

XMP를 이용한 커스텀 메타데이터 저장 방법

현창종 · 김동호*

Custom Metadata Storage Method Using XMP

Chang-Jong Hyun · Dong-Ho Kim*

요 약

최근 인터넷의 발달로 사진이나 동영상과 같은 멀티미디어의 소비가 빠르게 증가함에 따라 메타데이터의 중요성이 부각되고 있다. 기존에 존재하고 있는 메타데이터의 경우 포맷에 맞는 GPS값이나 초점거리와 같은 한정된 정보만을 저장한다. 하지만 모바일 기기나 멀티미디어 취득 장치의 발달로 기기에 다양한 센서를 사용할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 멀티미디어 취득 시의 기존의 메타데이터 포맷의 정보 뿐 만 아니라 기기의 자이로스코프, 가속도 센서와 같은 다양한 센서의 정보와 같은 기존 포맷 이외의 메타데이터를 함께 저장할 수 있는 방법에 대해서 설명한다. 제안한 방법을 이용하여 동영상 촬영 시 이동하는 촬영위치 정보를 제공하는 응용프로그램을 제시하였다. 동영상 촬영위치 정보는 이미지 정합, 효과적 이미지 분류 등 다양한 응용을 가능하게 할 것으로 예상된다.

ABSTRACT

Recently, as the growth of the Internet has led to a rapid increase in the consumption of multimedia such as photographs and moving images, the importance of metadata has been emphasized. In the case of existing metadata, only limited information such as GPS value or focal length according to the format is stored. However, with the development of mobile devices and multimedia acquisition devices, various sensors can be used in the devices. Therefore, this paper describes a method that can store not only the existing metadata format information at the time of multimedia acquisition but also another existing format of metadata such as information of various sensors which is the gyroscope and acceleration sensor of the device. We propose an application program that provides moving location information. The proposed method is expected to provide various applications such as image matching and effective image classification.

키워드

Metadata, Multimedia, Sensor, XMP, EXIF,
메타 데이터, 멀티미디어, 센서, XMP, EXIF

1. 서 론

최근 모바일 디바이스의 발달로 이미지 또는 비디오 등의 멀티미디어 콘텐츠의 획득이 쉬워졌다. 그에 따라 많은 사용자들은 SNS(Social Network

Service) 혹은 스트리밍 플랫폼 등의 인터넷 공간에 멀티미디어 콘텐츠를 공유할 뿐 만 아니라 다른 사용자의 멀티미디어 콘텐츠를 소비할 수 있게 되었다. 나아가 멀티미디어 콘텐츠를 변형하거나 재조합하는 등의 다양한 소비 패턴이 등장하게 되었다[1]. 그에 맞

* 서울과학기술대학교 정보통신미디어공학과 (dongho.kim@seoultech.ac.kr)

• 접수일 : 2019. 03. 11
• 수정완료일 : 2019. 03. 28
• 게재확정일 : 2019. 04. 15

• Received : Mar. 11, 2019, Revised : Mar. 28, 2019, Accepted : Apr. 15, 2019

• Corresponding Author : Dong-Ho Kim

Dept. of IT & Media Technology, SEOUL NATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY,

Email : dongho.kim@seoultech.ac.kr

취 개인 사용자의 소비 패턴을 분석하여 추천해주는 서비스 혹은 콘텐츠의 특징 별로 분류해주는 서비스와 같은 멀티미디어 콘텐츠를 다루는 많은 서비스와 응용프로그램이 등장하고 있다. 따라서 멀티미디어의 특징을 나타내는 메타데이터의 중요성이 대두되고 있다. 데이터의 데이터라 불리는 메타데이터는 특정한 목적을 가지고 만들어지는 데이터이다. 대부분의 멀티미디어 콘텐츠는 고유한 메타데이터 저장 포맷을 가지고 있어 포맷에 맞는 값을 저장하도록 되어있다[2].

