

객관적인 화질 평가 방법에 관한 연구 : 동적 폭, 노이즈, 해상도, 색재현성, 선호도 Objective Image Quality Measurement Model

: Focus on Dynamic Range, Noise, Resolution, Color Reproduction, and Preference

박형주, 하동환

중앙대학교 첨단영상대학원 영상학과

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

요약

본 연구는 객관적인 화질 평가 요소들과 선호도를 기반으로 한 주관적 화질 평가 모형을 구축하여 감상자들의 화질에 대한 선호도를 객관적 요소들로 분석할 수 있도록 하였다. 즉 제조사들이 이해하기 쉬운 객관적 화질 평가 요소들을 선정하고, 이와 같은 요소들을 질문하는 문항을 기반으로 하여 사진의 품질을 평가하는 방식으로 주관적 화질 평가 모형을 구축하였다. 또한 화질 평가에 사용되는 실제 사진을 일반인들이 주로 촬영하는 장면인 인물사진으로 선택하여 실험결과와 일반화와 타당성을 추구하고자 하였다. 본 실험의 주관적 화질 평가 모형을 통하여 감상자들이 선호하는 화질을 평가하고 그 결과가 최종적인 사진의 선호도에 어떠한 상관관계를 갖으며 영향을 미치는지 분석하였다. 이와 같은 상관관계 분석을 통하여 감상자가 선호하는 화질에 대해 파악하고 화질을 향상시키는 요소를 분석할 수 있었다. 그 결과 선호도와 가장 상관관계가 높은 변수는 색재현력, 다이내믹 레인지, 노이즈, 해상도 순이었으며, 인물 사진 자극의 특성상 색재현력과 선호도가 가장 높은 수준의 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 단순 수치화된 객관적 화질 평가 요소들을 언어로 확장시켜, 선호도에 기반을 둔 주관적 화질 평가 모형을 제시함으로써 일반 사용자와 제조사 모두가 쉽게 이해할 수 있는 새로운 방식의 접근이라고 할 수 있다.

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

Abstract

We propose that a subjective image quality assessment based on objective image quality factors in order to evaluate objectively preference of consumers. In other words, we define objective image quality factors which are easy to accept by manufacturers and they are composed of subjective image quality assessment questionnaires. Also, portrait image is selected by stimulus in order to pursue easiness of evaluation for the general subjects. Throughout a subjective image quality assessment model, we evaluate recognition of image quality by consumers and analyze the effectiveness of correlation in terms of the final image quality preference. Analyzing the relationship between image quality factors, we can figure out the preferable image quality and confirm the positive effects on consumers' recognition of image quality. In the results, there are strong relationship between preference and color reproduction, dynamic range, noise, and resolution respectively. especially, the characteristic of portrait, there is high correlation between color reproduction and preference.

■ keyword : | Digital Camera | Image Quality | Preference | Objective Measurement | Subjective Assessment |

* 본 논문은 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF)-2012-32A-G00024.

접수번호 : #120529-002

심사완료일 : 2012년 07월 31일

접수일자 : 2012년 05월 29일

교신저자 : 하동환, e-mail : dhhar@cau.ac.kr

1. 서론

1975년 코닥사의 스티븐 세손이 개발한 세계 최초의 디지털 카메라를 시작으로 기존의 필름 카메라 시장은 디지털 카메라라는 새로운 패러다임으로 전환되기 시작하였다. 이후 디지털 카메라는 고품질 저가격화를 통해 급속히 확산되었으며 간편하게 촬영하고 고화질의 이미지를 감상할 수 있는 생활필수품으로 정착하게 되었다[1]. 또한 디지털 기술의 발전과 더불어 급성장한 디지털 카메라의 보급률은 전문가뿐만 아니라 일반 소비자들에게까지 그 범위를 넓혔다. 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 품질만족을 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.

소비자들이 화질에 대해 평가하는 과정에는 이미지의 객관적인 속성과 정신 물리학(Psychophysics)적 인지 과정이 함께 작용하며, 그에 따른 주관적인 반응이 화질에 대한 최종 선호도로 나타난다. 따라서 최종적인 화질이 소비자에 의해 주관적으로 평가되었다 하더라도 그 결과에는 이미 사진을 구성하기 위해 사용된 다양한 객관적인 화질 속성들이 통합적으로 작용한 결과인 것이다. 그러므로 소비자가 실제로 인지한 향상된 화질을 표현할 수 있는 평가 방법이 필요하다[2].

