DBpia

디지털카메라의 고감도 노이즈 연산알고리즘 오차 분석

Error Analysis of High Sensitivity Noise Algorithms Based on Digital Cameras

저자
(Authors)

홍석민, 주종우
Seok-Min Hong, Jong-Woo Joo

출처
(Source)

한국디지털콘텐츠학회 논문지 20(11), 2019.11, 2217-2226(10 pages)
Journal of Digital Contents Society 20(11), 2019.11, 2217-2226(10 pages)

발행처
(Publisher)

한국디지털콘텐츠학회
Digital Contents Society

URL

http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09272226

APA Style

홍석민, 주종우 (2019). 디지털카메라의 고감도 노이즈 연산알고리즘 오차 분석. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 20(11), 2217-2226

이용정보
(Accessed)

중앙대학교
165.***.103.13
2020/06/26 10:24 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s)and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s)for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

JDCS
디지털콘텐츠학회논문지
Journal of Digital Contents Society
Vol. 20, No. 11, pp. 2217-2226, Nov. 2019

디지털카메라의 고감도 노이즈 연산알고리즘 오차 분석

홍 석 민 · 주 종 우*
중앙대학교 뉴미디어아트 대학원

Error Analysis of High Sensitivity Noise Algorithms Based on Digital Cameras

Seok-Min Hong · Jong-Woo Joo*
Department of New Media Art, Chung-Ang University, Seoul, Korea

[요 약]

디지털카메라의 출범 이후 디지털 이미지기술은 줄곧 진보하고 있다. 최근의 몇몇 고급형 디지털카메라는 상용감도 51.200 이상을 지원하며 보급형 기종도 25.600 이상을 지원하는 실정이다. 그러므로 최근의 디지털카메라들은 이전과 비교해 저조도 환경에서 피사계심도를 확보하거나 고속 셔터를 사용하는 등 이점이 생기게 되었다. 그러나 이러한 기술적 진보에도 불구하고 여전히 고감도를 사용하는 것은 노이즈라는 화질 저하 요소로 인해 기피하는 것이 사실이다. 고감도 노이즈는 각각의 픽셀이 밝기에 편차를 가져서 생기는 노이즈이다. 밝기에 편차를 가지게 되는 과정은 디지털 이미지 프로세싱 중 발생하게 되는데 이 과정에서도 연산알고리즘 오차에 의해 발생하는지. 센서 오차에 의해 발생하는지 확정적이지 않았다. 따라서 본 연구에서는 이론적 배경에 입각한 가설을 정립하여 실험하고 분석하였다. 분석 결과 고감도 노이즈는 연산알고리즘 오차에 의해 발생한다는 연구결과를 도출할 수 있다.

[Abstract]

Since the launch of digital cameras, digital image technology has been advancing. Some of the latest high-end digital cameras support commercial sensitivity of 51.200 or higher, while low-end models support 25.600 or higher. Thus, recent digital cameras have gained advantages in low-latency environments, such as the use of high-speed shutters, and so on. Despite these technological advances, however, it is true that still using high sensitivity is avoided due to the degradation factor of noise. A high-sensitivity noise is a noise caused by each pixel having a deviation in brightness. The process of having a deviation in brightness occurs during digital image processing as well as computational algorithm errors. It was not definitive whether it was caused by a sensor error. Thus, in this study, the hypothesis based on the theoretical background was established, tested, and analyzed. Analysis results can derive the results of the study that high sensitivity noise is caused by computational algorithm error.

색인어 : 디지털카메라, 노이즈, 고감도, 디지털 이미지 영상처리, 알고리즘 오차

Key word : Digital Camera, Noise, High Sensitivity, Digital Image Processing, Algorithm Error

http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.11.2217

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-CommercialLicense(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 25 September 2019; **Revised** 30 October 2019
Accepted 05 November 2019

***Corresponding Author; Jong-Woo Joo**

Tel: ※ 개인정보 표시제한
E-mail: jw4150@gmail.com

중앙대학교 | IP:165.***.103.13 | Accessed 2020/06/26 10:24(KST)

Ⅰ. 서 론

감도에 의한 노이즈는 같은 광량 조건에서도 노이즈 발생량이 장시간노출(장노출)에 비해 두드러진다. 그러므로 고감도 노이즈의 정확한 발생 요인을 실질적 자료의 검토와 실험을 통해 파악할 필요가 있다. 하지만 고감도 노이즈의 발생 요인이 연산알고리즘 오차에 의해 발생하는지, 디펙 픽셀(센서 오차)에 의해 발생하는지 확정적이지 않다. 따라서 본 연구에서는 고감도 노이즈 발생 요인이 연산알고리즘 오차 또는 센서 오차인지를 확인하기에 오늘날 잘 알려진 3개의 제조사 카메라를 이용하여 분석하고 데이터를 전달하는데 의의가 있다. 디지털카메라의 노이즈는 주로 장노출과 고감도에서 발생한다. 그러나 장노출 노이즈는 고감도 노이즈와 비교해 같은 광량 조건에서 수치적으로 적은 비주얼노이즈 발생량을 확인할 수 있었다. 아울러 수치적으로 대등하게 발생한 실험 이미지들을 육안으로 확인하였을 때에도 월등히 노이즈가 적었고, 열에 의해 발생하는 노이즈라는 것이 확정적이기에 이번 연구에서 제외하였다.

1-1 선행연구 고찰

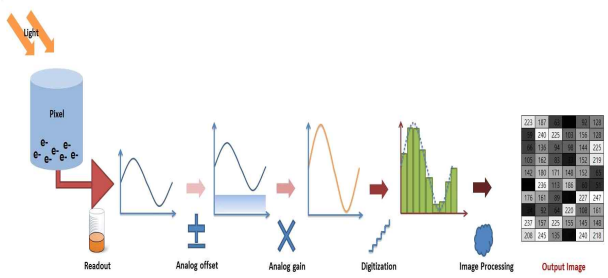


그림 1. 디지털 이미지 영상처리[1]
FIG. 1. Digital image processing[1]

본 연구를 시작하기에 앞서 디지털 이미지가 생성되는 과정 중 고감도에서 노이즈가 발생하는 요인을 두 가지로 좁혀 볼 수 있다. 첫 번째로는 연산알고리즘 오차와 두 번째로는 센서 오차이다. 아날로그 정보를 디지털로 전환해주는 ADC(Analog to Digital Convert) 과정 중에 발생하며 그림1은 디지털 이미지 영상처리에 관한 그림이다.

