

버스정보시스템의 품질평가 기법 연구

A Study on Quality Verification Techniques of Bus Information System

금기정* 김원태** 왕이완** 손승녀**
(Ki-Jung, Kum) (Won-Tae, Kim) (Yi-Wan, Wang) (Seung-Neo, Son)

요약

버스정보시스템(BIS: Bus Information System)이란 기존의 버스교통에 첨단인 정보·통신, 컴퓨터·전자, 제어등의 기술을 접목시켜, 실시간으로 버스위치를 파악하고, 수집된 정보를 가공하여, 버스 이용자 및 관리자에게 각각의 필요한 운행정보를 제공하는 시스템이다. 현재 국내의 버스정보시스템 또는 버스관리시스템(BMS)의 추진이 활발히 진행중이다. 이와 같이 각 자치단체 단위로 설치, 운영되고 있는 버스정보시스템(BIS) 정보의 질적 향상은 향후확대 사업 및 운영관리 측면에 있어서 중요한 사안이다. 따라서 본 연구는 기 구축 운영중인 안양시 버스정보제공서비스를 대상으로, 버스정보시스템의 품질을 평가함으로써 시스템의 수준에 적합한 평가항목을 선정하고 평가함으로써 최적의 질(quality)을 유도하는데 기여하고자 하였다. 이는 궁극적으로 대중교통서비스의 질적 향상을 도모하고 대중교통 이용 활성화 및 보다 효율적인 대중교통운영에 이바지할 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract

The objective of Bus Information System developed as a part of the ITS, provides the operation information of buses to passengers and managers. The system uses roadside antennas (reading electronic tags on board buses) to enable wireless communication each other and radio data communication to deliver information about buses and their locations. This information is used to estimate the arrival time of the bus which will be shown on the bus stop message board or via internet.

Bus Information System or Bus Management System (BMS) is going ahead and set up in many local governments, and recently quality improvement of the BIS is considered as a very important element in expanding of business or management

Therefore this research wished to contribute rationalization of the system by maintaining optimum quality. An gang was chosen to apply overall quality control Process and will be evaluated in terms of its propriety and performance.

This study has led the improvement of service and promote the use of public transits, which is the best way to solve the city traffic problem by effective management of public transits.

Key Words : BIS, ITS, Quality Control, Bus Management System, Quality Control

* 주저자 : 명지대학교 교통공학과 교수

** 공저자 : 명지대학교 교통공학과 박사과정

† 논문접수일 : 2007년 1월 5일

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

날로 증가하고 있는 자가용으로 인한 교통난이 가중되는 현 시점에서 이를 해결하기 위한 도로 건설 및 확장 등 막대한 재원의 투자와 시설 공급은 한계가 따른다.

기존 교통수단간의 수송체계를 살펴보면 도로의 점유비율 약 80%를 차지하는 승용차의 수송 부담율은 20%를 차지하는 반면, 전체 점유율 3%를 차지하는 버스의 수송분담율은 약 30%를 차지하는 것으로 나타나 교통정책의 방향을 차량통행 중심에서 탈피하여 여객 수송량의 중심으로 나아가야 함을 시사하고 있다.

그러나 시내버스의 경우 대당 운행횟수가 감소하고 출퇴근 시간대에 버스의 정시성 확보가 곤란하여 이용승객이 매년 감소하는 악순환이 반복됨에 따라 버스 분담이 매년 감소추세를 보이고 있다. 이러한 여건을 감안할 때 버스의 획기적인 운영개선 대책을 모색하지 않을 경우, 점차 주요 도로의 교통여건 악화로 인해 버스 서비스의 질저하 및 버스 업체의 경영난 가중등의 제반 문제 해결이 어려워질 것으로 판단되어, 버스 이용시민의 편의 증진 및 시내버스 운영지원 대책이 시급한 실정이다.

이에 최근 각광 받고 있는 지능형 교통체계의 한 분야인 버스정보 시스템(BIS: Bus Information System)은 버스의 운행상황을 실시간으로 파악하고 시민들에게 버스의 현재위치와 도착 예정시간을 알려줌으로 인하여 버스 서비스의 질적 향상으로 버스 이용 활성화 및 효율적인 버스 운영을 도모 할 수 있다는 기대에 그 필요성이 대두되고 있다.

현재 국내 여러 자치단체에서는 버스정보 시스템 및 버스관리 시스템을 활발히 설치 운영하고 있으며, 마산시, 창원시, 고양시, 성남시등 여러 지자체에서도 도입을 적극적으로 검토 중에 있다.

이에 본 연구에서는 기 운영중에 있는 안양시 버스정보시스템을 기반으로 하여 시스템의 품질을 평

가 검증함으로써, 구축사업 혹은 확장사업에 피드백을 통한 보완 활동에 적용하여 품질을 극대화하고, 유지하기 위한 총체적 품질관리를 대행할 수 있도록 품질관리 평가방안을 제시하고자 한다. 이는 궁극적으로 버스정보시스템의 품질향상을 통한 대중교통서비스의 질적향상과 대중교통 이용활성화 및 효율적 운영을 바탕으로 한 도시교통 문제 해결에 그 목적을 두었다.

2. 버스정보시스템(BIS)의 개요

버스정보시스템이란 기존의 버스교통에 첨단인 정보·통신, 컴퓨터·전자, 제어등의 기술을 접목시켜, 실시간으로 버스위치를 파악하고, 수집된 정보를 가공하여, 버스 이용자 및 관리자에게 각각의 필요한 운행정보를 제공하는 시스템이다.

