

## 버스정보시스템의 효율성에 관한 연구 \*

### The Study of Bus Information System's Efficiency

이 정 근\*\*      최 석 우\*\*\*      황 병 옥\*\*\*  
(Jeong-keun, Lee)      (Suk-Woo, Choi)      (Beyung-Ok, Hwang)

#### 요 약

현재 각 지자체별로 ITS 시스템이 도입되고 있으며 대시윈 서비스차원에서 버스정보시스템(BIS)이 우선적으로 도입, 운영되고 있다. 이러한 버스정보시스템의 대표적인 위치추적 및 무선통신방식으로 DSRC+DSRC방식, GPS+무선통신망, Beacon+Beacon이 각 지자체별 특성에 맞게 구축, 운영중에 있다.

지금까지 BIS 시스템에 대한 평가는 각 지자체별로 사전, 사후분석의 설문조사항목을 통해 정성적 평가만 수행되었으며 시스템의 성능에 대한 평가는 실시되지 않았다. 따라서 본, 논문은 현재까지의 시행하였던 BIS 시스템에 대한 평가방안을 기초로 성능평가를 포함한 새로운 평가방안을 수립하여 각 BIS 방식별 대표시스템을 선정, 도착정보 신뢰도와 무선통신성공율의 효과적도를 적용하여 해당 시스템의 신뢰도나 효율성에 대한 평가를 수행하였다.

#### Abstract

Nowdays ITS is being installed in each local autonomous entity, and BIS installation and operation is prior to other ITS sub systems for the public service. The methods of positioning and wireless communication in BIS are DSRC+DSRC, GPS+wireless communication, Beacon+Beacon, which are chosen and operated as the local features. Before this study, the before and after survey of BIS' quality have only been done without performance evaluation of BIS. So the method of BIS' evaluation have been established including performance test in this paper. And the evaluation of some BIS' reliability and efficiency have been done using the reliability of arriving data and the wireless communication response rates after choosing typical BIS' sub system.

**Key Words:** efficiency assessment, BIS, communication response rate, arrival data reliability

## 1. 서 론

안전하고 쾌적한 교통환경을 구현하는데 가장 신기술인 지능형교통시스템(Intelligent Transportation System : 이하 ITS라 함)을 경쟁적으로 도입, 운영하고 있거나 계획중이다.

### 1. 연구의 배경 및 목적

현재 대다수의 지방자치단체에서는 경제적이며

ITS 시스템 중 첨단대중교통시스템(Advanced Pu-

\* 본 연구는 산업자원부 기술표준원의 지원으로 수행하였습니다.

\*\* 주저자 : 산업자원부 기술표준원

\*\*\* 공저자 : 산업자원부 기술표준원

† 논문접수일 : 2006년 5월 25일

blic Transportation System : 이하 APTS<sup>1)</sup>라 함)은 시민들에게 대중교통 수단에 대한 정보를 제공하고 운영자에게는 관리, 배차 등의 모니터링 정보를 제공하게 되는 가장 공공성이 높은 서비스이기 때문에 각 지방자치단체에서 대시민 서비스제공차원에서 우선적으로 도입하려고 하고 있다.

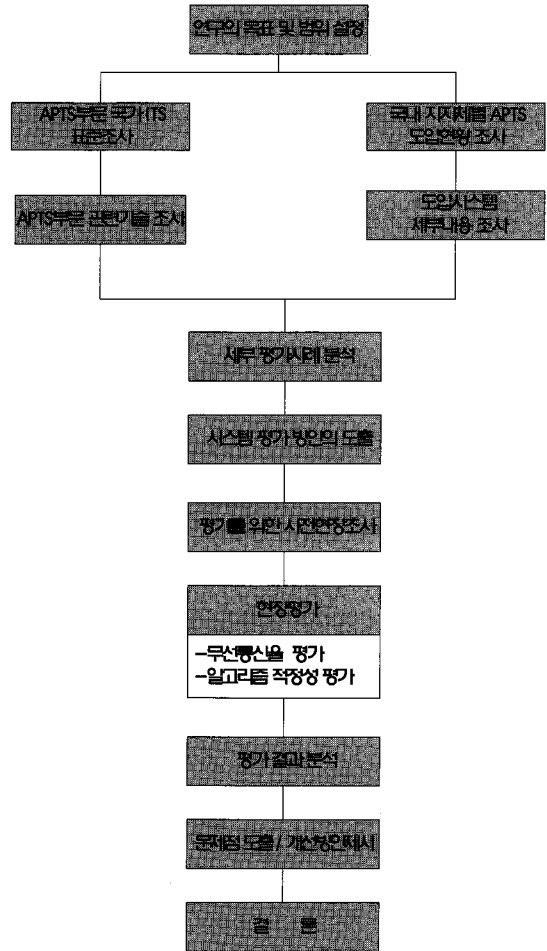
이러한 첨단대중교통시스템은 각 지방자치단체에서 경쟁적으로 도입하여 운영하고 있기 때문에 상이한 방식, 장비, S/W 구현 등으로 구축되고 있으며 구축 환경에 비추어서 시스템의 효율성과 현 기술 수준에 대한 사례를 분석해야 할 필요성이 있다.

따라서, 본 연구는 기존에 제시된 BIS 시스템의 각 방식별 장단점을 실제 현장조사를 통해 분석, 파악하고 향후 첨단대중교통시스템의 효율성 평가 모델을 구축하기 위한 사전 조사 자료의 수집과 시스템별 특성과악이나 효과분석 방법론의 정립을 그 목적으로 한다.

## 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 시스템 설치 현황을 파악하기 위하여 국내 지자체별 버스정보시스템(Bus Information System : 이하 BIS) 도입현황을 조사하여 각 시스템의 현황과 세부 특징 및 운영내용에 대한 조사와 관련기술을 조사하였다. 이와 함께, BIS 시스템의 유사평가사례 [1]를 검토하여 본 연구에 활용할 수 있는 시스템 평가방안을 도출하였다.

