

도로 기상상태 측정 장치 개발

Development of The road weather measurement devices

*강병규¹, #정관영¹, 김진영¹, 이상원¹, 김미란¹

*M. G. Kang¹, #K. Y. Jeong(j6044@kitech.re.kr)¹, J. Y. Kim¹, S. W. Lee¹, M. R. Kim¹

¹ 한국생산기술연구원 CMT(Culture Mechatronics technology)센터

Key words : The Road weather measurement devices, Sensor System, Data logger

1. 서론

도로 기상 정보 시스템은 도로의 대기나 노면의 기상 상태를 측정하여 정보를 사용자에서 제공함으로써 기상 재난으로 인한 도로상의 문제 요인 발생시 신속한 감지 및 긴급 대처 할 수 있는 도로 관리 시스템의 한 부분이다. 기상청에서는 도로 노면 상태와 대기 상태를 관측하는 시스템을 종합하여 도로 상에서의 관측자료를 수집할 수 있도록 한 장치로 도로 상태 및 기상 정보를 제공해 더욱 안전한 운전에도움을 주도록 하고 있다. 현재 우리나라 도로에 대한 기상정보는 기상청에서 발표하는 광역의 정보에만 의존하는 실정이며 세부적인 지역의 기상정보는 볼 수가 없으며 관측 되는 정해진 시간의 기상 정보에만 의지하고 있는 상태이다. 따라서 도로의 노면이나 대기 상태를 실시간 관측하여 기상 변동에 대응 할 수 있는 적절한 도로 관리의 방안을 찾아 그 지역을 통과 하고자 하는 운전자로 하여금 정보를 제공하고 뿐만 아니라 도로 기상을 미리 예측 할 수 있는 시스템을 접목 시켜 도로의 기상 재난을 사전에 방지 할 수 있는 보다 안전하고 편리한 도로가 유지 될 수 있도록 해야 한다. 건설업체들이 기상정보를 구입하는데 쓰는 비용은 업체당 연간 2000 만 ~ 3000 만 원 선이다. 날씨 변화가 심해 기상 정보업체가 자체 측정 장비를 설치해야 하는 해안가 교량 등에선 현장 한 곳에만 연간 1000 만 원이 넘는 돈을 지출하기도 한다. 하지만 기상 분석을 통해 추가 보수 공사를 줄이고 인명사고를 예방해 연간 30 억 원 이상을 절감할 수 있기 때문에 기상정보를 돈을 주고 구입하는 건설업체는 갈수록 늘고 있다.

점차 첨단화 되어 가는 기상정보 시스템을 활용할 수 있는 기상 변화를 예측하고 측정이 가능한 시뮬레이션 장치가 필요하다. 광범위한 도로의 측정은 그 범위가 넓어 공간적인 제약이 따르므로 별도의 밀폐된 기후 시험기용 장치가 개발 되어야 한다.

도로 기상 상태 측정 장치는 4 계절의 도로를 가상으로 만들어서 그 내부 공간 안의 상태를 측정하여 도로 기상상태를 예측할 수 있도록 만든 장치이다. 장치를 통해 기상 정보 시스템의 효율을 극대화하고 사전 시뮬레이션으로 보다 안정적인 대처가 가능해 안개 다발지역, 강우, 강설, 결빙 등으로 인한 기상 재난으로부터 신속한 대처로 사고를 미연에 방지하여 안전 운행 및 도로유지보수에 활용 할 수 있다.

본 연구는 4 계절의 기상의 변화가 가능한 가상의 도로 기상 상태를 구현할 수 있는 시스템을 만들고 장치 내부(가상 도로)를 감지 할 수 있는 낮은 전력 소비와 비용절감 및 자동처리 기능을 갖고 있는 효율적인 측정 장치의 개발에 주안점을 두고 있다. 이 장치는 기후 환경 시스템과 측정용 센서 모듈 및 데이터 로고 부분으로 설계 되어 있다. 실험 구성은 기상의 특성 조건에 따른 측정용 센서 모듈 시스템을 설계하여 데이터 로고를 통해 통신을 이용한 마이크로 컨트롤러와 usb data acquisition device unit 기반의 값을 컴퓨터로 시뮬레이션하고 출력 결과를 실시간으로

기후 변화의 결과와 비교하였다.

