

IP 카메라를 위한 HTML5 기반 통합형 Live Streaming 구현

(Implementation of a unified live streaming based on HTML5 for an IP camera)

류홍남* · 양길진 · 김종훈 · 최병욱**

(Hong-Nam Ryu · Gil-Jin Yang · Jong-Hun Kim · Byoung-Wook Choi)

Abstract

This paper presents a unified live-streaming method based on Hypertext Mark-up Language 5(HTML5) for an IP camera which is independent of browsers of clients and is implemented with open-source libraries. Currently, conventional security systems based on analog CCTV cameras are being modified to newer surveillance systems utilizing IP cameras. These cameras offer remote surveillance and monitoring regardless of the device being used at any time, from any location. However, this approach needs live-streaming protocols to be implemented in order to verify real-time video streams and surveillance is possible after installation of separate plug-ins or special software. Recently, live streaming is being conducted through HTML5 using two different standard protocols: HLS and DASH, that works with Apple and Android products respectively. This paper proposes a live-streaming approach that is linked on either of the two protocols which makes the system independent with the browser or OS. The client is possible to monitor real-time video streams without the need of any additional plug-ins. Moreover, by implementing open source libraries, development costs and time were economized. We verified usefulness of the proposed approach through mobile devices and extendability to other various applications of the system.

Key Words : IP Camera, HLS, DASH, Live Streaming, FFmpeg, MP4Box, HTML5

* 주저자 : 서울과학기술대학교 NID 융합기술대학원
** 교신저자 : 서울과학기술대학교 전기정보공학과 교수
* Main author : Seoul National University of
Science and Technology, Graduate school
of NID Fusion Technology,
Broadcasting-Communication Fusion
Program
** Corresponding author : Seoul National University
of Science and Technology, Department
of Electrical and Information Engineering
Tel : 02-970-6412, Fax : 02-973-6412
E-mail : bwchoi@seoultech.ac.kr
접수일자 : 2014년 7월 16일
1차심사 : 2014년 7월 18일
심사완료 : 2014년 8월 1일

1. 서 론

감시 보안 등의 목적으로 공공장소에 많은 아날로그 /디지털 방식의 CCTV가 설치되어 운영되고 있다[1]. 이에 비하여 최근에는 IP 카메라를 이용한 비디오 보안 감시 시스템이 저가의 시스템으로 일반화되고 있다[2]. IP 기반의 통신 방식으로 LAN을 이용한 네트워크 방식, 동축케이블 방식 및 유·무선 방식 등으로 장소와 상관없이 카메라의 모니터링이 가능하다.

일반적으로 IP 카메라를 이용하여 보안 감시를 위하여 비디오 정보를 확인하기 위하여 별도의 플러그인(Plug-in)이 필요하다. 따라서 추가적인 소프트웨어를 설치한 후에 사용이 가능하며, 특히 특화된 프로토콜을 이용할 경우 방화벽 등으로 보안 감시 및 설비 감시 등으로 활용이 어렵다.

현재 IP 카메라의 라이브 스트리밍(live streaming)을 지원하기 위한 방법으로는 Real-Time Transport Protocol(RTP), Real-Time Streaming Protocol(RTSP) 프로토콜이 일반적으로 이용되고 있다[3-4]. 이러한 RTP/RTSP를 이용한 라이브 스트리밍은 별도의 응용 프로그램을 통하여 멀티미디어 데이터를 전송받아야 하며, 사용자의 디바이스 및 브라우저에 따라 각각 다른 응용프로그램의 설치가 필요하다.

본 연구에서는 최신 HTML5에서 지원하는 별도의 응용프로그램의 설치 없이 라이브 스트리밍 영상을 사용자에게 제공할 수 있도록 HTTP 기반의 라이브 스트리밍 프로토콜을 오픈 소스를 이용하여 구현하였다. 또한 사용자의 디바이스 정보 및 브라우저 정보를 파악하여 Common Gateway Interface(CGI)를 통하여, 클라이언트의 디바이스 및 브라우저에 적합한 프로토콜을 제공할 수 있는 통합형 라이브 스트리밍 시스템을 제안한다. 그리고 적응형 라이브 스트리밍(adaptive live streaming)으로서 가장 많은 사용자와 표준화가 진행된 프로토콜을 구현한다[5-6].