시스템의 효율성 평가를 위하여 효과척도를 산정하고 세부평가방안을 도출, 실제 현장 조사 및 로그 파일 분석을 통하여 현장 평가를 수행하였으며 분석



<그림 1> 연구의 수행 과정  
<Fig. 1> flow chart of this work

된 결과를 통해 문제점의 분석 및 개선방안을 제시하였다.

## II. 이론적 고찰

### 1. ITS 기본계획상의 BIS

#### 1) ITS 기본계획상의 대중교통서비스분야

ITS사업의 효율적인 추진을 위한 기본방향을 제시하기 위해 수립되어진 국가 ITS 기본계획 21에서는 교통이용자의 요구충족을 위해 ITS 제공서비스인 사용자서비스를 7개 서비스 분야, 18개 서비스,

1) 첨단대중교통시스템 즉, APTS는 ITS아키텍처상에서 서비스분야를 의미하며 APTS에 포함되는 사용자 서비스는 대중교통정보제공, 대중교통관리의 2개 서비스가 있음. 본 연구에서는 대중교통정보제공 서비스의 시내버스정보제공 단위서비스를 구현한 버스정보시스템(Bus Information System:BIS)과 대중교통관리 서비스의 시내버스 운행관리 단위서비스를 구현한 버스운영관리시스템(Bus Operating Management System : BOMS)를 통칭하는 버스정보시스템(이하 BIS라 함)만을 연구의 대상으로 한정하여 진행하도록 함

<표 1> 대중교통 서비스분야 제공 서비스  
 <Table 1> the classification of APTs

서비스	단 위 서 비 스
(12) 대중교통 정보제공	30) 시내버스정보제공 31) 고속버스정보제공 32) 시외버스정보제공
(13) 대중교통 관리	33) 시내버스운행관리, 34) 고속버스운행관리 35) 시외버스운행관리, 36) 좌석예약관리 37) 환승요금관리, 38) 대중교통안전관리 39) 대중교통시설관리

62개 단위서비스로 구분하고 있다.

7개 서비스 분야는 교통관리 최적화 서비스분야, 전자지불처리 서비스분야, 교통정보유통 활성화 서비스분야, 여행자정보 고급화 서비스분야, 차량여행자 부가정보제공 서비스분야, 대중교통 서비스분야, 화물운송 효율화 서비스분야 등으로 구성되어진다. 이 중, 대중교통 서비스분야(APTS)는 대중교통의 정시성 확보와 관련 운행정보를 관리·제공하는 서비스 분야로 2개 서비스와 10개 단위서비스로 구성되며 세부 내용은 위 표와 같다.

대중교통정보제공서비스는 시내·고속·시외버스의 도착시간, 위치, 환승정보 등 대중교통 운행정보를 제공하는 서비스이며 3개의 단위서비스로 구성되어진다. 또한, 대중교통관리 서비스는 시내·고속·시외버스의 운행위치, 운행간격, 사고상황 등 버스운행정보를 수집·관리하여 배차간격 조정, 운전자관리, 예약 등 버스운행을 최적화하는 서비스로 7개의 단위서비스로 구성되어 있다.

각 단위서비스를 구현하기 위한 단위시스템은 버스정보시스템(BIS), 버스운행관리시스템(BOMS), 버스전용차로 관리시스템, 고속버스좌석예약시스템, 대중교통 요금징수 시스템으로 구성되어진다.

2) ITS 아키텍처상의 BIS의 정의<sup>2)</sup>

버스정보시스템은 시내버스의 운행과 관련된 각

2) ITS 기본계획과 아키텍처상에서는 버스의 분류를 한국적 특성에 맞게 시내, 시외, 고속버스로 분류하고 있지만 본 연구에서 BIS는 통상적으로 지칭하고 있는 시내버스에 대한 정보시스템으로 한정하여 연구를 진행하였음

종 정보를 정류장 대기승객, 차내승객, 버스운전자 등에게 안내전광판, 단말기, PC통신, 인터넷, 전화 등을 이용하여 제공하는 시스템으로서 이용자에게 정적/동적인 각종 교통정보를 제공하여 수단선택, 경로(노선)선택, 환승 여부 등의 판단을 도와주어 편리한 통행을 가능케 하는 목적을 지니고 있다.

시내버스정보시스템의 시내버스정보서비스에서 제공되는 세부 서비스는 크게 운행계획정보안내 서비스, 운행상태정보안내 서비스, 정적/동적 통행안내 서비스의 3가지로 구분할 수 있다.

이러한 버스정보서비스가 여행자 정보 고급화 서비스의 하나인 출발전 교통정보제공서비스와 다른 점은 교통정보서비스가 여행자들이 여행정보와 대중교통정보를 가정/사무실 등에서 통행이 시작되기 전 혹은 수단선택 전에만 받아들 수 있는데 반해, 시내버스정보서비스는 통행이 시작된 후에도 정류장, 버스나 지하철 내 등, 대중교통의 이용 중에도 정보를 제공받을 수 있다는 점이라고 할 수 있다.

버스정보시스템에서 앞서 도출된 서비스들을 제공하기 위해서는 다음과 같은 세부기능들이 요구되어진다.

