

루프검지기와 피에조 센서를 이용한 교통정보 수집시스템 설계

양 승 훈, 한 경 호
단국대학교 전기공학과

Design of Collecting System for Traffic Information using Loop Detector and Piezzo Sensor

Yang Seung Hun, Kyongho Han
Department of Electrical Engineering, Dankook University

Abstract - This paper describes the design of a real time traffic data acquisition system using loop detector and piezzo sensor. Loop detector is the cheapest method to measure the speed and piezzo is used to detect the vehicle axle information. A ISA slot based I/O board is designed for data acquisition and PC process the raw traffic data and transfer the data to the host system.

Simulation kit is designed with toy car kits, simulated loop detector and piezzo sensor. The data acquisition system collects up to 10 lane highway traffic data such as vehicle count, speed, length axle count, distance between the axles. The data is processed to generate traffic count, vehicle classification, which are to be used for ITS.

The system architecture and simulation data is included and the system will be tested for field operation.

본 논문에서는 Loop Detector 와 Piezzo 센서를 이용하여 차량속도, 차량갯수, 차량길이, 차축수, 축간 거리 등을 실시간으로 측정하는 교통정보 수집시스템의 설계에 그 목적이 있다. 먼저 컴퓨터의 ISA 슬롯에 끼워 각 센서의 입력의 변화를 감지하기 위하여 32비트 입력 보드를 설계, 제작하고 수집된 기본 데이터를 처리하여 교통정보를 생성하는 프로그램을 제작하였다. 본 시스템의 기능을 시험하기 위하여 시뮬레이션 장치를 구성하여 교통 데이터 수집 기능을 시험하였다.

루프검지기는 차량의 점유에 따라 센서 출력이 변화하며 차량의 속도를 측정하는데 가장 저렴한 비용이 든다. 본 논문에서는 루프 검지기를 이용하여 차량갯수, 속도, 길이를 측정하며 압력센서인 피에조 센서를 사용하여 각 차량의 차축을 검지하고 이를 이용하여 차축수, 축간 거리를 실시간으로 측정한다. PC에서는 이러한 데이터를 근거로 도로의 점유율, 차량의 속도, 길이, 차축 등에 의한 차량분류 과정을 처리하여 교통정보를 생성한다. 본 시스템은 최대 10차선의 양방향 진행 차량에 대하여 교통정보를 수집, 분류 하도록 설계하였다. 수집된 데이터는 직렬통신으로 원거리의 교통정보 수집 장치에 전송되어 도로 상황을 나타내는 자료로 쓰인다.

1. 서 론

심각한 상황에 처해있는 도심교통 체증을 해소하기 위한 대책으로는 새로운 도로를 건설하는 방법과, 지하철 등 대중교통의 발전과 이용, 기존 도로를 최대한 활용하는 방안 등이 있다. 도심 교통을 효과적으로 운영하기 위해서는 교통체증 현상을 실시간으로 유동적으로 분산시키는 체계가 필요하다. 이에 따라서 차량에 대한 교통정보를 정확하게 검지할 수 있는 검지기의 필요성이 대두되었다. 현재 선진국에서는 우리나라보다 크게 앞서서 ITS(Intelligent Traffic System)에 대하여 연구, 실행하였다. 최근 들어 우리나라에서도 이에 대한 연구가 가속화되어가고 있다. 지능형 교통 시스템(ITS)은 정보기술, 통신기술, 센서기술 및 제어기술 등을 사용하여 기존 도로망의 운송효율 향상, 운전의 안전성 증진 및 교통 체증의 해소를 통한 물류 비용의 감소 등을 목적으로 하는 종합적인 시스템이며 ITS의 가장 기본정보는 도로정보 및 교통 정보이며 정확하고 실시간 수집되는 교통정보 수집시스템은 ITS에 가장 중요한 요소의 하나이다.

이러한 교통정보를 수집하는데 사용되는 검지기의 종류는 다음과 같다.

