

## 교통검지환경의 변화에 따른 국도 AVI 발전 방향

Enhancement of National Highway AVI Systems in Response to the Changes in Traffic Detection Environments



유정훈



윤지영

### 서론

2003년 「고속도로 우회도로 구축사업」을 계기로 수도권권을 중심으로 보급되기 시작하여 전국적으로 확대되어 온 AVI(Automatic Vehicle Identification) 장비와 시설들은 현재까지도 교통정보 수집과 제공 및 치안방법용 등으로 널리 사용되어 오고 있다. 특히 AVI는 카메라를 통해 인식된 차량번호판 영상처리 과정을 거쳐 차량고유번호를 정확하게 인식함으로써, 검지구간 통과차량에 대한 구간 교통정보를 생성하는데 매우 효율적인 기술로 높이 평가되어왔다. 그러나 초기 고속도로 요금징수에 한하여 적용되었던 DSRC(Dedicated Short Range Communication) 방식이 최근 높은 하이패스(Hi-Pass) 보급률을 바탕으로 하이패스 기반 DSRC 교통정보 검지체계로 일반 국도에 까지 폭넓게 활용되고 있다.

AVI 장비들은 일반적으로 도로노면에 매립된

루프를 차량이 통과한 후 이를 감지한 영상기기가 영상정보를 남기게 되는데 이 과정에서 도로상에 있는 루프는 파손될 확률이 높다. 따라서 2003년부터 보급되어 오던 AVI 장비들은 외부 환경에 의한 장비의 노후화로 현재 전면적인 교체가 필요할 시점이다. 이에 기존 AVI 장비에 비해 설치비용이 저렴하고, 유지보수가 용이한 하이패스 기반 DSRC 체계가 최근 들어 새로운 대안으로 활발하게 논의되고 있다. 그러나 AVI와 DSRC 방식 모두가 각각 고유한 기능과 특징이 존재하기 때문에 설치 대상 지역의 교통 패턴과 환경에 대한 면밀한 분석없이 무분별하게 특정 방식을 적용하는 것은 교통정보 수집과 제공을 통한 국도 교통의 효율적인 관리에 심각한 문제를 야기할 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구에서는 AVI와 DSRC의 기능과 특성들을 다양한 관점에서 비교하고, 이를 바탕으로 차세대 AVI의 기능개선 및 활용 방안을 제시한다. 이와 함께 국도 교통의 효율적 관리를 위한 구간통행시간

유정훈 : 아주대학교 교통시스템공학과, jeongwhon@ajou.ac.kr, Phone: 031-219-1650, Fax: 031-219-1533

윤지영 : 아주대학교 교통연구센터 연구원, arainmaru@naver.com, Phone: 031-219-1631, Fax: 031-219-1533

정보의 정확도와 신뢰도를 향상시킬 수 있는 AVI 설치 및 운영 전략에 대해서도 논의하고자 한다.

## 관련기술고찰

### 1. 교통류 검지 기술

교통류 검지기술은 교통량, 점유율, 지점속도, 차종 및 정지영상 등의 기본 자료를 수집하는 데 적용되며, 수집체계에 따라 지점검지와 구간검지로 구분된다. 교통류 검지 장비를 통해 수집된 정보는 가공과정을 거쳐 돌발상황 검지, 교통정보 제공, 교통신호제어 및 램프 미터링 등에 사용되며, 이중 영상검지기는 교통류의 모습을 영상화한 후 영상내 검지영역을 설정하여 차량의 이미지가 이를 통과할 때 교통 파라미터를 측정하게 된다. 이러한 영상검지 기술은 검지영역을 쉽게 조정할 수 있으며, 무선통신기술의 발달로 영상의 전송과 영상자료의 원격조정 기능 및 교통정보의 조정과 관리의 수행이 가능하여 타 검지기와의 통합이 용이하다. 가장 큰 장점은 교통상황을 실시간으로 직접 촬영한 영상을 확보함으로써 정확한 교통 정보 수집뿐만 아니라 돌발 및 유고상황에 대한 영상 확인이 가능하다. 그러나 이와 동시에 카메라 촬영에 사용되는 전자 플래쉬인 스트로브(strobe)로 인해 유지비가 많이 발생한다는 특징이 있다.

### 2. 구간통행시간 추정

국도해양부(2008)에 따르면 구간통행시간 추정과 예측에 있어 발생할 수 있는 오차는 발생요인에 의한 차이에 따라 세 가지로 나눌 수 있다.