이미지 파일 포맷의 경우 JPEG(: Joint Photographic Experts Group)과 TIFF(: Tagged Image File Forma)[3]에서 사용되는 EXIF(: Exchangeable Image File format) 메타데이터 포맷이 존재한다. EXIF는 디지털 카메라에 의해 취득된 이미지나 음성 파일에 대한 정보를 포함하는 메타데이터를 저장하는 표준으로 이미지의 크기, 파일 포맷, 해상도 등의 이미지와 관련된 정보뿐만 아니라 초점거리, 밝기, 노출시간 등의 멀티미디어 취득 시의 카메라 정보 또한 포함하고 있다. EXIF는 이미지 안에 저장되는 포맷이기 때문에 기존의 이미지 응용프로그램을 이용하여 쉽게 접근 가능하며 이미지의 손상 없이 메타데이터를 저장할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 EXIF는 포맷이 정의한 기존 형식의 값만을 저장하기 때문에 사용자가 원하는 다양한 정보를 기록하는 데는 한계가 있다. 따라서 사용자가 원하는 추가적인 정보를 저장하기 위해 다른 방식이 요구되며, 대표적으로 XMP(: Extensible Metadata Platform)가 존재한다. XMP는 사용자가 원하는 메타데이터를 디지털 문서에 결합시킬 수 있는 포맷이며, EXIF와 같이 지정된 값만을 저장할 수 있는 것이 아닌 사용자가 원하는 값을 대부분의 디지털 문서에 저장할 수 있다는 장점이 있다. 또한 디지털 문서에 저장된 XMP를 추출하여 XML로 직렬화하여 컴퓨터에서 사용가능한 데이터 구조 형태로 변환할 수 있다.

본 논문에서는 기존의 이미지 메타데이터 포맷인 EXIF 메타데이터 저장 포맷과 멀티미디어의 사용자가 원하는 메타데이터를 저장할 수 있는 XMP를 기반으로, 기존에 저장 가능한 메타데이터뿐만 아니라 멀티미디어 취득 시의 취득 기기에서 사용가능할 수 있는 자이로스코프센서, 가속도센서 등 다양한 센서를 활용하여 함께 저장하는 방법에 대해 설명한다. 마치

막으로 앞서 보인 저장된 커스텀 메타데이터를 XML(: Extensible Markup Language)[4]의 포맷으로 직렬화한 메타데이터 정보를 보이고 추후 응용연구 분야에 대한 결과를 보인다.

II. 멀티미디어 메타데이터

기존의 이미지에 메타데이터를 저장하는 대표적인 방법은 EXIF 포맷으로 디지털 카메라의 속성정보와 사진과 관련된 정보를 저장하였다. 하지만 포맷에서 정의한 데이터 값 이외의 값을 저장하는 데에는 부적합하기 때문에 EXIF 포맷에 정의되지 않은 메타데이터 정보를 저장하기 위해서는 확장 정보를 지원하는 XMP를 통해 저장해야한다. 먼저 EXIF의 메타데이터 저장 방식과 포맷에 대해 설명하고 나아가 XMP의 메타데이터 저장 방식과 비교하고 EXIF로 정의되지 않은 메타데이터를 XMP를 통해 저장하는 방법을 설명하고자 한다.

2.1 EXIF

EXIF는 압축된 파일에서 APP1과 APP2라는 마커 세그먼트와 함께 JPEG으로 저장되어지고, 압축되지 않은 파일은 TIFF Rev. 6.0 포맷으로 저장된다. 새로운 이미지 압축 포맷이 아닌 기존의 JPEG이나 TIFF 이미지 포맷을 사용하여 기존의 응용프로그램을 통해 이미지를 수정하거나 볼 수 있어 접근성이 용이하다. 압축된 파일과 압축되지 않은 파일의 관련 속성 정보는 TIFF Rev. 6.0에 정의된 태그 정보 형식으로 저장되고 카메라 시스템의 고유한 정보나 TIFF에 저장되지 않는 정보는 EXIF에 등록된 태그에 저장된다. 압축파일의 APP1 세그먼트에서도 TIFF 태그 형식을 사용하여 EXIF 압축파일과 압축되지 않은 파일 간의 속성 데이터 교환을 용이하게 한다. 압축파일의 경우 64킬로바이트가 넘는 데이터를 여러 개의 APP2 세그먼트로 나누어 저장하는 것이 가능하며, APP2 세그먼트는 비트맵으로 된 컴퓨터 그래픽스 파일 포맷인 flashpix[5] 확장자를 이용하여 기록한다.

이미지 데이터는 이미지 데이터 유형에 따라 기존의 이미지 데이터 형식을 사용한다.

