

차세대 영상 위·변조 검증 기법들

이정범* · 윤용인** · 송호근***

1. 서 론

1839년 사진이 공포되었을 때 프랑스 화가 Paul Delaroche는 “오늘로 회화는 죽었다”라고 선언한바 있다. 이는 빛과 그림자만을 가지고 대상을 시각적으로 재현할 수 있는 사진의 정밀성과 사실성을 인간이 모방할 수 없었기 때문이다.[1] 그러나 진실성을 바탕으로 한 사진의 이러한 능력은 디지털이라는 새로운 형식의 등장에 의해 그 신뢰성을 잃어가고 있다. 디지털 기술은 사진의 영역을 획기적으로 확대하는 새로운 장이 되었지만, 그 이면에는 전문가조차도 위, 변조 여부를 분간하기 어려운 정도의 정교한 사진편집 작업이 가능하게 되었다는 새로운 문제를 발생시켰다.

사진 전반에 걸쳐 이러한 문제에 대한 공감대가 형성되며, 디지털 이미지의 신뢰성을 회복하기 위한 활발한 연구는 Digital Water Mark분야에서 이루어지고 있다. 디지털 워터마크 기법은 디지털

콘텐츠에 워터마크라고 하는 사용자의 ID나 자신만의 정보를 삽입시킴으로써 불법적인 복제를 막고, 지적 재산권 및 저작권을 보호하며, 소유권을 주장할 수 있는 근거를 제시할 수 있도록 하는 기술이다.[2] 초기의 워터마크기술은 디지털 이미지 파일의 헤더부분에 정보를 숨겨두어 원천적인 정보의 보호가 사실상 불가능하였다. 이러한 문제점을 보완하고자 최근의 워터마크기술들은 정보의 이미지 전체에 정보를 숨겨두어 이론상으로는 복제는 물론 위, 변조 여부와 위, 변조가 발생한 시점까지 찾아낼 수 있는 것으로 되어있다. 이러한 기술의 발전에도 불구하고 가격이나 활용능력 등의 한계에 의해 생산되는 무수한 이미지들에 이러한 워터마크 기술을 모두 적용하는 것은 현실적으로 매우 어렵다. 따라서 현재로서는 디지털 이미지의 위, 변조를 원천적으로 차단하거나 분석 도구로서 그 한계를 드러내고 있다.

위조 또는 변조된 이미지를 분석하고 가려내기 위한 가장 확실한 방법은 원본을 찾아내거나 위, 변조를 행한 당사자로부터 사실여부를 확인하는 것이다. 그러나 이와 같이 문제를 해결하는 경우는 드물기 때문에 이미지의 진위 여부를 가려내기 위해서는 새로운 방법론이 필요하다. 한편 충분한 노력과 시간을 투자해서 완성된 위조 이미지의 경우 그것이 사실 또는 비슷한 상황으로 믿어진다

* 교신저자(Corresponding Author): 송호근, 주소: 충남 서산시 해미면 대곡리 한서대학교 컴퓨터정보학과(356-706), 전화: 041)660-1357, FAX: 041)660-1357, E-mail: hksong@hanseo.ac.kr

* 중앙대학교 첨단영상대학원 박사과정
(E-mail : jungbeom@hanmail.net)

** 중앙대학교 첨단영상대학원 연구교수
(E-mail : yoonyi@imagelab.cau.ac.kr)

*** 한서대학교 컴퓨터정보학과 교수

※ 이 연구는 2006년도 학술진흥재단의 지원에 의한것임(협동연구 G00012)

고 해서 사실이라는 결론을 내릴 수는 없으며 이를 분석하기 위한 도구를 모색해야 한다.[3] 이때 디지털 이미지의 형성 요소로서 광원, 렌즈, 이미지 센서 등의 특징을 분석하면 이미지가 형성되는 패턴을 추측할 수 있으며, 위조된 디지털 이미지를 분석할 수 있는 객관적 기준이 될 수 있다.

본 고에서는 디지털 이미지의 위, 변조여부를 분석하기 위한 객관적인 도구의 개발방법론에 대하여 논한다. 2장에서는 디지털 이미지 위변조의 개념과 종류에 대하여, 3장에서는 위변조 분석 방법에 대하여 다루고, 4장에서 결론으로 맺는다.