따라서 본 연구에서는 객관적인 화질 평가 요소들을 기반으로 한 주관적 화질 평가 모형을 구축하여 감상자들의 선호도를 최대한 객관적으로 판단할 수 있도록 하였다. 감상자가 인지하는 사진의 화질 선호도를 측정하기 위해서는 객관적 화질 평가와 주관적 화질 선호도 평가가 유기적으로 이루어져야 한다. 이와 같은 필요성으로 인하여 본 연구에서는 제조사들이 이해하기 쉬운 객관적 화질 평가 요소들을 정의하고, 이와 같은 요소

들을 설명하는 문항을 기반하여 사진의 품질을 질문하는 방식으로 주관적 화질 평가 모형을 구축하였다. 본 연구에서는 객관적으로 디지털 카메라의 화질 평가 항목들을 규정하고 있는 국제표준협회(International Standard for Organization)의 화질 평가 규격들 중에서 물리적인 요인으로 분류 가능한 네 가지 요소인 다이내믹 레인지(Dynamic Range), 해상도(Resolution), 노이즈(Noise), 색재현력(ΔE)을 본 연구의 주관적 화질 평가의 질문 항목으로 선정하였다. 또한 화질 평가에 사용되는 실제 사진 자극을 일반인들이 주로 촬영하는 장면인 인물사진을 선택하였다. 본 연구의 주관적 화질 평가 모형에 사용된 인물 사진은 인물이 50%의 비중으로 포함되어 있는 장면으로서 감상자들이 화질을 평가할 때, 주로 인물의 피부톤, 피부색, 피부표현 등을 위주로 평가할 수 있도록 유도하여 실험자극에 대한 평가 요소를 명확히 구체화하였다. 이러한 방식으로 구축한 주관적 화질 평가 모형은 일반 사용자가 이해하기 쉬운 용어들로 구성되어야 한다. 따라서 객관적 화질 평가 요소들을 자극으로 제시하였을 때, 일반 사용자들이 지각한 변화를 어휘로 표현하게 하는 과정이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 이와 같은 설문 과정을 거쳐 나타난 결과를 활용하여 일반인들이 가장 많이 사용하는 어휘를 선택하였으며, 화질의 선호도를 묻는 주관적인 화질 평가 모형을 구축하였다. 이는 기존의 연구가 주로 감성의 변화에 기반을 둔 주관적 화질 평가 모형으로써 화질을 형용사 위주로 평가하였던 방식을 벗어나, 단순 수치화된 객관적 화질 평가 요소들을 언어로 확장시켜, 일반 사용자와 제조사 모두가 쉽게 이해할 수 있는 주관적 화질 평가 모형을 구축한 새로운 방식의 접근이라고 할 수 있다. 또한 본 연구에서 제안하는 주관적 화질 평가 모형을 통하여 감상자들이 인지하는 화질을 평가하고 그 결과가 최종적으로 사진의 선호도에 어떠한 관계를 갖으며 영향을 미치는지 분석한다. 이와 같은 상관관계를 통해 감상자가 선호하는 화질에 대해 파악하고 화질을 향상시키는 요소를 분석할 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

Engeldrum[3]은 통합 화질 원형 모델(The Complete Image Quality Circle)을 통해 기술 변수로 정의할 수 있는 객관적인 화질 구성 요소, 물리적으로 조정 가능한 파라미터, 소비자의 화질에 대한 인지력, 최종 소비자의 품질 선호도를 기반으로 최종적인 소비자들의 화질 선호도를 평가할 수 있다고 하였다. 이러한 모형화 과정을 통해 도출된 각각의 변수들은 결국 소비자의 화질 선호도와 연관되며 이들은 서로 강한 상관관계를 갖는다[3].

