

객관적 화질 평가와 주관적 화질 평가의 상관관계 연구

Correlation Research between Objective and Subjective Image Quality Assessment

박형주, 하동환
중앙대학교 첨단영상대학원 영상학과

Hyung-Ju Park(igotitu@naver.com), Dong-Hwan Har(dhhar@cau.ac.kr)

요약

최근 소비자의 화질에 대한 높은 관심으로 관련 시장 경쟁력이 가열되었으며, 이에 따라 제조사는 고객 만족을 위한 제품을 개발하는 방향으로 진보하고 있다. 그러나 제품의 객관적 성능 향상이 실제 소비자가 인지하는 화질의 선호도에 항상 긍정적인 영향을 미친다고 단정하기 어렵다. 또한 선행연구를 통해 객관적 성능 평가 방법과 주관적 화질 평가 결과 간의 상관관계를 찾기 어려웠다. 그러므로 객관적 화질 재현 성능이 이미지 선호도에 미치는 영향을 파악하여 감상자가 선호하는 화질에 대해 분석할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 객관적 화질 평가 요소들을 측정하고 이러한 수치들이 이미지 선호도와 어떠한 관계를 갖고 있는지 분석하고자 하였다. 이와 같은 연구를 위해 ISO에서 규정하고 있는 화질 평가 방법을 사용하여 이미지의 선호도를 측정하였으며 이러한 결과가 객관적 화질 평가 요소들과 어떠한 상관관계를 갖고 있는지 통계적으로 분석하였다. 이와 같은 결과는 화질을 향상시키는 요소를 분석할 수 있으며 단순한 고화질 추구를 위한 성능 개발뿐만 아니라 감상자가 선호하는 화질을 파악하여 개발에 도움이 될 수 있는 실질적인 연구로 기대된다.

■ **중심어** : | 디지털 카메라 | 화질 | 선호도 | 객관적 평가 |

Abstract

Due to the high interests of image quality by consumers, the concerned market becomes more heated. Recent digital camera development tendency shows to perform the higher image quality to meet consumers demand of quality satisfaction. However it is hard to confirm that development of objective image quality performance means positive subjective image quality preference. And also, we cannot find out the previous researches concerned on correlation between objective and subjective image quality comparison. Therefore, it is necessary to analyze the consumers preferred images based on objective image quality performance. Throughout this paper, we analyze statistical correlation between the objective and subjective image quality assessment methods by using ISO standards. In these results, we try to find attributes that enhance image quality. We suggest not only to analyze and reflect on customers' preferences, but also to pursue the high quality image performance practically. We expect the results of this paper to positively influence product development.

■ **keyword** : | Digital Camera | Image Quality | Preference | Objective Measurement |

* 본 논문은 2011년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF)-2011-32A-G00024).

접수번호 : #110405-005

접수일자 : 2011년 04월 05일

심사완료일 : 2011년 07월 11일

교신처자 : 하동환, e-mail : dhhar@cau.ac.kr

1. 서론

기존의 소비자들이 디지털 카메라 선택의 기준을 제품의 가격, 디자인, 브랜드, 편의성, 서비스 등의 외적인 요소에 두었다면 이제는 더 나아가 제품의 재현 성능과 관련된 요소인 화질에 중점적인 관심을 두게 되었다. 또한 이와 같은 소비자의 화질에 대한 관심으로 관련 시장 경쟁력이 가열되었으며, 더불어 제조사는 고객 지향적 화질 만족을 우선으로 제품을 개발하는 방향으로 진화하고 있다. 따라서 디지털 카메라 시장은 각종 매체를 통해 객관적 품질 향상에 준거한 제품 성능의 우수성을 마케팅의 요소로 활용하고 있으며 객관적 화질 측정에 관한 소비자들의 관심과 수요 역시 점점 증가되고 있는 실정이다. 그러나 제품의 객관적 성능 향상이 실제 소비자가 인지하는 화질의 선호도에 항상 긍정적인 영향을 미친다고 단정하기 어렵다. 왜냐하면 소비자들이 화질에 대해 평가하는 과정에는 이미지의 객관적인 속성과 정신 물리학(Psychophysics)적 인지 과정이 함께 작용하며, 그에 따른 주관적인 반응이 화질에 대한 최종 선호도로 나타나기 때문이다[1][2].