- .인덕티브 루프검지기(Inductive Loop Detector)
- .자장검지기(Magnetic Detector)
- .초음파검지기(Ultra-Sonic Detector)
- .초단파검지기(Microwave Detector)
- .화상처리검지기(Image Processing Detector)
- .적외선검지기(Infrared Detector)
- .압력식검지기(Pressure Detector)

2. 본 론

도로상에 설치돼 가장 효율적으로 차량의 점유를 검지하는 센서로 루프검지기를 사용하고 있다. 루프 검지기는 도로공사에 의한 루프선의 파괴를 제외하고는 날씨, 명암 등의 외부 환경에 대하여 가장 영향이 적으며 가격 대비 성능에서 가장 우수한 장점을 가지고 있다. 차량이 루프 검지기에 있는 동안 루프의 자장변화에 따라 루프 검지기 출력은 HIGH에서 LOW로 변화하며 차량이 루프 검지기를 벗어나면 루프의 자장이 변화하고 검지기의 출력은 LOW에서 HIGH로 변동한다. 루프검지기에서 수집한 점유데이터에서 얻을 수 있는 교통정보에는 차량갯수, 속도, 길이가 있다. 피에조 센서는 압력검지 센서로서 차량의 바퀴가 피에조 센서를 누르는 순간 센서의 압력이 변화하고 이에 따라 기전력이 발생한다. 이를 이용하여 각 차량의 바퀴축의 수, 및 축과 축간의 거리를 얻을 수 있다. 이를 이용하면 차축수 및 축간 거리에 의한 차종분류 데이터를 얻게된다. 그림 1에서 위에 언급한 두가지 센서를 이용하여 기본 정보를 얻는 방법을 설명하였다.

- D: 원형루프의 지름 L: 원형루프사이의 길이
- in1: Loop1에 차량 진입시 전압이 HIGH에서 LOW로 떨어지는 시간을 받는 변수
- in2: Loop1에 차량 진입시 전압이 LOW에서 HIGH로 올라가는 시간을 받는 변수
- in3: Loop2에 차량 진입시 전압이 HIGH에서 LOW로 떨어지는 시간을 받는 변수
- in4: Loop2에 차량 진입시 전압이 LOW에서 HIGH로 올라가는 시간을 받는 변수

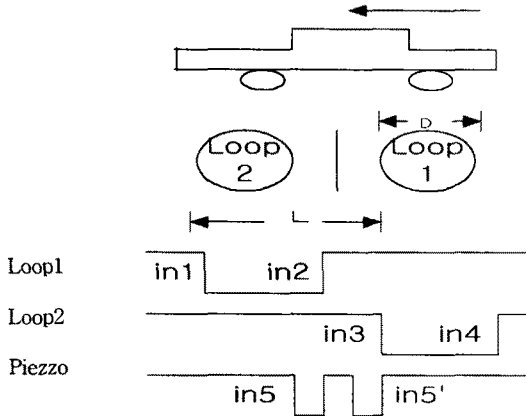


그림1.루프 검지기와 피에조 센서에 의한 기본 교통정보 수집방법

2.1 교통정보의 계산

그림 1에서 차량이 루프에 진입시에 Loop1과 Loop2의 펄스가 HIGH에서 LOW 또는 LOW에서 HIGH로 변화하는 순간의 시간을 각각 기록하고 피에조 센서의 펄스가 HIGH에서 LOW 또는 LOW에서 HIGH로 변화하는 순간의 시간을 기록한다. 위 그림1과 같이 측정된 기본 데이터를 가지고 차량속도, 차량길이, 차축갯수, 축간거리등은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

차량속도 = 거리 / 시간

$$\text{차량속도} = L / (\text{in3} - \text{in1})$$

$$\text{차량길이} + D = \text{속도} \times (\text{in2} - \text{in1})$$

$$\text{차량길이} = \text{속도} \times (\text{in2} - \text{in1}) - D$$

차축갯수는 in1<in5<in4를 만족하는 in5의 갯수

$$\text{축간거리} = \text{차량속도} \times (\text{in5}' - \text{in5})$$

2.2 센서 입/출력 보드설계

센서 입/출력 보드는 크게 4부분으로 이루어져 있으며 오실레이터의 인터럽트 발생 부분, 디코더 부분, 입력부, 출력부로 구성된다.

