 255 |

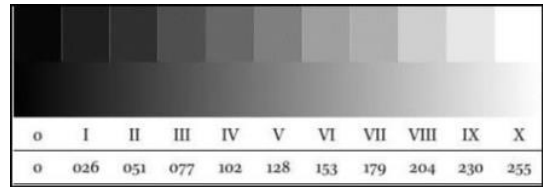
[그림 16]은 [표 2]를 기준으로 만든 계조(존 스케일) 그래프이다. RAW와 JPG는 설정값을 표준으로 지정했을 때 흡사한 특성 곡선을 가지고 있다.



[그림 16] 디지털 존 시스템의 RAW와 JPEG의 레벨값

비교를 위해 이미지의 존 영역을 찾아 존 스케일을 표시한다. 평균값을 얻기 위해 포토샵의 블러 기능을 활용하여 존 영역을 찾는다. 영역을 찾았다면 단일 JPG와 HDR로 만들어진 JPG에 존 0번부터 존 X번까지 표시해주며 각각 RGB(레벨) 값을 확인한다.

아래의 [그림 17]의 수치를 기준으로 단일 JPG 와 HDR 이미지를 단계로 표시하며 [그림 2]를 기준으로 존 스케일을 구분한다.



[그림 17] photoshop의 levels 영역값과 존 스케일 영역

단일 JPG 파일을 photoshop에서 로드하여 존 스케일을 비교하기 쉽게 스케일바를 위아래로 설정 후 각 스케일에 맞는 위치를 찾아 표시하여 데이터화 한다.

[그림 18] 단일 JPG의 존 스케일

[그림18]과 같이 존 스케일을 나눈 영역이며 각각의 영역은 아래의 [표 3]에서 수치화 시킨다.

그 수치의 값은 아래와 같다.

[표 3] 단일 JPG의 이미지의 존 스케일 표

| 존    | 0 | I  | II | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   |
|------|---|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| 레벨 값 | 0 | 10 | 47 | 79  | 103 | 128 | 151 | 162 | 200  | 227 | 255 |



[그림 19] 단일 JPG의 이미지의 존 스케일 그래프

적정 노출<sup>17)</sup>로 촬영된 RAW를 소프트웨어 컨버팅을 통하여 단일 JPG를 만든 후 존 스케일을 시각화 시켰을 때의 결과물이다. 완만한 계조 곡선을 가지고 있는 것을 알 수 있으며 콘트라스트와 다이내믹 레인지 계조가 분포되어 있는 것을 알 수 있다.

### 3-2. HDR 이미지의 디지털 존 분석

HDR 이미지를 다루기 전에 몇가지 방법으로 HDR 만들기 위한 JPG 데이터를 추출하는 방식이 있다.

첫 번째로는 피사체가 고정된 상태에선 삼각대를 활용하여 정지된 이미지를 얻는 방법이 있을 것이며 가장 순수하고 고전적인 방법이다.

하지만 노출 조정을 해야 하기에 리모컨으로 카메라의 설정을 바꾸게 되거나 손으로 직접 조작하게 된다. 외부의 의도치 않는 힘에 의해서 최종적인 이미지가 흔들리게 촬영되거나 구도가 바뀔 수도 있을 것이다. 카메라의 발전으로 인해 자동 브라케팅 촬영으로 핸드블로<sup>18)</sup>를 최소화 할 수 있겠지만 다른 문제점이 도달하게 된다. 자동 브라케팅 촬영으로 이미지를 얻을

수는 있지만 피사체가 움직이는 대상이라면 브라케팅 촬영도 의미가 없어지게 된다.

움직이지 않는 여러장의 이미지와 다양한 노출로 만들어진 이미지가 있어야만 HDR을 완성할 수 있기 때문이다.

이런 의미에서 본다면 RAW는 HDR의 최상의 선택이 될 수 있을 것이다.

단일의 RAW 이미지가 있다면 원본 JPG를 원하는데 추출해 낼 수 있기 때문이다. RAW은 하나의 이미지를 디지털의 특성을 살려 무한대로 설정 변경 후 컨버팅이 가능하기 때문이다.