- 운행계획정보 수집 및 안내 기능
- 버스위치파악 기능
- 도착시간 예측 및 안내 기능
- 정적·동적 최적노선 판단 및 안내 기능
- 교통상황정보 입수 및 안내 기능
- 권역교통정보센터와의 정보연계

3) ITS 기본계획상의 BIS 추진전략

ITS 기본계획상에서 APTS는 대중교통의 정시운행 확보 및 운행정보 제공을 통해 대중교통 이용편의 증진, 차량·승무원·승객 등의 체계적 관리로 경영 합리화를 유도를 목표로 추진되어진다. 이를 위한 추진전략으로 기술이 검증된 서비스의 경우엔 광역시, 중소도시에 시범 구축·운영, 여타 지역으로 확대 구축하여 지차체 중심으로 민간의 참여를 통해 추진하고 단계적으로 서비스 질을 제고하는 방안을 모색하고 있다.

대중교통정보제공 서비스 중 시내버스 정보제공은 지자체, 민간이 추진토록 하고 시외버스 정보제공은 지자체의 협조하에서 건교부와 민간이, 고속버스 정보제공의 경우에는 건교부와 민간이 추진토록 하고 있다.

대중교통관리서비스도 시내, 시외, 고속버스에 따라 대중교통정보제공 서비스와 동일하게 추진토록 규정하고 있다.

## 2. BIS 시스템 개요

BIS 시스템은 크게 위치추적방식과 통신방식에 따라 구분되어지게 되며 각 지자체는 이러한 방식에 대해 구축 및 운영비용측면, 기술측면, 구축사례 등을 검토, 해당 지자체의 시스템을 결정하게 된다.

위치추적은 타 ITS 시스템에서의 검지기와 동일한 역할을 수행하게 되며 주행중인 대상버스의 현재 위치를 센터에서 확인할 수 있도록 다양한 기술을 적용, 실시간으로 위치를 추적하는 것이다. 이렇게 추적된 위치정보는 실시간으로 무선통신을 통해 센터로 전송되어 센터에서는 대상버스의 위치를 추적할 수 있게 하는 원리로서 다양한 위치추적 방식과 통신방식의 시스템이 구축되어 운영중이다.

### 1) 위치추적기술

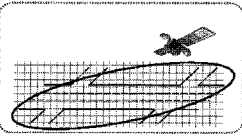
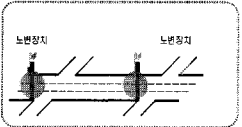
BIS에서의 차량의 위치추적은 버스의 도착정보를 제공하고 버스에 대한 관제를 실시하기 위한 원시자료로서 무선표정기술(Radio Determination)과 무선도표기술(Radio Signpost)로 구분된다.

무선표정기술의 대표적인 기술방식으로 GPS 방식이 있고 무선도표기술의 대표적인 방식으로는 DSRC방식과 비콘방식이 있으며 각 구분별 개념과 기술방식, 개념도는 다음 표와 같다.

### 2) 위치정보전송방식(통신방식)

위치정보 전송방식(이하 통신방식이라 함)은 추적되어진 차량의 위치를 무선통신을 통해서 전송하는 것으로 광역 통신망과 협역 통신망 방식으로 구분될 수 있다.

<표 2> 위치추적방식별 개념 및 특징  
<Table 2> the classification of positioning methods

구분	개 념	기술 방식	개 념 도
무선 표정 기술	•별도의 노변장치 없이 인공위성을 이용한 위치정보 수집	GPS	
무선 도표 기술	•노변장치를 설치하여 노변장치의 통신영역 통과시 위치정보 수집	DSRC, 비콘	

<표 3> 위치추적 기술방식에 대한 특징  
<Table 3> the characteristics of positioning methods

	GPS	비 콘	DSRC
정확도	•오차범위 10m 이내 •통신주기에 의한 오차	•오차범위 10m 이내	•오차 범위 10m 이내
운영 지역	•고가도로 밑 •고층빌딩 주변 •터널 내	•비콘 미설치 지역	•RSE(Road Side Equipment) 미설치 지역
환경 영향	•질은 안개, 폭우, 폭설 •가로수 ·방해전파	•방해전파	•방해전파 최소화
기타	•전국 사용 가능	•인프라 구축지역만 사용 가능	•검증 단계 •확장 가능성 내포
동작 원리	•인공위성을 활용한 측위 •인공위성과 도로상 차량 간의 거리를 측정하여 위치 확인	•위치 비콘에서 신호를 주기적으로 발신 •주행하는 버스가 신호를 수신하여 현재위치 파악	•도로상에 전파의 송수신을 위한 RSE 구축 •차량 탑재기와 RSE 간의 통신으로 차량위치 확인
적용 도시	서울, 수원, 안양	부천, 고양, 안산	대전, 전주

<표 4> 통신방식에 따른 분류  
 <Table 4> the classification of communication methods

구분	개 념	기술 방식	개 념 도
광역통신망	•현재 서비스 중에 있는 기간 통신망을 이용하여 위치정보 수집	무선데이터망	
협역통신망	•수집된 위치정보를 별도로 설치된 전용 통신장비를 이용하여 위치정보 전송	비콘, DSRC	

광역통신망의 경우 무선데이터망이 주로 활용되어지며 협역통신망의 경우 비콘이나 DSRC가 주로 사용되어지고 있다.

### 3. 국내 지자체별 BIS 도입현황

국내 지자체별 BIS 도입현황 조사결과 위치검지 방식으로는 크게 GPS, DSRC, 비콘을 이용하는 것으로 나타났으며 확인된 위치정보를 전송하기 위한 통신방식으로는 무선통신, CDMA, 비콘망, DSRC 망을 사용하는 것으로 나타났다.

### 4. BIS 도입에 따른 평가사례 분석

ITS 사업에서의 평가란 주로 사업평가를 의미하며 버스정보시스템에서의 사업평가란 버스정보시스템 구현의 목표를 달성하기 위하여 논리적, 물리적 설계와 구축의 타당성을 검증하기 위한 제반 작업이라고 정의할 수 있다.[2] 여기서 사업평가를 다시 BIS의 효과평가와 성능시험 평가로 구분할 수 있으며 그 내용은 <표 5>, <표 6>과 같다.