2. 측정 장치의 구성 및 원리

2.1 4 계절 구현 위한 기후 환경 시스템의 설계
 도로 기상상태 측정 장치의 전체 구성은 Fig.1 과 같다. 도로 기상 상태의 가상 도로 환경 구축을 위해서 온도와 습도를 조절 할 수 있는 기후 환경 시스템을 설계하였다. 4 계절 및 기상 재난의 대표적인 기후로 강우, 안개, 눈, 결빙이 나타날 수 있도록 하였다. 이 장치의 내부 공간은 (W)500 * (D)500 * (H)600mm 이며 항온 항 습기 기반의 Temperature & Humidity Controller 로 온도와 습도가 조절이 가능하고 Circulation System, Cooling System, Dry Heating System, Rain Test Device 등을 탑재 시켜 강우, 안개, 눈을 형성할 수 있도록 하였다. 시스템의 온도 범위는 -30℃ ~70℃, 습도 범위는 0~100%RH 를 사용하였다. Fig.2(a)와 같이 눈을 설정하기 위해 안개 분사 노즐(1/8"R 90° 0.7 l/min)과 -15℃이하의 온도를 설정했다. 밀폐 되어 있는 내부공간을 보호 하기 위해 분사 시간(spray timer)은 10 분으로 제한시켰다. 강우 기후는 원형분사노즐(1/4"R 80° 1 l/min)로 좁은 내부공간을 최대한 활용할 수 있도록 하였다. 강우, 눈, 안개의 별도 버튼을 장착 시켜 가상의 도로 공간을 즉시 구축할 수 있도록 설계하였다.

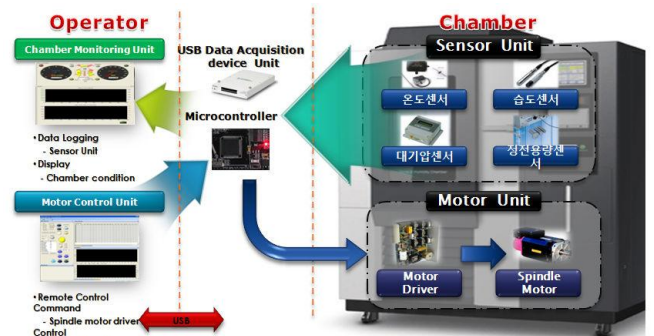


Fig. 1 Schematic diagram of The Road weather measurement devices

2.2 Sensor System (측정용 센서 모듈)의 구성

측정용 센서 모듈 시스템은 온도, 습도, 대기압 센서와 대기중의 유진 율의 변화 값을 측정할 수 있는 정전용량센서로 총 4 개의 센서로 설계되어 있다. 다수의 센서를 하나의 프로세서에서 동시에 처리 할 수 있도록 하나의 센서 모듈로 설계하였다. 센서의 수집 및 데이터 로고는 Fig. 2(b)와 같이 8 비트 기반의 마이크로 컨트롤러로 비용 절감 효과를 얻을 수 있도록 하였다. 실험 시 각 센서는 아날로그 직류 전압으로 출력되고 그 값을 마이크로 컨트롤러와 DAQ 보드의 입력으로 사용 하여 각각 비교 분석 한다. 데이터 서버 부와 PC 간의 통신을 구현하기 위한 통신 기능이 포함된 하드웨어가 설계되어 있으며 출력 신호를 모

니터링 할 수 있는 프로그램으로 데이터를 비교할 수 있다. 또한 계산식의 연산 알고리즘으로 프로그램의 수치상 나타내어 있고 그래프상으로 비교 할 수 있도록 설계되어 있어 쉽게 볼 수 있도록 되어 있다. 추가적으로 도로 기상이나 노면의 각 특성에 해당하는 기후가 따로 표시 되어 있기 때문에 즉시 도로의 상태를 알 수 있다.

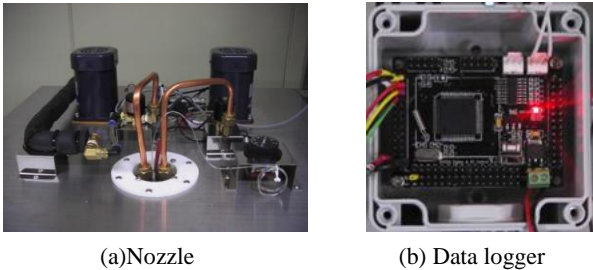


Fig. 2 Nozzle of Climate environment system and Measurement sensor module

3. 시스템 적용

우선 기상 재난의 기후를 측정 하기 전에 기후 환경 시스템의 온 습도를 변화시켜 가상의 도로 기상의 온 습도를 나타내고 측정용 센서 모듈 시스템을 통해 USB DAQ 보드 기반의 데이터를 출력 받아 비교한다. 데이터 로고의 정확성을 가진 USB DAQ 기반의 출력을 통해 센서 모듈로 측정된 값과 실제 기후 환경 시험기의 데이터 값이 오차가 있는지 확인해 볼 필요성이 있다. Fig.3 은 기후 환경 시험기와 센서 모듈을 통한 측정 값이 거의 일치하는 것을 볼 수 있다.