픽셀은 광전효과를 통해 전류를 빛의 세기에 해당하는 전압 레벨로 바꾸어 생성하고 출력(Read Out) 회로를 통해 전압으로 변환된다.[2] 변환된 전압은 Analog Offset과 Analog Gain을 통해 조정되고 ADC 컨버터가 아날로그전압을 디지털 값으로 변환한다. 변환된 디지털 데이터는 이미지 프로세싱을 거쳐 출력된다.[1]

ADC 컨버터가 전압을 디지털 값으로 변환할 때 연산 알고리즘 오차, 또는 센서 오차에 의해 노이즈가 발생한다면 다음과 같은 현상이 발생하게 된다.

1) 연산알고리즘 오차

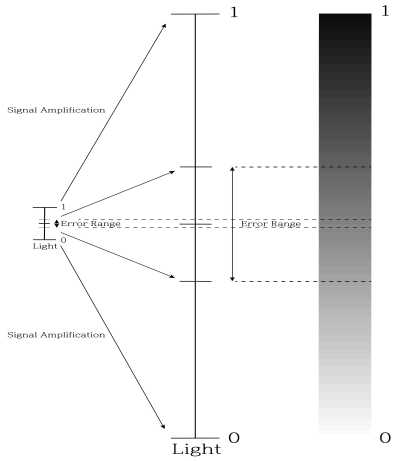


그림 2. 고감도 연산 오차
FIG. 2. High sensitivity computation error

그림 2는 적은 양의 빛이 감도증가에 따라 높은 출력을 가지려 할 때 발생하는 연산 오차에 대한 그림이다.

디지털 데이터는 0과 1 이진법을 사용하기에 모호한 값이 있을 수 없고 정확한 단위로 표현된다.[3] 그러나 고감도 노이즈는 연산의 실수, 즉 연산알고리즘에 오차가 생겨 발생한다.[4] 이는 오차범위가 존재하고 이미지센서로 입사하는 빛이 범위 내에 들어오게 되면 각각의 픽셀이 밝기에 편차가 생겨 이미지가 거칠어 보이게 된다.

2) 센서 오차

이미지 센서의 디펙 픽셀은 하나의 싱글 픽셀들로 이루어지는 경향이 있고, 동일 밝기의 빛이 센서에 입사되었을 때 주변 픽셀들 대비하여 같은 픽셀에 훨씬 큰 값 또는 작은 값을 갖는다. 또한, 일반적으로 이미지 센서 제조업체에서는 5 X 5 패턴 내에 디펙 픽셀이 존재할 경우 불량센서로 판정하여 출하하지 않는다.[5] 이는 고감도 노이즈 발생 요인 두 가지 중 센서 오차가 연산알고리즘 오차에 의해 발생할 가능성보다 적다는 것을 알 수 있다.

Ⅱ. 본 론

2-1 연구의 가설

본 연구는 고감도 노이즈 발생원인에 영향을 미치는 요인들을 가정하고 분석하여 고감도 노이즈 발생 원인에 대한 확정적 제안을 목표로 한다. 기존 문헌에 대한 고찰을 바탕으로 본 연

중앙대학교 | IP:165.***.103.13 | Accessed 2020/06/26 10:24(KST)

구에서는 다음과 같은 연구가설을 제시한다.

연구문제 1. 고감도 노이즈는 연산알고리즘 오차에 의해 발생하는가?

연구가설 1-1. 연산알고리즘 오차로 발생한다면 불특정한 픽 셀이 밝기에 편차를 가질 것이다.

연구가설 1-2. 표준감도에서 고감도에 이르기까지 오차 범위가 존재하고, 고감도에 이를수록 범위의 폭은 커질 것이다.

디지털카메라는 출력을 내보내기 전 연산알고리즘 과정을 거치게 되는데 표준감도(100)에서도 입, 출력값에 오차가 있다. 따라서 더 높은 출력을 만들 때 오차범위를 포함하여 전압을 증폭시키기에 고감도에 이를수록 오차범위의 폭은 커질 것이다.

2-2 가설에 대한 이론적 배경

디지털카메라뿐만 아니라 모든 디지털 전자기기들의 디지털신호는 0과 1의 조합을 통해 데이터의 크기를 나타낸다. 즉, 이진법을 통해 연산을 실행하게 되는데 디지털카메라는 출력 Bit가 존재하고 이 Bit는 몇 개의 자릿수를 사용하여 표현할 것 인가를 말한다.

Bit Depth는 동일한 밝기 범위를 숫자로 얼마나 잘게 쪼개는지를 말한다. 실제 카메라에서 Output Bit Depth가 결정되는 곳은 2곳이며 첫 번째로는 아날로그 전압을 디지털 형태로 변환시키는 Digitization(ADC), 두 번째로는 Image processing이다. Digitization 부분에서 256단계이면 8 Bit 출력을 4,096단계이면 12 Bit 출력이 되며 이 출력이 12 Bit라면 이후의 데이터는 12 Bit의 분해능을 넘는 것은 불가능하다. 그리고 이후의 Image Processing은 12 Bit Scale의 데이터를 통해 이루어지거나 사용자의 카메라 파라미터 설정에 의해 Down Scale 되어 이루어진다.[6] 카메라의 출력 Bit Depth에 맞는 단계로 나뉘어 Digitization 과정을 거칠 때 픽셀에 입력된 값과 얼마만큼 정확히 일치시키는지에 대한 연산을 관장하는 것이 연산알고리즘이라 볼 수 있다. 하지만 감도가 높아질수록 이미지센서에 신호를 증폭시켜 입력하게 되는데, 이때 오차범위로 인해 알고리즘 정확성이 떨어진다.

아울러 CMOS형 이미지센서는 빛에 의해 발생한 전자를 각 화소 내에서 전압으로 변환한 후에 여러 CMOS 스위치를 통해 출력됨으로[7] 각 화소의 소자의 불균일성이 그대로 출력 신호에 반영되게 된다.[8] 그렇기에 고감도 노이즈는 이미지센서에 입력되는 신호의 입, 출력값이 서로 틀리게 연산 되어 최종 이미지에 불특정한 픽셀에서 밝기에 편차가 있는 백과 흑의 패턴을 띈다.

