무왜곡 휴대용 단말기 영상정보 권한서명을 이용한 카메라 영상 인증

A Camera Image Authentication Using Image Information Copyright Signature for Mobile Device without Distortion

한찬호*, 문광석**
Chan-ho Han*, Kwang-seok Moon**

요 약

휴대용 무선 단말기에서 사용할 수 있으며, 기존 워터마크 방법이 가지고 있는 화질 저하의 문제점을 해결하기 위한 왜곡이 없는 이미지 인증을 위한 블록 기반 정보 은닉 기법을 제안하였다. 콘텐츠에 관련된 디지털 서명을 기존 영상의 하단에 동일한 화소 값을 가지는 8x8 블록단위의 영상으로 변환하여 추가하고 압축한 다음, 저장할 때 JPEG 파일 스트림의 영상 사이즈 부분을 카메라에 설정된 화소수로 바꿔줌으로써 삽입된 영상서명을 은닉한다. 실험결과, 제안한 방법은 영상서명 은닉을 위해 추가되는 비트가 0.1% 이하로 미세함을 검증하였으며, 화질저하 없이 영상인증이 가능한 방법임을 확인할 수 있었다. 나아가 제안방식은 의료영상, 스마트폰 및 DSLR 등 카메라를 사용하는 다양한 임베디드 시스템에 활용할 수 있다.

ABSTRACT

Quality and resolution of camera in mobile device is improved significantly. In this paper, we propose block-based information hide techniques without image distortion for mobile device to solve image degradation in conventional watermarking methods. Information of image is composed with text such as camera maker, model, date, time, etc. Each text is converted to 8x8 pixel blocks and is added to the bottom of image. Generally image including block based information for image authentication are compressed using JPEG in mobile device. The vertical line value in JPEG header is modified by original size of image sensor. This technique can hide the block based authentication information using general decoder. In the experimental results, JPEG file size is slightly increased within 0.1% for the proposed block based authentication information encoding. Finally proposed methods can be adopted for various embedded systems using medical image, smart phone and DSLR camera.

Keywords : Image Authentication, Image Information Copyright Signature, 8x8 Block Based Information, JPEG Exif File Format, Mobile Device

I. 서 론

현재 휴대폰의 기능은 통화 위주의 기존 이동통신 개념을 뛰어넘어 실시간 TV 시청, 영화, 뮤직비디오를 포함한 각종 동영상 콘텐츠 감상 등의 멀티미디어 기능과 더불어 고해상도의 디지털 카메라의 기능으로 확대되어 가고 있다. 이러한 고해상도 디지털 카메라 기능의 휴대폰 탑재는 현재 휴대폰 시장의 절대적인 수요를 창출하고 있다. 특히 최근 스마트 폰에서는 카메라의 화소 수, 색수차, 디자인, 저조도 노이즈, 센서 감도 등을 중심으로 많은 부분에서 발전 및 선되었다.

* 강원대학교
** 부경대학교 (교신저자)
투고 일자 : 2013. 12. 11 수정완료일자 : 2014. 1. 22
게재확정일자 : 2014. 5. 2

한편, 스마트 폰 및 태블릿 PC와 같은 휴대용 무선 단말기의 보편화 및 디지털 멀티미디어 기술의 발전으로 디지털 콘텐츠 제작과 유통이 활발히 이루어짐에 따라 멀티미디어 콘텐츠의 수요와 공급이 급속히 증가하고 있다. 또한 음악, 영상, 동영상 등과 같은 다양한 멀티미디어 디지털 콘텐츠는 누구나 쉽게 복사, 저장, 변형 그리고 전송 등을 할 수 있다. 또한 디지털 이미지는 복제가 용이하고 원본과 복사본을 구별할 수 없으며 편집이 가능하다는 이점이 있으나 악의적인 목적으로 손쉽게 위변조를 할 수 있는 단점이 있다. 이에 따라 디지털 영상의 소유권 주장, 인증 및 변형 검출을 위한 효율적인 방법이 요구되고 있으며 디지털 콘텐츠 보호를 위한 방법으로 많은 기술들이 연구되어 왔다. 이 중에서 가장 일반적인 방법이 디지털 워터마킹 방법이다.

이미지에 대한 디지털 워터마킹은 디지털 워터마크를 디지털 이미지에 삽입하는 기술[1]로서 사용용도에 따라 크게 두 분야 즉, 저작권 보호 및 소유권 증명을 위한 강성 워터마킹(robust

watermarking)과 원본인증과 무결성 증명을 위한 연성 워터마킹(fragile watermarking)으로 분류할 수 있다. 강성 워터마크는 임의의 변형에 대해 쉽게 사라지지 않도록 만든 워터마크이다. 콘텐츠에 변형을 가하더라도 워터마크가 남아있어 원작자의 저작권을 보호할 수 있다[2]. 연성 워터마크는 강성 워터마크와는 반대로 임의의 변형에 대해 쉽게 사라지도록 만든 워터마크이다[3]. 콘텐츠를 임의로 조작하거나 보안을 위협하는 코드 등을 삽입하여 콘텐츠에 변형이 발생하면 연성 워터마크는 사라지게 되어 원본임을 증명할 수 없게 된다.

