

복합 센서를 이용한 교통 신호운영체계에 관한 연구

황귀연* · 정양권* · 최형주** · 혜학무***

A Study on a Traffic Signal Operation system using complex Sensor

Gui-Youn Hwang* · Yang-Kwon Jeong* · Hyung-Ju Choi** · Xue-wu Hui***

요 약

본 연구는 주로 사용하고 있는 차량 검지 방식인 루프 방식의 문제점을 도출하고 직진성이 강하고 주변 환경이나 날씨영향에 강한 레이저와 검지 범위가 넓은 도플러 레이더를 복합하여 현재의 검지방식의 단점을 개선하고 앞 막힘에 문제점을 해결할 수 있는 신호운영 체계를 제안하고자 한다.

본 제안 방식이 VISSIM 도구를 이용하여 남광주역에서 서창입구까지의 10Km 구간에 적용해 본 결과 연속진행연동체계와 교호진행연동체계보다 진입 차량에 따라서 15%에서 30% 정도가 효과적인 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

ABSTRACT

This study is proposed traffic signal operating system to find existing problems of loop system and complex with doplar system, which have strong linearity, resistance of weather effects and wide range to improve delay problems that used in vehicle detection method.

This proposed method have simulated on Southern-Gwangju station to Enter of SeoChang take about 10km by using VISSIM tool and we found this proposed method is 15% through(또는 to) 30% more effective than continuous progress interlocking system or crossing progress interlocking system

키워드

Laser, Radar, Traffic Signal Operation System, Loop Detector
레이저, 레이더, 교통신호운영체계, 루프검지기

1. 서 론

본 연구는 도심의 늘어나는 교통량의 문제점을 개선하고 원활한 교통흐름을 위한 신호운영체계 구축에

관한 것이다.

현재 주로 상용되고 있는 차량 검지 방식으로는 루프검지, 영상검지 방식 등이 활용되고 있다. 루프검지 방식은 도로를 재포장할 경우와 도로가 파손이 된 경

* 동신대학교 컴퓨터학과 황귀연(ml1028@hanmail.net)

* 교신저자(corresponding author) : 동신대학교 정양권(jovialsun@naver.com)

** (주) 이지나우 최형주(hjchoi1223@naver.com)

*** 라오닝과학기술대학교 애니메이션학과 혜학무 (huixuewu@hotmail.com)

접수일자 : 2013. 08. 23

심사(수정)일자 : 2013. 09. 23

게재확정일자 : 2013. 10. 21

우 등 검지기를 제시공 하여야 하는 문제와, 유지보수 비용이 많이 소요된다는 문제점을 가지고 있다. 초음파검지기 방식은 공기를 통해 이동하는 습기, 주변 온도의 환경 등에 민감하여 왜곡된 정보를 생산하거나 손상될 수 있다는 단점을 지니고 있다. 영상검지방식은 눈이나 비 또는 그림자, 야간 등의 기후와 빛의 변화에 의한 오 인식 등으로 검지율이 떨어지는 단점이 있다

현재의 신호운영 체계로는 시간 배당 또는 부분적 연동 신호운영 체계를 기반으로 운영되고 있는 관계로 순간적으로 진입하는 차량에 대한 정보를 효율적으로 운영하는데 한계가 있다. 더불어 교통량 정보를 효율적이며 실시간으로 제공하기 위해서는 광역적인 정보 운영 체계가 요구됨에 따라 광역 운영체계에 따른 노드 링크 문제와 기존의 루프 센서, 영상 검지 센서, 그리고 초음파 센서에 대한 문제점을 도출하고 이를 해결하고자 알고리즘을 제안하였다.

본 연구 2장에서는 주요 검지 시스템, 3장에서는 실시간 운영 체계에 대한 제안 알고리즘을 4장에서는 제안에 대한 분석, 5장에서 결론 순으로 기술하고자 한다.