Ⅲ. 실험 및 고찰

3-1 연구 및 실험방법

표 1. 실험에 대입할 노출값
Table ·1. Exposure value to assign to experiment

Sensitivity	Aperture	Shutter Speed
ISO100	F8	1/4
ISO200	F8	1/8
ISO400	F8	1/15
ISO800	F8	1/30
ISO1600	F8	1/60
ISO3200	F8	1/125
ISO6400	F8	1/250
ISO12800	F8	1/500
ISO25600	F8	1/1000
ISO51200	F8	1/2000
ISO102400	F8	1/4000

본 연구는 고감도 노이즈 연산알고리즘 오차를 분석하기 위해 자연광에서 회색 타깃을 적정 노출에 맞게 촬영한다. 타깃이나 렌즈, 이미지센서에 붙은 먼지로 인해 Gray Scale 정보에 오류가 날 수 있기에 초점은 맞지 않게 한다. 전 감도 영역에서 조리개 수치는 F8로 고정하고, 셔터스피드와 ISO 감도만 조정하여 적정 노출을 유지한다. 표1은 자세한 실험 노출값에 대한 표이다. 모든 감도영역에서 촬영한 이미지 중앙부를 3200% 확대하여 가로 35개 x 세로 25개의 픽셀을 포토샵 Eyedropper Tool로 Gray Scale 정보를 추출하여 연산알고리즘 오차 범위를 분석한다. 또한, 모든 감도에서 분석하는 픽셀을 일치시킨다.

1) 실험에 사용할 카메라

표 2. 실험에 사용할 카메라 사양
Table ·2. Camera specifications for the experiment

Manufacturer	CANON	NIKON	SONY
Model Name	1DX Mark2	D5	α7S II
Image Sensor Type	CMOS (FSI)	CMOS (FSI)	CMOS (FSI)
Senser Size (MM)	35.9 X 23.9	35.9 X 23.9	35.6 X 23.8
Number of Effective Pixels (million)	20.20	20.82	12.20
ISO Commercial Sensitivity	100 - 51200	100 - 102400	100 - 102400

표2는 이번 실험에서 사용할 카메라의 세부 사항이다. 일반적으로 잘 알려진 3개의 제조사 고감도 특화 기종들이며 모두 전면조사형 이미지센서(FSI, Front Side Illumination)가 탑재된 제품들이다.

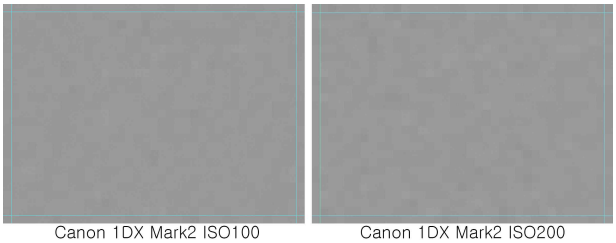
중앙대학교 | IP:165.***.103.13 | Accessed 2020/06/26 10:24(KST)

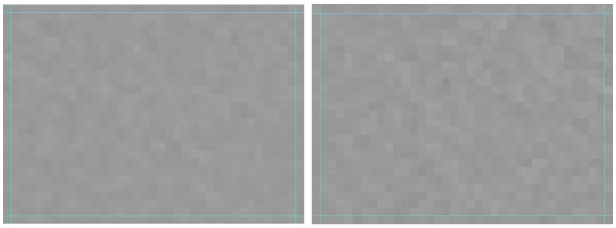
3-2 실험결과

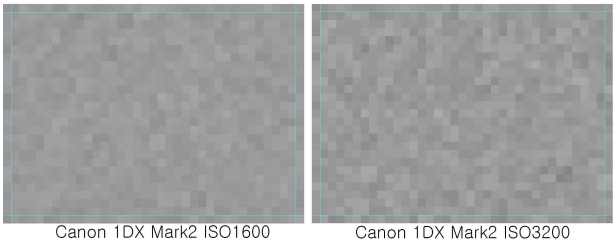
표 3. Canon 1DX Mark2 오차범위
Table ·3. Canon 1DX Mark2 Error Range

Sensitivity	Minimum value	Maximum value	Difference value
ISO100	0.49	0.52	0.03
ISO200	0.48	0.52	0.04
ISO400	0.47	0.52	0.05
ISO800	0.46	0.54	0.08
ISO1600	0.44	0.55	0.11
ISO3200	0.42	0.58	0.16
ISO6400	0.39	0.62	0.23
ISO12800	0.38	0.66	0.28
ISO25600	0.35	0.69	0.34
ISO51200	0.27	0.79	0.52

표3은 Canon 1DX Mark2 기종의 고감도 노이즈 오차범위에 대한 표이다. 표준감도(100)에서도 미세하게 오차가 존재한다. 하지만 카메라의 최고화질 기준점이기에 표준감도에서의 편차는 노이즈로 판단하기에 무리가 있다. 따라서 표준감도에서의 최소값보다 작거나 최대값보다 큰 수치를 노이즈로 정의하였다. Canon 1DX Mark2 기종의 경우 감도가 높아질수록 오차범위의 폭은 커졌다. 특히, 감도 1600부터는 0.1 이상의 오차범위를 보였기에 밝기의 편차가 극명하게 나타났다. 그림3은 실험 이미지를 3200% 확대한 그림이다.


Canon 1DX Mark2 ISO100 Canon 1DX Mark2 ISO200


Canon 1DX Mark2 ISO400 Canon 1DX Mark2 ISO800


Canon 1DX Mark2 ISO1600 Canon 1DX Mark2 ISO3200

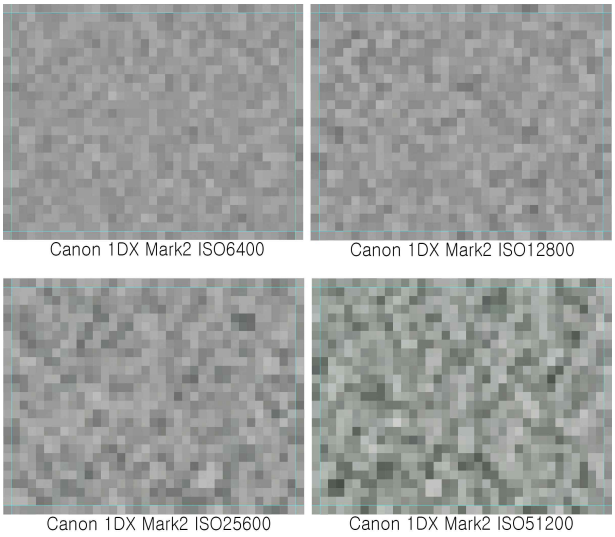
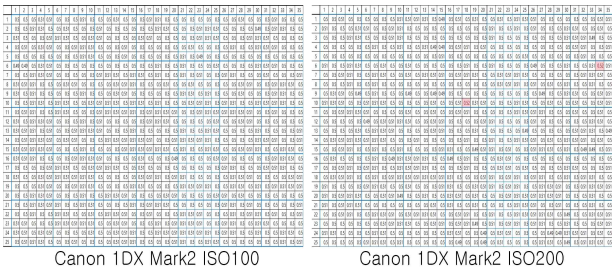
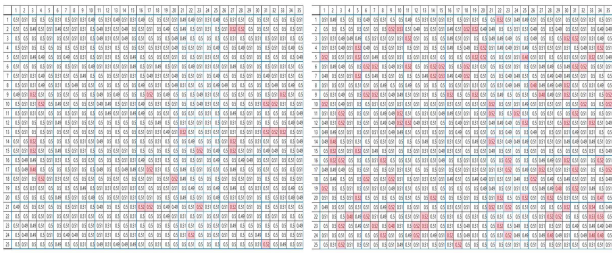
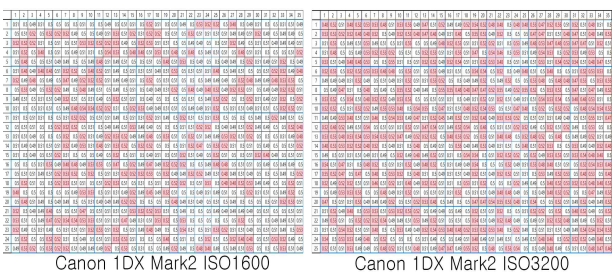