#### 1) 부천시

대다수의 BIS 설치, 운영 도시의 경우에는 BIS 사업을 ITS의 서브시스템으로 포함하여 일괄 구축, 전체 ITS 시스템에 대한 평가를 수행하였으나 부천

<표 5> 주요 지자체별 BIS 시스템 방식과 사업현황  
 <Table 5> the local BISs and their status

도시	시스템 방식		시스템설치물량		
	위치 검지	통신 방식	정류장 단말기 (개소)	노변장치 (개)	차내 단말기 (개)
서울 특별시	GPS	무선통신	없음	-	7500
대전 광역시	DSRC	DSRC	200	191	967
인천 광역시	Beacon	Beacon	20	위치:120, 통신:51	43
울산 광역시	GPS	CDMA	150	-	300
수원시	GPS	무선통신	7	-	181
부천시	Beacon+GPS	Beacon	504	위치:584, 통신:268	650
고양시	Beacon+GPS	Beacon	22	위치:11, 통신: 5	104
안양시	GPS	무선통신	120	-	516
전주시	DSRC	DSRC	100	193	410
안산시	Beacon	Beacon망	34	위치:117, 통신:95	52
시흥시	Beacon+GPS	Beacon망	65	위치:85, 통신: 69	59
군포시	Beacon	Beacon망	44	위치:130, 통신: 66	278
제주시	GPS	CDMA	150	-	250

시의 경우 버스정보시스템을 우선 구축하고 별도로 평가[3]를 실시한 유일한 자치단체이다.

평가방법은 부천시내에 설치된 정류소에서 실시한 설문조사를 통해 시스템 및 정보제공형태의 선호도 등의 의식 조사와 시스템 수집자료 및 제공 정보의 정확성, 신뢰성을 파악하는 시스템 운영 조사로 구성되었다.

하지만, 부천시 평가사례의 경우 많은 부분이 현장 설문조사에 의존하여 주로 정성적인 효과 평가로 이루어 졌으며 배차시간의 단축과 같은 정량적인 효과분석을 실시하지는 못하였다.

<표 6> BIS에서의 사업평가 종류 및 비교

<Table 6> the comparison between BIS assessment methods

구분	효과평가	성능시험평가(BMT)
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>•BIS에서 제공하는 서비스컨텐츠의 최적설계 여부를 평가하여 서비스의 개선방향을 제시하고자 함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•BIS의 물리적인 설치에 대해 성능시험운영을 정량적인 평가방법으로 수행하여 최적 시스템구축 등을 이루고자 함</li> </ul>
평가내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>•이용자의 서비스 컨텐츠별 만족도</li> <li>•버스배차시간의 정시성</li> <li>•버스대기시간의 절감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•물리적인 시스템의 신뢰성, 안정성 등</li> </ul>
평가방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>•구축전의 현황자료(배차간격, 버스수송분담 등)와 설문조사자료를 구축후의 데이터와 비교, 분석함으로써 얻어낼 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•구축시 객관적 평가기관의 감리나 관리를 통한 평가로써 신뢰성 및 안정성의 적정수준 도달</li> </ul>
평가 내용 및 방법 구상단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>•BIS 기본계획 단계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•BIS의 물리적 구축 및 시공단계</li> </ul>

<표 7> 부천시 BIS 사업 효과 추정방법  
<Table 7> estimation of the efficiency of BIS in Pucheon city

구분	방법
현장조사 및 설문조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>•승하차 인원조사</li> <li>•설문조사</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•BIS의 구축효과를 분석하기 위해 조사</li> <li>•기본적인 승하차 패턴의 이해와 조사결과 신뢰성 확보</li> <li>•버스이용시민, 시 공무원, 버스운전자, 버스운수업자를 대상</li> </ul>
시스템 성능평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>•현장조사</li> <li>•설문조사</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•정류소에서 운행하는 버스를 관찰하는 방법으로 수행</li> <li>•수집자료의 정확성, 제공정보의 정확성, 가공분석 알고리즘의 적합성, 시설물 운영상태</li> <li>•설문조사를 통해 시설물 운영의 신뢰성 조사</li> </ul>

2) 과천시

국내 최초 ITS 시범운영 사업의 3단계로 수행된 과천시 지역 ITS 시범사업 운영 사업에 대한 평가는 1998년에 수행되었으며 시범운영 사업의 평가와 보완, 확장, 연계방안에 대해서 제시하고 있다. 평가는 사전, 사후 조사결과에 따른 정량, 정성적 분석과 시스템별 성능평가에 중점을 두고 있으며 정량, 정성적인 분석은 ITS 센터를 포함한 8개의 서브시스템에 대하여 수행되었다.

이 중, BIS에 대한 평가는 대중교통시스템이라는 명칭으로 평가를 수행하였으며 사전조사시 4개 정류장만을 조사한 승객수요로 평가를 실시하였기 때문에 한정된 여건에서의 평가만 이루어졌다는 점이 한계로 지적될 수 있다.

3) 첨단교통모델도시

첨단교통 모델도시로 선정되었던 전주시, 대전광역시, 제주시의 모델도시 건설 사업 전, 후의 교통소통측면, 대시민 편리성 및 경제성 분석을 통한 사업의 효과 분석과 향후 확장계획 및 유지관리의 기초자료로 활용하기 위하여 효과분석을 실시하였다. 하지만, 앞서 살펴본 사례들처럼 버스정보시스템에 대한 체계적인 평가구상 및 계획이 없어 객관적이고 정확한 분석결과를 얻어 낼 수가 없었던 점이 단점으로 지적되고 있다.