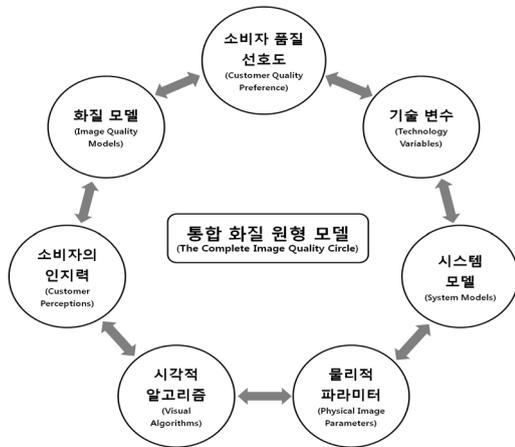


그림 1. Engeldrum의 통합 화질 원형 모델

통합 화질 원형 모델을 통하여 Engeldrum은 소비자들이 선호하는 사진의 품질을 개발자들이 이해하고 제품에 적용할 수 있도록 제안하였다. 위 [그림 1]에서 통합 화질 원형 모델을 도식화한 내용을 확인할 수 있다. 하지만 이와 같은 연구는 하나의 통합화된 개념의 모형으로써 실제 소비자의 화질 선호도를 측정할 수 있는 주관적 화질 평가 방법이나 객관적 화질 평가의 요소들을 규정하지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 통합형 주관적 화질 평가 모형을 구축하기 위해 객관적 화질 평가의 요소를 화질 평가 항목으로 도입하고 주관적 선호도와와의 상관관계를 기반으로 화질을 분석하는 모형을 구축하였다.

박형주[4]에 의하면, 객관적 화질 평가 항목들의 순위

와 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 비모수적 상관관계 분석 방법인 스피어맨의 순위서열 상관관계(Spearman's rank order correlation) 분석을 통하여 p 값을 검증하였으나 선호도와 각각의 객관적 화질 평가 요소들 간의 통계적인 상관관계 유의성은 발견되지 않았다[표 1][4].

표 1. 객관적/주관적 화질 평가의 순위 비교

| | 선호도 | 다이나믹 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 |

하지만 평균 선호도와 객관적 화질 평가요소 간의 순위 분석을 통해 감상자들의 이미지 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 본 연구를 통해 두 가지 화질

평가 방법을 통합화하는 객관적 화질 평가 요소들을 기반으로 하는 주관적 화질 평가 모형을 구축하였다.

III. 실험 설계 및 분석

1. 주관적 화질 평가 모형 구축

(1) 화질 평가 모형의 실험 자극

주관적 화질 평가에 사용될 장면 선정은 일반인들의 촬영 장면 빈도수를 분석하여 진행하였다. 장면 특성 분석을 위하여 온라인상의 사진들을 무작위로 1300장을 수집하고 분석한 결과, 일반인들이 주로 촬영하는 장면의 빈도수는 인물 사진(87%), 비인물 사진(13%)로 인물 사진이 높은 비율을 차지하였다[4]. 따라서 본 실험에서는 인물 사진에서 인물이 50%의 비중으로 포함되어 있는 장면을 일반인들이 가장 많이 촬영하는 전형적인 인물 사진으로 선정하였다.

촬영에 사용된 디지털 카메라는 일반인들이 주로 사용하는 센서 사이즈별 풀프레임(Full-Frame), APS-C(Advanced Photo System type-C), 하이브리드(Hybrid), 콤팩트의 다양한 카메라 7 기종을 선정하였다. 각 장면의 촬영은 입사식 노출계로 측정하여 동일하게 유지하였으며, 각 센서 사이즈에 상응하는 표준렌즈를 사용하여 동일한 화각이 되는 거리로 각 카메라를 위치하여 촬영하였다. 노출 조절이 가능한 카메라들은 수동으로 조절하였으며 콤팩트 카메라는 기종의 특성상 프로그램 자동 노출을 선택하여 최대한 동일한 화각을 유지하고 자동 장면인식(Scene-Recognition)기능은 해제하여 촬영하였다[표 2].

