

U-중차량 무인과적단속시스템 구축방안에 대한 연구

A Study On Development of U-Intelligent Overload Regulation System

조병완* · 박승국** · 김도근*** · 윤석민**** · 박정훈***** · 강성민*****

Jo, Byung-Wan · Park Seung-Gook · Kim, Do-Keun · Yoon, Suk-Min · Park, Jung-Hun · Kang, Sung-Min

ABSTRACT

Overloaded Vehicles are one of biggest of hazard in durability decrease of roads and bridges. Thus, regulation was put in force about overloaded vehicles to reserve this problem. However, existing system had many problems. For these reasons, this paper presents solutions of U-intelligent overload vehicles regulation system based on manless and wireless for fixing of problems of existing system and construction of ITS. With this in mind, we studied about composition method of system, applications of USN, design of system controller, WCDMA/ HSDPA, etc in this paper.

Keywords: Ubiquitous, USN, Weigh-In-Motion(WIM), Overload, Regulation

1. 서론

최근 물류산업의 급속한 발전과 함께 적재중량초과차량(이하 과적차량)이 증가하는 추세에 있으며 이에 따라 과적차량으로 인한 도로, 교량 등의 내하력 감소 및 파손, 차량의 주요기능 저하로 인한 대형사고 유발, 주행 성능 저하로 인한 교통용량의 저하 등의 문제가 심각한 사회적 문제로 대두되고 있으며 전 세계적으로 이러한 문제의 해결을 위해 정확하고 신속한 처리가 가능한 과적단속시스템의 개발에 몰두하고 있다.

기존 과적단속의 경우 거의 고속도로 톨게이트에 고정식 축중기를 설치하여 중차량을 정지시킨 후, 중량을 측정하거나 과적단속요원들이 이동식 축중기를 가지고 다니면서 하중을 측정하는 방식으로 진행되어 왔고, 간혹 저속에서 측정이 가능한 WIM(Weigh-In-Motion)센서를 설치하여 과적 여부를 판단해왔다. 하지만 기존 방식의 특성상 우회도로, 주변시설 설치로 인한 경제적 손실 발생, 저속상태나 정지 상태에서의 측정에 따른 교통체증 유발, 과적 단속에 투입했던 공익근무요원이 인구감소로 인해 투입되지 않음에 따른 인건비 발생, 이동식 측정의 경우 부정행위 발생가능성 등 기존 과적단속의 문제점에 대한 대책이 요구되고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 기존의 과적단속시스템의 문제점을 해결하고 과적차량에 의해 발생하는 경제·사회적인 문제점을 감소시키기 위해 첨단 유비쿼터스 기술을 적용한 U-중차량 무인과적단속시스템의 구축 방안을 제시하고 과적단속 시 활용방안을 제안하였다.

