

ITS 운영평가측면에서의 효과척도 및 방법론

(MOE & Methodology for Efficiency TEST in ITS)

강원의*, 문병섭**, 박범진***

Key word : ITS, 운영평가, 효과척도

목 차

1. 서론
2. 문헌고찰
3. 운영평가 방법론 및 효과척도 정립
4. 방법론에 따른 첨단모델도시 운영평가 결과
5. 결론 및 향후 연구과제

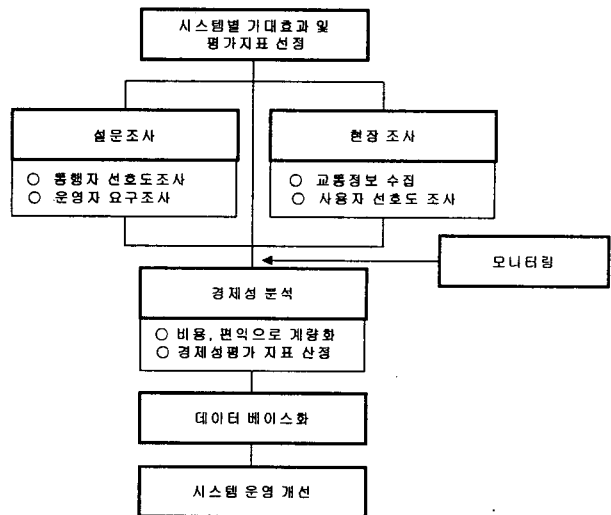
I. 서론

급증하는 교통문제를 해결하며 기존 교통시스템의 운영효율을 증진시키기 위하여 정부는 '교통체계효율화법'과 '국가기본계획 21'을 제정하여 ITS 도입을 위한 법·제도적 틀을 마련하였다. 그리고 2002년도에 첨단교통모델도시사업을 완공하여 시스템을 운영 중이다. 이런 의욕적인 사업의 추진과 더불어 정부는 완성된 시스템을 객관적으로 분석하고 완성도를 높이기 위하여 사업 후 시스템 모니터링 및 설치 시스템 효과측정 또한 실시하였다. 하지만, ITS 사업의 효과측정을 위한 척도 및 방법론이 아직 정립되지 않았으며, 사업을 수행한 후 실시한 단기효과평가 역시, 속도나 지체도 중심의 교통현장조사 및 사용자 만족도 조사가 대부분이다. 모든 시스템이 안정적으로 작동하여 기대한 결과를 얻기 위해서는 장기적인 운영계획 하에서 시스템을 끊임없이 관찰하고 시스템을 계속 업그레이드하여야만 최종적으로 만족할만한 수준의 시스템을 완성해야한다. 따라서 설치된 시스템의 안정화와 발전을 위해서는 현장조사뿐만 아니라 설치한 시스템의 사후관리와 정립된 방법론에 따른 운영평가를 실시하여 구축된 시스템의 운영 효율화를 유도하고, 이를 위해서는 체계적이고 과학적인 ITS의 운영평가가 절실하다. 이에 본 연구의 목적은 국내 ITS 사업의 여러 효과평가 중에 하나인 시스템 운영평가의 방법론 및 이에 따른 활용결과를 분석하는데 있다.

II. 문헌 고찰

* 한국건설기술연구원 ITS 연구센터 수석연구원, 공학박사.
 ** 한국건설기술연구원 ITS 연구센터 선임연구원, 공학박사.
 *** 한국건설기술연구원 ITS 연구센터 연구원, 공학석사.

