

인터넷을 통한 카메라 디바이스의 영상신호 전달 프로토콜 구현

이지훈¹ · 정해^{2*} · 백봉기³ · 조영래⁴

Implementation of Video Signal Delivery Protocols for the Camera Device via the Internet

Ji-Hoon Lee¹ · Hae Chung^{2*} · Bong-Ki Baek³ · Young-Rae Jo⁴

¹Technical Research Personnel, ICT Convergence Research Center, Kumoh National Institute of Technology University, Gumi, 39177 Korea

^{2*}Professor, School of Electronic Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Gumi, 39177 Korea

³Principal Research Engineer, i3system, Daejeon, 34051 Korea

⁴Principal Researcher, i3system, Daejeon, 34051 Korea

요 약

IP 카메라는 원격지에서도 감시할 수 있을 뿐만 아니라, UTP를 통해 전원 공급도 가능한 장점을 가지고 있으므로 아날로그 CCTV를 급속하게 대체하고 있다. 본 논문에서는 IP 카메라에 널리 적용되고 있는 ONVIF 표준의 프로토콜 구조와 그 외에도 이를 지원하기 위한 인터넷 프로토콜들을 소개하고, 상용보드 상에서 ONVIF 디바이스를 구현한다. 이러한 기능들은 클라이언트(PC)의 관리 프로그램에서 제어 가능하지만, 사생활 보호 마스크나 열화상 카메라의 온도표시, 관심 영역과 같은 기능은 디바이스 상에서 웹 뷰어를 통해 구현한다. 실험을 통해 IP 카메라와 클라이언트 프로그램이 주고받는 SOAP 메시지와 스트리밍되는 영상을 통해 ONVIF Profile S와 웹 뷰어 기능을 확인한다.

ABSTRACT

The IP cameras have rapidly replaced the analog CCTVs as the cameras have the advantages of not only being able to remotely monitor, but also supplying power through the UTP cable. In this paper, we introduce the protocol architecture of the ONVIF standard which is widely applied to the IP camera and other Internet protocols to support it, and implement the ONVIF Device on a commercial board. Although these functions can be controlled by the Client (PC), several functions such as privacy masks, temperature display of the thermal camera, and ROI (Region of Interest) are implemented through a web viewer on the device. Through the experiment, the functions of ONVIF Profile S and web viewer are verified through SOAP messages exchanged between Device (IP camera) and Client program and streamed images.

키워드 : 미디어 제어, 디바이스 제어, 미디어 스트림, ONVIF, IP 카메라

Keywords : Media control, Device control, Media stream, ONVIF, IP camera

Received 5 April 2021, Revised 12 April 2021, Accepted 26 April 2021

* Corresponding Author Hae Chung(E-mail:hchung@kumoh.ac.kr, Tel:+82-54-478-7484)

Professor, School of Electronic Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Gumi, 39177 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2021.25.5.691>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

전 세계적으로 원격감시용 카메라의 사용이 가파르게 증가하고 있다. 과거에 아날로그 방식의 CCTV (Closed-Circuit Television)는 해상도가 낮고, 잡음에도 취약하며 장거리 전송에도 한계가 있었다[1]. 2005년 이후에 등장한 SDI (Serial Digital Interface)는 디지털 신호로 전달되었으나 오류정정 및 압축 기능의 부재로 여전히 신호의 품질이 우수하지 못하였다. 최근에 이르러 디지털 영상기술이 발전함에 따라 기존의 문제점들을 해결하였을 뿐만 아니라, PSIA (Physical Security Interoperability Alliance)와 ONVIF (Open Network Video Interface Forum) 표준에서는 네트워크를 기반으로 서비스를 제공하기 때문에 인터넷이 접속되는 어떤 지역에서도 영상신호 수신이 가능하게 되었다.

인터넷 기반의 영상시스템이 발전함에 따라 가시광 영상장치 외에 적외선 영상장치 또한 인터넷에 연동되기 시작하고 있다. 과거에는 냉각 방식의 열영상센서가 야간투시장치, 미사일 열추적시스템과 같은 장치로써 군사적 용도에 적용되어 왔다. 냉각 방식에 비해 화질이 떨어지지만 비냉각 방식의 열영상센서는 비파괴검사장치, 야간감시카메라, 혹은 나이트비전과 같은 특수 카메라 형태로 민수제품에 적용되기 시작하고 있다. 특히 코로나 바이러스 (COVID-19) 창궐로 인하여 비냉각 방식의 센서가 의료분야에까지 적용범위를 확대해 가고 있으며, 인터넷에 연동되어 원격지에서 영상 제공뿐만 아니라 사람의 체온까지 감시할 수 있다.

본 논문에서는 용이하게 구매할 수 있는 상용보드 상에서 가시광 IP 카메라에 대하여 ONVIF 기반의 표준이 요구하는 모든 디바이스 프로토콜을 탑재한다. 특히, ONVIF 표준에서 다루지 않는 열영상 카메라를 위한 기능도 추가되며, 온도 변화에 따르는 관심영역 (ROI, Region of Interest)을 동시에 10군데까지 감시할 수 있는 기능도 구현한다.

디바이스를 제어하기 위한 클라이언트 (PC)의 기능은 두 가지 방식으로 제공될 수 있다. 첫째는 클라이언트에 오픈 도메인 상에서 구할 수 있는 ODM (ONVIF Device Manager)을 설치하는 것이고, 둘째는 디바이스에 웹 뷰어 기능을 구현하여 클라이언트에 별도의 Manager를 설치하지 않고, 디바이스에 접속만 하면 그것을 제어할 수 있도록 하는 것이다. 본 논문에서는 두

가지 방식에 대하여 모두 구현하고 시험한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II절에서는 ONVIF 표준의 프로토콜 구조를 살펴보고, 주요 프로토콜의 역할과 기능에 대하여 살펴본다. III절에서는 상용보드 상에 탑재하는 소프트웨어와 그 구조에 대한 설명을 제공하며, VI절에서는 구현된 소프트웨어를 시험하고, ONVIF 요구사항에 부합하는지 검증하고, V절에서 결론을 맺는다.