2. 디지털 이미지 위변조

2.1 위변조 개념

위조(Forgery)란 물건이나 문서 따위의 가짜를 만드는 것으로서 존재하지 않았던 것을 새롭게 만들어내는 것을 의미하며, 변조(Alteration)란 이미 만들어진 것을 다르게 고치는 것을 의미한다 [5][6]. 이미지의 경우 일반적으로 위조와 변조를 포괄하여 지칭하는 용어로 조작(Manipulation)을 사용한다. 조작이란 새로운 것을 생산하거나 만들어으로써 이미지에 변형, 수정, 합성 등을 가하는 일련의 작업을 의미한다. 이미지의 신뢰성에 대한 위협은 이미지의 위, 변조로부터 시작된다. 위, 변조는 자기 생각대로 함부로 변경하는 행위 (tampering), 또는 왜곡(falsifying)과 같은 좋지 않은(devious) 의도에서 이루어지고 있는 행위라는 의미를 내포하고 있다. 한편 본 고에서 위, 변조이미지는 합성과정을 통해 조작된 디지털 이미지를 말한다.

2.2 위변조의 역사

1830년대 탈보트에 의하여 고안된 포토제닉 드

로잉(photogenic drawing)은 가장 오래된 영상조각 방법으로 나뭇잎, 양치류, 꽃, 그림 등을 밀착해서 인화하는 방식이다. 1839년 사진술의 공표와 더불어 확산된 초상사진의 경우 사진가는 영상을 의도대로 표현하기 위해 덧칠을 하거나 지우기를 하는 등 다양한 리터칭 작업을 통해 이미지를 조작했다. 이들은 유리판에 낀 먼지 또는 손상된 원판을 복구하기 위한 작업과정을 통해 수정방법을 창안해냈다. 이렇듯 초상사진에서 보편적으로 사용했던 수정이 사진 최초의 조작이었다. 이후 사진조작은 국가 선전술의 도구로 사용되기 시작하였다. 히틀러가 독일을 통치하던 시대, 영상조작은 국가적 예술행위로 확대되었으며 선전장관 조세프 기벨스와 어용사진작가 하인리히 호프만에 의해 히틀러 총통 및 나치당과 군대 지도자들을 위한 사진의 조작 작업이 무수히 행해졌다.[6][7][8] 무솔리니의 경우도 사진을 이용하는데 있어 선구적인 역할을 한 인물이다. 무솔리니의 선전당국은 하나의 프레임에 다양한 영상을 첨부하는 기법을 사용했으며 그 결과로 만들어진 일련의 합성사진들은 시각적 선전수단의 중요한 형태가 되었다[6]. 이는 사진의 증거능력을 수단으로 활용해 역사적 사실 자체를 왜곡시킬 수 있음을 보여준 것이다. 현대에 들어서는 각종 인쇄매체에 엄청난 양의 사진이 실리기 시작하면서 위, 변조와 관련된 시비가 끊이지 않고 있다. 특히 디지털 기술의 발달로 이미지조작이 용이해지면서 여러 장의 사진을 겹치는 행위, 사실을 왜곡하거나 없는 사실을 만들어내는 행위 등과 같은 사례들이 점차 증가하고 있다. 지난 2005년 세계를 떠들썩하게 했던 황우석 전 서울대학교 석좌교수의 줄기세포 조작사건은 디지털이미지 처리 기법을 사용하여 이미지를 조작한 대표적인 사례 중 하나이다. 또한 디지털이미지를 조작하는 방법의 대중화

로 인해 이미 대부분의 기업에서는 지원자의 이력서에 포토샵을 이용하여 수정된 증명사진을 사용하지 못하도록 정하고 있다. 이상에서 살펴본 바와 같이 이미지의 위, 변조는 사진 발명 초기, 소수 전문가의 전유물로 매우 까다롭고 복잡한 과정을 통해서만 가능하였으나, 현대에는 디지털 기술의 보급으로 인해 누구라도 디지털 이미지편집 도구를 사용하기 위해 약간의 노력을 투자하면 이미지를 쉽게 위, 변조할 수 있게 되었다.

2.3 위변조의 종류

2.3.1 아날로그 위변조

가) 포토몽타주(오려 붙이기)

여러 장의 사진을 오려붙여서 하나의 사진으로 만드는 몽타주 기법은 다양한 사진 조작 기법 중 고전적인 방법의 하나이다. 포토몽타주 방식에는 인화된 사진을 오려붙인 후 인쇄, 또는 재촬영 후 인쇄하는 방법과 여러 장의 네거티브 필름에 있는 각 피사체를 한 장의 인화지에 인화하는 방법 등이 있다.[6,9]

나) 필름 다중노출

필름 다중노출 기법에 의한 사진조작은 어두운 배경에 놓여있는 서로 다른 피사체를 한 장의 필름에 중복 촬영하여 합성할 수 있도록 하며, 렌즈의 일부분을 차례로 가려주어 필름의 특정부분에 상이 형성되지 못하게 한 다음 이 부분에 다시 한 번 노출을 주어 피사체를 합성하는 방법이다.