표 1. 압축 이미지파일 구조
Table 1. Compressed image file struct

SOI	Start Of Image	}	APP1 Marker
APP1	Application Marker Segment1 (Exif Attribute information)		APP1 Length
(APP2)	(Application Marker Segment2)- (FlashPix Extension data)		Exif identifier code
DQT	Quantization Table		TIFF Header
DHT	Huffman Table		0 th IFD
(DRI)	(Restart Interval)		0 th IFD value
SOF	Frame Header		1 st IFD
SOS	Scan Header		1 st IFD value
Compressed data			1 st IFD Image data
EOI	End Of Image		

- RGB 비압축 데이터: Baseline TIFF Rev.6.0 RGB Full Color Images
- YCbCr 비압축 데이터: TIFF Rev.6.0 Extensions YCbCr Images
- JPEG 압축 데이터: JPEG Baseline ADCT

압축 데이터는 APP1에 정보를 기록하게 되는데 표 1의 APP1 세그먼트와 같이 그 구조가 비압축 데이터 방식의 TIFF 구조를 이용한 저장 방법을 사용하기 때문에 추가적인 정보를 담기위한 태그 매커니즘의 이점을 가지고 있다. EXIF 속성 정보는 TIFF 구조의 이미지와 관련된 정보 외에 카메라의 속성 정보나 GPS 정보를 포함한다. 이러한 속성 정보 값은 18비트로 이루어진 IFD 구조에 저장된다. IFD 구조는 태그, 타입, 카운트, 오프셋으로 구성되어 있다. 태그는 필드를 확인할 수 있는 고유한 2바이트의 수가 할당된다. 타입의 경우 데이터의 형태를 나타내는 8개의 숫자 중 1개의 값으로 할당된다. 카운트는 4바이트로 태그의 값을 나타낸다. 오프셋의 경우 TIFF 헤더로부터의 위치를 기록한다 [6].

EXIF로 기록되는 메타데이터는 각각의 고유한 태그에 맞는 데이터 형태를 가지고 있으며 취득 기기의 내부 기록 방법에 따라 저장되는 값과 저장되지 않는 값이 존재한다. 또한 카메라의 제조사에 따라 저장되는 데이터 값의 범위가 다르기 때문에 각각의 EXIF에 기록되는 내용은 고유하다.

2.2 XMP

XMP 플랫폼은 디지털 문서를 기록하는 동시에 XMP를 작성하여 실시간으로 문서의 사용자가 원하는 메타데이터를 구현할 수 있으며, XMP 메타데이터는 웹 표준과 가이드라인 개발을 수행하고 있는 W3C(: World Wide Web Consortium)에서 권고한 RDF(: Resource Description Framework)[7]를 이용하여 XML 형태로 변환하여 사용할 수 있다. RDF는 웹상의 자원이 정보를 표현하기 위한 규격으로 상이한 메타데이터 간의 어의, 구문 및 구조에 대한 공통적인 규칙을 지원한다. RDF의 데이터 모형은 자원, 속성 유형, 속성 값을 구성되어 자원의 경우 데이터의 형태에 관계없이 URI로 식별가능한 모든 객체를 의미하며, 하나의 자원은 여러 개의 속성 유형과 속성 값을 가질 수 있다. RDF 모형의 XML을 이용하여 XMP 데이터를 웹에서 사용가능한 데이터로 쉽게 변환할 수 있다.

XMP의 데이터 모형은 simple, structure, array의 3가지 중 1개의 형태를 가지고 있다. simple 형태의 경우 인터넷에 있는 자원을 나타내는 URI(: Uniform Resource Identifier)와 Unicode 표준에 정의된 문자열 값으로 이루어져 있다. structure 형태는 0개 이상의 정의된 필드로 이루어져있다. 각각의 필드는 각 structure 내에서 고유한 이름을 가지고 있으며 각각의 필드는 내부에 값을 가진 속성들로 구성된다. array의 경우 3개의 방식이 존재하는데 정렬, 비정렬, 기타 배열로 이루어져있다. 각각의 방식은 배열 속 순

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1"
  xmlns:xmp="http://ns.adobe.com/xap/1.0"
  xmlns:xmpTPg="http://ns.adobe.com/xap/1.0/t/pg/"
  xmlns:stDim="http://ns.adobe.com/xap/1.0/sType/Dimensions#"
  xmlns:xe="http://ns.adobe.com/xmp-example/">
  <rdf:Description rdf:about="" xmp:Rating="3">
    <xmpTPg:MaxPageSize>
      <rdf:Description stDim:h="11.0" stDim:w="8.5">
        <stDim:unit>inch</stDim:unit>
      </rdf:Description>
    </xmpTPg:MaxPageSize>
    <xmp:BaseURL>
      <rdf:Description xe:qualifier="artificial example">
        <rdf:value rdf:source="http://www.adobe.com"></rdf:value>
      </rdf:Description>
    </xmp:BaseURL>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