II. 주요 표준과 ONVIF 프로토콜 구조

2.1. 표준화 동향

인터넷에 연결된 감시용 카메라와 같은 네트워크 비디오 제품 (Network Video Product)의 사용이 증가함에 따라 이에 대한 표준의 필요성 대두되었고, 대표적인 몇 개의 표준들이 등장하였다. 그 중에서 Axis, Bosch, Sony 사를 주축으로 유럽과 아시아에서 주도권을 가지며 SOAP (Simple Object Access Protocol)[2]를 기반으로 하는 ONVIF (Open Network Video Interface Forum)[3]와 Siemens, Honeywell 사를 주축으로 북미에서 주도권을 가지며[4] REST (Representational State Transfer)[5] 기반의 PSIA (Physical Security Interoperability Alliance) [6]가 대표적인 표준이다. REST는 SOAP과 달리 프로토콜이 아닌 구조 스타일로 알려져 있으며 이에 대한 웹 서비스 기술 비교는 [5]에 잘 기술되어 있다.

그 외에도 Genetec과 같이 개별 회사가 자신만의 표준을 가지고 영향력을 발휘하는 경우도 있지만, 전반적으로 볼 때 500개에 육박하는 회원사를 보유하고 있는 ONVIF가 가장 대표적인 표준이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 ONVIF 표준을 근간으로 미디어 및 미디어 제어 프로토콜, 디바이스 제어 프로토콜, 그리고 이들을 동작시키기 위해 기본적으로 설치해야 할 관련 프로토콜을 기술하고자 한다.

2.2. ONVIF 표준 프로토콜 구조

그림 1에서는 ONVIF 표준을 전제로 하는 전체 프로토콜 스택을 보여주며, 크게 미디어 평면 (Media Plane)과 제어 평면 (Control Plane)으로 나누어져 있다. 미디어 평면은 압축된 오디오 (PCM, GSM, MP3) 혹은 비디오 (MPEG, H.264) 신호를 사용자에게 전달하기 위한

프로토콜 스택이며, 실시간 전달을 위하여 RTP (Real-Time Protocol)를 사용한다[7]. RTP란 인터넷 상에서 다수의 end-to-end 간 비디오 또는 오디오 패킷을 실시간으로 전송 서비스 위한 프로토콜이다. 이때 사용하는 포트번호는 특정 번호를 강요하지 않으며 RTP는 짝수 (2n), RTCP (RTP Control Protocol)는 RTP 포트 번호보다 하나 많은 홀수 (2n+1) 사용을 권고한다. 여기서 RTCP에서는 RTP 세션의 품질 제어를 위한 별도의 제어용 프로토콜로써 RTP 송수신과 관련하여 세션 참여자들이 QoS (Quality of Service) 정보를 주기적으로 교환한다[8].

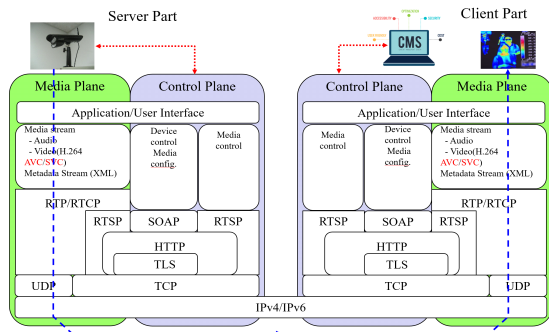


Fig. 1 Overall Protocol Stack

미디어 평면의 전달계층을 살펴보면, 그림 1에서 보는 것처럼 UDP (User Datagram Protocol) 혹은 TCP (Transmission Control Protocol)를 통해서 전달될 수 있고, RTSP (Real Time Streaming Protocol)를 경유해서 전달될 수도 있다. RTCP 아래에는, 바로 TCP를 통할 수도 있고, HTTP (Hyper Text Transmission Protocol)를 거쳐서 TCP를 통과할 수도 있다. 그리고 HTTP 아래에 TLS (Transport Layer Security)나 SSL (Socket Security Layer)이 존재하면 HTTPS라고 한다.

제어 평면은 다시 디바이스 제어 (Device Control)와 미디어 제어 (Media Control)로 나누어진다. 미디어 제어는 말 그대로 미디어 스트림을 제어하는 것으로써, 재생 (PLAY), 일시정지 (PAUSE), 빨리감기 (FAST FORWARD), 되감기 (REWIND), 재생위치변경 외에도 Setup과 Teardown을 포함한다. 이러한 기능들은 RTSP를 통하여 이루어진다. RTSP의 예약된 포트 번호는 554번이며 미디어 서버와 클라이언트가 연결을 맺어야만 한다. 이때 두 개 이상의 동영상을 재생할 때 IP주소와 포트 번호만으로 구분이 되지 않으므로 세션 번호를 가지고 클라

이언트를 구분한다. 이는 Setup 패킷을 통해 서버가 알려준다.