다) 인화지 다중노출

인화지의 다중노출은 현상된 필름에서 원하는 피사체가 하나의 필름에 들어 있지 않고 분산되어 있을 때 많이 쓰이는 방법이다 이 기법은 여러 장의 필름에 촬영된 피사체를 한 장의 인화지에 함께 인화하여 합성하는 방법이다.

라) 특정 부분의 삭제

사진에서 원하지 않는 특정부위를 도려내거나 덧칠을 하여 눈에 띄지 않도록 교묘히 감추는 방법이다. 필름의 경우 불필요한 부분의 유제를 제거하거나 사진을 인화할 때 질감이 표현되지 않는 부분을 표현하기 위해 사용되는 버닝(Burning) 또는 어두운 부분을 밝게 표현하기 위해 사용되는 닷징(Dodging) 기법을 사용하여 특정 영역을 제거하는 방법이다.

2.3.2 디지털 위변조

가) 합성(Compositing)

합성은 디지털 이미지를 위, 변조하기 위해 주로 사용되는 방법이다. 하나 또는 둘 이상의 이미지를 사용하여 원본 이미지와는 다른 합성된 새로운 이미지를 만들어내는 기법으로 포토샵과 같은 소프트웨어를 사용하며, 본 논문에서 정의한 위, 변조 이미지가 이에 해당한다.

나) 모핑(Morphing)

변형(metamorphing)의 약자로서 어떤 사물의 형상을 다른 모습의 형상으로 서서히 변화시키는 기법을 말한다. 1960년대 초 인공위성에서 바라본 지구의 곡면이나 기계 내부에서 작동하는 센서의 결점을 정확히 알아내기 위해 시작되었으며 변형 과정과 결과를 예상하기 위해 두 개의 이미지를 보강하는 방법으로 발전되었다. 근래에는 영화산업에서 자주 사용되고 있으며 사람 이미지를 동물이나 로봇이미지로 변환시키는 작업에 이용되고 있다.

다) 수정(Retouching)

사진을 제작하는 과정에 있어서 사진의 문제점을 해결하거나 사진을 수선하는 작업을 말한다. 주로 필름, 인화지, 디지털 데이터 등에서 작업이 이루어진다. 디지털 이미지에서는 에어브러시

(airbrush), 스머지(smudge), 블러(blur), 페인팅(painting) 또는 복사(Copy)등 이미지처리 소프트웨어에서 제공하고 있는 다양한 도구를 사용하여 이미지를 변형시키는 것으로서 아날로그 방식보다 광범위한 의미를 포함하고 있다.

라) 향상(Enhancing)

향상은 이미지 조정 프로그램을 사용하여 컬러, 콘트라스트, 블러 또는 샤프니스 등을 조절하는 것을 의미한다. 이는 디지털 이미지의 품질을 향상시키기 위한 방법으로 인식되어 사용되고 있으나, 위, 변조된 이미지에서의 특정 피사체를 강조 또는 합성된 각 피사체의 조화를 위해 사용된다.

마) 컴퓨터그래픽 (Computer graphics)

컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어를 활용하여 물체의 형상, 성분, 색채 등 각종 성분을 컴퓨터에 입력, 이미지의 변화작업을 통해 제3의 영상을 만들어 내는 기술로, 종래 도안이나 건축설계에 제한적으로 사용하던 것을 영화, 광고 산업, 컴퓨터아트, 시뮬레이션(Simulation), 산업 디자인 등 예술과 산업분야에서 기술과 효용성이 날로 발전하고 있다. 컴퓨터 그래픽은 정확한 표현이 가능하고, 수정이나 편집을 용이하게 할 수 있다. 예를 들어 분자의 운동, 공기의 흐름 등 실제 보이지 않는 것을 시각화할 수 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 이미지의 위, 변조 행위에는 다양한 방법이 사용되고 있음을 알 수 있다. 즉 위변조의 종류는 보다 정교한 이미지 조작을 위해 사용되는 도구와 방법의 나열이라고 할 수 있다. 따라서 앞서 분류한 위변조의 방법은 이미지 관련 기술이 발전함에 따라 새로운 방법이 발생할 수 있으며 위, 변조의 결과는 더욱 정교해질 것이다.