워터마킹 알고리즘의 요구조건으로는 지각적 비가시성(invisibility), 강인성(robustness), 신뢰성(reliability), 용량 (capacity), 원본 없이 추출(blindness) 등이 있다. 영상 인증(image authentication) 알고리즘은 군사, 의료 분야 및 스캔된 증빙문서, 계약서 등 민감한 분야에서 필요하며 원본에 대한 위조 사실이 없음을 증명하여야 한다. 인증 분야에서는 워터마크의 삽입 흔적을 인식할 수 없는 비가시성과 미세한 공격에도 손상이 되는 연성(fragile) 이 필요하며, 악의적인 공격이 아닌 압축이나 저장 형태의 변환과 같은 자연스런 영상처리 과정을 견딜 수 있을 정도의 반연성(semi-fragile)을 가지면 좋다[4]. 워터마크 추출 과정에서 거짓 긍정(false positive)과 거짓 부정 (false negative) 의 전형적인 오류가 발생하지 않는 신뢰성은 필수적 이며, 원본 영상을 크게 훼손하지 않는 범위 내에서 워터마크의 용량은 클수록 좋다. 또한 원본 영상과 원본 워터마크 없이 워터마크된 영상만으로 워터마크 추출 이 가능한 블라인드 워터마킹은 구현이 어렵지만 가장 바람직하다. 비가시성은 PSNR(peak signal to noise ratio)로 측정되며 워터마크의 용량과는 상호 절충(trade off) 관계에 있다. PSNR은 로그 단위로 산출되며, 영상의 평균제곱오차(MSE: mean square error)의 비율에 의해 결정되는데 원본영상과 워터마크된 영상 간의 화질의 변화를 측정 하는 용도로 널리 사용된다.

지금까지 제안된 모든 워터마킹 방법은 디지털 콘텐츠에 이미지에 대한 특정한 정보를 은닉(hiding)함으로써 저작권 관리 및 콘텐츠 인증 등에 사용한다. 이러한 방법은 원본 영상의 화소 값을 눈에 띄지 않게 디지털 서명을 은닉하고 숨겨진 데이터를 최종본에서 추출한다. 이러한 방법으로 가장 보편적인 방법으로 원본 화소 값의 LSB를 이미지 정보로 변경하는 것이다. 이미지에 대한 정보 은닉 기법은 주로 그레이스케일 또는 컬러 이미지에 대해 많이 연구되었으며, 화소의 색이나 밝기 값을 눈에 띄지 않게 변경하여 이미지 왜곡을 최소화 하는 방법이 주를 이루고 있으며, 일반적으로 이진 이미지에 대한 정보 은닉 기법은 팩스, 육필 전자 서명 등에 여전히 널리 사용되고 있다. 이진 이미지 인증을 위한 몇몇 정보 은닉 기법이 제안된 방법들은 인증 정보 삽입을 위한 많은 수의 화소 값을 변화에 따른 큰 이미지의 왜곡이라는 단점이 존재하며, 이러한 이미지 왜곡의 유형 파악을 통한 정보 은닉 검출 기법에 취약한 면을 보이고 있다[5].

본 논문에서는 상기의 문제점을 해결하기 위해 화질열화를 발생시키지 않으면서 이미지 인증 및 변형 검출이 가능한 디지털 영상서명 삽입 방법을 제안한다. 제안 방법은 디지털 서명을 영상으로 변환하고, 촬영된 영상의 하단에 삽입되어 저장된다. 저장시 영상의 크기는 카메라 이미지 센서의 크기를 따라 저장됨으로 일반적인 방법으로는 화면에 나타나지 않으며, 인증된 디코더를 사용해야만 삽입된 디지털 서명을 확인할 수 있다. 제안 방법은 cut-and-paste와 같은 약간의 변형에도 쉽게 깨지는 기법으로 영상의 조작 유무와 변형위치를 검출 할 수 있는 장점이 있다. 또한 스마트 폰과 같이 GPS와 연동된 카메라 이미지에 GPS 데이터를 삽입함으로써 촬영 위치를 디지털 서명으로 기록함으로써 원본의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

Ⅱ. 휴대용 무선 단말기의 카메라 이미지

2.1 휴대용 단말기의 카메라 영상 처리

스마트 폰 및 테블릿 PC와 같은 휴대용 무선 단말기의 카메라 이미지 처리에 관여하는 주요 구성요소와 이미지 처리 과정 (image processing procedure)은 그림 1과 같다.

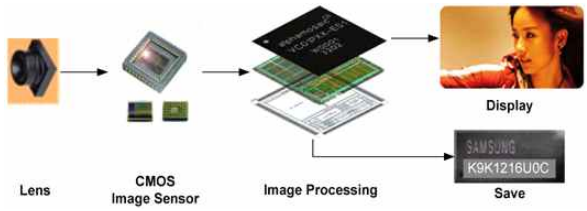


그림 1. 휴대용 무선 단말기의 카메라 이미지 처리
Fig .1. Camera image processing in mobile device.

