

Multi-threading 기법을 적용한 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템의 구현

김학태¹, 정길도^{1*}
¹전북대학교 전자정보학부

Development of the Protocol Integration System with Multi-threading Method for the Ship Electronic Device

Hag-Tae Kim¹ and Kil-To Chong^{1*}

¹Department of Electronics and Information Engineering, Chonbuk National University

요약 안전하고 정확한 항해를 위해 선박에서는 진북을 나타내는 자이로 콤파스와 자북을 가리키는 마그네틱 콤파스, 그 외에 GPS 등의 다양한 선박 전자장치들이 활용되고 있지만 이러한 장치들의 호환성 문제로 인해 전체 선박 시스템의 효율성 및 유지보수성이 크게 저하되고 있다. 본 논문에서는 이러한 호환성 문제를 해결하기 위해 선박 전자장치의 다양한 출력신호들을 동일한 하나의 표준 형식으로 변환해 주는 프로토콜 통합 시스템을 제안하였다. 시스템 설계 시 다수의 장치들로부터 입력되는 신호들을 동시에 처리하기 위하여 Multi-threading 기법을 적용하였으며, 실험을 통해 이를 통한 데이터 처리 성능 향상을 확인하였다.

Abstract This paper proposes a protocol integration system with multi-threading method for the ship electronic devices to solve problems with the compatibility. The proposed protocol integration system receives the different signals from each of the ships' devices through the RS-232 serial communication port and then divides the input signal into the field data. The required field data for standard signal composition are extracted from among these signal and these are combined in accordance with standard signal format. Thereafter, the protocol integration system transmits the processed standard signal to the auto pilot system through a single port.

Key Words : Ship Communication, NMEA-0183, Auto Pilot System, Protocol Integration

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

선박이나 항공기 또는 인공위성 등의 대형 이동체를 목적지로 안전하고 정확하게 유도하기 위해서는 고정밀도의 위치 제어센서나 항법장치를 필요로 한다. 그러나 이러한 선박 전자장치들이 상이한 신호 형식을 사용하고 있어 전체 선박 시스템의 효율성 및 유지보수성이 크게 저하되고 있는 것으로 분석된다.

실제로 기존 시스템에서는 자이로 콤파스나 마그네틱 콤파스, 또는 GPS에서 출력된 신호의 데이터들을 자동

항해장치(Auto Pilot System), 선박자동 식별장치(Automatic Identification System), 항해기록장치(Voyage Data Recorder), 레이더 등의 장치에서 이용하기 위해서는 각 장치들이 일대일로 직접 연결되어야 하며, 장치 내부에 각각의 신호 처리를 위한 별도의 응용 프로그램들이 내장되어야 하기 때문에 통신 포트의 증가, 데이터 처리 부담의 가중, 설계의 복잡성 등과 같은 문제점들이 발생되었다[1,2].

이러한 문제점들을 해결하기 위해 선박 전자장치의 다양한 출력신호들을 동일한 하나의 표준 형식으로 변환해 주는 프로토콜 통합 시스템의 개발이 시급한 상황이지만

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

*교신저자 : 정길도(kitchong@chonbuk.ac.kr)

접수일 11년 01월 05일

수정일 11년 02월 06일

게재확정일 11년 03월 10일

현재 국내에서는 이와 관련된 연구 및 기술 개발들이 거의 진행되고 있지 않아 대부분을 고가의 수입 제품에 의존하고 있다.

본 논문에서는 자이로 콤파스나 마그네틱 콤파스, GPS에서 출력된 신호들을 직렬 통신방식인 RS-232를 통해 입력 받은 후, 각각의 필드 단위로 분리하고, 이 필드 데이터들을 자동 항해장치를 제어할 수 있는 표준 프로토콜 형식으로 조합하여 전송해 주는 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템을 제안하였다.