표 2. 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 |

(2) 화질 평가 모형의 설문 설계

박형주(2012)는 객관적 화질 측정 요소들을 바탕으로 자극 이미지를 제작한 다음 감상자가 지각한 느낌을 형용사로 서술하게 하였다. 설문을 통해 분석된 우선순위 형용사들은 ‘선명하다’, ‘흐릿하다’, ‘깨끗하다’, ‘밝다’, ‘뚜렷하다’, ‘어둡다’이며, 이와 같은 결과를 활용하여 주관적 화질 평가 모형 설계에 반영할 수 있다고 하였다[2]. 따라서 본 연구는 화질 평가 모형의 설문지를 다음과 같이 구성하였다. 먼저, 해상도와 관련된 질문은 질문 자체에 해상도에 관한 개념을 설명하였고 해상도가 변화되었을 때, 감상자들이 가장 많이 선택한 ‘선명하다’와 그 반의어인 ‘흐릿하다’를 짝지어 5점 척도로 평가하게 하였다. 노이즈와 관련된 질문은 질문 자체에 노이즈의 개념을 포함하여 ‘입자’라는 단어를 사용하였으며 이를 평가할 수 있는 형용사로써 ‘거칠다’와 반대되는 ‘부드럽다’와 짝을 지어 5점으로 평가하도록 하였다. 다이내믹 레인지 항목과 관계된 질문은 일반인들에게 다이내믹 레인지의 정의인 ‘사진의 가장 밝은 부분부터 어두운 부분까지 풍부하게 표현되거나 부족하게 표현된 것처럼 느껴지는 정도’라는 문구를 제시하였다. 그리고 이러한 의미에 어울리는 ‘풍부하다’와 ‘부족하다’를 짝지어 평가하도록 하였다. 마지막으로 색재현력과 전체 선호도에 관한 질문은 감상자가 직관적으로 느끼는 선호 정도를 평가하게 하였다. 5점 척도의 ‘안 좋다’와 ‘좋다’로 전체적인 색상과 화질의 좋고 나쁨을 물어보는 질문으로 완성하였다. 그리고 주관적 화질 평가를 통해 제시된 자극들에 대한 직관적인 느낌을 선택하도록 하였다. 실제 설문에 사용된 문항의 예는 다음 [그림 2]와 같다. ISO 20462(2004)에 의하면 훈련받지 않은 감상자들이 실제로 전체 사진의 품질을 결정하는데 있어 기준 자극을 특성화하는 것이 바람직하다고 제안하였다[5]. 따라서 본 연구에서는 일반 감상자들이 화질을 관찰하고 평가하는 기준을 객관적인 화질 평가 요소들로 구성하였고 이는 설문을 통해 일반인들이 이해하기 쉬운 언어로 나타내었다. 또한 설문에 응하는 사람들이 깊이 생각하거나 특별한 것을 찾아보기 이전 5~6초 내에 ‘무의식적으로’ 즉시 대답하게 유도함으로써 감상자들이 작위적으로 응답할 가능성을 낮추고 직관적 평가