디바이스 제어 평면에 사용되는 것이 바로 SOAP을 기반으로 하는 ONVIF 프로토콜이다. ONVIF는 개방형 산업체 포럼으로써 IP 기반의 물리적 보안 장치들의 효율적인 상호운용성을 위한 표준인터페이스를 제공하고 장려한다. 여기서 물리적 장치는 감시카메라, 녹화장치, 뷰어, 출입통제시스템 등을 포함한다. SOAP는 분산환경에서 정보를 교환할 목적으로 만들어진 프로토콜로써[9-12], HTTP, HTTPS, 또는 SMTP (Simple Message Transfer Protocol) 등을 이용하여 XML (eXtensible Markup Language) 기반의 메시지를 컴퓨터 네트워크 상에서 교환하는 프로토콜이다.

IP에 연결된 디바이스들이 제대로 동작하기 위해서는 그림 1과 지금까지 언급한 프로토콜 외에 인터넷과 관련된 더 많은 프로토콜의 구현이 필요하며 이를 그림 2에 표현하였다. 기본적인 전송을 위한 TCP/IP와 UDP/IP 외에 날짜와 시간의 동기를 제공하기 위한 NTP (Network Time Protocol) 또는 SNTP (Simple Network Time Protocol)[13], 데이터나 경보를 전달하기 위한 FTP (File Transfer Protocol) 또는 SMTP, 원격 접속을 위한 Telnet이나 Rlogin, 인터넷 연결성을 검사를 위한 ICMP (Internet Control Message Protocol), 멀티캐스트 그룹을 지원하기 위한 IGMP (Internet Group Management Protocol), IP주소와 Host 네임 관리를 위한 ARP (Address Resolution Protocol)[14], DHCP (Dynamic Host Control Protocol)[15], DNS (Domain Name System) [16,17], DDNS (Dynamic DNS)[18], PPP (Point-to-Point)[19-22] 등이 있다. 이러한 프로토콜들은 서버를 구축할 때 사용하는 OS나 플랫폼 환경에 따라 기본적으로 설치가 되는 것도 있고 그렇지 않은 것들도 있기 때문에 세심하게 확인해 보고 필수적인 프로토콜들은 반드시 설치하여야 한다.

수신 장치가 각각의 프로토콜을 식별하기 위해서는 다양한 식별자가 필요한데, Ethernet 프로토콜에서는 type field (16진수 값), 인터넷 프로토콜에서는 Protocol Field (10진수 값), 그리고 TCP 또는 UDP에서는 Port number 값 (10진수 값)으로 식별하며 그림 2에 표시되어 있다.

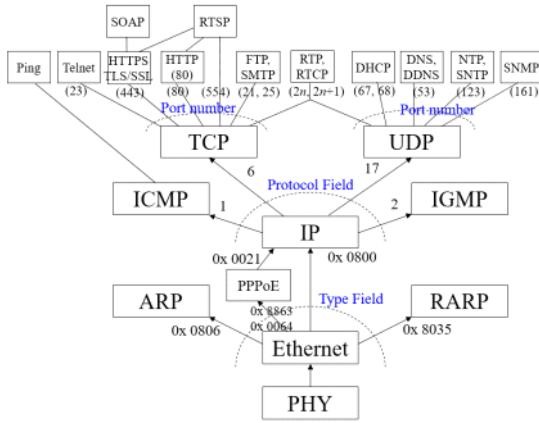


Fig. 2 TCP/IP protocol suite to be implemented

III. 소프트웨어 구현

3.1. 소프트웨어 구조

그림 3은 카메라 디바이스에 구현된 소프트웨어의 블록 다이어그램을 보여준다. 디바이스는 ONVIF Profile S의 주요 서비스인 Discovery, Device, Imaging, PTZ (Pan: 좌우 방향 조정, Tilt: 상하 방향조정, Zoom: 확대/축소), Media 기능을 지원한다. Discovery 서비스는 SOAP 메시지가 UDP를 경유하여 전송되는 반면, Discovery를 제외한 나머지 서비스는 SOAP 메시지가 HTTP를 경유하여 전송된다. 웹 뷰어는 사생활 보호 마스크 (privacy mask), ROI (Region of Interest)와 같은 기능을 구현하기 위해 사용된다. 감시를 위해 보행자를 추적하는 기능도 필요하지만[23,24], 사생활 보호 마스크는 고정된 카메라의 영상에서 사적인 보호가 필요한 영역을 가리는 기능이다. ROI는 카메라의 영상에서 관심 부분을 설정하여 가장 높은 온도를 텍스트로 덮어서 (overlay) 출력하거나 특정 온도값이 넘을 경우 인간의 눈으로 잘 확인할 수 있도록 픽셀의 색을 변화하는 기능이다. Streamer는 스트리밍 데이터를 제어하기 위하여 RTSP와 영상을 전송하는 RTP를 사용하여 실시간으로 영상을 서비스한다.

3.2. ONVIF 서비스

그림 4는 ONVIF 서비스의 시작 절차에 대한 시퀀스 다이어그램을 보여준다. 클라이언트는 ONVIF 지원 장

치를 네트워크에서 검색하기 위해 WS-Discovery (Web Services Dynamic Discovery)를 사용한다[25]. ONVIF에서의 WS-Discovery는 UDP 포트 3702를 사용하여 Multicast 주소 239.255.255.250으로 Probe 메시지 (클라이언트가 디바이스를 탐색하기 위한 탐색 메시지를 SOAP을 통해 전송한다. 이 메시지는 헤더 (Header) 부분에 메시지 ID인 uuid (universally unique identifier)가 포함되어 전송된다. 디바이스는 Probe 메시지를 받으면 ProbeMatch 메시지로 응답을 하는데 클라이언트가 어떤 SOAP 요청에 대한 응답인지 알 수 있도록 수신된 Probe 메시지의 uuid를 응답 메시지의 헤더의 RelatesTo 태그에 넣어 응답하고 본문 (Body) 태그에는 디바이스에 접근할 수 있는 정보를 추가하여 응답한다.

