

ITS 사업평가를 위한 효과척도 대안

김봉석* · 남승연 · 안선영 · 손봉수
연세대학교 도시공학과

Alternative Measures of Effectiveness for Evaluating ITS Project

KIM, Bongseok* · NAM, Seungyeon · AHN Sunyoung · SON, Bongsoo
Department of Urban Planning and Engineering, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

Abstract

The objective of this study is to build a methodology for evaluating intelligent transportation systems (ITS) projects, by selecting measures of effectiveness (MOEs) and developing an approach to collect and process traffic data. While reviewing the existing MOEs and evaluation methodologies for ITS projects, several problems were found, such as the complication in delineating study areas, the absence of standardized evaluation methodologies, and the duplication in selecting MOEs. To tackle these problems, two MOEs capable of directly evaluating traffic conditions were chosen: i.e., average vehicle speed and traffic volume. Both MOEs can not only include all the functions of the existing MOEs, but also be simpler and more objective in evaluating real traffic conditions. The traffic volume can be measured by using either “cordon line” or “all point average” methods. On the other hand, measuring the average vehicle speed depends on site-specific characteristics such as traffic flow states (interrupted or uninterrupted) and traffic conditions (congested or uncongested). The present methodology is easily understandable for anyone and applicable for any ITS project, and is also expected to contribute to building a standardized evaluation system.

본 연구의 목적은 ITS 사업의 시행효과를 효율적으로 측정할 수 있는 지표를 선정하고 지표와 관련된 자료의 수집 및 가공방법을 제시함으로써, ITS 사업의 효과를 객관적으로 평가할 수 있는 방법론을 정립하는 것이다. 본 연구는 국내·외 ITS 사업평가 방법론 및 평가지표를 검토하였으며 검토 과정 중 ITS 효과 평가 시 평가의 범위, 표준화된 ITS 효과분석 방법론의 부재, 효과평가 부문별 지표의 중복성의 문제를 파악하였다. 따라서 이러한 문제점을 해결하고자, 평가지표로 도로의 통행상태를 직접적으로 반영할 수 있는 평균통행속도와 통행량을 선정하였다. 선정된 두 지표는 기존의 효과평가 방법론에서 적용한 지표들의 의미를 포함하면서 소통 상태를 잘 반영할 수 있는 것으로 기존의 연구에서 제시한 지표들에 비해 단순하면서 객관적 평가가 가능하다. 통행량의 측정방법은 Cordon line, All Point Average 방법이 있으며, 평균통행속도의 측정방법은 교통류의 특성(연속류/단속류) 및 소통상태(혼잡/비혼잡)에 따라 측정방법을 달리 적용한다. 본 연구에서 제안한 평가방법론은 누구나 쉽게 이해할 수 있고 어느 사업에나 적용이 가능한 평가체계를 수립할 수 있다. 이를 정책적으로 활용할 목적으로 도입한다면 표준화된 ITS 평가체계를 수립할 수 있을 것으로 기대한다.

Key Words

Intelligent Transportation Systems, Evaluation Method, MOE
첨단교통체계, 평가방법론, 평가지표, 평균통행속도, 통행량

*: Corresponding Author
munsn@yonsei.ac.kr, Phone: +82-2-2123-3569, Fax: +82-2-393-6298

1. 서론

1. 연구배경 및 목적

최근 지능형교통체계 (Intelligent Transportation Systems : ITS) 사업의 필요성이 증대됨에 따라 ITS의 도입이 활발하게 진행되었다. 이러한 변화에 따른 ITS 사업에 대한 사회적 관심이 많아지게 되면서, ITS 사업의 효과를 객관적으로 평가할 수 있는 평가방법론의 필요성이 제기되었다. 현재까지 이와 관련된 많은 연구가 진행되어 왔으나 기존 연구들은 타당성 평가와 효과 평가의 평가 범위가 명확히 분리되어있지 않고 혼재되어 있는 등 체계적인 분석방법을 정립하지 못하고 있다. 또한 평가지표 역시 적용이 용이한 지표를 제시하지 못하고 있어 동일한 시스템에서도 각 사업별로 다른 지표를 적용하여 일관성 없는 분석이 수행되었다.

따라서 본 연구에서는 ITS 사업 시행시 발생하는 건설비와 같은 구축비용은 배제한 사업효과만을 분석할 수 있는 평가방법론을 정립하고자 한다.

