

# TCP/IP를 이용한 노면 결빙상태 모니터링 시스템

## Monitoring System for State of Road Surface Freezing using TCP/IP

\*#양경기<sup>1</sup>, 백종욱<sup>2</sup>, 이성철<sup>3</sup>, 김성진<sup>4</sup>

\*K.K. Yang(ya2k@nate.com)<sup>1</sup>, J.O. Baek<sup>2</sup>, S.C. Lee<sup>3</sup>, S.J. Kim<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>전북대 대학원, <sup>2</sup>(주)VNI, <sup>3</sup>전북대 기계공학과

Key words :Embedded system, Monitoring system, Road surface freezing, TCP/IP

### 1. 서론

전국이 한나절 생활권에 접어들 정도로 도로 보급률이 높아지면서 이제는 단순히 도로를 건설하는 단계에서 자동으로 노면상태를 관리하는 인공지능형 개념이 접목되어야 한다. 최근 도로가 대형화 및 고속화되면서 도로 결빙은 겨울철 운전자의 최대 위험 요인이 되고 있다. 겨울철 고속 주행 사고중 90% 이상이 도로결빙에 기인하고 있어 이의 예방책이 시급히 검토되어야 한다.

도로 결빙상태의 모니터링은 운전자가 강설이나 한파로 노면빙판 상태를 주행 중에 사전 예측하고 이에 대응할 수 있으므로 사고 발생율을 줄이고, 또 사고에 따른 교통 지연을 방지할 수 있는 이점을 가지고 있어 이에 대한 연구가 요구된다.

본 논문은 노면 결빙상태의 모니터링 시스템을 개발하였다. 시스템은 노면의 결빙상태를 측정하는 계측부와 수집된 데이터를 전송하는 통신 제어부, 그리고 전송받은 데이터를 나타내는 모니터링부로 구성하였다. 계측부는 대기온도와 습도센서, 노면 온도 센서, 그리고 수분에 의한 전도율 검출용 센서가 사용되었으며 신호를 제어하는 프로세서로 구성되었다. 통신 제어부는 센서로부터 데이터를 수집하고 이를 중앙제어실에서 모니터링할 수 있도록 데이터를 전송함과 동시에 현장에 설치되어 있는 그래픽 LCD에 데이터를 표시토록 하였다. 모니터링부는 통신부로부터 받은 데이터를 종합하여 저장하고 대기온도, 습도, 노면 온도, 전도율을 표시하도록 프로그램하였다. 데이터는 비교적 정확한 전송과 접근성이 높은 TCP/IP 통신을 사용하였다.

### 2. 시스템 설계

본 시스템은 Fig.1과 같이 도로의 결빙 정보를 측정하기 위해 대기 온도 및 습도센서와 노면 온도센서, 그리고 전도율 검출용 dummy를 사용하여 데이터를 수집하고 이를 그래픽 LCD에 표시하는 동시에 통신 제어하는 통신 제어부 그리고 중앙에서 관리하고 모니터링하는 모니터링부로 구성하였다.

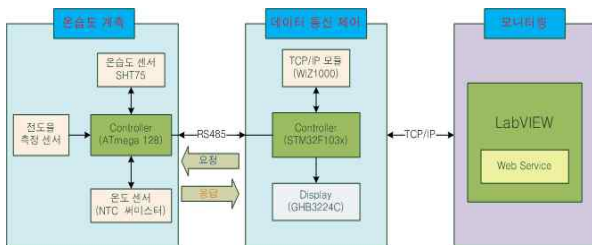


Fig. 1 Block diagram of monitoring system for state of road surface freezing using TCP/IP

#### 2.1 대기 온습도 및 노면 온도 측정

결빙 정보용 대기 온도와 습도, 노면 온도 및 전도율 검출용 dummy는 이동이 가능하므로 센서를 도로에 직접 심기에는 여건이 적절하지 못하여 편리한 이점이 있고 응달진 곳, 교량 및 결빙이 예측되는 곳에 언제든 설치할 수 있다. 요구되는 지점에서 해당 센서를 통하여 대기온도와 습도, 노면온도와 수분량에 따른 전도도에 대한 데이터를 수집 변환하고 이를 전송하는 컨트롤러 부분으로 구성되어 있다.