II. 주요 검지 시스템

1) 루프 검지시스템

루프 검지기는 크게 아날로그 방식과 디지털 방식으로 나눌 수 있는데 루프 인덕턴스(Inductance)와 캐패시턴스(Capacitance)에 의한 공진주파수의 변화가 온도와 습도 등의 환경적 요인 변화에 의해 큰 영향을 받으므로 이를 보상하는 기능이 필요하다. 현재는 아날로그 방식보다는 보다 신뢰성 있고 안정적이며 정확한 측정과 처리 방식을 다양하게 할 수 있는 디지털 방식이 많이 사용되고 있다.

루프 검지기는 타 검지기에 비해 설치비가 저렴하고 검지정보의 신뢰성이 우수하다는 장점을 가지고 있지만, 설치 공사시 교통 흐름을 방해하고 도로 파손에 따른 유지보수비용이 과다하게 요구되는 문제점을 가지고 있다. [1-2]

2) 초음파 검지 시스템

초음파 검지기는 매질(공기)속을 전파하는 20~65KHz의 탄성 진동파를 주행차량에 주사하여 차량으로부터 반사되는 반사파를 검지해 차량의 존재유무를 감지하는 방식이다. 초음파 검지기에는 수동형(Passive)과 능동형(Active)이 있으며, 수동형은 스스로 초음파를 발생시키지 않고 초음파를 수신하는 검지기이고, 능동형은 스스로 초음파를 발생시켜 대상체로부터 반사 신호를 수신하는 검지기이다. 초음파 검지기는 일반적으로 진동자라고 하는 전기음향 변환기와 주변 전자회로로 구성된다.

초음파 검지기는 높이에 따라 차량 구분이 가능하고 설치 공사시 교통 흐름에 직접적인 방해가 없다는 장점이 있으나 루프 검지기에 비해 구매 및 설치비가 과다하며 교통 정체 지역에서는 다소 부정확하며, 초음파는 공기를 통해 이동하므로 습기, 주변 온도 등의 환경요소에 의해 왜곡되거나 약해 질수 있다는 문제점을 가지고 있다.[3-4]

3) 영상 검지 시스템

영상 검지 시스템에서 사용하는 처리 방법에는 프레임간의 영상 차이(deference)를 이용하는 방법, 다수 프레임간의 대응점 추출 방법, 기준 영상과 현재의 영상간의 차이를 이용하는 방법 등이 있다. 프레임간의 영상 차이를 이용하는 방법은 기본적으로 시간 중심의 부분 개념을 이용한 것으로 고주파 잡음의 영향이 크고, 이동이 많은 객체에 대해서는 형상과약이 어렵다는 특성이 있다. 다수 프레임간의 대응점 추출 방법은 여러 개의 프레임 메모리를 기반으로 이동 객체의 대응점을 추적하는 것으로 가장 정확한 자료를 얻을 수 있으나, 시스템 구성이 복잡할 뿐만 아니라 실시간 처리에 많은 부하가 걸리고 구성 비용이 많아지며 어려운 점이 발생할 수 있다. 기준 영상과 다음 영상간의 차이를 이용하는 방법은 이동 객체의 위치를 각 프레임 영상에서 기준영상(배경영상)과의 차이를 구하는 방법이다. 이 방법의 경우 배경영상과 이동 객체의 영상이 비슷할 경우 이동 객체의 검출에 어려운 점이 있고, 환경 변화에 따라 배경 영상의 변화량을 갱신해야 하는 단점이 있다.

영상검지기 시스템은 기존의 신호등 지주를 이용하여 설치가능하고, 교통상황을 실시간으로 모니터링 가

능하다는 장점을 가지고 있으나, 설치 및 유지보수에 전문 인력이 필요하고, 터널이나 교량 설치시 제약이 따르고 조도변화, 기상상태변화, 교통상황, 잠음 등의 돌발적인 상황에 대한 적용이 어렵다는 단점이 있다.[6-10]

