

초음파 풍향 풍속계 데이터 로거 시스템의 구현

이 우 진*, 임 재 홍°, 강 영 관*

Implementation of Ultrasonic Anemometer & Anemoscope Data-Logger System

Woo-Jin Lee*, Jae-Hong Yim°, Young-Gwan Kang*

요 약

선박 통신은 1993년 ISO에서 국제 표준 규격인 RS-422통신을 이용하며, 마이크로컨트롤러들 간의 통신을 위해 설계된 시리얼 네트워크 통신 방식을 사용하였으나, 최근 NMEA2000 표준화가 진행됨에 따라 점차 빠르게 Ethernet 기반 통신 환경으로 대체 되어질 전망이다. 선박에서 사용되어지고 있는 주요 계측 장비들은 점차 범용성과 편의성을 가지는 최신 장치들을 이용해 이를 관리하게 되어짐에 따라 선박 내 다양한 곳에서 이를 활용하여 제어 및 관리 시스템들이 구현되어지고 있는 실정이다. 풍향 풍속계는 선박의 마스트 끝이나 풍력 단지 가장 높은 곳에 일반적으로 설치되어 풍향과 풍속을 계측하는 장비로써, 국제해사기구(IMO : International Maritime Organization)의 규정에 따라 필수 장비로 선박에 탑재되고 있는 장비이다. 본 논문에서는 초음파 풍향 풍속 시스템을 처리하기 위해 기존에는 별도 제어 콘솔, 데이터 로거(data-logger), 인디케이터(Indicator) 등의 제어 처리를 위한 기반 장비들이 필요하였던 시스템을 사용자 환경에 따른 PC NETWORK를 이용하여 풍향 풍속 자료 처리 시스템을 구현하였다. 또한, 초음파 풍향 풍속 자료 처리 시스템을 구현하기 위한 요소 기술을 기능별 함수로 나타내었으며, NMEA 2000 표준 인증에서도 별도의 운용 콘솔 없이 풍향 풍속 자료의 처리를 위한 자료 처리 운용 시스템의 기능들을 구현하고자 하였다.

Key Words : ultrasonic anemometer, data-logger, NMEA 2000

ABSTRACT

Until now ship communication micro serial network communication method is designed for the communication between the controller and the RS-422 communication on the international standard ISO 1993, but gradually progresses NMEA 2000 standardized fast Ethernet-based communications environments expected to be replaced. In addition, the ship's main instrumentation equipment versatility with ease gradually to control devices by monitoring and controlling are. Wind anemometer, ship mast end, where the highest wind farms typically install a separate console boxes, data loggers, indicators was required in order to manage them, to maintain them, to go through the procedures and cumbersome data update firmware were Therefore, in this paper, using the PC network, ultrasonic wind speed data processing system for implementing functional was expressed as a function of the technology elements, NMEA 2000 standard certified in separate operating console without the features of the data loggers, indicators, implementation by ultrasonic wind data processing system was implemented to minimize the maintenance cost of the operating system.

* First Author : 한국해양대학교 전자통신공학과, wooinkorea@nate.com, 정회원

° Corresponding Author : 한국해양대학교, 전자통신공학과 jhyim@kmou.ac.kr, 정회원

* 한국해양대학교 전자통신공학과, ygkang@kmou.ac.kr, 정회원

논문번호 : KICS2013-11-516, 접수일자 : 2013년 11월 29일, 심사일자 : 2013년 12월 26일, 최종논문접수일자 : 2014년 2월 7일

I. 서론

NMEA 0183 표준은 IEC(International Electrotechnical Commission)에 의해 IEC61162-1 표준으로 채택되어, 지금까지 대부분의 선박 장비들이 사용해오고 있다. 그러나 최근 선박 및 물류 자동화는 물류 증대와 함께 선박의 운용을 더욱 복잡하게 만들고 있으며, 선박 내부의 통신 장비 및 통신 시스템의 구성 또한 매우 복잡하게 구성되어 있다^{1,2)}.

