

Sketch-Planning 기법을 이용한 지능형교통체계 분석

Evaluation of Intelligent Transportation Systems and Services Using the Sketch-Planning Framework

남두희*
(Doohee Nam)

이용택**
(Yong-Taek Lee)

요 약

ITS에 대한 사업효과분석은 기존의 전통적인 계획모형을 통해서 산정하기 어려운 문제점을 안고 있다. 이는 전통적인 교통계획 모형이 교통정보와 ITS기술 도입에 따른 영향에 대해 민감하지 못할 뿐만 아니라, ITS기술의 비용, 편익 값에 대한 입력자료가 부재하기 때문이다.

Sketch-planning 기법은 전통적인 4단계수요모형을 기반으로 ITS구축에 따른 여행자 패턴 변화를 추정하여 입력 자료로 활용한다. 구축할 ITS시스템의 대안을 수립하고 이때 기본 사례(Do Nothing Case)와 실행사례(Do Case)를 비교하여 이에 대한 비용·편익을 산출하는 과정으로 구성되어 있다. Sketch-planning기법은 입출력 인터페이스, 대안발생 모듈, 편익모듈, 비용모듈, 대안비교 모듈의 5개 모듈로 구성되어 있다. 본 논문에서는 대전광역시 첨단교통모델도시를 사례로 Sketch-planning기법을 이용하여 분석하였다.

Abstract

Sketch-Planning based ITS Deployment Analysis System is an analysis tool for determining the impacts, benefits, and costs of various intelligent transportation system (ITS) deployments. This methodology offers one tool that systematically assesses ITS scenarios to facilitate the integration of such scenarios into the ongoing transportation planning process. Sketch-planning based methodology can estimate relative impacts, benefits, and costs for more than 60 types of ITS investments deployed in isolation or in any combination defined by the user.

Key Words : Sketch Planning, IDAS, MDI

I. 서 론

국내의 ITS(Intelligent Transportation Systems) 사업은 '92년 한국도로공사 FTMS사업을 시작으로 하여 '97년도와 2000년도에 각각 과천시 시범운영 사업과 첨단교통모델도시사업을 통해 전국적으로 확

대될 전망이다. 향후 중·장기적으로 ITS시스템 구축에 소요되는 투자재원을 효율적으로 배분하고, 단기적으로 기존에 구축된 시스템의 운영전략을 효율화하기 위해서는 기 추진된 ITS사업의 효과를 체계적인 방법론에 따라 분석, 관련 데이터베이스를 관리해 나가는 합리적인 의사결정지원 체계가

* 한국교통연구원 책임연구원, 031-910-3092, doohee@koti.re.kr

** 감사원 감사관

† 논문접수일 : 2005년 5월 12일

필요하다. 이를 위해서는 ITS사업평가방법론 정립과 평가전용 시뮬레이터의 개발이 무엇보다도 중요한 연구과제이다. 미국의 경우 지난 80년대부터 활발히 ITS사업을 구축해 오면서, 정부차원에서 평가지침 (ITS Evaluation Guideline, US.DOT)을 수립하여 기 추진된 사업의 비용, 편익항목을 데이터베이스화하고, 이를 바탕으로 시뮬레이터를 개발, 체계적인 사업평가를 수행하여 합리적인 의사결정에 따라 ITS사업을 추진해오고 있다.

본 연구에서는 sketch planning기법을 이용하여 ITS구축계획시 대안별 정량적인 비교평가기법을 제시하고 이를 대전광역시 지능형교통체계의 효과 분석에 적용하였다.