수집, 가공, 제공체제로 구성된 버스정보시스템은 버스에 장착된 위치추적시스템(GPS)를 통해 측위데이터를 수집하여, 통신단말기를 통하여 센터로 전송한 후 센터에서는 수집된 버스의 운행정보를 기반으로 예측 정보 및 현황 정보를 가공하여 통신단말기를 통해 정류장 및 차량으로 안내정보를 제공하는 단계로 구성된다. 또한 생성된 정보는 센터서버에 저장되어, 데이터베이스화함으로써 운행관리 및 모니터링을

<표 1> BIS의 주요기능

<Table 1> Main functions of BIS

주요기능	내 용
버스도착 정보제공	<ul style="list-style-type: none"> 정류소별 도착예정정보 표출 정류소간 주행시간 표출 버스 운행 및 운행종료 정보제공
실시간 운행상태 파악	<ul style="list-style-type: none"> 버스운행의 실시간 관계 정류소별 도착시간 관계 배차간격 미준수 차량 관계
전자지도 이용 실시간 관계	<ul style="list-style-type: none"> 노선 임의변경 관계 버스위치표시 및 관리 실제 주행여부 관계
버스운행 및 통계관리	<ul style="list-style-type: none"> 누적 운행시간 및 횟수 통계 기간별 운행통계 관리 버스/노선/정류소별 통계관리

위한 기초자료로 활용할 수 있으며, 버스의 도착예정 정보를 제공하는 기능뿐만 아니라 실시간 운행상태 파악, 출발상황 정보 수집, 수치지도를 이용한 실시간 관제 및 버스의 운행에 대한 통계관리, 앞뒤차 간격정보 제공 등 여러 가지 기능을 가지고 있다.

버스정보시스템의 이러한 기능을 통해 버스운전자는 정확한 배차간격을 유지할 수 있고, 운수회사는 버스의 실시간 위치를 파악할 수 있으므로 운영의 효율성을 극대화 시킬 수 있으며, 이용자는 편리하고 안전하게 대중교통을 이용할 수 있다. 또한 관리자는 운수회사를 합리적으로 관리하고 과학적인

<표 2> 이용주체별 BIS의 주요편익
<Table 2> Benefit of users on BIS

주요 기능	내 용
일반 시민	<ul style="list-style-type: none"> • 버스운행정보 제공으로 만족도 향상 - 불규칙한 배차, 결행 및 무정차 통과에 의한 불편 해소 - 과속·난폭운전으로 인한 승차시 불안감 해소 - 버스도착 예정시간 제공으로 대기시 불편 해소
버스 운전자	<ul style="list-style-type: none"> • 운행정보 인지로 정시 운행 - 앞뒤차 간의 간격 인지로 차간 간격의 조정 운행 - 운행상태 완전노출로 운행질서 확립
버스 회사	<ul style="list-style-type: none"> • 서비스 개선에 따른 승객 증가로 수치개선 - 계획적 버스운행으로 승객 증가 - 과속·난폭운전 통제로 사고율 및 보험료 절감 - 정확한 배차관리, 운행간격 유지, 배차인력 절감 등으로 경영합리화 - 운전자 무정차 통과 등 불법운행 자체 개도 가능
일반 시민	<ul style="list-style-type: none"> • 자가용 이용자의 대중교통 흡수 활성화 - 시민에게 신뢰성 확보 및 정시성 확보 가능 - 불법운행에 대한 즉각적인 행정조치 가능 - 승용차 운행감소로 시내 교통난 완화 - 대중교통정책 수립의 효율화 - 버스운행 기초자료 수집으로 과학적 정책수립 가능 - 대중교통 정책 반영의 수준 향상 - 버스운행 관리감독의 과학화로 경제성, 정확성, 객관성 확보

자료 : 서울시, 「버스 종합사명실 구축 기본계획」, 2002.11 [5]
국도연구원, 「안양시 버스정보시스템 기본계획」, 2003.8[1]

<표 3> 국내 BIS/BMS 추진현황 및 구현방식

<Table 3> Promote status and realization method of Internal BIS/BMS

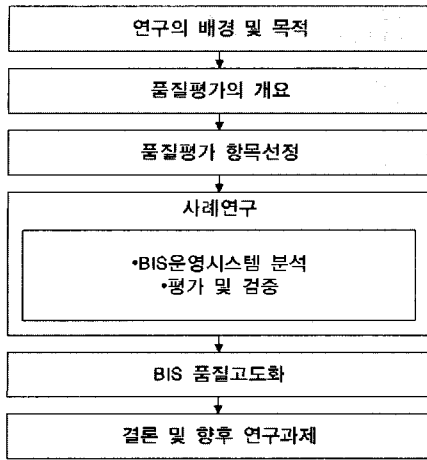
구분	위치 수집방식	통신방식	정보활용내용
서울시	GPS	무선데이터통신	버스위치, 대기시간, 배차간격, 노선관제
안양시	GPS	무선데이터통신	버스위치, 대기시간, 배차간격, 노선관제
과천시	위치비콘	통신비콘	대기시간, 노선관제
부천시	GPS+위치비콘	소형무선기지국	버스위치, 배차간격, 노선관제
고양시	비콘	비콘	버스위치, 대기시간, 배차간격, 노선관제
광주광역시	GPS	이동통신	버스위치, 대기시간, 배차간격, 노선관제
대전광역시	GPS	DSRC	대기시간, 노선관제
울산광역시	GPS	이동통신	버스위치, 대기시간, 배차간격, 노선관제
전주시	GPS	DSRC	버스위치, 대기시간, 배차간격, 노선관제
대구광역시	GPS+위치비콘	통신비콘+CDMA	버스위치, 대기시간, 배차간격, 노선관제
천안시	GPS	무선랜+CDMA	버스위치, 대기시간, 배차간격, 노선관제

대중교통정책을 수립할 수 있어 현재 국내의 버스정보시스템 또는 버스관리시스템(BMS)은 자치단체 단위로 활발히 설치, 운영되고 있다.[3]

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 현재 구축 운영 중인 안양시의 버스정보시스템의 사례를 기반으로 운영 시스템을 분석하여, 시스템의 소프트웨어 및 하드웨어적 논리구성을 파악함으로써 품질을 평가할 수 있는 항목을 선정하고, 평가 기준을 제시하고자 한다. 또한 교통정보 제공방법의 유의성을 검증하여, 정보의 신뢰도 및 적정성을 평가함으로써 시스템의 최적설계를 유도하고 최적 품질 구현에 의한 호환성, 연계성 확장성을 확보하여 운영의 합리화 및 시스템의 이해를 도모하고자 하였다.