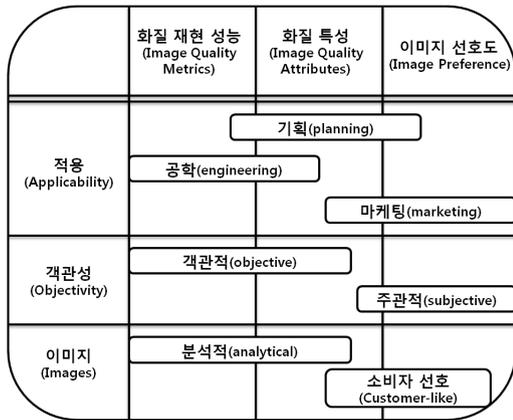


그림 1. 화질의 3가지 영역[3]

Dalal, Rasmussen, Nakaya, Crean, Sato는 화질 재현 성능(Image Quality Metrics)에 의한 평가 방법은 범용적이며 그 사용이 용이하나 총체적인 화질을 평가하는데 부족하다고 판단하였다[3]. 왜냐하면 일반적인 객관적 화질 측정 방법은 인간의 시지각(Human Visual

System; HVS)을 기반으로 측정되지 않으며, 표준 차트를 촬영한 장비의 반응성만을 측정하는 것이기 때문이다. 또한 전반적인 이미지의 품질을 소비자의 이미지 선호도(Image Preference)를 배제한 채, 몇 가지의 객관적 측정 요소로 평가하는 것은 적합하지 않다고 판단하였다. 따라서 제조사는 객관적 화질 평가 방법으로 제품을 평가하고, 소비자에 의해 화질 선호도를 측정하는 것이 총체적인 화질에 대한 정보를 완성하는 것이라고 하였다[그림 1]. 기존의 디지털 카메라의 객관적 화질 평가는 주로 물리적 조절 가능 요소들을 측정하여 수치적으로 평가하는 방법이 주류를 이루었으며(ISO 12233 [4], ISO 15739 [5], 김선주 [6], I3A [7], ISO 14524 [8]), 주관적 화질 평가는 자극으로 사용된 화질의 변화에 따른 감상자의 인지 정도를 형용사 어휘로 나타내고 평가하는 형태가 대부분이었다(노연숙 [2], ITU-R BT.500-11 [9], ISO 20462 [10], 정우현, 신수진, 박수진, 한재현 [11], Radun, Leisti, Hekkinen, Ojanen, Ilives, Vuori, Nyman [12], 장은혜, 최상섭, 이경화, 손진훈 [13]). 따라서 객관적 성능 평가 방법과 주관적 화질 평가 방법의 연결고리를 찾기 어려웠으며, 지금까지 독립적인 연구 분야로 취급되어왔다. 다시 말해서 객관적 화질 특성에 따른 주관적 선호도의 상관관계를 파악하여 제품 개발에 활용하기 어려웠다. 그러므로 객관적 화질 재현 성능이 이미지 선호도에 미치는 영향을 파악하여 감상자가 선호하는 화질에 대해 분석할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 디지털 카메라의 화질 평가 항목들을 규정하고 있는 국제표준협회(International Standard for Organization)의 객관적 화질 평가 요소들을 측정하고 이러한 수치들이 피실험자의 이미지 선호도와 어떠한 관계를 갖고 있는지 분석하고자 하였다. 즉 ISO에서 규정하고 있는 주관적 화질 평가 방법을 사용하여 이미지의 선호도를 측정하였으며 이러한 결과가 객관적 화질 평가 요소들과 어떠한 상관관계를 갖고 있는지 통계적으로 분석하였다. 이와 같은 결과는 화질을 향상시키는 요소를 분석할 수 있으며 단순한 고화질 추구를 위한 성능 개발뿐만 아니라 감상자가 선호하는 화질을 파악할 수 있는 실질적인 논문이 될 수 있을 것이다. 또한 화질을 객관적으로 정량화한 결과와 감상자

의 화질 선호도의 상관관계 연구가 제조사에 반영되어 최종적으로 제품 개발에 긍정적인 영향을 줄 수 있기를 기대한다.

2. 예비실험

본 논문에서는 효율적이고 신뢰성 있는 연구를 구축하기 위해 예비실험을 진행하였다. 본 논문에서는 객관적 화질 측정으로 ISO의 화질 평가 규격들 중에서 물리적으로 측정 가능한 요인으로 분류되는 네 가지 요소인 다이내믹 레인지(Dynamic range), 해상도(Resolution), 노이즈(Noise), 색재현력(ΔE)을 본 논문의 객관적 화질 평가 측정 항목으로 선정하였다. 이와 더불어 주관적 화질 평가 방법으로 이미지의 선호도를 측정하여 두 평가 항목간의 상관관계를 분석하고자 하였다[그림 2].