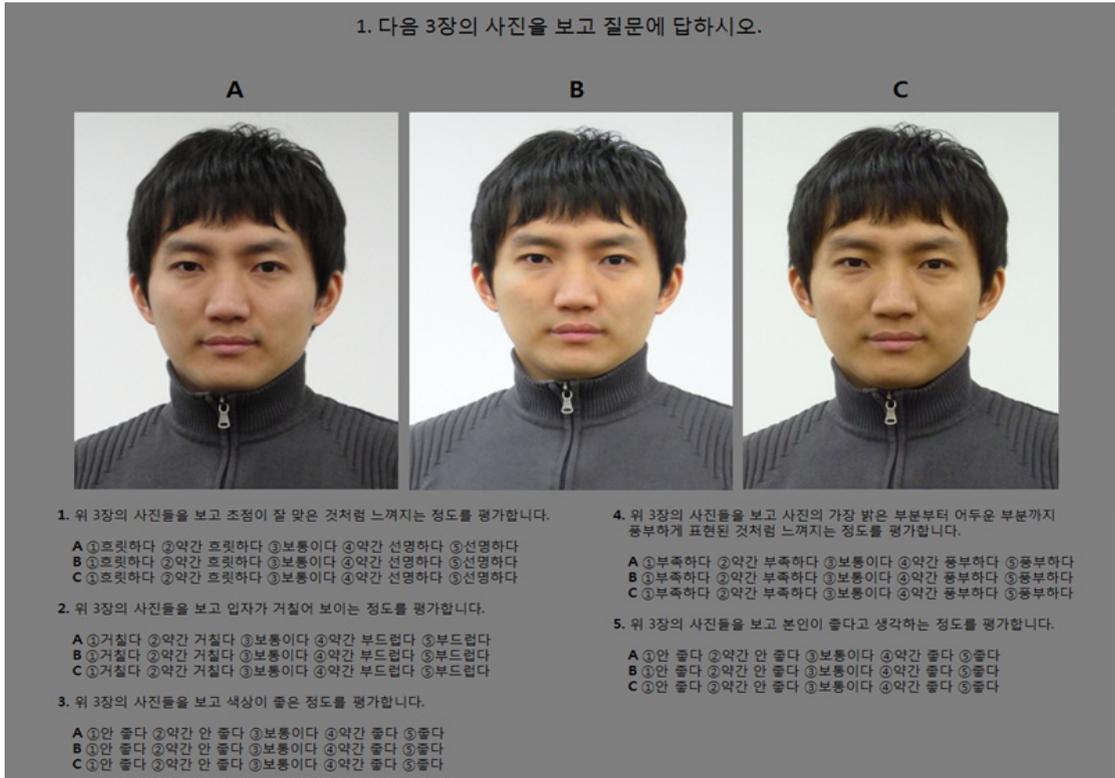


그림 2. 주관적 화질 평가의 예시

를 하도록 지시하였다.

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. 즉, 기종이 7개이고 장면이 1개인 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 나타낼 수 있다. 여기서 숫자들은 카메라의 기종들을 의미한다. 이러한 방법을 사용하여 화질 평가에 필요한 이미지들의 조합수를 감소시켜 감상자들의 스트레스를 줄일 수 있었다.

(3) 화질 평가 모형의 실험 환경

본 실험에 참여한 인원은 학생 총 100명이며, 평균 나이는 22세이었다. 디지털카메라 사용자의 특성을 고려하여 모니터로 화질을 평가할 수 있도록 실험 환경은 소프트카피(soft copy) 테스트 방식으로 진행하였다.

실험 참가자는 교정시력이 1.0이상이며, 색맹 테스트를 통과하였다. 실험에 사용된 모니터는 Samsung사의 Syncmaster 400 Ph이며, ISO 3664의 주관적 화질 평가 관찰 환경 기준에 준거하여 CIE 표준광 D65, 조도는 >75cd/m²(최소 >100cd/m²) 상황에서 X-rite사의 Eyeone Display2로 캘리브레이션을 하였다. 실험 환경은 조도 50 lux 이하의 주변 색은 중성회색으로 하였다. ISO 3664에서 규정한 사진의 관찰 환경 조건을 준수하여 진행되었으며[6], ISO 20462의 권장사항들을 참고로 하였다. 이에 따르면 감상자의 스트레스나 실험의 효율성을 고려했을 때 최적의 결과를 도출할 수 있는 실험 자극의 수를 27개 이하로 제시하고 있으며 실험 시간을 평균 45분으로 권장하며, 최대 60분을 넘기지 않아야 한다고 언급하고 있다. 또한 실험 신뢰도를 확보하기 위한 피실험자의 수를 최소 10명으로 보고 있으며, 20명 이상을 대상으로 실험하는 것을 권장하고 있다. 본 연구에서는 7개의 실험 자극과 실험 시간 25분 내의, 학

부생 피실험자 100명을 선정하여 ISO의 주관적 화질 평가 기준에 맞추어 실험을 진행하였다.

2. 주관적 화질 평가 모형 분석

주관적 화질 평가에 사용된 네 가지의 문항들은 객관적 화질 평가 요소들인 해상도, 노이즈, 색재현력, 다이내믹 레인지에 대해 평가하며, 추가적으로 감상자들의 화질에 대한 선호도를 묻는 문항을 더하여, 총 다섯 개의 문항이 화질을 평가하는 척도로 수립되었다. 본 실험의 결과에서 언급할 위와 같은 요소들은 통합형 주관적 화질 평가(Complete Image Quality Evaluation)에 의한 해상도, 노이즈, 색재현력, 다이내믹 레인지, 선호도를 의미하며, 각 단어 앞에 주관적 화질 평가의 약어인 CIQE를 붙여 CIQE 해상도, CIQE 노이즈, CIQE 색재현력, CIQE 다이내믹 레인지, CIQE 선호도로 사용하였다.