첫째, 번호판 인식과 번호 매칭시 발생하는 오차로 계측시 차량번호의 오검출과 미검출시 발생하며, 매칭시 오매칭과 불매칭으로 인해 발생하게 된다. 둘째, 대표치 설정방법에 기인하는 오차로 정보 갱신간격을 단위로 하여 각각의 차량의 통행시간을 집계할 때 발생하게 된다. 그러나 이 두 개의

표 1. 차량검지기별 기능적 측면 특성비교

구분	루프	영상	AVC	AVI	DSRC
지점속도	◎	◎	◎	○	○
구간속도	△	△	△	◎	◎
통행시간	△	△	△	◎	◎
차종별통행시간	△	△	△	△	◎
교통량	◎	◎	◎	△	△
차종분류	○	○	◎	○	○
차로별검지	◎	◎	◎	◎	○
정체길이 판단	○	○	○	○	○
돌발상황 검지	○	○	○	○	○
개별차량 통과정보	x	x	x	○	◎
휴게소 이용정보	x	x	x	○	◎
부가서비스 (정보제공)	x	x	x	x	◎

주 1) ◎:매우가능, ○:가능, △:부분가능, x:불가  
 자료: 한국도로공사(2008), DSRC를 활용한 도로교통정보 검지시스템 실용화 기술 개발

오차원인은 현재 많은 부분이 해소되어 크게 영향을 미치지 않는다. 셋째, 정보의 시간차짐(time lag)에 기인하는 오차로서 주어지는 정보는 출발 시간에 구간 목적지에 도달한 차량들의 통행시간 정보를 제공함으로써 출발 차량이 겪을 교통상황을 고려하지 못하는 과거 통행시간이 주어짐에 따라 실시간이 아닌 과거 정보에서 오는 오차이다.

이러한 시간차짐을 보완하고자 여러 연구에서 실시간적인 지점검지기 데이터와 신뢰성 높은 구간검지기 데이터간의 융합으로 실시간 출발시각기준 통행시간 산정을 위한 여러 연구가 과거부터 진행되고 있다.

## AVI와 DSRC

### 1. DSRC

DSRC는 도로변에 설치된 노변기지국(RSE : Road Side Equipment)과 도로상에서 주행중인 차량에 설치된 차량탑재장치(OBE : On-Board Equipment)간의 근거리 전용 통신 기술로서, 과거에는 요금징수에만 국한되어 왔다. 그러나 서울청의 경우 지점검지기인 VDS(Vehicle Detection System) 데이터를 기반으로 AVI 구간검지기 자료를 보조적인 역할로 활용하여오다 2010년에 노

후장비 교체사업을 통해 구간검지기인 DSRC를 도입하기 시작하여 구간검지기체계의 비중을 증가시키며 교통정보를 생성하고 있다. 한국도로공사는 그동안 VDS를 통해 지점 교통정보를 수집해 왔었으나, 최초로 DSRC를 요금징수와 교통정보 수집용으로 도입한 이후에 현재는 DSRC로부터 수집된 정보를 중심으로 교통정보를 생성하고 있다.

## 2. AVI와 DSRC의 비교분석

### 1) 구간 통행속도 추정

AVI의 경우, 도로구간 상하류부에 영상검지기를 설치하여 도로상의 Loop(매설식) 또는 레이저(비매설식) 방식의 검지기에서 차량인식신호가 발생하면 통과하는 개별차량의 번호판을 촬영하여 이를 판독하고 매칭시켜 교통정보를 수집하게 된다.

DSRC의 경우 하이패스 시스템을 이용하는 차량에 장착된 전용 OBU(On Board Unit) 단말 장치의 통신을 통해 지점을 통과하는 차량의 ID를 판독하여 이를 매칭시켜 교통정보를 수집하게 된다.

### 2) 통행 경로 추정

AVI와 DSRC 방식은 각각 차량번호판과 OBU를 통한 차량ID라는 개별 ID를 수집할 수 있으며

로, 경로선택이 이루어지는 모든 교차점 또는 경로상의 mid-block에 DSRC 또는 AVI를 설치하여 모든 차량들의 통행경로를 추정할 수 있다.

따라서 얼마나 많은 장비를 차량통행경로에 설치하느냐가 통행경로 추정 범위와 정확도를 결정짓게 되므로, 장비의 설치비용이 상대적으로 저렴한 DSRC 방식이 AVI에 비해 유리하다고 할 수 있다.