이에 본 연구의 수행 절차는 다음과 같다.



<그림 1> 연구의 흐름
<Fig. 1> Research process

II. 품질평가

1. 품질관리의 정의

지능형 교통시스템 구축사업에서 품질관리란, 사업에 수반되는 일정 및 공정계획 수립 및 검토 등 발주기관을 대행하는 사업관리 업무를 기본으로 하고 구축 시스템이 최종 목표로 지향하는 품질에 도달하도록 유도하거나 품질을 유지시키는 일련의 활동을 말한다.

이러한 맥락에서 품질관리는 시스템 구축사업의 현장 및 센터 부문 적정 구축을 유도하기 위한 일정 관리, 공정관리 등 사업관리와 시스템의 구축 절차의 흐름에 따라 순차적으로 도출하여야할 공정시기별 시스템 현장테스트를 수행하여 적정 품질도출 여부를 검증하고 다시 구축사업에 피드백하는 과학적이고 능동적인 품질관리기법을 적용하여야 한다.

공사감리와 사업관리, 품질관리의 정의와 개념을 구분하면, 공사감리는 시스템 설치 공사를 수행함에 현장, 센터 장비요소들의 규격, 사양 등이 감리지침에 충족하는지의 여부를 판단하여 적법시스템 구축 여부를 인준하는 활동을 수행하나 품질관리는 사업

<표 4> 품질관리의 정의

<Table 4> Definition of quality control

구분	내용
품질	<ul style="list-style-type: none"> 시스템의 적정 구축을 기반으로 산출하는 제어 결과나 산출정보 등의 신뢰성, 적정성, 이용편의성의 총체적 수준
품질관리	<ul style="list-style-type: none"> 구축사업에 수반되는 일정계획, 공정계획 수립과 일정, 공정관리를 통한 발주기관의 사업관리 대행 시스템 구축시기에 따른 적절한 현장테스트 수행과 평가기준 설정, 검증과 피드백 활동 등

관리단 일정, 공정관리를 기반으로 최적설계를 유도하고 단위성능테스트를 수행하여 시스템이 최종성과물로 도출해야할 “품질”을 보장한다는데 차이가 있다.[2]

또한, 이러한 품질관리는 별도의 품질관리단에 의하여 수행 평가되어야 하는 것이 바람직하며, 품질관리단의 업무에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

품질관리단의 업무란, 사업자의 기본설계도서를 검토하여 전체시스템 구현을 위해 단위시스템간 기술적으로 연계가 가능하도록 공정계획과 일정계획을 재구성하고 이러한 일정에 따라 공정계획 준수 요구 활동을 기반으로 한다.

각 단위공정별 기술품질인증 활동의 일환으로 현장테스트 및 종합성능평가등을 수행하며, 현장테스트의 목적은 각 공정별로 단계적인 품질을 인증함으로써 최종 성능평가가시 부정적 항목이 도출되었을 경우 원인규명 소요시한을 최소화 하는 역할을 한다.

따라서 본 연구에서는 안양시 중앙로 및 관악로를 중심으로 설치되어 있는 현장 시스템과 안양시 버스정보센터로 구성되는 버스정보시스템(BIS)을 기반으로 품질관리를 위한 평가 방안을 모색하였다.

III. 안양시 버스정보시스템의 운영분석

1. 안양시 버스정보시스템의 개요

안양시 버스정보시스템은 「안양시 버스정보시스템 기본계획 수립연구」(국토연구원, 2003.8)를 근

<표 5> 안양시 BIS 사업의 구축개요

<Table 5> Construction synopsis of Anyang's BIS project

구분	1차사업	2차사업
기간	2003.11~2004.5(완료)	2004.11~2005.3(계획)
목적	중앙로, 관악로 및 범계역 일대를 중심으로 한 현장단말기 설치 및 버스정보센터 구축	안양시 전역을 대상으로 하는 현장 시스템 확대 구축
대상	차량단말기 500여개 정류장단말기 50개소 버스정보센터 1식	정류장단말기 70개소 모바일서비스 제공 1차사업 기능고도화

거로 1차사업을 완료 하였으며 1단계 사업이후 2단계 확장사업(04.11~05.03)을 수행하여 70개 지점에 추가로 정류장 안내단말기를 설치하고 시스템의 성능개선 및 기능 고도화를 도모하였다.[1]

안양시 BIS 사업의 공간적 범위는 1차사업시 안양시의 대표축인 중앙로와 관악로를 중심으로 구축하였으며, 2차사업시 안양시 전역으로 확대구축 하는 방안을 수립하였다.

정보수집 범위는 안양시내 삼영/보영운수의 42개 노선이 경유하는 모든 가로구간을 설정하여, 대상버스가 안양시계를 벗어나더라도 위치추적이 가능하도록 구축되었다.

버스정보센터는 현장단말기를 통해 수집되는 정보를 가공하고 제공하는 역할을 담당하고 있으며 중

단 없는 정보를 제공하기 위해 이중화를 기본 개념으로 설계되었다.