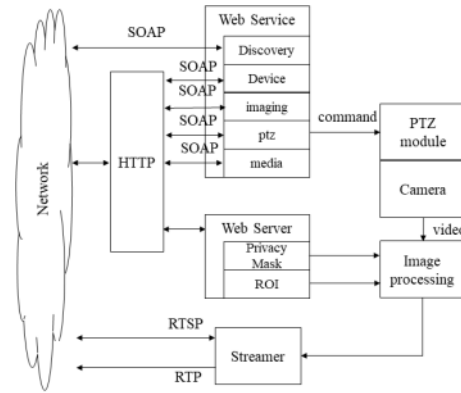


Fig. 3 Block diagram of the implemented software elements in the camera device

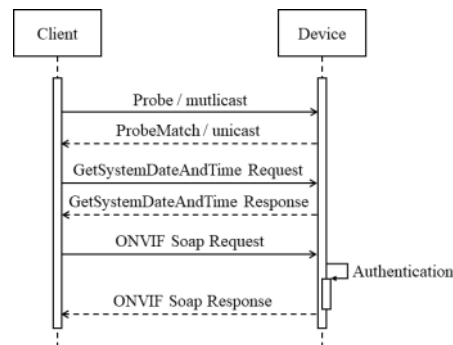


Fig. 4 Sequence diagram for ONVIF startup service

ONVIF에서는 현재 유통되는 IP 카메라와 같이 인증을 위한 비밀번호가 네트워크를 통해 일반 텍스트로 전송되거나[26] 비밀번호만을 해싱 (hashing)하여 보내지

않는다. 만약 악의적인 사용자가 하나의 메시지에만 접근할 수 있다면 동일한 암호 해시를 반복해서 사용하여 악의적인 용도로 디바이스에 접근이 가능하기 때문이다. 이러한 용도로 접근하는 것을 방지하기 위해 ONVIF 디바이스는 SOAP의 헤더 태그에 WS-UsernameToken을 사용하여 클라이언트를 인증한다. WS-UsernameToken 태그의 요소로 Username, Password, Nonce, Created 태그가 포함되고 이는 다음과 같다.

- Username: 인증된 사용자의 이름
- Password: 인증된 사용자의 암호
- Nonce: 클라이언트가 생성한 임의의 고유번호
- Created: 요청이 생성된 협정 세계시

여기서 Username, Nonce, Created는 일반 텍스트로 전송되지만 Password는 WS-UsernameToken 표준에 정의된 알고리즘에 따라 해싱하여 전송하고 이는 다음과 같다[27].

- Digest: BASE64ENCODE (SHA1 (BASE64DECODE (Nonce) + Created + Password))

Nonce는 반복 사용되지 않으며 메시지가 생성된 시간은 계속 변하므로 전송할 때마다 Password는 계속 변화된다. 디바이스는 SOAP 요청 메시지가 수신되면 디바이스에 저장된 비밀번호와 SOAP 헤더의 Nonce와 Created로 Digest를 생성하여 SOAP 헤더의 Password와 일치하는지 확인한다. 일치할 경우 클라이언트의 SOAP 요청에 대한 메시지로 응답하지만, 일치하지 않는 경우 오류 메시지로 응답하여 클라이언트의 요청을 거부한다.

클라이언트는 디바이스에 연결할 수 있는지 확인하기 위해 ProbeMatch로 응답받은 XAddr (디바이스가 지원하는 IP 주소 및 포트 번호를 포함하는 전송 URI 목록)를 사용하여 GetSystemDateAndTime 요청을 디바이스로 보낸다. GetSystemDateAndTime 요청은 별도의 인증 절차 없이 디바이스가 응답을 하는데, 이는 WS-UsernameToken 기반으로 인증하는 경우 클라이언트와 디바이스의 시간이 동기화되어야 하기 때문이다.

ONVIF 디바이스는 기능에 따라 다양한 미디어 프로필을 제공할 수 있다. 이 미디어 프로필은 비디오/오디오 소스 구성, 비디오/오디오 인코더 구성, PTZ 구성으로 이루어진다. 그림 5는 영상 스트리밍을 위해 기존에 디바이스에 저장된 프로필을 사용하는 시퀀스 다이어그램을 보여준다. WS-Discovery 과정이 끝나면 클라이언트는 media 서비스를 활성화하기 위해 GetProfiles 요청으로 디바이스에 존재하는 모든 미디어 프로필을 얻는다. 클라이언트가 특정 미디어 프로필에 대한 비디오/오디오 소스 구성, 비디오/오디오 인코더 구성, PTZ 구성 정보를 GetProfile 요청을 통해 얻는다. 그리고 GetStreamUri 요청을 통해 RTSP 스트림 URI (Uniform Resource Identifier) 얻으면서 스트리밍이 시작된다.