특히, 최근 선박 전자 통신 기기들은 SOLAS 선박의 실시간 네트워크 장비 표준으로 NMEA 2000 표준 인증에 따라, 높은 전송률과 넓은 신호 전송 범위를 갖는 장비 개발이 요구되고 있다. 선박에 필수 탑재되는 초음파 풍향 풍속계는 선박 안전을 위해 국제해사기구(IMO : International Maritime Organization)에서 이를 지정하고 있을 뿐만 아니라, 기상 관측용, 대기확산 관측 및 환경 분석용, 안전 관리용, 선박용의 응용 분야 등 최근에는 해상·육상 풍력 에너지 발전단지 계측을 위해 범용으로 사용되어 그 중요성이 점차적으로 증가하고 있다. 국내에서 사용되어지는 풍향 풍속계는 기계·전기식 제품이 80% 이상으로 다수가 사용되고 있지만, 최근에는 신재생 그린 에너지로 풍력이 각광받고, 해일, 장마 등에 의한 기상재해 등으로 인한 풍향 풍속의 기상 예측에 대한 중요성이 높아짐에 따라 빠르게 보다 정밀한 초음파 풍향 풍속계로 대체해 나가고 있다^{2,3)}.

그러나, 풍향 풍속계는 선박 마스트 끝, 풍력 단지 가장 높은 곳에 일반적으로 설치하게 되며, 이를 관리하기 위해서는 별도의 콘솔 박스, 데이터 로거, 인디케이터를 가지고 올라가 이를 테스트 하는 절차를 거쳐야 하고, 펌웨어 및 데이터 업데이트를 위해서도 이 같은 절차를 가져야하기 때문에 유지보수가 매우 번거로운 작업이었다.

따라서, 본 논문에서는 초음파 풍향 풍속 자료 처리 시스템을 구현하기 위한 요소 기술들을 기능별 함수로 나타내어 NMEA 2000 표준 인증에서도 별도의 운용 콘솔 없이 컴퓨터를 이용해 데이터 로거, 인디케이터의 기능을 구현함으로써 초음파 풍향 풍속 자료 처리 운용 시스템의 유지보수 비용을 최소화 할 수 있는 시스템을 제안하고 이를 통해 웹 기반의 자료 처리 운용 시스템 구현함에 따라, 언제 어디서나 운용 장비의 상태를 모니터링 할 수 있도록 시스템 구동에 필요한 요소기술들을 정리하여 보다 쉽게 데이터 로거를 구현할 수 있도록 하였다.

II. 관련 연구

2.1 초음파 풍향풍속계

초음파 풍향 풍속계는 기존 기계식 풍향 풍속계의 단점인 싱크로(Syncro), 리졸버(Resolver)의 사용으로 인한 기계식 마모가 발생하지 않는 전자식 계기로써 고정된 초음파 센서 사이의 펄스 전송 시간을 측정하여 풍향 및 풍속을 계측하기 때문에 고속의 정밀 측정이 가능하다. 초음파 센서는 압전 소자를 사용한 진동자의 송파기로부터 발진된 초음파의 에코가 수파기에 도달할 때까지의 소요시간으로 거리를 검출하는 것으로 그림 1은 초음파의 발생과 검출을 나타낸 것으로, 고정된 초음파 트랜듀서 간 펄스 전송시간차를 이용해 음속 벡터를 측정하고, 이 센서 간 송수신 시간을 계산함으로써 풍속을 다음 그림 1과 같이 계산되어질 수 있다.

