

## 대규모 행사기간 비용-효율적 집중 첨단교통관리를 위한 IT융합 교통 서비스

IT Convergence Technologies based Cost-effective and Intensive  
Advanced Traffic Information Service for Short Time Period and  
Large-scaled Events



김진태



노창균



김태헌



강상철



손봉수

### 1. 서론

짧은 기간 동안 개최되는 대규모 행사의 경우 많은 사람들을 행사장에 단기간 동안에만 집중하게 한다. 방문객이 행사 장소에 집중되면 주변지역에 극심한 교통 혼잡이 발생한다. 이러한 교통 혼잡이 행사기간 동안에 발생하기 때문에 대부분의 행사 장소는 교통정체가 상시 발생하는 도시부 지역이 아닌 교통 혼잡이 덜한 도시 외곽지역으로 정해진다. 중요한 행사로 개최되었거나 개최될 2012 여수 세계박람회 및 평창 동계올림픽, 영암 F1경기, 이천 도자기 축제 등이 열리는 장소가 그러하다. 이들 개최 장소 모두 도심부가 아닌 도시 외곽지역이다. 교통정체가 발생하는 도로구간을 실시간으로 관

리하고, 양질의 교통정보와 우회도로 정보를 제공하는 ITS 첨단교통시스템은 대규모 국제 및 국내 행사장 주변의 경우에도 단기간 집중되는 교통수요를 관리하기 위해 투입되고 있다. 2010년 부산에서 개최된 ITS 세계대회의 경우도 개최 장소인 부산 벡스코 주변 도로에 ITS 첨단교통시스템이 설치되었으며, 2012년 여수에서 개최된 엑스포 역시 여수시와 떨어진 장소에 위치한 행사장의 여건에 의해 행사장 주변 도로에 ITS 첨단교통시스템을 구축한 바 있다. 이들 ITS 첨단교통서비스를 통하여 양질의 교통정보를 생성 및 제공하여 행사기간 동안 교통정체를 관리하였다.

그러나 행사 종료 이후 도로교통 상황은 행사 이전 상황으로 회귀된다. 앞서 언급한 바와 같이

김진태 : 한국교통대학교 융합교육학부, jtkim@ut.ac.kr, Phone: 043-849-1474, Fax: 043-849-1473  
노창균 : 연세대학교 도시·교통연구센터, rev1981@yonsei.ac.kr, Phone: 02-2123-3569, Fax: 02-393-6298  
김태헌 : 연세대학교 도시공학과, kth-kan@nate.com, Phone: 02-2123-3569, Fax: 02-393-6298  
강상철 : 지엔티솔루션, nilekang@gntsolution.com, Phone: 02-362-3226, Fax: 02-362-3228  
손봉수 : 연세대학교 도시공학과, sbs@yonsei.ac.kr, Phone: 02-2123-5891, Fax: 02-393-6298

대형 행사는 대부분 교통량이 많지 않은 도시 외곽 부에서 개최되기 때문에 행사 종료 후 교통수요는 다시금 떨어지게 된다. 감소된 교통량으로 인하여 적극적으로 해당도로를 관리할 필요성이 적어질 뿐 아니라 ITS 첨단교통서비스 투입에 대한 관리 필요성도 낮아진다. 행사 관리를 위해 설치된 ITS 첨단교통시스템이 지속적으로 행사 종료 후에도 유지보수·관리되어야 하는지 경제성 문제가 지적된다. 고가의 ITS 첨단교통시스템이 행사종료 이후 철거되는 등 국가 예산이 비생산적으로 낭비되는 문제를 지금까지 반복 경험되고 있다.

본 논문은 저비용으로 행사기간 동안에만 집중 투입되어 효율적으로 ITS 첨단 교통관리를 수행할 수 있게 하는 IT융합 교통시스템 서비스의 틀(Framework)을 제안한다. 이는 기능적 측면에서 획기적인 교통관리 서비스를 제공하는 것이 목적이 아니라, 국가 예산낭비 문제를 해결하기 위해 현존 IT기술을 융합하여 경제적이며 효율적인 ITS 첨단교통시스템 서비스 체계를 마련함에 목적이 있다.

## II. 서비스 개요 정립

“대규모 행사는 행사시설이 위치할 수 있는 공간적 제약의 문제만 해결된다면, 제안하는 서비스도 지역 구분 없이 필요에 따라 자유롭게 이동하며 투입될 수 있어야 한다.”

### 1. 기존문헌 고찰

ITS시스템 요소장비를 이동방식으로 설치하는 기존 연구가 수행된 바 있으나 기존 연구는 모두 기존의 ITS 서비스 개념 내에서 수행되어 본 연구의 내용과 거리가 있다. 개별 장비가 단독으로(기존 ITS센터 및 요소장비와 연계된 서비스 변화 없이) 현장장비만 이동하여 활용하는 수준에서 연구가 수행되어 기존 ITS서비스의 근본적인 틀을 벗어나지 못하는 한계를 가진다.

송태진 외 3인(2008)은 필요에 따라 이동하여 설

치할 수 있는 PVMS(Portable Variable Message Sign)에 대한 운전자의 관독 특성을 연구하였다. 이 연구는 교통정보 제공용 VMS(Variable Message Sign)만을 이동하는 연구로 기존ITS 틀을 고수한다.