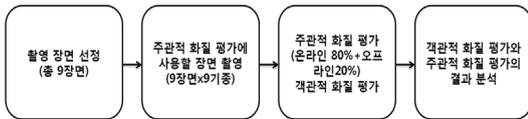


그림 2. 예비실험의 과정

2.1 촬영 장면 및 기종 선정

주관적 화질 평가에 사용되는 장면 선정을 위하여 실제 일반인들이 촬영하는 장면의 특성을 고려하였다. 장면 특성 분석을 위하여 온라인상의 사진들을 무작위로 1300장을 수집하고 분석하였다. 이러한 결과로 주관적 화질 평가에 사용할 장면은 대표성이 있는 실내 인물, 순광 인물, 역광 인물, 저조도 실내 풍경, 중조도 실내 풍경, 실내+실외 풍경, 맑은 날 풍경, 흐린 날 풍경, 야간 풍경으로 총 9장면을 선정하였다. 촬영에 사용된 디지털 카메라는 일반인들이 주로 사용하는 동급 9기종 콤팩트 카메라로 한정하였으며, 각 장면의 촬영은 기종의 특성상 자동 노출을 선택하였다[표 1].

표 1. 예비실험에 사용된 동급 9기종 콤팩트 카메라

삼성 WB550	삼성 ST550	파나 소닉 FX65	소니 W290	캐논 200IS	카시오 H10	후지 J30	니콘 S640	올림푸스 FE5020
12.0 Mega pixel	12.0 Mega pixel	12.7 Mega pixel	12.0 Mega pixel	12.0 Mega pixel	12.0 Mega pixel	10.0 Mega pixel	12.0 Mega pixel	12.0 Mega pixel
1/2.3" CCD								
24-240 mm	27-124 mm	25-125 mm	28-140 mm	24-120 mm	24-240 mm	28-140 mm	28-140 mm	24-120 mm

2.2 예비실험의 객관적 화질 평가

콤팩트 카메라의 객관적 화질 평가를 위하여 ISO에서 규정하는 디지털 카메라의 화질 측정 실험 환경과 방법을 준수하였다. 객관적 화질 측정 항목은 다이내믹 레인지, 해상도, 노이즈, 색재현력이며 구체적인 실험 환경은 다음 [표 2]와 같다.

표 2. 예비실험의 객관적 화질 평가 실험 환경과 조건

구분	ISO 권고 기준	본 실험 적용 방법
측정 공간 온도	23°C ± 2°C	23°C ± 2°C
측정 공간 습도	상대습도 (50 ± 20)%	상대습도 (50 ± 20)%
광원	CIE 표준광원 D55 또는 텅스텐(3050K)	D55
표준 차트	-ISO 12233의 해상도 차트 -ISO 15739의 광전변환함수와 노이즈 통합형 차트 (12패치 반사식 또는 20패치 투과식 차트)	-다이내믹 레인지, 노이즈: Kodak Q14 grayscale - ΔE 측정: GretagMacbeth 24 patch 차트 -ISO 12233의 SFR 해상도 차트
화이트밸런스	Custom 화이트 밸런스 적용	AW 화이트 밸런스 적용
화질모드	RAW, Tiff의 비압축 모드 우선	JPEG 파일
측정 프로그램	ISO 제공 플러그인 또는 동등 프로그램 사용가능	IMA™ Test 프로그램
노출	표준 차트의 제일 밝은 패치의 레벨 값이 255를 넘지 않도록 촬영	표준 차트의 제일 밝은 패치의 레벨 값이 255를 넘지 않도록 촬영
휘도 측정	정확한 광전변환함수 측정을 위해 각 패치의 휘도를 휘도계로 직접 측정	-
렌즈	각 카메라사의 전용렌즈를 사용하여 같은 초점거리로 촬영	각 카메라별 동일 초점거리 유지

ISO에서 권장하는 객관적 화질 평가 방법에 의하면 각 측정 항목별 차트를 최소 8회 이상 촬영한 값의 평균을 사용하도록 한다. 따라서 본 예비실험에서는 9기종의 다이내믹 레인지, 해상도, 노이즈, 색재현력을 측정하였으며 각 측정항목별 차트를 10회씩 촬영하고 그 결과의 평균값을 도출하였다. 화질 평가 프로그램은 이마테스트(IMATM Test)를 사용하였다. 다음 [표 3]은 9기종별 객관적 화질 평가의 10회 평균값이다.