그림에서 나타낸 것과 같이 광학부를 통해서 들어온 빛은 CMOS 이미지 센서를 통해서 비디오 신호로 만들어지고, 이를 비디오 프로세서(video processor) IC에서 이미지 처리를 한 후 LCD에 디스플레이하고 메모리에 저장을 하는 흐름을 가진다.

2.2 휴대용 단말기의 카메라 영상 저장

휴대용 무선 단말기의 경우, 이미지 저장 공간을 효율적으로 사용하기 위해서 일반적으로 다음 그림 2와 같은 JPEG(Joint Photographic Experts Group) 압축을 사용하여 저장한다. JPEG 및 MPEG 등에서 사용하는 블록 변환 부호화는 높은 압축률을 얻기 위해 널리 사용되는 영상 압축기법이다. 일반적인 블록 변환 부호화 기법은 영상을 여러 개의 블록으로 나누어서 각 블록 단위로 독립적으로 변환한 다음, 양자화 과정을 거쳐 허프만 부호화 및 가변길이 부호화(Run- length Code)를 결합한 형태를 사용하여 압축한다.

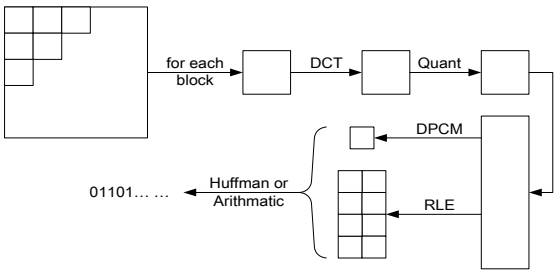


그림 2. JPEG 압축 과정
Fig .2. JPEG compression process.

대부분의 이미지 압축이 블록 단위로 이루어지기 때문에 본 논문에서는 콘텐츠에 관련된 디지털 서명을 기존 영상의 하단에 블록단위의 영상으로 변환하여 추가하여 은닉하는 기법을 제안한다.

JPEG은 정지 화상을 위해서 만들어진 손실 압축 방법 표준으로 ISO와 ITU-T에서 제정하였으며 또한 이미지가 어떻게 연속된 바이트로 바뀌는 지만을 규정한다. 독립 JPEG 그룹(Independent JPEG Group; IJG)에서 만든 JPEG의 확장인 JFIF(JPEG File Interchange Format)는 JPEG 스트림을 저장과 전송에 적합한 형태로 담는 이미지 파일 형식이다. JPEG/JFIF는 사진 등의 화상을 보관하고 전송하는 데 가장 널리 사용되는 파일 형식이다. 한편 JPEG/Exif는 디지털 카메라에서 이미지와 관련한 파일 포맷에서 이미지에 대한 상세 정보를 추가하기 위해서 만들어졌다. JEIDA(Japan Electronic Industry Development Association)에서 만들어졌으며 JPEG, TIFF Rev. 6.0, RIFF WAVE 파일 포맷이 지원되며, JPEG2000이나 PNG형식은 지원하지 않는다[6]. Exif에 포함되는 정보로는 날짜와 시간 정보(Data and time information), 셔터 스피드, 발광 모드 등과 같은 카메라 설정 정보(Camera settings information), 촬영된 지역정보(Location information), 요약 및 저작권 관련 정보(Descriptions and Copyright information)가 포함된다[6].

2.3 JPEG/Exif의 파일 형식

JPEG/Exif의 파일구조는 그림 3과 같이 TIFF Header, Exif IFD(Image File Directories), Image Data 등으로 구성된다.

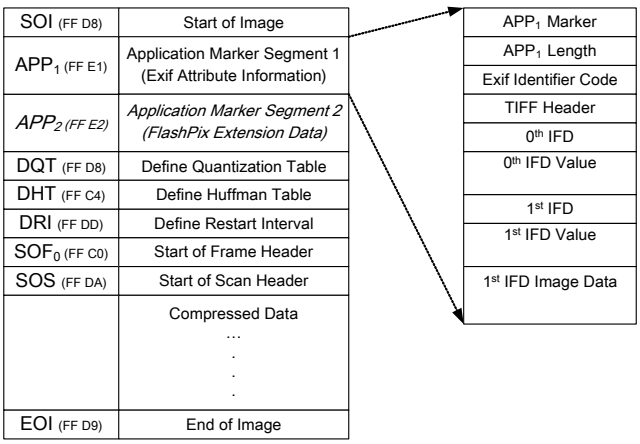


그림 3. JPEG 파일 스트림 구조
Fig .3. JPEG file stream structure.

JPEG/Exif으로 압축된 데이터 파일은 SOI(Start of Image), APP1, APP2, DQT, DHT, DRI, SOF, SOS, EOI로 구성되어 있다. JPEG에서 SOI 데이터는 0xFFD8로 시작하며, 그 다음에는 반복적인 정보가 들어오는 형태로 이루어져 있다.