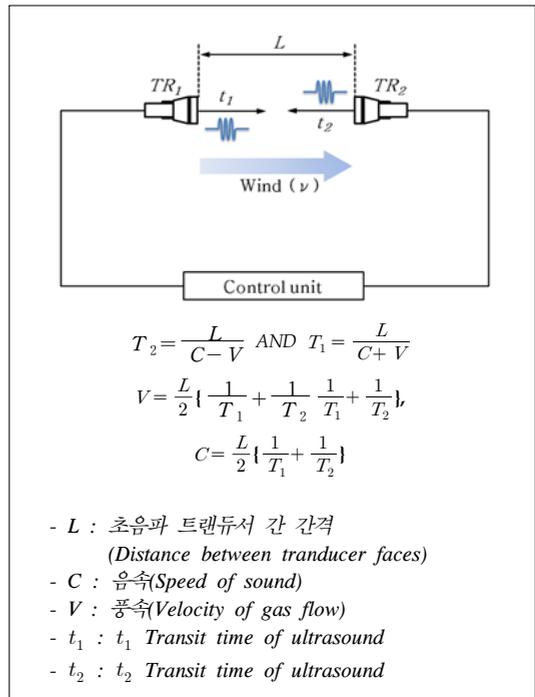


그림 1. 초음파 풍향 풍속 측정 이론
Fig 1. Ultrasonic Anemometer Sensors Transmit Measurement

2.2 초음파 풍향 풍속계 데이터 통신

시분할 방식(TOF : Time Of Flight)을 이용하는 초음파 풍향 풍속계는 서로 마주보게 배치한 한 쌍의 송·수신센서를 시분할하여 송신센서와 수신센서로 동작시켰다가, 수신센서와 송신센서로 동작시키는 것

을 반복하면서 수신된 펄스열의 포락선을 검출하는 대신 송신파와 수신파간 위상을 측정한다. 특히, 이 방식에서는 펄스열의 포락선(Envelope)을 검출하고 이의 피크위치로부터 도달시간을 측정하기 때문에 특정 초음파 센서에서 송신펄스열 당 1회의 풍속 측정이 가능하며, 대기조건에 따른 음속변화를 보상하기 위해서 처음에는 측정 경로당 두 쌍의 초음파 센서를 사용하여 펄스열 형태의 초음파를 서로 반대방향으로 보내고 수신 센서에 도달하기까지의 전송시간을 독립적으로 측정하는 방식이 사용된다. TOF 측정 방식은 일반적으로 5~10개의 펄스 신호를 1초에 50~100번 송신하여 송신된 신호가 수신 센서에 도달하는 시간을 측정하여 풍향 풍속을 계측하게 된다. 특히, 초음파 센서는 센서 트랜듀서(Tranducer)간 거리, 위상차를 고려해야하기 때문에, 일반적으로 초기 신호는 보정(Correction)되어 시리얼 통신(RS-232, 422, 485)를 통해 인디케이터 및 데이터 로거 장치로 전달된다⁴⁾.

2.3 초음파 풍향 풍속계 자료 처리 운용 시스템

현재까지 초음파 풍향 풍속계는 계측기 제어를 위해 NMEA 0183 표준을 따르고 있는데, RS-232는 직렬 통신 거리가 짧고 속도가 약간 느린데 비해, 1km 가 넘는 통신 거리 및 10Mb/s이상의 Baudrate를 갖고 있기 때문에 RS-422를 사용하고 있다. 일반적으로 PC에서는 RS-232 Com Port를 갖추지 않고 있기 때문에, RS-232 to 422 Converter, USB to RS-422 Converter, RS-422 PCI Card 등을 설치해야만 통신이 가능하다⁵⁾.

NMEA 0183 표준은 Talker와 Listener 간의 1:1 시리얼 통신을 지원하는 단방향 통신이며, Talker는 RS-422 표준을 사용한다. Listener는 photo-coupler에 의해 DC 절연을 필요로 하며, 이것은 장비간의 전위차, Surge 전압, Noise로부터 회로를 보호하고 정확한 데이터를 수신할 수 있게 하며, 데이터 포맷은

표 1. RS-232, RS-422 통신 비교
Table 1. Comparison of RS Signal

Specification	RS-232C	RS-422
동작 모드	Single-Ended	Differential
통달 거리	약 15 m	약 1.2 km
통신 속도	20 Kb/s	10 Mb/s
전송 방식	Full Duplex	Full Duplex
출력 전압	±25V	-0.25V to +6V
입력 전압	±15V	-7V to +7V
Driver : Receiver	1 : 1	1 : 32