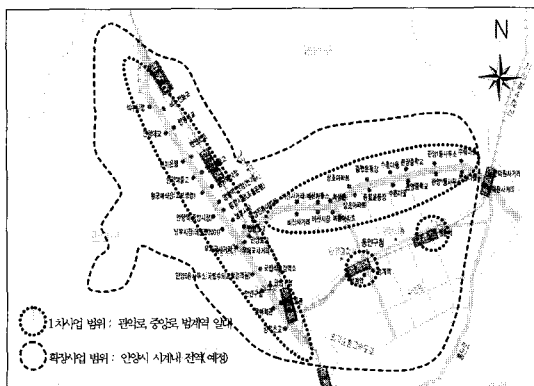


정보제공 매체인 버스정류장 안내단말기는 도시미관상 통일성, 정보표출 능력, 내구성 및 안정성, 기존 시설에의 적용 용이성 등을 고려하여 1차사업시 LCD형식의 기본형 단말기 50개소와 수요가 많은 지점을 대상으로 LED형식의 확장형 단말기 10개소가 설치되었으며, 2차사업시 추가로 70개 정류장에 LCD 단말기를 설치할 예정이다.

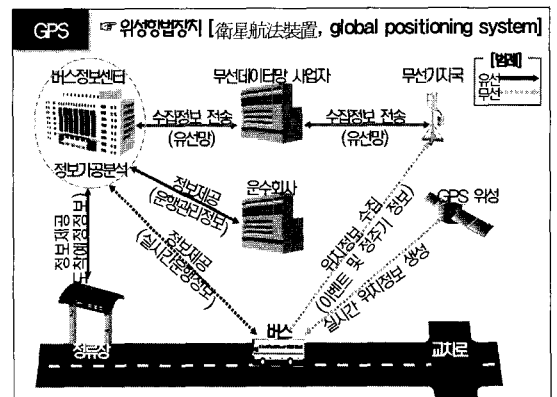
버스내부에 장착되는 운전자용 단말기는 버스의 현재위치를 GPS를 통해 실시간으로 파악하고 버스의 속도, 개문여부, 무정차 통과등의 각종 운행정보를 센터로 전송하는 기능을 가지고 있다. 또한 센터에서 가공된 정보를 전송받아 운전자에게 제공함으로써 운행정시성을 확보하는 등 버스 운행서비스의 질을 향상 시킬 수 있도록 설계되었다.

2. 시스템 방식

안양시 버스정보시스템은 GPS를 통해 차량의 위치를 수집하고 통신공간의 제약이 없는 무선데이터



<그림 2> 안양시 BIS 사업의 공간적 범위
<Fig. 2> Space scope of the Anyang BIS Project



<그림 3> GPS+무선데이터 방식 개념도
<Fig. 3> Diagram of GPS + wireless data configuration

통신망을 통해서 운행정보를 제공하는 GPS+무선데이터 방식을 사용하고 있다. 안양시 버스정보시스템의 개념도는 아래그림과 같다.

IV. BIS의 품질평가를 위한 항목 선정 및 평가분석

안양시 버스정보시스템의 품질평가를 위하여 정보의 신뢰성 향상과, 이용자 중심의 정보제공방식 개선을 모토로 하여 평가항목을 도출하였다.

세부 평가 항목도출을 위하여 현장시스템과 센터 시스템에 기초 인프라로부터 센터의 세부요소 기능까지 시스템 전 부문에 대하여 체계분석을 토대로 버스위치정보를 정확하게 파악하고 정보를 제공하기 위한 인프라의 적정수준을 검증할 수 있는 각 항목별 필요성을 제시하고자 하였다.

평가 항목선정은 BIS체계가 수집, 가공, 제공체계에 구성되어 있음을 감안하여 각 단계별 통신시스템을 포함한 품질을 평가 할 수 있도록 구성하였다.

BIS체계의 가장 근간이 되는 요소는 통신망체계이다. 이는 버스의 위치, 시간정보를 수집하고 안내 단말기로의 정보제공을 위한 수단이기 때문이다. 따라서 BIS체계의 품질평가를 위한 평가 항목으로 통신의 적정성 및 통신성공률을 평가하며, 수집데이터를 가공처리 하여 제공하기까지의 과정에서의 알고리즘의 적정성을 평가하여 정보의 신뢰성을 검증하고, 돌발상황 발생에 따른 시스템의 대처능력을 평가함으로써 센터 시스템의 구현 및 구동성을 평가하고자 하였다.

1. 무선통신 적정성 평가

안양시 버스정보시스템은 무선 통신망에 의한 GPS 측위자료 전송방식이며, 무선데이터 통신은 기지국에 기반한 통신영역 내에서 이동체인 버스 단말기내의 무선 모듈로부터 수집된다. 따라서 무선데이터 통신망의 적정성 판단지표로 『전계강도(electronic field strength, 단위:dbm)』을 채택하였고, 이

<표 6> 무선통신망 적정성 평가 결과

<Table 6> Result of wireless communication rationality evaluation

대상축	전계강도(dbm)			적정여부
	최소값	최대값	한계값	
중앙로	-60	-30	-115	적정
관악로	-89	-31	-115	적정
시민로	-55	-35	-115	적정
범계로	-65	-32	-115	적정
홍안로	-64	-34	-115	적정

는 현장 측정시 오실로스코프에 의해 측정할 수 있었다. 일반적으로 통신서비스사업자는 전계강도의 신호세기가 -115dbm이하로 낮아지게 될 경우 기지국을 치국하는 기준으로 삼고 있으므로 본 연구의 적정성 판단기준도 이와 동일한 전계강도 -115dbm 이하로 설정하였다.

안양시 버스정보시스템의 교통정보 수집체계에 제안된 무선데이터 통신망의 적정성을 검증하기 위하여 통신서비스사업자와 공동으로 안양시 공간적 사업범위에 대해 도로주행 실사에 의한 검증을 실시한 결과 침두시 특성반영에는 미흡한 면이 있으나, 안양시 전체 간선도로에 대해서 무선통신환경이 전반적으로 양호한 것으로 조사 분석 되었다.