Exif 파일구조 가운데 헤더 부분인 TIFF Header에는 IFD에 대한 정보를 포함하고 있으며, 각각의 IFD에 해당하는 데이터 포인터 정보를 가지고 있고, 전체 8Bytes로 구성되어 있다. 이는 0번째 IFD 시작주소를 가리키는 IFD의 Offset을 갖고 있다. TIFF Header 구성으로는 각 IFD에 대한 태그가 포함되어 있으며 데이터 타입 등 IFD 정보가 포함되어 있다. TIFF Header 구조는 다음 표 1과 같다.

표 1. JPEG/Exif 헤더
Table 1. JPEG/Exif Header.

Name	Size (Bytes)	Value
Byte Order5	2	Written as either "II" (4949.H) (little endian) or "MM" (4D4D.H) (big endian) depending on the CPU of the machine doing the recording.
42	2	002A.H (fixed)
Offset of IFD	4	0th IFD offset. If the TIFF header is followed immediately by the 0th IFD, it is written as 00000008.H.

표 2. IFD 태그
Table 2. IFD Tags.

Tag No.	Tag Name	CompoNo
0x010E	ImageDescription	
0x010F	Make	
0x0110	Model	
0x0112	Orientation	1
0x011A	XResolution	1
0x011B	YResolution	1
0x0128	ResolutionUnit	1
0x0131	Software	
0x0132	DateTime	20
0x013E	WhitePoint	2
0x013F	PrimaryChromaticities	6
0x0211	YCbCrCoefficients	3
0x0213	YCbCrPositioning	1
0x0214	ReferenceBlackWhite	6
0x8298	Copyright	
0x8769	ExifOffset	1

Exif의 정보 분석을 위해서는 절차가 필요하다. 우선적으로 응용마크 1(APP_1)의 Exif Identifier Code를 통하여 Exif의 유효성을 검사한다. 다음으로 TIFF헤더 정보를 분석하여 엔디안(Endian) 확인 하고, 끝으로 IFD 및 subIFD 정보에 대하여 표2와 같은 태그(Tag)분석을 통해 카메라 제조사 및 모델명, 촬영 일시 등의 디지털 정보를 확인한다.

본 논문에서는 표2의 태그(Tag) 정보 중 카메라, 촬영 일시 및 저작권 정보를 원본 인증을 위한 텍스트 정보로 활용 및 검증하였다.

한편 JPEG파일 스트림의 프래임 헤더에는 수직 라인수 및 수평 화소수 필드가 다음 그림 4와 같이 존재한다. 본 논문에서는 추가되는 영상 서명을 이미지 하단에 삽입하여 압축한 다음, 수직 라인 수($XXYY_{16}$)에 해당하는 필드 값을 카메라 이미지 센서의 크기로 저장함으로써 영상 하단에 추가된 콘텐츠 관련 영상서명을 일반적으로 볼 수 없게 한다.

Address Offset	Code	Meaning
+00	FF	Marker Prefix
+01	C0	Start of Frame
+02	00 11	Header Length 2+(1+2+2)+(1+2x3)=17 Bytes
+04	08	Data Precision (xx)
+05	XX YY	Vertical Lines ($XXYY_{16}$) Lines
+07	WW ZZ	Horizontal Pixels ($WWZZ_{16}$) Pixels
+09	03	No. of Components
+0A	01	1st Component (1:Y)
+0B	21 or 22	H_0=2, V_0=1(4:2:2) or 2(4:2:0)
+0C	00	1st Quantization (Y)
+0D	02	2nd Component (2:Cb)
+0E	11	H_1=1, V_1=1
+0F	01	2nd Quantization (Cb)
+010	01	3rd Component (3:Cr)
+011	11	H_2=1, V_2=1
+012	02	3rd Quantization

그림 4. JPEG 프레임 헤더 구조
Fig .4. JPEG SOF structure.

Ⅲ. 영상정보 권한서명 은닉방법

기존 워터마킹 방법이 디지털 콘텐츠에 이미지에 대한 특정한 정보를 은닉(hiding)함으로써 발생하는 화질 열화를 발생시키지 않으면서 이미지 인증 및 변형 검출이 가능한 디지털 영상서명 삽입 방법을 다음 그림 5와 같이 제안한다.