제안된 시스템이 선박 시스템에 적용될 경우, 각 장치들이 일대일로 직접 연결될 필요 없이 하나의 통신 포트를 통해 데이터 전송이 이루어지기 때문에 통신 포트의 증가 문제를 해결할 수 있으며, 자동 항해장치가 별도의 응용 프로그램을 통한 데이터 처리 부담 없이 신호들을 이용할 수 있으므로 데이터 처리 부담의 가중 및 설계의 복잡성 문제 또한 해결할 수 있다. 이와 더불어 소프트웨어 시스템 구현을 통해 고가의 하드웨어 없이 기존 선박 시스템에 쉽게 도입할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

2. NMEA 표준통신규약

2.1 NMEA의 개요

선박 전자장치들은 일반 전자장치와 달리 제각기 다른 신호의 형식을 가지고 있다. 따라서 이러한 선박 전자장치들 간에 통신을 위해서는 상호간 통신 규약이 필요하며, 이러한 선박 전자장치들 간의 통신을 위한 전기적인 인터페이스 및 프로토콜 표준을 정하는 목적으로 설립된 위원회가 미국해상전자협회(NMEA)이다[1,2].

NMEA에 의해 제정된 여러 규격들 중 현재는 NMEA-0183과 NMEA-2000이 국제 표준으로 사용되고 있지만 NMEA-2000은 아직까지 선박 시스템에 널리 사용되고 있지 않기 때문에 본 논문에서는 보편화된 NMEA-0183을 적용하여 시스템을 구현하였다.

2.2 NMEA-0183

NMEA-0183 데이터 형식은 첫 번째 비트가 시작비트이며, 다음의 8비트는 데이터 비트이고, 마지막 비트는 정지비트이며, 별도의 패리티 비트는 사용되지 않는다. 선박 전자장치들 간의 통신에 사용되는 NMEA-0183 데이터는 문장이라 불리는 레코드로 구성되며, 통신방식은 시리얼 통신인 RS-232를 사용한다.

NMEA-0183의 표준 문장은 모두 인쇄 가능한 ASCII 문자로 이루어지며, 최대 82문자까지 사용할 수 있다. 통

신 속도는 4,800bps로 이는 초당 480문자를 전송할 수 있는 속도이며, 82문자로 구성된 문장을 전송할 경우 대략 1초당 6문장을 전송할 수 있다.

각 표준 문장은 "\$"로 시작하며, 송신자 ID(2문자), 데이터 ID(3문자), 콤마로 구분된 데이터 필드가 따라오고, 선택 사항으로 검사합(Checksum)이 추가될 수 있으며, 마지막으로 캐리지 리턴/라인피드(CR/LF)로 종결된다. 문장의 모든 필드는 콤마(,)로 구분하며, 정확한 값이 없는 데이터 필드는 빈칸으로 남겨둔다. 검사합은 2문자의 16진수로 표현되는데, "\$"와 "*"를 제외한 모든 문자의 Exclusive-OR 결과이다. 그림 1은 NMEA-0183 표준 문장 형식을 보여주고 있다[3].

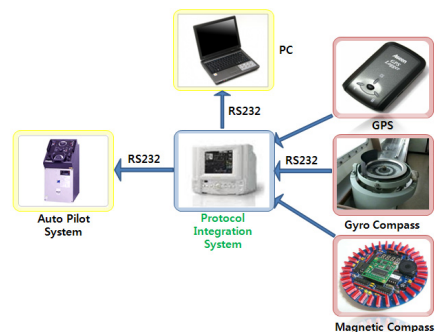
\$	GP	RMC	045648.995,V,3550.7705,N	CRLF
시작 구분자	송신자 ID (2문자)	데이터 ID (3문자)	데이터	종결 구분자

[그림 1] NMEA-0183 표준 문장 형식

3. 프로토콜 통합 시스템의 설계

3.1 시스템 개요

제안된 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템은 자이로 콤파스, 마그네틱 콤파스, GPS 등의 선박 전자장치를 비롯하여 그 밖에 NMEA 신호 형식을 가지는 다양한 장치들로부터 다수의 통신 포트를 통해 신호들을 입력받는다. 이 입력 신호들을 각 장치의 헤더 종류별로 필드 단위로 분리한 후, 자동 항해장치를 제어 할 수 있도록 설계된 표준 프로토콜 형식으로 조합하여 하나의 통신 포트를 통해 자동 항해장치로 전송해 주게 된다. 그림 2는 제안된 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템의 구성을 보여 주고 있다.