1. 기존 평가방법 소개



<그림-1> ITS 사업의 효과분석 과정

<그림-1>은 ITS사업의 효과분석을 위한 과학적인 틀을 정립하여, 이를 체계적으로 데이터베이스화하는 과정으로 ITS사업의 효과를 객관적으로 비교·분석하여 시스템을 평가하기 위한 일련의 과정을 나타낸 것이다. 평가는 크게 설문조사와 현장조사, 경제성분석으로 나눌 수 있다. 사업을 실행한 시스템별로 지표를 선정하여 이것들을 설문조사 및 교통조사를 통하여 구체적으로 어떤 교통지표가 사전에 비하여 향상되었는지, 그리고 경제성분석을 시행하여 최종적으로 그 사업의 효과를 화폐가치화 하여 비교하는 것이 현재 사용하는 일반적인 ITS 평가과정이다. 하지만, 기존 ITS 평가과정은 만족도 중심의 현장평가에 치우쳐있어 사업평가의 일차목표인 시스템 운영개선측면에서는 실효성이 그리 크지 않은 것으로 판단되어진다.

2. 기존 평가척도 소개

기존 평가방법에서의 평가척도는 교통량, 평균통행속도, 교차로 지체도 등으로 대표할 수 있다. 아래의 <표-1>은 ITS 사업을 수행한 A사에서 설치된 시스템의 ITS 단기 효과추정을 시행할 때 사용한 평가척도이다. ITS 시스템을 도시부 간선도로 교통신호제어 시스템, 도시부 간선도로 교통정보 제공 시스템, 도시부 간선도로 돌발상황관리 시스템, 속도단속시스템, 교통정보시스템, 시내버스정보/운행관리 시스템, 버스전용차로 위반단속 시스템, 주차안내 시스템 등 시스템별로 분류하고 있다. 각 시스템의 정량적인 효과척도에는 교통량, 지체도, 지체시간, 돌발상황 처리시간, 사고건수, 사망자수, 버스이용자 수요, 주차이용 회전율 등이 있으며, 정성적인 효과척도는 각 시스템의 만족도를 조사한다.

<표-1> ITS 사업의 시스템별 효과척도

시스템	평가척도	조사항목	
도시부간선도로 교통신호제어 시스템	정량	- 교통량 변화 - 교차로 지체도 - 링크별 평균통행속도 및 통행시간	현장조사 - 교차로 접근로별 교통량 - 교차로 지체도 - 링크별 통행시간 - 링크통행 지체도
	정성	- 신호시스템의 만족도	설문조사
도시부간선도로 교통정보제공 시스템	정량	- 링크별 평균통행속도 및 통행시간 - 링크통행 지체시간	현장조사 - 링크별 통행시간 - 링크통행 지체도
	정성	- VMS의 만족도	설문조사
도시부간선도로 돌발상황관리 시스템	정성	- 돌발상황시 유관기관의 대응에 대한 만족도	설문조사
교통단속시스템	정량	- 사고건수 - 사망자수(사고건수 대비)	문헌조사 - 사고건수 - 사망자수
교통정보시스템	정량	- 링크별 평균통행속도 및 통행시간 - 링크통행 지체시간	현장조사 - 링크별 통행시간 - 링크통행 지체도
	정성	- 만족도	설문조사
시내버스정보/운행관리 시스템	정량	- 정시성 - 버스이용자수요 - 주요 정류장 버스통과교통량	현장조사 - 승차인원조사 - 주요 정류장 버스통과교통량
	정성	- 정보의 신뢰도 및 만족도 - 교통수단별 이용도	설문조사
버스전용차로 관리시스템	정량	- 구간평균불법주차대수 - 전용차로구간 평균통행시간	현장조사 - 구간평균 불법주차대수 - 구간통행시간
	정성	- 만족도	설문조사
주차안내 시스템	정량	- 주차장 이용효율 - 주차이용 회전율	- 주차시설의 규모 - 주차이용대수, 이용시간
	정성	-만족도	설문조사

또한 이들 효과척도를 조사하기 위해서 현장조사와 설문조사를 적절히 사용하고 있다. 하지만, 표출되는 정보가 신뢰성을 갖기 위해서는 사업효과추정을 하기 이전에 구축된 시스템의

개별 장비와 알고리즘의 운영 상태를 검증하는 것이 필수조건임에도 불구하고, 현재 실행되는 ITS 효과척도에는 표출되는 정보의 원시데이터와 알고리즘의 평가에 대하여는 전혀 고려가 되어있지 않은 실정이다.

