

Modbus와 NMEA0183에 대한 사용자 프로토콜 컨버터 개발

엄상희^{1*} · 홍성기²

Development of User Protocol Converter about Modbus and NMEA0183

Sang-hee Eum^{1*} · Sung-ki Hong²

^{1*}Department of Shipbuilding and Marine, Dongju College, Busan 604-715, Korea

²The school of Oceanic Culture Contents Convergence, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약

본 논문은 산업 네트워크의 프로토콜의 해석과 변환기 개발을 위해 소요 되었던 시간을 효과적으로 단축하고자 하였다. 이를 위하여 산업용 네트워크의 통신 프로토콜을 해석하여 데이터를 획득하고 해석하여 사용자 프로토콜로 재구성하여 재전송 할 수 있는 프로토콜 컨버터를 개발 하였다. 개발된 사용자 프로토콜 컨버터는 소프트웨어와 하드웨어로 구성되며 Modbus, NMEA0183과 이더넷을 지원한다. 하드웨어 메인 프로세서는 AVR128을 사용하였고, 직렬 통신부, Ethernet 통신부를 배치하였다. 데이터 전송 실험 결과 매우 우수한 전송률과 변환율을 얻을 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we want to able to reduce the time effectively about the analysis of protocol and development of protocol converter in industrial network. For this purpose, we developed the user protocol converter that can be to analysing the communication protocol in the industrial network. and also that is able to converting to user protocol and transmitting to another network. The developed user protocol converter was consist of S/W and H/W, and is supporting the Modbus, the NMEA0183 and the ethernet. The hardware main processor was used the AVR128, and placed the serial communication part and the ethernet part in converter board. The experiment results, we acquired very high transmission rate and conversion rate.

키워드 : 산업 네트워크, 사용자 프로토콜, 프로토콜 컨버터, Modbus, NMEA0183

Key word : Industrial Network, Protocol Converter, Modbus, NMEA0183

Received 02 October 2015, Revised 30 October 2015, Accepted 09 November 2015

* Corresponding Author Sang-Hee Eum(E-mail:nyx2k@naver.com, Tel:+82-51-200-3448)

Department of Shipbuilding & Marine, Dongju College, Busan, 604-715, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.11.2584>

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

많은 산업 현장에서는 모니터링 시스템 구축을 위해 각종 하드웨어 장치와 통신을 통해서 프로토콜을 취득 및 해석하여 디스플레이 장치 및 소프트웨어를 통해 모니터링을 하고 있다. 산업 모니터링에는 발전소, 공장, 제조 상태의 모니터링과 제어 그리고 시스템의 데이터 로깅이 포함된다. 생산 경쟁력이 증가하게 됨에 따라 기기의 속도가 더욱 빨라지게 되었고, 최근에는 성능, 품질, 제어뿐만 아니라 모니터링, 자동화 효율성 등에 대한 강조가 어느 때보다도 더욱 중요해지고 있으며 이를 위한 다양한 통신방식이 생겨나고 있다. 다양한 산업 네트워크 기술은 최근 이더넷(Ethernet) 기반의 네트워크가 일반적으로 적용되고 있는 추세이나 여전히 약 10여종의 네트워크가 혼재하여 이용되고 있다. 이더넷에 기반을 둔 통신과 관련된 산업용 자동화 및 모니터링 시장은 그 수요가 증가하고 있다. 전통적인 필드 버스(field bus)들과 함께, 여러 다양한 프로토콜 표준들이 산업용 실시간 이더넷에 사용될 수 있으나, 이것들은 디바이스 제조사들에 의해 지원되어야 함으로 매우 어렵고 복잡하다. 최근에 개발되어진 장비들의 경우 산업 네트워크 기술이 적용되고, 유무선 통신을 통한 모니터링을 지원하는 경우가 대부분이지만 여전히 값비싼 장비를 추가 구매하여야 하고, 모니터링 소프트웨어 및 분석 프로그램 등을 추가 구매하여야 한다[1,2].