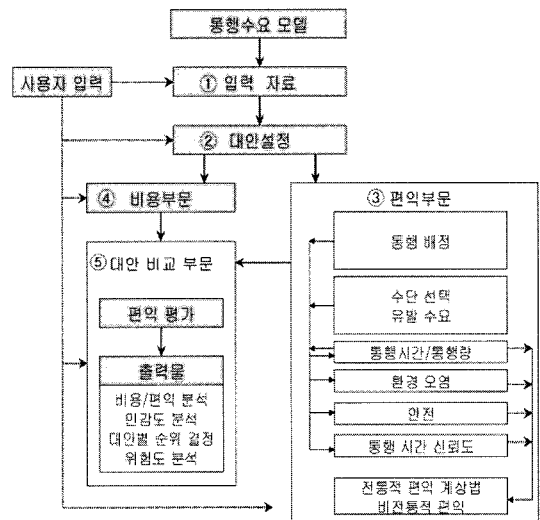
II. Sketch Planning

1. 개요

ITS에 대한 사업효과분석은 기존의 전통적인 계획모형을 통해서 산정하기 어려운 문제점을 안고 있다. 이는 전통적인 교통계획 모형이 교통정보와 ITS기술 도입에 따른 영향에 대해 민감하지 못할 뿐만 아니라, ITS기술의 비용, 편익 값에 대한 입력자료가 부재하기 때문이다.

Sketch-planning 기법은 전통적인 4단계수요모형을 기반으로 ITS구축에 따른 여행자 패턴 변화를 추정하여 입력 자료로 활용한다. 구축할 ITS시스템의 대안을 수립하고 이때 기본 사례(Do Nothing Case)와 실행사례(Do Case)를 비교하여 이에 대한 비용·편익을 산출하는 과정으로 구성되어 있다. Sketch-planning기법은 입출력 인터페이스, 대안발생 모듈, 편익모듈, 비용모듈, 대안비교 모듈의 5개 모듈로 구성되어 있으며, 구성체계를 살펴보면 <그림 1>과 같다. 수요부분은 emme/2와 같은 4 단계수요모형으로부터 나온 데이터를 사용하며, 각각의 기점과 종점에 의한 노드와 링크(네트워크), 통행량, 도로 기하구조, 교통운영조건 등 교통수요모형의 데이터는 ITS구축에 따른 장래 교통수요 변화를 추정하는 입력변수로 사용된다.

편익모듈은 통행시간/통행량 모듈(Travel Time/throughput Submodule), 환경 서브모듈 (Environment Submodule), 안전 서브모듈 (Safety Submodule), 통행시간 신뢰성 모듈 (Travel Time Reliability Submodule)로 구성되어 시스템 도입에 따른 해당 편익을 산정한다. Sketch-planning기법에서는 ITS구성요소별 도입 효과를 과거 사업효과와 연구자료를 바탕으로 라이브러리화하여 사용하고 있으며, 지역별 또는 상황별로 필요시 사용자가 시스템 내의 기본값을 수정할 수도 있다. 또한, 통행수요모형을 통해 ITS 구성요소의 설치에 의한 수요변화를 분석하고 이에 따라 ITS사업에 대한 편익을 효과적으로별로 계량화한다.

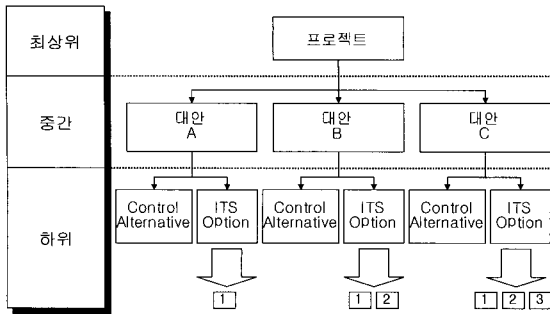


<그림 1> Sketch Planning 기법의 흐름
<Fig. 1>Flowchart of Sketch-Planning Method

2. 시스템 분석방법

1) 시스템 분석위계

대안별로 최소단위의 ITS구성요소 및 시스템을 교통네트워크에 설치하여 평가함으로써, 궁극적으로 사업구축 전 단계에서 의사결정자에게 최적의 시스템대안을 선택 할 수 있는 절차를 제공한다. Sketch-planning의 분석위계를 살펴보면, <그림 2>



<그림 2> 분석 위계
<Fig. 2> Analysis Hierarchy

와 같은 단계로 구성된다. 즉 위계별로 하위에 Do Nothing인 기본대안(Control alternative), 비교대안(ITS option)으로 구성요소(단위장비, 단위시스템)를 설치하고, 중간단계에는 이러한 기본대안, 비교대안으로 구성된 대안(Alternative)으로, 최상위에는 중간단계의 대안들로 구성되며 이를 하나의 프로젝트(Project)로 정의한다.