2. 연구수행방법

국내·외 선행연구를 통해 기존 ITS 사업의 평가방법

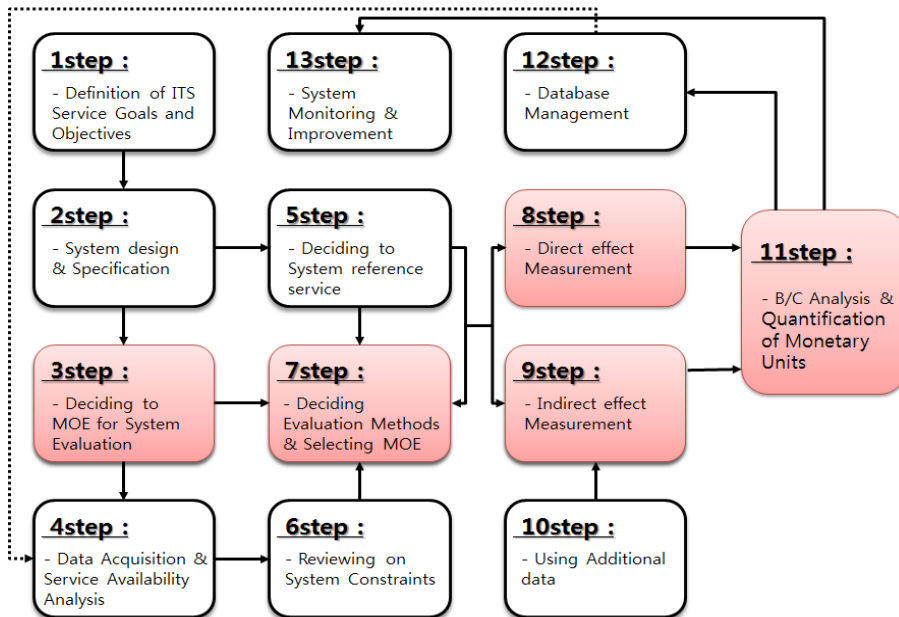
및 평가지표를 검토하고 문제점 및 시사점을 도출하여 ITS 사업의 효과평가 방법론 및 평가지표의 기본방향을 수립하였다. 또한 이에 부합하는 평가지표를 선정하여 ITS 사업의 시행효과를 효율적으로 측정할 수 있는 범위 및 지표와 관련된 자료의 수집방법 및 가공방법을 제시함으로써 ITS 사업의 효과평가 방법론을 정립하고자 한다.

II. 선행연구 고찰

1. 국내외 ITS 사업 평가 방법론

강원의(2004)의 연구에서는 ITS 운영평가측면에서 방법론을 정립하였다. ITS 운영평가의 항목을 수집기기, 가공기기, 제공기기 등으로 분류하였으며, 사업효과의 계량화를 위해 시스템별로 각각의 평가지표를 정량적으로 나눌 수 있도록 고안하였다.

국내의 첨단교통모델도시사업의 ITS 효과분석의 평가방법은 정량적·정성적인 평가지표를 선정하고 현장조사, 설문조사, 문헌고찰 등을 통해 측정 후, 그 결과를 사전·사후비교(Before and After Analysis)를 통해 운영효과를 분석하였다. 그러나 국내 ITS 효과평가 방법은 구축사업별로 개별적인 평가지표 및 방법론을 선정하여 동일한 평가항목임에도 불구하고 서로 다른 방법으



<Figure 1> ITS Project Evaluation

<Table 1> MOE of each systems

Author	Systems	MOE	Evaluation Methodology
Lee yongtek	Advanced Signal Control Systems	•Traffic volume, Intersection delay, Travel speed, Travel time, Delay, Saturation of road, User satisfaction	Evaluation of Operation Before and After analysis
	Traffic Information Service	•Travel speed, Travel time, Delay time, User satisfaction	
	Incident Management	•Incident management time	
	Advanced Public Transportation Systems	•Delay time, passenger demand, Modal shift rate	
	Advanced Traveller Information Systems	•Travel speed, Travel time, Accuracy of traffic information, User satisfaction	
	Parking Information Systems	•Parking demand, Parking time, Modal shift rate, Accuracy of Information	
	Automated Traffic Enforcement Systems	•Number of crash, Travel speed, Travel time, User satisfaction	
	Automatic Fee Collection	•Travel speed, Travel time, User satisfaction	
Weon-Eui, Kang	Data Collection	•Reliance of data, Frequency of system disorder	Evaluation of Operation
	Data Process	•Data flow analysis	
	Traffic Information Service	•Adequacy of information for user	
Kang jihun	Data Process and analysis	•Traffic volume, occupancy, Time mean speed, vehicle type, Travel time of link	Evaluation of Operation
	Incident Management	•Incident detection rate, Response suitability for incident	
	Repetition congested period Management Systems	•Repetition congested period detection rate, Response suitability for repetition congested period	
	Video Collection	•Examination of strategies and tactics to reflect, Adequacy of installation point	
	Vehicle detection	•Examination of strategies and tactics to reflect, Adequacy of installation point	
	VMS	•Adequacy of installation point, Information suitability for user	
	WEB, Emergency call	•Examination of strategies and tactics to reflect, Adequacy of information for user	
	Weather Information Collection	•Examination of strategies and tactics to reflect, Adequacy of response scenario	
Gwa-chun	Advanced Signal Control Systems	•Traffic volume, Delay, Travel Speed, Queue length, Standard deviation of saturation	Evaluation of Operation Before and After analysis
	Advanced Public Transportation Systems	•Accuracy of information, System utilization rate, Modal shift rate, Service improvement	
	Parking Information Systems	•Accuracy of information, System utilization rate, Service improvement, Reduce wandering time	
	Automatic Fee Collection	•Perception of systems	
	Automated Traffic Enforcement Systems	•Number of crash	