한국건설기술연구원(2009)은 이동식 기준검지기를 개발하였다. 그러나 개발된 장비는 실제 현장에 투입되는 타 검지기의 성능 실험을 위한 장비로 기능이 국한된다.

임세미(2012)와 한국지능형교통체계협회(2012)는 교통정보제공 지점을 이동하며 교통상황 정보를 제공하는 VMS를 연구하였다. 이 역시 기존 ITS 기능 측면에서 PVMS와 동일하여 기존 ITS의 한계를 극복하지 못한다. 이러한 기존 연구는 본 연구에서 제안하고자 하는 IT융합 교통 서비스와 관심 범위가 다르다.

### 2. 서비스 요구사항 정립

행사 상황에 투입되는 IT융합 교통서비스 기술을 정립하기 위해서는 기존 ITS의 제약조건으로부터 근본적인 탈피가 필요하다. 기존 ITS는 센터가 행사장에 존재하고 현장에 설치된 요소장비가 센터와 통신 연결되며, 이러한 장비는 독립적으로 별도 지주에(상시 고정) 부착되는 형태를 가진다. 이러한 기존 ITS 시스템(이하 고정식 ITS) 개념과 다르게 IT융합 교통서비스 시스템 개요를 설계하기 위해 아래와 같이 필요한 요구사항을 도출하였다.

- ① 지방부 도로 기반정보(노드/링크 데이터)를 편리하게 실시간 확보할 수 있어야 함
- ② 행사장 주변 진입도로 교통흐름 정보를 수집 및 제공하여야 함
- ③ 현장에 ITS교통체계 교통정보 수집 장치를 손쉽게 설치할 수 있어야 함
- ④ 센터와 현장 간 통신을 위한 통신망 인프라 구축 토목공사가 소요되지 말아야 함
- ⑤ ITS 현장장비 부착을 위한 별도의 지주 설치 등 토목공사가 소요되지 말아야 함
- ⑥ 행사 종료 이후 ITS 현장장비의 탈착이 용

이하여야 함

- ⑦ 탈착된 ITS 현장장비는 타 지역에 재투입 가능한 수준이어야 함
- ⑧ 장비는 무겁지 않아 타 지역으로 이동이 용이하야 함

본 연구에서 제안되는 IT융합 교통서비스는 상기 요구사항을 모두 충족하는 범위에서 마련된다.

### 3. 기능적 요구사항 정립

행사 상황만 잠시 투입되는 'IT융합 교통서비스' 요소장비 기능이 고정식 ITS 요소장비와 비교하여 특별히 고(高)기능일 필요가 없다. 대형 이벤트 행사는 특정 단기간 동안에만 개최된다. 단기간 수행되는 행사를 위하여 고정식 ITS 기능을 초과하는 고성능 장비가 투입될 필요가 없음을 의미한다. 이는 고(高)기능 장비 투입이 요구되는 만큼 중요한 행사라면 오히려 고사양의 고정식 ITS 시스템이 투입되는 것이 보다 합리적이기 때문이다. 그림 1과 같이 고정식 ITS 기능과 비교하여 IT융합 교통서비스가 제공하는 기능 차이는 인정하여야 하나 그 차이는 적게 설계되어야 한다.

또한 제안되는 교통서비스 구현에 소요되는 비용은 그림 1과 같이 고정식 ITS 구현 비용보다 충분히 낮아야 한다. 비용 차이가 획기적으로 큰 경우에 제안된 서비스와 고정식 ITS가 차별화된다. 이러한 비용 절감효과가 제안하고자 하는 IT융합 교통서비스의 주요 기대효과이다.

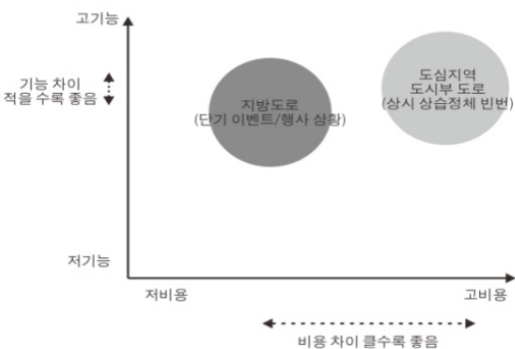


그림 1. 제안된 ITS 기능 및 비용 적정성 비교

### 4. 서비스 시스템 개요

'IT융합 교통서비스 시스템'을 앞 단락에 제시된 '서비스 요구사항'과 '기능적 요구사항'을 고려하여 그림 2와 같이 제안한다. 행사장 주변도로를 집중 교통 관리하는 'IT융합 교통서비스 시스템'은 크게 (1) 클라우드 센터 서버, (2) 이동형 교통정보수집 장비, (3) 이동식 차량본부로 구성된다.

운영자는 '이동형 교통정보 수집 장비'를 '차량본부'에 탑재/탑승 후 현장을 방문한다. 현장에 도착한 운영자는 '이동형 교통정보 수집 장비'를 서비스 구현이 가능한 지점에 손쉽게 설치하고 운영한다. 행사가 종료되면 '이동형 교통정보 수집 장비'를 수거하여 다음 행사 지역으로 이동한다.