3. 기존 방법론을 통한 시사점 도출

ITS 사업의 목표인 최첨단 시스템의 교통 접목을 통한 효율적인 교통관리 시스템구축을 완성하기 위해서는 눈에 보이는 교통현장에서의 효과척도뿐만 아니라 현장으로 전송되는 수집정보와 수집정보를 처리하는 알고리즘의 정확도와 시스템의 기계적 오작동을 등의 ITS 운영평가에 대한 효과척도를 마련하여 조사할 필요가 있다. 이를 통하여 현재 운영되는 시스템의 운영전략을 수정, 보완하여 중장기적인 운영 효율을 개선할 수 있는 운영전략을 도출함으로써, 실시간으로 최적의 시스템을 운영 할 수 있는 여건을 마련할 수 있다. 실제로 ITS 사업의 성공은 계획 및 준공에 앞서 운영관리에 의해서 결정된다. 이를 구현하기 위해서는 운영관리를 위한 평가척도 항목을 선정하는 것이 시급한 실정으로 판단된다.

III. 운영평가 방법론 및 효과척도 정립

ITS 사업의 효과는 직접효과인 통행시간절감, 운행비용절감 등의 이용자나 운영자가 직접적인 수혜를 받는 편익과 간접효과인 대기오염, 소음 감소 등 불특정 다수가 수혜를 받는 편익으로 구분된다. 이러한 사업효과와 계량화를 위해서는 시스템별로 효과척도를 정량적으로 나눌 수 있어야 한다.

<표-2> ITS 운영평가의 효과척도와 조사방법

항 목	효과척도(MOE)	검토 항목	조사 방법
수집기기	수집자료 신뢰성, 장애발생빈도.	수집정보의 수집률 분석, 기계적 가동율.	운영자 설문조사, 현장실태조사.
		DB 테이블 및 수집건수 분석, 전산시스템 S/W·H/W 오작동률.	운영자 설문조사, 현장실태조사.
제공기기	제공정보 적합성.	제공교통정보 정확성, (검지값과 실측치의 오차 분석) 운전자의 이해도.	운영자·사용자 설문조사, 현장실태조사.

운영성능평가를 실행하는 목적은 사업효과추정 이전에 구축된 시스템의 개별 장비와 알고리즘의 운영 상태를 검증하는 과정으로, 이를 통해 운영상태가 미흡한 개별 기술 대안에 대한 운영개선방안을 도출하게 된다. 즉, 하위시스템의 개별 장비와 알고리즘의 운영 상태를 파악하여 시스템 운영이 정상적으로 수행되는 지를 판단하기 위해서 평가 항목에 대한 현장조사와 운영자 설문 조사를 수행해야 한다.

위의 <표-2>는 현실적인 ITS 사업의 운영평가 효과척도를

나타낸 것이다. 각 항목은 수집기기, 가공기기, 제공기기 등으로 분류하여 각각의 항목별로 효과척도를 고안하였다. 수집기기는 정보를 표출하기 위한 원시데이터 정보로서 데이터의 수집율과 검지기에서 수집되는 정보의 기계적인 가동률을 조사하여 효과척도로 선정하였다. 가공기기는 가공·분석 알고리즘을 중심으로 가공기기의 DB테이블을 분석하여 작동성(Workability)을 알아보고, 더불어 알고리즘을 통해 표출된 결과가 현실자료에 부합하는지를 평가한다. 마지막으로 제공기기는 제공되는 정보가 실제 도로교통상황을 잘 묘사하는지와 제공하는 정보와 실측값과의 차이를 파악한다. 또, 정보제공기기의 작동에는 오류가 없는지, 통행자에게 제공정보가 정확히 인지되고 있는지를 평가하게 된다.

IV. 방법론에 따른 첨단모델도시 운영평가 결과

본 연구에서는 앞에서 제시한 ITS 운영평가의 항목별로 시스템 운영주체의 도움을 받아 분석하였다. 본 연구의 목적이 운영평가의 방법론 정립 및 이에 따른 활용결과를 분석하는데 있으므로 평가주체는 밝히지 않고 앞에서 제시한 운영평가의 항목 중에 가장 조사 목적에 부합하는 주제별로 결과를 제시하여 분석하였다.