2. 통신성공률 평가

안양시 버스정보시스템의 통신시스템은 무선통신에 의한 정보수집망 이외에도 정류장 안내단말기로의 정보제공 및 동영상 정보 수집을 위한 유선 통신망과 백업통신을 위한 센터→지점방향 무선통신망, 운전자용 버스단말기로의 무선 통신에 의한 정보 제공망이 있다.

이중에서 버스정보시스템(BIS)의 목적에 부합되고 근간이 되는 정보수집망 및 제공망인 무선데이터 통신망, 정류장 안내단말기로 정보제공망인 유선 통신망에 대한 테스트를 실시하였으며, 통신성공률 평가 항목별 시행수 및 판단 기준은 통계적으로 사건의 시행수와 성공률간의 관계를 고려하고 실제 운영

될 시스템의 단위 시스템간 구성을 고려하여 다음과 같은 기준에 의하여 채택하였다.

1) 유선제공

실 구동환경에서는 버스정보센터에서 정류장으로 단방향 통신이 주된 데이터 흐름이며 유선망에 의한 통신이므로 기준은 다소 높게, 시행수는 다소 낮게 책정하여야 한다. 이에 본 연구에서는 정류장 제공망에 대한 시행수로 600회를 채택 하였다.

2) 무선제공

실제 구동환경에서는 정보센터에서 버스로의 정보제공은 운전자의 운전방해나 안전을 고려할 때 빈번하게 이루어지지 않아도 무관하나 무선통신 정보 수집망의 기본적인 요건을 검증하는 차원에서 제안 시스템과 동일하게 채택하였다. 이에 1분단위 정보 제공에 대하여 시행수는 낮게, 기준은 95%를 적용

하였다.

3) 무선수집

실 구동환경에서 무선 데이터 통신에 의한 정보수집은 30초단위로 빈번하게 이루어지며 제공과 수집이 동시에 이루어지기 때문에 동일, 동시간대에 수집과 제공정보를 평가 대상으로 하였다. 시행수는 다소 높게, 기준은 무선제공과 동일하게 책정하였으며 판단기준은 95%를 적용하였다.

이에 따라 안양시의 통신 성공률 평가 항목별 시행수는 다음과 같았으며, 평가 시간대와 통신수행에 대해서는 평가시간대를 시스템 통신시작 시간으로 하지 않고 이전 10~20분 정도 전, 후 시간대를 포함하여 통신 누락에 의해서 시스템 적정성과 무관한,

<표 7> 통신성공을 평가 항목별 시행수
<Table 7> Communication success rate on each valuation item number of operation

구분	통신방향	평가방법
유선 통신	버스정보센터→정류장단말기	정류장제공망, 600회
	버스정보센터→정류장단말기	백업통신망, 평가제외
무선 통신	버스정보센터→버스차내단말기	운전자제공망, 1,350회
	버스차내단말기→버스정보센터	정보수집망, 2,700회

<표 8> 유선 및 무선통신평가 선정 축 및 지점
<Table 8> Selection axis and point of wireline and wireless communication evaluation

구분	평가축	평가 지점
유선 통신	① 중앙로	석수전화국(상행), 09:00-10:40
	② 관악로	종합운동장(시내), 13:00-14:40
	③시민로	평촌역(하행), 18:00-19:40
구분	영향요인	평가 구간
무선 통신	고층빌딩 및 차량정체	중앙로 (안양대교~국립검역소)
	전파연구소 영향	시민로 (명학대교~평촌역)
	일반적인 구간	관악로 (거화에식장~인덕원사거리)

<표 9> 통신 성공을 평가 결과
<Table 9> Result of communication successful ratio evaluation

구분	구분	시행수	성공수	실패수	성공율	기준	결과	주기	
유선	①,②,③	600	598	2	99.67	99.00	적정	30	
	(센터→차량)	①	450	448	2	99.56	95.00	적정	60
		②	450	447	3	99.33	95.00	적정	60
③		450	448	2	99.56	95.00	적정	60	
무선 (차량→센터)	①	900	898	2	99.78	95.00	적정	30	
	②	900	893	7	99.22	95.00	적정	30	
	③	900	897	3	99.67	95.00	적정	30	

부적절한 통신수행이 발생하지 않도록 배려하여 실질적 시스템 적정성 평가에 영향이 없도록 하였다.

통신성공을 산출을 위해 전체 통신수행에 대하여. 『1회통신성공: 지연시간 3초(무선통신의 경우 8초) 이내에 전송데이터와 수집데이터가 동일한 메시지를 받아 기록한 경우』을 정의하여 유무선 통신에 대하여 각각 99.0%, 95.0%이상의 통신 성공률이 산출될 경우를 “통신적정”기준으로 제시하였으며 중요지점(①중앙로, 관악로, 시민로)별 시간대별 현장검증을 수행하였다.

유선통신의 경우 600회의 통신 시행수 대비, 1%의 통신 에러율을 기준으로 평가한 결과 99.67%의 성공률로 적정한 결과를 얻었으며, 무선통신의 버스정보 제공부문의 경우 1,350회중 1,343회성공, 99.48%의 성공률을 보였고, 버스정보수집부문의 경우 2,700회중 2,688회의 성공으로 99.56%의 성공률로 안양시 버스정보시스템의 통신성공율은 유무선 모두 적정한 것으로 판단되었다.

3. 알고리즘 적정성 평가

수집데이터로부터 적절한 가공을 거쳐 제공하기까지의 과정에서의 알고리즘의 역할은 정보의 신뢰성에 영향을 준다. 따라서 수집 및 가공-제공의 단계별 품질의 적정성을 검증하기 위한 평가항목을 다음과 같이 구분하여 검토하였다.