0x20~0x7E 까지 또는 0x0D(CR), 0x0A(LF) 2개의 ASCII 코드를 사용한다. 모든 문장은 "\$"또는 "!"로 시작되어 CR/LF로 끝나며, 최소 길이는 14Byte 최대 길이는 82Byte 이다. 마지막에 Checksum이 있는데, 이 앞에 *를 사용하여 필드를 구분한다. 4,800 bps, 8bit, no parity, 1 stop bit를 사용하고 있다. 그림 2와 같이, NMEA 0183 표준에 따라 초음파 풍향 풍속계의 수신 데이터 필드를 분석해보면 Talker 식별자로 WI는 Weather Instrument를 나타내며, (b) 에서와 같이 10은 풍향, 0.0은 풍속, M은 풍속의 단위를 나타낸다.

```

MWV Wind Speed and Angle
$--MWV,x.x,a,x.x,a, a*hh
      1 2 3 4 5 6
1) Wind Angle, 0 to 360 degrees
2) Reference, R = Relative, T = True
3) Wind Speed
4) Wind Speed Units, K/M/N
5) Status, A = Data Valid
6) Checksum
(a) NMEA 0183 표준에 대한 식별자 정의
(a) Definition for NMEA 0183 standard
"$SWIMWV,10,R,0.0,M,A*65";
"$SWIMWV,20,T,20.0,M,A*55";
"$SWIMWV,30,R,30.0,M,A*66";
(b) 실제 초음파 풍향 풍속 수신 데이터
(b) Real received data of anemometer
    
```

그림 2. 선박 풍향 풍속계 통신 포맷 비교
Fig 2. Comparison of NMEA 0183 format and Received ultrasonic anemometer real signal data

III. 웹 기반 초음파 풍향 풍속 데이터 로거 시스템

3.1 웹 기반 데이터 로거 시스템 설계

3.1.1 내부 처리 신호 동기화 및 변환

본 연구에서는 초음파 풍향 풍속계 제어를 위해 AVR 시스템을 구성하였으며, 마이크로프로세서는 주변장치를 통해서 외부와 정보를 교환할 수 있도록 시리얼 직렬 통신으로 연결하였다.

직렬 통신은 외부와의 통신으로 비용 절감 기대, LAN, RS-232에서 사용이 가능하며, 비동기식 방식과 동기식 방식으로 나뉜다. 비동기식 신호는 통신 컨트롤러인 UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)에서 나오는 신호인 TTL 신호 레벨이므로, 노이즈에 약하고 통신거리에 제약이 있다. 동기식 신호는 TTL 신호를 입력받아 노이즈에 강하고 멀리 갈 수 있게 해주는 인터페이스 IC 를 LINE Driver/

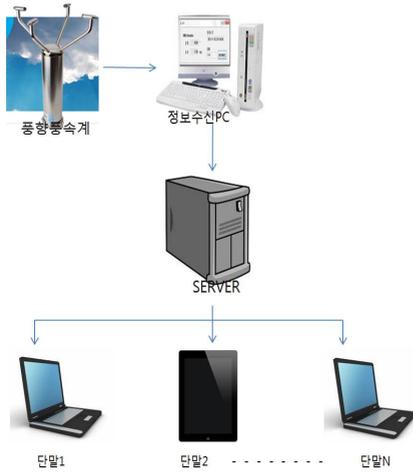


그림 3. 초음파 풍향 풍속 처리 시스템 설계
Fig. 3. Implementation of Design System Diagram

표 2. 통신 설정
Table 2. Communication Setup

[COMMSET]	[INITSETVALUE]
ComPort=1	DirectionMin= 0.0
BaudRate=4800	DirectionMax=359.0
DataSize=8	WindSpeedMin= 10.0
StopBit=0	WindSpeedMax=100.0
ParityBit=0	WindHigh= 3.0
	WindMiddle= 2.0
	WindLow= 1.0

Receiver 라 부르며, 이중 대표적인 것이 RS-422 및 RS-485가 있다.