1. 수집기기

주로 차량검지기(매설/비매설 검지기)의 운영평가가 주 내용이다. 본 연구에서 이미 제시하였듯이 수집기기의 평가척도는 수집자료의 신뢰성과 장애발생빈도이다.

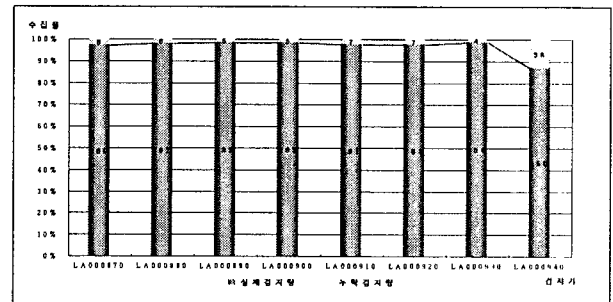
1) 수집정보의 신뢰성

<표-3> 검지기 검지 수집율 분석

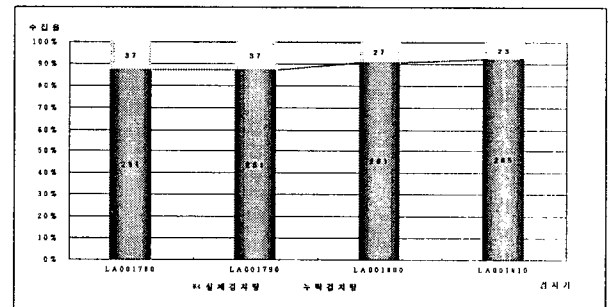
교차로	검지기ID	기준 검지량	실제 검지량	수집률(%)
a 교차로	LA000870	288	280	97.2
	LA000880	288	282	97.9
	LA000890	288	283	98.3
	LA000900	288	283	98.3
	LA000910	288	281	97.6
	LA000920	288	281	97.6
	LA000930	288	284	98.6
	LA000940	288	284	98.6
b 교차로	LA001780	288	250	86.8
	LA001790	288	251	87.2
	LA001800	288	261	90.6
	LA001810	288	265	92.0

수집정보의 신뢰성을 평가는 여러 가지 방법이 있겠지만, 본 연구에서는 검지기의 검지 수집율을 조사하여 분석하였다. 검지 수집율은 기준 검지량과 실제 검지량을 비교한 것으로 기

준 5분 단위 수집자료의 일단위 검지량(1일 총검지량 = 288회*)으로 보았을 경우, 실제 검지기를 통해 얻어지는 실제 검지량의 총수를 비교한 값이다. 왼쪽의 <표-3>의 경우는 A지자체의 a,b 두 개의 교차로에서 실시한 값을 나타낸 표이다. a 교차로의 경우, 모두 97.0% 이상의 수집율을 보이며, 가공할 수 있는 많은 정보가 충분히 수집됨을 확인할 수 있다. 하지만 b 교차로의 경우는 86.8% 까지 떨어짐을 확인할 수 있다. 위의 경우는 5분단위로 정보가 실시간으로 바뀌는 경우지만, 1분단위의 실시간 정보가 갱신된다고 가정할 경우, 검지기에서는 새로운 정보를 제공하기 위한 정보가 전혀 제공되지 않을 경우도 발생할 수 있으며 이것은 가공기기에서 가공할 정보가 없어 사실과 다른 정보를 사용자가 갖게 될 결과를 초래할 수 있다. 아래의 <그림-2,3>은 위의 <표-3>을 그림으로 나타낸 것이다.