* 정회원 · 한양대학교 토목공학과 교수 Email: joycon@hanmail.net

** 한양대학교 산업과학연구소 선임연구원 Email: hasup90@hanmail.net

*** 한양대학교 토목공학과 박사과정 Email: kimdokeun@paran.com

**** 한양대학교 토목공학과 석사과정 Email: flier_@hanmail.net

***** 한양대학교 토목공학과 석사과정 Email: goolss@nate.com

***** 한양대학교 토목공학과 석사과정 Email: owl0213@naver.com

2. U-중차량 무인과적단속시스템의 구성

2.1. 전체 시스템의 구성

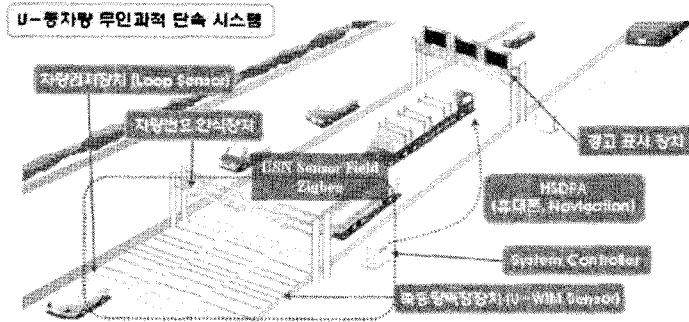


그림.1 U-중차량 무인과적단속시스템

그림.1에서 보는 바와 같이 U-중차량 무인과적단속시스템은 도로나 교량에 설치되어 일반 속도 주행 중에 차량의 정지나 저속운행 없이 차량의 과적여부를 신속하고 정확하게 판단하고 과적차량, 단속사무소, 관련기관 등에 즉시 정보를 알 수 있도록 구성되어 기존 과적단속 문제점을 해결할 수 있다.

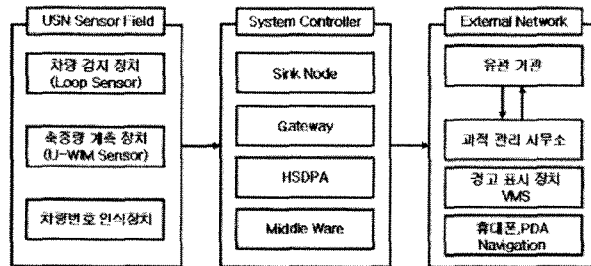


그림.2 전체 시스템의 구성

그림.2는 전체 시스템의 구성을 블록으로 나타낸 그림이다. 차량의 속도를 측정하고 개별 차량의 통과를 확인하기 위해 설치되는 Loop Sensor와 차량의 축하중을 계측을 위한 U-WIM Sensor, 그리고 과적차량 번호인식을 위한 차량번호 인식장치를 통해 USN Sensor Field가 구성된다.

시스템 제어부는 USN에서 측정된 정보를 취합하는 Sink Node와 정보를 외부로 보내는 Gateway, 외부 네트워크와의 프로그램 동기화를 위해 설치되는 Middleware, 외부 네트워크와의 통신을 위해 설치되는 HSDPA/WCDMA Modem으로 구성된다.

시스템 제어부에서 전송된 자료는 과적관리사무소, 전광판 등의 경고표시장치, 단속대상차량의 휴대폰, PDA, Navigation 등의 외부 네트워크로 전송되어 실시간 확인이 가능하게 하고, 과적관리사무소에서는 관할 경찰청, 지방자치단체 등에 단속대상차량의 정보를 전송하여 단속대상차량에 대한 처리여부를 결정하고 처벌집행여부를 결정한다.

2.2. 전체 시스템의 체계

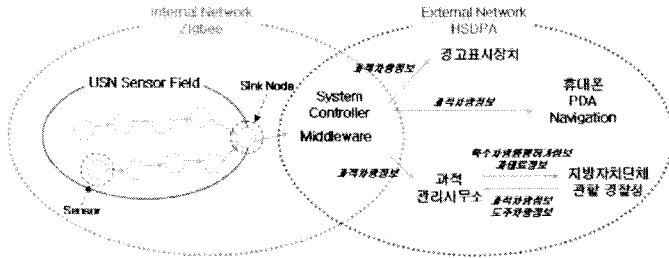


그림.3 U-중차량 무인과적단속시스템 체계도

그림.3은 U-중차량 무인과적단속시스템의 체계를 나타내는 그림이다. USN을 통하여 여러 센서로부터 측정된 정보들을 하나의 Sink Node에 전송하고 Sink Node에서는 측정된 정보를 System Controller로 전송한다. System Controller에서는 정보를 경고표시장치(VMS)로 전송하여 위반차량에 위반사실을 통보하고, 위반차량의 휴대폰, PDA, Navigation 등에 위반내용을 전송하며, 과적 관리사무소에 과적차량 정보를 통보한다. 과적 관리사무소에서는 관할 지방자치단체나 경찰청 등과 연계하여 위반 사실에 대한 처리 업무를 담당한다.