제어를 위해 구성되어진 마이크로컨트롤러들 간의 통신을 위해 설계된 시리얼 네트워크 통신 방식으로 1993년 ISO에서 국제 표준 규격인 RS-422 통신을 이용하며, 초음파 풍향 풍속계는 내부 통신으로 RS-422 시리얼 통신을 사용한다. 따라서 이를 PC network 기반으로 제어하기 위해서는 RS422 to RS232C Converter 를 이용한 후, 이를 또 RS232C to TCP/IP 로 변환하여 구현하였다.

3.1.2 데이터 로거 통신 시스템 구현

초음파 풍향 풍속 제어 시스템은 RS-422 을 가장 많이 사용하기 때문에 이를 제어하기 위한 AVR 마이크로프로세서인 ATmega MCU에서 UART 신호를 RS422로 변경하여 PC로 전송한다. PC에서는 RS-422 to RS-232C CONVERTER를 사용하여 초음파 풍향 풍속계의 RS-422신호를 RS-232C 신호로 변경해 데이터를 수신하며, 이 데이터에서 아래와 같이

추출하여 필요한 풍향 풍속 값을 설정한다.

```
private void SerialReceivedData(object sender,
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs)
{
    if (e.EventType == SerialData.Chars
    {
        int bntread = m_Port.BytesToRead;
        char[] a_char = new char[bntread];
        int nread = 0;
        nread = m_Port.Read(a_char,0, bntread);
        string strRecvBuff = new string(a_char, 0, nread);
        m_strRecvBuff += strRecvBuff;
        while (IsPacketOnBuffer());
    }
}
```

(a) 신호 데이터 수신 함수
(a) Function of Received signal data

```
dVal = Double.Parse(strVal);
if (iDataCnt == 2) // Pick out the direction
{
    m_strWindDegree =
string.Format("{0:F2}", dVal);
}
if (iDataCnt == 4) // Pick out the speed
{ m_strWindSpeed =
string.Format("{0:F2}", dVal); }
```

(b) 풍향 풍속 데이터 추출 함수
(b) Function of Wind Data

그림 4. 풍향 풍속값 추출 함수 코딩
Fig. 4. Function of Wind Speed & Direction

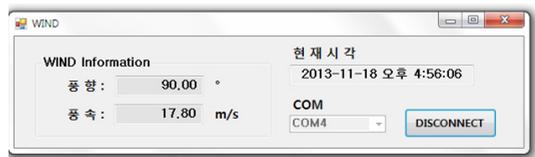


그림 5. 데이터 로거 표출 프로그램 설계 및 구현
Fig. 5. Implementation of PC receiver program

3.1.3 웹 기반 실시간 데이터 로거 구현 프로그램
수신 받은 데이터를 추출한 후 데이터베이스에 데이터를 저장하기 위하여 아래의 함수를 사용한다.

```
private void UpdateDB(DateTime date)
{
    string strdate = string.Format("{0:D4}{1:D2}{2:D2}{3:D2}{4:D2}{5:D2}",date.Year, date.Month, date.Day, date.Hour, date.Minute, date.Second);
    SqlConnection connection = new SqlConnection
(@"server=서버주소;database=db이름;uid=아이디;pwd=
```



```

        for (i = 0; i < arrValue.length; i++)
        {
            arrItemValue =
arrValue[i].split("||");    // Set Display

document.getElementById("direction").value =
arrItemValue[0];

document.getElementById("speed").value =
arrItemValue[1]; // Set Wind direction
og(arrItemValue[2]); // Set Time
        }
    } else // Display Error
        alert("status is " + XMLHTTP.status);
    }
}
    
```

그림 9. 초음파 풍향 풍속 자료 처리부 구현
Fig. 9. Implementation of Wind Speed & Speed Process part

현재 풍향 풍속의 상태를 직관적으로 알 수 있게 시스템을 구현하고자 하였으며, pc 내 timer와 연동 후 동기화하여, GMT(Greenwich Mean Time)를 기준으로 동작할 수 있도록 구현하였다.