이와 같은 주관적 화질 평가 모형을 분석하기 위해 전체 기술통계와 항목간의 상관관계를 분석하였다. 본 연구의 실증분석은 모두 유의수준 $p < .05$, $p < .01$, $p < .001$ 에서 검증하였으며, 통계처리는 PASW Statistic18 패키지를 사용하여 분석하였다.

(1) 기술 통계 분석

본 실험에 사용된 실제 사진 7세트의 자극을 이용하여 주관적 화질 평가의 다섯 가지 질문에 해당하는 CIQE 해상도, CIQE 노이즈, CIQE 색재현력, CIQE 다이내믹 레인지, CIQE 선호도 간의 관계를 구체적으로 분석하였다. 세 장의 사진을 보고 동시에 평가하는 삼자 비교 방법에 따라 하나의 세트를 이루는 첫 번째 질문의 의도는 제시된 실제 사진 자극을 보고 감상자가 해상도에 대해 어떻게 지각하는지를 평가하는 것이며, 답변은 ‘호릿하다’, ‘약간 호릿하다’, ‘보통이다’, ‘약간 선명하다’, ‘선명하다’ 중에서 하나를 선택하게 된다. 두 번째 질문은 감상자가 노이즈에 대해 평가하는 것이며, 사진에 나타난 입자의 거친 정도를 ‘거칠다’, ‘약간 거칠다’, ‘보통이다’, ‘약간 부드럽다’, ‘부드럽다’ 중에서 선택하게 된다. 세 번째 문항은 색재현력을 평가하는 것으로써 감상자의 색상에 대한 선호도를 ‘안 좋다’, ‘약간 안 좋다’, ‘보통이다’, ‘약간 좋다’, ‘좋다’ 중에서 평가하게 된다. 네 번째 문항은 사진의 다이내믹 레인지에 대

해 평가하는 것이며, 감상자는 ‘부족하다’, ‘약간 부족하다’, ‘보통이다’, ‘약간 풍부하다’, ‘풍부하다’ 중에서 선택하게 된다. 다섯 번째 질문은 사진의 총체적인 선호도를 평가하는 것으로 ‘안 좋다’, ‘약간 안 좋다’, ‘보통이다’, ‘약간 좋다’, ‘좋다’ 중에서 선택하게 된다.

따라서 전체 영역별 기술통계의 결과에 의하면 [표 3]에서 보는 바와 같이 각 문항에 대해 전체 CIQE 해상도는 평균 3.36점으로 가장 높게 나타났으며, 전체 CIQE 선호도가 평균 3.17점, 전체 CIQE 색재현력에 대한 선호 정도가 평균 3.13점, CIQE 다이내믹 레인지에 대한 정도가 평균 3.13점, CIQE 노이즈가 평균 3.10점 순으로 나타났다. 즉 피실험자가 다섯 가지 문항에 대해 각각 1점에서 5점까지 평가하였을 때, 각 항목별 평가치의 평균값은 최소 3.13부터 최대 3.36까지로 나타났다.

표 3. 전체 영역별 기술통계

| | N | 최소값 | 최대값 | 평균 | 표준편차 |
|---------------|-----|-----|-----|------|------|
| CIQE 해상도 | 100 | 3 | 4 | 3.36 | .414 |
| CIQE 노이즈 | 100 | 2 | 4 | 3.10 | .372 |
| CIQE 색재현력 | 100 | 2 | 4 | 3.13 | .392 |
| CIQE 다이내믹 레인지 | 100 | 2 | 4 | 3.13 | .379 |
| CIQE 선호도 | 100 | 1 | 4 | 3.17 | .484 |

이러한 결과는 [그림 2]의 주관적 화질 평가 모형의 질문의 답안에서 확인할 수 있으며, 감상자가 서로 다른 화질에 대하여 인지하는 정도가 문항 답안에 제시된 지각형용사로 평가하기보다는 ‘③보통이다’라는 답변을 가장 많이 선택하였다는 것을 의미한다. 또한 설문 문항에 따라 5개의 답안에서 답변을 선택해야만 하는 설문 방식에 의한 문제점이라고 해석할 수 있었다. 본 설문에서 사용된 리커트식 척도법(Likert type scale)은 보통 하나의 개념에 대해 여러 개의 등간 척도 항목으로 측정을 하고 항목별 측정값을 합산하여 종합 점수를 산출하는 방식이다. 이와 같은 방법으로 설문을 실행하였을 때 일반적으로 감상자들은 양 극단의 값을 기피하게 되며 중간 값을 선택하기 마련이다[7]. 그러므로 본

설문의 전체 영역별 기술통계 결과에서도 마찬가지로 감상자들은 각 문항에서 제시한 지각적 형용사를 선택하기 보다는 주로 중간 값인 ‘보통이다’를 선택하는 경향을 보였다.