Canon 1DX Mark2 ISO6400 Canon 1DX Mark2 ISO12800
Canon 1DX Mark2 ISO25600 Canon 1DX Mark2 ISO51200

그림 3. Canon 1DX Mark2 3200% 확대 이미지
FIG. 3. Canon 1DX Mark2 3200% Expanded Image

가로 2716번 픽셀에서 2750번, 세로는 1811번에서 1835번까지의 이미지이다. 모든 감도 영역에서 분석하는 픽셀을 일치시켰으나, 사진 이미지만으로 연구가설을 해결하기엔 어려움이 있다고 판단하였다. 따라서 다음의 그림4는 그림3의 Gray Scale 정보를 Microsoft 사의 Excel 프로그램으로 수치화한 그림이다.


Canon 1DX Mark2 ISO100 Canon 1DX Mark2 ISO200


Canon 1DX Mark2 ISO400 Canon 1DX Mark2 ISO800

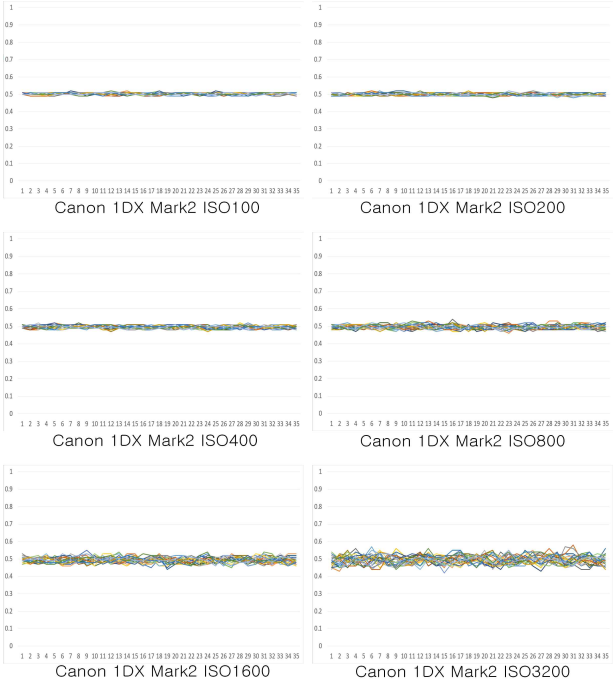

Canon 1DX Mark2 ISO1600 Canon 1DX Mark2 ISO3200

중앙대학교 | IP:165.***.103.13 | Accessed 2020/06/26 10:24(KST)



그림 4. Canon 1DX Mark2 Excel 수치화
FIG. 4. Canon 1DX Mark2 Excel digitization

표준감도의 최소값 보다 작거나 최대값 보다 큰 수치들을 빨간색 처리하였다. Canon 1DX Mark2 기종의 경우 표준감도에서 주변픽셀과 대비하여 훨씬 작거나 큰 값을 갖는 픽셀은 확인되지 않았다. 이후 고감도 영역에서 노이즈로 중첩되는 몇몇 픽셀은 발견됐지만, 이는 연산알고리즘 오차로 판단할 수 있다. 센서 오차였다면 표준감도부터 주변 픽셀과 비교해 큰 폭으로 차이가 있어야 하기 때문이다. 또한, 감도에 따라 저감도에서는 오차가 있으나 고감도에서 오차범위 이내로 들어오는 등 불특정한 형태를 보였다. 다음의 그림 5는 오차범위를 그래프로 표현한 그림이다.



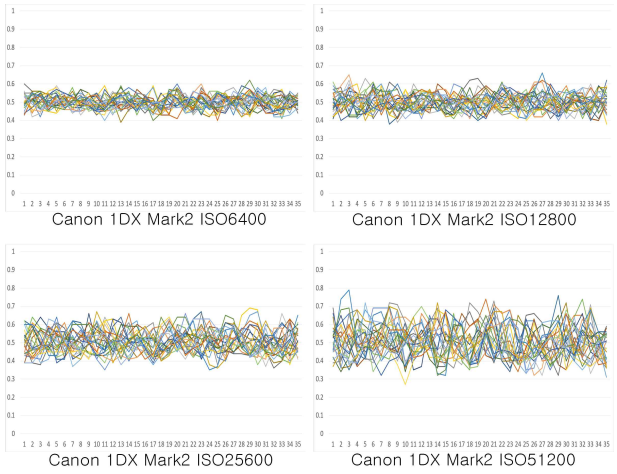


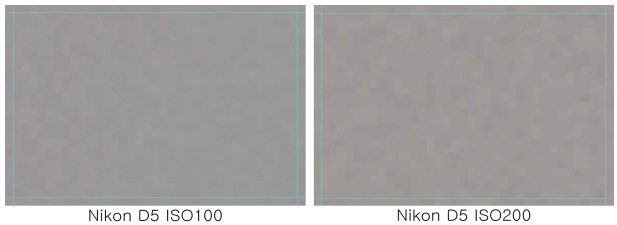
그림 5. Canon 1DX Mark2 오차범위 그래프
FIG. 5. Canon 1DX Mark2 Error range graph

그림5의 그래프를 통해 표준감도에서 고감도에 이르기까지 오차 범위가 존재하고, 고감도에 이를수록 범위의 폭은 커진다는 것을 확인할 수 있다.

