

物流輸送 手段의 選擇을 위한 知能的 意思決定支援시스템 Prototype

A Prototype Intelligent Decision Support System for Logistics Transportation Carrier Selection

이 준석* 고 광선**

Abstract

In these competitive times, there is great pressure to improve customer service, and at the same time to find cost savings wherever possible. Many manufacturers use the private carrier, or the contracted transportation service, for the purpose of collecting and delivering shipments for their facilities. Transportation is the largest component of logistics cost. Also, few researches have developed this field and they are fragmentary. The advanced in computer technology has resulted in the greatest impact on business since the industrial revolution. The transportation logistics is no exception to this phenomenon.

Especially, Intelligent decision support system(IDSS), integrated expert system(ES) and decision support system(DSS), was significant technology in inventory parts. Therefore, this paper developed prototype IDSS for transportation logistics carrier selection. The focus is on the development of a simple, user-friendly tool that can be used effectively by managers to increase the cost-effectiveness of their transportation logistics. The IDSS was constructed by using the tools of ART-IM expert system shell, CLIPPER, FORTRAN 77, and SLAMSYS simulation language.

* 여수대학교 산업정보학과

** 여수대학교 수산경영학과

I. 序 論

최근 수요의 고도화 및 다양화에 따른 소량다빈도수송의 필요성 증대와 만성적인 교통체증, 물류 인건비등의 증가로 물류비용의 급상승은 기업경쟁력 뿐만아니라 국가적 차원의 문제로 부각되고 있다. 최근들어 기업경영의 성패는 궁극적으로 고객인 소비자들의 욕구에 얼마나 부응하는 서비스를 저렴한 가격에 제공할 수 있는가에 달려 있다고 해도 과언이 아니다. 물류분야는 상대적으로 소규모의 투자와 혁신으로 대폭적인 원가절감을 기대할 수 있어 “費用節約의 寶庫”, “제3의 利潤源”, “經濟의 暗黒大陸”, “原價節減의 마지막 領域”, 등으로 표현되고 있다. 매출액 신장율의 2배로 신장되는 물류비용의 증가율은 기업경영의 최대현안중에 하나이다. 그중에서도 수송물류비용은 전체 물류비용의 약 43%이상을 차지하고 있다.(Yang and Lee 1994)

물류비용 절감과 서비스 개선을 위해 정보시스템의 활용이 무엇보다도 중요하며 특히 경쟁력 향상을 위해서 전문가시스템(Expert System)과 의사결정지원시스템(Decision Support System)이 결합한 형태인 지능적 의사결정지원시스템(Intelligent Decision Support System)은 기존의 전문가시스템과 의사결정지원시스템의 약점을 각각 극복하여 전문가의 지식(Knowledge)을 활용하며 반구조적인

문제를 해결하여 경영자의 의사결정을 지원하는데 큰 도움이 되고 있다. 수송물류 모델의 선정은 물류관리시스템의 핵심이나 전문적인 지식과 다양한 모형이 필요하고 복잡한 수리모형, 휴리스틱, 시뮬레이션의 복잡한 계산과정을 거치는 어려운 의사결정문제이다. 일반 산업체에서 수송물류 모델의 선정은 주로 현장관리자, 생산관리자, 물류담당자등에 의해서 수행되며 특히 중소기업의 경우에는 개인적인 경험, 전문서적이나 잡지등을 토대로 전통적인 방법에 의존한다. 실제 수송물류 모델은 실무자의 단편적인 지식이나 경험의 의존하고 있다. 또한 수송물류중에서 in-bound부문은 주로 産業工學 측면에서 논의 되었고 out-bound부문의 논의는 미미한 상황이다.

이에 물류수송에 있어 실무와 이론의 차이를 줄이고 in-out bound를 통합한 물류수송 모델을 선택하는 IDSS의 prototype을 설계하였다. 이 것이 이 논문의 목적이다. 그리하여 본 논문은 실무자가 상세하고 복잡한 물류수송 모델을 쉽게 선택하도록 하여 선택된 모델의 실제 해(solution)를 구하는 과정까지를 포함시키고 있다.

II. 物流輸送 carrier 選擇 및 IDSS의디자인

2-1 物流輸送 carrier 選擇

물류수송의 의사결정은 크게 輸送政策의 결정문제와 輸送計劃의 결정문제로 나누어진다. 수송정책의 결정은 수송 channel의 결정과 수송 carrier selection, carrier number의 결정이 포함되고, 수송계획의 결정은 車輛經路(vehicle routing), 車輛日程(vehicle scheduling)이 포함된다. 차량경로의 연구는 적재량과 경유거리의 제약을 가진 차량들이 하나의 기점에서 출발하여 많은 수요처에 최소거리(비용환산)로 물량을 공급하는 문제이다(TSP, MTSP, VRP등). 차량일정의 문제는 방문시간 및 순서를 정하는 문제이다. 지금까지 30여년 동안에 국내외에 걸쳐 많은 연구가 수행되어 왔으나 최적해를 구하는 일반적인 알고리즘이 존재하지 않으며, 10년 전쯤에 25개 지점을 갖는 문제에서 지금 30-40개 지점을 갖는 문제의 최적해를 구하는 방법까지 발전했다.(Lee 1994) 이에 반해서 수송 channel의 결정은 시설입지(location)와 마케팅 변수가 추가되어 모형화하는데 어려움이 있어 연구가 부진하고, 수송 carrier selection의 결정은 과거에 운송수단의 기능이 단순하고 종류가 적어서 실무자의 단순한 지식에 의해서 경제성분석(손익분기분석)등으로 결정하였는데 기능이 다양화되고 전문적인 지식이 요구되는 현재는 전문가의 지식을 rule로 표현한 전문가시스템(Expert system)분야와 질적, 양적 요인들을