표 3. 예비실험의 객관적 화질 평가 결과

	다이내믹 레인지 (stop)	해상도 (LW/PH)	노이즈	색재현력 (ΔE)
캐논 200IS	9.1	1071	1.2	9.5
카시오 EX H10	9.4	980	1.6	10.2
후지 J30	9.2	1013	1.4	8.6
니콘 S640	10.5	970	1.9	10.1
올림푸스 FE 5020	9.1	953	1.2	10.7
파나소닉 FX65	10.7	1038	1.2	6.8
삼성 St550	9.5	1134	1.0	4.8
삼성 Wb550	9.4	1025	1.2	5
소니 W290	10.5	1074	1.3	7.6

2.3 예비실험의 주관적 화질 평가

① 실험 환경

본 예비실험의 주 기종인 콤팩트 카메라의 사진은 대부분 모니터로 본다는 점을 감안하여 화질 평가의 환경으로 소프트카피 테스트 방식을 선택하였다. 소프트카피 테스트는 오프라인 테스트와 온라인 테스트를 20:80의 비율로 병행하였다. 실험 인원은 교정시력이 1.0이상이며 색맹테스트를 통과한 학부생 총 100명을 선정하였다.

- ㄱ. 오프라인 테스트 환경: ISO 3664에서 규정한 사진의 관찰 환경 조건을 준수하였다. 실험에 사용된 모니터는 ELZOTM CG241W이며 Spyder3TM를 이용하여 캘리브레이션(Calibration) 하였다.
- ㄴ. 온라인 테스트 환경: 온라인 테스트는 설문자 간 환경이 다르므로 표집 인원의 수를 늘렸다. 또한

실험 시작 시점에 환경 조건을 제시하여 모니터를 교정하도록 하였다.

② 실험 방법

동급 기종의 콤팩트 카메라 화질 평가는 기종 별 차이가 적음을 감안하여 자극 이미지의 상대적인 관계를 서열화하는 자극 비교 방법(Stimulus Comparison Methods; SCM)으로 실시하였다. 두 장의 화질 비교 실험은 일반적으로 1:1 비교 방법을 사용하지만 자극의 수가 많음을 감안하여 3자 비교 방법을 사용하였다. 전체 문항 수는 108개로 실험 시간은 총 40분가량 소요되었으며 실험에 사용된 모든 자극은 반복이 없는 조합으로 무선적으로 제시되었다. 실험의 방법은 관찰자에게 동시에 제시되는 세 장의 사진 중에서 화질 만족도가 높다고 생각되는 사진부터 순서대로 선택하게 하였다.

③ 결과 분석

통계 분석 프로그램 PASW Statistic18을 사용하여 주관적 화질 평가 실험 결과를 분석하였다. 기술 통계 방법을 이용하여 전체 장면에 대한 기종 별 선호도를 분석하였다.

- ㄱ. 분석 데이터: 100건의 설문 결과 중 정상적으로 완료되지 않은 4건의 설문 결과를 제외한 총 96건의 결과를 최종 분석용 데이터로 선택하였다. 각 사진 별 점수는 순위대로 3점, 2점, 1점씩 부여하였으며, 각각 4회씩 노출되어 총합을 계산하였으므로 하나의 자극 당 최고점 12점, 최저점 4점으로 하였다.
- ㄴ. 기종 별 전체 선호도의 분석: 기종 별 전체 선호도를 분석한 결과, 소니 W290의 전체 선호도(평균: 9.01, 표준 편차: 1.803)가 가장 높게 나타났으며, 삼성 St550이 전체 선호도(평균: 8.89, 표준 편차: 1.569) 2위, 삼성 Wb550이 전체 선호도(평균: 8.77, 표준 편차: 2.105) 3위로 나타났다. 또한 캐논 200IS가 전체 선호도(평균: 7.97, 표준 편차: 1.724)가 가장 낮게 나타났다. 기종 별 선호도 평균 분석 결과는 [표 4]를 통해 확인할 수 있다.

표 4. 기종 별 선호도 평균 분석 결과

순위	기종	평균	N	표준 편차	최소 값	최대 값	분산	전체 퍼센트
1	소니 W290	9.01	7420	1.803	4	12	3.25	12.8%
2	삼성 St550	8.89	7429	1.569	4	12	2,463	12.6%
3	삼성 Wb550	8.77	7085	2.105	4	12	4,433	11.9%
4	파나소닉 FX65	8.38	6948	1.527	4	12	2.33	11.1%
5	카시오 EX H10	8.36	6806	1.852	4	12	3,429	10.9%
6	후지 J30	8.16	6606	1.97	4	12	3,881	10.3%
7	올림푸스 FE 5020	8.08	6678	1.615	4	12	2,608	10.3%
8	니콘 S640	8.06	6627	1.691	4	12	2,861	10.2%
9	캐논 200IS	7.97	6527	1.724	4	12	2,972	9.9%
합계		8.42	62126	1.809	4	12	3,272	100%

2.4 예비실험의 객관적/주관적 화질 평가의 순위 비교

예비실험에서 측정한 객관적 화질 평가 요소 측정 수치와 주관적 화질 평가 결과 간의 범주 차이와 상관관계 항목의 불일치로 인해 모수적 통계 비교가 불가능하였다. 따라서 비모수적 통계방법인 서열간의 상관관계를 살펴보았다. 다음 [표 5]는 기종별 평균 선호도와 다이내믹 레인지, 해상도, 노이즈, 색재현력의 수치에 의한 단순 순위를 비교한 것이다. 그 결과 평균 선호도가 높다고 하여 객관적 화질 평가 요소들의 순위가 반드시 높은 것은 아니었다. 이러한 결과는 비교 대상인 9개의 동급 기종 콤팩트 카메라들이 각 요소별 수치가 비슷하기 때문에 나타날 수 있는 현상으로도 해석이 가능하였다.