(2) 상관관계 분석

위와 같이 전체 기술통계의 결과로는 본 실험에 제시된 자극들의 화질 평가와 각 문항간의 정도의 차이를 파악하기 어려워 사진의 전체적인 선호도와 각 문항 간의 상관관계를 분석하였다. 이와 같은 주관적 화질 평가 모형을 분석하기 위해 전체 기술통계와 항목 간의 상관관계를 분석하였다. 항목간의 상관관계 분석이 필요한 이유는 화질 평가 모형을 구성하는 객관적 화질 평가 요인들 간의 관련성을 파악하여 소비자의 선호도에 가장 영향을 미치는 요인들을 분석할 수 있기 때문이다.

[표 4]에서 보는바와 같이 각 영역별 상관관계에 대해 살펴보면 CIQE 해상도와 CIQE 선호도와는 $r=.637$ ($p<.01$) 수준으로 나타나, 다소 높은 수준의 정(+)의 상관관계를 보였다. 즉 감상자들이 사진에 대한 해상도를 선명하게 인식할수록 선호도가 높음을 알 수 있다.

또한 CIQE 노이즈와 CIQE 선호도와는 $r=.618$ ($p<.01$) 수준으로 나타나, 다소 높은 수준의 정(+)의 상관관계를 보였다. 즉 사진에 나타난 입자를 감상자들이 부드럽다고 인식할수록 선호도가 높음을 알 수 있다. 또한 CIQE 색재현력과 CIQE 선호도와는 $r=.830$ ($p<.01$) 수준으로 나타나, 높은 수준의 정(+)의 상관관계를 보였다. 즉 사진에 대한 색재현력이 좋다고 인식할수록 선호도가 높음을 알 수 있었다. 또한 CIQE 다이내믹 레인지와 CIQE 선호도와는 $r=.806$ ($p<.01$) 수준으로 나타나, 높은 수준의 정(+)의 상관관계를 보였다. 즉 감상자들이 인물 사진의 색재현력과 가장 밝은 부분부터 어두운 부분까지 세부 묘사가 풍부하게 표현되었다고 판단할수록 전체 사진에 대한 선호도가 높음을 알 수 있었다. 그리고 사진에 대한 총체적인 CIQE 선호도와 가장 상관관계가 높은 요인으로는 CIQE 색재현력, CIQE 다이내믹 레인지, CIQE 해상도, CIQE 노이즈 순으로 나타났다. 상관관계란 변수들 간의 관계를 말하는 것으로서

그 정도는 0에서 ±1사이로 나타나며, ±1에 가까울수록 상관관계가 높고 0에 가까울수록 상관관계가 낮다. 일반적으로 ±0.4~0.7미만은 다소 높은 상관관계를 의미한다. 네 가지 항목 모두 상관계수가 0.6이상이므로 최종 선호도와 항목들 간의 다소 높은 영향력이 작용하는 것을 알 수 있었다.

표 4. 각 영역별 상관관계

| | | CIQE 해상도 | CIQE 노이즈 | CIQE 색재현력 | CIQE 다이내믹 레인지 | CIQE 선호도 |
|---------------|--------------|----------|----------|-----------|---------------|----------|
| CIQE 해상도 | Pearson 상관계수 | 1 | | | | |
| | 유의확률 (양쪽) | | | | | |
| | N | 100 | | | | |
| CIQE 노이즈 | Pearson 상관계수 | .494(**) | 1 | | | |
| | 유의확률 (양쪽) | .000 | | | | |
| | N | 100 | 100 | | | |
| CIQE 색재현력 | Pearson 상관계수 | .669(**) | .735(**) | 1 | | |
| | 유의확률 (양쪽) | .000 | .000 | | | |
| | N | 100 | 100 | 100 | | |
| CIQE 다이내믹 레인지 | Pearson 상관계수 | .605(**) | .658(**) | .860(**) | 1 | |
| | 유의확률 (양쪽) | .000 | .000 | .000 | | |
| | N | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| CIQE 선호도 | Pearson 상관계수 | .637(**) | .618(**) | .830(**) | .806(**) | 1 |
| | 유의확률 (양쪽) | .000 | .000 | .000 | .000 | |
| | N | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