2) 대안 설계

하위단계에서 ITS시스템을 도입하는 비교대안 작성은 <그림 3>과 같이 비교대안(ITS Option), 사업개선(Improvement), 단위시스템(Component), 요소장비(Equipment)로 구성된다. 비교대안은 최소단위의 카메라, 검지기 등의 ITS요소장비가 모여서 램프미터링과 VMS 등의 ITS 단위시스템으로 구성되며, 이는 다시 교통정보제공, 교통관리등과 같은 비스측면에서의 사업개선항목(통행속도, 통행시간

<표 1> IDAS의 장·단점 비교
<Table. 1> Characteristics of IDAS

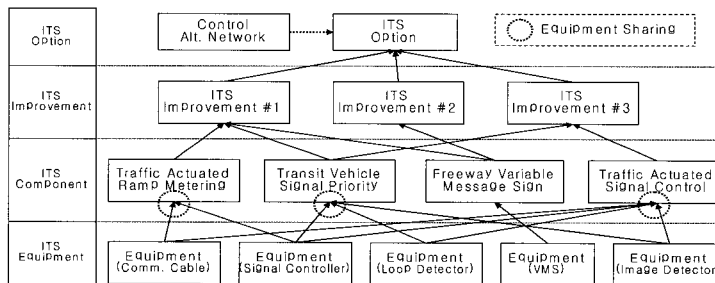
장 점	단 점
- 사용자환경이 편리	- 타 교통류시물레이터나 프로그램과 호환성이 떨어짐
- 기 구축된 수요프로그램과 호환 (Emme/2, Transcad)	- Network 직접 수정 불가능
- 투자계획, 중장기추진계획 수립 시 MOE별 정량적분석 제공	- 분석 시 데이터베이스 수정 필요
- 제어 영역(District)별 분석이 자유로움	- 구성요소의 배치지점별로 사업효과 차이가 큼

등)으로 정리되는 단계를 거쳐서 설계된다. 이러한 위계에서 알 수 있듯이 하위 ITS요소장비의 개별 집합이 ITS 사업을 나타내기 위한 의미 있는 집합이 된다. 이러한 모든 것은 국가 ITS 아키텍처(National ITS Architecture)를 근간으로 구성되며 사용자의 필요에 따라 장치들을 결합하기도 하고, 나누기도 하여 분석할 수 있다.

III. Sketch-Planning 체계

1. IDAS

Sketch-Planning 기법을 사용하는 대표적인 프로그램으로 FHWA가 개발한 IDAS(ITS Deployment Analysis System)가 있으며 12개 시스템 및 69개의 ITS 서브시스템의 사업효과분석이 가능하며 사업의 편익과 비용을 계량화할 수 있도록 지원하고 있다.[1] 이 프로그램의 장·단점은 <표 1>에 정리되어있다.