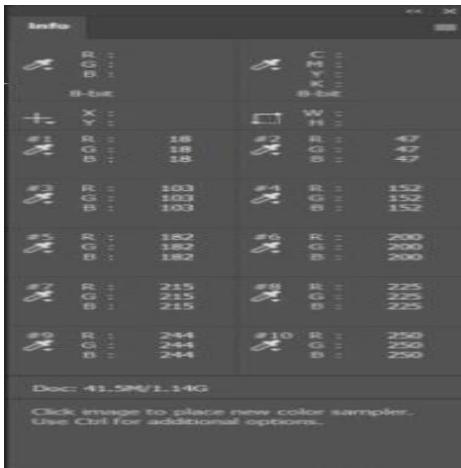
*RAW파일이란 디지털 카메라가 노출되면 이미지 센서 (CCD이든 CMOS이든)은 각 픽셀 또는 저장장치에 빛의 양을 기록한다. 이것은 전압 레벨 (전기신호)로 기록된다. 카메라의 렌즈를 통해 들어온 자연의 빛은 이제 디지털 신호(전기신호)로 표현으로 저장된다. 카메라의 성능에 따라 RAW는 12bit 또는 14bit의 데이터가 기록된다. 덧붙여서, 카메라가 12bit의 데이터를 기록하면 각 픽셀은 4,096개의 밝기 레벨 ( $2^{12}$ )을 처리할 수 있고, 14bit면 16,384개의 다른 밝기 레벨 ( $2^{14}$ )을 기록할 수 있다.<sup>19)</sup>*

이처럼 카메라의 지정된 설정값이나 색공간 등 촬영 시 처리되어야 할 부분들을 우회할 수 있으며 디지털 암실에서 좀 더 세밀한 제어 RAW 변환 소프트웨어를 사용하면 사용자가 더 많은 매개 변수 (예 : 밝기, 화이트밸런스, 색조, 채도 등)를 조작할 수 있으며 가변성을 사용할 수 있게 된다. 일반적으로 선택이 되어야만 하는 화이트밸런스는 디지털 컨버팅시 촬영시 적용되었던 값을 무시하고 원하는 값으로 재설정할 수 있기 때문이다.

단일 RAW 파일을 컨버팅하는 과정은 위에도 언급하였듯 Capture One 소프트웨어를 사용하였고 Capture One에서 지원하는 설정값은 기본으로 설정 후 300DPI 100%로 JPG 컨버팅을 진행하였다.

PhaseOne Capture One Pro 의 여러 설정값을 조절하지 않고 노출 부분만 제어하여 이미지 컨버팅을 실시하였다.

[그림 20] 이미지는 적정 노출부터 시작하여 1/2 Stop PhaseOne Capture One Pro 의 노출 영역의 값을 0.5씩 노출값을 올리면 3 Stop까지 설정 후 총 13컷을 컨버팅 했다. 존 스케일 포인트의 농도 측정은 Adobe Photoshop의 'Color sampler Tool'을 사용하여 존 스케일이 오측정 되는 범위를 최소화한다.



[그림 20] Color sampler Tool

아래의 [표 4]는 단일 JPG의 적정 노출일 때의 존 스케일과 계조 특성 곡선이다.

[표 4] 존 스케일 범위

| 존 \ 레벨 | 0 | I  | II | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   |
|--------|---|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| 레벨값    | 0 | 10 | 47 | 79  | 103 | 128 | 151 | 162 | 200  | 227 | 255 |

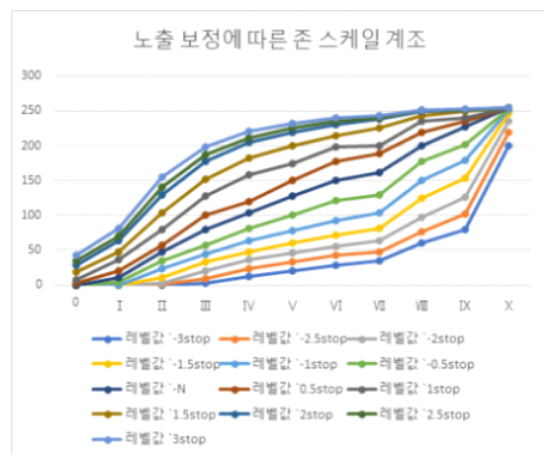


[그림 21] 존 스케일에 따른 레벨값

[표 5]는 증감에 의한 계조의 변화를 수치화 한 데이터이며, 이를 바탕으로 [그림 22]와 같은 그래프를 완성시켰다.