휴대용 단말기는 기본적으로 카메라, 촬영 일시 및 저작권 정보 등의 정보를 가지고 있다. 카메라를 통해서 입력되는 이미지와 휴대용 단말기 고유의 영상촬영에 대한 텍스트 정보는 촬영정보를 은닉하기 위하여 영상 확장블록에 입력된다. 영상 확장블록은 휴대단말기 및 영상촬영 정보를 카메라로부터 입력된 이미지 하단에 DC 영상데이터로 변환하여 확장시킨다. 먼저 저작권, 카메라, 날짜, GPS 등의 텍스트 데이터는 DC 영상 블록 변환기에 의해 JPEG 압축시 데이터 발생량을 최소화할 수 있도록 다음 그림 6과 같이 연속된 DC 영상 블록들로 변환된 후 카메라 입력이미지 하단에 추가된다. 또한 그림 6의 보인 예와 같이 텍스트 데이터는 ASCII 코드 값(V_i)으로 바꾼 다음 8x8 블록내의 모든 R, G, 및 B 화소가 동일한 값(V_i)을 가지는 Gray 블록의 이미지로 변환한다. 이러한 DC 영상 블록은 DCT 변환으로 생성되는 계수 값 중 DC 값을 제외한 모든 계수 값이 0이 되어 JPEG 압축의 효율이 증가한다.

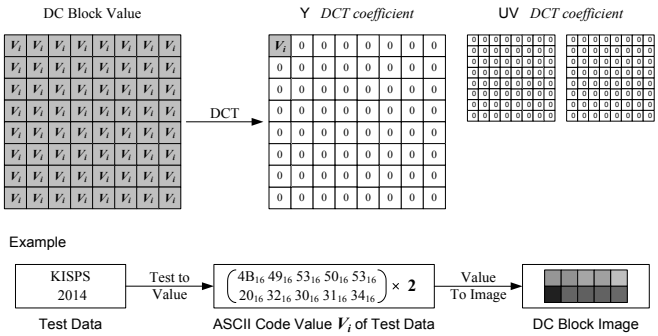


그림 6. 텍스트 DC 영상 블록 변환기
Fig .6. Test to DC block image converter.

그림 6과 같이 추가되는 8x8 블록의 DC 영상은 64pixel에 해당하지만 JPEG 압축시 DCT변환 과정에서 DC값만을 가지기 때문에, DPCM(Differential Pulse Code Modulation) 및 가변길이 부호화를 통하여 압축되므로, 제안방법의 구현을 위해 추가적으로 발생하는 비트를 최소화 할 수 있다.

휴대단말기, 날짜, 시간 및 카메라 화소수 및 디지털 서명 정보를 8x8 블록의 DC 영상으로 바꾸는 과정을 거쳐 입력된 영상하단에 디지털 서명이 추가된 영상을 다음 그림 7에 나타내었다.

또한 이미지 인증 및 변형 검출이 가능한 영상정보(카메라, 촬영 일시 및 저작권)를 그림 7과 같이 IFD 태그를 사용하여 JPEG/Exif의 파일 헤더와 하단의 DC 영상 확장블록으로 2중 보안 저장함으로써 상호 검증을 통해 강인성을 확보한다.

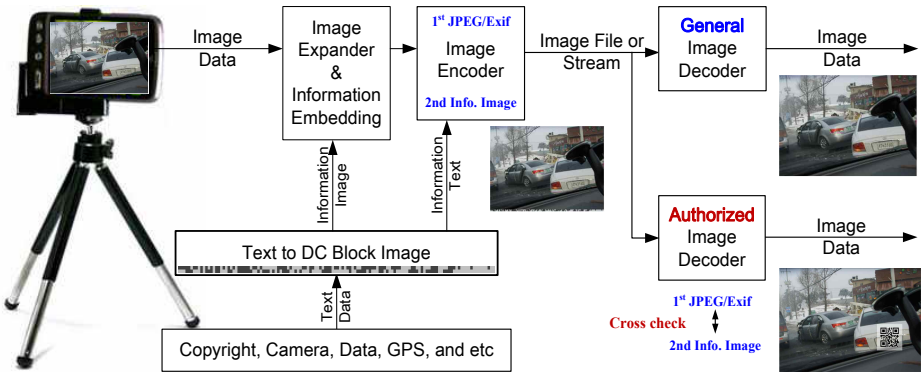


그림 5. 제안된 디지털 영상서명을 이용한 이미지 인증 방법
Fig .5. Proposed image authentication method using image information copyright signature.

그림 7. 이미지 인증을 위한 첫 번째 및 두 번째 영상정보
Fig .7. 1st & 2nd image information for image authentication.

본 논문에서 제안된 확장영상으로 표현된 디지털 서명의 비가시성을 위하여 JPEG 헤드에 있는 수직 라인 수의 필드 값을 카메라 이미지 센서의 크기로 바꾸어 저장한다. 이 방법은 일반적인 JPEG 복호기를 이용하여 이미지를 복원할 경우, 확장된 제안방법의 두 번째 디지털 서명 영상이 보이지 않게 된다.

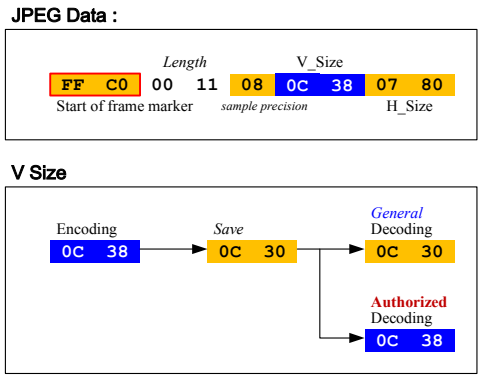


그림 8. 영상서명 정보 은닉방법
Fig .8. The method for image information hiding.