<그림-2> a 교차로 검지기 수집률



<그림-3> b 교차로 검지기 수집률

2) 수집정보의 장애발생빈도

수집정보의 장애발생빈도는 장애발생 빈도수뿐만 아니라 1차적으로 시스템의 월별 가동율을 조사하여 연간 시스템이 얼마나 안정적으로 작동되는가를 조사하여야 할 것이다. <표-4>는 B운영주체가 관리하는 조사구간의 ITS 수집 장비인 차량검지기의 연간 가동율을 나타낸 표이다. 연간 항상 꾸준한 가동율을 보이지만 8월과 9월에는 다른 달에 비하여 크게 가동율이 떨어짐을 볼 수 있다. 조사된 가동율이 시스템이 일

* 실시간을 5분으로 본다면, 5분 간격으로 하루(24시간)동안 12번 데이터 수집, 12회*24시간=288회

하나 안정적으로 가동되는가를 보여준다면 아래의 <표-5>는 무엇이 시스템의 가동율을 가장 하락 시키는 원인인지를 확인시켜주는 표이다. 본 연구에서 조사된 설치구간의 경우, 아래의 표와 같이 시스템 홀딩과 전용회선이 가장 큰 장애원인임을 확인할 수 있다. 수집기기는 수집율과 기계적 작동율을 통한 장애발생빈도를 이용하여 그 수집기기가 어떻게 운영하고 있는지를 판단할 수 있으며 운영주체는 본 연구에서 제시한 효과척도를 데이터베이스화하여 효율적인 ITS 수집기기 운영방안을 마련할 수 있다.

<표-4> 조사구간 차량 검지기 가동율 분석

구 분	시범구축 구간(%)	1차구축 구간(%)	2차구축 구간(%)	3차구축 구간(%)	월가동율 (%)
1월	98.3	97.2	93.5	91.5	95.1
2월	98.3	97.3	95.6	93.6	96.2
3월	97.5	97.7	94.1	94.6	96.0
4월	95.4	96.3	94.2	97.2	95.8
5월	93.8	95.9	95.0	96.4	95.3
6월	97.7	95.9	96.1	97.7	96.9
7월	94.9	94.9	93.7	96.7	95.1
8월	90.1	97.1	92.4	93.8	93.3
9월	92.1	95.3	93.4	94.2	93.8
10월	98.0	97.7	94.1	95.3	96.3
11월	98.0	95.8	92.3	93.6	94.9
12월	98.4	86.2	92.1	91.3	92.0
년간가동율	96.1	95.6	93.9	94.6	95.0

<표-5> 검지기 검지 장애원인

구 분	시범구축 구간	1차구축 구간	2차구축 구간	3차구축 구간	총구축 구간	구분 (%)
시스템 홀딩	110	99	151	108	468	36.0
전용회선	24	17	38	19	98	8.0
영상보드	32	13	32	4	81	7.0
프로그램 오류	5	28	21	21	75	6.0
전원차단기	7	28	25	26	86	7.0
센터와 통신오류	0	6	21	53	80	6.0
DSU	24	18	19	9	70	6.0
전원부	8	13	31	15	67	5.0
카메라	16	25	7	5	53	4.0
CPU 보드	11	6	4	6	27	2.0
기타	51	18	53	28	150	13.0
총합	288	271	402	294	1255	100.0

2. 가공기기

본 연구에서는 가공기기의 효과척도로 정보흐름도를 제시하였으며, 이것을 검토하는 항목으로 가공기기의 주 시스템인 센터의 정보흐름도를 구성하는 테이블의 수집건수 조사를 선정하였다.