3. 위변조 분석 방법

3.1 주관적 위변조 분석 방법

3.1.1 빛을 이용한 분석방법

가) 광원의 위치와 그림자 분석

광원의 위치가 달라짐에 따라 이미지의 밝은 영역과 그림자가 생기는 영역에 변화가 발생한다. 직접광은 광원으로부터 투사되어 직진하는 성질이 두드러지기 때문에 이를 분석하여 광원의 위치를 추측 할 수 있다[9]. 그러나 안개, 연기와 같은 자연현상 또는 인공 구조물에 의해 반사되는 빛은 광원의 위치를 추적하는 과정에서 방해요소로 작용한다. 광원이 피사체의 수직 방향에 있다면 그림자의 크기가 작아지거나 사라지게 되며, 광원이 피사체의 수평방향으로 이동함에 따라 그림자는 커지게 된다. 그리고 상대적으로 광원이 작을수록, 광원의 위치가 가까울수록 그림자는 선명하고 짙어지며, 상대적으로 광원이 크거나 멀리 위치해 있을 경우 그림자가 작고 부드러워진다.

여러 가지 상황에 따른 다양한 그림자의 형태를 통해서 빛과 그림자의 상관관계를 이해하는 것은 합성 여부를 판단하기위해 중요한 기준이 된다.

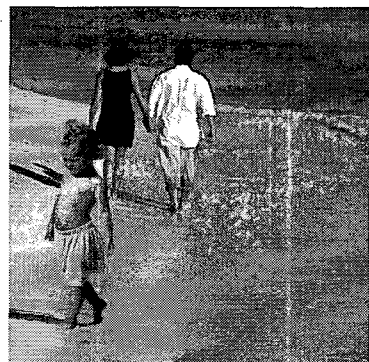


그림 1. 빛의 방향이 다른 이미지의 합성 예

나) 노출 분석

노출이란 필름 또는 이미지 센서에 빛을 주는 것이다. 이미지센서 또는 필름에 도달하는 빛의 양이 부족하면 어두운 이미지가, 빛의 양이 넘치면 밝은 이미지가 만들어지게 된다. 따라서 위변조 분석을 위해 고려해야 하는 노출의 요소는 피사체의 반사율과 색상, 필름 또는 이미지센서의 감도, 렌즈의 밝기, 노출시간, 계절과 장소에 따른 광원의 상태 등이 있다. 이미지에서 각 피사체를 형성하고 있는 밝기 정보가 어색하면 노출이 다르게 적용된 사진으로 의심할 수 있다.

다) 콘트라스트 분석

빛은 동일한 물체라도 외양의 성격과 분위기를 달리 표현할 수 있다. 강한 빛과 그림자는 명암대비를 크게 만들어 거칠고 강렬한 느낌을 만들며, 부드러운 빛과 그림자는 명암대비의 폭이 줄어들고 부드러운 분위기를 만든다. 즉, 빛의 각도와 세기에 의해 피사체에 형성되는 그림자의 범위와 농도가 정해진다.[13] 콘트라스트는 피사체에 형성되어있는 밝은 부분과 어두운 부분의 차이를 뜻한다. 콘트라스트를 변화시키는 요인은 피사체의 종류, 광선의 상태와 거리를 들 수 있으며, 대체로 맑은 날이나, 인공광원을 직접 사용할 때에는



그림 3. 콘트라스트가 다른 이미지의 합성 예

강한 콘트라스트를 얻고, 흐린 날에는 콘트라스트가 약한 사진을 얻게 된다. 따라서 이미지에 존재하는 각 피사체의 콘트라스트를 비교 분석하는 것은 디지털 이미지의 위, 변조 여부를 판단하기 위한 기준이 된다.

라) 색온도와 캐치라이트 분석

빛은 장소와 계절, 날씨 그리고 시간에 따라 각기 다른 분위기를 띤다. 이러한 분위기를 빛의 질감이라고 한다. 빛은 파장에 따라서 자외선, 가시광선, 적외선 등으로 분류된다. 각 파장이 방출하는 전자파의 양은 광원에 따라서 분포도가 다르므로, 모든 광원은 부류에 따라서 다른 색온도를 가지게 된다. 이미지 센서의 경우 광원의 색온도에 충실히 반응하여 색온도가 높으면 푸른 기가 있는 백색, 색온도가 낮으면 붉은 기가 있는 백색으로 재현한다. 따라서 이미지 센서를 통해 만들어진 이미지의 경우 특정한 색을 통해 어떤 광원에서 사진을 촬영하였는지 추측할 수 있다.

이와 함께 빛이 만들어내는 또 다른 질감으로 광원의 형태에 따라 눈에 형성되는 캐치라이트를 분석할 수 있다. 캐치라이트는 눈동자에 빛이 반사되어 광원의 형태를 남기는 것이다. 만약 같은 조명상황에서 촬영된 인물사진이라면 인물들의 캐치라이트는 비슷한 모양과 농도를 지녀야 한다.