III. 신호 운영체계 제안

효율적인 교통 정보 체계를 구성하기 위해서는 시스템의 요소가 중요하다. 즉 하드웨어의 핵심인 감지 센서와 이를 기반으로 구성하는 소프트웨어가 핵심이다. 서론에서 기술한 바와 같이 루프 센서, 영상 감지 센서, 초음파 센서 등에는 각각의 장점과 단점들이 있다. 이러한 문제점의 개선이 요구되어 본 연구에서는 단순 목적으로는 레이저 센서를 이용하는 것이 정확성면에서 그리고 교통량을 기반으로 신호 체계를 운영하는 측면에서는 레이더센서가 효과적이라는 결론을 얻었다. 그 이유로는 레이저 센서는 직진성이 강하고 주변 환경이나 날씨 영향에 강한 레이저를 이용해 각각의 차선에 설치하여 위반 차량을 정확하게 단속할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

더불어 레이더의 경우 특정차선에 국한성이 없을 경우 검지범위가 넓은 도플러 레이더를 이용하여 여러 차선을 동시에 교통량을 측정할 수 있어 사용 지역이나 용도에 맞게 현장에 적용 할 수 있다는 장점과 특성을 지니고 있기 때문이다.

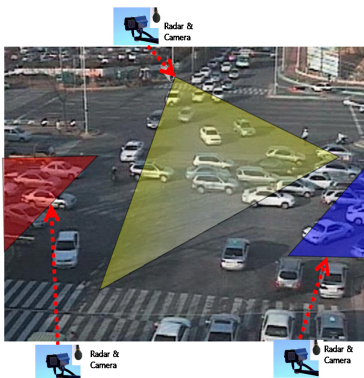


그림 1. 레이더 센서를 이용한 꼬리물기 검지 시스템
Fig. 1 Detection system tail driving to violation using radar sensor

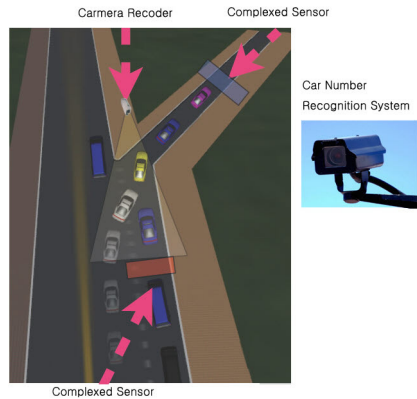


그림 2. 레이저 센서를 이용한 끼어들기 방지 시스템
Fig. 2 Detection system driving to interrupt using laser sensor

그림 1에서는 레이더 센서를 이용하여 꼬리 물기 단속을 위한 기능과 교통량을 실시간으로 검지할 수 있어 신호운영체계와 연동할 수 있다. 또한 그림 2에서 제안한 끼어들기 시스템에는 레이저를 기반으로 끼어들기 시점과 종점에 레이저 센서를 설치하여 진입과 진출 차량에 대한 정보를 인식하여 위반 여부를 판독할 수 있다. 상기와 같이 각각의 센서들이 지니고 있는 두 개의 센서를 복합하여 단속과 신호 운영체계에 적용함으로써 교통량의 정체와 지체에 영향을 주는 꼬리물기나 끼어들기와 같은 단속을 병행하여 교통 체증의 원인을 제거함과 동시에 교통류의 흐름을 원활하게 할 수 있는 신호 운영체계의 성능을 개선하는 알고리즘과 방법을 제안하고자 한다.

따라서 교통류의 흐름을 개선할 목적으로 적용하고 있는 신호 연동화 방법으로는 신호 연동 구간을 정한 후 동시에 운영하는 동시연동체계 방법과 교차로 간 신호를 엇갈리게 하는 교호연동체계와 차량의 연속진행이 가능하도록 하는 연속진행연동체계가 있다. 더불어 상기의 연동 체계에는 교차로를 통과하는 차량들의 과속을 유도하여 안전성의 문제가 발생할 수 있으나 교차로 간 거리가 짧을 경우에 연동화의 효과를 높일 수 있다는 특징이 있다.

본 연구에서는 상기의 연동화 방법들은 환경에 따라서 장점과 단점들의 상쇄로 인하여 정체와 지체가 발생할 수 있다는 문제점이 상존된다는 점들을 도출하고 이를 해결하고자 하드웨어에서는 레이더와 레이

저를 융합한 복합센서를 제안하고 이를 기반으로 소프트웨어에서는 정적 연동화 기법이 아닌 실시간 기반 동적 연동화 기법을 제안하였다.