[표 5] 증감에 의한 존 시스템의 계조 변화

| 존 \ 레벨 | 0  | I  | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   |
|--------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| -3     | 0  | 0  | 0   | 2   | 12  | 20  | 29  | 35  | 60   | 80  | 200 |
| -2.5   | 0  | 0  | 1   | 9   | 24  | 33  | 42  | 48  | 77   | 102 | 220 |
| -2     | 0  | 0  | 3   | 21  | 36  | 46  | 56  | 63  | 98   | 127 | 236 |
| -1.5   | 0  | 0  | 11  | 33  | 48  | 61  | 72  | 82  | 124  | 154 | 246 |
| -1     | 0  | 0  | 23  | 45  | 63  | 78  | 92  | 104 | 151  | 179 | 252 |
| -0.5   | 0  | 4  | 35  | 58  | 81  | 101 | 121 | 129 | 177  | 202 | 253 |
| N      | 0  | 10 | 47  | 79  | 103 | 128 | 151 | 162 | 200  | 227 | 255 |
| 0.5    | 3  | 20 | 58  | 100 | 120 | 151 | 177 | 189 | 219  | 236 | 255 |
| 1      | 7  | 36 | 80  | 128 | 158 | 175 | 199 | 200 | 235  | 241 | 255 |
| 1.5    | 18 | 47 | 103 | 152 | 182 | 200 | 215 | 225 | 244  | 250 | 255 |
| 2      | 29 | 63 | 130 | 178 | 205 | 219 | 231 | 238 | 250  | 251 | 255 |
| 2.5    | 35 | 70 | 141 | 187 | 212 | 225 | 236 | 241 | 251  | 252 | 255 |
| 3      | 42 | 82 | 155 | 198 | 221 | 232 | 241 | 244 | 251  | 253 | 255 |



[그림 22] 노출 변화에 따른 존 스케일

위처럼 -3 Stop부터 +3 Stop까지 1/2 Stop 씩 증

감하여 계조를 만들어 냈다. 이때의 존 시스템의 변화는 하이라이트와 쉐도우 부분 보다는 텍스처가 표시되는 존 III번부터 VIII번까지의 (텍스처 표현구간) 변화가 눈에 띈다.

또한, 노출이 증감될수록 존 스케일의 격차 변화가 높아지는 것을 알 수 있다.

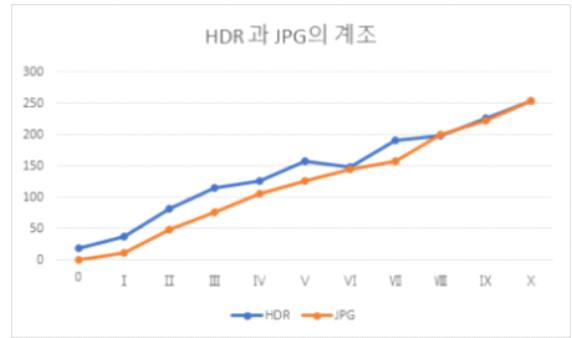
### 3-3. JPG와 HDR 이미지의 존 분석

앞서 보여준 RAW에서 컨버팅한 단일 JPG의 존 스케일과 RAW에서 노출 부분만 설정을 통해 -3 Stop부터 +3 Stop까지를 1/2 Stop 간격으로 컨버팅된 이미지를 [그림 22]와 같이 도표로 만들었다.

이제 논문 주제인 RAW를 통하여 노출 제어만 설정해 컨버팅한 다수의 이미지를 HDR 파일로 만든 후 단일 JPG의 이미지의 존 스케일을 비교해 보도록 하겠다,

[표 6] RAW와 JPG의 존 시스템 레벨값

| 존   |   | 0   | I   | II | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   |
|-----|---|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
|     |   | 레벨값 | HDR | 19 | 38  | 81  | 115 | 126 | 157 | 149  | 191 | 198 |
| JPG | 0 | 10  | 47  | 79 | 103 | 128 | 151 | 162 | 200 | 227  | 255 |     |



[그림 25] RAW와 JPG의 계조 곡선



[그림 23] HDR 존 스케일



[그림 24] JPG 존 스케일

## 4. 결론

### 4-1. 결론

디지털 시대로 오면서 많은 변화가 일어나고 있다. 변화는 디지털로부터 시작했다고 해도 과언이 아니다. 이제는 디지털의 발전에 적응하지 못하면 뒤쳐지는 상황이 되었다. 이와 같은 이유로 사진의 분야에서도 아날로그 카메라에서 디지털카메라로 진화가 되었고 디지털화 되면서 머릿속에만 생각했던(기술적 한계로 미비하게 적용되었던) 디지털 기술들과 접목되어 많은 변화가 일어나고 있다.

