

운행제한(과적)차량 단속체계 성능 개선을 위한 화상인식 시스템 활용에 관한 연구

임혁규*, 김현석*, 박현석*, 한대철*, 김병기*, 김주현**
 *한국건설기술연구원 토목연구부, **안양대학교 도시공학과

The Study on Application of Image Processing System to enhance the Efficiency of Enforcement System for Overlimit(Overweight) Vehicles

Hyuk-Kyu Lim*, Hyun-Suk Kim*, Hyun-Suk Park*, Dae-Cheol Han*, Byeong-Ki Kim*, Ju-Hyun Kim**
 *Korea Inst. of Const. Tech. Civil Eng. Division, **Anyang Uni. Dep. of Urban Eng.

Abstract - At present electrical and electronic technologies is rapidly improved, and they have formed their market widely. New technologies such as traffic signal system, navigation system and unmanned vehicle are connected with transportation field. Among these advanced technologies, the Image Processing Technology has been used for the astro-navigation, medicine, military field and so forth. Recently The Image Processing Technologies are widely applied to traffic enforcement system for signal, speed limit and HOV lane. In this study we developed the advanced enforcement system for over limit(overweight)vehicles using Image Processing System.

1. 서 론

운행제한(과적)차량은 도로 및 교량 구조물과 도로 횡단 시설물 등에 손상 요인으로 작용하므로 시설물의 내구 연한을 단축시켜 이에 따른 유지보수 비용을 증가시킨다. 또한, 주행 성능이 상대적으로 떨어지므로 해당 도로의 용량을 저하시키며, 운행시 소음과 진동의 유발, 배기가스 배출 등으로 도로변 환경 악화의 요인으로도 작용한다. 이에 정부에서는 운행제한(과적) 차량을 단속하기 위한 검문소를 설치하여 운영하고 있다. 이들 검문소에는 저속 축중계와 높이 측정기 및 촬영 장치 등이 설치되어 있으며, 검문소 전방 약 1km에는 주행 중인 차량의 중량을 자동으로 측정할 수 있는 고속 축중계(High Speed Weigh-In-Motion)가 설치되어 있다. 이와 같은 방식의 단속체계로는 위반차량에 대한 효과적인 단속이 어려우므로, 이에 대한 제도적 또는 시스템 성능 개선이 요구되고 있다.

본 논문에서는 기존 시스템의 성능개선을 위해 위반차량의 단속에 널리 사용되고 있는 화상인식 시스템을 기존의 단속체계와 연계시켜 개선된 단속 시스템을 개발하고자 한다. 국내의 경우, 화상인식 시스템이 제한속도, 버스전용차로, 신호 등 교통법규 위반차량 단속에 널리 활용되고 있으나 운행제한(과적)차량 단속에 활용된 사례는 없는 실정이다. 운행제한(과적)차량의 대부분은 화물차량으로 이들 차량의 번호판 체계와 크기, 부착 위치 등이 가변적이기 때문에 여타 차종에 비해 번호판 인식에 어려움이 있다. 따라서 기존 운행제한(과적)차량의 단속체계에 대해 화상인식 시스템의 연계방안을 연구하며, 이를 현장에 적용하기 위해 화상인식시스템의 설계 사양, 성능평가 및 결과를 도출하여, 시스템의 현장 적용성과 단속체계의 효율성을 분석한다.

2. 본 론

2.1 운행제한(과적)차량 단속 체계

현재 우리 나라의 일반국도상 고정식 운행제한(과적) 차량 검문소는 저속 축중계 검문소와 저·고속 축중계 연계 검문소 등 2가지 방식으로 운영되고 있다. 저속 축중계 검문소는 진입유도 대상이 되는 화물차 즉, 운행제한(과적) 협의차량의 판별을 단속원의 육안 경험에 의존하는 방식의 검문소로 전방에 진입안내 표지가 있기는 하나 실제로 협의차량 진입유도는 단속원의 수신호를 통해 이루어진다. 이에 비해 저·고속 축중계 연계 검문소는 그림 1과 같이 저속 축중계 검문소의 단속 시스템에 고속 축중계와 진입안내 표지판(Variable Message Sign, VMS) 등을 연계한 형태로 검문소 전방 본선상 고속 축중계에 의한 1차 계층을 통해 과적 협의차량을 판별하며, 과적 협의차량의 진입유도 또한 진입안내 표지판을 통해 이루어지는 단속 시스템이다. 저속 축중계 바로 옆에 높이 측정기가 설치되어 있어 검차시 중량 측정과 동시에 높이 측정이 이루어진다. 중량은 축하중 10톤, 총중량 40톤으로 규정되어 있다. 위반차량이 적발될 경우에는 저속 축중계 후방에 설치된 카메라가 적발차량을 자동으로 촬영하며, 그와 동시에 계측용 부가 차로 옆에 설치된 위반내역 표시 장치가 중량 및 높이 초과 등의 위반 내역을 표시한다. 그림 1에서 화상인식 시스템과 검문소 중앙관제 장치를 설치하여 주행중 운행제한(과적)차량의 사진 및 위반내역을 촬영하고, 데이터 베이스화 하여 효과적인 무인단속 및 단속의 실효성을 높이고자 한다.