4) 국내 평가사례 종합

앞에서 살펴본 것과 같이 국내의 평가사례들을 종합해보면 대다수의 국내 BIS 사업들은 ITS 사업의 일부분으로 추진되었기 때문에 대부분의 BIS 시스템에 대한 평가들이 독립적으로 수행되지 않았다는 공통점이 있다. 이에 반해, 독립적으로 BIS 사업을 추진하고 평가한 부천시의 사례를 살펴보면 이용자, 운영자, 행정공무원의 설문조사를 토대로 만족도를 평가하는 정성적인 평가를 수행하였다.

이러한 평가방법은 사업의 효과분석 측면에서의 평가만을 수행한 것이며 시스템의 효율을 평가할 수

있는 시스템 성능(Performance) 측면의 평가는 전무한 실정으로서 ITS 사업의 일환으로 추진된 첨단교통 모델도시나 과천시와 과천시와 마찬가지로 정성적 척도인 이용자 만족도나 인지도 평가를 포함하여 추가적으로 정량적인 척도인 교통환경 개선 효과만을 분석하였다.

하지만, 첨단교통 모델도시나 과천시의 평가방안에도 시스템 성능 평가측면이 아닌 사업 평가측면의 성격이 강하며 신뢰성있는 시스템의 운영효과를 기대하기 위해서는 시스템 성능시험평가에서 좀 더 세분화하여 시스템 완성 후 품질관리기법을 도입한 시스템 평가 방안의 수립이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 연구대상 시스템(도시)에 대한 기 평가된 사업평가 방안을 제외하고, BIS 시스템의 핵심요소인 위치추적기술과 최종 제공정보인 도착정보의 신뢰도에 대한 성능평가를 현장조사를 통해 수행하였다.

### Ⅲ. 시스템 현장 평가

#### 1. 시스템 현장 평가 개요

앞 장에서 살펴본 것과 같이 국내에서 도입, 운영 중인 BIS 시스템은 GPS, 비콘, DSRC를 이용하는 세 가지 시스템으로 크게 구분되어지며 상이한 시스템에서 공통적으로 적용되어지는 핵심요소로 위치추적, 위치추적 정보의 전송, 수집정보의 가공을 통한 도착정보의 제공이 있다.

따라서, 본 연구에서 시스템 현장 평가의 범위는 BIS 시스템에서의 핵심요소인 위치추적 정보의 전송에 관한 통신성공률과 수집정보의 가공을 통한 도착정보의 신뢰성 평가에만 연구의 범위를 한정하였으며 대상 시스템은 다음과 같은 기준으로 선정하였다.

- 시 전역에 BIS 시스템이 설치 운영되어 있어야 함(시범사업 지자체 제외)
- 시스템 설치 및 운영기간이 일정기간 경과하여 안정화 되어 있어야 함
- 분석을 위한 로그파일 협조가 가능해야 함

이러한 기준을 통해 DSRC 방식, 비콘방식, GPS 방식 각각 1개 시스템을 평가대상으로 하였다.

#### 2. 현장 평가 방법론

현장 평가는 각 시스템을 동일한 환경 조건에서 평가를 수행할 수 있는 Test Bed에서 수행하는 것이 타당하나 현실적인 여건상 Test Bed의 구축은 어려우므로 평가시점에서 대상 시스템의 실제 운영되고 있는 시스템을 평가, 비교하였다. 즉, 각 시스템은 구축 목적과 ITS 시스템과의 연계, BIS 시스템의 관리전략에 따라 정보수집 주기, 정보제공 방식 등이 상이하며 본 연구에서는 각 시스템별로 세부적인 고려가 불가능하므로 현재 운영상태의 시스템만을 대상으로 평가를 수행하였다.

##### 1) 도착정보신뢰도 평가

도착정보는 BIS 시스템에서 이용자에게 제공되는 최종정보로서, 이용자의 서비스 수준에 가장 큰 영향을 끼치게 되며 해당 정보의 신뢰성이 확보되어야만 이용자의 서비스 만족도를 증대시킬 수 있다.

현재 시간정보와 위치정보로 구분되어 제공되어지는 도착정보에 대하여 시간정보에 대해서만 평가를 수행하였다.

도착예정정보의 신뢰도 평가는 각 평가대상정류장에 대하여 조사원의 실제 관측에 의해 조사된 실제도착시간과 센터에서 가공, 제공하게 되는 도착예정시간과의 차이를 평가하였으며 필요한 경우에 센터에서 수집되는 Log파일을 이용, 산정하였다.

현장 조사시에는 각 정류장당 조사원을 2~3인씩 배치, 조사원의 실측관측에 의한 버스도착시간과 제공되는 도착예정정보를 조사시트에 기록하여 조사를 수행하였다.

실제 도착시간은 실측 자료를 기준으로 하였으며 예상 도착시간은 대상 노선의 조사대상 버스에 제공되는 최초제공정보를 기준으로 조사하였으며 각 버스별로 상이하기 때문에 오차의 평균값을 산출, 분석하도록 하였다.

조사시간은 평일을 기준으로 하며 시 전역에 고루 분포된 10개 정류장에서 오전첨두, 오전비첨두, 오후 첨두, 오후비첨두로 구분하여 조사를 수행하였다.

## 2) 무선통신성공률 조사

해당 시스템에서 정보수집매체로 운행중인 시내 버스에 대한 전수조사는 조사여건상 불가능하므로 조사대상노선을 선정할 필요가 있기 때문에 도심내의 중심업무지구, 아파트 단지 등의 고밀도지역과 시외곽부저밀도 지역을 모두 통과하는 노선을 대상으로 평가를 수행하였다.

무선통신의 경우 기 설정된 주기에 통신이 수행되는지에 대한 통신성공율과 전송해야될 정보의 결측이 얼마나 발생하였는지에 대한 결측율로 구분하여 평가할 수 있다. 통신성공율의 경우 Log파일을 통해 조사가 가능하나, 결측율의 경우 자료수집의 어려움과 자료량의 방대함으로 인해 본 연구에서는 제외하도록 하였다.