그림.3의 내부 네트워크(Internal Network)에서의 통신은 근거리 무선통신 기술 중 하나인 Zigbee를 이용하고, 외부 네트워크(External Network)에서의 통신은 3.5세대 무선통신 기술인 HSDPA(High-Speed Downlink Packet Access)를 이용한다.

2.3. 과적 시스템 알고리즘

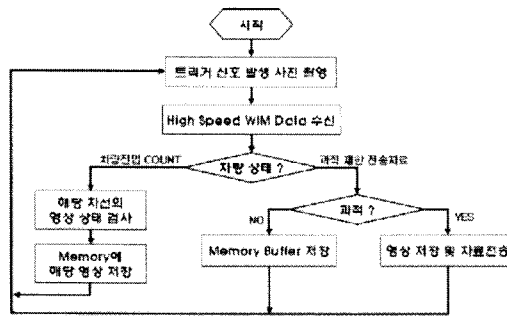


그림.4 시스템 알고리즘

그림.4는 U-중차량 무인과적단속시스템의 알고리즘을 나타낸 그림이다. 기본적으로 과적차량의 판단 순서는 위와 같은 과정에 의해 판단되며, 필요에 따라 운행 허가 차량 등의 정보를 추가하여 처리하는 알고리즘의 변경이 가능하다.

3. 유비쿼터스 플랫폼 설계

기존 과적단속시스템의 문제점을 해결하기 위해서는 유비쿼터스 기술을 과적단속시스템에 적용시켜 무인화, 무선화 시스템을 구축해야 할 필요가 있다. 이를 위해서는 센서를 통해 측정된 정보를 무선으로 전송하

여 위반내용 및 과태료 등의 정보를 사용자 및 과적차량에 알려줄 수 있는 Wireless 기술과 시스템 설계 기술이 필요하다. 본 시스템은 크게 USN Sensor Field와 System Controller로 구성되며, USN Sensor Field는 자료의 취합과 전송을 담당하고, System Controller는 자료의 가공과 외부 네트워크로의 전송을 담당한다.

3.1. USN Sensor Field

고속 WIM 센서의 경우 국내의 연구기관이나 기업 등에서 계속 연구 중에 있으며, 이미 상용화되어 사용되고 있는 제품들도 다수 있다. 현재까지 개발된 WIM 센서들의 주요 측정 방식은 Load Cell, Strain Gage, Piezo-Electric, Bending Plate, Piezo-Quartz, Optic Fiber 등이 있는데 이 중 실제로 60~80Km/h의 고속 주행 상태에서도 95%이상의 신뢰도를 보이는 High Speed WIM Sensor는 2~3개 정도에 불과한 실정이다. 고속 WIM Sensor는 무인과적단속시스템의 핵심이 되는 부분이므로 선정방법이나 센서 개발에 대한 연구도 병행되어야 할 것으로 보인다.

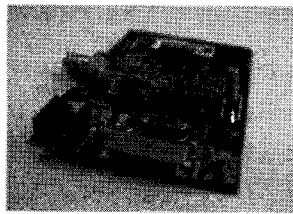


그림.5 Sensor Node

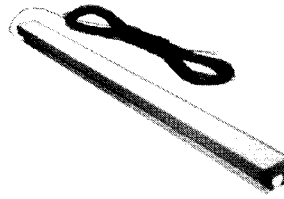


그림.6 WIM Sensor

High Speed WIM Sensor와 더불어 차량의 통과를 감지하는 Loop Sensor, 영상인식장치 등의 여러 가지 센서를 USN Sensor Field의 구성을 통해 무선화 하는 것이 중요하다.

Ubiquitous Sensor의 경우 그림.5에서 보는 Sensor Node를 그림.6과 같은 WIM Sensor에 장착하여 정보를 무선으로 전송할 수 있다. 이러한 방식으로 여러 개의 센서를 연동하여 각각의 센서마다 Zigbee 등의 무선통신 기술을 통해 Sensor Field를 구성함으로써 Wireless Sensor Field 구성이 가능해 진다.