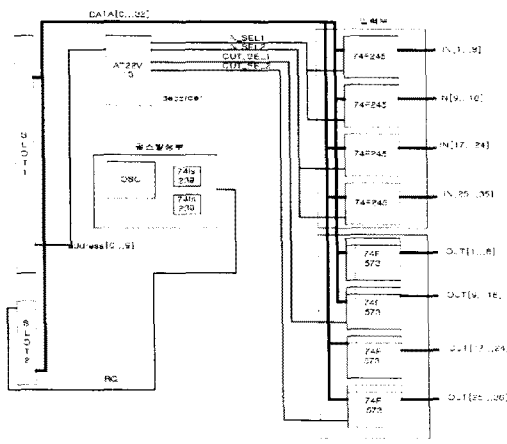


그림2.입출력 보드 회로 전체 블럭도

그림2에서 펄스발생부에서 나온 인터럽트 신호는 ISA보드의 IRQ단자로 연결되어진다. IRQ를 지정하는 것은 사용자가 정한다. 인터럽트 시간을 최대 0.01[msec]부터 0.1[msec], 1[msec], 10[msec]까지 조정 가능하며 본 논문에서는 0.1[msec]로 측정하였다. 오실레이터는 1MHz의 구형과 신호를 발생하고 이를 1/100 분주하여 10KHz의 신호를 만들고 이를 PC의 인터럽트신호로 사용한다. 따라서 PC는 0.1msec 마다 인터럽트 신호를 받게되며 이를 기본 시간 단위로 하여 루프 검지기 및 피에조 센서의 상태 즉 차량정보를 수집하게 된다. 인터럽트 주기를 더 짧게 할수록 차량정보를 수집하는 시간 주기가 짧아지며 오차도 감소하나 PC의 인터럽트 처리 능력의 한계에 따라 결정된다.

그리고, 디코더에서의 제어는 1개의 Enable 신호로 두 개의 IC 소자가 각각 8비트씩 16비트를 제어한다.

2.3 제어 프로그램

다음은 여기에 쓰인 소프트웨어의 플로우차트를 간략화한 것이다. 주요 내용은 입력값의 변화를 체크하여 그 값을 버퍼에 저장한 후 차량의 데이터로 변환, 전송하는 알고리즘이다. 즉 도로상에서 차량의 데이터를 인터럽트로 체크하여 변화가 있으면 그 값을 계산하여 필요한 곳으로 전송 시키는 알고리즘이다. 통신은 RS-232를 사용한 직렬통신의 포맷을 적용시켰다. 인터럽트함수를 적절히 사용하여 최대한 프로그램 부피와 속도 개선점에 유의하였다.

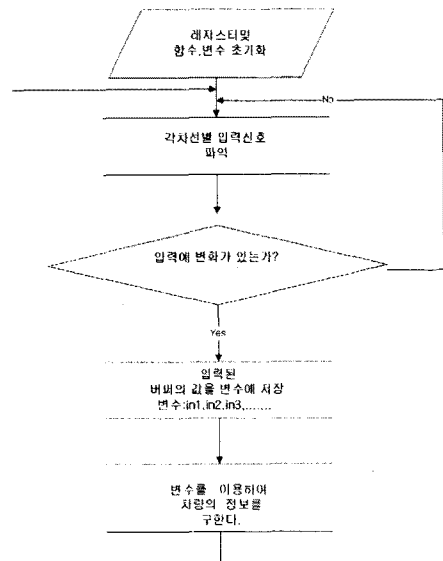


그림3.교통정보 제어프로그램

2.4 시뮬레이션

입출력 보드와 프로그램 실험을 위하여 자체로 시뮬레이션 장치를 구성하였다. 실제 도로상에서의 실험의 문제점을 미리 보완하기 위해 루프검지기 와 피에조 센서를 대신한 실제 장치의 사진은 그림4와 같다.

시뮬레이션 장치에 들어가는 회로에 대해 간단히 얘기하면 각 Photo TR의 출력은 평상시 12v를 유지하다가 차량진입시 전압강하로 인해 입력과 연결된 Loop1의 전압변동이 입/출력 보드의 입력으로 전달됨으로써 신호 검출을 하게 된다. 본 논문에서는 적외선LED와 Photo TR을 결합하여 구성하였다.

그림4는 도로상에서의 루프검지기과 피에조센서를 구현하기 위하여 만든 시뮬레이션 장치의 사진이다. 자동차의 축수를 나타내는 피에조센서의 기능은 소형 자동차의 바퀴 뒷면에 축을 세워 대신하였다. 원형레일 안에서 자동차를 회전시키면서 측정 한 값과 오실로스코프로 연결한 화면의 데이터를 비교해보면 데이터와 측정치가 거의 같다는 것을 알 수 있다.