로 평가를 시행하고 있다. 그 내용은 <Table 1>과 같다.
 미국의 경우 정부차원에서 사업평가지침을 마련하여 제시하고 있다. 특히 ITE (2000, Institute of Transportation Engineers)의 Intelligent Transports

Handbook 평가지침은 ITS 사업의 수행부터 평가과정을 세부적으로 제시하였다. (1단계) ITS 사업 구축 목표·목적 정의, (3단계) 시스템 평가지표를 결정하고, (7단계) 평가지표 값을 추정하기 위한 평가분석방법의 선정, (13

단계) 사업효과의 변화를 주기적으로 모니터링 및 DB화 등 총 13단계로 제시하였으며 그 내용은 <Figure 1>과 같다. 또한 FHWA(Federal Highway Administration, 미국 연방도로관리청)에서는 ITS 사업 평가프로그램인 IDAS (ITS Development Analysis Program)를 이용한 비용-편익 분석 및 평가지표 분석방법을 제시하고 있다.

2. 국내·외 ITS 평가지표

국내·외에서는 교통시스템을 개선시키기 위한 ITS 사업이 활발하게 진행 중이다. 우리나라의 ITS 사업으로는 서울시 도시고속도로 교통관리시스템, 과천 ITS 시범사업, 국도 ITS 구축사업 등이 있으며, 미국의 경우 Atlanta, New York, Cincinnati, San Antonio 등에서 ITS 사업이 시행되었다.

배상훈 외(1998)의 연구에서는 과천지역 ITS 시범 운영 사업에 대한 사전·사후 조사 및 평가를 수행하였다. 적용되는 시스템은 교차로 교통제어시스템, 대중교통정보시스템 등 총 5개 항목으로서 정량적 평가와 정성적 평가에 따른 평가지표를 제시하였다. 평가지표는 교통량 변화, 지체도, 링크별 속도, 축별 속도, 사고건수, 사망자 건수 등이 포함되어 있다.

남두희(2002)의 연구에서는 첨단교통모델도시(대전광역시, 전주시, 제주시)의 사례를 통해 시스템의 구축 효과를 정량적·정성적으로 평가하였다. 적용되는 시스템은 크게 5가지 항목이며 평가지표는 교통량변화, 지체도, 링크별 통행속도 및 통행시간 등을 제시하였다.

강지훈(2005)은 ITS 평가의 개념을 사업 완료 후 가 아닌 ITS 사업의 완성단계로 하여 사업의 최종 완성 전에 평가방안을 제시하였다. 평가를 위한 공간적 범위는 FTMS 사업이 시행 중인 신대구부산 고속도로이며, 평가시스템은 크게 9가지로 정보가공 및 분석체계, 돌발상황관리체계, 반복정체관리체계, 영상수집체계, 차량검지체계 등이며 그에 따른 평가지표는 교통량, 점유율, 지점 속도, 차종, 링크별 통행시간으로 제시하였다.

미국 FHWA에서는 2003년 IDAS를 이용하여 Kansas City의 Cincinnati에서 ITS 사업평가 및 비용-편익분석을 수행하였다. 적용시스템은 크게 Arterial Traffic Management Systems, Freeway Management Systems, Transit Management Systems 등을 포함하여 7가지이며 그에 따른 세부 평가지표는 통행시간, 지체도, 속도, 사고감소율 등이다.

<Table 1>은 국내·외 시스템별 평가지표 및 조사항목을 정리한 것으로서, 각 시스템별로 제시되어 있는 세부 지표들이 중복되어 있는 것을 확인할 수 있다.

3. 문제점 및 시사점

국내·외 선행연구 고찰을 통해 ITS 사업 효과분석 방법론 및 평가지표를 종합적으로 검토하여, 다음과 같은 문제점 및 시사점을 도출하였다.