<그림 3> Deployment 체계
<Fig. 3> Deployment Structure

2. 입·출력자료 및 데이터베이스

Sketch-planning 기법을 이용하는 IDAS의 입력자료는 교통네트워크자료를 의미하며, 입력은 Text 형식의 파일을 입력하며, emme/2와 호환이 된다. 교통네트워크파일은 Node, Link, District정보의 3가지 기본입력파일과 Turn Penalty가 선택 입력파일로 구성된다. 비용과 편익은 기 구축된 비용-편익 데이터베이스 값을 활용한다. 데이터베이스 목록은 ITS 장비관련 DB, 직접 편익관련 DB, Market Sector DB로 구성되어 있다. 먼저 비용DB는 ITS 구축항목에 따른 요소장비(equipment), 수량(quantity), 초기투자비용·유지관리비용(Capital, O&M Cost), 내구연한(Life), 장비의 공유가능여부(Equipment Sharing) 등으로 구분하여 제공된다. 또한 요소 장비의 가격은 최소(low), 중간(mid), 최대(high)로 구분하여 제시된다[2]. 이외에도 편익DB는 서브시스템별 사업효과분석 결과를 정리하고, 교통수단, 통행목적, 통행시간 등으로 구분되는 Market Sector는 사업효과분석에 필요한 평가계수를 정리하여 이를 기반으로 B/C분석의 입력변수로 사용하기도 한다.

IDAS의 출력자료는 프로젝트/입력자료, 대안생성/대안비교 자료, 편익자료, 비용자료가 생성된다.

<표 2> 출력자료
<Table. 2> Output of IDAS

출력리포트파일	내용 구성
프로젝트/입력자료 리포트	- 프로젝트 명 - 분석기간 - 교통네트워크 파일 리스트 - 영향수단 (Market Sector)설정 - 수단 파일 리스트 - 단위시스템 (ITS Options)
대안생성/대안비교 자료	- 차내 통행시간가치 (VOT In-Vehicle) - 차외 통행시간가치 (VOT out-of-Vehicle) - 연료소모비용 (Cost of Fuel) - 비연료소모비용(Cost of Non-Fuel) - 배기가스(Emission) - 사고(Accident) - 소음(Noise) 등
편익자료	- 수단선택변화(Modal Choice Change) - 안전개선(Safety Improvement) - 에너지 소비(Energy Consumption) - 통행시간의 신뢰성(Travel Time Reliability) - 배기가스 등
비용자료	- 평균 연간비용(Average Annual costs) - 초기투자비용, 유지관리비용 - ITS요소장비별 생애비용 - 할인율

생성자료의 주요 목록은 <표 2>과 같은 내용들을 수록하고 있다.

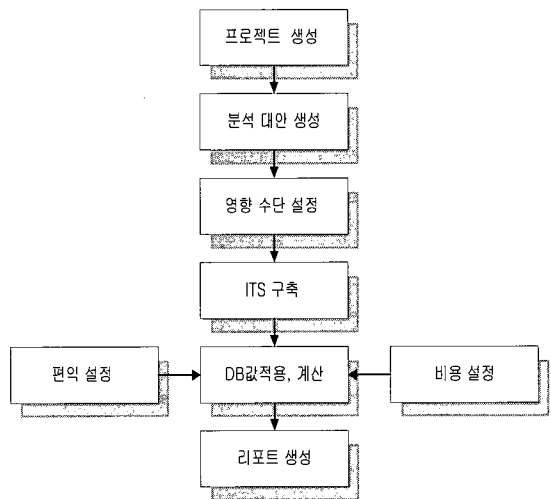
3. 수행절차

시뮬레이터 수행을 위해서는 프로젝트 생성, 분석 대안 생성, 영향 수단 설정, ITS 구축, 편익/비용 조정, 리포트 생성 단계를 거쳐야 한다. 입력자료와 활용할 데이터베이스에 대해 검토한 후 <그림 4>와 같은 수행절차를 통해 결과물을 산출하게 된다. IDAS는 윈도우상에서 GUI(Graphical User Interface) 환경으로 구성되어 있다.