[그림 2] 시스템 구성도

3.2 인터페이스

일반적으로 병렬 통신방식은 직렬 통신방식에 비해 대용량의 데이터를 빠르게 전송할 수 있는 장점이 있지만, 구현이 어렵고 고가이며, 통신 거리의 제약이 많은 단점이 있다[4].

따라서 본 논문에서 제안하는 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템의 인터페이스는 선박 전자장치의 설치 위치 및 통신 거리 등을 고려하여 직렬 통신방식인 RS-232를 사용하였다.

또한 NMEA 신호의 입력이 직렬 통신방식으로 이루어지기 때문에 제안된 시스템의 출력 역시 직렬 통신방식인 RS-232로 설계하여 시스템 전체의 인터페이스를 통일하였다.

3.3 Multi-threading 구조

제안된 시스템에서는 자이로 콤파스, 마그네틱 콤파스, GPS로부터 입력되는 신호들을 동시에 처리하기 위해 세 개의 쓰레드를 사용하였다. 단일 쓰레드를 사용하여 시스템을 구축하면, 자이로 콤파스, 마그네틱 콤파스, GPS로부터 동시에 신호가 입력될 경우 한 장치의 입력 신호 처리가 종료될 때까지 나머지 두 장치의 입력 신호는 처리될 수 없으며, 이때 입력되는 신호들은 시스템에서 이용되지 못하고 버려지게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 제안된 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템에서는 멀티쓰레딩 방식을 적용하여 각 장치마다 하나의 쓰레드를 배정하였다. 이러한 멀티쓰레딩 방식은 대기 시간동안 입력 신호들이 버려지는 단일 쓰레딩 방식과는 달리 모든 입력 신호들이 동시에 처리될 수 있어 시스템의 데이터 처리율을 향상시킬 수 있다.

3.4 안전 보조 시스템의 구축

자동 항해장치가 각 장치들과 일대일로 직접 연결되는 기존의 시스템에서는 특정 장치에서 고장이 발생하더라도 나머지 장치들의 데이터를 통해 정상 운항이 가능했지만, 제안된 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템이 적용되면 자동 항해장치는 오직 제안된 시스템의 데이터만을 이용하기 때문에 시스템에 고장이 발생할 경우 고유의 기능을 수행할 수 없게 된다.

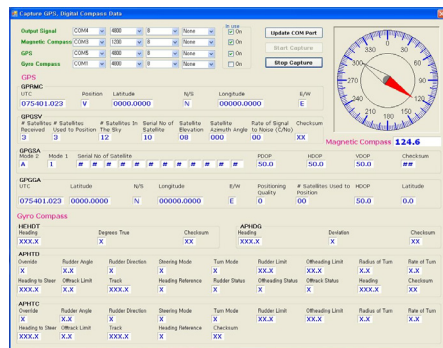
본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 자동 항해장치에 별도의 통신 포트를 추가하여 아날로그 방식의 마그네틱 콤파스를 연결하고 메인 시스템인 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템과 독립적으로 운영할 수 있도록 하였다. 안전 보조 시스템의 운영 방식은 프로그

램 상에서 우선순위를 설정하여 정상 작동 중에는 메인 시스템인 프로토콜 통합 시스템의 데이터를 사용하도록 하고, 고장으로 인해 메인 시스템이 고유의 기능을 상실할 경우 안전 보조 시스템의 보조 마그네틱 콤파스 데이터를 사용할 수 있도록 설계하였다.

4. 프로토콜 통합 시스템의 구현

4.1 모니터링 기능의 구현

시스템 가동 중 정상 작동 여부를 판단하고 분리된 필드 데이터의 내용을 확인할 수 있도록 그림 3과 같이 시스템의 메인 폼을 구성하였다.