첫째, ITS 효과분석 평가범위의 문제이다. 현재 ITS 사업 효과분석 평가범위는 경제적 타당성 평가 시 적용되는 평가범위와 효과 평가 시 적용되는 평가범위가 혼재되어 있다. 타당성 평가는 ITS 사업의 시행 전에 수행되는 과정이므로 ITS 효과를 측정하는 방법이 부적절하다. 따라서 ITS 사업의 효과분석을 위해서는 타당성 평가와 관련된 지표를 제외한 ITS 효과평가 방법론을 적용하는 것이 바람직하다.

둘째, 표준화된 ITS 효과분석 방법론의 부재이다. 1990년대부터 활발하게 시작된 국내 ITS사업은 시범사업 위주로 추진되어 왔고 개별 시범사업에 따른 단발적인 사후효과분석만으로 효과분석을 시행하였다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 국토해양부에서는 2005년 ITS업무요령을 시행하였으나 세부적인 지침이 아닌 효과분석시행과 관련된 개략적인 방법론과 시행의무만이 수록되어 있어 효과분석의 체계적인 틀을 제공하지 못하고 있다. 또한 ITS사업의 특성상 새롭게 개발되는 통신기술과 통신기기를 이용한 새로운 시스템의 구축이 이루어지고 이를 통한 정보제공의 방법, 종류가 다양화되고 있다. 이와 같이 새로운 시스템의 개발 및 구축은 활발하게 진행되고 있으나 이와 같은 시스템의 효과분석을 수행하는 분석체계는 부족한 상태이다. 이는 표준화된 ITS 효과분석체계의 제도적 정착이 이루어지지 못하고 있는 것을 의미하며 새로운 시스템 개발과는 별도로 어떠한 시스템에서도 효과평가를 수행할 수 있는 효과분석 방법론이 없는 것을 의미한다. 따라서 표준화된 ITS 효과분석 방법론의 개발과 그에 따른 제도적 정착 방안을 강구해야 한다.

셋째, ITS 효과분석 평가부문별 지표가 중복되어 있다. 현재 ITS 효과분석시 평가 부문을 시스템 별로 나누어 분석하는데 평가 부문별로 동일하거나 유사한 지표를 사용하고 있어 한 가지의 효과를 중복하여 분석하는 문제가 발생한다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서

는 단순하고 이해하기 쉬우며 포괄적인 평가가 가능한 지표를 선정해야 한다.

이 같은 문제점은 ITS 효과평가를 위한 분석기법, 방법론, 평가지표의 체계가 구축되지 않고 ITS 효과평가의 정책적 활용 역시 활발하게 이루어지지 못한 것에 기인한다. 따라서 ITS 효과평가를 위한 객관적이고 신뢰성 있는 평가지표를 선정하고 측정 및 적용방법에 대한 연구가 필요하다.

III. 평가지표 선정 및 측정범위 설정

1. 평가지표의 기본방향

효과적인 측정이 가능한 지표는 FHWA(1996, Federal Highway Administration)의 Traffic Control Systems Handbook 에서 제시한 다음과 같은 조건에 만족해야 한다.

- 사업목적을 표현할 수 있어야 한다.
- 간단하고 이해하기 쉬워야 한다.
- 정량적으로 계량화가 가능해야 한다.
- 객관적 측정이 가능해야 한다.
- 광의적 적용이 가능해야 한다.
- 현상을 정확히 반영해야 한다.
- 측정비용이 적게 들어야 한다.

정성적 지표의 경우 응답자의 심리상태의 변화에 따라 답변이 바뀔 수 있기 때문에 객관적 측정이 어렵다. 따라서 본 연구에서는 객관적 측정이 가능한 정량적 지표만을 선정하여 효과를 평가하고자 한다.

2. 평가지표 선정

ITS는 기존 교통시스템에서 한계로 여겨지는 교통사고의 위험, 환경 및 에너지 문제, 통행에 소요되는 시간과 비용 등과 같은 다양한 문제를 해결할 수 있도록 구현되어 왔다. 이러한 한계는 대부분 교통혼잡이 발생하는 곳에서 나타나므로 ITS 사업시행의 가장 기본적인 목표는 교통혼잡 완화라 할 수 있다. 실제로 세계 각국의 대도시에서 ITS를 구축하는 이유로 도심부의 교통혼잡완화를 들고 있다.

우리나라의 경우 국토해양부 도로업무편람(2011)에

<Table 2> Traffic volume and speed of ban-po bridge

	2010.11	2010.12
Travel Speed (km/h)	53.7	52.0
Traffic Volume (veh/day)	77,999	78,230

Source : Seoul Metropolitan Government, Traffic data, 2010.