제안 방법이 기존 방법들 보다 효율적으로 교통류의 흐름을 원활하게 유지할 수 있다는 점을 입증하기 위하여 고려해야 할 요소로 각 교차로의 처리능력과 이와 관련된 각 차량에 대한 출발 차간 간격, 손실시간, 포화 교통류율, 용량에 대한 정의와 개념은 다음 수식에 기술한 내용을 중심으로 평가를 하였다. 출발 차간 간격은 녹색 신호 시간이 시작된 후 일정시간이 지난 후 정상 운행이 되기까지 소요되는 시간을 의미하며 출발 차간 간격의 요소에 따라서 교통용량이 결정이 되기 때문에 매우 중요한 요소이다. 이러한 요소는 출발지체와 소멸지체 시간으로 보며 주어진 녹색 신호 시간의 유효성을 산정할 수 있는 유효 녹색시간 식(1) 및 포화 교통류율은 식 (2)와 교통용량 산정은 식(3)을 이용하여 계정하였고, 그 효율성을 검증할 목적으로 (식 4)에서부터 (식 6)의 공식을 활용하였다 [5].

$$g = G - l \tag{1}$$

여기서 g = 녹색 유효 시간
 G = 녹색시간
 l = 손실시간

$$S = \frac{3600}{h} \tag{2}$$

여기서 S = 포화교통류율(대/시) >
 h = 차간 간격(초)

$$c = S \cdot \frac{g}{C} \tag{3}$$

여기서 c = 용량
 S = 포화교통류율
 g = 유효녹색시간
 C = 신호주기

다음으로 적색신호와 녹색신호 사이의 준비 단계로 황색신호 시간은 차로의 수와 속도에 따라서 할당을 하는데 차로 수나 속도에 비례하지만 통상 3에서 6초 사이이며 황색시간 산정에는 ITE 방식인 식 (4)을 적

용하였다.

$$y = t + \frac{S_{85}}{2a + 2g \cdot gl} \tag{4}$$

여기서 t = 운전자 반응시간
 S_{85} = 85% 속도
 a = 감속도
 g = $9.8m/s^2$
 gl = 경사도

황색시간 배당과 관계해서는 통행과 관련해서 운전자의 판단과 관련한 딜레마 존이 존재하는데 이때 운전자의 반응 시간을 별도로 고려하지 않은 경우에는 식(5)를 근거로 하였다.

$$\overline{Dz} = x - d = Y_{\text{적정치}} \cdot \overline{S} - Y_{\text{설정치}} \cdot \overline{S} \tag{5}$$

여기서 \overline{Dz} = 딜레마존의거리
 x = 운전자의 필요거리
 d = 주어진 거리
 Y_0 = 적정황색시간
 Y_e = 주어진황색시간
 \overline{S} = 85%수준의교통량의속도

딜레마 존을 최소화하기 위한 식은 반응시간, 교통량의 속도, 구배, 감속도, 통과거리와 차량 길이를 활용하였다.

$$Y = \text{정지선정지시간} \dots + \text{교차로통과시간} \tag{6}$$

$$= t + \frac{S_0}{2a + 2gf} + \frac{w + L}{S_0}$$

식(6)을 기준으로 황색 시간을 설정하며 연동과 관련해서는 너무 길게 한다든지 또는 다르게 할 경우 대기 차량의 지체와 상관관계가 있기 때문에 많은 고려를 해야 한다. 그리고 녹색시간의 분배에서는 임계 교통류가 반영되어야 하며 이는 교차로 이용의 편의성과 직접적인 관련으로 나타나기 때문이다.

다음으로 교차로의 운영 효과의 요소로는 지체 정도, 대기행렬, 정지횟수가 이용된다. 지체정도가 교차로의 운영효과를 분석하고 평가하는데 중요한 기능을 한다. 지체는 다시 두 가지로 나뉘지는데 교차로에서 정지하

면서 지체를 유발하는 정지시간지체와 정지지체시간을 포화교통류율은 교차로에서 감소되는 요소로 접근과정에서 발생하는 지체로 나뉜다. 그리고 이상적으로 소요되는 통행시간과 실제로 소요되는 통행시간 간의 차이인 통행시간지체와 차량대기행렬에 끼어 교차로 횡단까지 소요되는 대기지체 요소도 교차로 운영에 반영될 수 있지만 본 연구에서는 제외를 하였다.