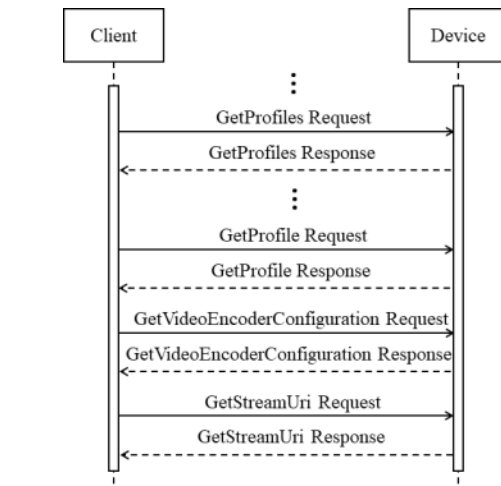


Fig. 5 Sequence diagram for ONVIF profile service

ONVIF의 PTZ 서비스의 주요 기능으로 절대 이동 (absolute move), 상대 이동 (relative move), 연속 이동 (continuous move)이 있다. 먼저, 절대 이동은 pan과 tilt 각도를 -1 ~ +1, pan과 tilt 속도를 0 ~ 1 사이의 값으로 받아 절댓값으로 움직인다. 상대 이동은 pan과 tilt 각도를 0 ~ 100, pan과 tilt 속도를 0 ~ 1 사이의 값을 받아 현재 위치에서 입력된 값만큼 이동한다. 연속 이동은 pan과 tilt 속도를 0 ~ 100 사이의 값으로 받아 클라이언트가 버튼을 누르고 있는 만큼 움직인다.

3.3. 웹 뷰어

웹 뷰어는 ONVIF 표준이나 ODM에서의 명령으로 구현하기 어려운 기능을 위해 사용된다. 웹 뷰어의 주요 기능으로 사생활 보호 마스크, ROI가 있다. 그림 6은 사생활 보호 마스크와 ROI를 적용하는 순서도를 보여준다. 먼저, 사생활 보호 마스크는 스트리밍되지 않길 원하는 픽셀을 지정하면 해당 영상 디바이스는 해당 영상 부분을 검은색 마스크로 덮는다. 본 논문의 ROI는 열영

상 이미지에서 특정 영역을 설정하고 측정된 온도가 설정된 임계값을 넘는 픽셀이 있다면 이미지에 색을 부여하고 해당 영역에서 가장 높은 온도를 텍스트로 영상에 덮는다. 임계값을 넘는 픽셀에 색을 부여하기 위해서는 일단 그레이스케일 (Grayscale)로 된 값을 (Red, Green, Blue)에 각각 넣어 컬러 이미지로 변환해야 한다. 그리고 임계값을 넘는 픽셀을 빨간색으로 변환하기 위해서는 그레이스케일의 값을 Red에만 넣고 Green과 Blue에는 0을 넣으면 된다. 이미지는 사생활 보호 마스크, ROI 순서로 처리된다. 텍스트가 사생활 보호 마스크에 의해 가려지면 안 되기 때문에 텍스트는 항상 마지막으로 덮어진다.

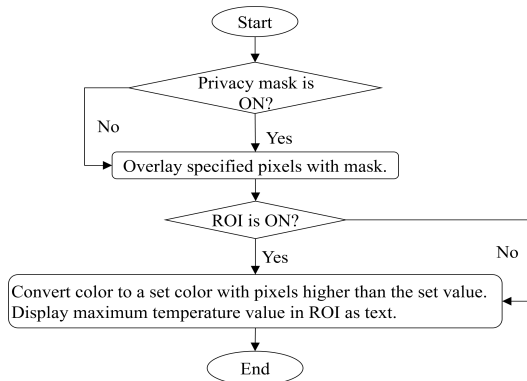


Fig. 6 Flow chart of applying privacy mask and ROI

IV. 구현 결과 및 실험

그림 7은 i3system사의 IR 카메라 (TE-AQ1)와 구현된 카메라 디바이스 (상용보드)를 보여준다. 카메라 디바이스의 하드웨어는 싱글 보드 컴퓨터인 라즈베리 파이 3 b+를 사용하였고 라즈비안 운영체제를 설치하여 개발 환경을 구축하였다. 또한 웹 서버 구동을 위해 Node.js를 사용하였고 사생활 보호 마스크와 ROI를 적용하기 위해 OpenCV (Open Source Computer Vision)를 사용하였다. 카메라 디바이스의 PTZ 실험을 위해 Pimoroni사의 라즈베리 파이용 Pan-tilt HAT 키트를 사용하였다.

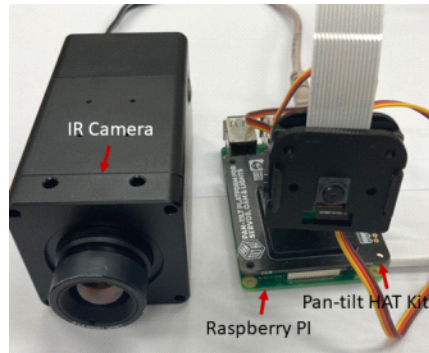


Fig. 7 IR camera (i3system TE-AQ1) and implemented camera device

그림 8은 ODM에서 디바이스 Discovery를 위해 사용되는 Probe 메시지를 보여준다. 메시지의 헤더에 메시지의 uuid, 본문에 자신의 디바이스 타입을 넣어 전송된다. 디바이스는 Probe 메시지를 받으면 그림 9와 같이 ProbeMatch 메시지로 응답한다. 이 메시지의 헤더에는 ProbeMatch 메시지의 아이디인 uuid가 포함되며 RelatesTo 태그에 클라이언트가 보낸 메시지의 uuid가 포함되어 있는 것을 확인할 수 있다. 메시지의 본문에 Types, XAddr 태그 부분에 각각 디바이스의 타입 정보, 클라이언트가 접근할 수 있는 주소가 포함되어 있는 것을 확인할 수 있다.

```

    <s:Envelope xmlns:s="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope"
      xmlns:a="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2004/08/addressing">
      <s:Header>
        <a:Action s:mustUnderstand="1">
          http://schemas.xmlsoap.org/ws/2005/04/discovery/Probe
        </a:Action>
        <a:MessageID>
          uuid:b4e2ebbe-873c-4592-a108-9e9030e423bc
        </a:MessageID>
        -Omit-
      </s:Header>
      <s:Body>
        <Probe xmlns="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2005/04/discovery">
          <d:Types
            xmlns:d="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2005/04/discovery"
            xmlns:dp0="http://www.onvif.org/ver10/network/wsd1">
            dp0:NetworkVideoDisplay
          </d:Types>
        </Probe>
      </s:Body>
    </s:Envelope>
  