<Table 3> Purposed MOE in this study

	Characteristics
Travel Speed	Reflect on traffic condition Imply the quantitative and qualitative
Traffic Volume	Interact with travel speed judgement the traffic condition in evaluation site

근거하면 ITS의 효과는 크게 3가지로 분류된다. 첫 번째는 '교통혼잡완화'이며 두 번째는 '저탄소 녹색교통체계 구축에 기여', 마지막으로 세 번째는 '신성장동력 산업으로 미래대비 성장 잠재력 확충'이다. 이중 가장 핵심적인 ITS의 효과는 교통혼잡완화라고 할 수 있으며 이 외의 효과는 부수적인 효과라 할 수 있다. 이와 같이 ITS의 효과를 분류하는 것은 ITS의 평가지표는 교통혼잡정도를 반영할 수 있어야 한다는 것을 의미하기도 한다. 그러므로 ITS의 효과분석을 위해서는 도로의 통행상태를 직접적으로 반영할 수 있는 지표가 선정되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 통행속도를 효과적으로 선정하였다. 통행속도는 통행상태를 가장 직접적으로 나타낼 수 있는 지표이며 정량적인 표현이 가능하다. 또한 통행속도의 값에 따라서 도로시설의 운영상태를 표현할 수 있기 때문에 정성적인 의미를 포함하는 지표이기도 하다. 그러나 통행속도만을 평가지표로 선정할 경우 <Table 2>의 사례에서 발견할 수 있는 문제점이 있다.

<Table 2>의 사례는 서울특별시 교통통계 자료를 근거하여 작성한 것으로 통행속도와 통행량 보고서의 자료를 각각 이용하였으며 2010년 11월, 12월의 반포대교의 통행량과 통행속도 자료이다. 이 자료에서 통행속도만을 본다면 통행속도가 감소하였기 때문에 대상지의 소통상황이 나빠진 것으로 판단하게 된다. 그러나 통행량을 고려한다면 대상지의 통행량이 증가하였기 때문에 대상지의 소통수용량이 늘어난 것으로 판단할 수 있다. 이는 대상지의 소통상황이 나빠진 것이라고 판단하기 어렵다. 이와 같이 통행속도만으로 ITS의 효과를 평가할 경우 잘못된 판단을 할 수 있으므로 이를 보완할 수 있는

<Table 4> Scope of ITS evaluation MOE

Spatial Scope	Transportation network of CBD
Temporal Scope	Peak hour (AM 7:00~9:00, PM 6:00~8:00)

통행량을 평가지표로 추가 선정하였다.

본 연구에서 선정한 평가지표는 통행속도와 교통량이다. 이 두 지표는 교통혼잡완화효과를 가장 직접적으로 반영하는 지표라고 할 수 있다. 또한 '녹색교통체계구축에 기여' 부문에서도 녹색교통수단, 친환경연료 뿐만이 아니라 통행의 효율성 증대의 측면에서는 '녹색교통체계구축에 기여'의 일환으로 볼 수 있다. 이와 같은 관점에서 바라볼 경우 본 연구에서 선정한 평가지표는 교통혼잡완화 측면에서 뿐만이 아닌 '녹색교통체계 구축에 기여'부문에서도 효과의 의미를 함의한다.

3. 측정범위 설정

ITS 효과평가지 중점적으로 평가해야 하는 부분은 교통혼잡개선이라 할 수 있다. 혼잡개선의 대표적인 효과는 통행수요 분산과 통행량의 효율적인 처리라고 볼 수 있는데, 교통수요가 없는 지역일 경우 이러한 효과를 측정하기 어렵다. 따라서 ITS 효과평가 시 자료수집의 범위는 통행수요가 많아 통행수요 분산효과 및 통행량 처리 개선 확인이 가능한 지역이어야 한다.

따라서 본 연구에서는 합리적이고 객관적인 평가를 가능하게 하기 위해 수집 자료의 공간적 범위와 시간적 범위를 설정하였다.

공간적 범위는 주요 업무시설 및 상업시설이 밀집되어 있어 통행 유발량이 높은 지역인 도심지역(CBD)의 도로를 선정하고, 통행수요 분산효과를 측정하기 위해 CBD의 도로의 우회도로를 추가로 포함하였다. 또한 시간적 범위는 하루중 통행수요가 가장 많은 첨두시(오전 7:00~9:00, 오후 6:00~8:00)를 선정하였다.

IV. 평가지표 자료수집 및 가공 방법

1. 통행량

통행량은 소통상황을 판단할 수 있는 결정적인 기준이 되는 자료이며 높은 신뢰성을 가진 수집방법론을 요하는 자료이다. 따라서 ITS 사업 평가시 활용하기 위한 통행량 자료 수집 방법론을 제시하고자 한다.