무선통신성공률 조사는 센터에서 수집되는 통신 Log파일을 활용, 평가를 실시하였다.

입수된 로그파일을 분석하기 전에 시스템에 대한 파악을 실시, 통신주기(정주기, 이벤트방식), 통신실행지점(정류소, Access Point, 무선기지국), 조사대상 차량의 개별차량 ID, 정보수집주기 등을 확인하였다.

평가 시간대는 다양한 조건에서의 평가를 위해 대상노선의 오전 상업운행 개시시간부터 야간상업운행 종료시간까지로 하였다.

통신성공률은 아래의 식에 의해 산정토록 하였다.

$$\text{통신성공율} = \frac{\text{센터 Log파일상의 실제 통신}}{\text{계산치(정주기통신횟수 + 이벤트주기통신횟수)}}$$

## 3. 현장 평가 결과

### 1) 도착정보신뢰도 평가

수집되는 교통자료의 신뢰성 분석은 여러 통계적 분석방법이 있으나 본 연구에서는 평균 오차를 주로 활용하였고, 이와 더불어서 실측치과 예측치를 이용

<표 8> DSRC방식 도착정보 신뢰도 평가 결과  
<Table 8> the analysis results from arrival data in the case of DSRC

구 분	오전 첨두	오전 비첨두	오후 첨두	오후 비첨두	전 체
전체평균	0:02:59	0:02:33	0:02:51	0:02:34	0:02:44
예상시간 이전 도착평균	0:02:44	0:02:21	0:03:04	0:02:45	0:02:44
예상시간 이후 도착평균	0:03:02	0:02:46	0:02:37	0:02:24	0:02:42
5분이상 제외평균	0:01:47	0:01:42	0:01:48	0:01:35	0:01:43
10분 이상 제외평균	0:02:27	0:02:12	0:02:15	0:02:02	0:02:14
등가계수평균	0.86	0.88	0.86	0.88	0.87

한 등가계수방법을 추가적으로 산정, 신뢰성을 분석하였다.

조사결과, DSRC를 사용하는 A시의 경우 전 시간대 오차평균은 2분 44초, 오전첨두 2분 59초, 오전비첨두 2분 33초, 오후첨두 2분 51초, 야간 2분 44초로 오전비첨두 시간대의 정보 신뢰성이 가장 높은 것으로 나타났다.

전체 자료에 대한 등가계수는 0.87로서 정류장에서 제공되는 도착예정정보가 어느 정도의 오차는 수반하고 있는 것으로 나타났다.

이 중, 시스템의 이상으로 판단되어 오차 시간이 10분 이상 발생하는 이상데이터를 제거했을 경우 오차 평균은 2분 14초, 오차시간 5분 이상 데이터를 제거하였을 경우에는 1분 43초로 나타났다.

GPS 방식인 B시의 경우 버스도착정보 신뢰도 조사 결과 전시간대 전체 오차시간 평균은 1분 45초, 등가계수는 0.89로 상당히 양호한 것으로 분석되었다.

각 시간대별 오차 평균을 분석했을 때 오전첨두가 2분 10초로 오차가 가장 높은 것으로 나타났으며,

나머지 오전 비첨두, 오후첨두, 오후비첨두의 경우 1분 52초, 1분 57초, 1분 50초로 모두 2분이하의 평균오차를 나타내는 등 신뢰성이 높은 수준으로 나타났다.



<표 9> GPS방식 도착정보 신뢰도 평가 결과  
<Table 9> the analysis results from arrival data in the case of GPS method

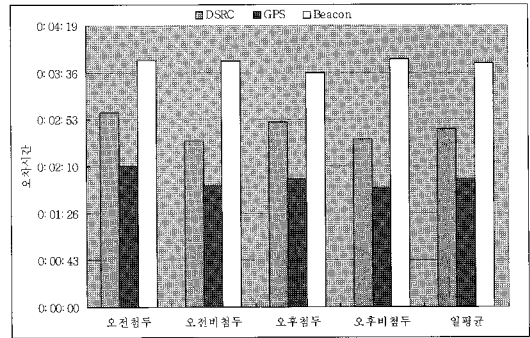
구 분	오전 첨두	오전 비첨두	오후 첨두	오후 비첨두	전 체
전체평균	0:02:10	0:01:52	0:01:57	0:01:50	0:01:57
예상시간 이전 도착평균	0:02:26	0:02:07	0:02:07	0:02:00	0:02:10
예상시간 이후 도착평균	0:01:54	0:01:37	0:01:48	0:01:39	0:01:44
5분 이상 제외평균	0:01:34	0:01:21	0:01:33	0:01:28	0:01:29
10분 이상 제외평균	0:01:59	0:01:31	0:01:45	0:01:40	0:01:44
등가계수평균	0.88	0.88	0.91	0.90	0.89

Beacon 방식인 C시의 경우 버스도착정보 신뢰도 조사 결과 전시간대 전체 오차시간 평균은 3분 32초, 등가계수는 0.77인 것으로 나타났다.

각 시간대별 오차 평균을 분석했을 때 오전첨두가 3분 38초로 오차가 가장 높은 것으로 나타났으며, 나머지 오전 비첨두, 오후첨두, 오후비첨두의 경우 3분 36초, 3분 29초, 3분 26초로 나타났다.