- 정류장에 접근하는 버스에서 버스정보센터로 전

<표 10> Event Data 및 산출 알고리즘 적정성 평가 항목

<Table 10> Evaluation Item of Event data and algorithm appropriation

구분	검토항목	지점 및 구간
Event Data 적정성	통과시각 정확성	중앙로 상행구간 및 관악로 서울 방향 중 일부 구간 선정 조사
Algorithm 적정성	통신용량 및 주기 제공정보 신뢰성	

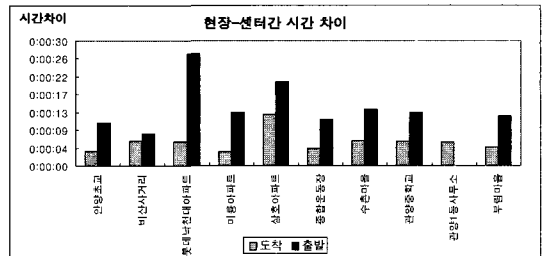
송하는 event data 전송시각과 실제 정류장을 통과하는 시각 일치성 검증

- 현장에서 수집, 가공하여 정류장으로 제공하는 제공대기시간과 정류장에서의 실측대기시간 일치성 검증
- 평가시간대에서 결정가능한 시간대별 운영전략의 적정성 검토
- 통신부하 및 용량에 주안한 무선통신망의 적정성 검토

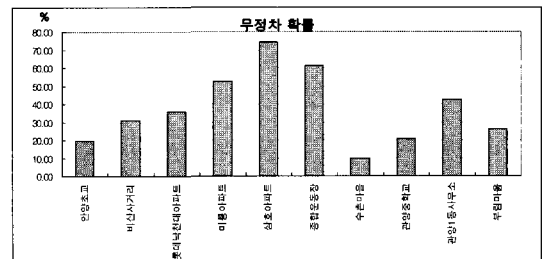
1) Event Data 정확성

버스정보시스템의 기본적인 수집체계 적정성을 평가하고 알고리즘 구동의 안정성과 신뢰성 검증에 앞선 필수적인 평가요소로서 Event Data의 수집 정확성은 정류장에 접근하는 버스에서 버스정보센터로 전송하는 Event Data의 전송시각과 실제 정류장을 통과하는 시각의 일치성 여하로 검증할 수 있다. 따라서 이는 조사원 목적에 의한 실측치와 센터 제공치간의 유의성에 의하여 평가하였다.

평가 결과 도착시간 차이의 경우 조사원 목적에



<그림 4> 평가결과 - event data 정확성
<Fig. 4> Evaluation Result - event data accuracy



<그림 5> 평가결과 - event data 정확성
<Fig. 5> Evaluation Result - event data accuracy

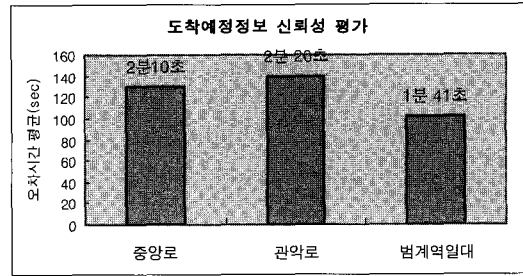
의한 버스 도착과 버스정보센터로 전송되는 정류장 영역진입에 의한 버스도착간 시간차이로서 설정개념의 차이에 의한 평균 4초 시간차이가 거의 균등하게 발생하는 것으로 분석되었다. 반면 출발시간차이의 경우 평균 15초의 비교적 높은 시간차이가 발생하는데 이는 대부분 정류장 중앙 부근에서 실제버스 출발이 이루어지나 센터로의 출발전송은 정류장 30m 부근에서 발생되기 때문으로 분석되었다.

무정차 확률분석은 실제 버스가 정류장 영역내에 정차후 발차하였으나 버스정보센터에서는 오판되어 무정차 상태로 수집된 경우가 발생하는 확률을 말하며 이 값이 클수록 정류장 영역의 설정에 문제가 있음을 의미한다.

이에 대한 분석 결과 롯데나천대아파트 정류장의 경우 정류장이 교차로에 인접하여 교차로 영향에 의해 출발시간이 뒤늦게 전송되기 때문으로 판단되며 관양1동사무소 정류장의 경우 현장과 센터에 입력된 버스의 실제 정차영역 차이로 인해 출발이벤트 데이터가 전송되지 않고 있음이 검증되었다.

2) 도착예정시간정보 정확성

도착예정정보의 신뢰성은 시민이 시스템에 대하여 느끼는 가장 기본적인 요소로서, 인식하기 쉬워야 하고 항상 신뢰감을 주어야 한다. 이에 대한 평가 방법으로 버스도착 및 출발시간 등의 실측자료를 조



<그림 6> 도착예정시간 정보 신뢰성 평가결과
<Fig. 6> Information reliability evaluation Result of estimated time of arrival

사하고, 동시간대 센터에서 정류장에 제공한 예정정보를 취득하여 조사원에 의한 실제 도착시간과 버스정보 센터에서 제공된 최종 도착 예정시간을 비교하여 실제 도착시간을 기준으로 도착예정정보의 오차시간을 평가하였다. 정확성 판단기준은 ITS업무요령 [5]의 업무지침서에서 제시한 평가 방법 및 기준을 적용하여 도착예정정보 오차시간 (실제도착시간-도착예정시간)은 3분미만으로 설정하여 분석하였다.

안양시 버스정보시스템의 버스도착 예정 정보의 신뢰성을 평가한 결과 도착시간간의 오차시간 평균 값은 2분 3초로 분석되어 본 연구에서 제시한 3분보다 작아 적정한 것으로 나타났다.