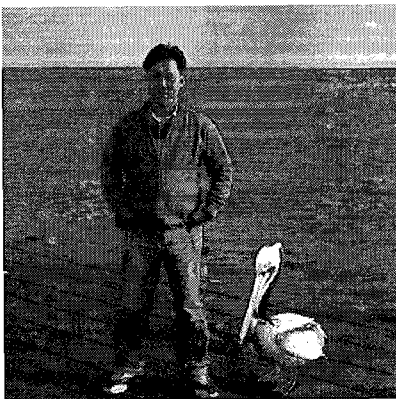


그림 2. 노출의 차이가 있는 이미지의 합성 예

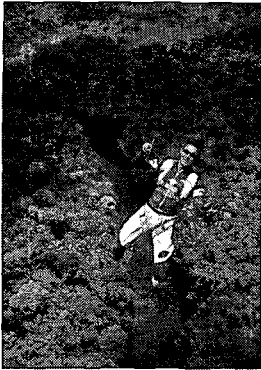


그림 4. 색온도가 다른 이미지의 합성 예

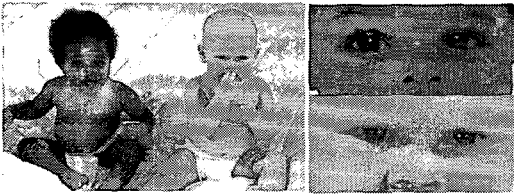


그림 5. 캐치라이트가 다른 이미지의 합성 예

3.1.2 렌즈 특성을 이용한 분석방법

카메라 렌즈는 빛을 모아서 필름 면이나 이미지 센서가 위치한 면에 상을 형성하는 결상작용을 한다.[15] 대부분의 렌즈는 볼록렌즈와 오목렌즈의 조합에 의해 만들어지며 용도에 따라 3장에서 20장 이상의 렌즈로 구성된 것까지 다양하다. 이때 렌즈의 초점거리는 렌즈의 초점이 무한대에 맞춰져 있을 때 렌즈의 제2주점(back nodal point)에서 초점면까지의 거리를 뜻한다[16]. 초점거리는 렌즈에 의해 형성되는 이미지의 크기와 화각을 결정하며 초점거리에 따라 심도와 이미지의 왜곡 정도가 달라진다. 이것은 각 렌즈가 가지고 있는 고유한 특성으로 이미지의 위·변조여부를 가릴 수 있는 요소로 작용한다.

가) 왜곡(상대적 크기) 분석

짧은 초점 거리를 가지는 렌즈에 의한 광각 효과는 사진의 가장자리에 위치한 피사체가 왜곡

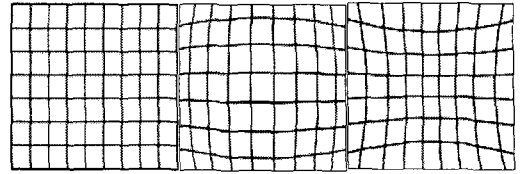


그림 6. 렌즈에 의해 형성되는 정상 이미지와 Barrel, Pincushion 왜곡[17]

되어 나타나는 것을 의미한다. 이런 현상은 비축(off-axis)으로 렌즈에 들어온 광선이 필름 면에 수직으로 닿지 않기 때문에 생긴다. 이러한 왜곡 현상은 렌즈의 종류에 따라서 고르게 나타나는데 만약 다른 화각의 렌즈를 사용한 두 개의 이미지가 합성되었다면, 왜곡현상이 다른 경우가 발생할 수 있다. 이것은 육안을 통한 비교로서 분석이 가능하며 피사체 간의 상대적인 크기와 왜곡의 정도를 비교하여 위·변조여부를 판단할 수 있다.

나) 상대적 거리와 심도 분석

사진에서 선형 원근감에 변화를 주는 것은 카메라의 위치와 렌즈의 초점거리이다. 원근감은 초점거리가 짧아질수록 늘어나고 피사체의 크기는 거리에 반비례 한다. 한편 영상이 공간적으로 압축되면 원근감이 줄어들게 된다. 그러나, 피사체가 아주 가까이 있는 경우는 예외적으로 초점거리와 피사체의 처리에 대해 비선형적으로 변화된다. 심도는 피사체에 초점이 선명하게 맞는 거리의 범위로 정의 된다. 피사체와 카메라의 거리가 가까워지면 심도는 급속도로 얕아진다. 한편, 초점심도는 2차원 물체를 촬영할 경우 발생할 수 있는 초점의 허용범위를 말한다. 이때 심도가 피사체와 가까워질수록 줄어드는 것에 비해 초점심도는 늘어난다. 피사체심도는 사진에서 초점이 맞아있는 영역을 말한다. 이것은 앞서 설명한 것과 마찬가지로 조리개의 수치, 렌즈의 종류, 피사체의 거리에 따라 변하며 상대적으로 조리개가 작을수록,