<표 10> Beacon방식 도착정보 신뢰도 평가 결과  
<Table 10> the analysis results from arrival data in the case of Beacon method

구 분	오전 첨두	오전 비첨두	오후 첨두	오후 비첨두	전 체
전체평균	0:03:38	0:03:36	0:03:29	0:03:26	0:03:32
예상시간 이전 도착평균	0:02:50	0:02:10	0:02:07	0:01:50	0:02:14
예상시간 이후 도착평균	0:04:26	0:05:02	0:04:51	0:05:02	0:04:50
5분 이상 제외평균	0:02:06	0:02:20	0:01:55	0:01:56	0:02:04
10분 이상 제외평균	0:03:05	0:03:10	0:02:58	0:02:47	0:03:00
등가계수평균	0.79	0.77	0.75	0.76	0.77



<그림 2> 각 방식별 도착정보 평균오차  
<Fig. 2> mean errors of arrival data in each method

본 분석에 이용한 데이터중 전체 10개 정류장 중 1개소는 기기이상으로 산정이 불가능하여 9개 정류장에 대한 분석값을 사용하였다.

## 2) 무선통신성공률 조사

DSRC 방식을 사용하는 A시의 경우 무선통신성공률 조사 결과 고장상태의 RSE와 기기이상으로 인한 데이터누락을 모두 포함한 기본조건외의 경우 평균 65.13%로 나타났다. 이 중 고장이나 데이터누락 등의 이상치를 제외한 경우에는 72.66%로 나타났다.

GPS+무선통신방식을 사용하는 B시의 무선통신성공률 조사 결과 전체 평균은 90.55%로 우수한 것으로 나타났으며 일부 노선에서 82.9%로 낮게 나타났다.

이는, 도착정보 가공을 위한 기본데이터인 차량의 위치정보의 수집율이 평균 90% 이상을 나타내기 때문에 도착정보의 신뢰성이 상당히 높은 것으로 평가할 수 있다. 수집되는 Log파일만으로는 DSRC방식과 같이 무선통신 실패의 원인에 따른 성공률을 산

<표 11> DSRC방식 무선통신 성공률 조사결과  
<Table 11> communication response rate in the case of DSRC

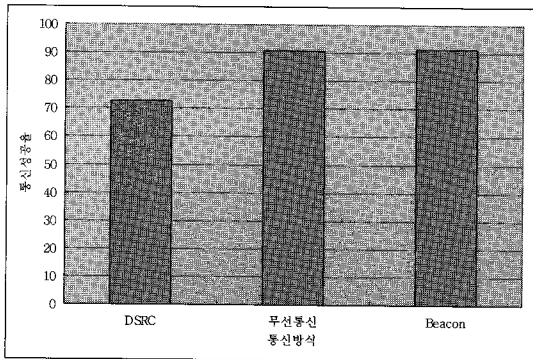
	기본조건(%)	고장, 데이터 누락제외(%)
전체평균	65.13	72.66

<표 12> GPS방식 무선통신성공률 조사 결과  
<Table 12> communication response rate in the case of GPS method

구분	무선통신성공률 (%)
전체 평균	90.55

<표 13> 부천시 BIS 무선통신성공률 조사 결과  
<Table 13> BIS communication response rate in Pucheon city

노선번호	무선통신성공률(%)
전체평균	91.27



<그림 3> 통신방식별 무선통신성공률  
<Fig. 3> communication response rate caused by each communication method

정하기에는 한계가 있기 때문에 전체 평균만을 산정하였다.

Beacon방식을 사용하는 C시의 무선통신성공률 조사 결과 전체 평균은 91.27%로 우수한 것으로 나타났으며 대부분의 노선에서 90%이상으로 나타났다.

### 3) 평가 결과 종합

본 연구에서 평가된 DSRC방식을 사용하는 A시의 경우 DSRC 기본 특성인 버스노선이 많이 통과하는 통신부하지점의 경우에는 동시접속시 문제가 발생할 수도 있으며 교차로 무정차 통과시 통신시간

부족으로 인한 송신오류가 발생할 가능성이 있다. 이러한 DSRC의 기본 특성으로 인하여 무선통신성공률이 타 방식에 비하여 낮게 산정된 것으로 분석되지만 상대적으로 낮은 무선통신성공률에 비하여 도착정보의 신뢰도가 높은 이유는 위치 정보 수집에 GPS를 보조수단으로 활용, 위치정보를 보정하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

데이터 송신오류의 문제와 함께 무선통신성공률에 오류를 발생시키는 원인으로 노변장치의 불량을 가장 큰 원인으로 들 수 있으며 보다 신뢰도 있는 정보를 제공하기 위해서는 BIS 현장장비에 대한 철저한 유지보수가 필요하리라 판단된다.

도착정보 신뢰도 산정시 발생한 오차의 원인은 도착정보를 제공하게 되는 기준지점인 정류장 출, 도착에 대한 이벤트 통신을 수행하지 않기 때문인 것으로 보이며 이로 인해 해당 버스의 정확한 위치 파악의 불가로 인한 문제로 파악된다.

GPS+무선통신의 경우 무선통신성공률과 도착정보 신뢰도에서 높은 수준의 시스템 효율성을 보였으며 해당 B시의 시스템이 가장 최근에 도입되어 유지, 보수가 원활히 이루어지고 있는 것도 하나의 요인으로 분석할 수 있다.

B시의 시스템의 경우 정주기 방식의 위치정보 수집과 함께 버스정류장에서 이벤트 방식으로 출, 도착정보를 수집하며 이러한 위치정보가 제공정보의 기준자료로 활용되어 신뢰도 확보가 가능하리라 판단된다.

Beacon 방식을 사용하는 C시의 경우 통신정확도가 검증[4]된 Beacon을 사용하여 무선통신성공률은 상당 수준 높은 것으로 평가되었으나 도착정보의 신뢰는 낮은 것으로 나타났다. 이는 본 연구에 활용한 도착정보 데이터가 현장단말기에 제공되는 형태가 아닌 분석을 위한 형태로 가공된 것도 하나의 원인으로 판단되며 전체 신뢰도를 파악 하였을 때 일정수준이상의 시스템 안정화는 되어있는 상태로 분석할 수 있다. 즉, 안정된 위치정보 수집이 가능한 현재의 시스템 상황을 확인해볼 때 신뢰성 있는 도착정보의 제공도 그리 어렵지 않으리라 판단된다.