1) 방법 A

조사방법 A는 대상지의 범위를 설정한 후에 대상지를 포함하는 Cordon Line을 설정하여 대상지의 주요 접근 입구에서 대상지의 유입교통량과 유출교통량을 조사하는 방법이다. 이 방법론은 대상지에 유입되는 교통량을 조사하여 첨두시간 동안 대상지가 수용할 수 있는 교통수요에 대해서 알 수 있으므로 대상지의 통행수요 처리능력 및 대상지 전체의 통행량을 판단할 수 있는 자료를 구득할 수 있다.

Cordon Line 조사 방법은 대상지 외곽선의 한 지점에서 자료수집을 하기 때문에 Double Counting의 가능성이 낮다. 따라서 대상지 전체의 수요교통량에 대해서 신뢰성이 보다 높은 자료를 구득할 수 있다. 이러한 특성 때문에 자료수집의 단위시간에 대한 제약이 적어 평가자가 원하는 자료 수집 및 가공이 용이한 자료 구득 방법이라 할 수 있다.

그러나 Cordon Line 조사 방법은 대상지 내부도로의 세부소통상태를 알 수 없어 도로별 통행량 차이를 파악할 수 없다. 따라서 대상지 내부의 통행분산효과에 대해서 확인하는데 제약이 존재한다.

또한 Cordon Line 조사 방법은 대상지의 범위가 일정수준 이상으로 넓어질 경우 대상지 전체교통량 자료만으로 대상지의 교통상황을 분석할 때 정교한 분석이 어렵다는 단점이 있다. 따라서 Cordon Line 조사 방법론 자료를 이용 시 대상지의 범위설정 역시 적정한 수준으로 사용해야 할 것이다.

2) 방법 B

조사방법 B는 대상지 내부에 설치된 모든 지점검지기의 자료를 이용하는 방법으로서 대상지 내의 Link 별 소통상황을 파악할 수 있다. Link 별 소통상황을 통하여 도로별 통행상황 및 대상지 내의 통행 분산효과에 대해서 분석할 수 있다.

그러나 All Point Average 방법은 자료수집의 단위시간에 따라서 한 단위의 자료수집시간동안 여러 개의 지점검지기에 한 대의 차량이 지나가는 Double Counting이 일어날 가능성이 높다. 이는 교통량을 실제보다 과대추정 하게 되는 요인이 된다. 따라서 All Point Average 자료를 사용할 경우 자료수집의 단위시간이 짧고 검지기 간격이 적정한 검지기를 선정해야 Double Counting의 발생을 최소화 할 수 있다.

<Table 5> Travel Speed data

Non-congested period (km/h)	Congested period (km/h)
{45, 43}	{16, 13, 12, 14, 12}
{22, 25, 29, 35}	{13, 10, 11}
{29, 35, 43, 46}	{8, 11}

Source : Son, Bongsoo(2005), 『Pitfall in Using Average Travel Speed in Traffic Signalized Intersection Networks』

All Point Average 자료는 대상지의 링크별 소통상황 자료를 모두 수집하기 때문에 도로별 세부 교통량을 통하여 편차 산출이 가능하며, 이는 대상지 내부 도로별 이용현황 분석이 가능하다.

3) 결론

ITS 효과는 구축지역의 교통혼잡개선 및 실질적 도로용량 개선에 있으므로 ITS 효과평가 시 대상지 전체의 수용가능한 통행량(대상지의 용량)에 초점을 맞추어 측정하여 대상지의 전반적인 ITS 구축효과 및 통행실태를 평가하는 것이 중요하다. 즉, 조사방법 A를 통하여 구득한 자료가 효과평가 시 최적의 자료로 볼 수 있다.

그러나 대상지 내부의 도로별 통행량 자료를 통하여 도로별 비교분석이 필요할 경우 조사방법 B의 자료를 이용하여 대상지 분석 시 보완자료로서 이용할 수 있다.

2. 평균통행속도

속도는 소통상황을 나타낼 수 있는 정량적 지표이다. 또한 도로시설의 운영상태를 나타낼 수 있는 정성적 의미를 포함한 지표이기도 하다. 따라서 ITS 효과평가의 평가지표를 활용하기 위한 적절한 통행속도의 측정 및 가공방법을 제시한다.

1) 평균통행속도의 문제점 및 보완방법

일반적으로 통행속도를 평가지표로 사용할 경우 평균통행속도를 이용한다. 평균통행속도는 대상지의 소통상황을 나타내는 대푯값이며, 교통시설의 서비스 수준을 결정하는 지표이다. 그러나 평균통행속도는 소통상태가 혼잡 상태인 경우와 비혼잡 상태인 경우에 따라 소통 상황을 나타내는데 있어 문제가 발생할 수 있다.