### 3) 수집정보 및 수집가능 정보

AVI의 경우 불특정다수에 대하여 해당 구간을 통과하는 모든 차량들을 검지하나, DSRC의 경우 정보를 수집할 수 있는 OBU를 장착하고 있는 차량에 한하여 제한적이다. 따라서 시스템을 켜고 운행하는 차량이 많을수록 정보의 신뢰도가 향상되는 특징이 있다.

AVI와 DSRC는 구간검지기체제로 현재 구간속도, 구간통행시간, 개별차량통과정보에 대한 정보를 수집하고 있으며, DSRC의 경우 OBU 정보가 추가적으로 수집되고 있다. 그러나 지점속도, 차종분류, 정체길이판단, 돌발상황검지에 대한 정보는 수집은 가능하나 현실적인 여러 가지 제약으로 인해 현재 수집은 되고 있지 않다.

특히 DSRC는 OBU에 의해 차종을 확실하게 구별할 수 있으나, AVI는 영상으로 개략적인 차종

표 2. AVI와 DSRC의 비교

구분	AVI	DSRC
속도추정	상하류부의 차량번호판 매칭으로 속도추정	OBU 단말장치를 통해 차량ID 매칭으로 속도추정
경로추정	가능	가능
수집정보	구간속도, 통행시간, 개별차량 통과정보	구간속도, 통행시간, OBU ID, RSE 수신시간, 개별차량 통과정보
수집가능 정보	지점속도, 차종분류, 정체길이판단, 돌발상황검지	
수집대상	구간통과차	OBU 장착차
제공정보	소통정보, 통제정보, 돌발상황정보	
제공대상	불특정다수(일방향 정보)	'AID 4' 모델의 OUB 장착차(양방향 정보)
구축비용 <sup>2)</sup> (구조물비제외)	6,200만원(4차로기준)	500-1,000만원
설치사례	5-10km	2-6km
유지관리	영상장애로 전문인력필요	OBU 사용자가 관리 전파장애
검지율	차량번호판 95%의 인식율 다차로검지가 가능해짐	95% 통신율 통신반경 최대 150m, 동시 50대 가능

자료: 1) 한국도로공사(2008), DSRC를 활용한 도로교통정보 검지시스템 실용화 기술개발, 124.

2) 국토해양부(2013), ITS 검지체계 개선을 통한 국토 ITS 선진화 방안 연구 최종보고서, 71.

구분만 될 뿐 정확한 분류는 어려운 현실이다. 반면에 AVI 경우에는 돌발상황 및 유고시에 AVI에서 영상을 수집가능하도록 한다면 관련기관에 DSRC 보다 정확한 상황 정보를 전달할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 4) 정보 제공 대상

AVI와 DSRC를 통해 수집된 자료와 그 외 여러 교통정보검지장비로부터 얻어진 자료들을 융합하여 가공된 정보로는 소통상황(속도, 교통량, 밀도, 통행시간, 대기길이, 점유율, 지체도, 구간예측평균속도, 구간예측통과시간, 구간속도추이), 교통통제(위치, 통제유형, 대상, 시간), 돌발상황(위치, 시각, 돌발상황유형, 돌발상황상태, 정보갱신상태) 등이 있다.

AVI를 통해 수집된 정보들을 자료 가공과 교통정보생성 과정을 거쳐 VMS(Variable Message Signs), HAR(Highway Advisory Radio) 및 DMB를 통하여 불특정다수에게 제공된다. 반면 DSRC는 OBU 장착차들에 대해서만 국한되어 정보를 제공하는 단점이 있으나, DSRC의 양방향통신 기능을 활용하여 상호작용방식(interactive communication)의 교통정보제공이 가능하다. 하지만 현재로는 양방향 통신이 가능한 단말기의 보급률이 매우 낮아 DSRC를 통한 교통정보 제공이 보편적이지 않은 실정이다.

#### 5) 설치사례

AVI는 대략 5-10km 간격으로 설치하고 있으며, DSRC는 2-6km 간격으로 설치하고 있다. 한국도로공사의 DSRC의 경우에는 2012년 9월 기준으로 DSRC를 이용한 교통정보수집시스템을 29개 노선, 3,587km 구간에 904개 노변장치를 평균 3.9km 단위로 구축하고 있다(심상우, 2013).

#### 6) 설치 및 유지 관리 비용

AVI의 경우 DSRC에 비해 초기 설치비 및 유지관리비가 높으며, 외부 노출로 인한 유지보수가

어려운 편이다. AVI의 경우 야간 촬영시 사용되는 전자 플래시인 스트로브가 큰 전압을 이용하여 조명을 터뜨리기 때문에 수명이 짧고 유지비가 많이 발생하게 된다.

