임베디드 과적 차량 단속시스템 구축방안에 대한 연구

A Study On Development of Embedded Overload Regulation System

조 병 완* • 윤 광 원** • 이 동 윤*** • 김 윤 기**** • 김 도***** • 최 지 선****** • 강 석 원*******
Jo, Byung-Wan • Yoon, Kwang-Won • Lee, Dong-Yun • Kim, Do • Choi, Ji-Sun • Kang, Seok-Won

요 약

과적차량은 도로 및 교량 구조물과 도로 횡단 시설물 등에 손상요인으로 작용하며 기존의 단속 시스템은 축조작 및 인력부족등 많은 문제점을 내포하고 있어서 이에 대한 대처방안이 요구되고 있다.
이에 본 논문에서는 주행중인 과적차량의 지능형 임베디드 단속 시스템 개발을 위하여 유전자 알고리즘 기법을 적용, 도로자체를 저울로 하여 주행중인 차량의 하중 및 주행정보를 분석을 연구하였으며 이를 통하여 효율적인 과적 단속이 이루어 질 수 있다고 판단된다.
또한 USN구성을 위한 임베디드 센서와 함께 Internal/External Network의 무선화 시스템을 통한 사용자 중심의 시스템을 구축하는 것이 최종 목적이므로 향후 WCDMA/HSDPA를 이용한 External Network의 구성과 실제 과적 단속 적용을 위하여 Test Bed를 통한 실험이 실시되어야 할 것이다.

keywords : 과적차량, 제네틱알고리즘, 임베디드시스템, USN, 과적단속

1. 서 론

최근 도시기반시설과 관련된 각종 재해가 빈발하면서 도시기반시설의 유지관리에 대한 관심이 증가하고 있다. 과적차량은 도로 및 교량 구조물과 도로 횡단 시설물 등에 손상요인으로 작용하므로 시설물의 내구성을 단축시켜 이에 따른 유지보수 비용을 증가시킨다. 세계적으로 이러한 문제의 해결을 위해 정확하고 신속한 처리가 가능한 중차량 단속 시스템의 개발에 몰두하고 있는 실정이다. 특히 선진국의 경우 도로에 설치하는 축 중량 계측시스템이나 이동식 단속시스템의 한계를 인식하고 이에 대한 새로운 접근방법을 모색하고 있다.

이에 따라, 본 논문에서는 주행중인 과적차량의 지능형 임베디드 과적 차량 단속시스템 개발을 위하여 유비쿼터스 센서네트워크 시스템을 구성하고, 임베디드 센서 실내성능실험으로 일반도로에서의 변형적 특성을 이용할 수 있도록 도로 매설물을 설치하여 도로의 변형을 측정하고, 유전자알고리즘 기법의 차량하중 분석 방법을 위한 실내 기초실험을 실시하였다.

* 정회원 • 한양대학교 토목공학과 교수 joycon@hanmail.net
** 정회원 • 한양대학교 토목공학과 박사과정 ykwabc@nate.com
*** 한양대학교 토목공학과 박사과정 idisi12@nate.com
**** 정회원 • 한양대학교 토목공학과 석사과정 archi_loves@hotmail.com
***** 한양대학교 토목공학과 박사과정 dkdoogi@nate.com
****** 한양대학교 토목공학과 박사과정 opt506@nate.com
******* 한양대학교 토목공학과 박사과정 hastally@nate.com

2. 과적단속 현황

그림 1 기존 단속 현황

기존단속의 경우 그림 1과 같이 단속초소안에 매시간 상주인원이 배치되어야 하며, 과적이라 판단된 차량은 인력을 통하여 우회도로로 유도해야 하는 문제점을 지니고 있다. 이 경우는 측정인원, 장소가 필요하고 시간이 소요되며 위치가 노출되는 단점이 있으며, 혼입율과 차간거리 등의 교통 관련 정보는 수집되지 않고, 운행차량 측에서 보면 정상적인 운행경로에서 벗어남으로서 시간 및 경비를 낭비하게 된다.