그림 1. XML로 직렬화한 XMP의 구조
Fig. 1 Structure of XMP serialized in XML

서에 관한 특징에 따라 방식이 결정되며 각각의 배열 속에는 값을 가진 속성들로 구성된다. 그림 1에 나타난 바와 같이, 직렬화한 XMP 데이터를 살펴보면 xmpTPg:MaxPageSize 태그 속에 stDim:h, stDim:w, stDim:unit의 속성들이 각각 11.0, 8.5, inch라는 값이 저장된 structure 형태의 메타데이터를 확인할 수 있다. 그 외의 simple 형태는 rdf:Description에 바로 정의되어 URI와 문자열 값이 저장된 것을 확인할 수 있다. array 형태의 경우 XML 속에서 각각 rdf:Bag, rdf:Seq, rdf:Alt 태그 속에서 정렬, 비정렬, 기타 배열의 메타데이터 정보가 저장되며 배열의 원소들은 rdf:li 태그를 통해 변환된다[8].

표 2. TIFF 이미지의 XMP에 해당하는 IFD의 구조
Table 2. Structure of IFD corresponding to XMP of TIFF image

Byte offset	Field value	Field name
0	700	TAG
2	1	Field type
4		count
8		value or offset

표 3. UUID 체크 구조
Table 3. UUID chunk structure

Field value	Field name	Length(bytes)
Total length	Length	4
uuid Type Value	Type	4
inheritance uuid Value	UUID	16
xmp packet	DATA	

XMP모델로 만들어진 데이터는 XMP 패킷으로 이루어져 있다. XMP 패킷을 디지털 문서에 함께 저장하기 위해서는 문서의 포맷에 따라 다른 방법으로 저장된다. TIFF 이미지 파일의 경우, 표 2에 나타난 바와 같이 TIFF의 IFD 형태로 XMP를 나타내는 태그가 존재하여 XMP의 위치를 확인하고 추출할 수 있다.

JPEG의 경우 APP1 세그먼트가 TIFF의 구조를 가지고 있기 때문에 APP1의 TIFF 구조 속에서 XMP를 나타내는 태그를 찾을 수 있다. 비디오 파일인 MPEG-4에서는 표 3에 나타난 UUID(Universally Unique Identifier)라는 16진수의 32자리 숫자의 고유 식별자를 사용한 체크 구조를 이용하여 XMP 패킷을 저장한다[9].

XMP를 이용하여 사용자가 원하는 다양한 메타데이터를 디지털 문서에 넣을 수 있다. 각각의 디지털 문서의 포맷에 따라 XMP가 저장되는 방식이 다르기 때문에 포맷에 맞춘 XMP 저장, 추출 방식이 필요하다. 또한 EXIF와 달리 정의된 값이 아닌 배열, 구조체, 속성 및 값 형태로 저장할 수 있어 보다 다양하고 응용 가능한 메타데이터를 만들 수 있다.

III. 메타데이터 저장 어플리케이션

이 장에서는 동영상 촬영 시 이동하는 촬영위치 정보를 제공하기 위해 추가적으로 메타데이터를 정의하고, 관련 정보를 저장하는 응용 어플리케이션 개발 과정에 대해 설명한다. 기존의 카메라 어플리케이션을 이용하여 멀티미디어 정보를 획득하면 해당 카메라 어플리케이션에 적용된 알고리즘으로 메타데이터가 저장되기 때문에 XMP를 작성하고 디지털 문서에 함

게 저장하기 위해서는 카메라와 디지털 문서 제어가 필요하다. 따라서 센서 접근과 디지털 문서획득을 위해 모바일에서 서비스를 구현하였다. 안드로이드 OS 7.1(Nougat)를 탑재한 갤럭시 S7 엣지를 이용하여 안드로이드 스튜디오를 통해 안드로이드 서비스 어플리케이션을 구현하였다.