DSRC의 경우에는 한국도로공사의 무인요금징수시스템과 간섭발생으로 별도의 주파수 확보가 필요하나 이미 전파간섭의 문제를 상당부분 해소한 상태이며, 하이패스 기반의 OBU는 이용자 본인이 관리하는 방식이어서 유지보수가 다른 장비에 비해 쉬운 편이다.

#### 7) 검지율

기존 AVI는 1대의 카메라가 한 차로만을 검지하는 방식이었으나, 최근 광영역 차량번호 인식시스템(extensive license plate recognition system)이 개발되어 다차로 검지가 가능해지고 있으며, 이와 함께 영상인식기술의 발달로 차량번호인식기술 수준이 95%이상으로 많이 향상 되었다.

DSRC의 경우 최대 통신거리가 150m 까지 가능하며 통신 성공률은 95%로 동시에 50대까지 접속이 가능하다.

#### 8) 장비의 장단점

AVI는 DSRC와 차별적으로 도로와 교통 영상을 확보할 수 있으므로, 수집된 영상자료를 적극적으로 활용함으로써 도로의 실시간 모니터링이 가능하다. 따라서 이를 통해 도로 노면상태 및 날씨에 대한 정보수집이 가능하며, 대기길이에 대한 영상정보제공을 통해 이용자에게 직관적인 정보를 제공할 수 있는 장점이 있다. 또한, 다른 검지기에 비해 검지 영역의 설정과 변경이 용이하며 도로의 유지 보수시 손상의 우려가 없으며, 기존 시설물 지주를 이용하여 설치가 가능하다. 그러나 카메라의 설치 위치에 따라 측정 정도가 상이하며 그림자나 도로면의 반사, 눈, 비 등 시간대나 기상변화의 영향을 많이 받게 된다.

DSRC의 경우 하이패스 OBU 활용으로 추가로 보급이 불필요하며, 돌발상황 발생시 기존 검지체

개인 VDS보다 신속한 감지가 가능하며 실제 교통 상황과 비교시 오차율이 적음을 알 수 있다. 그러나 DSRC의 경우 OBU 장착 차량에 국한된 정보 수집 및 제공이 가능함에 따라 AVI에 비해 자료의 수집집단이 제한적인 단점이 있다. 또한 현재 보편적으로 보급된 단말기는 정보의 수집은 가능하나 정보의 제공이 불가능하여, 교통정보제공이 가능한 양방향 단말기 보급의 확산이 절실히 필요하다.

## 구간교통정보 개선

### 1. 구간통행시간 추정

현재까지 널리 적용되어온 구간통행시간 추정 알고리즘은 주로 VDS와 AVI로 각각 대표되는 지점정보(point-based information)와 구간정보(link-based information)를 효과적으로 결합하여 통행시간을 추정하는 방식을 채택하고 있다.

임성한(2011)은 지점과 구간검지기 자료를 융합하여 통행시간을 예측하는 방법을 제안하였다. k-Nearest Neighbourhood(k-NN) 방법을 이용하여 교통량, 속도, 밀도인 교통변수를 예측한 후, Papageorgiou 모형을 통해 통행시간 예측하였다. 신재명(2013)은 실시간 통행속도를 추정하는데 지점검지기와 구간검지기를 동시에 이용하는 알고리즘을 개발하였다. 지점검지기의 실시간성 높은 정보와 구간검지기의 신뢰성 높은 정보를 융합한 실시간 출발시각기준 통행속도를 추정하였으며, 현재의 시점에 수집되는 자료 및 가공 정보 이

외에는 자료를 활용하지 않아 실시간성이 높으며 별도의 모수 추정과 같은 모형의 정산과정이 필요하지 않아 교통상태의 변화를 동적으로 반영하는 장점이 있다.

최근까지 제시된 대부분의 알고리즘들은 여전히 VDS와 AVI 정보를 결합하는 방식을 취하고 있다. 이는 VDS 정보가 가지는 실시간성(instantaneity)의 장점과 AVI가 제공하는 실제 관측치(actual observation)를 모두 활용하여 구간통행시간을 추정 및 예측하고자 노력하고 있다. 그러나 VDS와 AVI 검지정보는 각각의 시공간적 차원(time-space dimension)이 본질적으로 다르며, 이를 초월하여 결합하는 방식은 적절하지 않다. 그러므로 구간통행시간 추정시, 구간통행시간에 대한 실제 관측값을 활용할 수 있는 AVI 정보만을 이용하는 방식이 올바른 대안이라 판단된다.