표 5. 평균 선호도와 객관적 화질 평가요소 간의 순위 비교

기종	평균 선호도	다이내믹 레인지 (stop)	해상도 (LW/PH)	노이즈	색재현력 (ΔE)
소니 W290	1	2	2	6	4
삼성 St550	2	4	1	1	1
삼성 Wb550	3	5	5	3	2
파나소닉 FX65	4	1	4	2	3
카시오 EX H10	5	6	7	8	8
후지 J30	6	7	6	7	5
올림푸스 FE5020	7	9	9	5	9
니콘 S640	8	3	8	9	7
캐논 200IS	9	8	3	4	6

또한 다음 [그림 3]은 예비실험의 평균 선호도 순위와 객관적 화질 평가 요소들의 순위를 그래프로 나타낸 것이다.

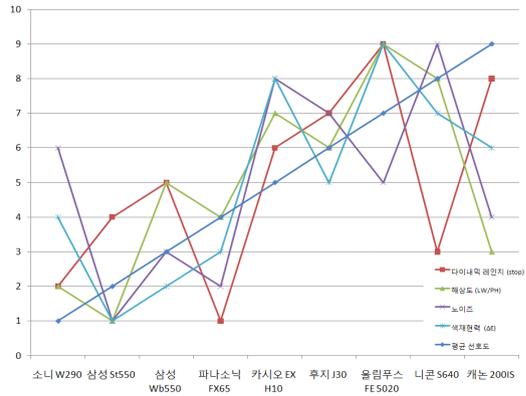


그림 3. 평균 선호도와 객관적 화질 평가요소 간의 순위 그래프

각 기종에 따라 평균 선호도가 나타내는 직선 위로 존재하는 객관적 화질 평가의 항목들은 객관적 화질 평가의 수치는 낮지만 감상자들의 선호도는 높다는 것을 의미한다. 또한 평균 선호도의 직선 아래로 존재하는 객관적 화질 평가의 항목들은 객관적 항목의 수치는 높지만 감상자들의 선호도는 낮다는 것을 의미한다. 예를 들어, 소니의 W290은 객관적 요소들의 수치는 낮지만 선호도는 높으며, 캐논의 200IS는 선호도는 낮지만 객관적 요소들의 수치는 높은 것을 알 수 있었다. 하지만 평균 선호도와 객관적 화질 평가 요소들 간의 통계적인 상관관계를 도출하는 것은 불가능하였다. 따라서 앞서 언급하였듯이, 비교 대상이 동급 기종 콤팩트 카메라들이므로 각 요소별 수치가 비슷하기 때문에 나타날 수 있는 현상으로도 분석할 수 있으므로 본 실험에서는 이 이미지 센서별 다양한 기종을 선택하여 객관적 화질 평가 요소들과 주관적 선호도의 상관관계를 분석할 수 있도록 구축하였다. 이러한 본 실험의 설계는 예비실험을 통해 분석된 내용을 기반으로 하여 선호도에 영향을 미치는 요소들 간의 상관관계 분석이 가능한 방법으로 설계되었다.

3. 본 실험

3.1 촬영 장면 및 기종 선정

본 실험에 사용된 장면은 예비실험의 분석 결과를 바탕으로 동일한 장면을 선정하였다. 따라서 본 실험에서는 객관적 화질 평가 항목 간 의미 있는 차이가 나타나게 센서 사이즈별 풀프레임(Full-Frame), APS-C (Advanced Photo System type-C), 하이브리드 (Hybrid), 콤팩트의 다양한 카메라 기종을 선정하였다. 각 장면의 촬영은 입사식 노출계를 기준으로 동일하게 유지하였으며, 표준렌즈를 사용하여 피사체와의 거리, 화각 등을 최대한 일정하게 유지하여 촬영하였다. 그러나 콤팩트 카메라는 기종의 특성상 자동 노출을 선택하였으며 최대한 동일한 화각을 유지하고 자동 장면인식 (Scene-Recognition)기능은 해제하여 촬영하였다[표 6][표 7].