산업 현장에 적용되는 통신방식 및 프로토콜의 경우 적용 현장의 환경 및 하드웨어 구성 사양에 따라 다양한 종류와 방식으로 현장에 적용이 되어 있기에 산업용 모니터링 시스템 개발 및 구축을 위해서는 해당 장비에 대하여 매번 하드웨어 시스템 분석과 통신 프로토콜 해석 작업을 통해 개발을 하고 있어 많은 개발 비용 및 시간이 들어가고 있다. 이러한 모니터링 시스템 개발에는 필수적으로 각종 통신 방식(RS232, RS422, RS485, ProfiBus, CAN, Ethernet 등) 및 각종 통신 프로토콜(Modbus, NMEA series, TCP/IP 등)에 대한 전문지식 및 현장 적용 노하우가 필요한데 이러한 기술을 가진 엔지니어가 부족하여 간단한 모니터링 개발에도 많은 비용이 발생하고 있다[3-5].

따라서 이러한 제조업자들을 위해, 산업용 이더넷에 의해 소개되는 어떤 기능이든 무난하게 이동할 수 있도

록 기존의 필드 버스 솔루션의 디바이스 프로파일과 애플리케이션 프로토콜들과 호환되는 것이 매우 중요하다. 산업용 모니터링 디바이스에 사용되는 다양한 통신 방식과 프로토콜을 이용하기 위하여 개개의 장비에 적합한 프로토콜 컨버터가 필요하다.

본 연구에서는 해양관련 장비의 인터페이스 프로토콜의 표준으로 사용되고 있는 NMEA0183과 산업용 시리얼 통신(serial communication) 표준 프로토콜 중 하나인 Modbus와 이더넷 기반의 장비간의 연동을 위한 프로토콜 컨버터를 개발하였다. 개발된 컨버터는 산업 현장에서 사용되는 기본 통신 방식인 시리얼 통신과 이더넷간의 데이터 변환 및 전송을 지원하도록 설계하였다. 또한 프로토콜 해석을 간단히 수행할 수 있는 통신 프로토콜 획득 프로그램과 해석된 데이터를 사용자 프로토콜로 변환하여 컨버터에 펌웨어(firmware)에 업로드(upload)하는 프로그램을 제작하였다.

II. 프로토콜 컨버터 구조

2.1. Modbus와 NMEA0183 프로토콜 분석

Modbus 프로토콜은 시리얼 통신 프로토콜로서 단순하지만, 장비 제어와 모니터링에 필요한 기능들을 수행할 수 있기에 사실상의 산업용 표준 프로토콜의 지위를 얻게 되었고, 현재까지 산업용 전자 장치들을 서로 연결하는 목적으로 널리 사용된다. 또한 프로토콜이 공개되어 있고, 설치와 유지보수가 용이하다. 비트단위 또는 워드(16bits) 단위로 정보조작이 용이하며 약 240개의 장비들을 서로 연결할 수 있다.

Modbus의 master/slave 기반 프로토콜로서 프레임 포맷(frame format)은 통신 네트워크의 종류와 요청 정보의 형식에 따라 RTU(remote terminal unit), ASCII, TCP로 나눌 수 있다. 그러나 일반적인 프레임 구조는 그림 1과 같다. 여기서 송수신되는 메시지에는 디바이스의 주소, 함수 코드(function code), 데이터 영역(data area), 오류 체크(error check)로 구성되어 있으며 해당 데이터의 크기는 함수 코드(function code)에 의해 가변적으로 변할 수 있다. 특히, 함수 코드와 데이터 영역 부분을 PDU(protocol data unit)라고 한다[6].