디지털화가 되었어도 아날로그(은염 필름)은 독자적인 길을 걷고 있지만 은염 필름의 존 시스템의 촬영법과 암실에서 이루어지는 버닝과 닷지의 기술은 HDR로 디지털화되었음을 알 수 있다.

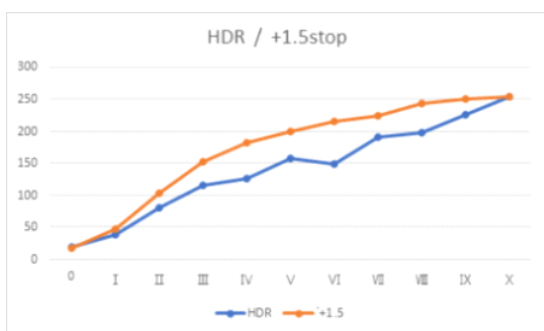
은염 필름의 버닝과 닷지는 디지털에서 하나의 전자 신호 이미지(RAW)를 통해 각각의 다른 노출의 이미지(JPG)를 만들어 내었고 디지털 암실인 소프트웨어를 통해서 여러 장의 이미지의 계조(포토샵의 레벨값 0 ~ 255의 디지털 코드)를 HDR 이라는 기술로 하나의 이미지로 만드는 작업을 할 수 있게 되었다.

HDR을 통하여 만들어진 이미지는 단일 이미지의 계조보다는 HDR로 만들어진 이미지가 더 풍부한 계조를 가지고 있는 이미지가 표현되었으며 그래프 상으로는 존 스케일의 변화된 이미지를 얻을 수 있었다.

이는 디지털 이미지가 계조가 풍부해짐을 의미하기도 한다. 또한 HDR제작을 위해서는 RAW 파일을 통하여 컨버팅하여 다수의 노출을 가진 JPG가 HDR 이미지를 만든데 적합한 것도 알수 있었다

최종적인 이미지는 사용자의 개인적인 설정이나 카메라의 파라미터의 설정에 의해 결과물이 달라지만 RAW파일을 통해서라면 동일한 환경에서의 연구 및 실험이 가능하다고 말할 수 있겠다.

여러 장의 노출 보정을 통해 존 스케일의 다양성을 주어 13개의 이미지를 만들었을 때는 각각 이미지는 [그림 22]처럼 다이내믹 레인지와 계조의 영역이 풍부하게 분포 되어 있는 이미지들을 볼 수 있다. 이 이미지들을 HDR을 적용하여 하나의 JPG 이미지로 재가공한다면 계조의 표현 수치인 0 ~ 255의 영역 안으로 다이내믹 레인지와 계조로 합치는 과정을 거쳐 존 0의 영역은 없어지고 존 I로 이동되어 존 VIII까지 존 스케일이 이동하는 것을 알 수 있다. 단순히 촬영시 디지털 컨버팅을 했을 때의 특성 곡선을 본다면 본문 “+1.5 Stop 노출일 때의 존 스케일과 계조 특성곡선”이 존 0번과 같은 시작점을 가지고 있지만, 단순히 노출을 올렸을 때의 계조의 특성 곡선과는 다음과 같은 모습을 보인다.



[그림 26] HDR과 노출 +1.5stop 계조곡선 비교

단순히 노출을 올려 촬영하거나 컨버팅 한다면 위에 특성 곡선과 (+1.5 stop)같이 쉐도우를 시작으로 존 II 부터 VIII까지 급격한 존 스케일 변화가 일어난다. 이

의미는 존의 범위가 이탈함으로써 계조의 손실과 콘트라스트의 변화가 일어나게 된다.

HDR의 경우 단일 JPG보다 쉐도우 부분의 밝기가 밝아지는 것을 알 수 있지만 단순히 노출을 올렸을 경우의 존 스케일의 쉐도우와 하이라이트를 기준으로 중간 계조가 급격하게 변형되지 않는 결과를 얻었다.