컨트롤러 프로세서는 ATmega128를 사용하였으며 USART 및 I2C의 통신포트를 내장하고 있어 디지털 온습도 센서 SHT75로

부터 데이터를 받고, 통신 제어부와 RS485 통신으로 전송하게 된다.

온습도 센서 SHT75는 SENSIRION사 제품으로 온도와 습도를 동시에 측정할 수 있어 대기 온도와 습도를 측정하고, 또 NTC 서미스터로 노면 온도를 측정하도록 하였다. 노면 수분량 측정을 위해서 제작한 전도도 측정용 dummy는 2개 전극봉 사이의 전도율(저항)을 측정하도록 하였다. 표1은 계측용 센서의 사양이고 Fig.2는 전도도 dummy와 센서 및 데이터 수집 및 통신부분을 보여주고 있다.

Table 1 Specification of measurement system

Section	Specification
Controller	- ATmega128 uP
Sensor	- SHT75 Temp/Humidity sensor - NTC thermistor - conduction 센서
ADC	- AD7793

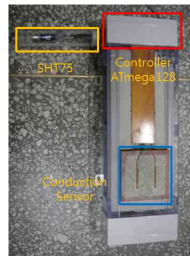
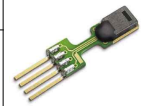


Fig. 2 Measurement Park & Communication Part

SHT75는 디지털 값으로 출력되며 식 (1)과 (2)를 적용하여 실제 온도와 습도를 구할 수 있다.

$$T = d_1 + d_2 SO_T \tag{1}$$

$$RH = c_1 + c_2 SO_{RH} + c_3 SO_{RH}^2 \tag{2}$$

여기서  $d_1, d_2, c_1, c_2, c_3$ 는 상수,  $SO_T, SO_{RH}$ 는 센서의 출력이다. 노면 온도는  $10k\Omega$  NTC 서미스터를 사용하였으며 식 (3)으로 주어지는 Steinhart-Hart Equation을 이용하여 구할 수 있다.[1] 여기서  $C_1, C_2, C_3$ 는 상수이다.

$$T = \frac{1}{C_1 + C_2 \ln R + C_3 \ln R^3} \tag{3}$$

#### 2.2 데이터 통신 제어부

데이터 통신 제어부는 CORTEX-M3 기반의 STM32F103 32Bit MCU를 사용하였고 RS-485통신으로 계측부의 데이터를 수집하고 데이터와 동작 상태를 GLCD에 표시토록 하였다. 이 데이터의 모니터링부로 전송은 정확한 데이터 전송과 높은 접근성을 갖는 TCP/IP 통신을 사용하였다. 사용한 TCP/IP 모듈 WIZ1000은 Serial 통신으로 받은 데이터를 TCP/IP 통신으로 변환하여 모니터링부로 전송한다. 수집 데이터를 토대로 도로 환경을 분석하여 노면의 결빙을 판단하고 동작을 결정하도록 하였다. Fig.3은 온습도 계측

부와 데이터 통신 제어부에서 필요한 기능만을 수행하도록 설계한 임베디드용 회로와 제작한 PCB 이고, 표 2는 통신제어부와 그래픽 모듈의 사양이다.

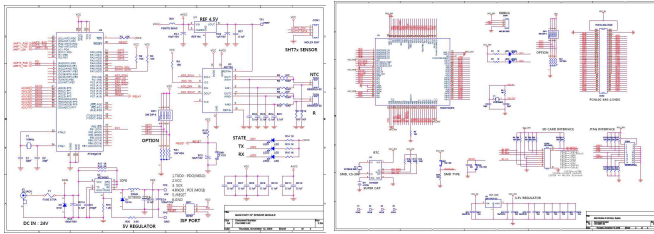


Fig. 3 PCB circuit for measurement & data transmission

Table 2 Specification of control system

Section	Specification
Controller	- STM32F103 uP
GLCD	- GHB3224C, Compiler사
TCP/IP Module	- WIZ1000, WIZnet사



Fig. 4 Graphic LCD & TCP/IP Module

### 2.3 모니터링부

모니터링부는 PC를 통해서 중앙 관제센터에서 제어와 모니터링할 수 있도록 하였으며, TCP/IP 통신을 지원하는 그래픽기반의 프로그램인 LabVIEW를 이용하여 프로그램 하였다. Fig. 5와 Fig. 6은 LabVIEW로 프로그램한 프론트패널과 블록 다이어그램을 보여주고 있다.