디지털 서명의 비가시성을 위한 제안 방법의 구현은 그림 8과 같이 압축된 JPEG 파일 스트림의 프레임 헤더에 위치한 수직 라인 필드 값을 수정하여 저장한다.

제안 방법은 카메라에서 입력된 이미지 데이터를 변형하지 않음으로써 화질열화를 발생시키지 않으면서 이미지 인증 및 변형 검출이 가능하며, cut-and-paste와 같은 약간의 변형에도 쉽게 깨지는 기법으로 영상의 조작 유무를 쉽게 검출 할 수 있다. 또한 Exif에 포함된 16바이트 서명정보를 영상서명에 포함시켜 이중보안 및 검증을 통해 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

끝으로 영상인증을 위한 복원기는 복원된 영상서명을 QR-코드로 이미지에 오버랩함으로써 보다 용이하게 원본임을 검증할 수 있도록 하였다. 또한 이미지와 관련된 디지털 서명 정보를 8x8 블록의 DC 영상데이터로 변경하여 카메라로부터 입력된 이미지 데이터 하단에 추가하는 영상 확장블록은 소프트웨어나 하드웨어적으로 쉽게 구현될 수 있다.

Ⅳ. 실험 및 결과

본 논문에서 제안된 방법을 검증하기 위하여, 표 3과 같은 현재 시판되어 일반적으로 사용되고 있는 휴대용 단말기를 사용하여 다음 그림 9와 같이 실내와 실외에서 실제로 촬영된 영상을 사용하여 그 결과를 분석하였다.

표 3. 휴대단말기 카메라 정보
Table 3. Camera information of mobile device.

휴대 단말	카메라	영상 크기	부가데이터
국외A사	800만 화소	3264x2448	408 Bytes
국내S사	1300만 화소	4124x3096	515.5 Bytes
국내L사	1300만 화소	4160x3120	520 Bytes

(a) (b)

그림 9. (a)실내 테스트 영상, (b)실외 테스트 영상
Fig .9. Test images of (a)indoor and (b)outdoor photographing.

이미지 인증 및 변형 검출을 위한 디지털 영상서명으로는 카메라 모델, 영상사이즈, 촬영 일시('2013.11.19 11:20:12') 및 저작권 정보('Proposed by Han')를 JPEG/Exif의 파일 헤더와 하단의 DC 영상 확장블록에 저장한다. 본 테스트를 위해 사용된 디지털 영상서명은 "Make-AxSxLx, Model-iPxGax Vx, ImageWidth-xxxx, ImageHeight-yyyy, Date- 2013.11.19, Time-11:20:12, Copyright-Proposed by Han"으로 각 필드를 ','로 분리하였으며, 필드명과 데이터 값은 '-'로 분리하였다. 여기서 영상 크기의 xxxx와 yyyy는 표 3을 따른다. 표 3의 추가 가능한 부가데이터에서 제안된 디지털 영상서명을 제외한 여분은 모두 128의 DC값으로 채워 데이터 발생량을 최소화하였다.

디지털 영상서명에 대한 텍스트 정보를 8x8 블록의 DC 영상으로 바꾸는 과정을 거쳐 입력된 영상하단에 디지털 영상서명이 추가된 영상을 다음 그림 10에 나타내었다. 최근 휴대용 단말기에 장착된 카메라의 해상도가 증가함에 따라 그림 10(c)와 같은 디지털 영상서명은 그림10(a) 및 그림10(b)에서와 같이 본 논문에서 제안된 영상서명 은닉방법을 적용하지 않아도 세심한 주의를 기울이지 않는 한 판별하기 힘들다.

(a) (b)

(c)

그림 10. (c)디지털 영상서명이 추가된 (a)실내 및 (b)실외 테스트 영상.

Fig .10. Test images of (a)indoor and (b)outdoor photographing added (c)digital image signatures.

제안 방법은 카메라에서 입력된 이미지 데이터를 변형하지 않았으나 JPEG 압축과정을 거치기 때문에, 그림 10(c)와 같은 디지털 영상서명은 JPEG 복원과정을 통하여 원영상과 같이 복원되어야 한다. 제안된 디지털 영상서명에 대한 JPEG 압축 및 복원 과정에서의 결과를 다음 그림 11에 나타내었다. 그림 11에서 INF.는 복원된 영상이 원영상과 동일하여 PSNR이 무한대(infinity)임을 나타낸다.