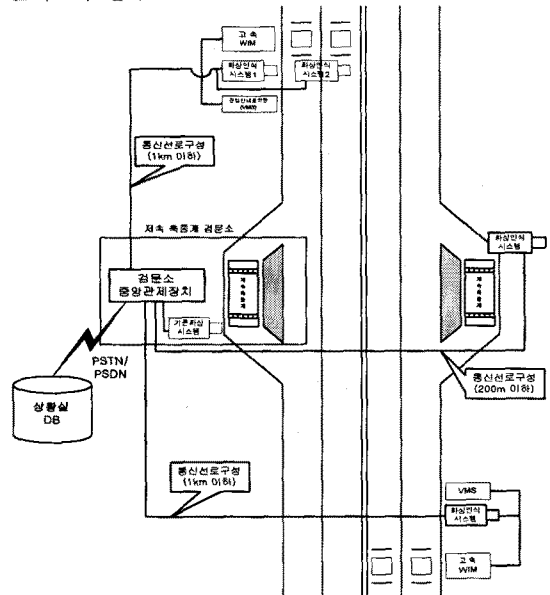


그림 1. 전체 시스템 구성도

2.2 화상인식 시스템 연계 방안

화상인식 시스템은 고속 축중계 후방 약 30m 지점에 그림 1과 같이 설치한다. 각각의 화상인식 시스템은 별도로 고속 축중계에서 촬영신호를 받아 과적 혐의차량을 촬영하여 전방 VMS에 차량번호 및 진입유도 문안을 표출하고, 과적검문소에서 과적으로 최종 판정된 영상만 화상데이터베이스에 저장되어 관리되며, 화상데이터베이스는 외부 데이터베이스와도 연계되어 운영된다.

2.2.1 화상인식 시스템 구성

그림 2는 화상인식 시스템의 지역제어장치, 중앙관제장치 및 상황실의 장비 현황 및 네트워크 구성 현황을 보여주고 있다. 지역제어장치는 카메라, 조명, 제어기 및 구조물로 구성되며, 중앙관제장치와 RS232 또는 RS422로 데이터 통신을 한다. 통신 구간은 약 1km로 UTP(Unshielded Twisted Pair) 케이블을 이용하여 구성된다. 중앙관제장치는 위반차량 영상, 차중, 적발상황, 방향 및 시간 등의 화상 데이터베이스를 가지고 있고, 내부 시스템은 Ethernet으로 구성되어 있다. 지역제어기에서 연속적으로 위반차량이 적발되어도 데이터 충돌없이 차량사진, 위반내역, 시간, 장소, 일자 등의 정보를 출력할 수 있다.

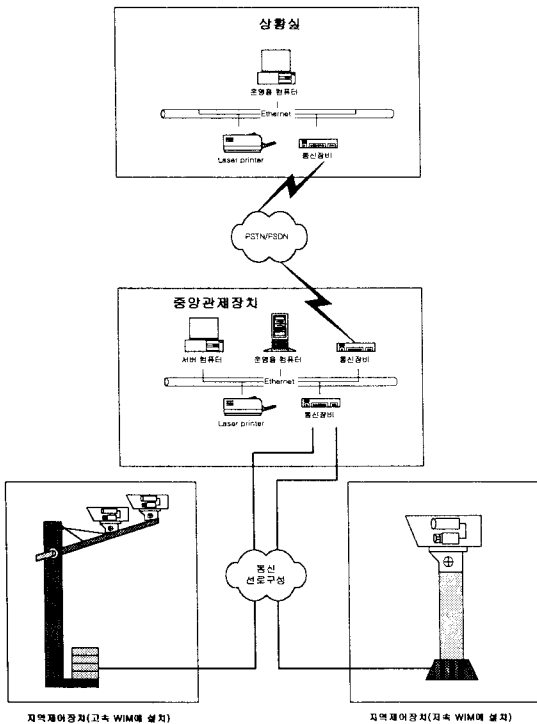


그림 2. 화상인식 시스템 구성도

2.2.2 화상인식 시스템 운영

화상인식 시스템은 그림 2에서 보듯이 중앙관제장치 및 지역제어장치, 상황실로 구성되며, 중앙관제장치는 지역제어장치에서 촬영된 과적차량 및 시스템의 전반적인 상황을 총괄적으로 관리하며, 각 지역제어장치에서 전송된 위반차량 데이터는 중앙관제장치의 데이터베이스에 저장된다. 위반차량데이터는 운영컴퓨터 및 프린터를 이용하여 실시간으로 영상출력, 적발고지서발부, 적발일