NMEA 0183은 시간, 위치, 방위 등의 정보를 전송하기 위한 규격으로 현재는 해상 전자장비의 인터페이스

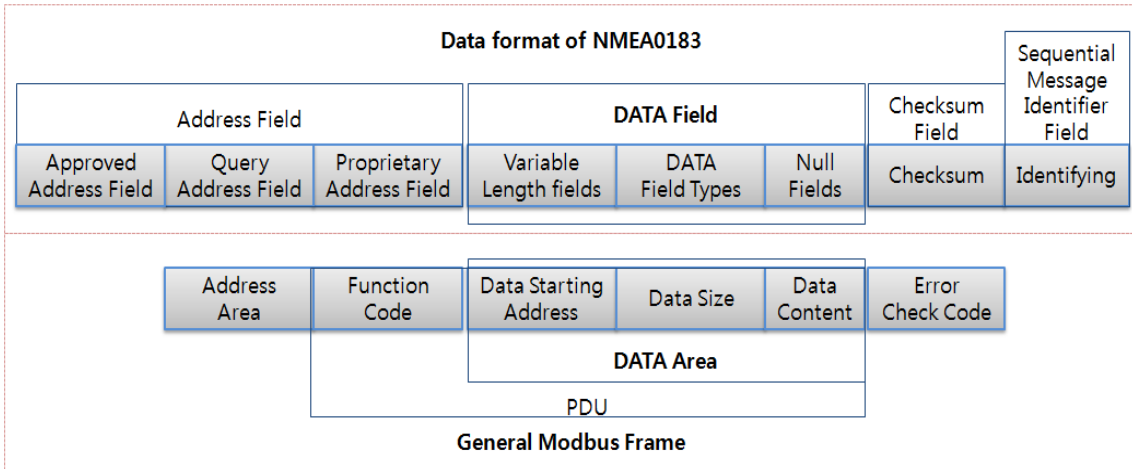


Fig. 1 The Structure of NMEA0183 and Modbus protocol

표준으로 법제와 되어 있어 선내 모든 장비는 NMEA 표준을 준수하도록 되어 있다. 이 통신 방식에 사용되는 데이터들은 주로 자이로컴퍼스, GPS, 나침반, 관성항법장치(INS)에 사용된다.

NMEA0183은 미국의 해양 전자공학 산업의 발달과 교육을 위한 비영리 단체인 NMEA(The National Marine Electronics Association)에서 정의해 놓았다. NMEA0183은 ASCII와 직렬 방식의 통신을 사용하며 데이터 포맷(data format)은 그림 1과 같이 주소 필드(address field), 데이터 필드(data field), 오류 검사를 위한 체크섬 필드(checksum field)와 연속 메시지 전송 필드로 구성된다[7].

Modbus 프로토콜의 프레임 구조와 NMEA0183의 데이터 구조를 해석하여 Modbus의 데이터 영역과 NMEA0183의 데이터 필드 영역을 구분하여 사용자가 원하는 프로토콜로 변환할 수 있도록 프로토콜 컨버터를 구성할 수 있다.

2.2. 프로토콜 컨버터 구조

산업 네트워크에 사용되는 각기 다른 하드웨어 시스템과 디바이스들은 여러 가지 통신방식과 통신 프로토콜을 사용하지만 프로토콜 컨버터를 위한 구조는 크게 보면 통신방식 분석, 데이터 프로토콜의 해석과 변환이라는 기본 단계를 거친다. 본 연구에서는 그림 2와 같은 프로토콜 컨버터 처리 과정을 사용하였으며 펌웨어로

수행되도록 구성되었다.

직렬 통신방식과 이더넷 통신 방식으로 입력되는 Modbus와 NMEA0183 데이터 프로토콜은 프로토콜 해석 모듈을 거치면서 개개의 프로토콜 구조에 따라 분해하게 된다. 분해된 데이터는 프로토콜 변환 모듈을 거치면서 사용자 프로토콜로 변환되어 이더넷 통신방식으로 출력되어 모니터링과 제어 등에 사용할 수 있게 된다.

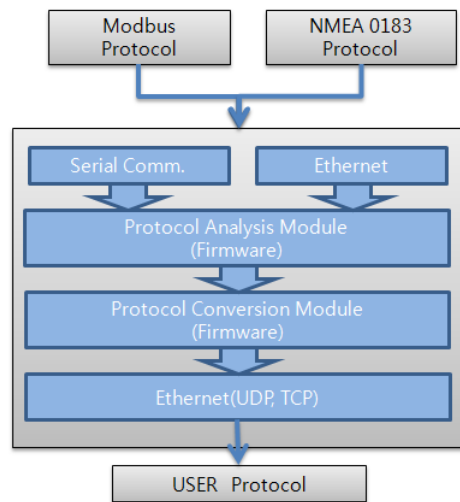


Fig. 2 The flowchart of protocol converter

2.3. 프로토콜 컨버터 프로그램 구조

여러 통신방식으로 전송되는 데이터를 사용자들이 필요한 데이터만 추출하기 위하여 프로토콜 해석 및 변환 과정이 필요하다. 또한 획득된 데이터를 사용자 프로토콜로 전송하기 위하여 재구성하여 펌웨어에 업로드시키는 과정이 필요하다.