하나는 애플에서 개발한 HTTP Live Streaming(HLS)프로토콜로서 애플 기기에서 사용이 가능하며, 또 하나는 ISO/IEC에서 표준화가 진행 중인 Dynamic Adaptive Streaming over HTTP(DASH) 프로토콜로 안드로이드 계열 및 PC 운영체제에서 다양한 브라우저를 지원한다[7-9].

상용 IP 카메라로부터 제공된 이미지 데이터를 이용하여 각각의 프로토콜에서 지원하는 미디어 파일 형식으로 변환하기 위하여 오픈소스 기반 미디어 컨버터인 FFmpeg과 MP4Box 라이브러리를 이용하여 개발한다. 먼저 PC에서 라이브러리를 이용하여 개발되며 임베디드 하드웨어인 IP 카메라로 포팅이 최적화 과정을 통하여 이루어졌다. 따라서 별도의 플러그인 없이 사용자의 클라이언트의 소프트웨어에 독립적이며

로 어느 디바이스에서든지 IP 카메라를 이용하여 실시간 보안 감시가 가능하며 설비 보안에 활용될 것으로 기대된다.

2. IP 카메라를 위한 Live Streaming 프로토콜

IP 카메라를 이용하여 라이브 스트리밍을 구현하는 방법은 일반적으로 플러그인을 이용하거나 웹 브라우저에서 지원하는 라이브 스트리밍 프로토콜을 사용하는 방법이 있다. 현재 널리 사용되는 라이브 스트리밍 프로토콜은 표 1에 나타난 바와 같이 플러그인을 이용할 경우 Adobe HDS(HTTP Dynamic Streaming)나 Microsoft IIS(Internet Information Services)를 이용하는 방법이 있다. 하지만 Adobe HDS를 또는 Microsoft IIS를 이용하는 경우 플러그인 또는 별도의 어플리케이션의 설치가 요구되며, 이를 설치할 수 없는 디바이스의 경우에는 재생을 할 수 없다. 특히 Apple의 iOS에서는 Flash Player를 지원하지 않아 Adobe HDS를 재생을 할 수 없다 [7-9].

본 연구는 보안 감시로 일반적으로 사용되는 IP 카메라를 이용하여 PC 및 모바일 디바이스에서 플러그인이나 별도의 응용프로그램을 설치하지 않고 라이브 스트리밍을 제공하는 것을 목적으로 한다. 표 1에서 나타난 바와 같이 별도의 플러그인을 사용하지 않기 위하여 IP 카메라에 HLS나 DASH 프로토콜을 구현이 요구된다. 본 연구에서는 HLS와 DASH프로토콜을 구현하여, PC 및 모바일 디바이스를 목표로 라이브 스트리밍을 제공할 수 있도록 한다.

HLS는 Apple에서 iOS/Safari와 QuickTime Player, Apple TV를 위하여 개발한 프로토콜이며, 라이브 스트리밍과 VOD를 제공하기 위한 프로토콜이다. HLS는 Apple기기는 물론 현재 안드로이드 기기에서도 지원하는 추세이므로 모바일 기기를 위한 라이브 스트리밍 프로토콜로 적합하다. 또한 HLS는 HTML5 표준을 지원하며 플러그인이나 추가적인 응용프로그램 없이 모바일 기기에서 라이브 스트리밍이 가능한 프로토콜이다.

표 1. 스트리밍 서비스 비교
table 1. Comparison of Streaming Services

Feature	Apple HLS	Adobe HDS	MS IIS	MPEG-DASH
On-Demand & Live	Yes	Yes	Yes	Yes
Adaptive bitrates	Yes	Yes	Yes	Yes
Delivery Protocol	HTTP	HTTP	HTTP	HTTP
Origin Server	Web Server	Adobe Media Server	MS IIS	Web Server
Media Container	MP2 TS	MP4-part 14, FLV	MP4-part,14	MP2 TS, Fragmented MP4
Video Codecs	H.264 Baseline Level	H.264	Agnostic	H.264, SVC, Multiview Coding, MPEG 4 AAC
Default Segment Duration	10 seconds	2 seconds	4 seconds	Flexible
End-to-End Latency	30 seconds	6 seconds	>1.5 seconds	Flexible
File Type on Server	Fragmented	Contiguous	Contiguous	Fragmented
Client Dependence	No	Flash Player	Silverlight	No

현재 HTML5에서 DASH 프로토콜의 미디어를 재생할 수 있는 Adaptive Streaming Player를 제공하기 위해서 Media Source Extension(MSE)와 Encrypted Media Extension(EME)을 이용하여 DASH프로토콜을 통한 미디어를 재생이 가능하도록 개발이 진행되고 있다[9].