표 4. Nikon D5 오차범위
Table ·4. Nikon D5 Error Range

Sensitivity	Minimum value	Maximum value	Difference value
ISO100	0.49	0.51	0.02
ISO200	0.48	0.51	0.03
ISO400	0.47	0.52	0.05
ISO800	0.46	0.53	0.07
ISO1600	0.43	0.53	0.1
ISO3200	0.4	0.54	0.14
ISO6400	0.38	0.58	0.2
ISO12800	0.31	0.63	0.32
ISO25600	0.31	0.68	0.37
ISO51200	0.25	0.71	0.46
ISO102400	0.19	0.82	0.63

표4는 Nikon D5 기종의 고감도 노이즈 오차범위에 대한 표이다. Nikon D5 기종 또한, 표준감도에서 미세한 오차가 존재하였다. 감도가 높아질수록 오차범위의 폭은 커졌으며 감도 1600부터 0.1 이상의 차이를 보였기에 육안으로 밝기의 편차를 확인할 수 있었다. 그림6은 실험 이미지를 3200% 확대한 그림이다.



중앙대학교 | IP:165.***.103.13 | Accessed 2020/06/26 10:24(KST)

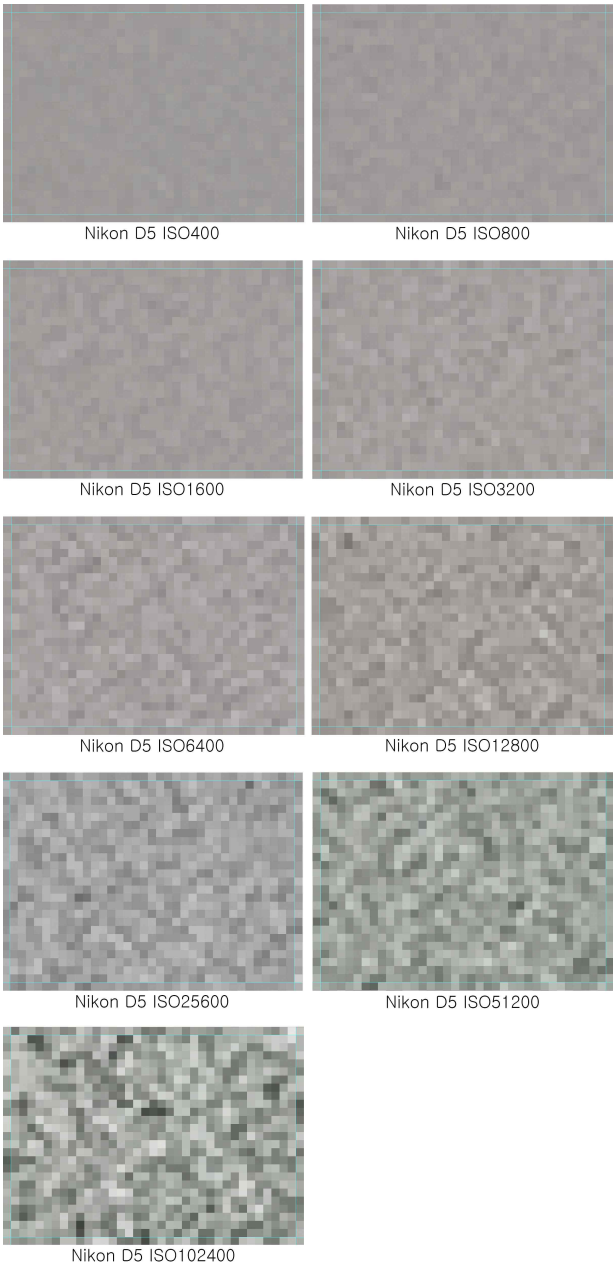


그림 6. Nikon D5 3200% 확대 이미지
FIG. 6. Nikon D5 3200% Expanded Image

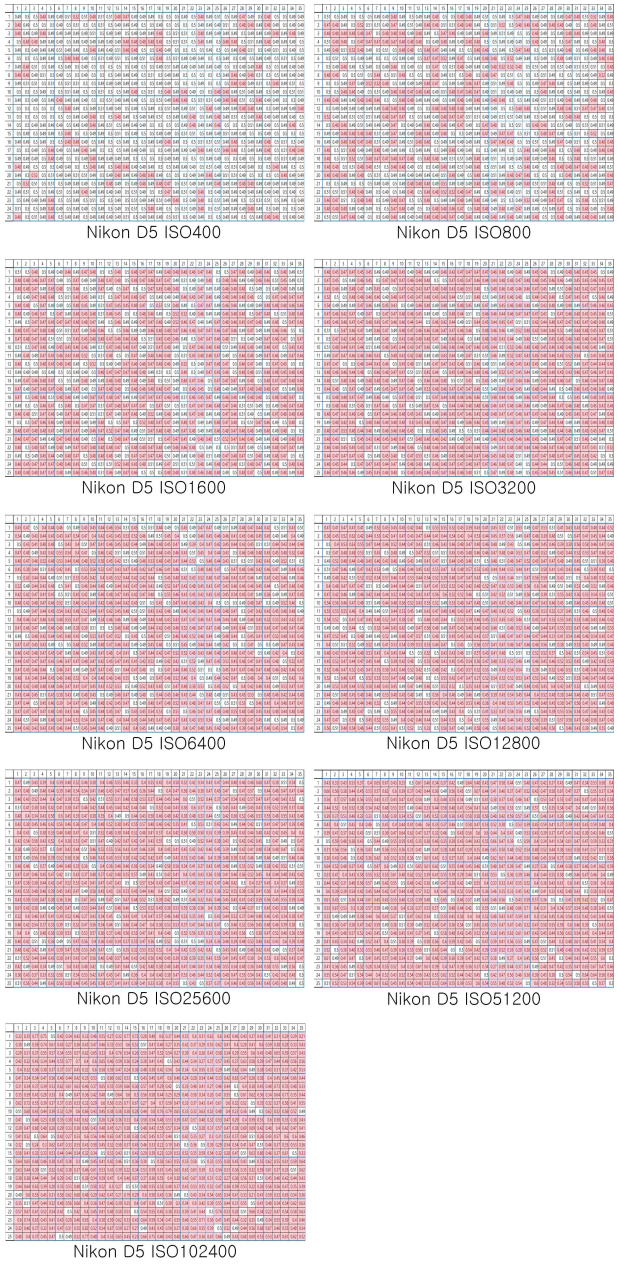
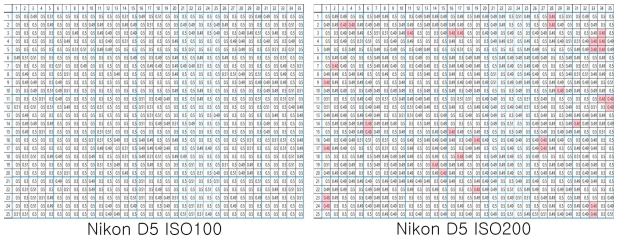


그림 7. Nikon D5 Excel 수치화
FIG. 7. Nikon D5 Excel digitization

가로 2764번 픽셀에서 2798번, 세로는 1832번에서 1856번까지의 이미지이다. 그림7은 Excel 프로그램으로 수치화한 그림이다.