```

Fig. 8 Probe message for ONVIF discovery

```
<SOAP-ENV:Envelope
  xmlns:SOAP-ENV="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope"
  xmlns:wsa="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2004/08/addressing"
  xmlns:d="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2005/04/discovery"
  xmlns:dn="http://www.onvif.org/ver10/network/wsdl">
  <SOAP-ENV:Header>
    <wsa:MessageID>
      uuid:4d3dc020-54ad-11eb-9193-5937675f59a4
    </wsa:MessageID>
    <wsa:RelatesTo>
      uuid:b4e2ebbe-873c-4592-a108-9e9030e423bc
    </wsa:RelatesTo>
    - Omit -
  </SOAP-ENV:Header>
  <SOAP-ENV:Body>
    <d:ProbeMatches>
      <d:ProbeMatch>
        - Omit -
        <d:Types>
          dn:NetworkVideoTransmitter
        </d:Types>
        - Omit -
        <d:XAddrs>
          http://192.168.0.26:8081/onvif/device_service
        </d:XAddrs>
        <d:MetadataVersion>1 </d:MetadataVersion>
      </d:ProbeMatch>
    </d:ProbeMatches>
  </SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```

Fig. 9 ProbeMatch message for ONVIF discovery

그림 10(a)와 (b)는 ODM에서 아이디와 비밀번호의 유무에 따른 GetDeviceInformation 요청 메시지를 보여 준다. 아이디와 비밀번호가 입력된 경우 SOAP 헤더의 Security 태그에 UsernameToken 정보가 포함되어 전송 되는 반면 아이디와 비밀번호가 입력되지 않으면 SOAP 헤더가 없이 전송된다.

그림 11(a), (b), (c)는 각각 아이디와 비밀번호가 입력 되지 않았을 때, 잘못된 아이디와 비밀번호 입력되었을 때, 올바른 아이디와 비밀번호가 입력되었을 때의 GetDeviceInformation 응답 메시지를 보여준다. 디바이스는 아이디와 비밀번호가 입력되지 않거나 잘못된 아이디와 비밀번호가 포함되어 전송된 경우 각각 No security header, Invalid username and password의 오류 메시지로 응답하도록 구현하였다. 아이디와 비밀번호가 정확하게 입력되면 클라이언트의 요청에 대한 메시지로 응답하는 것을 확인할 수 있다.

그림 12는 사생활 보호 마스크와 ROI를 설정하기 위한 웹 뷰어 화면을 보여준다. 웹 뷰어의 사생활 보호 마스크와 ROI 설정 페이지는 기본적으로 저장 (Save), 삭

제 (Delete), 수정 (Edit)을 지원한다. 먼저, 사생활 보호 마스크 설정 페이지에서는 클라이언트가 스트리밍 하지 않을 원하는 픽셀 영역의 두 좌표를 입력하면 그림 12(a)와 같이 저장되고 제출을 누르면 사생활 보호 마스크가 적용된다. ROI 설정 페이지에는 ROI로 지정할 두 좌표, 온도, 색을 입력하여 그림 12(b)와 같이 저장할 수 있다. 여기서 색 설정은 Red, Green, Blue가 가능하다. 사생활 보호 마스크와 마찬가지로 제출을 누르면 ROI 설정이 적용된다.

```
<s:Envelope xmlns:s="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope">
  <s:Header>
    <Security s:mustUnderstand="1"
      xmlns
        ="http://docs.oasis-open.org/wss/2004/01/oasis-200401-wss-wssecurity-secext-1.0.xsd">
      <UsernameToken>
        <Username>123 </Username>
        <Password
          Type
            ="http://docs.oasis-open.org/wss/2004/01/oasis-200401-wss-username-token-profile-1.0#PasswordDigest">
          O3Y9wihDX0vA4Mt3+qHTeqdfArc=</Password>
        <Nonce
          EncodingType
            ="http://docs.oasis-open.org/wss/2004/01/oasis-200401-wss-soap-message-security-1.0#Base64Binary">
          DXDYUhzXBUGTdGQ4nyYb6i0AAAAAA=</Nonce>
        <Created xmlns
          ="http://docs.oasis-open.org/wss/2004/01/oasis-200401-wss-wssecurity-utility-1.0.xsd">
          2021-02-14T16:46:49.000Z </Created>
        </UsernameToken>
      </Security>
    </s:Header>
    <s:Body
      xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
      xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
      <GetDeviceInformation
        xmlns="http://www.onvif.org/ver10/device/wsd" />
    </s:Body>
  </s:Envelope>
```

(a)