본 연구에서는 Modbus와 NMEA0183 프로토콜인 경우에 사용자 프로토콜의 생성이 용이하도록 그림 3과 같은 절차를 개발하였다. 일반적으로 NMEA0183 프로토콜을 사용하는 장비들은 거리가 표준화되어 있어 사용자가 원하는 데이터를 추출하기가 용이하지만 산업용 통신에서 사용되는 Modbus의 경우에는 개별 장비마다 개개의 통신 프로토콜을 사용하므로 이를 해석하기 위한 별도의 해석 프로그램이 필요하다.

Modbus 프로토콜은 16진수인 “Hex” 데이터가 주로 전송되고, NMEA0183 프로토콜은 문자형인 Chr” 데이터를 전송에 많이 사용하고 있다. 먼저 각각의 통신방식으로 입력되는 프로토콜을 필터링하여 프로토콜의 종류를 정의한다. 프로토콜의 종류가 확인되면 통신 프로토콜에 정의된 통신 오류를 감지하는 코드를 찾아서 제거한다. 다음으로 각각의 데이터를 통신 구문의 구조에 따라서 분석(parsing)한 다음 사용자가 읽을 수 있는 데이터로 변환한다. 마지막으로 사용자 요구에 맞는 데이터 부분만을 추출하여 출력 프로토콜을 생성하도록 한다.

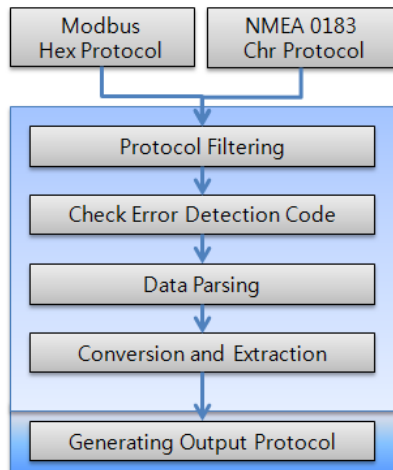


Fig. 3 The flowchart of protocol analysis program

III. 프로토콜 컨버터 제작

3.1. 프로토콜 컨버터 하드웨어 구성

본 논문에서 구현한 프로토콜 컨버터의 하드웨어 구성도를 그림 4에 나타내었다. 메인 프로세서는 AVR128을 사용하였으며 멀티플렉서를 사용하여 여러 가지 통신 방식을 선택하도록 하였다. 직렬통신부는 RS232와 RS485 통신방식을 지원하도록 하였고, 무선통신인 블루투스(blueetooth)를 지원할 수 있도록 추가로 RS232 통신부를 배치하였다. 데이터들은 표준 이더넷으로 전송하도록 직렬통신을 이더넷으로 변환하는 모듈이 장착되며, 외부 확장을 위한 입출력 커넥터도 추가하였다. 직렬 통신부는 프로토콜 컨버터의 사용자 프로토콜의 로더 프로그램과도 연동되도록 하여 사용자 정의 프로토콜을 펌웨어에 쉽게 업로드할 수 있도록 하였다.

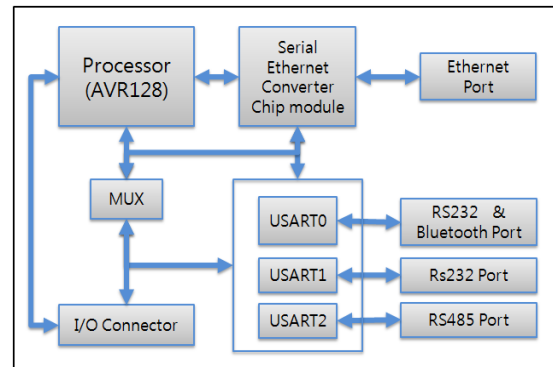


Fig. 4 The block diagram of protocol converter hardware

그림 5는 본 연구에서 개발된 사용자 프로토콜 컨버터 보드를 나타내었다. 가운데가 메인 프로세서이며, 왼쪽 상단에 RS232 통신부를 배치하였고 하단에 RS485 통신부를 그리고 오른쪽 상단에 이더넷 통신부를 배치하였다. 여러 가지 통신 방식을 지원하기 위한 입출력 커넥터를 가운데 두었으며, 외부 확장을 위한 포트도 우측에 배치하였다. 개발된 프로토콜 컨버터는 사용자가 원하는 데이터만 추출하여 사용자 프로토콜로 변환이 가능하도록 PC에서 프로그래밍 할 수 있다. 이 부분은 RS232 통신을 통하여 작업할 수 있으며 우측 아래쪽에 배치하여 제작하였다.