본 연구에서는 IP 카메라에서 HTTP 프로토콜을 이용한 라이브 스트리밍으로 HLS와 DASH 프로토콜과 기존의 RTP/RTSP를 이용하여 라이브 스트리밍을 제공하는 방법의 호환성을 유지할 수 있는 라이브 스트리밍 구조를 제안한다.

2.1 HTTP Live Streaming(HLS)

HLS 프로토콜의 구조는 그림 1과 같이 미디어 인코딩 후 스트림 세그먼트(Stream segmenter)를 통해 미디어를 분할하는 구조이며, 분할된 미디어를 HTTP 프로토콜을 이용하여 사용자의 미디어 플레이어에 제공하는 구조이다[7,10-11]. 그림 1에서 스트림 세그먼트는 일정한 시간 간격마다 입력받은 미디어 데이터

를 분할하여 파일을 생성, 분할된 파일에 접근할 수 있는 메타데이터(m3u8)를 생성하는 일을 한다. 라이브 스트리밍의 경우 실시간으로 데이터를 저장해야 하므로 스트림 세그먼트를 통하여 미디어 데이터의 분할이 요구되지 않고, 미리 정해진 분할된 미디어의 재생 시간만큼 미디어 데이터를 분할하여 저장함으로써 분할된 스트리밍 데이터를 생성할 수 있다. 재생 목록과 일은 m3u8 파일 확장자로 TS 파일을 최소 3개를 가지고 있어야 한다. 사용자는 m3u8 파일에 기재되어 있는 MPEG2-TS 파일의 URL(Uniform Resource Locator)을 통해 순차적으로 미디어 파일을 요청 및 재생한다. 또한 지속적인 라이브스트리밍을 위하여서는 MPEG-2 TS 파일의 생성과 함께 생성된 파일에 대한 URL으로 재생 목록이 업데이트되어야 한다.

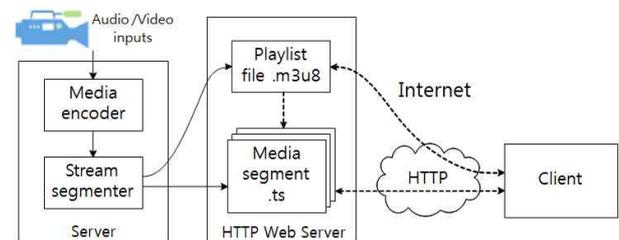


그림 1. HTTP 라이브 스트리밍 시스템 구조
Fig. 1. HTTP Live Streaming System Architecture

본 연구에서는 기존의 보안 감시 시스템의 관리 소프트웨어의 호환성을 유지하기 위하여 미디어 인코더와 스트림 세그먼트의 순서가 뒤바뀐 형태로 그림 1과 같은 구조를 유지한다. 본 연구에서 사용된 IP 카메라 라인 FW1173-DS는 JES(JPEG Elementary Stream)로 정의된 이미지 데이터 형식으로 이미지 데이터를 생성한다[12]. JES image data는 H.264로 인코딩되어 있으며 관리 소프트웨어와 기존의 전송 프로토콜을 이용하여 보안 감시 시스템으로 활용된다[11].

JES Image data를 이용하는 기존 보안 감시 IP 카메라의 통합 관리 소프트웨어와의 호환성을 유지할 수 있도록 IP Camera로 부터 제공되는 JES image data를 이용하여 HLS 프로토콜을 지원한다.