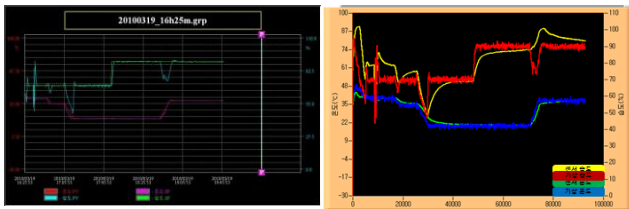


Fig. 3 Comparison of Climatic data(left) and USB DAQ data(right)

실제 도로 기상 상태의 기후를 나타낼 수 있는 대표적인 기후인 안개, 강우, 강설 등의 기후의 조건으로 시스템을 변화 시켜 센서 모듈로 측정되는 기상 재난의 기후에 대한 USB DAQ 기반의 출력이 정확하고 분명한지 데이터 값을 비교해 본다. 기상청 자료로 서울의 실제 날씨를 토대로 구동한다. Fig.4 는 기후 환경 시스템의 실제 기후를 나타내는 값과 기후 환경 시험기의 데이터로 출력 되는 값이 일치하고 특정 구간의 변화 되는 시점의 특성까지도 그래프로 보여진다. 센서 모듈의 약간의 오차 값은 있지만 USB DAQ 기반의 데이터는 실제 기상의 변화에 신속한 출력 값을 보여주고 있다. 실제 기상 정보 시스템도 온도 0.2℃, 습도 2%RH 정도의 오차가 있다.

저가의 마이크로 컨트롤러 기반의 데이터 로고를 통해 기상 재난의 도로 기후를 여러 형태로 변화 시켰을 경우 데이터의 정확성을 판단해 본다. 마이크로 컨트롤러는 AVR atmega128 을 이용 RS232 통신으로 PC 로 구현한다. 마이크로 컨트롤러와 DAQ 기반의 기후환경 시스템의 출력을 비교해 본 결과 Fig.5 에서 동일한 데이터 값으로 변화에 대응하는 곡선을 나타나는 것을 볼 수 있다. 또한 출력되는 구간에서 강우나 눈이 올 경우 순간 변화되는 그래프 곡선도 볼 수 있다.

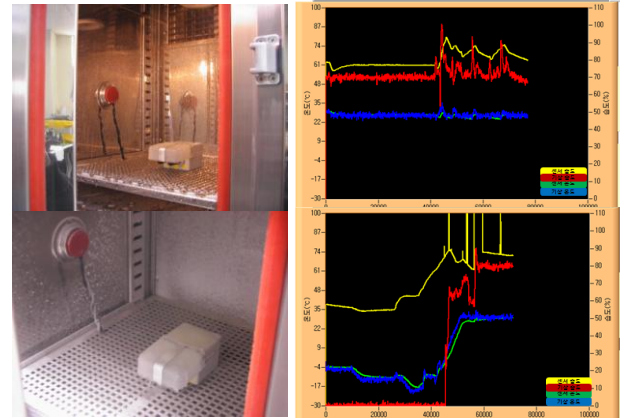


Fig. 4 Rain, Snow on Climate change(left) and USB DAQ data(right)

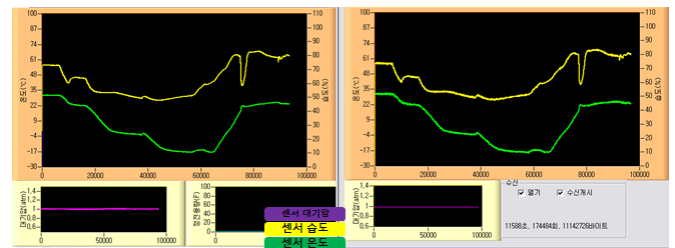


Fig. 5 Comparison of USB DAQ data(left) and Micro-controller based data(right)

4. 결론

본 연구에서는 도로 기상상태 측정을 위한 기후 환경 시험기를 제작하고 측정용 센서 모듈과 마이크로 컨트롤러 기반의 통신 방식을 이용하여 데이터 처리를 통한 효과적인 시스템 운영을 수행하였다. 또한 USB DAQ 기반의 출력 신호와 비교하여 저가의 마이크로 컨트롤러 기반으로도 오차 값이 적은 안정적이고 정확한 데이터를 얻을 수 있었다. 광범위한 도로의 기상 상태를 가상 기후로 밀폐된 내부 공간으로 구축하여 4 계절을 즉시 표현할 수 있는 장치를 개발하였고 저가의 센서 데이터 정보를 통해 기상을 예측 할 수 있는 측정 모듈을 구성하였다. 도로 기상 상태 측정 장치의 크기 감소 및 부품 절감, 비용 절감 효과가 기대되고 도로뿐만 아니라 다양한 산업에 응용 할 수 있을 것이다. 추후에 더 정밀한 기후 환경 조성과 대기중의 유전율 값을 이용한 다양한 환경 측정장치 등으로 기후 변화의 정밀한 측정이 가능할 것으로 생각된다. 또한 내부적으로 다양한 통신 인터페이스로 안정적인 송수신의 신뢰성을 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 기상청, “기상 연감”, 2009
2. 건설교통부, “지능형 도로 기상정보 시스템 개발: 도로기상 관측 시스템 및 분석 기법 개발”, 2001
3. Adams, R. “Whatever the Weather: Recent developments for road weather information systems,” Traffic Technology international, Vol- No.6, 89, 2007.
4. Boselly, S. Edward., “Road weather information systems : Research report,” Road weather information systems, Strategic Highway Research Program, 1993