현재 과적단속을 위해 사용되고 있는 축중센서는 특성에 따라 대표적으로 벤딩플레이트(Bending plate) 형식, 피에조 세라믹(Piezo ceramic)형식, 피에조퀄츠(Piezo quartz)형식이 있다. 벤딩플레이트 형식은 주로 저속축중계시스템에 사용되어지고, 피에조형식은 고속축중계시스템에 사용되어진다. 현재 대분분의 국도 단속시스템에서 설치되어있는 피에조세라믹의 하중측정오차는 10~15%, 영업소 및 이동식 축중기로 이용되고 있는 벤딩플레이트의 경우 10%미만의 오차 성능을 보이고 있다..(안기용등, 2003)

현재 과적차량중 대다수가 단시간 내 축조정이 가능해 시야가 확보된 단속시스템의 경우 단속하기 쉽지 않은 실정이다. 또한, 단속 인력의 부족으로 도주차량 등의 단속 어려움, 고속도로의 경우 하이패스를 이용하는 버스와 2.5톤 이하 화물차 등의 과적단속 불가능이 원활한 단속을 방해하는 요인이다. 이로 인하여 평균 적발률 0.08%에 그치고 있으며, 축조작 적발률 0.002%에 그치고 있다.

3. 임베디드 과적차량단속 시스템

3.1. 임베디드 과적차량 단속 시스템

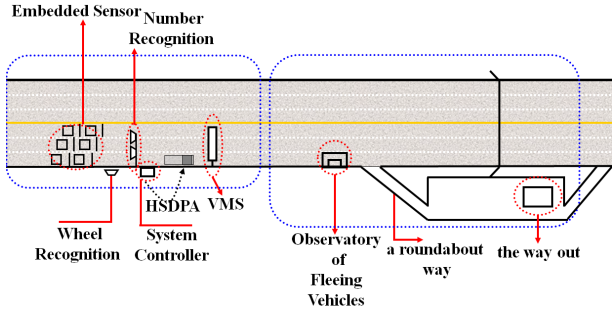

그림 2 임베디드 과적차량 단속 시스템

그림 2와 같이 일반 도로에 설치될 임베디드 과적 차량 단속시스템을 구성하기 위하여, 고속주행 중에서도 과적여부를 신속하게 판단하고 차량흐름에 영향을 주지 않을 뿐 아니라 과적차량, 관리사무소, 관련기관에 HSDPA, 경고표시장치 등을 통해 과적정보를 전송하는 시스템이 구현되어야 한다. 전체 시스템은 USN Sensor Field, System External Network로 구성된다. 차량이 USN Sensor Field에 설치된 Embedded Sensor를 통과하면 차량의 하중을 측정하여 System Controller에 데이터를 전송한다. System Controller에서는 두 가지 종류의 데이터를 전송받아 정보를 처리하게 되는데 첫 번째로 차량의 속도 데이터를 전송받은 후 두번째로 이를 통하여 차량의 하중데이터 또한 함께 분석하게 된다.

이과정에서 파악된 데이터를 통하여 차량의 축조작 여부를 검토하고 해당 될 경우는 영상을 저장하여 관리사무소에 전송하고 해당되지 않을 경우 차량의 과적여부를 판단하게 된다. 과적이 아니라고 판단되면 데이터를 Memory Buffer에 저장하게 되고 과적일 경우 해당 차량의 영상을 저장한 후 관리사무소와 해당 차량의 차주에게 휴대폰 SMS 메시지를 전송하며, 도로전광판에 과적내용을 출력한다. 그 이후 해당 임베디드 과적 차량 단속시스템을 담당하는 인근의 과적관리사무소에서 과적된 화물의 하차를 실시하고 차량의 사법처리를 실시한다.

기본적으로 임베디드 과적 차량 단속시스템의 판단 순서는 위와 같은 과정에 의해 판단되며, 필요에 따라 운행허가차량 등의 정보를 추가하여 처리하는 알고리즘의 변경이 가능하다.