[그림 3] 시스템 메인 폼

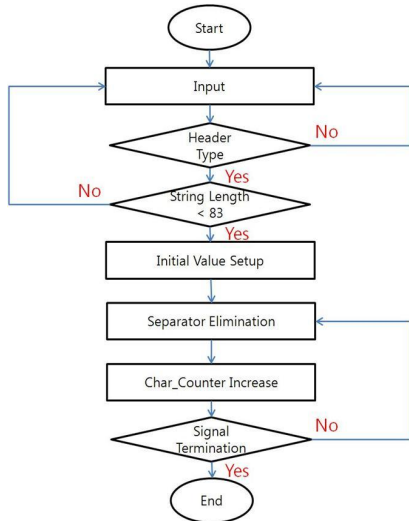
시스템의 범용성 확장을 위해 메인 폼 상단에는 통신 환경 설정부를 구성하여 사용 장치의 종류와 통신 포트, 통신 속도, 데이터 비트, 패리티 비트 등을 선택하여 사용할 수 있도록 하였다. 분리된 필드 데이터들이 메인 폼 상에 표시될 때에는 그림 4에 나타난 것처럼 각 신호의 헤더 종류별로 정렬되어 표시되도록 구성하였다.

또한 선박의 운항에서는 방위 신호가 가장 중요한 데이터이기 때문에 시스템 동작 중 쉽게 파악될 수 있어야 하며, 이를 위해 메인 폼 우측 상단에 콤파스 프로그램을 추가하였다. 방위 신호의 시각적인 혼동을 방지하기 위해 콤파스 프로그램 모드를 선택하면 메인 폼 화면 전체에 콤파스 프로그램만 출력되도록 설계하였다.

4.2 입력 신호의 처리

그림 4는 제안된 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템이 각각의 장치들로부터 입력된 다양한 신호들을 필드 단위로 분리하는 동작 알고리즘을 보여주고 있으며, 이 입력 신호 분리 알고리즘은 아래 기술된 일련의 동작들

을 통해 그 기능을 수행한다.



[그림 4] 입력 신호 분리 알고리즘

4.2.1 헤더의 종류 확인

선박 전자장치들로부터 입력되는 신호들은 헤더의 종류에 따라 상이한 신호 구성 형식을 가진다. 따라서 이러한 신호들을 필드 단위로 효과적으로 분리해내기 위해서는 헤더의 종류에 따라 신호 분리 알고리즘이 다르게 구성되어야 한다.

본 논문에서 사용되고 있는 선박 전자장치인 자이로 콤파스 신호는 HEHDT, APHDG, APHTD, APHTC의 4종류 헤더를 가지며, GPS 신호 역시 GPRMC, GPGSV, GPGSA, GPGGA의 4종류 헤더로 이루어져 있다. 반면에 마그네틱 콤파스 신호는 헤더 없이 오직 방위각 정보로만 표현된다.

위에 언급한 8종류 외에 다른 헤더를 가진 신호가 입력되면 유효 신호가 아닌 것으로 간주하고 다시 신호를 입력 받는다.

4.2.2 문자열의 길이 파악

선박 전자장치들로부터 입력된 신호들의 헤더 종류가 확인된 후에는 신호의 전체 문자열에 대한 길이를 파악한다.

NMEA-0183의 표준 문장은 최대 82문자까지 정의될 수 있기 때문에 이 과정에서 전체 문자열의 길이가 82보다 크면 유효 신호가 아닌 것으로 판단하여 다시 신호를 입력 받는다.

4.2.3 문자 카운터의 초기 값 설정

신호의 전체 문자열 길이가 82이하일 경우 다음으로 문자 카운터의 초기 값을 7로 설정한다. 여기서, 문자 카운터의 초기 값을 7로 설정하는 이유는 모든 NMEA 신호의 첫 번째에서 다섯 번째까지의 문자는 헤더이며, 여섯 번째 문자는 필드를 구분해주는 예약 문자인 콤마(,) 이므로, 시스템에서 분리해내고자 하는 유효 데이터들은 일곱 번째 문자부터 시작되기 때문이다.

4.2.4 예약 문자 분류 및 유효 데이터 분리

문자열의 길이를 파악하여 신호가 유효한 것으로 판단되면 불필요한 예약 문자(Reserved Characters)들을 분류해낸다. 여기서, 예약 문자란 NMEA 표준 문장의 시작과 끝, 그리고 각 필드들을 구분하기 위해 정의된 문자들을 의미하며, 이러한 예약 문자들은 시스템에서 요구하는 특정 정보를 포함하고 있지 않기 때문에 입력 신호 분리 과정에서 별도로 분류되어 진다.