3.1.4 웹 기반 실시간 데이터 로거 구현 결과

SERVER로 전송받은 풍향풍속 데이터를 PC에서 데이터 가공 및 표시하기 위해 전기식 인디케이터를 기반으로 Fig. 9와 같은 통합 화면을 디자인하였다.

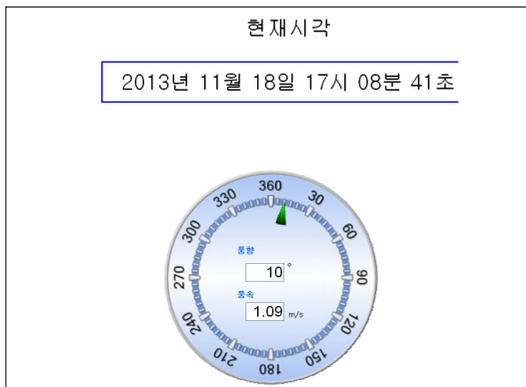


그림 10. 초음파 풍향 풍속 데이터로거 인디케이터 구현
Fig. 10. Implementation of anemometer Indicator layout

IV. 결론

본 논문에서는 NMEA 2000 표준화에 따라 현재

선박에서 사용하고 있는 RS-232/422/485 통신 장비들을 WEB 기반 PC를 이용해 제어하는 시스템을 개발하고자 하였다. 개발되어진 제어 시스템은 센서와 연동되어지는 자료처리 장치 제어하고, 디스플레이되는 인디케이터를 별도의 모듈 없이 단일 클라이언트에서 확인이 가능하도록 하였으며, 열악한 환경에서 사용되고 있는 초음파 풍향 풍속 장치의 통신 모듈을 통해 각 신호처리 체계가 잘 동작하는지 실시간으로 테스트가 가능하며, 구현되어진 제어 처리 시스템은 NMEA 0183/2000, 추후 무선 통신기능을 원활히 제공할 수 있는 시스템에 널리 이용되어 선박 내 다른 제어 계측 장비에도 적용되어질 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] J.-T. Hong, D.-H. Park, and Y.-H. Yu, "A study of NMEA 2000 protocol application for ship electrical power converter monitoring system," *J. KSME*, vol. 13, no. 2, pp. 288-294, Mar. 2011.
- [2] D. K. Lee and S. S. Yhim, "Estimation of wind resistance capacity of nielsen arch bridge based on measured data from monitoring system," *J. KSMI*, vol. 17, no. 3, pp. 56-64, May 2013.
- [3] S.-G. Lee, Y.-S. Moon, and S.-Y. Cho, "The ultrasonic type wind sensor with piezoelectric actuator," *J. Sensor science and technology*, vol. 22, no. 4, pp. 292-296, Jul. 2013.
- [4] J.-H. Kim, "A study on the development of a sonic anemometer loaded with NMEA 2000," M.S. Thesis, KOREA MARINE OCEAN UNIVERSITY, Feb. 2011.

이 우 진 (Woo-jin Lee)



2006년 2월 : 인제대학교 전자정보통신공학과 졸업
2013년 3월~현재 : 한국해양대학교 정보통신과 석사과정
<관심분야> 전자공학, 통신공학

임 재 홍 (Jae-Hong Yim)



1986년 2월 : 서강대학교 전자공
학과 졸업
1988년 8월 : 한양대학교 전자공
학과 석사
1995년 2월 : 한양대학교 전자공
학과 박사
<관심분야> WSN, Internet
computing

강 영 관 (Young-Gwan Kang)



2006년 2월 : 동의대학교 멀티
미디어공학과 졸업
2011년 2월 : 동의대학교 영상
정보공학과 석사
2012년 3월~현재 : 한국해양대
학교 정보통신과 박사과정
<관심분야> 전자공학, 통신공학