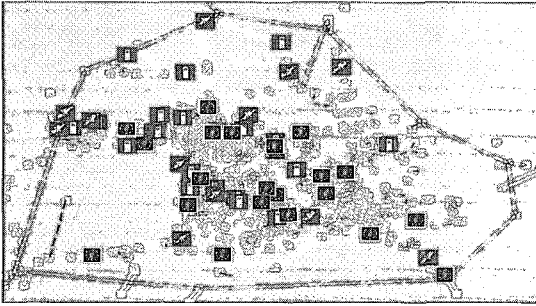
IV. 첨단교통모델도시 사례분석

1. 사업의 개요

정부에서는 국내 ITS 사업의 활성화를 도모하고 지자체 ITS 사업의 추진모델을 제시하고자 적극적인 시스템 구축의 일환으로 2000년 월드컵에 대비하여 대전, 전주, 제주 3개 도시를 선정하고 『첨단교통 모델도시』 건설 사업을 본격적으로 추진하여, 2002년 12월에 시스템구축을 완료하였다. 이 중



<그림 4> IDAS 수행절차
<Fig. 4> Analysis Steps for IDAS



<그림 5> 대전시 네트워크 및 간선도로시스템의 장비설치 현황

<Fig. 5> Field Equipments of Daejeon MDI

대전광역시는 ITS 시스템 중 도시부 간선도로 교통신호제어시스템 등 총 10개의 시스템을 구축하였다 [3, 4]. 본 사업에서 구축된 시스템 분야는 도시부 간선도로시스템, 교통정보시스템, 교통단속시스템, 시내버스시스템으로 크게 4개 시스템으로 구분된다. 서비스시스템은 도시부 간선도로 교통신호제어서비스시스템 등 총 8개로 구성되어있다. 여기서 시스템 장비는 영역별로 센터형, 노변장치형, 차량/여행자 장치형으로 분리하고, 센터형은 크게 교통관계센터와 교통정보센터로 나누어 모든 시스템 운영을 관장하고 있으며, 노변장치형은 동영상수집기(CCTV), 가변정보판(VMS), 신호제어기, 신호위반단속기, 속도위반단속기, 버스전용차로단속기 등 노변에 설치되어 있는 장비로 자료수집 및 제공기능을 담당한다.

대전광역시 ITS시스템의 자료수집 및 정보제공 체계는 교통관계센터(충남도경)와 교통정보센터(대전광역시청)를 중심으로 각각의 서비스시스템별로 정보를 수집, 가공, 제공한다. 즉 교통정보를 수집하는 자료수집부문과 수집된 자료를 이용자에게 필요한 정보로 생성·가공하는 부문, 그리고 가공된 자료를 각 시스템을 통하여 이용자에게 제공하는 부문으로 나눌 수 있다.

2. 시뮬레이션분석

1) 입력자료 분석

ITS 효과분석을 위한 Sketch-planning의 기본

입력자료는 O/D자료, 교통네트워크 자료(Link, Node), 구획자료(District:시/도 경계 및 구 경계로 나누어진 구획) 및 회전금지(Turn Penalty)자료이다. 여기서 교통네트워크 자료는 텍스트파일로 직접 입력하거나, 기구축된 표준 Emme/2 네트워크 파일을 사용할 수 있다. 링크 자료에는 출발/종료 노드, 거리, 통행수단, 지역유형, 차로수, 시설유형, 교통량, 편도용량, 통행속도, 구획ID, 통행시간 등이 입력된다.

또한 교통수요자료 및 네트워크자료는 「대전광역시 교통정비 중기계획」의 자료를 사용하였다. 85개 zone으로 교통네트워크를 구성하였으며, 총통행량은 2001년 기준으로 3백 9만 통행에 이른다.

대전광역시에 도입된 시스템은 IDAS내에서 분석 가능한 시스템으로 변환하여 <표 3>과 같이 분석한다. 시스템별로 분석 시나리오와 기본가정을 살펴보면, 교통신호제어시스템은 IDAS내에서 독립 감응식신호(Isolated Traffic Actuated Signals), 고정식 간선도로연동신호(Preset Corridor Traffic Signal Coordination), 감응식 간선도로신호연동(Actuated Corridor Traffic Signal Coordination), 간선도로신호연동(Central Corridor Traffic Signal Coordination)방식으로 분석할 수 있으며, 여기서는 실시간 신호제어의 성격에 가장 적합한 감응식 간선도로연동신호시스템(Actuated Corridor Traffic Signal Coordination System)을 사용하였다.