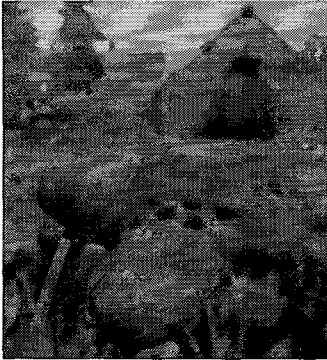


그림 7. 상대적 거리와 심도가 다른 이미지의 합성 예

망원계열의 렌즈일수록, 피사체의 거리가 가까울수록 얕다. 심도의 경우 다양한 요소에 의해 변화하므로, 약간의 요소만 달라져도 차이가 발생할 수 있다. 특히 렌즈의 종류와 피사체와 렌즈와의 거리등을 통해 달라지는 거리감과 심도의 정도를 관찰하는 과정을 통해 디지털 이미지의 위·변조 여부를 판단할 수 있다.

다) 소실점 분석

모든 이미지는 적당한 원근법과 외적 형태를 포함하고 있다. 이차원 이미지에 존재하는 물체의 삼차원적인 원근감은 카메라를 통해 보는 것에서 결정된다. 만일 물체의 기하가 이미지의 다른 물체와 일치하지 않으면 그것은 다른 하나의 이미지로부터 추가되었을 것이라는 추측을 할 수 있다. 예로 하나의 장소에서 발생한 평행선들은 이미지의 소실점에서 서로 만난다[17]. 피사체의 평행선들이 이미지의 나머지 소실점에서 만나지 않는다면 피사체의 나머지는 같은 사진기 또는 원근법에 의해 만들어진 것이 아니다. 인위적으로 만들어진 사진의 경우 소실점이 수평선상에 존재하지 않고 그 밖으로 벗어나게 되므로 소실점을 분석하여 디지털 이미지의 위·변조 여부를 판단할 수 있다.

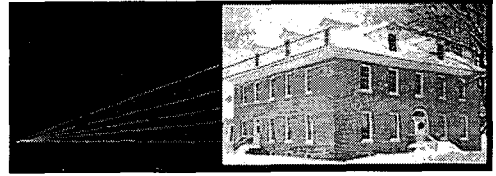


그림 8. 소실점이 다른 이미지 합성 예

3.1.3 이미지 처리를 이용한 분석

많은 노력과 시간을 투자해서 완성된 위조 이미지의 경우 그것이 사실 또는 비슷한 상황으로 믿어진다고 해서 사실이라는 결론을 내릴 수는 없으며 이 경우 과학적인 분석방법을 사용할 수 있다. 적용할 수 있는 방법으로는 이미지를 구성하고 있는 요소와 각 요소들의 역할 그리고 이들을 이어주는 연결고리를 분석하는 것이다.

가) 레벨 분석

일반적인 원본 이미지라면 이미지에 분포되어 있는 히스토그램의 분포는 자연스러운 곡선으로 나타난다. 하지만 히스토그램의 분포는 이미지에 변형이 발생하면 듬성듬성 잘려진 형태의 분포를 형성하게 된다. 그러나 레벨 값이 잘려나간 형태의 분포는 이미지의 변형이 발생한 후 저장 되지 않은 상태에서만 관찰이 가능하기 때문에 이미지의 위, 변조를 분석하는 도구로는 부적합하다. 디지털 이미지에 합성이 이루어질 경우 히스토그램에는 변화가 발생한다. 그러나 히스토그램은 변화는 합성이 아닌 변형에 의해서도 발생할 수 있으므로 판단의 기준이 될 수 없다. 하지만 히스토그램의 분포 정도를 정상적인 이미지에서 발생할 수 있는 형태와 비교하는 것으로서 이미지의 위, 변조 여부를 판단하는 도구로서 사용할 수 있다.