표 6. 본 실험에 사용된 다양한 기종의 카메라

캐논 5dmk2	캐논 500D	니콘 D300	삼성 NX10	올림푸스 PEN	소니 W290	파나소닉 FX65
						
21.1 Mega pixel	15.1 Mega pixel	12.3 Mega pixel	14.6 Mega pixel	12.3 Mega pixel	12.0 Mega pixel	10.0 Mega pixel
36x24 mm CMOS	22.3x 14.9mm CMOS	23.6x 15.8mm CMOS	23.4x 15.6mm CMOS	4/3" CCD	1/2.3" CCD	1/2.3" CCD

표 7. 예비실험에 선정된 장면의 예



3.2 본 실험의 객관적 화질 평가

객관적 화질 평가를 위하여 ISO에서 규정하는 디지털 카메라의 화질 측정 실험 환경과 방법을 준수하였다. 구체적인 실험환경은 앞서 언급한 예비실험의 객관적 화질 평가 방법인 [표 2]와 같다. 객관적 화질 측정 항목은 다이내믹 레인지, 해상도, 노이즈, 색재현력이며 구체적인 수치는 다음 [표 8]과 같다.

표 8. 본 실험에 사용된 카메라의 객관적 화질 평가

	다이내믹 레인지 (stop)	해상도 (LW/PH)	노이즈	색재현력 (ΔE)
캐논 5dmk2	10.4	1048.2	0.6	5.0
캐논 500D	10.5	960.8	0.7	4.9
니콘 D300	12.7	873.4	0.6	6.1
삼성 NX10	10.2	1139.2	0.7	8.4
올림푸스 PEN	10.3	934	1.1	15.4
파나소닉 FX65	10.7	1038	1.18	6.8
소니 W290	10.5	1073.6	1.32	7.6

3.3 본 실험의 주관적 화질 평가

① 실험 환경

예비실험과 동일한 소프트카피 테스트 방식을 선택하였으며, 오프라인 테스트와 온라인 테스트를 20:80의 비율로 병행하였다. 오프라인과 온라인 테스트 환경은 예비실험의 조건과 동일하게 진행하였다. 실험 인원은 교정시력이 1.0이상이며 색맹테스트를 통과한 학부생 총 100명을 선정하였다.

② 실험 방법

본 실험은 세 개의 자극을 동시에 제시하는 삼자 비교 방법을 사용하였다. ISO 20462에 의하면 1:1 비교 방법과 삼자 비교 방법에 의해 얻어진 결과는 연관성이 높고 결과의 반복성 또한 같다고 하였다. 따라서 1:1 비교법으로 설문한다고 가정하였을 때, 총 189개의 질문을 삼자 비교 방법을 사용하여 63개로 줄일 수 있었다. 즉, 기종이 7개이고 장면이 9개인 경우, 중복이 없는 (1,

2, 4), (2, 3, 5), (3, 4, 6), (4, 5, 7), (5, 6, 1), (6, 7, 2), (7, 1, 3)의 조합으로 7*9=63개로 나타낼 수 있었다. 여기서 숫자들은 카메라의 기종들을 의미한다. 이러한 방법을 사용하여 화질 평가에 필요한 이미지들의 조합수를 감소시켜 감상자들의 스트레스를 줄일 수 있었다.

③ 결과 분석

통계 분석 프로그램 PASW Statistic18을 사용하여 주관적 화질 평가 실험 결과를 분석하였다. 기술 통계 방법을 이용하여 전체 장면에 대한 기종 별 선호도를 검정하였다.

ㄱ. 분석 데이터: 100건의 설문 결과 중 정상적으로 완료되지 않은 건의 설문 결과를 제외한 총 95건의 결과를 최종 분석용 데이터로 선택하였다. 각 사진 별 4회씩 노출되며 자극 당 최고점 12점, 최저점 4점이다.

표 9. 기종 별 선호도 평균 분석 결과

순위	기종	평균	N	표준 편차	최소 값	최대 값	분산	전체 퍼센트
1	캐논 5dmk2	11.3	7420	1.563	4	12	4.08	15.67 %
2	파나소닉 FX65	11.18	7429	1.329	4	12	3.293	15.48 %
3	소니 W290	11.06	7085	1.865	4	12	5.263	14.77 %
4	캐논 500D	10.67	6948	1.287	4	12	5.089	13.97 %
5	올림푸스 PEN	10.65	6806	1.612	4	12	4.529	13.77 %
6	삼성 NX10	10.45	6606	1.73	4	12	4.711	13.27 %
7	니콘 D300	10.37	6678	1.375	4	12	3.438	13.07 %
합계		10.81	48972	1.54	4	12	4.93	100%