'이동식 차량본부'는 '이동형 교통정보 수집 장비'를 탑재하고 수송하는 등 이동기능을 제공하나 교통정보센터 서버를 탑재하지 않는다. 센터는 공간 제약이 없는 클라우드 센터를 이용한다. 이를 통해 행사가 개최되는 지역 어디에서든지 센터로 접근하게 한다. 교통정보센터는 (1) 통신 제약과 (2) 운영자 공간 제약으로부터 자유로운 경우 현장에 위치할 필요가 없다(노창균 외 4인, 2012).

전국 현장에 '이동식 교통정보 수집 장비'를 설치하면 클라우드 센터 서버와 연결되며 '이동식 교통정보 수집 장비'는 '이동식 차량본부'로 이동하는 방식으로 고정식 ITS의 한계를 극복한다.

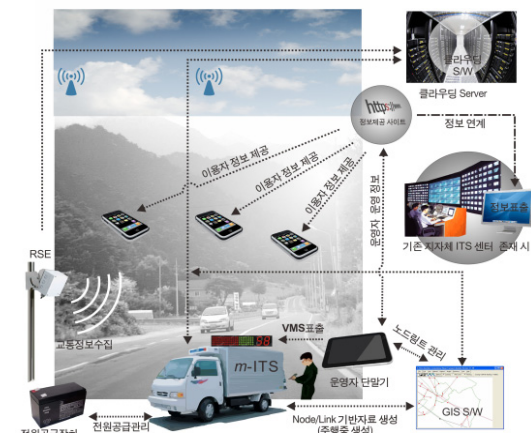


그림 2. 제안된 IT융합 서비스 개요

### III. 서비스 시스템 설계

행사기간 동안에 집중적으로 교통을 관리하기 위해 투입되는 'IT융합 첨단교통서비스' 시스템은 (1) 클라우딩 센터 서버, (2) 이동형 교통정보수집 장비, (3) 이동식 차량본부로 구성된다. 이들을 아래 세부단락으로 구분하여 제시한다.

#### 1. 클라우딩 교통관리센터

클라우딩 센터 서버는 이동하지 않는다. 교통관리가 필요한 대규모 행사 이벤트 상황은 지역적 제약 없이 전국 어디에서나 발생 가능하다.

##### 1) 기존 센터방식 부적정성

고정식 ITS 센터 개념의 이동형 센터를 행사장 주변에 배치하려면 센터 서버를 탑재를 위한 고급 사양의 차량이 필요하다. 고급 사양은 향운, 향습, 방진, 무진동 기능 등을 포함한다.

그러나 전국에서 개최될 수 있는 행사를 대상으로 하는 교통서비스 특성 상 해당 차량의 년 평균 주행거리가 짧지 않다. 전국 장거리 이동을 극복하여야 하기 때문에 장비 수명(壽命)관리가 어려워 고급사양의 차량 투입은 부적절하다.

##### 2) 클라우딩 센터 도입 필요성

이벤트 교통상황을 경제적으로 관리하고, 전국 어디에서나 발생할 수 있는 여러 적용상황에 대응하기 위해클라우딩 센터 개념을 도입한다. 클라우딩 센터 서버는 향운, 향습, 방진 기능이 확보된 실내 공간에 위치한다. 센터 서버와 현장에 위치하는 교통정보수집 장비는 그림 3과 같이 전화망 음성대역 통신을 이용하여 통신한다(노창균 외 4인, 2012; 한국건설교통기술평가원, 2009). 전국 어느 지역이라도 전화가 연결되는 곳이면 '이동형 교통정보 수집 장비'와 센터와의 통신이 가능한 상황을 의미한다.

전국 현장 어디에 있게 될지 모르는 '교통정보수집 장비'와 '클라우딩 센터' 간 통신은 전화망을 이

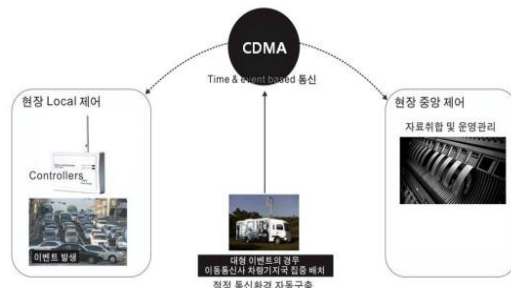


그림 3. CDMA를 이용한 클라우딩 센터 통신

용한다. 이는 언제 어디서나 접속이 가능한 USN (Ubiquitous Sensor Network) 네트워크 통신 상황에 해당된다.

##### 3) 센터 노변장치 간 통신방식

이러한 네트워크 통신상황은 2G 음성대역 CDMA (Code-Division Multiple Access) 통신으로 구현된다. 고정식 ITS가 사용하는 광통신에 비하여 2G 음성대역 CDMA는 통신환경이 안정적이지 않을 수 있다. 경우에 따라 통신 품질이 상대적으로 미약하여 데이터 손실 또는 통신지체가 발생할 수 있다.