#### IV. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구에서 확인한 것과 같이 국내에는 다양한 방식의 BIS 시스템이 설치, 운영되고 있다. 이렇듯 다양한 시스템은 각 방식별로 장, 단점을 지니고 있으며 해당 지자체들은 도시 환경, 경제성 등을 고려하여 해당 도시의 특성에 맞는 시스템을 구축되어 운영중인 것으로 나타났다.

이러한 각 지자체의 특성에 맞는 BIS 시스템이 각 방식별로 어느 정도의 효율성을 나타내고 있는지에 대하여 본 연구에서는 현장 조사 및 Log 파일 분석을 통해 분석하였다. 문헌 연구를 통해 BIS의 효율성을 나타낼 수 있는 지표로서 무선통신성공률과 도착정보의 신뢰도를 효과적으로 선정하였으며 각 시스템의 구축특성에 맞도록 적용, 분석하였다.

무선통신성공률, 도착정보 신뢰도의 분석결과 도착정보 신뢰도의 경우 평균 오차 4분 이내, 통신성공률 90% 이상(DSRC 방식제외)로 나타났다. 본 연구의 여건상 평가를 수행함에 있어서 여러 가지 제약 조건이 있었으며 이러한 제약조건으로 인해 각 시스템의 오차의 원인, 통신 실패의 원인 등에 대한 단위 시스템 측면에서의 분석은 수행하지 못하였다. 하지만 일정수준의 원인 분석은 실시하였으며 주된 원인으로 설치 인프라의 고장이나 오작동으로 인한 신뢰성 저하라는 분석 결과를 도출하였다.

현재 각 지자체마다 시범사업과 몇 차에 걸친 시스템설치사업으로 구축된 인프라는 유지 보수의 한계로 인하여 이상이 발생하는 장비도 일부 운영되고 있었으며 이에 따른 원시 데이터의 수집이 어려운 경우도 발생하는 경우가 있는 것으로 나타났다. 따라서, 이러한 문제점을 수정, 보완하고 신뢰성 있는 원시데이터 수집을 위한 유지, 관리체계의 수립이 우선적으로 요구되어지며 지속적으로 발생하는 문제 및 한계점에 대한 기능개선과 각 통신방식에 대한 표준화의 필요성도 요구되어진다.

각 지자체마다 구축시스템이 상이하고 동일 통신 방식 및 위치추적 방식을 사용하는 시스템이라 하더라도 각 시스템별 설계 및 구축내용이 상이하기 때문에 도착예정정보 산출, 통신주기 등에서 차별화되어 있다.

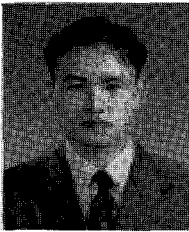
각 시스템별 허용오차와 통신성공율에 대한 정확한 기준은 없는 상태이며 이에 대한 연구사례도 없는 실정이다. 현재, 도착예정시간의 신뢰도에 대해서는 시스템 구축시의 목표치나 기준치를 각 시스템마다 설정, 이에 맞도록 튜닝을 실시하고 있다. 허용오차나 신뢰도의 표준의 정립을 위해서는 Test Bed에서의 각 시스템별 평가를 통한 기준의 설정이나 실제 이용객의 설문조사나 심도있는 연구를 병행하여 산출하여야 하며 이러한 연구결과를 통해 본 연구의 평가결과를 재분석하는 것이 타당할 것이라 판단된다.

따라서, 향후 BIS 시스템에서 필요한 표준화 항목에 대한 연구를 수행할 수 있도록 개략적인 효과척도의 제시나 연구방법론의 제시가 본 연구의 목적이었으며 본 연구에서 문제가 되었던 세부적인 효과척도의 분석, 평가방법론의 제검토 등을 보완하여 향후 연구가 이루어진다면 의미있는 결과를 도출할 수 있을 것이라 기대된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 고승영, “버스도착시간 정보에 대한 연구”, *대한교통학회지*, 제 20권 5호, pp. 175~181, May 2002
- [2] 빈미영, *버스정보시스템 구축 전략 및 사업평가에 관한 연구*, 경기개발연구원, p. 5, 2004
- [3] 배덕모, “부천시 사례를 통한 버스정보시스템 운영효과 분석”, *대한교통학회지*, 제 20권 1호, pp. 7~18, Jan. 2002
- [4] 교통개발연구원, “실시간 버스도착 안내시스템 기능 고도화 사업”, p. 128, 2003

저자소개



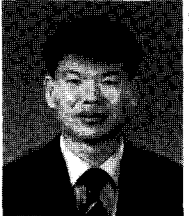
**이 정 근 (Lee, Jeong-Keun)**

- 2004년~현재 기술표준원 기계건설표준팀
- 1999년 독일표준협회(DIN) 표준과건관
- 1993년 기술표준원 금속과
- 1990년 스투트가르트대학교 이학박사(열역학전공)
- 1987년 2월 한양대학교 공학석사(재료공학전공)



**최 석 우 (Choi, Suk-Woo)**

- 2004년~현재 기술표준원 인증혁신팀
- 2001년 경희대학교 공학박사(기계공학)
- 1994년 국립공업기술원 요소기계과
- 1991년 한양대학교 열공학석사(기계공학)



**황 병 옥 (Hwang, Beyung-Ok)**

- 2006년 기술표준원 기계건설표준팀
- 2004년 기술표준원 물류교통표준과
- 1994년 한양대학교 공학석사(계측공학전공)