다음으로 실험 구간에서의 소요시간은 그림 3과 같은 순서도에 따라서 결정하였으며 출발점에서 종점까지의 41개의 교차로에서 시작하여 진입하는 차량의 복잡도에 따라서 신호주기와 다음 교차로까지의 진행 시간, 제한속도 준수 등 원활한 교통류를 위하여 회전 방향 교차로, 보행자 보호 교차로, 회전 및 횡단차량 보호 교차로, 상출 교통류 보호 여부, 차량 진행 각도 조절 여부, 통행 제한 차량 여부 등을 확인하여 반영하였다. 이러한 교차로 설계요소가 교통류에 영향을 미치는지를 검토하기 위하여 실험 구간간의 교차로 정보도 같이 반영을 하였다.

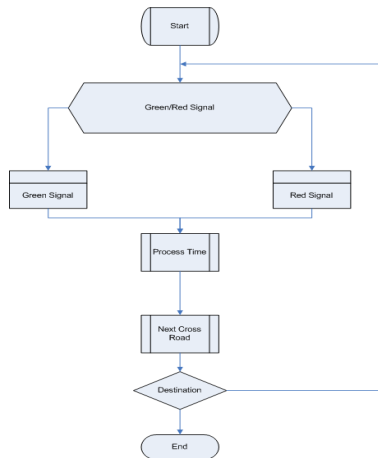


그림 3. 소요시간 계산 차트
Fig. 3 Time compute chart

본 제안 알고리즘에서는 광역 교통량 정보를 획득할 수 있는 레이더 센서를 통해 통행량의 용량이 루프에서 체크하는 것 보다 더 정확한 정보를 획득할 수 있으며 방향성을 지닌 교통량의 정보를 구할 수 있다는 점에서 루프 센서보다 효과적이다. 교통량의 수보다 방향성을 지니고 있는 정보에 근간하여 신호 체계를 연동시키는 것을 의미한다. 루프센서나 영상

방식에서처럼 통행차량의 수를 세는 방식에는 통행 차량이 많다 또는 적다라는 정보는 획득할 수는 있지만 동쪽에서 남쪽방향으로 서쪽에서 북쪽 방향으로 교통량의 흐름을 도출하기에는 적절하지 못하는 점이 있지만 레이더와 레이저가 복합된 제안 센서에서는 이러한 네트워크 데이터를 기반으로 교통량의 방향성 정보를 도출할 수 있다는 장점으로 신호데이터와 연계할 수 있다는 특징이 있다. 신호 센서로부터 획득된 교통량의 유형은 다양하게 도출될 수 있다.

시뮬레이션 도구로는 VISSIM을 적용하였으며 이 모델은 주로 감응신호제어 전략, 고정신호제어 네트워크에 적용 가능성 검토, 보행자를 포함한 다양한 종류의 기하구조에 적용 가능 여부, 대중교통의 신호우선 분석, 정차장 평가, 열차의 용량분석, 요금 정산소에 반영하는 시설물 영향 분석, ITS 전략의 영향 평가에 사용되는 도구로 평가를 받고 있어 본 연구에서 시뮬레이션 도구로 활용하였다.

IV. 시스템 분석 및 실험 결과

본 연구는 레이저 및 레이더를 사용하여 교통량과 점유율, 흐름을 파악하고 현재 신호운영체제와 연동하여 기존에 많이 설치되어있는 루프검지기의 단점인 포장상태 변형에 따른 검지기의 성능저하나 도로파손에 따른 유지보수비용 과다 지출, 포장상태 변형에 따른 검지기의 성능 저하를 개선시킬 수 있는 시스템을 구축하는 것과 실시간으로 교통류를 원활하게 하며 정체나 지체의 문제인 끼어들기와 꼬리물기 등을 사전에 단속하는 시스템을 병행함과 동시에 신호운영체제와 연동하여 하드웨어의 문제점 개선과 정형화된 신호운영체제 대신 실시간 교통정보를 기반으로 동적 연동화 체계를 제안하여 원활한 교통류의 개선 효과를 확인하고자 하였다.