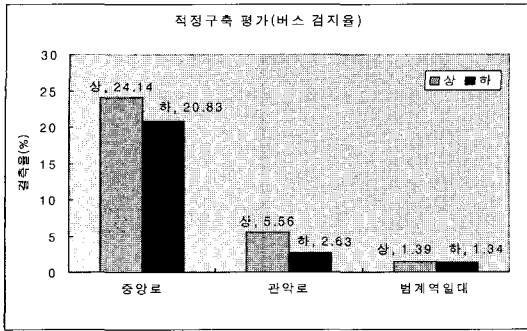
4. 시스템 적정 구축도 평가

현장부분의 시스템 적정 구축여부는 교통공학 및 전산, 통신 전문가적 입장에서 판단 가능한 요소로서 측위 및 통신시스템의 적정, 정류장 영역의 설정, 노선데이터베이스의 구축, 유무선 통신 프로토콜의 적정 등 항목이 통합된 『정류장에서의 버스검지율』에 의해 검증이 가능하다. 이러한 정보제공 대상 정류장에서의 버스 검지율은 해당버스가 정류장 통과시 도착, 출발, 무정차, 개문발차 등 이벤트 통신이 최소 2회이상 발생하여야 하므로, 특정 정류장에서 버스 1대(회) 통과시 최대 이벤트 통신 건수를 실제 발생하는 이벤트 통신건수와 비교하여 산정하도록 하였으며 결측을 허용한계치의 기준은 ITS업

<표 11> 도착예정시간 정보신뢰성 평가결과
(예. 삼호아파트정류장)

<Table 11> Information reliability evaluation Result of estimated time of arrival
(ex. samho APT)

구 분	오차시간
실제도착이 도착예정시간보다 늦은 경우 오차시간	49초
실제도착이 도착예정시간보다 빠른 경우 오차시간	79초
평균오차시간	73초(1분 13초)
최소오차시간	4초
최대오차시간	79초 (1분 19초)



<그림 7> 적정구축 평가(버스검지율) 평가결과
<Fig. 7> Valuation result of bus sensing rate

무편람[4]의 체험평가 방법 및 기준의 이벤트 수집을 90% 이상을 반영하여 10%로 산정 하였다.

$$\text{버스검지율} = \frac{\text{실제 이벤트 통신건수}}{\text{최대 이벤트 통신건수}}, \text{ 전체버스 및 지점}$$

평가 결과 버스결측을 허용한계치 10%에 대해 중양로의 경우 상, 하행 정류장 평균 결측율이 각각 24.14%, 20.83%로서 10%를 초과하여 부적합 한 것으로 분석 되었으며, 관악로 및 범계역 일대의 정류장에서는 적정한 것으로 분석 되었다.

5. 돌발대처 능력평가

시스템의 비정상적 상태에서의 대응 능력을 평가 하기 위한 항목으로서 개문발차, 무정차, 노선이탈, 단말기 고장 및 전원 불량, 운전자돌발신고 등 상황 재현을 통한 검증으로 시스템의 돌발상황 대처능력 및 구동 적정성을 검증하고자 하였다.

돌발상황 발생시 대처능력 평가를 위하여 임의구 간을 선정하여 노선이탈 발생 5분 이내 상황판 표출 여부를 판단하여 노선이탈버스 센터 검지 및 상황판 자동표출 여부를 평가 하였다. 이에따라 안양여고 사거리 및 수촌교에서 각각 1회씩 2회 노선 이탈을 발생시켜 확인한 결과 이탈시 즉시 센터 검지 및 상황판에 적절하게 표출 되는 것으로 파악되었다. 또한 돌발 발생시 운전자에게 상황 통보 및 저장, 외부 연계 기능을 평가하고자 무선통신에 대한 운전자 수

<표 13> 센터시스템 요구기능 적정성 평가

<Table 13> Evaluation result of center system demand functional optimum level

구분	세부내용	확인	비고
시험 항목	중앙서버 및 DB서버의 전원 이중화		
	중앙서버 및 DB서버간 이중화를 통한 상호 절제	적정	-
	무선통신망 사업자와 정보센터간 유선통신 이중화	적정	-
	네트워크 이상발생시 운영자 통보기능	적정	-
	운수회사에서 버스운전자로의 메시지 전달기능	적정	-
	정류장 및 버스차내단말기의 진단기능 구현	적정	수동식
	검토 항목	개발S/W 부문 화면시안 제출	적정
운영시나리오의 시간대별 자동변환 표출		-	구현 제외
센터내 처리과정 (Process)별 처리시간		적정	-
운영관리 DB구축 및 통계분석 기능		일부 미비	
인터넷 정보제공의 포함기능별 화면시안		적정	-
전자지도 정보 갱신방안 제시			

<표 14> 버스정보시스템 품질평가 항목과 선정 지표

<Table 14> Selection index and evaluation contents of Bus information system quality

평가유형	품질평가 항목	판단기준			
무선통신 적정성평가	무선통신망 적정성 테스트	전계강도 -115dbm			
통신 성공률 평가	유/무선통신 적정성 테스트	각 99.0, 95.0% 통신성공률			
알고리즘 적정성평가	제공정보 신뢰성 평가	오차시간 3분 미만			
시스템 적정성 평가	시스템 적정구축도 평가	버스검지율 허용한계치 10% 미만			
	통신두절시 처리				
	돌발대처능력 평가	<table border="1"> <tr> <td>버스노선 이탈 판단</td> <td>발생 5분 이내 처리</td> </tr> <tr> <td>운전자 메시지 수집</td> <td>수신한계치 95%</td> </tr> </table>	버스노선 이탈 판단	발생 5분 이내 처리	운전자 메시지 수집
버스노선 이탈 판단	발생 5분 이내 처리				
운전자 메시지 수집	수신한계치 95%				
센터시스템 기능 평가	통신이중화 안정성 전원이중화 안정성 센터간 이중화	이중화 여부 검토			

신한계치를 95%로 설정하여 전체 8회의 돌발상황메시지 무선전송 결과 무선통신 수행에 대하여 메시지 수신, 저장, 표출이 적정하게 수행되었다.