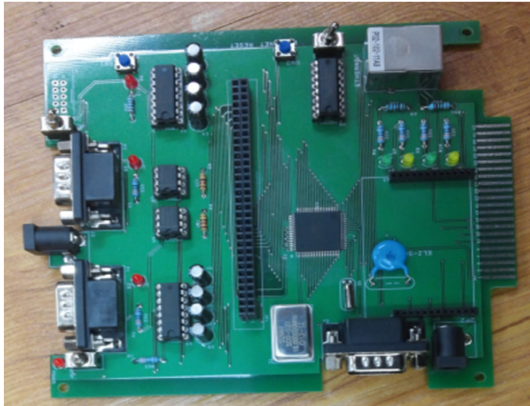


Fig. 5 The protocol converter hardware

3.2. 프로토콜 컨버터 프로그램

그림 6에는 프로토콜 취득 소프트웨어를 나타내었다. 사용자가 시리얼통신으로 PC와 연결하고 디바이스가 Master 또는 Slave 상태인지를 결정하게 된다. 입력되는 통신 프로토콜에 상관없이 프로그램 화면에 디스플레이 하여 수신되는 데이터를 확인하여 프로토콜의 구조를 파악할 수 있게 하였다. 전송된 데이터는 문자형(Chr)이거나 16진수(HEX)로 나타낼 수 있으며 저장하여 사용할 수 있도록 하였다.

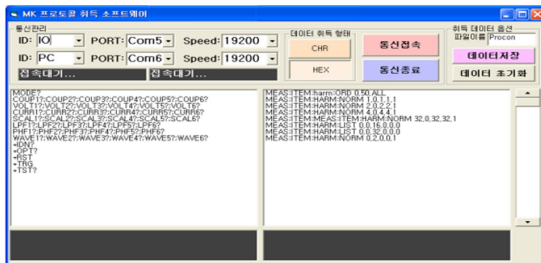


Fig. 6 The protocol acquisition program

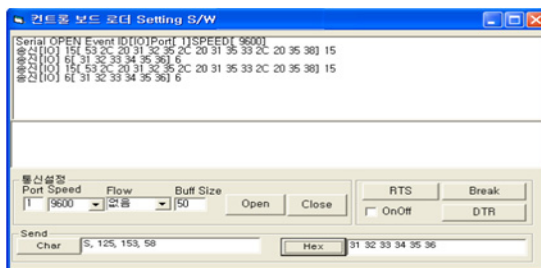


Fig. 7 The main board loader program

그림 7은 제작된 프로토콜 컨버터에 사용자 정의 프로토콜을 로드하는 프로그램이다. 메인 보드와 통신하여 사용자 프로토콜 구조를 수동으로 입력하여 설정할 수 있도록 할 수 있다. 사용자 프로토콜이 설정된 프로토콜 컨버터는 Modbus나 NMEA0183으로 입력되는 데이터를 자동으로 사용자 정의 프로토콜로 변환하여 전송할 수 있게 된다.

3.3. 실험 결과 및 고찰

개발된 사용자 프로토콜 컨버터 보드를 이용하여 두 개의 프로토콜로 입력받은 데이터를 변환하여 재전송한 결과를 표 1에 나타내었다. 먼저 프로토콜 컨버터를 거친 데이터가 잘 전송되고 있는 것을 확인하기 위하여 데이터 전송 오차를 확인하였다. 다음으로는 전송된 데이터가 컨버터를 거치면서 오류가 발생한 정도를 확인하는 프로토콜 변환 오차를 검사하였다.