감응식 간선도로연동신호시스템은 실제 실시간 신호제어기가 설치된 187개의 교차로에 설치한다. 교통단속시스템은 신호위반단속서비스시스템과 속도위반단속서비스시스템으로 나누어지며, 루프검지기와 CCTV 시스템을 이용하여 동일한 효과가 나타나도록 시스템을 설치한다.

시내버스시스템은 IDAS에서 시내버스시스템은 버스운행관리시스템, 버스정보관리시스템, 그리고 종합적인 버스운행관리 및 버스위치정보시스템으로 나누어진다. 그 외에도 현재 시스템을 통틀어 종합적으로 관리할 수 있는 교통관리센터 및 교통정보제공센터의 경우 IDAS의 추가모듈인 교통관리센터 및 교통정보제공센터를 설치하여 실제 구축된 2개

<표 3> IDAS 시뮬레이션 수행 모듈
 <Table. 3> Execution Modules of IDAS

시스템 분야	서브시스템	IDAS 시뮬레이션 수행 모듈
도시부 간선도로시스템	• 도시부간선도로 교통신호제어서비스시스템	• 실시간 교통신호제어시스템
	• 도시부간선도로 교통정보제공서비스시스템	• 가변정보제공시스템
	• 도시부간선도로 돌발상황관리서비스시스템	• 종합 돌발상황 인식/대응/관리시스템
교통정보시스템	• 교통정보시스템	• 전화를 통한 교통정보제공시스템 • 웹/인터넷을 통한 교통정보제공시스템 • Kiosk를 통한 교통정보제공시스템 • 핸드폰/PDA 통한 교통정보제공시스템 • 경로안내제공시스템 • 가변정보제공시스템
교통단속시스템	• 신호위반단속서비스시스템	• 신호위반단속시스템
	• 속도위반단속서비스시스템	• 속도단속시스템
시내버스시스템	• 시내버스정보/운영관리서비스시스템	• 전화를 통한 교통정보제공시스템 • 웹/인터넷을 통한 교통정보제공시스템 • Kiosk를 통한 교통정보제공시스템 • 핸드폰/PDA를 통한 교통정보제공시스템 • 경로안내제공시스템 • 가변정보제공시스템
	• 버스전용차로관리서비스시스템	• 버스전용차로단속시스템
기 타	• 교통관리센터 • 교통정보제공센터	• 교통관리센터 • 교통정보제공센터

의 센터와 동일한 효과를 고려한다.

3. 분석 결과

IDAS는 통행시간의 감소 및 운행거리의 감소 효과를 비롯하여 환경오염감소, 소음감소, 교통사고 감소 등 여러가지 효과를 편익으로 계산하여 경제성평가치표인 편익-비용 비율(B/C Ratio)과 순현재가치(NPV)로 산출한다. 경제성 분석시 개별시스템 및 서브시스템의 효과를 각각 비교하기 위해서 도시부간선도로시스템의 서브시스템인 교통신호제어시스템, 교통정보제공시스템, 돌발상황관리시스템, 교통단속시스템, 시내버스시스템으로 세분화하여 편익/비용 비율과 순현재가치를 구하며, 아울러 통합시스템도 시나리오에 반영하여 분석한다. 2002년의 교통수요 및 네트워크 현황을 기준으로, 서브시스템별 ITS의 도입효과를 분석하였다.