3.2. 실내실험

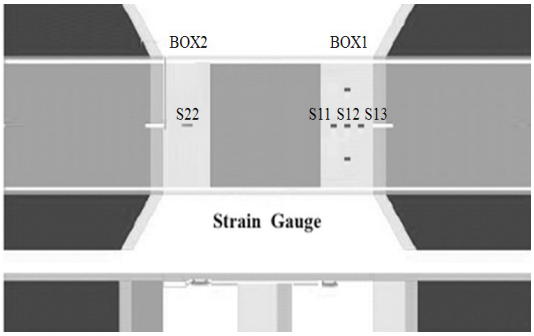

그림 3 실내모형 센서설치

실제 차량주행시 원더링 효과 및 내구성문제의 최소화를 위하여 Box하단에 센서설치의 필요성이 있으므로 본 실내실험에서는 Box1 하단에 3개의 센서, Box2하단 중앙 지점에 1개의 센서를 설치하였다. Box1에 설치된 센서는 차량의 축중량에 의한 변형률 값을 측정하며 최소의 오차값을 위하여 센터점, 센터의 진행방향 1/2지점에 각각 설치되었다.

Box2의 센터지점에 설치된 센서의 경우 축을 감지하여 Box1의 데이타값과의 시간차를 이용해 차량의 속도정보 측정 및 축중량 오차최소화를 목적으로 하고 있다. 본 실험의 센서를 통한 샘플링 빈도는 0.01초로 계측된다.

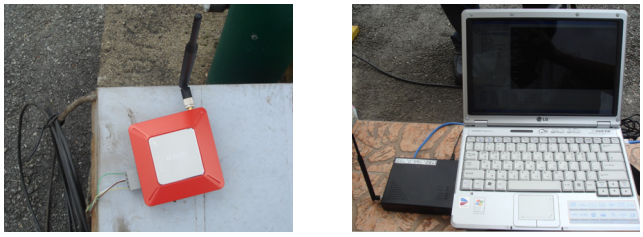

그림 4 무선 성능 실험

유선센서 성능실험을 통해 Embedded Sensor의 고속 주행 상태 하중 측정능력을 검증한 후, 무선 센서노드를 적용하여 무선화를 실시하였다. 그림 4의 무선 센서노드를 Embedded Sensor와 연결하여 센서의 전기 신호를 무선으로 전송하기 위한 준비를 하고 그림 4처럼 컴퓨터에 수신기를 접속하여 Anylogger 프로그램을 통해 센서로부터 들어오는 데이터를 수신하도록 세팅을 실시하였다. 유선 센서 시스템과 모든 조건을 동일하게 유지하고 약 50m의 거리에서 무선 센서 노드를 통해 들어오는 정보를 수집하였다. 차량의 속도는 유선센서와 동일하게 10Km/h, 30Km/h, 50Km/h의 3가지의 경우를 측정하였다. 본실험결과 3%이내의 오차를 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 임베디드 과적 차량 단속시스템을 구축한 후 축 중량 실내실험과 무선센서노드의 성능 실험을 실시하였다.

일반 도로에서 도로자체의 거동을 이용한 과적단속시스템이 구축될 경우 현재 WIM센서 단속 현장의 노출을 통하여 나타나는 과적차량의 축조작 문제를 해결할 수 있다. 즉, 도로 설계시 일부 구간에 Box형 구조를 정착하여 본 연구시스템이 도입될 경우 효과적인 단속 결과를 보여 줄 수 있으리라 판별된다.

참고문헌

박민석, 조병완, 배두병(2008) 축감지기가 없는 PSC I거더교의 주행중 차량하중분석시스템 개발, 한국토목학회논문집, 28(5), pp.673-683.

박민석, 조병완(2006) 주행중인 차량하중 측정을 위한 BWIM 시스템 개발, 한국구조물진단학회논문집, 10(2), pp111-122.

안기용, 박홍준(2003) 고속WIM시스템 개발, 대한전기학회 학술대회 논문집, 제23(6), pp2729-2732.

이규철,이상열(2007) 시스템 인식 기법을 이용한 FRP로 보강된 RC슬래브교의 성능평가, 대한토목학회논문집, 27(6), pp837-845.