그럼에도 불구하고 해당 통신방식은 기존 ITS와 비교하여 크게 2가지의 차별성을 지닌다. 첫째는 지방 외곽지역이라 기본적으로 통신량이 많지 않다. 통신량이 폭증하는 행사의 경우 이동통신사들은 차량형태 통신기지를 별도로 추가 투입한다. 또한 특정 행사 장소에 투입되는 '현장 교통정보수집 장비' 수는 일정 수(예: 이동식 차량본부에 탑재 가능한 수집 장치의 수)로 제약되기 때문에 고정식 ITS와 비교하여 통신이 고성능일 필요가 적다. 둘째는 통신장비 오류가 아닌 단순 2G 통신의 일시적인(temporary) 장애는 자극적이지 않다. 순간적인 자료 손실이 발생하더라도 교통상황 이력자료를 토대로 보정이 용이하다.

##### 4) 교통정보 제공

클라우딩 교통정보센터는 현장에서 수집된 교통정보를 가공한다. 가공된 정보는 그림 4와 같이 차량

운전자에게 웹을 통해 초기 제공 된다<sup>1)</sup>. 운전자들은 웹을 통해 제공되는 교통정보를 사용하는 단말장치에 따라 CNS (Car-Navigation Systems), 스마트폰, 스마트 패드로 확인한다.

대표적인 교통정보 제공 장치인 VMS는 부피와 무게 문제로 이동성이 제약된다. 이동성 문제로 본 연구가 제안하는 수준의 IT융합 교통 서비스 핵심 장비로 VMS를 분류함에 제한이 있다. 그러나 행사를 주관하는 기관으로부터 요청이 있는 경우 '이동식 차량본부'에 탑재한 운영자가 메시지를 VMS로 연계 제공하는 방안이 가능하다.

## 2. 이동형 교통정보수집 장비

이동형 교통정보수집 장비는 도로 현장에서 교통정보 원시자료를 수집하는 장비이다. 해당 장비는 신규 개발할 필요성이 없고, 기존 장비 중 하나를 선택하여 적용한다. 기존에 수행된 연구들을 통하여 표 1과 같이 교통정보 생성에 지점검지체계(Point Measure)보다 구간검지체계(Section Measure)가 합리적인 것으로 공감되어 왔다.

따라서 본 연구는 현재 국토해양부가 단속류 도로 구간 교통정보 수집을 위해 사용하는 DSRC (Dedicated Short-Ranged Communication)



그림 4. 주요경로 정보 제공화면 예시

방식 장비를 선택하여 사용한다. 이는 한국도로공사에서 사용하는 하이패스 단말기를 차내 장치(OBU: On-Board Unit)로 사용하고 도로변 RSE (Road-Side Equipment) 노변장치로 하여 교통정보를 수집하는 방식이다.

국토해양부에서 정하여 기존에 사용하는 RSE 장비를 선택 적용하기 때문에 RSE 장비 자체에 대한 검토가 불필요하다. 그러나 현장에서 RSE 장비에 (1) 행사기간 동안에 전원을 안정적으로 공급하는 전원공급 방식과 (2) RSE 장비를 현장에서 쉽게 탈·부착할 수 있게 하는 적정 설치 높이 및 위치에 대한 검토가 필요하다.

### 1) 전원 공급방식 확보

고정식 ITS의 교통정보 수집 장비는 별도의 전원을 안정적으로 공급받는다. 그러나 본 연구가 제안하는 행사기반 IT융합 교통서비스 시스템은 현장 탈부착이 용이하고 토목공사가 수반되지 않아야 하여 별도의 전원공급이 없는 제약이 있다. 따라서 설치가 필요한 현장에서 별도의 전력 공급이 없는 경우에도 가동이 필요한 기간 동안 지속 가동될 수 있는 방안을 확보하여야 한다.

행사 상황 집중 교통관리를 위한 IT 융합 교통서비스에서 사용되는 현장 교통정보 수집 장비는 그림 5와 같이 (1) 외부로부터 전력 인입이 가능하여 전력을 인입하는 경우와 (2) 외부로부터 전력 인입이 불가하여 자체 배터리를 활용하는 경우

표 1. 지점검지체계와 구간검지체계 비교

특성		지점검지체계	구간검지체계
목적	주	• 신호제어 및 운영	• 소통상태 파악
	부	• 소통상태 파악 • 통행시간 산출	• 통행시간 산출
초기비용		• 매설 필요 • 초기 비용 높음	• 매설 필요 없음 • 초기 비용 낮음
구현방식		• 루프/영상/초음파/초단파검지기 등	• AVI, GPS, DSRC, UTIS 등
교통정보 정확도		낮음	높음

1) 그림 4는 평창 동계올림픽이 개최되는 강원도 강릉에서의 교통정보제공 상황의 예시임

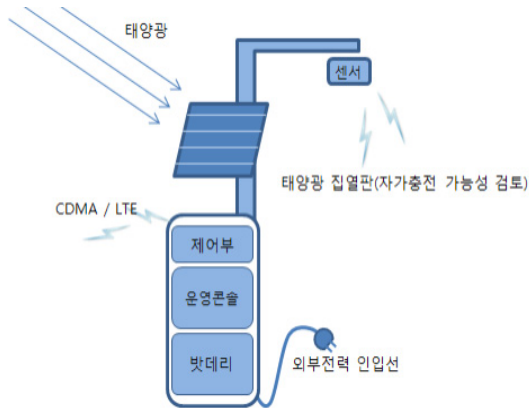


그림 5. 제안된 교통정보 수집 장비 전원공급

로 구분하여 설계한다. 해당 장비는 두 가지 경우에 모두 적용 가능하도록 한다.