그림 4와 같이 VISSIM 도구를 이용하여 교차로 내의 속도와 통행 차량의 수를 통제된 수치에서 시뮬레이션을 수행하였고 그 구간은 10Km로 제한된 조건에서 수행하였으며 실제 모델을 반영할 목적으로 그 구간도로는 남광주역 지점에서 서창입구까지를 실제적 공간을 대상으로 하였으며 가상 데이터를 입력하여 실시간으로 변화를 추적하였다.

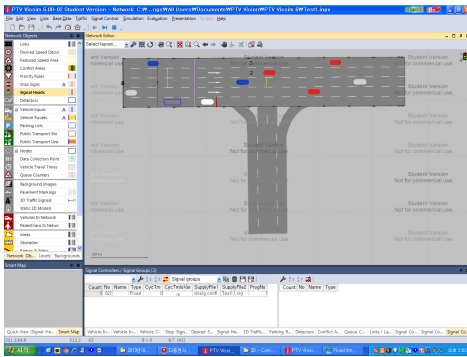


그림 4. VISSIM 시뮬레이션 예
Fig. 4 VISSIM Simulation Example

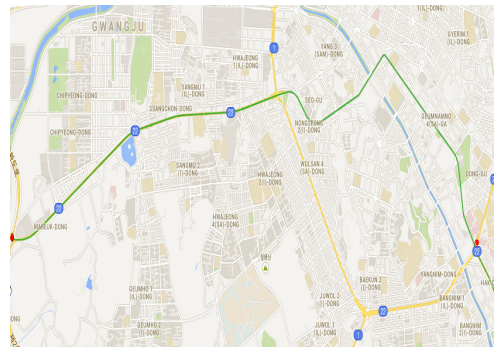


그림 5. 구간 실험 모델
Fig. 5 Simulation model area

그림 5와 같이 실험 대상구간은 남광주역 사거리에서 서창입구까지로 한정하여 실험하였으며, 이 구간은 광주 지하철 1호선 구간(초록색 라인)이며 전통적인 구 도심 구간으로 출퇴근 시간에 상습 정체구간이다. 물론 이 구역도 역시 부분적으로 신호 연동 체계를 운영하고 있지만 상습 정체구간이 금남로 구역의 2/3 부분이 지체 및 정체를 반복하고 있는 구간이며 양동시장과 임동에서 화순 방향으로 진행되는 교차로 영역, 농성 광장영역, 운천 저수지와 풍암지구가 교차하는 영역 그리고 상무역에서 공항 방향으로 진행되는 구역이 상습적으로 출퇴근 시간대역을 중심으로 상습적으로 정체구역이라 할 수 있다. 실험 대상 구간을 정밀 조사해 본 결과 남광주역에서 서창 입구까지 신호등은 총 41개가 설치되어 있으며 차량 제한 속도는 70km/h와 구도심 지역에서는 60km/h 구성이 되어 있었다. 그리고 원활한 교통류의 흐름을 위한 교차로 설계요소가 반영된 곳은 서창입구 교차로, 돌고개 교차로, 농성역 교차로 등 총 41군데 중에서 3개군데만 반영이 되어 있어서 교차로의 구조적 개선 사업의 필요성이 요구가 되었다. 더불어 총 10km에서 횡단보도가 41개로 평균 거리 250m마다 설치된 것으로 되어 있으나 보행자에 대한 배려가 요구되는 부분이 많았다.

일선 구간을 기반으로 각 방향에서 진입하는 교통량의 정보를 일괄적으로 계정하는 것보다 실시간 진입 방향에서 들어오는 교통량을 감지할 수 있다는 차원에서 기존 방식보다 더 효율적임을 알 수 있었고 정체나 지체에 대한 대응도 더 효과적임을 알 수 있다.