### 2. 관측기반 구간통행시간 추정

모수(population parameter)에 실제 관측값이 존재하지 않는 경우에는 통계적 기법을 바탕으로 한 다양한 수학적모형을 사용하여 추정을 하게 된다. 구간통행시간의 경우에는 시간처짐을 극복할 수만 있다면 AVI 또는 DSRC를 이용한 구간검지 체계를 통해 관측된 구간통행시간을 구간통행시간 추정과 예측에 곧바로 사용할 수 있다.

AVI 또는 DSRC를 통해 관측된 구간통행시간은 장비의 설치간격에 따라 시간처짐이 발생한다. 예를 들어 방금 AVI 또는 DSRC에서 측정된 구

표 3. 통행시간 알고리즘에 대한 연구 동향

검지 체계	검지기	적용 모형	연구자
지점	루프, 영상	시계열, 회귀분석, 교통류, 신경망 등	Anderson et al.(1994), Van Arem et al.(1997), Al-Deek et al.(1998), Nam and Drew(1999), Coifman(2002), Clark(2003), Nikovshi et al.(2005), 김지홍(2006), 김승일(2007)
구간	AVI, GPS, TCS, Beacon	시계열, 베이지안, 신경망 등	SwRI(1998), Chen and Chien(2000), 고승영(2001), Rilett and Park(2001), 이철원 등(2002), Dion and Rakha(2003), 김재진 등(2006, 2007)
지점+구간	영상, 루프, Ultrasonic+AVI, TCS	가중치 결합, 칼만필터, 베이지안, 신경망, 퍼지, 유전자 알고리즘 등	신치현·김성호(1998), 최기주·정연식(1998), Yamane and Fushiki(2000), 김영찬(2001), Chu and Recker(2004), Xie et al.(2004), Wen et al.(2005), Ruhe et al.(2007), 유정훈(2008), Li et al.(2008), El Faouzi et al.(2009), Ou et al.(2009), Richardson and Smith(2009)

자료: 임성한(2011), 지점 및 구간검지기 자료 융합을 통한 통행시간 예측, 서울시립대학교 박사학위논문



간통행시간이 5분이라면, 이는 5분전에 구간검지 측정구간 시작점에서 출발한 차량이 구간검지 측정구간을 통과하는 데 걸린 시간으로, 지금 관측 시점부를 통과하는 차량의 구간통행시간과는 차이가 발생하게 된다.

그러나 실시간 교통류 분석은 일반적으로 5-60분 단위로 이루어진다. 만약 분석단위가 15분이라면, 15분 동안의 교통류의 흐름이 동일하다고(homogeneous) 가정하고 모든 분석과 추정을 시행하는 것이다. 일부 매우 미세한 분석이 요구되는 상황에서는 1분을 기준 단위로 설정하는 경우도 있지만, 교통정보의 수집, 가공 및 제공에 있어서는 대부분 15분 또는 30분을 기준 단위로 삼고 있다. 즉, 15분에서 30분내에서의 교통류의 변동(variation)을 무시하고 평균치(mean)를 적용하더라도 교통정보 제공 및 교통류제어에는 심각한 문제가 되지 않는다고 경험적으로 판단하고 있기 때문이다.

따라서 AVI 또는 DSRC를 이용한 구간검지체계의 장비 설치간격을 교통정보 갱신 주기(traffic information update frequency)에 맞춰 설계를 하면, 시간차집 현상에 상관없이 AVI 또는 DSRC에서 관측된 통행시간을 곧바로 구간통행시간 추정과 예측에 사용하는 것이 가능하다.

그러므로 구간검지체계를 현재 교통상황에 맞게 탄력적으로 조정한다면 AVI 또는 DSRC 정보만으로 정확하고 신뢰성 있는 구간 통행정보를 제공할 수 있다. 경로선택이 빈번하게 발생하는 국도 구간에 설치하는 AVI/DSRC 장비 간격은 해당구간의 과거 관측 통행속도를 기반으로 결정하여야 한다. 예를 들어, 교통정보의 활용도가 가장 높은 혼잡시간대에 구간 평균통행속도가 10km/h이고, 교통정보 제공 및 갱신주기가 10분이라면, 10분 동안 차량들이 평균 1.66km를 주행하게 된다. 따라서 이 구간의 AVI/DSRC 설치간격을 830m ( $1.66\text{km}/2=0.83\text{km}$ )로 설정하면 시간차집을 무시하고 관측 구간통행시간 정보를 그대로 추정과 예측에 사용할 수 있다. 만약 평균 통행속도가 60km로 혼잡하지 않는 구간이라면, 동일한 교통

정보 갱신주기하에서 AVI/DSRC 설치구간은 5km ( $=10\text{km}/2$ )가 된다.