배터리는 이동성을 확보하기 위하여 최소 24시간 장비를 작동시킬 수 있도록 경량 설계한다. 이는 1일 최소 배터리 교체 1회를 기준으로 한다. 배터리를 사용하는 경우 배터리 충전은 (1) 태양광을 이용하여 자가 충전하는 방식과 (2) ‘이동식 차량본부’ 제너레이터 및 외부전력 인입을 통하여 충전하는 방식 중 하나를 선택하여 사용한다.

## 2) 현장설치 가이드라인

고정식 ITS에서 사용되는 교통정보 수집 장비는 지상으로 부터 4.5-5.0m 높이에 설치된다. 해당 높이에 장비 없이 인력이 설치하는 것이 어렵기 때문에 일명 바가지차라 불리는 ‘스카이트레인’ 등의 특수 장비가 일반적으로 투입된다. 그러나 본 연구가 제안하는 IT융합 교통서비스의 경우 장비설치의 용이성이 확보되어야 하기 때문에 ‘스카이트레인’과 같은 특수 장비의 투입을 지양하여야 한다.

본 연구가 제안하는 행사상황 집중 교통관리를 위한 IT융합 교통서비스 교통정보수집 장비의 설치에는 별도의 특수 장비 없이 그림 6과 같이 사람이 손을 들어 간편 설치할 수 있도록 지상 2.0m 높이에 설치할 수 있게 한다. 기존 지주<sup>2)</sup>에 지상 2.0m 높이에 RSE 거치대를 설치한다. RSE는

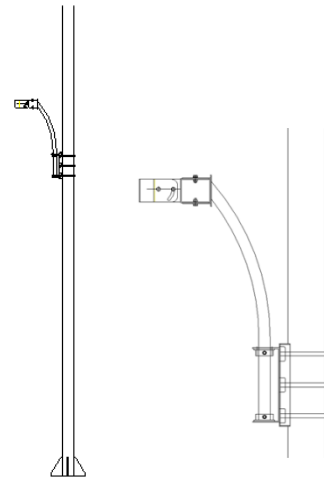


그림 6. 제안된 교통정보수집 장비 방식

지주에 거치대가 설치되는 위치로부터 상부 0.5m 높이에 위치되기 때문에 실제 RSE 위치는 지상으로 부터 2.5m 높이에 설치된다.

거치대를 사용하여 탈부착 작업은 지상으로부터 2.0m 높이에서 이루어져 별도의 특수 장비(예; 스카이트레인) 투입 없이 현장에서 빠른 탈부착 및 재설치가 가능하다. RSE 설치높이가 지상으로부터 4.5m 높이에서 2.5m 변경되어도 RSE안테나 기능을 수행하는지에 대하여 현장 실험을 수행하였으며 본 논문 후반부에 결과를 제시한다.

## 3. 이동식 차량본부

이동식 ITS 차량본부는 차량이다. 시스템 운영자가 교통정보수집 장비를 탑재하여 현장으로 이동하고 (1) 현장 도로 기반정보(노드/링크)자료를 생성하고 (2) 현장에 설치된 교통정보수집 장비 유지관리 업무를 지원하고 (3) 운영공간을 제공한다.

### 1) 도로 기반정보(노드/링크) 자료 생성

대규모 행사가 주로 도시 외곽에서 발생하기 때문에 해당 도로망에 대한 기반정보(노드/링크)가 구축되어 있지 않는 경우가 빈번하다. 기존에 노드/링크 정보가 구축되어 있다면 행사를 주관하

2) 대부분 행사를 주관하는 지방자치단체로부터 기존 지주에 거치대 부착을 허용을 받음

는 지방자치단체로부터 자료를 수령하여 활용할 수 있으나 그렇지 않은 경우면 도로 기반정보(노드/링크)를 신규 생성하여야 한다.

이동식 차량본부가 교통관리 대상 도로망에 출동하여 도로망을 이동하면서 단위시간 GPS정보를 수신 받아 기록하는 방법을 통하여 자료를 수집한다. 이는 그림 7과 같이 GPS수신 프로그램과 노드링크 편집프로그램을 연계하여 도로 선형자료를