HLS 프로토콜 기반 IP 카메라의 라이브 스트리밍을 구현하기 위해서는 서버에서 실시간으로 미디어

파일을 생성하고 재생 목록 파일을 수정해 주어야 한다. 그림 1에서 HLS 프로토콜의 스트림 세그먼트는 카메라에 입력되는 Audio/Video의 JES image data를 이용하여 미리 정해진 분할된 미디어의 재생시간 만큼 프레임이 누적된 raw H.264 Streams data로 생성한다. 미디어 인코더는 FFmpeg의 library를 이용하여 구현되었으며, raw H.264 Streams data를 MPEG-2 TS format으로 변환 하여 HLS 프로토콜을 위한 분할된 미디어 파일을 생성한다. 이 과정에서 생성된 분할된 미디어에 대한 재생 목록파일인 m3u8 파일을 생성함으로써 사용자로부터 재생 목록이 요청될 경우 분할된 미디어로 링크가 가능하도록 한다.

2.2 Dynamic Adaptive Streaming over HTTP(DASH)

DASH 프로토콜은 MPEG-DASH로도 알려져 있으며, 멀티미디어 파일을 하나 이상의 분할된 파일로 생성하여 HTTP를 통해 사용자에게 전달하는 적응형 비트레이트 스트리밍 기술이다[8-9]. DASH 프로토콜의 구조는 그림 1의 HLS와 유사한 구조를 갖는다. 하지만, HLS 프로토콜과는 달리 DASH 프로토콜에서는 재생 목록 파일로 Media Presentation Description (MPD)파일을 이용하며, ISO 기반 미디어 파일형식 또는 MPEG-2 TS 파일형식을 이용한다. DASH 프로토콜에서 TS파일 형식을 이용한 라이브 스트리밍을 지원하지 않지만 현재 대부분의 브라우저에서 MPEG-2 TS파일을 지원하지 않으므로 본 연구에서는 MP4 파일 형식을 이용하여 라이브 스트리밍 시스템을 구현한다. DASH 프로토콜에서 사용되는 MP4 파일 형식은 Fragmented MP4 파일형식이다[13].

3. 사용자 편리성을 위한 통합 구조

3.1 통합형 구조

그림 2는 본 연구에서 제안하는 구조이다. 사용자로부터 미디어 데이터가 요청되었을 경우 HTTP 프로

토콜의 User-Agent 정보를 이용하여 사용자의 정보를 파악 후 CGI를 이용하여 미디어 인코더에 적합한 프로토콜 생성을 요청한다.

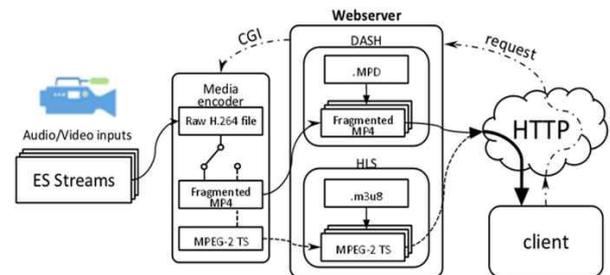


그림 2. 통합형 라이브 스트리밍 시스템 구조
Fig. 2. Unified Live Streaming System Architecture

미디어 인코더에서는 사용자의 디바이스 정보를 파악하여 HLS만 지원하는 장치일 경우 초기 IP 카메라로부터 제공되는 H.264 코덱으로 인코딩된 Raw H.264 Streams를 MPEG-2 TS 파일 포맷으로 생성하여 HLS 프로토콜을 제공한다. 사용자의 디바이스가 DASH 프로토콜만을 지원하는 장치일 경우 Fragmented MP4 파일 포맷으로 미디어 파일을 생성하여 DASH 프로토콜을 제공한다.

따라서 본 연구에서 제안된 구조를 통하여 HLS와 DASH 프로토콜은 서버에서 분할된 미디어 파일을 생성하여 사용자로 HTTP/1.1 기반으로 미디어 데이터를 전송한다[5-7].

MPEG-2 TS파일 형식으로서의 미디어 인코딩과정에서는 오픈소스 미디어 컨버터인 FFmpeg의 라이브러리를 이용하여 HLS를 구현하였으며, Fragmented MP4파일 형식으로 인코딩 과정에서는 FFmpeg과 더불어 gpac의 미디어 패키지인 MP4Box를 이용하여 DASH프로토콜을 구현하였다.