실제로 정확하게 관측되는 자료가 있는 상황에서 수리모형을 통해 도출된 추정치를 사용하는 것은 경험적으로 바람직하지 않은 방식이다. 그러므로 지점검지체계인 VDS와 구간검지체계인 AVI의 이질적인 자료 결합을 통한 방식에서 탈피해 실제 관측치에 기반한 교통정보 생성이 요구된다.

## 정책제언

사용연한에 이른 기존 국도 AVI 장비의 교체가 필요한 시점에서 DSRC 방식에서의 전면적 전환은 매우 신중한 검토와 분석이 요구된다. 앞서 살펴본 바와 같이 AVI와 DSRC는 각기 고유의 기능과 특성을 가지고 있어, 전면적으로 대체가능한 장비가 아니기 때문이다. 그러므로 현 시점에서 다음 사항들을 보다 명확하고 객관적으로 검토하여 공론화하는 것이 필요하다.

첫째, AVI는 영상 정보를 수집하는 유일한 장비이므로, 수집된 영상장비의 활용성을 높이는 방향으로 차세대 AVI가 개발되어야 한다. 영상정보를 통해 난폭운전, 과적불량에 대한 단속이 가능해지고, 노면상태나 기상에 대한 정보를 수집함으로써 제공 가능한 정보의 폭을 넓힐 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, AVI와 DSRC의 결합을 통한 예측통행시간의 정확도와 신뢰도를 높일 수 있다. 앞 절에서 제안한 AVI 단독 기반의 구간통행시간 추정방식에 소요되는 AVI 추가설치 비용이 과다할 경우에는 AVI와 DSRC를 혼용하는 방식을 채택할 수 있다. 이를 통해 보다 구간검지의 단위를 획기적으로 줄이면서도 경제성을 확보할 수 있을 것으로 예상된다.

셋째, 현재 구간통행시간에 국한되어 있는 AVI와 일부 제한적으로 경로정보를 제공하는 DSRC의 기능을 개선하여, 차량경로를 효과적으로 검지하여 이를 통한 차세대 교통정보 제공 및 교통망 제어를 구현하여야 한다. AVI와 DSRC를 결합하

여 차량들의 통행경로와 경로선택 방식을 검지할 수 있게 되면, 그동안 불가능했던 교통망관리 최적화와 한 차원 향상된 교통정보를 생성할 수 있다.

결론적으로 DSRC는 AVI의 대체재가 아니라 보완재로서 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 따라서 차세대 AVI의 개발과 설치를 고민하는 현시점에서 AVI의 고유의 장점을 강화해가면서 효과적인 보완재인 DSRC와 협력적으로 공생하는 방식을 적극적으로 검토하여야 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원에서 지원하는 2014년 기술실용화 지원사업 “지능형 폴과 노측 설치 방식의 구간 통행 정보 수집 장치 개발” 과제의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다[2014-0174-1-1].

## 참고문헌

- 국토해양부 (2008), ITS 정보 신뢰성 개선 및 평가 연구.
- 국토해양부 (2013), ITS 검지체계 개선을 통한 국도 ITS 선진화 방안 연구.
- 변상철, 류승기, 김병화, 인병철 (2010), DSRC 노변장치 설치 기준에 관한 연구(일반국도를 대상으로), 추계학술대회, 한국ITS학회.
- 신재명 (2013), 실시간 통행속도 추정 알고리즘 개발-지점검지기와 구간검지기 기반, 명지대학교 박사학위논문.
- 심상우, 최기주, 이상수, 남궁성 (2013), 하이패스 DSRC 자료를 활용한 고속도로 오프라인 경로통행시간 추정기법 개발, 대한교통학회지, 31(3), 대한교통학회, 45-54.
- 임성한 (2011), 지점 및 구간검지기 자료 융합을 통한 통행시간 예측, 서울시립대학교 박사학위논문
- 한국교통연구원 (2010), 도시부 간선도로 교통

- 정보 수집 · 제공 방안 연구.  
한국도로공사 (2008), DSRC를 활용한 도로교통정보 검지시스템 실용화 기술개발.