** p < .01

인물이 50%의 비중으로 포함되어 있는 본 실험의 화질 평가 장면은 일반인들이 가장 많이 촬영하는 전형적인 인물 사진으로써 감상자들이 화질을 평가할 때, 주로 인물의 피부톤, 피부색, 피부 질감 표현 등을 위주로 평가하는 장면이다. 결론적으로 CIQE 선호도와 가장 상관관계가 높은 변수는 CIQE 색재현력, CIQE 다이내믹 레인지, CIQE 노이즈, CIQE 해상도 순으로 나타났다. 특히 CIQE 색재현력과 CIQE 선호도가 높은 수준의 상관관계를 보였으며, 이는 감상자들이 화질을 평가할 때, 인물의 피부색을 위주로 평가하였기 때문이라고 판단된다.

VI. 결론

화질의 객관적 평가 요소들은 일반인들이 쉽게 이해하고 평가하기 어려운 전문적인 평가 영역이며 지금까지 주로 객관적인 평가 자료로서 제조사에 의하여 수치적으로 제시되었다. 그러므로 감상자들은 실제 화질에 미치는 총체적인 인상에 이러한 요소들을 적용해보며 효율적으로 평가하기 불가능하였다. 또한 기존의 연구들은 ISO에서 권고하는 표준화된 실험 환경에서 규격화된 타기를 사용하여 객관적인 화질 요소들을 측정하고 평가하였다. 이는 실제 카메라를 통하여 물리적으로 촬영된 장면의 객관적 화질 평가 요소들이 최종적으로 사진에 어떻게 나타났는지 판단할 수 없었으며 이러한 객관적 요소들을 활용하여 주관적 화질을 평가한 사례가 부족하였다. 또한 주관적인 화질 평가에 대한 연구는 주로 사진의 콘텐츠 평가에 치중한 형용사적 요인분석에 그쳤다.

따라서 본 연구는 감상자들의 최종적인 선호도 결정에 영향을 미치는 요소들과 그 정도를 분석하기 위하여 제조사가 쉽게 이해할 수 있는 객관적 화질 평가 요소들을 선호도 평가의 측정 항목으로 도입하였다. 그리고 이러한 항목들을 주관적 화질 평가의 문항으로 사용하였으며 일반인들이 사용하는 언어로 구성하여 감상자의 최종 선호도에 영향을 미치는 요소들 간의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 CIQE 선호도와 가장 상관관계가 높은 변수는 CIQE 색재현력, CIQE 다이내믹 레인지, CIQE 노이즈, CIQE 해상도 순이었으며, 인물 사진 자극의 특성상 CIQE 색재현력과 CIQE 선호도가 높은 수준의 상관관계를 보였다.

본 연구는 이러한 통합형 주관적 화질 평가 모형을 통해 단순한 고화질 추구를 위한 성능 개발뿐만 아니라 감상자가 선호하는 화질을 파악하고 구축할 수 있는 실질적인 방안을 제시하고자 하였다. 또한 감상자가 평가하는 화질에 대해 객관적으로 정량화한 결과가 제조사에 반영되어 최종적으로 제품 개발에 긍정적인 영향을 줄 수 있기를 기대해 본다.

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 석사학위논문, 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. Hikkinen, H. Ojanen, Jean-Luc Ilives, T. Vuori, and G.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.
- [14] 박형주, 하동환, “객관적 화질 평가와 주관적 화질 평가의 상관관계 연구”, 한국콘텐츠학회지, 제11권, 제8호, pp.68-76, 2011.
- [15] 박형주, 하동환, “디지털카메라의 노이즈감소 기능이 이미지 해상도에 미치는 영향”, 한국콘텐츠학회지, 제9권, 제5호, pp.91-98, 2009.

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

저 자 소 개

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