Nikon D5 기종 또한, 표준감도에서 주변 픽셀과 대비하여 훨씬 작거나 큰 값을 갖는 픽셀은 확인되지 않았다. 상대적으로 유효 화소수 대비 표준감도에서의 오차가 크지 않기에 감도 200부터 밝기편차가 보이기는 하지만 폭의 차이가 0.01단위이기 때문에 센서 오차로 보기엔 어렵다. 감도 3200부터 중첩되는 몇몇 픽셀이 발견됐지만, 그 이상의 감도에서 Random 한 형태로 나타났다. 또한, 감도 200, 400, 800과 비교해 봤을 때 노이즈 발생 픽셀이 고정적이지 않다는 것을 알 수 있다. 그림8은 오차범위 그래프에 대한 그림이다.

중앙대학교 | IP:165.***.103.13 | Accessed 2020/06/26 10:24(KST)

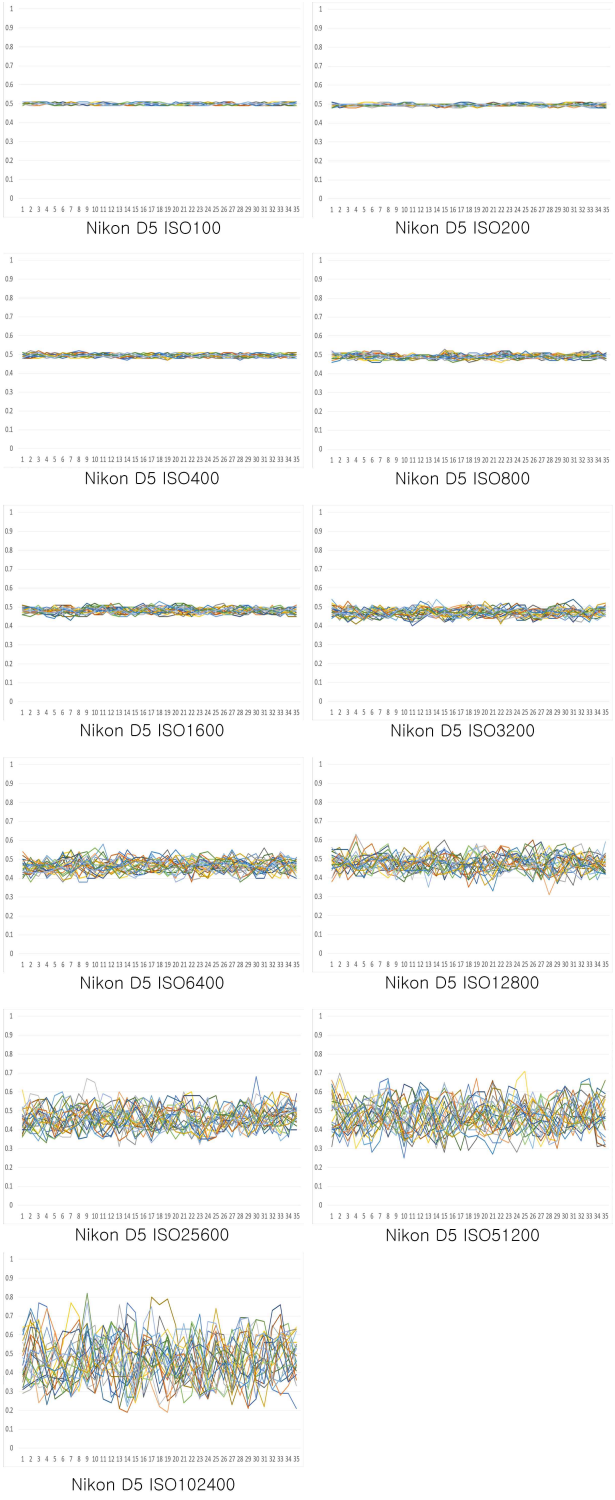


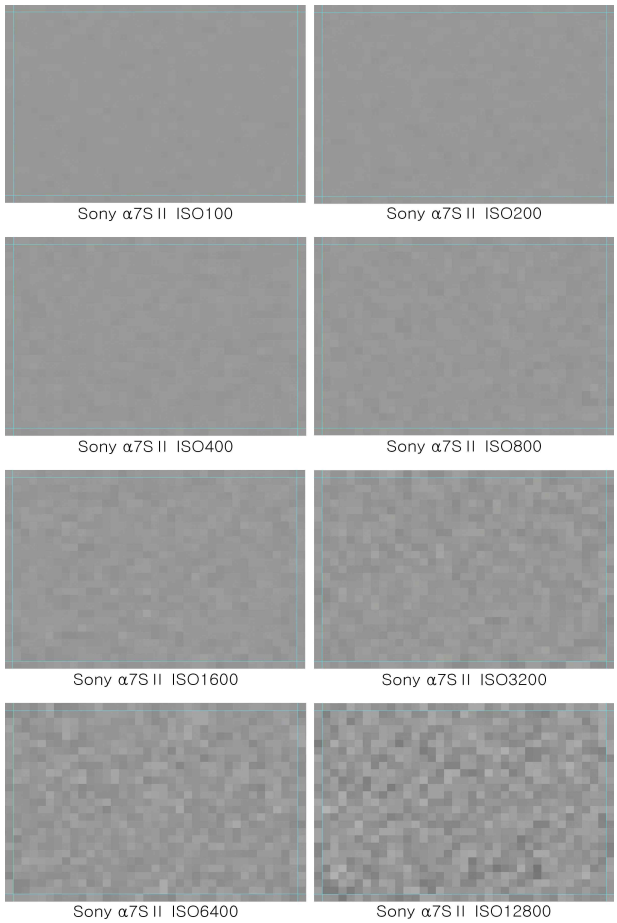
그림 8. Nikon D5 오차범위 그래프
FIG. 8. Nikon D5 Error range graph

Nikon D5 기종 또한, 그래프를 통해 표준감도에서 고감도에 이르기까지 오차 범위가 존재하고, 고감도에 이를수록 범위의 폭은 커진다는 것을 확인할 수 있다.