본 시스템에서는 개별적인 센서들에 무선 센서 노드를 부착 또는 내장시켜 각각의 센서들을 Wireless Node화하고, 센서 간에 통신이 가능하도록 설계하여 USN Sensor Field를 구성한다.

3.2. 시스템 제어부 (System Controller)

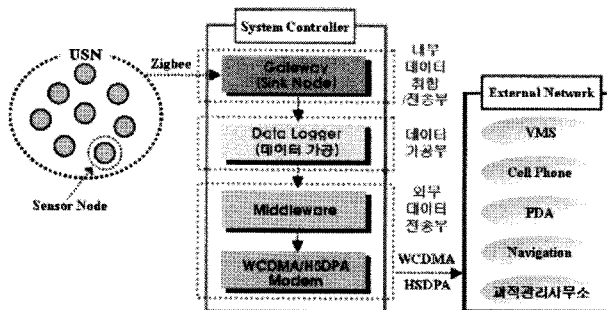


그림.7 시스템 제어부 전개도

그림.7은 시스템 제어부를 설명하는 그림이다. 이것은 1차적인 목적을 수행하기 위한 간략도면이며, 실제로 적용 시에는 차량의 중량에 따른 과적여부 판단까지 수행할 수 있는 제어부의 설계가 가능하다.

시스템 제어부에는 USN에서 취합된 정보가 모이는 Sink Node의 역할을 수행하는 Gateway와 센싱 데이터를 가공하는 Data Logger와 외부와의 통신을 가능하게 하는 소프트웨어인 Middleware와 직접적인 데이터를 전송하는 WCDMA 또는 HSDPA와 관련된 Modem이 내장된다.

3.2.1. Gateway

Gateway 및 Middleware 설계 기술의 경우 USN Sensor Field에서 취합된 정보를 다른 Sensor Field 또는 다른 네트워크로 전송할 때 정보가 나가는 문(Gate)의 역할을 한다. Gateway의 경우 Sensor Field에서 취합되는 자료가 지나가는 통로인 Sink Node를 통해서도 같은 기능을 하는 것이 가능하다.

3.2.2. Data Logger

센서 측정 데이터의 아날로그 입력을 디지털수로 변환하여 자동적으로 기록하는 장치로서 AD변환기를 통해서 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한다.

3.2.3. Middleware

Middleware는 두개이상의 시스템 사이에서 둘 사이를 중재하는 프로그래밍 서비스를 의미하는데 본 시스템의 경우 Sensor Field와 각 응용서비스 간의 동기화를 가능하게 한다. U-중차량 무인과적단속시스템의 경우 새롭게 제안된 서비스이고, 최첨단 기술을 적용시킨 시스템이기 때문에 시스템과 응용서비스의 호환성을 고려한 Middleware를 설계한다.

3.2.4. WCDMA / HSDPA Modem

VMS, 사용자의 휴대폰, PDA, Navigation 및 과적관리사무소에 과적차량 정보를 전송하기 위한 HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) 기술의 경우 3.5세대 이동통신 시스템으로서 기존의 CDMA 기술에 비해 고용량 전송, 빠른 데이터 전송이 가능하며 지지국에 대한 별도의 투자 없이 WCDMA 시스템을 약간만 개량하여 이용이 가능한 장점 등을 가지고 있다. 본 시스템에서는 HSDPA를 이용하여 취합되고 가공된 정보를 과적단속차량 및 관리사무소, 유관기관 등에 전송할 때 빠르고 정확하며 대용량의 정보전송이 가능해지고 무선 인터넷 등을 통한 확인을 가능하게 하여 실시간 내용 확인 서비스를 제공한다.

4. U-중차량 무인과적단속시스템의 적용방안

U-중차량 무인과적단속시스템의 경우 과적차량의 제한이나 단속 같은 여러 가지 목적에 따라 자유로운 운영 방식을 설정할 수 있다.