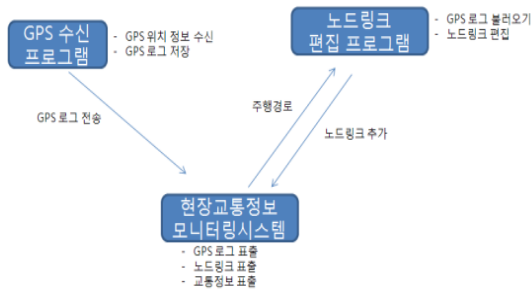


그림 7. GIS 기반 노드/링크 생성 프로그램 구성도

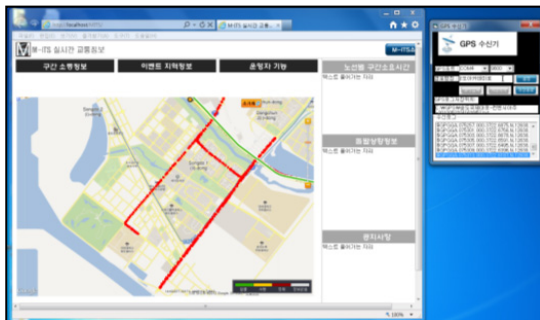


그림 8. 노드/링크 정보의 실시간 편집 및 작성

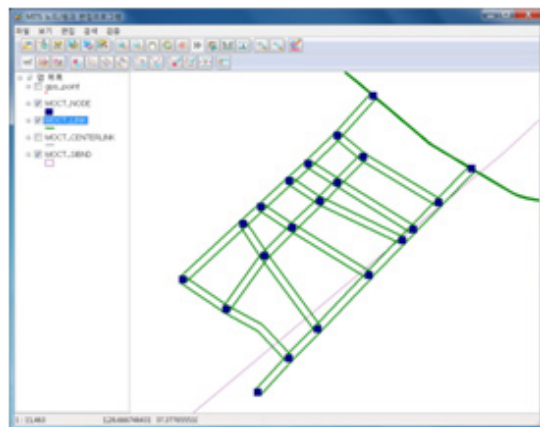


그림 9. 최종 생성된 노드/링크

를 자동 수집하는 과정으로 설명된다.

이동식 차량본부가 인천 송도 내부 도로를 주행하며 그림 7에 제시된 방법을 이용하여 수집한 GPS 좌표 정보의 예는 그림 8과 같다. 그림 8과 같이 수집된 GPS 좌표 정보를 기반으로 그림 7에 제시된 소프트웨어(이동식 차량본부 내 탑재)를 이용하여 그림 9와 같이 노드링크 편집 프로그램을 이용하여 노드/링크 정보를 생성한다.

## 2) 현장 유지관리 지원

이동식 차량본부의 기능 중 현장장비 유지보수 및 관리의 기능은 매우 중요하다. 이동식 차량본부에 탑승한 운영자는 현장을 순회하며 현장 장비를 유지관리하며 현장 모니터링 업무를 수행 한다. 현장에 설치된 교통정보 수집 장비와 연결된 배터리 전원 공급을 관리 등 중요한 업무를 수행한다. 현장 장비설치 지점을 순회하며 도난으로부터 보호하는 기능도 매우 중요하다.

## 3) 시스템 운영 공간 제공

행사 상황 집중 교통관리를 위한 IT융합 서비스에서는 시스템 운영공간이 이동식 차량본부 내부 공간으로 제한되지 않는다. 시스템 운영자는 아이패드와 같은 스마트 기기 내 탑재된 앱 프로그램을 활용하여 클라우드 센터 소프트웨어를 통제하고 관리한다. 이동식 차량본부 내 시스템 운영자가 스마트패드 등을 통해 클라우드 센터를 운영하기 때문에 3G 통신이 허용되는 장소라면 차량 외부에서도 원격제어 운영이 가능하다. 해당 방식으로 이

표 2. 이동식 차량본부 운영자의 역할

구분	소분류
기반정보 관리 (노드/링크 편집)	배경지도 전산 관리 GPS좌적 전산자료 생성 노드/링크 전산 편집(ID) 검지기 위치 전산 입력/편집 정보제공 링크 전산 관리
운영정보 관리	검지기 상태 관리 서버 상태 관리 통신 상태 관리

동식 차량분부를 이용하여 이동하며 클라우드 센터를 원격 제어한 결과를 현장에서 육안으로 확인한다. 해당 내용을 포함하여 이동식 차량본부 내 탑승하는 운영자의 역할은 표 2와 같이 구분된다.

#### Ⅳ. 현장 적용성 검토

제안된 이동형ITS시스템의 현장 적용성을 검토하기 위하여 (1) 현장 기능성 및 (2) 도입에 따른 경제성을 검토하였다. 상기 두 개 항목에 대한 검토 내용을 구분하여 제시한다.

##### 1. 현장 기능성 검토

행사 상황 집중 교통관리를 위한 IT융합 서비스에서 사용하는 교통정보수집 장비의 설치 높이는 2.5m로 고정식 ITS를 위해 설치되는 높이 4.5m에 비하여 낮다. 또한 현장에 설치되는 교통정보수집 장치 위치는 도로여건 및 안전상의 이유로 도로 바깥방향으로 후퇴 설치되는 경우도 발생한다. 이러한 상황에 대한 기능성 확보 여부를 검토하는 실험을 수행하였다(그림 10 참조).

인천 송도에서 총 6회에 걸친 현장실험을 수행하였으며 실험수행 결과는 아래의 세부단락에 구분하여 제시한다.

##### 1) 설치높이 변화에 따른 기능성 검토

RSE의 설치높이를 4.5m와 2.5m로 달리하며 테스트차량을 이용하여 총 96회 현장실험을 수행하였다. 표 3은 실험 결과를 제시한다.