표 5. Sony α7SⅡ오차범위
Table ·5. Sony α7SⅡ Error Range

Sensitivity	Minimum value	Maximum value	Difference value
ISO100	0.49	0.51	0.02
ISO200	0.49	0.52	0.03
ISO400	0.48	0.52	0.04
ISO800	0.47	0.54	0.07
ISO1600	0.45	0.54	0.09
ISO3200	0.45	0.55	0.11
ISO6400	0.43	0.58	0.15
ISO12800	0.39	0.64	0.25
ISO25600	0.38	0.67	0.29
ISO51200	0.35	0.75	0.4
ISO102400	0.35	0.8	0.45

표5는 Sony α7SⅡ기종의 고감도 노이즈 오차범위에 대한 표이다. Sony α7SⅡ기종도 표준감도에서 미세한 오차가 존재하였다. 실험에 사용한 카메라 중 가장 적은 유효 화소 수를 가지고 있기에 오차의 폭이 상대적으로 작게 나타났다. 하지만 이전 실험 카메라들과 같이 감도가 높아질수록 오차범위의 폭은 커졌다. 그림9는 실험 이미지를 3200% 확대한 그림이다.



중앙대학교 | IP:165.***.103.13 | Accessed 2020/06/26 10:24(KST)

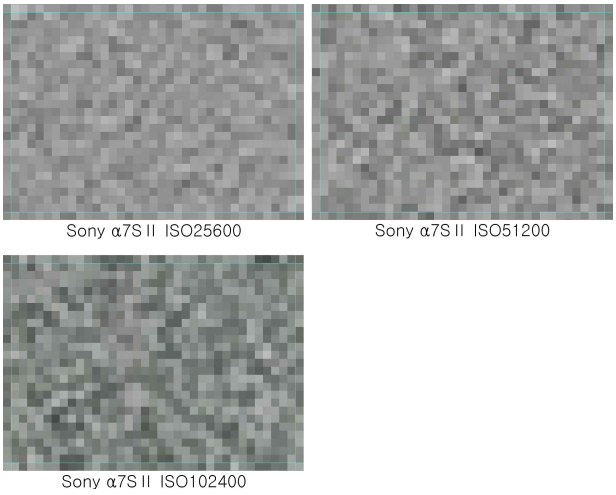


그림 9. Sony α7SⅡ 3200% 확대 이미지
FIG. 9. Sony α7SⅡ 3200% Expanded Image

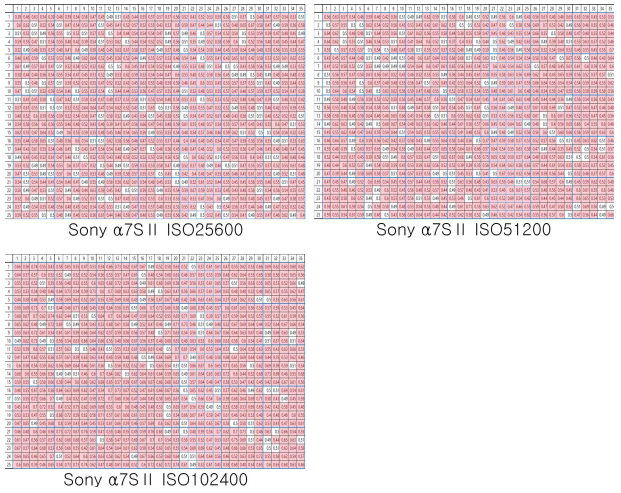
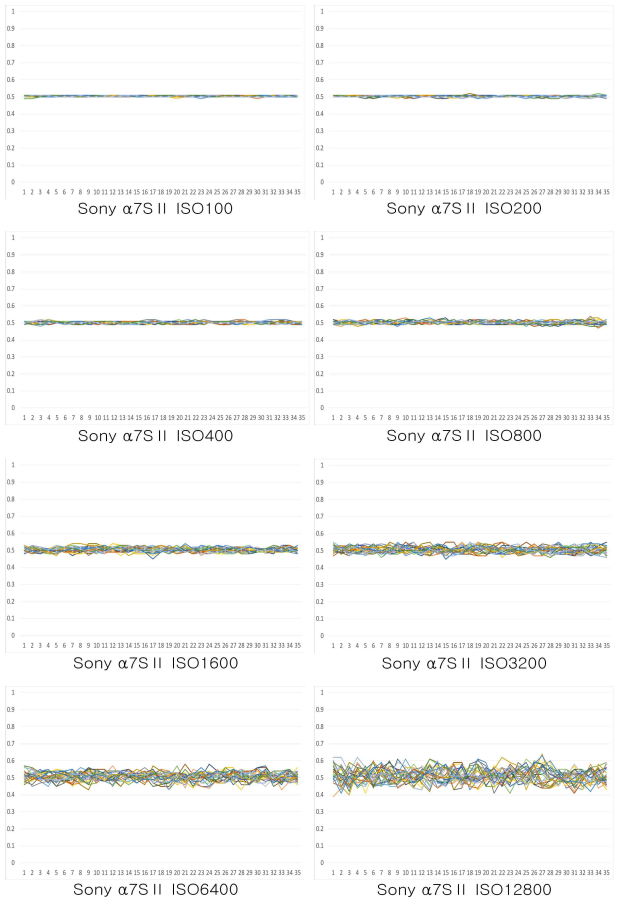


그림 10. Sony α7SⅡ Excel 수치화
FIG. 10. Sony α7SⅡ Excel digitization

가로 2100번 픽셀에서 2134번, 세로는 1403번에서 1427번까지의 이미지이다. 그림10은 Excel 프로그램으로 수치화한 그림이다.



Sony α7SⅡ기종도 이전 실험 카메라들과 같이 표준감도에서 주변 픽셀과 대비하여 훨씬 작거나 큰 값을 갖는 픽셀은 확인되지 않았다. Sony α7SⅡ기종 또한, 감도 3200부터 몇몇 중첩되는 픽셀이 발견되었지만 감도 200, 400, 800과 비교해 봤을 때 노이즈 발생 픽셀이 고정적이지 않다는 것을 알 수 있다. 그림 11은 오차범위 그래프에 대한 그림이다.