레이저 및 레이더 센서는 기존시스템인 루프 방식

에 비해 설치 작업이 용이 하고 유지 보수 비용이 적게 지출된다는 장점이 있으며, 또한 실시간으로 차량의 속도를 체크할 수 있다는 장점이 있다.

본 제안 시스템에서는 출퇴근 시간에 상습적으로 정체되고 있는 구간을 선정하여 교차로 진입하는 차량의 총량계를 중심으로 비례하여 신호 운영을 함으로써 연속진행형연동체계나 교호연동체계는 동일하게 나왔으나 제안진행 방법이 더 효과적인 결과를 산출할 수 있음을 그림 6, 그림 7에서 알 수 있었다. 이는 복합 감지센서로 인하여 교차로와 이전 교차로 사이의 정보를 더 정확하게 획득함과 동시에 진입 교통량의 정보를 기반으로 신호체계를 운영할 경우 더 경제적이고 정체나 지체의 원인을 동시에 해결할 수 있음을 보여주고 있다.

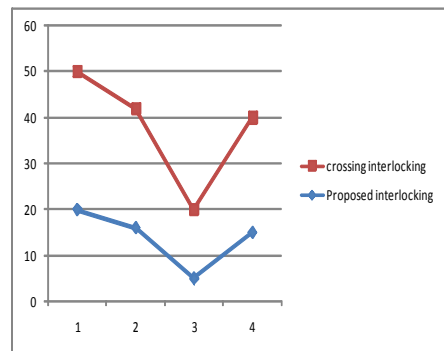


그림 6. 연속연동과 제안연동 실험결과
Fig. 6 The results of simulation between continuous interlocking and proposed interlocking

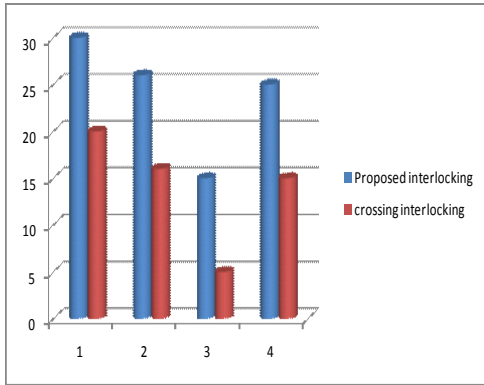


그림 7. 교차연동과 제안연동 실험결과
 Fig. 7 The results of simulation between crossing interlocking and proposed interlocking

V. 결론

기존 루프방식의 검지기는 설치 및 유지 보수가 어렵다는 단점이 있었다. 본 연구에서는 레이저 및 레이더의 차량 검지기능과 속도 검출 기능을 활용하여 루프방식의 단점을 개선시킬 수 있고, 기존의 신호운영체계와 쉽게 연동이 가능하다는 장점이 있다.

특정차선에 국한성이 없을 경우 검지 범위가 넓은 도플러 레이더를 이용하여 여러 차선의 교통량을 동시에 측정하고, 각각의 차선의 교통량을 측정 할 때는 직진성이 강하고 주변 환경이나 날씨 영향에 강한 레이저를 사용함으로써 두 센서간의 단점을 보완할 수 있었다.

본 연구는 이러한 특성을 가진 레이저나 레이더를 이용해 교통량을 측정하고 신호운영체계와 연동시켜 효율적인 교통흐름을 유지 할 수 있게 할뿐 아니라 현재 루프방식으로 설치되어있는 신호위반, 속도위반 등 무인단속시스템과 끼어들기 및 꼬리물기 등 교통흐름을 방해하는 차량들에 대해서도 무인단속이 가능함으로서 활용 될 수 있을 것이다.

또한 신호 연동 체계에 도입한 경우에도 동일한 조건에서 본 제안 방식이 일관적인 방식으로 연동하는 방법보다 더 효율적인 신호운영 시뮬레이션 결과를 보이고 있다는 측면에서 레이저나 레이더를 기반을 둔 복합 센서를 이용해 교통량을 측정하고 측정된 정보를 교통신호 운영체계와 연동해 효율적인 교통흐름

을 유지할 수 있다는 유의한 결론을 얻을 있었다.