나) 경계 분석

디지털 이미지를 합성하기위해 가장 중요한 부분이 경계면의 선명도와 이들의 자연스러운 어울림이라면 반대로 경계면의 불일치를 증명하는 것



그림 9. 경계면의 선명도가 다른 이미지의 합성 예

이 위, 변조를 가려내는 방법으로 사용될 수 있다. 특히 선명한 정도는 디지털 이미지의 경우 중요한 요소로 인식해야 한다. 디지털 이미지의 경우, 카메라의 제조회사와 이미징 프로그램을 통한 처리 방법에 따라라도 선명함의 정도가 달라질 수 있기 때문이다. 카메라의 조리개와 렌즈를 통해 만들어지는 이미지에서는 회절에 의해 초점이 정확하게 맞은 사진이라고 할지라도 소프트웨어와 동일한 날카로움을 만들어내지 못한다. 이미지의 주변이 다른 부분에 비해 날카롭다면, 이 날카로움은 쉽게 찾아낼 수 있으며 이미지가 위조되었을 때 명확한 표시를 남긴다.

3.2 객관적 위변조 분석 방법

3.2.1 노이즈 분석

디지털 카메라에서 발생할 수 있는 노이즈의 유형은 크게 Thermal Noise, Dark Current Noise, Read out Noise가 있다. 이 외에도 신호의 증폭에 따른 노이즈와 광학계에 의해 발생하는 노이즈가 있으며, 흑백영상과 컬러영상의 차이에 따라서도 확인할 수 있는 노이즈의 정도가 다르다. 노이즈는 촬영시의 조명 상태 또는 이미지 센서의 크기와 종류에 따라 정도의 차이가 확연하게 드러나기 때문에 이미지를 확대하여 노이즈의 양과 패턴을 비교할 수 있으므로 디지털 이미지의 위, 변조 여부를 판단할 수 있는 기준이 될 수 있다.



그림 10. 노이즈의 형태가 다른 이미지의 합성 예

3.2.2 농도 범위 분석

피사체의 농도는 이미지가 생성될 때 결정되며 동일한 장소에서 만들어진 이미지도 제작된 시간과 주변 환경의 변화 또는 피사체에 따라 서로 다른 농도의 이미지가 만들어진다. 정교하게 합성된 이미지는 피사체의 농도 또는 경계면에서 합성과 관련된 아무런 흔적도 찾을 수 없다. 하지만 농도 값이 서로 다른 이미지를 합성할 때 레벨을 이용하여 이미지의 농도차이를 보정한 경우, 육안으로는 이미지의 합성여부를 관찰할 수 없으나 레벨을 극단적으로 변경할 경우 이미지의 합성이 이루어진 부분에 보이지 않던 경계면이 드러나게 된다. 이 경계면은 주로 이미지의 밝은 부분 또는 어두운 부분에서 관찰할 수 있으며 이미지의 합성이 밝은 곳에 위치한다면 레벨 조정을 극단적으로 어둡게 하여 분석할 수 있고 반대로 어두운 곳에 위치한다면 밝게 조정하여 분석할 수 있다.

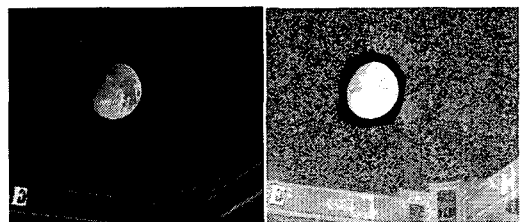


그림 11. 어두운 영역의 경계면 검출

3.2.3 압축률 분석

디지털 이미지는 전송의 용이함 혹은 파일의 용량을 조절하기 위해 정보를 압축한다. 따라서 압축의 정도가 서로 다른 이미지가 합성되었을 경우 압축 정도에 따라 발생하게 되는 이미지의 블록화 현상을 비교분석하는 것으로서 사진의 위, 변조 여부를 판단 할 수 있다. 압축률이 다른 이미지가 합성될 때 이미지가 회전한 경우 혹은 중복하여 합성된 경우 두 이미지가 가지고 있는 고유의 블록화 정도는 그대로 유지되기 때문이다.

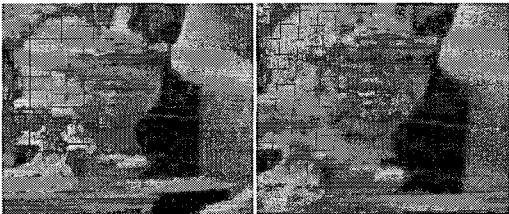


그림 12. 블록의 경계가 틀어진 경우와 블록간의 격차가 틀어진 경우

4. 결 론

본고에서는 차세대 영상 위변조 검증 기법들에 대하여 고찰하였다. 디지털 기술은 사진 영역을 획기적으로 확대하는 장이 되었지만, 동시에 정교한 위변조 작업 역시 가능하게 되는 문제를 발생시켰다. 기존의 워터마크 기술은 디지털 이미지의 위변조를 원천적으로 차단하거나 분석하는데 한계가 있다. 따라서 디지털 이미지의 위변조를 검증하기 위해 새로운 방법론이 필요하다. 이 때 본고에서 고찰되었듯이 디지털 이미지의 형성 요소를 분석하면, 이미지의 패턴을 추측할 수 있으며, 이로서 디지털 이미지의 위변조를 검증하는 객관적인 기준이 될 수 있다. 근래 디지털 이미지를 포함하는 콘텐츠의 보안에 관련된 관심과 연구가 활발하다. 앞으로 위와 같은 위변조 검증기법들이