ㄴ. 기종 별 전체 선호도의 분석: 기종 별 전체 선호도를 분석한 결과 캐논 5dmk2의 전체 선호도(평균: 11.3, 표준 편차: 1.563)가 가장 높게 나타났으며, 파나소닉 FX65(평균: 11.18, 표준 편차: 1.329), 소니 W290(평균: 11.06, 표준 편차: 1.865), 캐논 500D(평균: 10.67, 표준 편차: 1.287), 올림푸스 PEN(평균: 10.65, 표준 편차: 1.612), 삼성 NX10

(평균: 10.45, 표준 편차: 1.73), 니콘 D300(평균: 10.37, 표준 편차: 1.375)의 순서대로 나타났다. 기종 별 선호도 평균 분석 결과는 [표 9]를 통해 확인할 수 있다.

3.4 본 실험의 객관적/주관적 화질 평가의 순위 비교

앞서 예비실험에서 검증한 가설로써 객관적 화질 평가 항목들의 순위와 사진의 선호도 순위 간에는 통계적으로 의미 있는 관계를 도출할 수 없었다. 왜냐하면 객관적 화질 평가 항목마다 측정된 수치의 단위가 다르며 주관적 화질 평가 결과의 순위와의 범주 차이로 인해 통계적인 상관관계 비교가 불가능하였기 때문이다. 따라서 본 실험에서는 7개의 다양한 센서 사이즈별 카메라들의 선호도와 다이내믹 레인지, 해상도, 노이즈, 색재현력의 수치를 기준으로 한 단순 순위를 비교하였다.

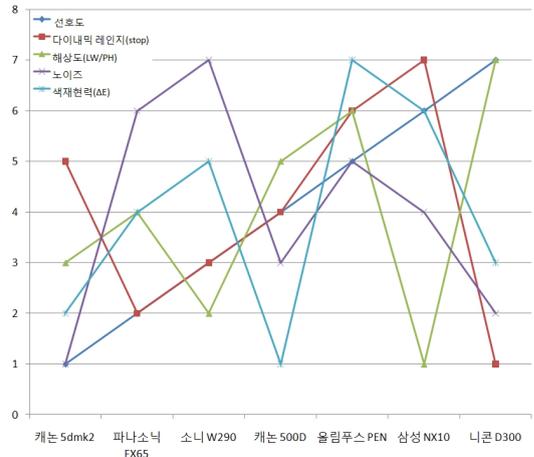


그림 4. 평균 선호도와 객관적 화질 평가요소 간의 순위 그래프

위의 [그림 4]는 선호도와 객관적 화질 평가 요소들의 순위를 그래프로 나타낸 것이다. 예비실험의 결과와 유사하게 각 기종에 따라 선호도가 나타내는 직선 위로 존재하는 객관적 화질 평가의 항목들은 객관적 화질 평가의 수치는 낮지만 감상자들의 선호도는 높다는 것을 의미한다. 또한 선호도의 직선 아래로 존재하는 객관적 화질 평가의 항목들은 객관적 항목의 수치는 높지만 감상자들의 선호도는 낮다는 것을 의미한다. 또한 선호도

와 객관적 화질 평가 요소들 간의 통계적인 상관관계를 도출하는 것은 불가능하였다. 예를 들어 캐논의 5dmk2의 경우, 객관적 요소들의 수치는 낮지만 선호도는 가장 높으며, 니콘 D300의 경우, 선호도는 낮지만 객관적 요소들의 수치는 높은 것을 알 수 있었다. 선호도 2위와 3위로 나타난 파나소닉 FX65와 소니 W290의 경우, 콤팩트 카메라로써 객관적 화질 평가의 수치가 다른 기종들에 비해 낮음에도 불구하고 감상자들의 선호도는 높게 나타난 것을 알 수 있었다.

표 10. 객관적/주관적 화질 평가의 순위 비교

	선호도	다이내믹 레인지 (stop)	해상도 (LW/PH)	노이즈	색재현력 (ΔE)
캐논 5dmk2	1	5	3	1	2
파나소닉 FX65	2	2	4	6	4
소니 W290	3	3	2	7	5
캐논 500D	4	4	5	3	1
올림푸스 PEN	5	6	6	5	7
삼성 NX10	6	7	1	4	6
니콘 D300	7	1	7	2	3
p-value (0.1)	-	0.456	0.517	0.671	0.584

본 실험의 결과는 예비실험에서 나타난 결과와 유사하며 객관적 화질 평가 항목들의 순위와 선호도 순위 간에 통계적으로 의미 있는 관계를 도출할 수 없었다 [표 10]. 또한 비모수적 상관관계 분석 방법인 스피어맨의 순위서열 상관관계(Spearman's rank order correlation) 분석을 통하여 p 값을 검증하였다. 그 결과 선호도와 각각의 객관적 화질 평가 요소들 간의 통계적인 상관관계 유의성은 발견되지 않았다.