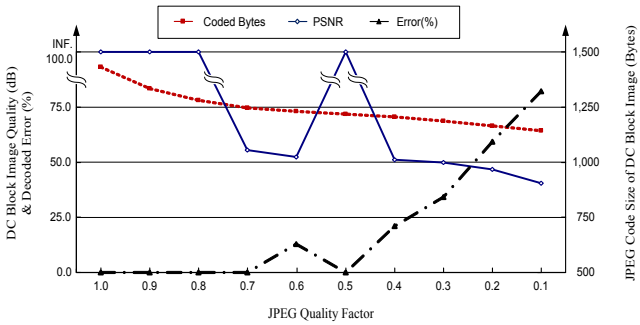


그림 11. 제안된 4160×8 DC 블록 정보영상에 대한 JPEG 압축 결과

Fig .11. The JPEG compressed results of the only proposed 4160×8 DC block information image.

제안된 디지털 영상서명은 JPEG 품질인자(quality factor) 1.0 ~ 0.7 및 0.5에서 원래의 텍스트 데이트로 복원되었으나 압축률을 높인 JPEG 품질 인자 0.6 및 0.4 ~ 0.1에서는 복원오류가 점진적으로 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서 제안방법은 JPEG 품질인자 0.7 이상에서 안정적으로 사용할 수 있다. 이는 일반적인 휴대용 단말기는 카메라 영상을 저장할 때, 0.9 이상의 JPEG 품질인자를 사용하기 때문에 제안방식은 타당한 의미가 있다.

본 논문에서 제안방법을 검증하기 위하여 그림 10의 디지털 영상서명이 추가된 테스트 영상에 대하여 제안된 디지털 영상서명이 오류 없이 복원되는 JPEG 품질인자 1.0 및 0.7에 대한 압축결과를 다음 표 4 및 표 5에 나타내었다.

표 4. 실내 테스트 영상(그림 10(a))의 JPEG 압축 결과

Table 4. The JPEG compressed results of indoor test image in Fig .10(a).

Outdoor Test Image	Image Size	PSNR (dB)	File Size (Bytes)		
			JPEG	Proposed	Difference
QF(1.0)	3264x2448	42.76	5,725,240	5,726,447	1,207
	4124x3096	43.15	8,213,756	8,208,173	-5,583
	4160x3120	43.17	8,292,100	8,293,529	1,429
QF(0.7)	3264x2448	30.99	1,233,644	1,234,664	1,020
	4124x3096	32.73	1,751,061	1,748,764	-2,297
	4160x3120	32.81	1,767,980	1,769,224	1,244

표 5. 실외 테스트 영상(그림 10(b))의 JPEG 압축 결과

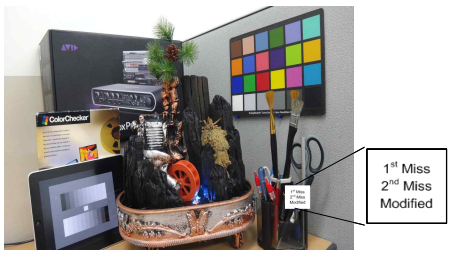
Table 5. The JPEG compressed results of outdoor test image in Fig .10(b).

Indoor Test Image	Image Size	PSNR (dB)	File Size (Bytes)		
			JPEG	Proposed	Difference
QF(1.0)	3264x2448	45.10	4,742,901	4,744,104	1,203
	4124x3096	45.73	6,780,477	6,779,641	-836
	4160x3120	46.02	6,859,007	6,860,436	1,429
QF(0.7)	3264x2448	33.63	892,833	893,851	1,018
	4124x3096	35.20	1,304,626	1,304,778	152
	4160x3120	35.14	1,311,868	1,313,110	1,242

기존 JPEG압축 방식과 제안된 방식의 이미지의 화질은 동일하게 30dB 이상의 높은 화질을 유지하고 있으며, 디지털 영상서명이 추가되었음에도 불구하고 파일사이즈가 줄어드는 현상도 발생하였다.

끝으로 영상인증을 위한 복원기는 JPEG/Exif 분석을 통한 촬영정보 및 복사권한을 하단의 영상서명과 비교하여 원본인증을 실시하고 추가적으로 복원된 영상서명을 QR-코드로 이미지에 오버랩함으로써 보다 용이하게 원본임을 그림 11과 같이 검증할 수 있도록 하였다.

그림 11(a)는 휴대단말에 의해 촬영된 영상을 제안방법으로 변환하여 페이스 북(facebook)에 게시한 영상에 대한 결과이다. 페이스 북의 영상은 JPEG/Exif 헤더정보가 없었으며 JPEG/JFIF 헤더정보만 포함하고 있었다. 또한 JPEG/JFIF 헤더에도 휴대단말 제조사 값이 00000000_{16}으로 바뀌었으며, 촬영시간은 업로드 시간으로 변경되었으며, 이미지 저작권 정보는 포함되어 있지 않았다. 이미지 화질에 대해 중요한 JPEG 품질인자는 0.95에서 0.72로 변경되어 저장되어 있었다. 이는 서버의 저장 공간을 고려한 재압축 과정에서 발생한 결과로 보인다.



(a)

(b)

그림 12. 영상인증을 위한 스마트 폰 테스트 결과
Fig .12. The test result for image authentication using smart phone.