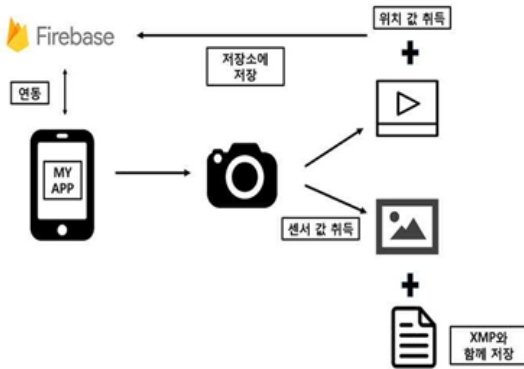


그림 2. 메타데이터 저장 어플리케이션 구상도
Fig. 2 Metadata storage application conception

그림 2와 같이 안드로이드의 camera2 API를 이용한 어플리케이션을 통해 멀티미디어를 획득할 때 모바일 기기 내부의 센서를 작동시켜 함께 메타데이터가 저장되도록 구현하였다. 가장 먼저 Firebase라는 백엔드 서비스를 사용하여 서버와 개발한 어플리케이션 프로젝트를 연동해 주었다. Firebase는 모바일 기기 개발자의 인증, DB(DataBase), 오류 보고 등 모바일 기기에서 서버단의 서비스를 한꺼번에 관리할 수 있는 서비스이다¹⁾. 또한, Firebase를 이용하여 메타데이터 분석과 저장DB를 활용하였다. 안드로이드에서 XMP 제작과 디지털 문서와의 결합을 위해 안드로이드 chilkat 라이브러리를 사용하였다. C/C++로 작성된 chilkat 라이브러리를 이용하여 MPEG-4, JPEG에 관한 XMP 문서를 작성하고 결합시킬 수 있다²⁾.

카메라 접근을 위해 안드로이드 camera2 API를 사용하였다. camera2 API는 파이프라인 모델로 만들어져 API 내부에서 카메라에 관한 요청들을 동기처리하고 콜백을 이용해 피드백을 받을 수 있는 장점과

camera API에 비해 빠른 속도와 멀티 카메라 사용이 가능한 장점이 있다. 사용에 앞서 카메라 디바이스 접근 권한 확인이 필요하다. 그 후 CameraManger 클래스를 이용하여 카메라 디바이스를 오픈하게 되고, 카메라로 들어오는 미리보기 화면을 핸드폰 화면에 출력으로 설정한다. 그리고 카메라 장치에 사진 촬영이나 동영상 촬영 등의 요청을 하게 되면 요청마다의 세션이 만들어 지게 되고 세션 요청의 결과로 영상이나 사진 데이터를 얻을 수 있다. 세션이 만들어지면 핸드폰 기기 내부의 다양한 센서들을 작동시켜 멀티미디어 취득 시의 센서 메타데이터 정보를 받아온다. 그리고 세션이 종료되는 반환 데이터 값에 센서 값들을 XMP 형태로 저장한다. 동영상의 경우 세션이 진행되는 동안 센서 값들을 배열의 형태로 저장하고 XMP의 배열 네임스페이스를 이용하여 저장한다. 일반적으로 mp4 포맷으로 영상을 저장하기 때문에 앞서 작성한 XMP값을 UUID 청크에 담아 동영상과 결합한다. 멀티미디어와 결합된 XMP를 포맷에 맞게 추출해내어 XML 형태로 직렬화 하게 되면 그림 3에 Iptc4xmpCore 태그에 저장된 simple 형태의 메타데이터 값을 확인할 수 있다[10].