4. 결론

본 논문은 예비실험과 본 실험의 통계적 분석 결과를 통해서 객관적 화질 평가의 수치만으로 감상자들의 최종적인 선호도 결정에 영향을 미치는 요소들과 그 정도를 분석할 수 없다는 결론을 얻었다. 하지만 평균 선호

도와 객관적 화질 평가요소 간의 순위 그래프를 통해서 감상자들의 이미지의 선호도가 높을 때 상응하는 객관적 화질 평가 요소들이 존재한다는 것을 알 수 있었다. 왜냐하면 화질은 이미지의 객관적 화질 속성과 정신 물리학적 인지 과정의 총체적인 인상이기 때문이다. 따라서 제조사가 쉽게 이해할 수 있는 객관적 화질 평가 요소들을 선호도 평가의 측정 항목으로 도입하여 화질을 평가할 필요가 있다. 즉 객관적 화질 평가 항목들을 주관적 화질 평가의 문항으로 사용하며 일반인들이 사용하는 언어로 표현하게 된다면 감상자의 최종 선호도에 영향을 미치는 요소들 간의 상관관계를 분석할 수 있을 것이다. 그러므로 향후 연구를 통해 두 가지 화질 평가 방법을 통합화하는 객관적 화질 평가 요소들을 기반으로 하는 주관적 화질 평가 모형을 연구할 필요가 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] J. Clark, D. Hertel, B. Hultgen, and L. Scarff, *Subjective and Objective Image Quality Evaluation*, CPIQ Working Group Workshop, 2006.
- [2] 노연숙, “사진의 감성적 만족도에 근거한 주관적 화질 평가 방법 연구”, 중앙대학교 첨단영상대학원 박사학위논문, 2010.
- [3] N. E. Dalal, R. Rasmussen, F. Nakaya, A. P. Crean, and M. Sato, “Evaluating the overall image quality of hardcopy output,” IS&T PICS conference, 1998.
- [4] *ISO 12233 Photography-Electronic Still-picture Cameras-Resolution measurements*, International Standard Organization, 2000.
- [5] *ISO 15739 Photography-Electronic still-picture imaging-Noise measurements*, International Standard Organization, 2003.
- [6] 김선주, “디지털 카메라의 최적 화질 평가에 관한 연구”, 연세대학교 공학대학원 전자공학 전공 석

사학위논문, 2006.

- [7] *CPIQ Initiative Phase 1 White Paper, Fundamentals and review of considered test methods*, International Imaging Industry Association, 2007.
- [8] *ISO 14524 Photography-Electronic Still-picture Cameras-methods for measuring Opto-Electronic Conversion Functions (OECFs)*, International Standard Organization, 2005.
- [9] *ITU-R Rec. BT. 500-11. Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures*. International Telecommunication Union, 2002.
- [10] *ISO 20462 Photography - Psychophysical experimental methods to estimate image quality*. International Organization for Standardization. 2004.
- [11] 정우현, 한재현, 박수진, 신수진. "사진의 시각적 속성 평가와 감성 반응의 비교를 통한 감성모형 검증", 한국사진학회지, 제15호, pp.52-59, 2006.
- [12] J. Radun, T. Leisti, J. Häkkinen, H. Ojanen, J. L. Ilives, T. Vuori, and Göte Nyman, "Content and Quality: Interpretation - Based Estimation of Image Quality," *ACM Transactions on Applied Perception*, Vol.4, No.4, p.21. 2008.
- [13] 장은혜, 최상섭, 이경화, 손진훈, "TV 화질에 대한 감성평가 척도 개발", 감성과학회지, 제12권 제1호, pp.121-12, 2009.

저 자 소 개

하 동 환(Dong-Hwan Har)

정회원



- 1993년 : Brooks Institute of Photography, Industrial/ Scientific Photography(B.A.)
- 1994년 : Ohio University, Visual Communication(M.A.)
- 2005년 : 한양대학교 교육대학원(Ph.D)

▪ 1999년 ~ 현재 : 중앙대학교 첨단영상대학원 교수
 <관심분야> : 과학사진, 특수영상

박 형 주(Hyung-Ju Park)

정회원



- 2003년 : 중앙대학교 사진학과 (미술학사)
- 2007년 : Brooks Institute of Photography, Industrial/ Scientific Photography(M.S.)
- 2011년 : 중앙대학교 첨단영상대학원 첨단영상학과 박사

▪ 현재 : 첨단영상대학원 영상학과 강사
 <관심분야> : 디지털사진, 화질측정, 감성평가