LabVIEW에서 지원하는 기능 중에는 LabVIEW 프로그램을 웹기반으로 구현 가능하므로 클라이언트 측에서 추가적인 소프트웨어를 설치하지 않고 인터넷폰이나 PDA와 같은 모바일 기기 로 외부에서 인터넷 접속을 통해 LabVIEW 프로그램의 동작 정보를 받아볼 수 있도록 하였다.



Fig. 5 Front Panel of Monitoring system by LabVIEW

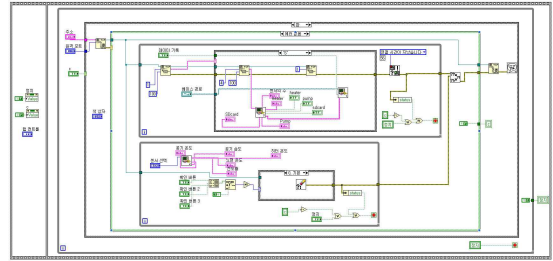


Fig. 6 Block diagram of Monitoring system by LabVIEW

### 3. 데이터 전송과 모니터링 검토

데이터 통신부에서 수집한 데이터는 TCP/IP 통신을 통해 모니터링부로 전송한다. 모니터링부는 이 데이터를 받아 디스플레이 및 저장한다. 또한, 데이터는 LabVIEW의 웹 서비스 기능을 통해 외부에서 확인 및 제어가 가능하다. 아래의 Fig. 7은 현장에서 수집하여 표시한 데이터와 모바일 기기의 무선인터넷 기능을 통해 LabVIEW의 웹 서비스기능을 이용하여 받아본 데이터를 보여준다.



Fig. 7 Monitoring data in Field & Mobile Device(iPod)

### 4. 결론

본 논문은 노면 결빙으로 인한 사고 및 교통 지연을 예방하고자 노면의 결빙상태를 모니터링하는 시스템을 개발하였다. AVR 128, STM32F103 MUC와 AD7793 ADC를 이용하여 임베디드용 회로를 설계하고 PCB를 제작하였으며 SHT75센서, GHB3224C GLCD, WIZ1000 등을 이용하여 계측, 통신, 모니터링과 대기 온도, 습도, 노면온도, 전도도 정보를 사용하여 결빙 상태를 나타낼 수 있었다. C언어와 LabVIEW로 프로그램을 구성하였고 TCP/IP 통신으로 결빙정보를 원격 모니터링할 수 있었다. 한편 LabVIEW 웹 서비스기능으로 외부 모바일 기기에서도 데이터 확인이 가능하였다. 향후 결빙 노면을 판단하여 자동 융해할 수 있는 제어 시스템 구성에 대한 연구가 요구된다.

### 후기

본 연구는 산학공동기술개발지원사업의 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. ILX Lightwave Corporation, "Thermistor Calibration and the Steinhart-Hart Equation," ILX Lightwave Corporation, App.4, 2005.
2. 박상국, "휴대폰과 LabVIEW를 활용한 원격제어," 한국해양정보통신학회 종합학술대회, Vol. 12, No.2, pp.797-801, 2008.
3. 광두영, "컴퓨터 기반의 제어와 계측 LabVIEW 8.6," Ohm사, 2009.
4. 정준석, 정월용, "임베디드 개발자를 위한 파일시스템의 원리와 실습," 한빛미디어, 2007.
5. A. Goswami, T. Bezboruah, and K. Sarma, "An embedded design for monitoring and controlling temperature," Indian Journal of Physics, Vol. 84, No.1, pp.71-79, 2010.