```
<s:Envelope xmlns:s="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope">
  <s:Body
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
    <GetDeviceInformation
      xmlns="http://www.onvif.org/ver10/device/wsd" />
  </s:Body>
</s:Envelope>
```

(b)

Fig. 10 GetDeviceInformation requests according to login information: (a) Presence of username and password. (b) Absence of username and password.

그림 13은 사생활 보호 마스크와 ROI 기능의 적용 유무에 따른 열영상 이미지를 보여준다. 라즈베리 파이에서 고해상도의 열영상 카메라를 연결하는 인터페이스를 제공하지 않기 때문에 IR 카메라로 촬영한 640×480 해상도를 갖는 열영상 이미지를 촬영 후에 디바이스에 저장하여 사생활 보호 마스크와 ROI 기능을 실험하였고 ROI 기능은 이미지의 픽셀 값을 기준으로 적용하였다. 그림 13(b)를 보면 그림 12(a)에서 설정한 사생활 보호 마스크 영역이 검은색으로 가려지는 것을 볼 수 있고 (청색 박스 처리), 그림 12(b)에서 설정한 ROI 영역 (녹색 박스 처리)이 임계치보다 높은 픽셀이 빨간색으로 표시되는 것과 ROI 내 최고 온도 (픽셀 값)가 이미지 왼쪽 상단에 텍스트로 표시되는 것을 확인할 수 있다.

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: application/soap+xml; charset=utf-8;
action="http://www.onvif.org/ver10/device/wsdl/GetDeviceInformation"
Date: Sun, 14 Feb 2021 16:45:47 GMT
Connection: close
Transfer-Encoding: chunked

Error: No security header
```

(a)

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: application/soap+xml; charset=utf-8;
action="http://www.onvif.org/ver10/device/wsdl/GetDeviceInformation"
Date: Sun, 14 Feb 2021 16:46:49 GMT
Connection: close
Transfer-Encoding: chunked

Error: Invalid username or password
```

(b)