실험결과 실험조건을 충족하는 OBU 탑재 실험차량을 대상으로 설치높이(종방향) 4.5m와 2.5m 모두 OBU 차량과 100% 통신하는 결과를 확인하여 RSE 설치높이가 2.5m로 조정되어도 기능이 확보되는 것을 확인하였다(한국건설교통기술평가원, 2009).

##### 2) 설치위치 변화에 따른 기능성 검토

RSE의 설치위치를 연석에서 차로방향으로 +2.0m



그림 10. 기능성 검토 위한 실외실험 (인천 송도)

돌출하는 경우와 도로 중앙선 반대방향으로 -4.0m 후퇴하는 경우를 구분하여 총 96회 테스트 차량 현장실험을 수행하였다. 표 4는 실험 결과를 제시한다.

실험조건을 충족하는 OBU 탑재 실험차량을 대상으로 +2.0m 돌출한 경우와 -4.0m 후퇴한 경우를 실험한 결과 두 개의 모든 상황에서 OBU 차량과 100% 통신하는 것을 확인하여 RSE를 도로 연석을 기준으로 횡방향 -4.0m ~ +2.0m 범위 내에서 편하게 설치하여도 기능이 확보되는 것을 확인하였다.

표 3. RSE 설치높이별 OBU 통신 성공률 비교

비교	설치높이 (지상으로 부터 높이)	
	4.5m (기존 ITS)	2.5m (제안 기술)
통신성공률	100.0 %	100.0 %

표 4. 최적 설치방안 도출 현장테스트

설치위치 (위치)	연석에서 차로방향 +2.0m	연석에서 차로방향 -4.0m
통신성공률	100.0%	100.0%

##### 2. 경제성 검토

행사 상황 집중 교통관리를 위하여 본 연구에서 제안한 IT융합 서비스 투입에 대한 경제성 효과를 검토하였다. 기존 대형 행사관리 상황에 구축된 기존 고정식 ITS 사례와 비교한다. 비교 기준으로 2012여수엑스포 행사를 선정하였다.



1) 고정식 ITS 사례 검토

2012 여수엑스포는 전라남도 여수에서 2012년 5월12일부터 8월12일까지 개최된 행사이다. 이는 총 93일 동안 총 6,894,210명이 행사장을 방문한 대규모 행사이다(여수세계박람회조직위원회, 2012). 이를 방문객들은 단체버스 이용 33.87%, KTX 이용 26.42%, 항공 이용 2.46%, 승용차 이용 37.23%로 보고된다(한국교통연구원, 2012). 해당 통계를 기반으로 추정하면 일반 교통량에 추가하여 행사기간 동안에 행사장 주변 도로를 이용한 사람이 약 2,570,000명인 것으로 추정된다.

여수엑스포조직위원회는 행사장 주변 원활한 교통관리를 위하여 행사장 주변도로에 고정식 ITS를 구축하였다. 구축한 ITS시스템은 표 5와 같다.

교통정보 수집을 위한 '정보수집 장비' 총 7개가 행사장 주변도로에 설치되었다(한국교통연구원, 2012). 이들 '정보수집 장비'로부터 수신되는 교통정보를 가공 및 관리하고, 상황판에 도로교통상황을 표출하여 운영자가 실내에서 행사장 주변도로의 운영관리가 가능하도록 하는 교통정보센터가 1식 구축되었다.

표 5. 2012여수세계박람회 ITS시스템

현장시스템	물량	내용
정보수집 장비 (VDS)	7개소	교통정보수집 (영상검지기)
정보제공 장비 (VMS)	3개소	주요도로에 대한 교통정보, 환승주차장 정보, 우회정보, 돌발상황정보 제공
상황감시 장비 (CCTV & Web Cam)	20개소	주요 가로 및 환승주차장 모니터링 시스템 구축, 센터운영 모니터링
교통정보센터 (TMC)	1식	통합센터 및 각 시스템 연계
통신 임대망	1식	-

2) 설치 소요비용 비교검토

본 연구에서 제안하는 'IT융합 교통 서비스'에 소요되는 비용을 2012여수엑스포 ITS 구축에 투

입된 비용과 비교하였다. 표 6은 이들 비용에 대한 비교 결과를 제시한다.

총 7개 '교통정보수집 장비'를 현장에 설치하는 과정에 기존 고정식 ITS는 토목공사비용을 포함하여 6억4천만 원이 소요되었다. 반면 제안된 'IT융합 서비스'는 토목공사비용이 소요되지 않아 개당 1천만 원씩, 총 7천만 원의 비용만이 소요된다. 이는 고정식 ITS '교통정보 수집 장비' 확보에 소요되는 비용의 10.9%수준에 해당한다.

고정식 ITS는 센터의 구축이 필요하며 이에 토목공사 및 건물 인테리어비용을 포함하여 총 10억 원의 비용이 소요된다. 반면 제안된 'IT융합 서비스'는 클라우드 센터를 사용하므로 별도의 센터구축이 필요 없어 비용이 소요되지 않는다.