그림 3은 사용자가 웹서버에 접속할 경우 웹서버에서 사용자의 사용 환경정보를 획득하여 CGI를 통해 사용자의 사용 환경에 맞는 프로토콜을 실행하는 구조를 나타낸다. 사용자가 MAC OS 또는 Safari브라우저(6.0 이후버전)를 이용하여 웹페이지에 접속하였을 경우 HLS 프로토콜을 제공할 수 있도록 서버의 프로

그램을 실행한다. Windows 운영체제 또는 안드로이드 운영체제에서 Chrome 브라우저를 이용하여 웹 서버에 접속할 경우에는 DASH 프로토콜을 제공하는 프로그램이 실행된다. 그림 4는 CGI를 이용하여 사용자의 사용 환경 정보에 따라 HLS 또는 DASH 프로토콜을 선택적으로 제공하도록 하는 의사코드이다.

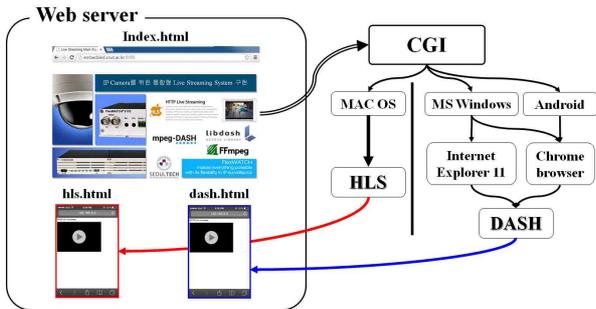


그림 3. 웹서버에서의 CGI를 이용한 프로토콜 스위칭 구조
Fig. 3. Switching Structure using CGI on Web Server

```

Procedure CGI_function(void)
get HTTP_USER_AGENT;
switch
case : supports HLS
    create Live_Streaming(HLS) thread;
    break;
case : support DASH
    create Live_Streaming(DASH) thread;
    break;
default : doesn't support HTTP Live Streaming;
end
    
```

그림 4. CGI 프로그램 의사코드
Fig. 4. Pseudo Code for CGI Program

4. IP 카메라 기반 HTTP 라이브 스트리밍 실험

실험에는 Windows 7 운영체제의 PC와 Windows 8.1 그리고 모바일 디바이스로는 iPhone 4S iOS 7.0.1 과 Android 4.4.2에서 수행되었으며, 결과는 그림 5에 나타나 있다. iPhone의 경우 브라우저와 독립적으로 브라우저상에서 미디어를 재생할 경우 QuickTime 플

레이어를 이용하여 미디어를 재생하며, QuickTime 플레이어에서 HLS만을 지원한다.



그림 5. IP 카메라를 이용한 라이브 스트리밍 실험 화면
Fig. 5. Live Streaming Monitoring With IP Camera

iOS 또는 Mac OS로 접속할 경우 CGI를 이용하여 서버의 HLS를 제공하는 프로그램을 실행하며, 라이브 스트리밍을 제공한다. 현재 DASH 프로토콜은 Chrome 브라우저와 Windows 8.1의 IE 11에서만 재생이 가능하므로 PC상에서 Chrome 브라우저를 이용하여 서버에 접속하였을 경우 DASH 프로토콜을 제공하는 프로그램을 실행한다.

실험 결과 IP 카메라로부터 제공받은 JES 이미지 데이터를 이용한 HTTP기반 라이브스트리밍을 플러그인 또는 어플리케이션의 설치 없이 재생이 가능하였다. 하지만 HLS의 경우 최소 3개의 분할된 미디어 파일이 생성된 이후부터 라이브 스트리밍을 제공할 수 있으며, Apple에서 권장하는 분할된 미디어 파일의 재생시간인 10초로 라이브스트리밍 제공시 촬영시점과 재생시점 간에 30초의 지연시간이 발생한다. DASH프로토콜의 경우 서버의 성능에 따라 분할된 미디어 파일의 재생시간을 결정할 수 있으며, 본 실험에서는 분할된 미디어 파일의 재생시간을 2초로 설정하여 실험을 수행하였다. 실험 결과 DASH 프로토콜의 경우 HLS 프로토콜보다 짧은 지연시간이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 HTML5를 기반으로 플러그인 또는

추가적인 응용프로그램의 설치 없이 사용자의 디바이스 및 브라우저에 독립적으로 지원 가능한 라이브 스트리밍 프로토콜을 제공하는 시스템을 구현하였다. 다양한 디바이스를 이용하여 사용자의 환경에 따라 미디어 인코더를 선택하여 라이브 스트리밍 영상을 제공함을 실험으로 확인하였다.