<표-6> 조사 교통센터의 GIS 테이블

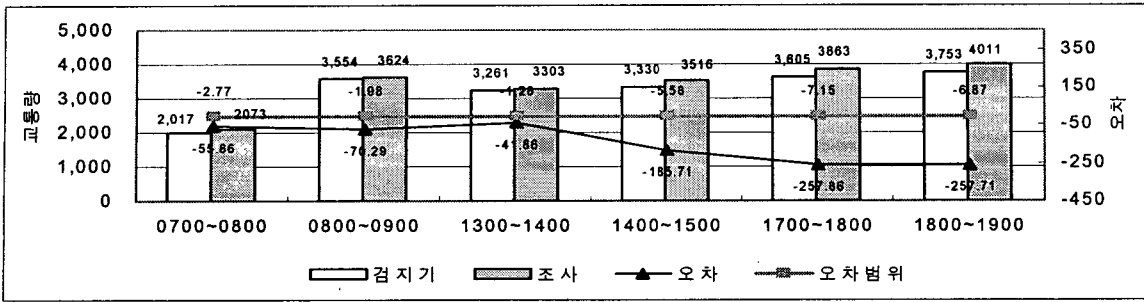
테이블명	설계 DB	한글명	수집 건수	설명
artr		도로정보	2436	도로의 정보내용을 정의
ints	INTS	교차로 속성	282	교차로의 속성정보를 저장
larges7ection	LargeSection	대구간	7	대구간 정보를 저장
link	LINK	linkshp 속성	1239	링크 속성정보를 저장
node	NODE	노드속성	990	노드의 속성정보를 저장
poi_code	POLCODE	업종분류	79	업종 분류 데이터
tfms_section	TFMS_Section	정보제공 구간	65	정보제공구간 관련된 정의
cctv_adt		cctv 속성	35	cctv_adt
cctv_sot		CCTV_sot	35	CCTV의 Blob 정보를 저장
geosimage_map	GeosImage_map	지오스 이미지 맵	240	지오스이미지 맵을 구성
vms_sot	vms_sot	vms_sot	19	vms Blob 정보를 저장
vms_adt	vms_adt	vms 속성	19	vms 속성정보를 저장

위의 <표-6>은 C지자체의 교통 센터를 구성하는 여러 가지 서브시스템 중에 GIS 테이블을 예로 들었다. GIS 테이블은 C시의 도로관련 정보를 정의하는 테이블로 교차로 282개소의 속성정보를 저장하고 있으며, 정의된 노드-링크체계에 대한 개별노드와 링크의 속성정보를 저장하고 있다. 수집건수를 통하여 센터의 가공기기가 정보를 얼마나 가공하여 정보를 제공하는지를 확인할 수 있으며 도로와 교차로 등의 교통시설물 확장에 얼마나 유연하게 교통 센터가 적절히 대처하는지를 확인할 수 있다. 표에는 표현되어 있지 않지만, 추가적으로 테이블의 설계용량과 수집용량의 비교를 통해서도 향후 ITS 가공기기의 투자물량 및 중요도를 가늠할 수도 있다.

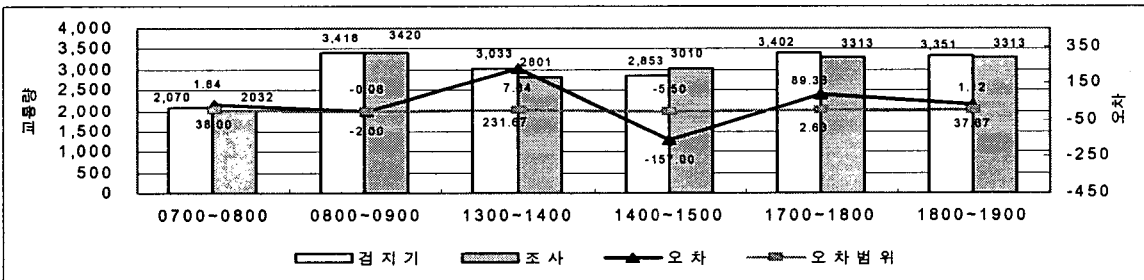
3. 제공기기

마지막으로 제공기기의 운영평가 척도는 제공정보의 적합성과 정확성이다. 본 연구에서는 A 지자체의 검지기에서 제공되는 교통량과 실측값, C 지자체에서 VMS를 통해 최종적으로 표출되는 속도 정보와 실측한 값을 서로 비교하여 제공 교통정보의 정확성을 조사하여 평가하였다.