지 및 각종 통계자료를 산출한다. 또한 데이터 백업기능을 가지고 있어 기존 위반차량 영상을 항시 검색한다. 상황실의 기본적인 운영은 과적검문소에 설치된 중앙관제장치의 기능을 가지고 있고, 추가로 지역제어장치 및 중앙관제장치의 운영상태를 점검할 수 있는 기능을 가지고 있다. 지역제어장치는 검지부 및 카메라부, 제어부로 구성되며, 기존 고속 축중계에서 Trigger 신호를 입력받아 위반차량을 촬영하여 중앙관제장치로 위반차량 영상 및 데이터를 전송하는 기능을 가지고 있다. 지역제어장치는 표 1과 같은 국내 번호판 체계에 따라 위반차량 촬영 및 촬영된 영상에서 번호판을 찾아 인식하고, 촬영된 영상데이터를 압축 처리하며, 압축된 영상데이터를 중앙으로 전송하는 통신기능을 가지고 있다. 영상데이터는 촬영된 영상의 S/N비를 자동으로 산출하여 최적의 화질을 보장할 수 있도록 압축 비율이 자동 조절된다. 일반적으로 압축비율이 높으며, 전송 효율은 증가되는 반면 화질 손상이 크게 일어나고, 압축비율이 낮으면 전송 효율은 떨어지나 선명한 화질을 보장할 수 있다. 그러므로 신뢰성 있는 화질을 보장하면서 최적의 전송효과를 꾀할 수 있는 압축기법을 사용하여야 한다. 따라서 국제규격인 JPEG(Joint Picture Experts Group)을 기본으로 수용하며, 화질의 선명도를 향상시키기 위한 영상보정 알고리즘을 가지고 있다. 이렇게 압축된 데이터는 통신라인을 거쳐 중앙관제장치로 전송되어지고, 중앙관제장치에서는 압축된 영상을 원 영상으로 복원하여 사진으로 출력받는다.

표 1. 차량번호에 따른 차종 분류표

차종 번호 예시	구분호 : 서울 3 트 9371				신번호 : 경기 65 가 5307			
	A	C	D		B	C	D	
번호 항목	차종 분류 방법							
A	숫 자	1, 2, 3, 4	5, 6	7, 8	9			
	분 류	승용자동차	승합자동차	화물자동차	특수자동차			
B	숫 자	11 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 97	98 ~ 99			
	분 류	승용자동차	승합자동차	화물자동차	특수자동차			
C	한 글	바, 사, 아, 자	허	기 타				
	분 류	사업용	대여사업용	비사업용				
D	등록 번호							

2.3 현장적용 시험

검지부에서 촬영신호를 받은 제어부는 위반차량을 촬영함과 동시에 자동차 번호판 인식을 수행한다. 번호판 인식은 정상적인 시야(교정시야 포함)를 가진 사람을 기준으로 하였으며, 본 연구에서는 과적차량(과적혐의 차량 포함)에 대한 단속업무 관련이므로, 화물자동차 및 특수자동차의 번호판 인식은 표 2의 번호판 인식 기능 규격 이상이어야 한다.

표 2. 번호판 인식 기능 규격

구 분	기 준	비 고
인식속도	0.5초	
인식범위	차량전체 : 육안인식가능한 차량 번호판 및 운전자 얼굴	
검지율	80%	차량 검지
번호판 인식율	80%(검지된 차량에 대한 인식)	번호 인식
인식가능 차간거리	10m	연속차량 거리
번호판 인식	95년 12월31일 이전번호판과 96년 1월1일 이후의 번호판 동시 인식	
인식 범의	- 육안 식별 불가능인 번호판 - 외교, 군사, 임시번호, 특수 번호판	

2.3.1 하드웨어 규격

본 연구에 사용된 화상인식 시스템은 카메라 부, 제어 부 및 프린터로 구성하였으며, 차량 감지 신호는 수동으로 하였다. 카메라 부는 카메라, 렌즈, 조명, 하우징, 팬·틸트 및 기타 품목으로 구성하였다. 카메라는 2/3 인치 Progressive Scanning Interline Transfer CCD를 사용하였으며, 렌즈는 15 ~ 180mm 가변전동 Zoom렌즈를 사용하였고, 집광거리 35m이고 파장대역이 630nm인 적외선 필터를 채용한 조명장치를 사용하였다. 제어부는 메인 메모리 32Mbyte에 Frame Grabber 보드를 장착한 펜티엄 MMX-233 컴퓨터를 사용하였고, 프린터는 600DPI 레이저 프린터를 사용하였다.