본 시스템에서는 각각의 신호 속에서 불필요한 예약 문자들을 분류해내고 유효 데이터들을 필드 단위로 효과적으로 분리하기 위해 2개의 카운터를 사용한다.

유효 데이터 분리 방법은 예약 문자 카운터를 문자 카운터와 비교하여 예약 문자 카운터의 값이 문자 카운터의 값과 같으면, 해당 문자열을 유효 데이터로 생각하지 않고 변수를 NULL 또는 ""로 설정하며, 예약 문자 카운터의 값이 문자 카운터의 값보다 크면, 해당 문자열을 유효 데이터로 판단하여 문자 '카운터의 값'부터 '예약 문자 카운터의 값 - 1'까지의 데이터를 분리해낸다. 유효 데이터 분리 과정이 끝나면, 문자 카운터의 값을 1만큼 증가시킨다.

4.2.5 반복 실행

증가된 문자 카운터의 값을 다시 비교하여 신호가 종료되었으면 입력 신호 분리를 마치고, 신호가 아직 끝나지 않은 경우에는 신호가 끝날 때까지 4.2.4절의 예약 문자 분류 및 유효 데이터 분리과정을 반복하여 실행한다.

이러한 신호 분리 과정을 거쳐 자이로 콤파스 신호는 38개, GPS 신호는 41개의 필드 데이터로 각각 분리되며, 필드 구분 없이 아라비아 숫자 네 자리의 단순한 형식을 가지는 마그네틱 콤파스 신호는 별도의 신호 분리 과정을 거치지 않는다.

4.3 표준 프로토콜 변환

제안된 시스템에서는 Heading, Degrees True 데이터를 포함하는 HDT 표준 문장 형식과 Heading, Deviation, Variation 데이터를 포함하는 HDG 표준 문장 형식으로

표준 프로토콜을 설계하였다.

표준 프로토콜 조합 시에는 각 신호의 분리된 필드 데이터들 중 필요한 필드만을 추출하여 사용하며, 방위 데이터만을 가지는 마그네틱 콤파스 신호의 경우, 방위 정보를 제외한 나머지 데이터들을 자이로 콤파스의 필드 데이터로부터 추출하여 사용한다. 또한 마그네틱 콤파스가 단독으로 연결될 경우에는 미리 저장해 둔 별도의 필드 데이터 세트를 사용할 수 있도록 하였다.

5. 시스템 성능 평가 및 고찰

5.1 평가 방법

본 실험에서는 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템의 성능 평가를 위해 상이한 신호 형식을 가진 다양한 장치들을 시스템에 연결하여 자동 항해장치를 정확하게 제어할 수 있는지 여부를 확인하고, 단일 스레딩 방식과 멀티 스레딩 방식의 시스템 데이터 처리율을 비교하였다.

성능 평가를 위한 시스템의 구성은 시스템을 구동시킬 수 있는 PC를 설치한 후, 여기에 측정 신호들을 입력받을 선박 전자장치인 자이로 콤파스, 마그네틱 콤파스, GPS를 연결한다. 마지막으로 제안된 시스템의 제어 대상인 자동 항해장치를 연결하는데, 본 논문에서는 APS사의 H/ATCS Portable System을 사용하였다.

그림 5는 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템의 성능 평가를 위한 시스템 구성을 보여주고 있다.



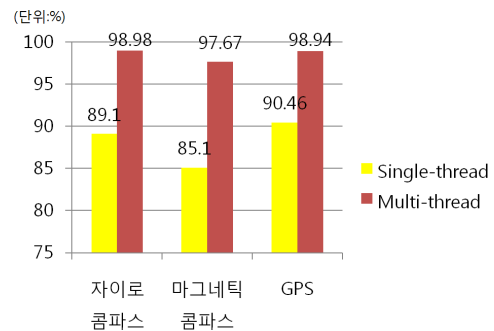
[그림 5] 성능 평가를 위한 시스템 구성

5.2 성능 평가 및 고찰

멀티스레딩 방식을 적용한 시스템의 데이터 처리 성능 향상을 확인하기 위해 본 실험에서는 단일 스레딩 방식과 멀티스레딩 방식의 데이터 처리율을 비교하였다.