이 연구에서는 다루지 않았지만, HDR의 톤 매핑을 적용 후 존 스케일을 비교한다면 좀 더 흥미 있는 연구 결과가 나올 것 같다.

앞으로 다가올 디지털 이미지들은 다양해지면 우리가 생각지 못했던 방향으로 발전할 수 있을 것이며 그것 또한 받아들이는 준비를 해야 한다.

이번 연구는 단일의 JPG로부터 얻어지는 존 스케일의 계조보다는 HDR 이미지의 존 스케일 계조가 좀 더 높게 표현이 되는 것을 알 수 있는 연구이며 이를 토대로 좀 더 다양한 연구가 있기를 바란다.

- 1) Complementary Metal Oxide Semiconductor
- 2) High Dynamic Range
- 3) 카메라 회사에서 제공하는 다양한 포맷 방식이며 이는 센서가 받아들인 빛의 신호를 전기신호를 기록한 순수한 데이터이며 각각 회사마다 다른 이미지 형식을 가지고 있다.
- 4) 미국표준협회 [美國標準協會, American National Standards Institute] 약칭은 ASA이다. 공업제품의 통일을 위한 규격표시에 사용하며, 표준화 정책에 영향력을 행사한다. 조직에는 이사회, 위원회, 자문위원회 등이 있다. 이 규격은 1967년에 'USA Standards' 또는 'USAS'라 부르기 시작하였고, 조직은 USASI(United States of America Standards Institute)가 변경하였다. 다시 1969년부터 조직을 ANSI Inc.(American National Standards Institute Incorporated)로 변경하고 규격도 ANSI로 바꾸었다.
- 5) Phase One 의 Capture One v12
- 6) 카메라의 노출의 변화의 표준 단계
- 7) 이미지에서 점(dot) 또는 픽셀에 몇 비트의 색상을 할당할 것인지에 따라서 표현할 수 있는 색상의 수
- 8) 김성예, 최병태 (2002년 9월 25일). “High Dynamic Range Image 기술 동향”

- 9) Erik Reinhard; Greg Ward, Sumanta Pattanaik, Paul Debevec (2005년 8월). 《High Dynamic Range Imaging: Acquisition, Display, and Image-Based Lighting》. Westport, Connecticut: Morgan Kaufmann.
- 10) 카메라 촬영시 제시한 노출에서 밝거나 어둡게 촬영 하는 기계적 기술
- 11) Exposure Value
- 12) 사진 인화시 인화지에 노광 될 때 일정 부분에 노광 을 더 주거나 덜 주는 인화 방식 Adobe photoshop 에도 닷지와 버닝 툴이 존재한다.
- 13) standard dynamic range
- 14) 디지털 이미지에서 쉐도우 부분을 강제로 밝게 조절 하면 쉐도우 부분에서 화질 저하가 일어나는 현상
- 15) 렌즈를 통해 들어온 빛의 전기 신호가 JPG 저장되기 전까지 노출/화이트밸런스/카메라의 설정이 처리 되는 과정
- 16) 디지털 존 시스템에 관한 연구  
Adobe photoshop의 level과 curve를 중심 2006.
- 17) 입사식 노출계로 측정한 기계적 적정노출
- 18) 이미지 촬영시 의도치 않게 미러쇼크나 손가락의 압 력에 의해서 구도가 바뀌는 현상
- 19) Understanding RAW Files Explained".  
Luminous Landscape. 2 March 2011.

## 참 고 문 헌

- 디지털 사진을 위한 존 시스템 연구 Zone system for digital photography 2006. 손영호
- 디지털 존 시스템에 관한 연구 Adobe photoshop의 level과 curve를 중심 2006. 윤찬희
- RAW 파일 변환을 통한 디지털 존 시스템 2006. 조윤철, 하동환, 손영호
- Banterle, Francesco; Artusi, Alessandro; Debattista, Kurt; Chalmers, Alan (2011). Advanced High Dynamic Range Imaging: Theory and Practice. AK Peters / CRC Press. ISBN 978-156881-719-4.
- Compositing Multiple Pictures of the Same Scene", by Steve Mann, in IS&T's 46th Annual Conference, Cambridge, Massachusetts, May 9 -14, 1993
- Mann, S.; Picard, R. W. "On Being 'Undigital' with Digital Cameras: Extending Dynamic Range by Combining Differently Exposed Pictures" (PDF).