IP 카메라를 이용하여 보안 감시 및 설비 감시로 이용할 경우 사용자의 디바이스에 독립적으로 별도의 플러그인 없이 라이브 영상을 제공함으로써 실용성에 적합한 구현임을 실험을 통하여 검증하였다.

이와 같은 시스템은 향후 사물 인터넷이나 빅데이터를 이용할 경우 기존의 보안 감시 목적이외에도 물체 인식이나 사물인식을 통하여 빌딩의 설비관리와 조명 관리로도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

[1] C Norris, M McCahill, D Wood, "The growth of CCTV: a global perspective on the international diffusion of video surveillance in publicly accessible space", *Surveillance & Society*, pp.110-135, 2002.

[2] Ming-Jiang Yang, Jo Yew Tham, Dajun Wu, Kwong Huang Goh, "Cost Effective IP Camera for Video Surveillance," *Proc. of ICIEA*, pp.2432-2435, 2009.

[3] AVT Working Group, H. Schulzrinne, GMD Fokus, S. Casner, Precept Software, Inc., R. Frederick, Xerox PARC, V. Jacobson and LBN Lab, "RTP: A transport protocol for real-time application", RFC 1889. IETF draft, 1996.

[4] H. Schulzrinne, U. Columbia, A. Rao, R. Lanphier Netscape and RealNetworks, "Real Time Streaming Protocol(RTSP)", RFC 2326, IETF draft, 1998.

[5] R. Fielding, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, L. Masinter, P. Leach, T. Berners-Lee, Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1, 1999.

[6] Jeroen Wijering, "The State of HTML5 Video", LongTail Ad Solutions, Inc., 2014.

[7] Apple Corporation. HTTP Live Streaming Overview. iOS Reference Library.

[8] Thomas Stockhammer, "Dynamic Adaptive Streaming over HTTP-Standards and Design Principles," *ACM Multimedia Systems Conference(MMSys)*. pp.133-143, 2011, USA.

[9] Anthony Vero, "The MPEG-DASH Standard for Multimedia Streaming Over the Internet", *Mitsubishi Electric Research Labs*, pp.62-67, 2011.

[10] Hong-Nam Ryu, Jong-Hoon Kim, Byoung-Wook Choi, "Unified Live Streaming System for an IP Camera", *Institute of Control, Robotics and Systems Annual Conference, Daegu, Korea*. pp.234-235, 2014.

[11] Gil Jin Yang, Byoung Wook Choi and Jong Hun Kim, "Implementation of HTTP Live Streaming for an IP Camera using an Open Source Multimedia Converter", *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, Vol. 8, No. 6, pp. 39-50, 2014.

[12] Seyeon Tech, <http://www.flexwatch.co.kr>

[13] ISO/IEC, "Information technology - Coding of Audio, Picture, Multimedia and Hypermedia Information - Part 14: MP4 file format", *ISO/IEC 14496-14:2003*, December 2003.

◆ 저자소개 ◆



류홍남(柳洪男)

1968년 8월 20일생. 2007년 서울과학기술대학교 전기공학과 졸업. 2007년~현재 우정사업본부 수원우편집중국 주무관. 2013년~현재 동대학교 NID 융합기술대학원 박사과정.



양길진(梁吉珍)

1990년 2월 14일생. 2013년 원광대학교 전자공학과 졸업. 현재 서울과학기술대학교 전기공학과 석사과정. 주관심 분야 : 실시간 시스템 설계, 임베디드 리눅스, 지능형 로봇 소프트웨어, 멀티미디어 프로토콜.



김중훈(金鍾勳)

1964년 1월 15일생. 1992년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(박사). 1988~1997년 (주)대우전자 책임연구원. 1997년~현재 (주)세연테크 대표이사. 주관심 분야 : 임베디드 시스템, 실시간 시스템, IP기반의 CCTV



최병욱(崔秉旭)

1963년 2월 13일생. 1992년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(박사). 1988~2000년 LG산전(주) 책임연구원. 2000~2005년 선문대학교 제어계측공학과 부교수. 2003~2005년 (주)임베디드웹 대표이사. 2005년~현재 서울과학기술대학교 전기정보공학과 교수. 주관심 분야 : 임베디드 시스템, 실시간 시스템, 로봇 응용, IP 카메라 프로토콜.