확립된다면 문화콘텐츠 산업은 더욱 활성화 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 강경숙, “사진의 회화성,” 조선대학교 석사학위 논문, 2000.
- [2] 이진훈, “디지털 콘텐츠 보호를 위한 워터마킹에 관한 연구,” 성균관대학교 석사학위 논문, 2004.
- [3] Lyu, S., Farid, H.. “How Realistic is Photo realistic”, IEEE Transactions on Signal Processing, 53(2): 845-850, 2005.
- [4] Barry Haynes., Wendy Crumpler. Photoshop CS Artistry. New Riders. p. 186~188, 2004.
- [5] Popescu, A. C., Farid, Statistical Tools for Digital Forensics. 6th International Workshop on Information Hiding, Toronto, Canada, 2004.
- [6] Farid, H.. Detecting Digital Forgeries Using Bispectral Analysis. Technical Report, AIM-1657, MIT AI Memo, 1999.
- [7] Popescu, A. C. Statistical Tools for Digital Image Forensics. Dartmouth College, 2004.
- [8] 장문기, 디지털 기술과 포토저널리즘에 관한 연구, 중앙대학교 석사학위논문, 2000.
- [9] Johnson, M. K., Farid. H.. Exposing Digital Forgeries by Detecting Inconsistencies in Lighting, ACM Multimedia and Security Workshop, New York, NY, 2005.
- [10] 최군성, 사진의 길, 보고서, p. 58~63, 2006.
- [11] Lester, P., Visual Communication : image with message, Wordsworth publishing, 2002.
- [12] 김영, “텔레비전 드라마의 HDTV 도입에 따른 영상 변화에 대한 연구,” 성균관대학교 석사학위 논문, 2005.
- [13] 한선수, “HDTV의 특성과 미장센 변화에 관한 연구,” 연세대학교 석사학위논문, 2004.
- [14] 한영숙, “영화속의 공간에서 빛과 색채의 인식에 관한 기호학적 분석에 관한 연구,” 건국대학교 디자인대학원 석사학위 논문, 2001.

[15] Eugene Hecht, 조재훈, 장수, 황보창권, 조두진
공역, 광학, 두양사, p. 190~191, 2002.

[16] London, Barbara, Upton, John, Kobre, Ken,
Brill, Betsy., 최창호 역, 사진학 강의 타임스페
이스, pp 42, 2004.

[17] Ray, F., Applied Photographic Optics, 3rd E.
Focal press pp. 94, p. 235, 2002.

• 2006년 9월~2006년 7월 중앙대학교 문화컨텐츠연구원
선임연구원

• 2006년 8월~현재 중앙대학교 첨단영상대학원 연구교수

• 관심분야 : 컴퓨터 비전, 신호처리, 증강현실 등



이 정 범

• 1998년 대구예술대학교 사진영상공학과(예술사)

• 2001년 상명대학교 예술디자인대학원 (예술석사)

• 2003년 중앙대학교 첨단영상대학원 (박사과정)

• 관심분야 : 컬러매니지먼트, 디지털 사진, 과학사진, 디지
털 영상처리 등



송 호 근

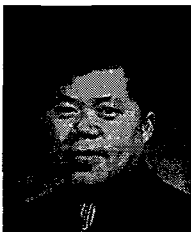
• 1991년 중앙대학교, 전자공학과(공학사)

• 1993년 중앙대학교, 전자공학과, 정보제어(공학석사)

• 1997년 중앙대학교, 전자공학과, 정보공학(공학박사)

• 1996~현재 한서대학교 컴퓨터정보학과 부교수

• 관심분야 : 내용기반 영상검색, 3차원영상처리/인식, 영상
보안 등.



윤 용 인

• 1986년 2월 중앙대학교 전자공학과 졸업(공학사)

• 1988년 2월 중앙대학교 전자공학과 졸업(공학석사)

• 2003년 8월 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 졸업
(공학박사)

• 1991년 7월~1993년 11월 국제전자㈜ 연구원

• 1994년 1월~1999년 2월 대우고등기술연구원 주임연구원

• 2003년 9월~2006년 8월 중앙대학교 첨단영상대학원
Post-Doc