실험에서 사용한 통신프로토콜은 UDP 프로토콜을 사용하였다. TCP 프로토콜의 경우에는 오류가 발생하면 재전송을 요청하여 오류 발생 여부를 확인하기가 용이하지 않기 때문이다. 실험에 사용된 데이터의 수는 1000개이며 RS232C 직렬 통신 방식으로 NMEA0183 프로토콜과 Modbus 프로토콜을 사용하여 전송된 데이터를 프로토콜 변환기에서 사용자 프로토콜로 변환하여 이더넷 통신방식의 UDP프로토콜로 전송받았을 경우를 실험하였다.

실험 결과는 Modbus의 경우에 0.3%의 데이터 전송 오류와 0.7%의 프로토콜 변환 오류가 발생하였다. NMEA0183의 경우에는 0.4%의 데이터 전송 오류와 0.6%의 프로토콜 변환 오류가 발생하여, 두 경우 모두 매우 우수한 전송률과 변환율을 가지고 있음을 알 수 있다.

Table. 1 The communication Error Rate

Test Error	Protocol	Success [ea]	Fail [ea]	Error Rate
Data Transmitting Error	Modbus	997	3	0.3%
	NMEA	996	4	0.4%
Protocol Converting Error	Modbus	993	7	0.7%
	NMEA	994	6	0.6%

IV. 결 론

본 논문에서는 Modbus와 NMEA0183의 프로토콜을 해석하여 사용자의 요구에 따라 수정하여 전송 가능한 사용자 프로토콜 컨버터를 개발하였다.

개발된 사용자 프로토콜 컨버터는 Modbus 프로토콜과 NMEA0183 프로토콜로 전송된 데이터를 사용자 정의 프로토콜로 변환하여 이더넷으로 전송이 가능하였다. 이 경우에 데이터 전송 오류와 프로토콜 변환 오류를 실험하여 매우 우수한 전송률과 변환율을 가지고 있음을 알 수 있었다. 개발된 사용자 프로토콜 컨버터는 산업용 하드웨어 및 소프트웨어를 개발할 경우에 통신 및 프로토콜 해석에 들어가는 개발 시간을 단축할 수 있으며, 별도의 통신 모듈을 설계할 필요가 없어 하드웨어 개발 비용을 절감할 수 있어 생산성 향상에 도움 될 것이다.

다양한 산업 네트워크의 여러 가지 하드웨어 디바이스를 지원하기 위해서는 통신 모듈의 추가, 하드웨어 최적화, 프로토콜 분석 및 처리 소프트웨어의 개선 등에 대한 연구가 필요하다.

REFERENCES

- [1] B. Galloway and G. P. Hancke, "Introduction to Industrial Control Networks", *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 15, issue 2, pp.860-880, May, 2013.
- [2] An Introduction to Industrial Ethernet [Internet]. Available: <http://www.bb-elec.com/Learning-Center>
- [3] H. Zhang, G. Xu, Y. Lu, and G. Lou, "Research on the Field Bus Protocol Conversion Gateway", *Journal of Convergence Information Technology(JCIT)*, vol. 7, no. 15. pp.160-168. 2012.
- [4] F. Zhang, Y. Zhu, C. Yan, J. Bi, H. Xiong, and S. Yuan "A Realization Method of Protocol Conversion Between Modbus and IEC61850", *Open Journal of Applied Sciences*, vol. 3, pp.18-23. 2013.
- [5] S. Kanse, B. Mayuri, B. Abhilasha, and K. Nilam, "Protocol Converter(UART, I2C, manchester protocols to USB)", *International Journal of Research in Engineering and Technology*, vol. 4, issue 1, pp. 88-90, 2015.
- [6] Modbus Application Protocol Specification V1.1a, Modbus IDA, June 4. 2004.
- [7] NMEA0183 - Standard for Interfacing Marine Electronic Devices, version 3.01, NMEA, Jan. 1, 2002.



엄상희(Sang-Hee Eum)

1995년 동아대학교 전기공학과 공학석사
 2000년 부산대학교 전자공학과 공학박사
 2000년 ~ 현재 : 동주대학교 조선해양과 부교수
 ※관심분야 : 영상처리, 신호처리, 인공지능, 의공학, IT융합



홍성기(Sung-ki Hong)

2013년 한국해양대학교 해양문화컨텐츠융복합과정 공학석사
 2015년 한국해양대학교 해양문화컨텐츠융복합과정 박사수로
 2015년~현재 : 지오디자인아트 설계과장
 ※관심분야 : 2D, 3D 설계, IT융합