<Table 5>에서 보여주는 속도 데이터는 손봉수(2005)의 연구에서 제시된 자료이다. 자료는 혼잡시와

비혼잡시의 차량 10대의 속도값이며, Floating car 방법을 통해 서울시 서쪽지역의 구간선도로 2.5km 구간의 총 5개 신호교차로를 통과하여 수집되었다.

비혼잡 상태의 속도의 범위는 최소 22km/h 에서 최대 46km/h 까지 변동이 나타난다. 이는 교통신호의 상태 및 녹색신호의 연동에 따라 속도의 변동이 나타나는 것으로 해석할 수 있다. 이와 같은 경우 모든 차량의 통행속도 평균값을 도출한다면 신호로 인한 지체를 겪은 차량의 속도와 지체를 겪지 않은 차량의 속도의 중간 값이 나오게 된다. 이 값은 자료 수집 대상의 차량 중 어느 차량도 해당하지 않는 속도로 소통상황을 나타내는 대푯값으로 적절하지 못하다. 실질적인 소통상황을 반영하기 위해서는 신호로 인한 지체부분을 제외한 데이터를 사용해야 할 것이다. 따라서 비혼잡 상태에서 소통상황을 나타내는 대푯값을 도출하기 위해서는 동일한 시간동안 측정된 속도값 중 평균값 이상의 값을 가진 자료만을 선정하여, 선정된 자료의 평균값을 사용하도록 한다.

혼잡 상태의 경우 비혼잡 상태에 비해 개별차량들의 통행속도의 변동이 크지 않음을 확인할 수 있다. 이는 혼잡 상태에서 측정된 값의 평균이 실질적인 소통상황을 반영하는 대푯값이라고 할 수 있다. 따라서 혼잡 상태의 경우 평균값을 사용하도록 한다.

2) 평균통행속도 측정 방법론

평균통행속도 측정시 통행류의 특성에 따라 측정방법을 달리 적용하도록 한다. 연속류의 경우 수집되는 검지기는 구간에 따라 차로별 통행특성이 다르게 나타나므로 차로별 통행특성을 고려하여 통행속도를 도출해야 한다.

단속류의 경우 구간검지기와 지점검지기를 통해 수집된 속도자료는 큰 차이를 보인다. 이는 단속류에서 교차로의 신호지체에 상관없이 구간을 통과하는 차량들의 속도자료를 수집하기 때문이다. 구간검지기의 경우 신호로 인한 지체가 누적되어 데이터에 나타나기 때문에 구간을 통과한 평균속도가 검출된다. 또한 지점검지기의 경우 비혼잡 상태에서 신호지체로 인해 속도자료의 편차가 매우 크게 나타나기 때문에 한 검지기의 자료만을 이용한다면 대표성을 찾기 매우 어렵다.

따라서 통행속도를 측정함에 있어 구간검지기 및 지점검지기의 자료를 모두 이용하되, 구간검지기에서 수집된 자료를 주자료로 이용하고, 지점검지기의 자료는 보완용으로 이용해야한다. 또한 소통상태와 관련된 속도값을

제외한 대푯값을 산정하고, 앞서 논의한 교통량 수집 및 가공방법을 이용하여 산출한 교통량 자료와 평균속도에 통과교통량의 가중치를 고려하여 통행속도를 산출한다.

V. 평가지표의 정성적 활용성

도심부에 설치된 모든 검지기 자료를 이용할 경우 세부 도로별 통행량 및 통행속도 자료를 이용할 수 있다. 이 통계량은 대상지 내부의 도로를 얼마나 효율적으로 사용하는지 알아볼 수 있는 자료로서 대상지 네트워크의 서비스수준(LOS, Level Of Service)이 일정하게 유지되고 있는지를 판단할 수 있다.

편차가 작을 경우 대상지 내부의 도로이용정도가 고르다는 것으로 서비스수준이 일정하게 유지되고 있는 것으로 분석할 수 있다. 이는 대상지 내부의 모든 운전자들이 겪는 지체 정도가 균일한 것이며 대상지의 통행 연동이 잘 이루어지고 있음을 의미한다. 이와 반대로 편차가 클 경우 대상지 내부의 도로이용이 특정도로에 집중되는 것으로 서비스수준이 일정하게 유지되지 않고 있는 것으로 분석할 수 있다.

그러나 단순히 통행량과 통행속도의 편차를 계산한다면 도로의 용량 및 기하구조에 따라 발생하는 차이를 고려하지 못하게 된다. 따라서 이를 해결하기 위해서는 도로의 특성에 따른 보정계수를 이용하여 통행량 및 통행속도를 보정하여 편차를 계산하여야 한다. 통행량의 경우 차로 전체 통행량을 그대로 적용하는 것이 아니라 차로수로 나누어 차로 수 별 평균 통행량을 적용하는 것을 예로써 제시한다.