중앙대학교 | IP:165.***.103.13 | Accessed 2020/06/26 10:24(KST)

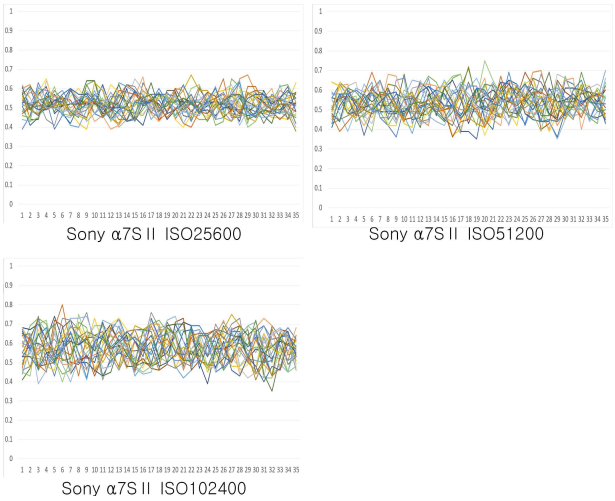


그림 11. Sony α7SⅡ 오차범위 그래프
FIG. 11. Sony α7SⅡ Error range graph

이전 실험 카메라들과 같이 Sony α7SⅡ기종도 표준감도에서 고감도에 이르기까지 오차 범위가 존재하고, 감도가 높아질수록 범위의 폭은 커진다는 것을 그래프를 통해 확인할 수 있다. 실험에 사용한 3개의 기종 모두 감도에 따라 불특정한 픽셀이 밝기에 편차를 보였으며 표준감도에서 고감도에 이르기까지 오차범위가 존재하고 그 폭은 커졌다는 결과를 본 연구의 실험을 통해 도출할 수 있었다.

Ⅳ. 논 의

본 연구는 디지털카메라의 고감도 노이즈 발생 요인에 관한 확정적 제안을 목표로 실험가설 정립과 그에 따른 실험을 통해 분석하였다. 연구가설1-1의 연산알고리즘 오차에 의해 고감도 노이즈가 발생한다면 불특정한 픽셀이 밝기에 편차를 가질 것이라는 가설은 일치했다. 감도에 따라 저감도에서는 오차가 있다가 고감도에서 오차범위 이내로 들어오는 등 불특정한 형태를 보였기 때문이다. 센서 오차의 대표적인 출력은 표준감도에서도 주변 픽셀과 대비하여 큰 폭으로 작거나, 큰 형태로 나타나는 것이지만 본 연구의 실험에서는 이러한 현상을 찾아볼 수 없었다. 또한, 일반적으로 이미지센서 제조사는 제품을 출하하기 전 몇 번의 테스트를 거치기에 센서 오차에 의한 고감도 노이즈 발생은 극히 드물다고 할 수 있다. 연구가설1-2의 표준감도에서 고감도에 이르기까지 오차범위가 존재하고, 고감도에 이를수록 범위의 폭은 커질 것이라는 가설 또한 일치하였다. 감도100에서도 미세한 오차가 존재했고 고감도에 이를수록 범위의 폭은 커진다는 것을 오차범위 그래프를 통해 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구의 연구 문제인 고감도 노이즈는 연산 알고리즘 오차에 의해 발생하는가? 에 대한 결론은 실험결과 연산알고리즘 오차에 의해 발생한다는 것을 도출할 수 있다. 과거의 유사연구가 없기에 비교는 힘들지만 이러한 연구를 계속함에 따라 기술적으로 감도에 의한 노이즈를 최소화할 수 있을 것에 기대한다. 디지털카메라의 고감도 노이즈를 최소화하기 위해선 이미지센서의 성능도 중요하지만, 이것을 관장하는 알고리즘의 역할도 중요하다. 이미지센서의 수광력이 뛰어나도 이후의 연산알고리즘 과정에서 오차에 의해 노이즈가 발생할 수 있기 때문이다. 이 같은 이유로 이미지센서의 개발뿐만 아니라 고감도 연산알고리즘 개발 역시 디지털카메라 시장에 있어 큰 영향을 미칠 것이다.

참고문헌

[1] 'Camera noise' to determine image quality. Available: https://blog.envision.co.kr/15
[2] K. T. Kim, Design of high speed CMOS image sensor using two-step A / D converter, MA, Dong-guk University Graduate School, Korea, 2013.
[3] D. W. Kim, Study on hybrid digital photography, MA, Chung-Ang University Graduate School, Korea, 2005.
[4] S. M. Hong, Analysis of long exposure noise and high sensitivity noise pattern of digital camera, *Korea Digital Contents Association,* Vol. 20, No. 9, pp. 1747, Sep 2019.
[5] J. G. Gwan, A study on effective correcting method for defective pixels of image sensor, MA, Sung-Kyun-Kwan University Graduate School, Korea, 2012.
[6] Camera Output Bit Depth 8Bit 10Bit 12Bit. Available: https://blog.envision.co.kr/79
[7] S. Y. Lee, Design of pixel structure and peripheral circuit for CMOS, MA, Han-yang University Graduate School, Korea, 2011
[8] S. W. Park, "The Design of Low Power Pixel Structure for CMOS Image Sensor", MA, Han-yang University Graduate School, Korea, 2009
[9] K. A. Ryu, "Study on Image Quality Produced by Each Type of Image Sensors of Digital Camera", MA, Chung-Ang University Graduate School, Korea, 2010

중앙대학교 | IP:165.***.103.13 | Accessed 2020/06/26 10:24(KST)



홍석민(Seok-Min Hong)

2019년 : 경운대학교 사진영상학과 학사

2013년～2019년: 경운대학교 사진영상학과 재학
2019년～현 재: 중앙대학교 뉴미디어아트학과 재학
※관심분야 : 디지털 카메라 (Digital Camera), 디지털 이미지 (Digital Image), 화질측정 (Image quality measurement)



주종우(Jong-woo Joo)

2001년 : 중앙대학교 (B.A)
2004년 : Brooks Institute of Photography (M.S)
2008년 : 중앙대학교 (M.A)
2014년 : 중앙대학교 (ph.D)

2013년～현 재: 국가기술표준원 사진분과 전문위원
2014년～현 재: 기술표준원 문화예술서비스 심의의원
2015년～현 재: 사진진흥법 재정위원회 부위원장
2015년～현 재: 현대사진영상학회 편집위원
2017년～현 재: 중앙대학교 공연영상창작학부 조교수, 뉴미디어아트대학원 학과장
※관심분야 : 디지털 이미지 (Digital Image), 가상현실 (Virtual Reality Technology), 드론 (Drone)

중앙대학교 | IP:165.***.103.13 | Accessed 2020/06/26 10:24(KST)