```
<soap:Envelope
  xmlns:soap="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope"
  xmlns:i0="http://www.onvif.org/ver10/device/wsdl"
  xmlns:tms="http://tempuri.org/"
  xmlns:tm="http://microsoft.com/wsdl/mime/textMatching/"
  xmlns:tds="http://www.onvif.org/ver10/device/wsdl"
  xmlns:tt="http://www.onvif.org/ver10/schema">
  <soap:Body>
    <tds:GetDeviceInformationResponse
      xmlns:tds="http://www.onvif.org/ver10/device/wsdl"
      xmlns="http://www.onvif.org/ver10/device/wsdl">
      <tds:Manufacturer>i3system </tds:Manufacturer>
      <tds:Model>Onvif Camera </tds:Model>
      <tds:FirmwareVersion>2.0.4 </tds:FirmwareVersion>
      <tds:SerialNumber>10000003a17ba8c</tds:SerialNumber>
      <tds:HardwareId></tds:HardwareId>
    </tds:GetDeviceInformationResponse>
  </soap:Body>
</soap:Envelope>
```

(c)

Fig. 11 GetDeviceInformation responses according to login information: (a) No username and password. (b) Incorrect username and password. (c) Correct username and password.

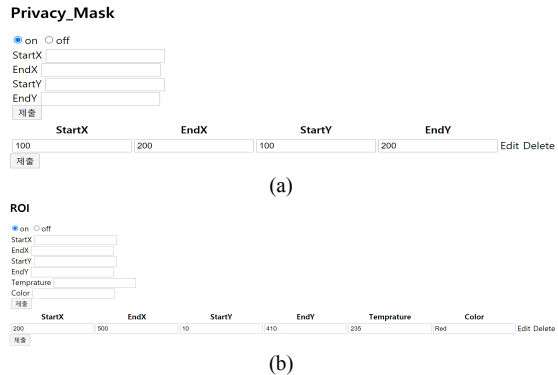
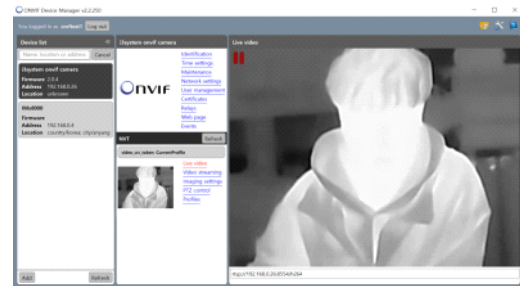


Fig. 12 Web viewer setup page: (a) Privacy mask. (b) ROI.



(a)



(b)

Fig. 13 Streaming image: (a) without privacy mask and ROI (b) with privacy mask and ROI

V. 결론

디지털 영상기술과 인터넷의 발전으로 IP 카메라에 대한 수요가 높아지고 있다. 본 논문에서는 IP 카메라를 구현하기 위해 필요로 되는 주요 표준과 ONVIF 프로토콜을 비롯한 전체적인 프로토콜 살펴보았다. 또한, 영상 스트리밍을 구성, 요청 및 제어하기 위한 ONVIF Profile S와 사생활 보호 마스크, ROI 기능을 설정할 수 있는 웹

뷰어를 구현하였다. 디바이스와 ODM이 주고받는 SOAP 메시지를 통해 WS-Discovery, 인증, 영상 스트리밍의 과정을 확인하였고 웹 뷰어에서 설정한 사생활 보호 마스크, ROI가 적용되는 것을 스트리밍 되는 영상을 통해 확인하였다.

본 논문의 내용은 추후에 전용 혹은 상용보드를 사용하여 IP 카메라를 구현할 때 도움을 줄 것이라 판단된다. 다만, IR 카메라를 연결하기 위해서는 LVCMOS (3.3 V) 인터페이스가 제공되어야 하므로 별도의 하드웨어 제작이 필요할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by Kumoh National Institute of Technology(2019104113).

REFERENCES

- [1] D. S. Lee, "Cost analysis for the reformation of CCTV transmission systems," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 23, no. 6, pp. 748-755, Jun. 2019.
- [2] N. Mitra and Y. Lafon. (2007, April). SOAP Version 1.2 Part 0: Primer (2nd Edition). *W3C*. [Internet]. Available: <http://www.w3.org/TR/2007/REC-soap12-part0-20070427/>.
- [3] Open Network Video Interface Forum Homepage [Internet]. Available: <http://www.onvif.org>.
- [4] G. B. Lee, C. H. Lim, D. H. Kwon, and E. H. Lee, "Conformance test and analysis for interoperability of video surveillance system based on ONVIF," in *Proceeding of the The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers Summer Convergence*, pp. 430-432, Jun. 2016.
- [5] Y. M. Park, A. K. Moon, H. K. Yoo, Y. C. Jung, and S. K. Kim, "SOAP-based web services vs. RESTful web services," *ETRI Electronics and Telecommunications Trends*, vol. 25, no. 2, pp. 112-120, Apr. 2010.
- [6] Physical Security Interoperability Alliance Homepage [Internet]. Available: <http://www.psalliance.org>.
- [7] RFC Std. 6184, *RFC Standard for RTP Payload Format for H.264 Video*, Feb. 2005.
- [8] RFC Std. 3550, *RFC Standard for RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*, Jul. 2003.
- [9] W3C Std. SOAP Version 1.2 Part 0, *W3C Standard for Primer (2nd Edition)*, Apr. 2007.
- [10] W3C Std. SOAP Version 1.2 Part 1, *W3C Standard for Messaging Framework (2nd Edition)*, Apr. 2007.
- [11] W3C Std. SOAP Version 1.2 Part 2, *W3C Standard for Adjuncts (2nd Edition)*, Apr. 2007.
- [12] W3C Std. SOAP Version 1.2, *W3C Standard for Specification Assertions and Test Collection*, Apr. 2007.
- [13] RFC Std. 5905, *RFC Standard for Network Time Protocol Version 4: Protocol and Algorithms Specification*, Jun. 2010.
- [14] RFC Std. 826, *RFC Standard for an Ethernet Address Resolution Protocol or Converting Network Protocol Address*, Nov. 1982.
- [15] RFC Std. 2131, *RFC Standard for Dynamic Host Configuration Protocol*, Mar. 1997.
- [16] RFC Std. 1034, *RFC Standard for Domain Names - Concepts and Facilities*, Nov. 1987.
- [17] RFC Std. 1035, *RFC Standard for Domain Names - Implementation and Specification*, Nov. 1987.
- [18] RFC Std. 2136, *RFC Standard for Dynamic Update in Domain Name System (DNS Update)*, Apr. 1997.
- [19] RFC Std. 1661, *RFC Standard for the Point-to-Point Protocol (PPP)*, Jul. 1994.
- [20] RFC Std. 1172, *RFC Standard for the PPP Internet Protocol Control Protocol (IPCP)*, May. 1992.
- [21] RFC Std. 1962, *RFC Standard for the PPP Compression Control Protocol (CCP)*, Jun. 1996.
- [22] RFC Std. 2516, *RFC Standard for a Method for Transmitting PPP Over Ethernet (PPPoE)*, Feb. 1999.
- [23] M. H. Han, C. J. Ryu, S. D. Lee, and S. J. Han, "Design of pedestrian detection algorithm using feature data in multiple pedestrian tracking process," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 22, no. 4, pp. 641-647, Apr. 2018.
- [24] I. S. Hwang, H. G. Seo, M. H. Yun, K. H. Seo, D. Y. Lee, and J. I. Kim, "Design and implementation intruders detection system using OpenCV tracking function," in *Proceedings of the Korean Institute of Information and Communication Sciences Conference*, pp. 797-799, May. 2017.
- [25] OASIS, Web Services Dynamic Discovery (WS-Discovery) Version 1.1 [Internet]. Available: <http://docs.oasis-open.org/ws-dd/discovery/1.1/wsdd-discovery-1.1-spec.html>.
- [26] J. Y. Park, C. H. Song, S. Y. Kim, J. H. Park, and J. H. Park, "IP camera authentication and key exchange protocol using ID-based signature scheme," *Journal of the Korea Institute of Information Security & Cryptology*, vol. 28, no. 4, pp. 789-801, Aug. 2018.

[27] OASIS, UsernameToken Profile 1.1 [Internet]. Available:
<https://www.oasis-open.org/committees/download.php/13392/wss-v1.1-spec-pr-UsernameTokenProfile-01.html>.



이지훈(Ji-Hoon Lee)

2016년 2월 금오공과대학교 전자공학부 공학사
2018년 2월 금오공과대학교 전자공학과 공학석사
2018년 4월 ~ 2021년 4월, 금오공과대학교 ICT융합특성화연구센터 연구원
※관심분야: 인터넷 프로토콜, 카메라, IoT



정해(Hae Chung)

1987년 2월 한양대학교 전자통신공학과 공학사
1991년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학석사
1996년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학박사
1993년 11월 ~ 1998년 7월 LG정보통신 (현 엘지전자) 선임연구원
1998년 8월 ~ 현재 금오공과대학교 전자공학부 교수
2004년 1월 ~ 2005년 1월 UTD 방문교수
※관심분야: 가입자 액세스 네트워크, 스마트 디바이스, 이동통신



백봉기(Bong-Ki Baek)

2006년 2월 동국대학교 컴퓨터공학과 공학사
2005년 9월 ~ 현재 아이쓰리시스템 수석연구원
※관심분야: 적외선카메라



조영래(Young-Rae Jo)

2009년 8월 경북대학교 물리및에너지학부 이학사
2011년 8월 한국과학기술원 로봇공학학제전공 공학석사
2011년 8월 ~ 현재 아이쓰리시스템 수석연구원
※관심분야: 적외선카메라