각 시스템별 경제성 분석 결과(편익/비용비, 순현재가치)는 <표 4>와 같다. 시스템 도입 후 전반적으로 사업효과가 증가하였으나, 경우에 따라 오히려 편익이 줄어든 경우가 발생하기도 한다. 예를 들어 교통정보제공, 신호제어 및 돌발상황관리를 통한 통행속도 증가는 교통사고 증가로 인해 사고 비용을 증가시키고, 교통정보제공으로 인한 통행속도 증가와 통행거리 증가는 운행비용, 환경비용을 증가시키기도 한다.

순현재가치(NPV)를 비교하였을 경우, 교통신호제어시스템과 교통정보제공시스템이 각각 379억/년, 143억/년으로 가장 사업효과가 높았으며, 이외의 모든 서브시스템이 순현재가치가 0보다 커서 경제성이 있는 것으로 나타났다. 또한 서브시스템을 통합 분석한 경우, 연간 1,453억의 편익이 발생하는 것으로 나타났다. 편익/비용비 분석 결과, <그림 6>과 같이 교통단속시스템과 돌발상황관리시스템

<표 4> 각 시스템별 경제성분석 (2002년 기준)

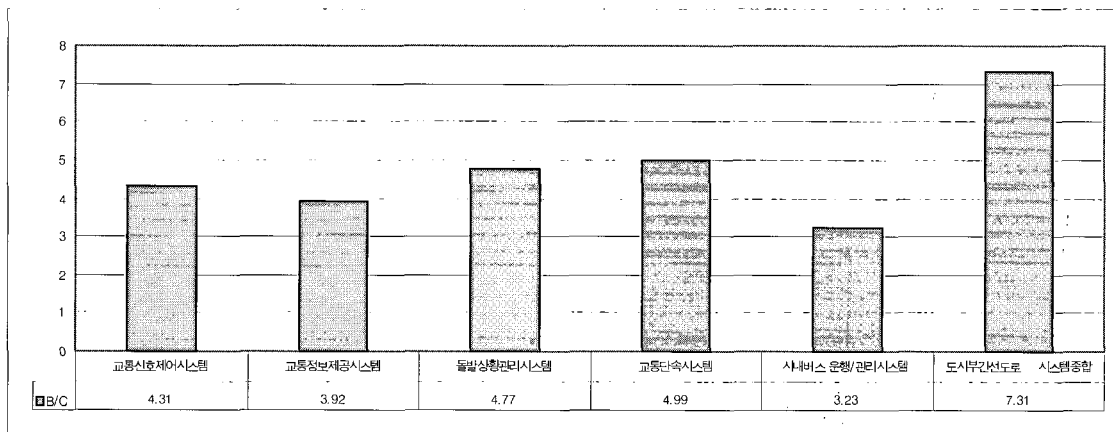
<Table. 4> Economic Analysis

시스템내역 비용/편익	교통신호 제어	교통정보 제공	돌발상황 관리	교통단속	시내버스 운행/관리	시스템 종합
(단위 : 백만원)						
편익 부분						
이동성 증가 편익	50,110	21,395	6,857	6,992	10,998	135,668
정시성 편익(reliability)	7,077	3,083	1,675	2,319	1,545	31,585
연료 감소 비용 편익	-25	-19	30	136	-23	34
비연료 감소 비용 편익	-13	-175	85	408	-309	-33
사고 감소 비용 편익	-195	36	85	3,092	-37	-127
사회적 비용 절감 편익						
사고 감소 비용 편익	-564	447	156	775	-336	-395
HC/ROG 감소 편익	-2,177	-1,88	-925	1,076	-1,458	516
NOx 감소 편익	-783	-432	-108	865	-322	164
CO 감소 편익	-3,907	-3,075	-2,167	1,065	-3,128	1,076
소음 감소 편익	-60	-43	-25	66	-41	-60
총 편익	49,463	19,334	5,663	16,794	6,889	168,428
비용 부분						
총 비용	11,475	4,938	1,187	3,363	2,134	23,045
비용/편익 비교						
순현재가치(Net Benefit)	37,988	14,396	4,476	13,431	4,755	145,383
편익/비용 비	4.31	3.92	4.77	4.99	3.23	7.31

이 각각 4.99와 4.77로 가장 사업효과가 높았으며, 이외의 모든 서브시스템의 편익/비용비가 1을 넘어 경제성을 가지는 것으로 판단되었다. 서브시스템을 통합분석한 경우 편익/비용비가 7.31로 사업전체가 매우 경제성이 높은 사업으로 평가된다.