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xxmpmeta xmlns:x="adobe:meta/">
  <rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
    <rdf:Description xmlns:iptc4xmpCore="http://iptc.org/std/iptc4xmpCore/1.0/xmlns/" rdfabout="">
      <iptc4xmpCore:LigthSensor>582.0</iptc4xmpCore:LigthSensor>
      <iptc4xmpCore:AccelerSensor>X:0.09/Y:0.09/Z:9.54</iptc4xmpCore:AccelerSensor>
      <iptc4xmpCore:MagneticSensor>X:94.3/Y:-91.0/Z:-242.6</iptc4xmpCore:MagneticSensor>
    </rdf:Description>
  </rdf:RDF>
</xxmpmeta>
```

그림 3. 센서정보가 저장된 XMP파일의 구조
Fig. 3 Structure of XMP file where sensor information is stored

동영상에서는 카메라 촬영세션이 진행되는 동안 1초마다 위치 센서 값을 측정하여 배열의 형태로 저장하였다. 위치 값을 측정된 결과의 값을 추출하여 지도에 맵핑했을 때, 그림 4의 오른쪽 그림과 같이 영상을

1) Google, <https://firebase.google.com/>
2) Chilkat Software, <https://www.chilkatsoft.com/>

촬영하는 동안의 위치경로가 매끄럽지 않음을 확인할 수 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 위치 센서의 측정주기를 0.2초로 하여 5개의 위치센서 값의 평균을 측정하여 메타데이터로 저장하였다. 그 결과 그림 4의 왼쪽 그림의 파란선과 같이 위치경로가 오른쪽에 빨간색 경로에 비해 훨씬 매끄럽게 보임을 확인할 수 있었다.



그림 4. 동영상에서 위치 메타데이터 추출 맵핑 결과

Fig. 4 Location metadata extraction from the video

IV. 결론 및 향후 개선방향

본 논문에서는 동영상 촬영 시 이동하는 촬영위치 정보를 제공하기 위해, 모바일 기기를 이용하여 멀티미디어 콘텐츠를 취득할 시점의 다양한 단말기기 센서 값을 이용하여 기존의 메타데이터 외의 새로운 메타데이터를 저장하는 응용 어플리케이션 개발 과정에 대해 설명하였다. 본 논문에서 제안하고 구현한 방식을 통해 동영상 촬영위치 정보를 제공하지 못하는 기존의 방식의 한계를 극복하였다. 또한, 이미지에 저장된 센서 정보를 이용하여 이미지 정합 시 각도나 특징점 및 유사이미지를 찾는 데 도움이 될 수 있다. 그 외에도 같은 공간을 찍은 이미지어도 각도와 방향, 날씨 등 다양한 변수에 따라 이미지의 모습이 변하게 되는데 센서 값들을 통해 더 정확한 이미지 처리 혹은 이미지 분류 등 다양한 응용프로그램에서의 활용이 가능할 것으로 예상된다. 나아가, 이미지의 EXIF, XMP에 저장된 정보들을 바탕으로, 이미지 정합시의

메타데이터의 우선순위에 따른 이미지 뷰의 품질을 측정하여 어떤 순서로 메타데이터를 활용했을 때, 이미지 뷰의 품질이 가장 좋은지 측정할 계획에 있다.

감사의 글

이 논문은 2017년도 서울과학기술대학교 교내연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] J. Testic, "Metadata Practices for Consumer Photos," *IEEE Multimedia*, vol. 12 no. 3, July-Sept. 2005, pp. 86-92.
- [2] E. Duval, "Metadata Principles and Practicalities," *D-Lib Magazine*, vol. 8 no. 4, Apr. 2002.
- [3] Aldus Corporation, "TIFF Revision 6.0," *Technical report*, June 1992.
- [4] T. Bray, "Extensible markup language (XML) 1.0," *World Wide Web Consortium*, Aug. 2000.
- [5] Kodak Company, *FlashPix Format Specification version 1.0*, FlashPix Standardization Committee, Nov. 1996.
- [6] Camera & Imaging Products Association, "Exchangeable image file format for digital still cameras: ExifVersion 2.3," *Japan Electronics and Information Technology Industries Association*, Dec. 2012.
- [7] RDF Working Group, "Resource Description Framework," *Korea Communication Agency*, Feb. 2014.
- [8] Adobe Systems Incorporated, "XMP SPECIFICATION PART 1: Data model, Serialization, and core properties," *Technical report*, Apr. 2012.
- [9] Adobe System Incorporated, "XMP SPECIFICATION PART 3: Storage In Files," *Technical report*, Aug. 2016.
- [10] IPTC Standards, *IPTC Core Schema for XMP ver. 1.0*, IPTC, Mar. 2005.

저자 소개



현창종(Chang-Jong Hyun)

2018년 서울과학기술대학교 전자
IT미디어공학과 졸업(공학사)

2018년 ~현재 서울과학기술대학교 대학원 정보통신
미디어공학과 재학(공학석사)

※ 관심분야 : 방송통신시스템, 멀티미디어통신



김동호(Dong-Ho Kim)

1997년 연세대학교 전자공학과
졸업(공학사)

1999년 KAIST 대학원 전기 및
전자공학과 졸업(공학석사)

2004년 KAIST 대학원 전기 및 전자공학과 졸업
(공학박사)

2004년~2007년 삼성종합기술원 및 삼성전자 책임
연구원

2007년 ~현재 서울과학기술대학교 전자IT미디어공
학과 및 나노IT디자인융합대학원 교수

※ 관심분야 : 무선통신, 방송통신시스템, 통신이
론, 오류정정부호