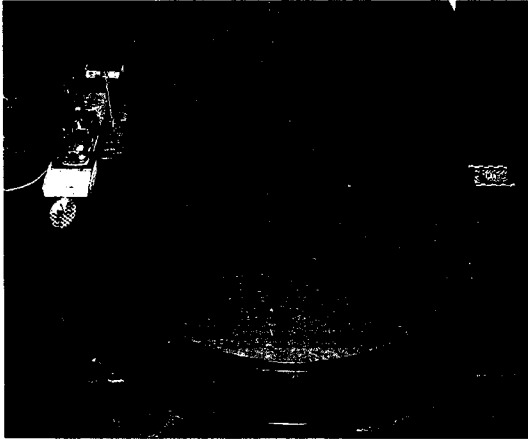


그림4 시뮬레이션장치의 사진

2.5 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 크게 3가지의 단계로 실행하였다. 첫째로 입출력 보드의 회로설계, 둘째 시뮬레이션 보드의 회로 설계 셋째 프로그램 개발 및 측정치 비교단계로 나뉜다.

첫째, 입출력 보드 설계는 ISA 보드의 특성을 맞추어 16비트 데이터를 입력하고 16비트의 데이터를 출력하도록 설계, 제작하여 PC에 실행하였다.

둘째, 시뮬레이션 키트의 설계인데 시중에 나와있는 소형 자동차레일과 Photo TR을 사용하여 구성하였다. 루프검지기과 피에조센서의 특성을 시뮬레이션하기 위하여 각 센서의 출력 파형이 발생하도록 Photo TR을 설치하였다.

셋째, 프로그램 개발 단계는 인터럽트체크 시간을 조정해 가면서 측정하였는데 사용한 PC가 P-II 133 MHz의 성능에서 인터럽트 처리 한계를 시험하여 0.1(msec)에서 가장 적당하였다. 서행으로 인하여 차량이 거의 연속되어 주행할 경우도 고려하여 제어 프로그램을 작성하였다. 그러나 Loop자체내의 길이를 고려하여 2개의 광센서를 사용했지만 소형 자동차이기에 그 크기가 실제 원형 루프에 비해서 약간의 오차가 있다. 시뮬레이션보드에선 차량의 차선 변경의 경우는 고려하지 않았다. 오차의 크기는 오실로스코프로 비교해보고 소형 자동차의 크기를 비교해 보면 알 수 있다. 센서 사이의 단위가 mm 까지 가고 광센서의 방향정도 까지 고려해 줘야 한다. 총 32개의 입력중 1차선 당 각각 3개의 입력을 써서 10차선으로 확장 시킨 후에도 실시간 데이터 측정을 할 수 있음을 알 수 있었다.

3. 결 론

본 논문에서는 루프검지기과 피에조 센서를 사용하여 차량 대수, 속도, 길이, 차속수, 축간 거리등에 의한 차종 분류등의 ITS의 기본 정보를 실시간으로 수집하는 시스템의 설계 및 개발을 다루었다. ITS를 위하여 교통정보의 실시간 수집은 매우 중요하며 이를 위하여 30개의 센서의 상태를 실시간으로 감시하여 교통정보를 수집

하고 이를 처리하여 교통정보를 직렬통신 등을 통하여 원격의 시스템으로 전송한다. 제작된 시스템은 시뮬레이션을 통하여 실시간 처리기능을 확인하였으며 앞으로 실제 도로에서의 주행 시험을 남겨두고 있다.

{참고문헌}

- [1] Joe Campbell, "C Programmer's Guide to Serial Communications", 인포북, 1995
- [2] 조순복, "8086 제어용 마이컴과 C언어에 의한 제어 프로그래밍 ROM화 기법", 기한재
- [3] 장덕명, 박창수, 김영남, "루프식 검지기의 형태별 성능비교 분석", 도로교통안전협회, 1994.8
- [4] 송도선, 김석동, "C 언어를 이용한 하드웨어 시스템 처리"
- [5] 이철기, 오영태, "자기 검지기 알고리즘 개발 및 평가", 대한교통학회지, 제16권 제3호, 1994.8, pp 101-111
- [6] 김재범, "센서회로 실험", 세화, 제2장, 2000.2.10
- [7] 이승환, 이철기, "실시간 교통신호제어를 위한 루프검지기 체계연구", 대한교통학회지, 제14권 제2호, pp 59-88, 1996.8.
- [8] 오영태, 이철기, "실시간신호제어를 위한 차량검지기 정보의 신뢰성 비교평가", 대한교통학회지, 제14권 제3호, pp.91-125, 1996.9.
- [9] 한경호, 정길도, "멀티 프로세서 구조를 이용한 지능형 교통제어 시스템 설계", 조명, 전기설비학회논문지, 제12권 제2호, pp62, 1998.5