1) 검지기의 교통량



<그림-4> a 교차로 검지기와 실측 교통량 비교



<그림-5> b 교차로 검지기와 실측 교통량 비교

위의 <그림-4>들은 검지기에서 조사된 교통량과 동일시간에 실제 현장에서 조사된 교통량을 비교한 그림들이다. 검지기 교통량 자료와 조사 자료의 Percentage error는 최소 0.1%에서 최대 11.5%로 나타나 비교적 높은 정확도를 유지하고 있는 것으로 분석되었으며 a 교차로의 경우 Percentage error가 매우 미미한 것으로 나타났으며, 오후 첨두시 교통량 증가와 함께 오차 발생 폭이 커지는 것으로 나타났으며 b 교차로의 경우 일정한 오차를 나타내고 있으며, 오후 비첨두 시간대에 오차 폭이 증가하는 것으로 분석되었다.

2) VMS의 표출속도

<표-7> VMS 표출속도와 실측속도의 비교

조사시간	VMS 표출속도	실측속도	오차(%)
오전첨두	40.0	25.0	37.5
	26.0	22.1	15.0
오후비첨두	38.0	38.3	0.8
	20.0	32.6	63.0
	21.0	20.3	3.3
	31.0	39.4	27.1
오후첨두	17.0	15.0	11.8
	12.0	12.2	1.7
	29.0	20.5	29.3
	37.0	22.4	39.5

제공교통정보의 정확성을 측정하기 위하여 C 지자체에서 VMS를 통해 운전자에게 제공하는 속도와 같은 시간에 조사된 실측속도 자료를 비교하였다. 비교한 결과는 위의 <표-7>과 같으며 VMS에서 표출된 속도와 실측된 조사속도 간에는 약 17%의 오차가 있는 것으로 조사되었다.

V. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 ITS기준의 평가방법론에서 사용되는 효과측도에 추가적으로 운영평가 시에 고려해야할 효과측도를 고안하여 그것을 중심으로 연구를 진행하였다. 본 연구에서 제시한 운영평가 시에 실행해야할 효과측도는 첫째 수집기에서의 수집율과 가동율, 둘째, 가공기기의 테이블분석 및 수집건수 조사, 셋째, 제공기기의 표출정보의 정확성 등 크게 3가지를 제시하였다. 또한, 제시한 3가지의 효과측도를 현장자료에 적용하여 그 결과를 제시하였다.

현재 우리나라에서 ITS 사업의 평가는 교통 현장중심의 효과측도와 만족도를 위주로 조사되고 있다. 하지만, 실제적인 ITS 사업의 성공은 준공된 이후의 지속적인 시스템 운영관리와 모니터링에 의해서 결정된다는 것을 인식하여야 할 것이다. 물론, 교통은 시민이 직접사용하고 피부로 느끼는 것이므로 현장 효과의 결과도 중요하지만, 정보제공을 위한 시스템이 어떻게 정보를 표출하고 어떻게 운영되고 있는지, 그 정보가 만들어지는지에 대한 모니터링과 함께 지속적인 유지관리를 통해 시스템을 향상 시키는 것 또한 중요한 것임을 인식해야 할 것이다.

마지막으로 향후에는 본 연구에서 제시한 효과척도의 기준값에 대한 연구도 같이 진행되어 시스템이 기준값 이상의 성능을 갖추도록 설계하고 운영되어야 한다. 더불어 시스템의 성능을 향상 시킬 수 있는 전문운영요원들의 교육에도 많은 투자가 있어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 건설교통부(2004) 첨단교통모델도시 건설사업 효과분석
- 2) 서울지방국토관리청(2004) 2003년도 수도권 국토 교통관리 시스템 운영관리 업무대행 사업 최종보고서
- 3) 이용택 외2명(2003) ITS 사업의 평가방법론 정립 및 활용, 2003 대한 토목학회 정기학술대회 발표집
- 4) 문병섭 외3명(2003) 제주도 첨단교통모델도시건설사업 단기효과평가에 관한 연구, 2003 대한 토목학회 정기학술대회 발표집
- 5) 김원규(1998) ITS 사업의 평가체계정립 및 도입효과 사후 분석, 교통개발연구원