그림 12(b)는 제안된 방법으로 JPEG/Exif 헤더정보와 제안된 디지털 영상서명이 상호 일치하여 이미지 저작권 정보를 QR-코드로 원 영상에 오버랩하였다. 오버랩된 이미지 저작권 정보를 스마트 앱을 사용하여 인증결과를 확인한 결과도 그림 12(b)의 오른쪽에 보였다.

따라서 본 논문에서 제안된 이미지 인증을 위한 디지털 영상서명 방법은 비가시성(invisibility), 강인성(robustness), 신뢰성(reliability), 용량(capacity) 및 원본 없이 추출(blindness) 등의 요구조건을 만족함을 실험을 통해 확인하였다.

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 영상인증을 위해 기존 워터마크 방법이 가지고 있는 화소 값 변경으로 인한 화질 저하의 문제점을 해결하기 위하여, 왜곡이 없는 이미지 인증을 위한 디지털 영상서명 방법을 제안하였다.

콘텐츠에 대한 인증정보를 카메라 모델, 영상사이즈, 촬영일시 및 저작권 정보를 JPEG/Exif의 파일 헤더에 텍스트로 저장한 다음 하단의 DC 영상 확장블록에 이미지로 추가 저장하였다.

DC 영상 확장블록은 동일한 값을 가지는 8x8 그레이 블록 영상은 JPEG 압축시 1 byte/block 이하의 저장 공간을 차지하므로 용량성을 확보하였다. 또한 압축된 JPEG/Exif의 파일 헤더의 인증 텍스트와 디지털 영상서명의 이미지를 텍스트로 변환하여 상호 비교하여 인증함으로써 강인성, 신뢰성 및 원본 없이 추출 가능한 요구조건을 충족시켰다. 마지막으로 비가시성을 위해 압축된 JPEG 파일 스트림의 수직 라인 필드 값을 카메라 이미지 센서의 크기로 조정하였다.

제안 방법은 실험을 통하여, 화질에 전혀 영향을 주지 않으며, 제안된 디지털 영상서명으로 인하여 추가되는 비트가 0.1% 이하로 미세함을 보였다. 또한 페이스북에 업로드된 영상과 편집 및 재 압축된 영상은 JPEG/Exif의 파일 헤더와 DC 영상 확장블록으로 상호 검증으로 원본 및 편집 판정이 용이함을 확인하였다.

따라서 제안 방법은 화질저하가 없는 영상인증 방법으로 의미가 있다. 또한 GPS와 연동된 카메라 이미지에 GPS 데이터를 삽입함으로써 촬영 위치를 디지털 서명으로 기록함으로써 원본의 신뢰성을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 나아가 환자 정보를 포함한 제안방식은 개인정보 보호를 위한 의료영상에도 적용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] R. M. Rao and A. S. Bopardikar, “Wavelet Transforms: Introduction to Theory and Applications “, Addision Wesley, August 1998.

[2] Amol R. Madan. “Watermark Image Recognition from Local Scale-Invariant Feature“, UKSim 2009: 11th International Conference on Computer Modelling and Simulation, pp. 258-263, March 2009.

[3] Hongxia Wang and Changxing Liao. “Compressed -Domain Fragile Watermarking Scheme for Distinguishing Tampers on Image Content or Watermark“, Communications, Circuits and Systems, International Conference on ICCCAS, pp.480-484, July 2009.

[4] E. Koch and J Zhao, “Towards Robust and Hidden Image Copyright Labeling“, Proc. IEEE Nonlinear Signal and Image Processing, pp. 452-455, Jun 1995.

[5] J. Cheng, A. C. Kot, J. Liu, and H. Cao, “Detection of Data Hiding in Binary Text Image“, In proc. IEEE Int. Conf. on Image Processing (ICIP) 2005, Vol.3, pp. 73-76, September 2005.

[6] Camera & Imaging Products Association, “Exchangeable image file format for digital still cameras: Exif Version 2.3“, December 2012.

한 찬 호 (Chan-ho Han)

1990년 경북대학교 전자공학과(공학사)
1992년 경북대학교 전자공학과(공학석사)
2002년 경북대학교 전자공학과(공학박사)

1992년 1월 ~ 1997년 8월 하이닉스반도체 미디어연구소 주임연구원
2000년 3월 ~ 2002년 8월 경운대학교 멀티미디어학과 교수
2004년 3월 ~ 2009년 2월 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 계약교수
2009년 2월 ~ 현재 강원대학교 방송영상학과 교수
※주관심분야 : 임베디드 시스템, 디지털 비디오 공학, 디지털 방송

문 광 석 (Kwang-seok Moon)
正會員

1979년 경북대학교 전자공학과(공학사)
1981년 경북대학교 전자공학과(공학석사)
1989년 경북대학교 전자공학과(공학박사)

1988년 일본 동경대학교 공학부 연구원
1997년~1998년 미국 Jackson State University 객원교수
1990년~ 현재 부경대학교 전자공학과 교수
※주관심분야 : 영상신호처리, 적응신호처리, 멀티미디어 통신