참고 문헌

- [1] Young-taik Lee, Sang-gun Lee, Seung-hwan Lee "The Comparative Analysis of National ITS Standardization System", Journal of Korean Society Transportation, Vol. 20, No. 2, pp. 171-181, 2002.
- [2] Seung-hwan Lee, Han-sun Cho, Gi-joo Choi "Development of a Vehicle Classification Algorithm Using an Inductive Loop Detector on a Freeway", Journal of Korean Society Transportation, Vol. 14, No. 1, pp. 163-165 1996.
- [3] Hyung-jin Kim, Ju-hyung Lee, "Ultrasonic Detector Technology for ATIS Implementation", Proc of Korean Society Transportation, Vol. 36, Spring, pp. 411-412, 1999.
- [4] Dong-mun Hwa, Jong-min Lee, Young-deug Kim, "A Study On the Image Based Traffic Information Extraction Algorithm", Journal of Korean Society Transportation, Vol. 19, No. 6, pp. 162-164 2001.
- [5] Sang-su Kim, "Progression Effects of Signal Operation in Urban Arterial", Master of A-ju University, pp. 8-22, 2007.
- [6] Yeon-Gil Jang, ung-Chul Rhee, "A Study on the Signal Integrity and Distorted Signal Analysis of High Speed Transmission Line", The Journal of The Korea institute Electronic and Communication Sciences, Vol. 7, No.2, pp. 213-220, 2012.
- [7] Hwang-Kyu Yang, "An Intelligent Video Image Segmentation System using Watershed Algorithm", The Journal of The Korea institute Electronic and Communication Sciences, Vol. 5, No. 3, pp. 309-310, 2010.
- [8] Chun-suk Kim, "A Study on the ITS integrated airport security system", The Journal of The Korea institute Electronic and Communication Sciences, Vol. 8, No. 2, pp. 339-340, 2013.
- [9] Ki-Jung Park, Ha-Joo Song, "An Automated Projection Welding System using Vision Processing Technique", The Journal of The Korea institute Electronic and Communication Sci-

ences, Vol. 6, No. 4, pp. 517-518, 2011.

[10] Dae-Wook Kim, Hyun-Tae Kim, Yong-Ho Moon, "A New Motion Vector Coding Scheme for Improving Video Coding Efficiency", The Journal of The Korea Institute of Electronic and Communication Sciences, Vol. 8, No. 5, pp. 659-670, 2013.

저자 소개



황귀연(Gui-Youn Hwang)

2004년 한국방송통신대학교 행정학과 졸업(행정학사)

2007년 연세대학교 행정대학원 경찰·사법행정학과 졸업(행정학석사)

2004년~2011년 경찰교육원 교통학과 교수

2011년 도로교통공단 강남운전면허시험장 지원부 차장

2008년~현재 한국교통사고조사학회 이사

※ 관심분야 : 교통사고조사, 교통운영체계



정양권(Yang-Kwon Jeong)

1988년 조선대학교 대학원 졸업(공학석사)

1996년 조선대학교 대학원 졸업(공학박사)

1989~현재 동신대학교 컴퓨터학과 교수

광주광역시 남구청 정보화 위원

※ 관심분야 : 자동차 번호인식 시스템



최형주(Hyung-Ju Choi)

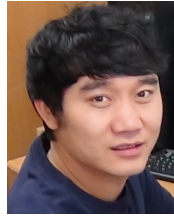
1992년 동신대학교 산업공학과 졸업(공학사)

1996년 홍익대학교 대학원 산업공학과 졸업(공학석사)

2006년 홍익대학교 대학원 산업공학과 졸업(공학박사)

2006년~현재 (주)이지나우 이사

※ 관심분야 : 시뮬레이션



혜학무(Xue-wu Hui)

2003년 길림성대학교 예술디자인학과 졸업(이학사)

2008년 동신대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(이학석사)

2013년 동신대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(박사)

2013년~현재 라오닝과학대학교 애니메이션학과 부교수

※ 관심분야 : 3D, 2D 애니메이션