실험 방법은 단일 스레딩과 멀티스레딩 방식의 선박

전자장치 프로토콜 통합 시스템 상에서 일정 시간동안 각 장치로부터 입력되는 신호량과 이중 시스템을 통해 처리되어 출력된 신호량을 각각 측정하여 데이터 처리율을 계산한 후 상호 비교하였다. 그림 6은 실험을 통해 얻어진 두 시스템의 데이터 처리율 차이를 보여주고 있다.



[그림 6] 데이터 처리율 비교

위의 그림 6에 나타난 바와 같이 멀티 스레딩 기법을 적용하면 다수의 장치들로부터 입력되는 신호들을 동시에 처리할 수 있어, 대기 시간의 발생을 예방할 수 있으며, 이에 따른 데이터 손실도 줄일 수 있다.

스레딩 기법에 따른 데이터 처리율의 차이는 시스템에 연결되는 장치의 수가 많아질수록 더욱 커지게 되며, 따라서 제안된 시스템에서는 연결되는 장치의 수에 따라 추가적으로 스레드를 생성 및 삭제할 수 있도록 설계하였다.

6. 결론

6.1 연구 결과

본 논문은 선박 전자장치들 간의 호환성 문제를 해결하기 위한 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템에 관한 것으로서, 다양한 선박 전자장치로부터 출력되는 상이한 신호들을 자동 항해장치가 식별할 수 있는 하나의 동일한 형식으로 변환하여 전송해 주는 시스템을 설계 및 구현하였다.

시스템 설계 시 다수의 장치들로부터 입력되는 신호들을 동시에 처리하기 위하여 각 장치마다 하나의 스레드를 배정함으로써 특정 장치의 신호가 처리되고 있는 동안에도 다른 스레드를 통해 나머지 장치들의 신호를 처리할 수 있도록 하였다. 이로 인해 대기 시간 동안 폐기되는 데이터 감소를 통한 시스템의 데이터 처리율 향상 효과를 얻을 수 있었다.

제안된 시스템은 신호 형식이 다른 어떠한 선박 전자 장치가 연결되더라도 자동 항해장치가 이 데이터들을 이용할 수 있도록 할뿐만 아니라, 처리한 모든 데이터를 하나의 데이터 입출력 포트를 통해 전송해 줌으로써 자동 항해장치의 통신 포트 낭비와 데이터 처리 부담 가중 및 설계 복잡성을 해결할 수 있다. 이러한 기술은 선박 내 통신 네트워크의 통합화에 활용되어 시스템 운영 및 관리 측면에서 전체 선박 시스템의 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다.

6.2 향후 과제

향후 제안된 기술의 상용화를 위해 태블릿 PC를 적용한 시스템을 구축할 계획이며, 더 나아가 프로그램의 기능을 임베디드 보드로 설계하여 실제 선박 시스템에 적용할 수 있는 저비용, 고효율의 선박 전자장치 프로토콜 통합 시스템을 구현하고자 한다.

참고문헌

- [1] NMEA0183 Version 2.00, Standard for Interfacing Marine Electronic Devices.
- [2] 조현덕 Homepage, <http://pcptpp030.psychologie.uniiregensberg.de/trafficresearch/NMEA0183/1998>.
- [3] 덕청강 Homepage, <http://biology.gsnd.net/NMEA.html>.
- [4] EIA/TIA-232-E: Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Termination Equipment Employing Serial Binary Data Interchange.

정 길 도(Kil-To Chong)

[정회원]



- 1984년 5월 : Oregon State University 기계공학 학사
- 1986년 12월 : Georgia Institute of Technology 기계공학 석사
- 1993년 5월 : Texas A&M University 기계공학 박사
- 1995년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 전자정보공학부 교수

<관심분야>

Robotics, Marine Navigation, Control Systems

김 학 태(Hag-Tae Kim)

[준회원]



- 2009년 2월 : 전북대학교 컴퓨터 공학과 학사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 전자공학과 석사과정 재학

<관심분야>

Marine Navigation, 통신시스템 설계, 프로토콜 통합