2.3.2 실험결과

일반적으로 번호판을 보통자동차 335 × 170mm, 대형자동차 440 × 220mm이고, 사업용 차량은 황색지에 남색문자를 사용하여야 하며, 번호표에 표시되는 관찰관청, 용도 및 일련번호는 1.3mm 양각되어야 하고, 일련번호는 0.5mm 음각 되어야 한다. 본 실험에서는 실험 차량을 촬영하여 표 3과 같은 출력물을 출력하는 방법으로 하고, 보통자동차 및 대형자동차를 대상으로 하였으며, 12대의 차량에 대하여 3회(총36회) 차량을 검지하고 번호판을 인식하도록 하였다. 36회중 검지하지 못한 차량이 6회이고, 검지된 30대에 대한 번호판 인식률은 100%이다. 따라서 차량 검지율 83%, 번호판 인식률 100%의 결과를 얻었다.

표 3. 실험 결과물 양식

입력번호	입산-19990101-00001		담당부서	○○국도유지건설사무소							
취반일시	1999년 1월 1일		취반장소	입산정관소							
차량번호	충 82 가 8095		차 종	15톤임포							
차 주	이 름	아무개	주 소	경기도 고양시 일산구 대화동 2311번지 ○층 ○번							
	주민번호	111111-111111		주 소	경기도 고양시 일산구 대화동 2311번지 ○층 ○번						
차 주	이 름	아무개	주 소		경기도 고양시 일산구 대화동 2311번지 ○층 ○번						
	주민번호	111111-111112		주 소	경기도 고양시 일산구 대화동 2311번지 ○층 ○번						
운전자	이 름	아무개	주 소		경기도 고양시 일산구 대화동 2311번지 ○층 ○번						
	주민번호	111111-111113		주 소	경기도 고양시 일산구 대화동 2311번지 ○층 ○번						
	면허번호	서 111111									
확 인	사명										
취반 내용	축 수	1축	2축	3축	4축	5축	6축	7축	총중량		
	육경 축하중(톤)	15	13	15	18				61		
	기준 축하중(톤)	11	11	11	11				44		
	취반 축하중(톤)	4	2	4	7				19		
	높이	축간높이(cm)	450		기준높이(cm)	420		취반높이(cm)	30		
도로관리원 확인		상기 내용은 사실입니다. (서명)									



상기 차량은 도로법 제54조 제1항 동법 시행령 제28조의 3에 의한 운행제한 위반을 하였습니다.

3. 결 론

본 연구에서는 차량검지를 하기 위하여 고속WIM에서 발생하는 Trigger 신호를 사용하지않고 수동으로 검지 신호를 발생 시켰으며, 야간 상황에 대한 실험은 하지 못하였다. 또한 검지된 차량에 대한 번호판 인식은 아주 양호하나, 차량 자체를 검지하지 못하는 경향이 나타나고 있다. 따라서 화상인식 시스템이 운행제한(과적)차량 단속 체계와 연계하기 위하여 고속WIM의 Trigger 신호와 연계를 하여야 하며, 연계후 통과차량에 대한 검지율을 향상 시켜야 한다. 그러나 전체적으로 검지율 및 번호판 인식률은 기존 단속체계와 연계하여 운영할 수 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] 건설교통부, 운행제한차량 단속요령, 1993.7.
- [2] 한국건설기술연구원, 과적차량 단속체계 개선방안연구, 1995.
- [3] 도로교통안전협회, 무인단속 시스템 설치기준 및 효과분석에 관한 연구, 1997.
- [4] Truck Weight Limit(Issues & Options).Special Report 225, TRB, 1990.
- [5] Washington, D.C. Commercial Vehicle Operations (CVO) Electronic Screening System, 1997.
- [6] E1318-94 Standard Specification for Highway Weigh-in-Motion(WIM) Systems With User Requirements and Test Method, 1997.
- [7] R.L. Seiden, M.L. Glidewell, O.R. Pardo, Improved Overheight Vehicle Detector For Boston Central Artery/tunnel Project, 1998.