이와 같은 과정을 통하여 계산된 편차는 앞서 제시한 통행량, 통행속도와 같은 평가지표와 함께 사용하여 네트워크의 개선효과 및 개선의 질에 대한 평가가 가능하다.

VI. 결론

본 연구에서는 ITS 사업의 시행효과를 측정할 수 있는 평가지표를 평균통행속도와 통행량, 두 가지로 도출하였고, 그에 따른 측정 방법론을 도출하였다. 선정된 두 개의 지표는 기존의 효과평가 방법론에서 적용한 다수의 지표들의 의미를 포함하면서 소통상태를 반영할 수 있는 대표적인 지표이다.

<Table 6>은 본 연구에서 선정한 평균통행속도와 통행량을 통해 평가가 가능한 시스템과 국내 평가사례에서

<Table 6> Purposed MOE in this study and available systems for evaluation

Purposed MOE in this study	ImPLY MOE for evaluation	Available Systems for evaluation
Average Travel Speed Traffic Volume	Travel Time	Singanal Control Systems
	Dlay Time	Advanced Traveler Information Systems
	Saturation of road	Incident Management Systems
	Queue Length	Traffic Enforcement Systems

제시되었던 지표들의 의미를 직·간접적으로 포함할 수 있음을 보여준다.

기존 ITS 효과평가체계는 ITS 업무요령등의 제도적 효과분석 시행규정이 있으나 그 효과분석이 체계적으로 정리되어 있지 않으며 효과분석의 기준이 정립되어있지 못한 상태이다. 그러나 본 연구에서 제시한 평가지표를 이용하여 ITS 효과평가 방법론을 도출하고 이를 정책적으로 활용한다면, 누구나 쉽게 이해할 수 있고 어느 사업에나 적용 가능한 표준화된 ITS 효과평가체계를 수립할 수 있을 것이다. 이는 정책 결정자가 활용할 수 있는 ITS 효과평가 도구를 제공하는 것으로, 객관화된 ITS 효과평가가 가능하며 ITS 사업 구축 후에 지속적인 모니터링을 수행할 수 있고 이를 통해 향후 ITS 사업 구축 시 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술 평가원이 시행하는 교통체계효율화사업 (이벤트 대응형 현장 ITS 장비 기술개발)의 지원에 의해 수행됨.

REFERENCES

1. Son, B. S. and Kim, J. Y.(2000), "A study of the Evaluation Index for the Paved Roadway Occupancy in Seoul", Seoul Studies.
2. Rhee, K. A., Son, B. S. and Choi, J. S.(2002), "A Study on Development of Road Coverage Index for 25 Autonomous 'gus' in Seoul Metropolitan Government", Seoul Studies.
3. Lee, Y. T., Nam, D. H. and Park, D. J.(2004), "The Comparative Analysis of

- Evaluation Guidelines for ITS Projects”, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.22, No.3, Korean Society of Transportation, pp.215-226.
4. Kang, W. E., et.al.,(2004), “MOE & Methodology for Efficiency TEST in ITS”, The Korea Institute of Intelligent Transport Systems Congress Proceeding, 2004 Nov. 01, pp.30-35.
 5. Kang, J. H., et.al.,(2005), “The Study of ITS Evaluation - the FTMS of New Daegu-Busan Freeway”, The Korea Institute of Intelligent Transport Systems Congress Proceeding, 2005 Nov. 01, pp.103-109.
 6. The Korea Transport Institute(1998), “The Evaluation of demonstration ITS project in Gwa-Chun”.
 7. Son, B. S., et.al.,(2005), “Pitfall in Using Travel Speed in Traffic Signalized Intersection Networks”, Lecture Notes in Computer Science, Vol.3794, pp.1059-1064.
 8. Nam, D. H.(2000), “Planning and Deployment for Intelligent Transportation System and Services”, The Korea Transport Institute.
 9. Ministry of Land, Transport and Marine Affairs(2011), “Road Service Manual”.
 10. Ministry of Land, Transport and Marine Affairs(2005), “ITS Project Guideline”.
 11. traffic.seoul.go.kr, 2010 Traffic DATA, Seoul Metropolitan Government.

✉ 주 작성자 : 김봉석
✉ 교신저자 : 김봉석
✉ 논문투고일 : 2012. 1. 26
✉ 논문심사일 : 2012. 3. 19 (1차)
2012. 5. 18 (2차)
✉ 심사판정일 : 2012. 5. 18
✉ 반론접수기한 : 2012. 10. 31
✉ 3인 익명 심사필
✉ 1인 abstract 교정필