통신망 임대사용 비용 및 장비의 전력소모로 인한 전기사용료를 포함하는 기타비용의 경우 고정식 ITS는 93일을 기준으로 1,600만원 비용이 소요된다. 제안된 'IT융합 서비스'는 배터리를 사용하여 별도의 전력소모가 발생하지 않아 적은 비용이 소요된다. 통신비용만으로 약 600만원 소요되는 것으로 추정되며 이는 기존 고정식 ITS 비용의

표 6. 이동형ITS와 기존ITS 소요 비용 비교

구분	소요비용 (단위: 천원)		비고
	고정식 (ITS1)	이동형 ITS	
정보수집 장비	640,000 (100.0%)	70,000 (10.9%)	기존: 영상검지기 이동형: RSE안테나
교통정보 센터	1,000,000 (100.0%)	0 (0.0%)	클라우드 센터로 별도 TMC 확보 필요 없음 (토목공사 불필요)
현장 통신/ 토목공사	400,000 (100/0%)	0 (0.0%)	
기타 비용	16,000 (100.0%)	6,000 (37.5%)	통신비 및 전기사용료 (93일 기준)
계	2,056,000 (100.0%)	76,000 (3.7%)	-

1) 국내 2012 여수엑스포  
 2) 검지기 7개소 기준 (여수 엑스포 경우와 동일)  
 3) 구매 시 비용으로 임대 후 설치 비용은 제시된 비용수준 이하임

37.5%에 해당한다.

상기 비용을 모두 고려하면 행사상황을 관리하기 위한 기존 고정식 ITS시스템 구축에 소요되는 비용이 20억 원이다. 제안된 'IT융합 서비스'에 소요되는 비용은 7천6백만 원으로 기존 ITS시스템 구축에 소요되는 비용의 3.7%에 해당한다. 이는 고정식 ITS 구축 대비 94.3% 수준의 비용절감 효과가 있음을 의미한다.

## V. 토의

대규모 행사가 개최되는 지방자치단체가 대도시가 아닌 경우 예산의 제약이 많다. 행사종료 후 ITS유지보수비용을 국비지원 없이 지방자치단체가 지속 지출하여야 하는 상황을 부담스러워 한다. 이들이 ITS장비의 기부채납 수령을 거부하기 때문에 이벤트 행사가 종료된 후 행사를 위하여 구축된 고가의 ITS시스템은 단기간 사용된 후 대부분 현장에서 철거된다. 2012년에 종료된 여수엑스포의 경우에도 20억 원을 투입하여 구축한 ITS시스템을 90여 일 사용한 후 철거하게 되는 상황을 맞는다.

제안된 'IT융합 서비스'는 대규모 행사 종료 후 철거 및 재설치를 고려해서 고안된 서비스 시스템이기 때문에 철거 후 상황에 대한 고민이 발생하지 않는다. 제안된 IT융합 서비스 시스템은 현장에서 편리하게 철거된 후 타 행사지역으로 이동하여 다시 설치되어 재활용되는 시스템으로 국가 예산절감 차원에서 경제성이 높다. 우리나라가 주최하는 크고 작은 행사 모두를 고려하면 기대되는 경제적 가치가 매우 높다 하겠다.

## VI. 결론

제안된 '행사 상황 집중 교통관리를 위한 IT융합 서비스'는 행사 장소에 손쉽게 이동하여 단기간에 설치되어 교통운행을 수행할 수 있는 서비스이다. 이는 통신망, 지주공사 등의 별도의 토목공사

가 필요 없으며 기존 지주에 탈부착이 용이하여 현장 적용성을 확보함과 동시에 기능성을 담보한다.

대규모 행사 기간에 차량이 집중되는 주변 도로 교통흐름을 관리하고 행사가 종료되면 시스템을 현장에서 탈착하여 다른 지역에 재투입하는 경제적인 시스템으로 향후 도로교통 분야 대표 IT 서비스로 성장할 것을 기대한다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비지원 (이벤트 대응형 현장 ITS 핵심기술 개발)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- 노창균, 김봉석, 김태현, 손봉수, 김진태 (2012), 이벤트 대응형 현장 ITS 운영을 위한 클라우드 센터 개념정립에 관한 연구, 대한교통학회 제67회 학술발표회, 대한교통학회, pp.545-549.
- 송태진, 오철, 김태형, 연지윤 (2008), 운전자 인적요인 고려한 PVMS 메시지 판독특성 분석, 한국ITS학회지, 제7권 제4호, 한국ITS학회, pp.25-35.
- 여수세계박람회 조직위원회 (2012), 여수세계박람회 외국인 입장객 약 40만명 다녀가, 보도자료, 08.13.
- 임세미 (2012) 인프라 독립형 가변안내표지판용 전력관리 시스템 연구, 국민대학교, 석사학위논문.
- 한국건설교통기술평가원 (2009), 이벤트 대응형 현장 ITS 장비 기술개발, 1차년도 실적보고서.
- 한국건설기술연구원 (2009), 이동식 기준점지기 개발.
- 한국교통연구원 (2012), 2012여수세계박람회 교통상황실 구축운영사업 사전·사후 평가용역.
- 한국지능형교통체계협회 (2012), 지능형 다기능 가변안내표지판 기술개발, <http://www.itskorea.or.kr>.