하나의 소규모 USN으로써 과적차량의 정보를 중앙관제시스템에 송신해주고 다른 지능형 교통체계 ITS (Intelligent Traffic System) 분야와 연계하여 국가적인 교통체계에 적용하는 것이 가능하며, 개별적인 시스템의 운영을 통해 단속대상차량의 출입을 통제하여 교량과 같은 구조물의 내하력 저하 방지를 위해 사용할 수 있다.

특히, ITS같은 국가적인 단위의 사용을 할 경우에는, 하나의 USN에서 측정된 과적차량의 정보를 타 USN

과 공유하여 도주차량 정보를 실시간으로 전송하고 경찰이나 과적단속반의 출동을 통해 도주차량에 대한 신속한 조치를 취하는 방식 등의 적용이 가능하다.

또한, 교량과 같은 특수구조물의 내구성 하락을 방지하는 목적으로서의 개별적인 이용이라면 Sensor Field에서 측정된 단속차량을 구조물의 진입 이전에 차단하여 구조물의 유지보수에 도움을 줄 수 있다.

이와 같은 U-중차량 무인과적단속시스템의 자유로운 활용성은 국가적인 목적이나 개별적인 목적의 사용이 가능하게 하여 시스템 적용의 효율성을 향상시킬 수 있다.

5. 결론

지금까지 고속주행 중 무인과적단속시스템 구축을 위한 유비쿼터스 기술의 적용 방안에 대한 연구로서, 각 센서간의 신속하고 정확한 데이터 교환을 위해 USN을 구성했고, 시스템의 호환성 향상을 위해 Gateway, Middleware, WCDMA/HSDPA Modem 등을 적용한 System Controller의 설계 기준을 제시하고 U-중차량 과적단속시스템의 과적 판단 알고리즘을 개발하여 효과적인 과적단속의 판단 기준을 제공했으며 시스템의 적용 가능성과 적용 방안에 대한 연구를 통해 ITS와의 연계성이나 개별적인 사용방법 등을 제시하였다.

또한, U-중차량 무인과적단속시스템에 대한 분석을 통해 본 시스템이 기존의 과적단속에 비해 경제적, 사회적으로 훨씬 효율적이고 신속하며 높은 신뢰도를 가지는 시스템인 것이 나타났고, 시스템의 세부적인 실제 적용방법을 연구한 결과, 유비쿼터스 기술과의 접목이 가능하며 많은 장점이 있는 것을 확인할 수 있었다.

이와 같이 본 시스템을 실제 도로, 교량 등에 적용함으로써 시스템의 무인화를 통한 인건비의 감소, 고성능 센서의 사용과 적절한 알고리즘을 통해 얻어지는 시스템의 신뢰도 향상, 무선화 시스템 구축으로 인한 시스템 설치의 편의성, 기존 과적단속 시스템 활용 기술의 적용을 통한 시스템 설치비 감소, u-ITS체계 확립 등의 편리하고 경제적인 효과들이 얻어질 것으로 예상된다.

감사의 글

본 연구는 한국건설교통기술평가원 건설핵심 기술연구개발 사업의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케한 한국건설교통기술평가원에 감사드립니다.

참고문헌

- 김은영과 이정원 (2006) 중차량 통행지표 분석 및 과적단속 업무시 활용방안, 서울도시연구 논문, 7(1), pp75~83
- 김호중 (2003) WIM Data 활용방안에 관한 연구, 석사학위논문, 명지대학교
- 심태무 (1998) Bridge Weigh-In-Motion System을 이용한 중차량의 통행특성에 관한 연구, 석사학위논문, 경희대학교
- (주)송화이엔씨 (2004) 중차량 통행노선 및 시스템 개발, 1, 서울특별시, 한국
- A. Emin Aktan 등 (2002) Monitoring and Safety Evaluation of Existing Concrete Structures, State-of-the-Art Report, USA
- Andrew P. Nichols (2004) Quality Control Procedures For Weigh-In-Motion Data, Doctor of Philosophy, Purdue Univ.