6. 센터시스템 요구기능 적정성

버스정보센터에서 운영자가 사용하는 운영단말 어플리케이션(운영관리, 노선관리 등)의 기능구현 적정성, 센터사용 S/W 및 H/W의 구현 및 구동 적정성을 검증함으로써 센터시스템의 구현 및 구동성을 평가하였다. 이는 센터시스템의 요구기능으로서의 전원이중화, 통신이중화, 센터간 이중화등의 충족여부를 판단함으로써 평가 가능하다.

이상으로 도출한 품질평가의 평가 유형별 평가 항목의 판단기준을 정리 하면 다음과 같이 요약된다.

이에 본 연구에서는 시스템의 품질평가를 위한 평가항목 선정을 위하여 대상사례의 기술방식 및 시스템의 설계를 검토하여 운영시스템을 분석하였으며, 정보의 수집, 가공 제공의 단계별 통신방식 및 알고리즘의 적정성을 판단하기 위한 분석방법 및 평가방법론을 정립하여, 제공정보의 적정성 확보가능 여부를 판단 할 수 있도록 하였다. 또한 시스템의 종합 성능검토를 위하여 현장부문과 센터부문으로에서 이루어지는 효과적도를 마련하였으며, 이에 대한 세부 항목 및 분석 방법론을 정립하였다.

이는 시스템의 구축 절차의 흐름에 따라 순차적으로 도출하여야 할 공정시기별 시스템 현장 테스트 수행시 적용하여, 적정 품질 도출 여부를 검증하고 다시 구축 사업에 피드백 하는 관리기법에 활용함으로써 보다 효율적이고 정확한 버스 정보시스템의 정보제공과 신뢰도 향상에 기여할 것으로 기대된다.

VI. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 기 구축 운영 중인 안양시 버스정보 제 공서비스를 대상으로, 품질을 극대화 하고 유지하는 총체적 품질관리에 적용할 수 있도록 시스템의 수준에 적합한 평가항목을 선정하여 평가함으로써 시스템의 최적의 질(quality)을 유도하는데 기여하고자 하였다. 이는 향후 사업의 확장 및 구축에 대하여 최적설계를 유도하며, 사업추진의 원활화 및 최적 품질을 구현하는데 효과적이다. 또한 다른 사업이나 인접 및 상위 계획과 호환, 연계가 가능하도록 구축 사업자에게 권장하고 유도하는 기능을 수행하여 시스템의 경제적이며 효과적인 운영이 가능토록 지원한다.

참고문헌

- [1] 이상건, 안양시 버스정보시스템(BIS) 기본계획, 국토연구원, 2003. 8
- [2] 안양시 버스정보시스템 품질관리용역 최종보고서, 2004. 5, (사) ITS Korea
- [3] 배덕모,부천시 사례를 통한 버스정보시스템 운영효과 분석, *대한교통학회지*, 제20권 제1호, 2002. 2
- [4] ITS(Intelligent Transport Systems) 업무요령, 건설교통부
- [5] 서울시, 「버스 종합사령실 구축 기본계획」, 2002.

저자소개



금 기 정 (Ki-Jung, Kum)

- 1986. 2 : 명지대학교 토목공학과 공학사
- 1990. 3 : 동경도립대학교 대학원 토목공학과 공학석사
- 1993. 3 : 동경도립대학교 대학원 토목공학과 공학박사
- 1994 ~ 현재 : 명지대학교 공과대학 교통공학과 교수
- 2005.12 ~ 현재 : 경기도 지방건설기술심의회 위원
- 2005.12 ~ 현재 : 경기도 건설본부설계자문위원회 위원
- 2006. 1 ~ 현재 : 한국ITS학회이사 및 국제교류분과위원장



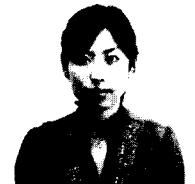
김 원 태 (Won-Tae, Kim)

- 1990. 2 : 금오공대 토목공학과 공학사
- 1999. 2 : 아주대학교 산업대학원 교통공학과 공학석사
- 2005. 3 ~ 현재 : 명지대학교 일반대학원 교통공학과 교통공학 박사과정
- 1990 ~ 1992 : 교통개발연구원 도시교통실 연구원
- 1992 ~ 1995 : 남광엔지니어링 교통계획부 차장
- 1996 ~ 1999 : 한남엔지니어링 교통계획부 부장
- 1999 ~ 현재 : 안양시청 교통기획단 신교통팀장



왕 이 완 (Yi-Wan, Wang)

- 1981. 2 : 조선대학교 토목공학과 공학사
- 1997. 2 : 한양대학교 환경대학원 교통공학과 석사
- 2005. 9 ~ 현재 : 명지대학교 일반대학원 교통공학과 교통공학 박사과정
- 1980. 2 ~ 1990. 11 : 한국도로공사 대리
- 1990. 11 ~ 1995. 4 : 한국도로공사 고속도로 사업관리 과장
- 1995. 4 ~ 2004. 8 : 한국도로공사 고속도로 공사관리 부장
- 2004. 8 ~ 2004. 12 : 한국도로공사 고속도로 설계 VE 업무 총괄 부처장
- 2004. 12 ~ 현재 : 한국도로공사 고속도로 사업관리 처장



손 승 너 (Son, Seung-neo)

- 2002년 2월 : 명지대학교 교통공학과 학사 졸업
- 2004년 2월 : 명지대학교 교통공학과 석사 졸업
- 2004년 1월 ~ 2005년 4월 : 경화 엔지니어링 교통계획 연구소 연구원
- 2007년 현재 : 명지대학교 교통공학과 박사과정