V. 향후 연구과제 및 발전방향

지금까지 ITS의 평가를 위해 Sketch-planning 기법을 이용하여 대전광역시 첨단교통모델도시사업을 대상으로 IDAS를 이용하여 분석을 하였다. Sketch-



<그림 6> IDAS를 이용한 대전광역시 첨단교통모델도시사업 편익/비용 분석결과

<Fig. 6> B/C Analysis for Daejeon MDI using IDAS

planning기법은 사업초기 타당성 및 기본계획 수립 시 다양한 ITS시스템의 사업효과를 분석할 수 있다. 특히 서브시스템 대안별 도입효과를 정량적으로 계량화하고 이를 경제성분석기법에 입각하여 지표화 함으로써 시스템 간 투자우선순위 결정 및 시스템의 적정설치 위치, 경제성분석, 기술대안분석 등 합리적인 의사결정을 지원할 수 있다. 대전광역시 첨단교통모델도시사업의 사례분석 결과, 서브시스템 및 통합시스템 등 대안별로 다양한 효과측도에 근거하여 사업효과를 계량화해줌으로써, 광범위한 활용성을 확인할 수 있었다. 그러나 사용된 비용-편익 데이터베이스와 평가계수(VOT, VOC)를 국내 환경에 맞게 정산하여 사용하여야한다. 이를 위해서는 무엇보다도 사업효과 추정을 위한 평가지표, 조사방법, 효과추정방법을 정립하여, 시스템별 비용과 편익을 데이터베이스화 하여야한다[5, 6]. 또한 새로운 평가지표의 발굴 및 계량화방안 또한 지속적으로 연구해 나가야한다. 즉 현재 계량화연구가 상당히 진행된 시간가치(VOT), 차량운행비용

(VOC) 등에 대한 연구도 사회경제환경의 변화에 따라 지속적으로 갱신되어야할 뿐만 아니라, 환경, 안전 등 계량화가 미비한 편익항목에 대한 연구도 필요하다.

참 고 문 헌

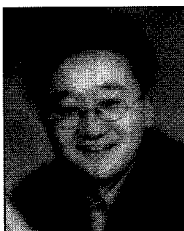
- [1] FHWA, *IDAS User Manual*. 2001
- [2] ITE, *Evaluation of ITS Service, Intelligent Transport Primer*, 2000
- [3] ITS Korea, “대전광역시 첨단교통모델도시 건설사업 사후평가”, 최종보고서, 2002
- [4] 교통개발연구원, “대전광역시 첨단교통모델도시 사업관리”, 최종보고서, 2002
- [5] 남두희, *ITS사업의 타당성분석기법정립에 관한 연구*, 교통개발연구원, 2002
- [6] 남두희, 이용택, *지능형교통체계의 사업평가방법론 정립*, 고속도로 제 65호, 한국도로공사, 200

〈저자소개〉



남 두 희 (Doohee Nam)

1997년 : University of Washington 교통공학 박사
 1997년~2000년 : University of Washington 선임연구원
 1998년~2000년 : Washington State Department of Transportation(WSDOT)
 Traffic Planning Supervisor/Research Engineer
 2001년~현재 : 한국교통연구원 ITS연구센터/ 도로교통연구실 책임연구원



이 용 택 (Yong-Taek, Lee)

1996년 한양대학교 공학사
 1998년 한양대학교 교통공학석사
 2003년 서울대학교 교통공학박사
 2004년 3월~2005년 4월 서울지방경찰청 교통개선기획실장
 2005년 4월~현재 감사원 감사관