비교하여 다기준 의사결정을 하는 의사결정지원시스템(DSS)분야로 발전하고 있다. 또한 carrier number selection의 문제는 수요를 충족시키는 조건하에서 총 수송비를 최소화하는 carrier의 number를 결정하는 문제로 수요가 단일하고 확정적인 모형에서 수요가 확률적인 모형으로 발전하고 있다. 수송모드의 결정은 미국의 경우 육로, 해상, 철도, 항공 등의 여러 대안이 있어 많은 발전을 했는데 비해서 우리의 경우는 미미한 실정이다. 수송 carrier의 선택문제는 크게 in-bound의 경우는 주로 공장내부의 수송으로 주로 산업공학분야에서 자재취급측면을 주로 다루어 왔다. 이에 비해서 out-bound의 경우는 단순한 경험적 방법에 의존해 왔다. 지금까지의 연구를 정리하면 두가지로 나누어 볼 수 있다.

2-1-1 Traditional Approaches

수송과정을 다루는 방법은 여러 가지 있었지만 비용-효익을 고려한 적절한 방법은 두가지가 있다. 첫째로, Break-Even-Point와 DOBEP(Degree of Operation BEP)분석이다. 과거에 가장 많이 사용된 방법은 주로 경제적 관점에 국한되어 차종별 손익분기분석(BEP)등의 분석하여 이를 비교하여 대안을 선택하였다. 식 1은 순수한 관점의 경제적인

$$BEP_i = \frac{F}{1 - \frac{V}{S}} \quad (\text{Equation 1}) \quad Xp = \frac{F_b - F_a}{V_a - V_b} \quad (\text{Equation 2})$$

BEP_i= break-even-point of carrier i F= fixed cost of carrier i
 V= variable cost of carrier i S= revenue of carrier i
 Xp= OBEP F_a= fixed cost of carrier a
 F_b= fixed cost of carrier b V_a= variable cost of carrier a
 V_b= variable cost of carrier b

(equation 1)

BEP분석을 나타내고 있다.

분기점 조업도에 이르기 까지는 carrier a가 유리하고 이를 넘어서면 carrier b가 더 유리하다.(이정원 1990).

둘째는 총물류비 개념에 입각한 EOQ방식을 응용한 것이다.(정성열 1990) 선적규모에 따라서 수송비와 재고비용의 상충관계로 선적규모가 커지면 재고비용은 증가되지만 수송비는 낮아지고, 선적규모가 커지면 반대의 현상이 나타난다.

그러나 이러한 단순한 수리적 분석은 단순한 비용측면만을 고려한 것으로 여러 질적 요인을 고려하는데 미흡하여 실무적으로는 거의 사용하지 않는다. 실무자들은 자신의 경험이나 서적 등에 의존하거나 장비 판매자의 의견을 듣는 경우가 많다.

2-1-2 Knowledge-Based Approaches

적절한 연구가 부족하여 의사결정은 부분적인 정보에 의존하거나 장비판매자의 서비

스에 의존하고 있다. 지식기반 접근법은 요구사항에 대해서 전문가의 지식과 경험을 포함시켜 시스템화한 것이다. 수송 carrier의 형태 결정문제는 방대한 서치 스페이스 등의 문제 때문에 휴리스틱방법에 의존했다.(Matson, et al. 1992) 그러므로 아직도 몇몇 연구의 케이스가 있을 뿐이다.

Malmberg, et al.(1987)의 연구는 산업용 트럭에 연구를 국한했으며 도크의 운영등 5가지 특성과 reach truck등 6부류로 종류를 구분하였다.

그들은 단순하고 실무자의 직관 의해 결정하던 carrier 선정 분야를 최초로 학문적으로 발전시켜 ES prototype을 개발했다. 그러나 이 연구는 carrier 선정할 하는데 특성의 종류를 적게 잡아 실용성에 의문이 있다.

Luxhoj, et al.(1992)의 연구는 자동운반차(AGV)에 국한하여 unit load carriers등 3가지로 나누고 의사결정수로 표현했다.

자동운반차 국한된 연구이지만 매우 상세한 연구로 높이 평가할 만하나 선정된 장비

example if/then relationships used for non-lift trucks			
if		then	
load <ib	usage frequency	surface condition	vehicle
3,000	high	rough	electric tow tractor
50,000	v. high	smooth	electric AGV
.....			

sample rules
if: type=load carrier and load=bulk and capacity=6001-8000 and travel=bidirectional and method=tow/carry then: AGV="Raymond E55"

를 평가할 수 없는 단점이 있다.

Matson, et al.(1992)의 연구는 공장내 수송 모델(컨베이어, 산업용 트럭, AGV, 크레인)을 선택하는데 이동특성, 자재특성, 장비특성 기타등 28까지의 속성을 이용하여 35종류의 장비를 자문하는 ES을 구축했다. 이 모델의 장점은 연구의 범위를 개별수단에서 자재취급에 관련된 장비로 확장하여 통합된 모형을 제시하고 이동, 자재특성 등을 구분하여 제시한 것이 장점이지만 선정된 모형에 대한 평가를 할 수 없다는 단점이 있다.

Park(1995)의 연구는 역시 공장내 수송 모델(컨베이어, 산업용 트럭, AGV, 크레인)을 대상으로 이동특성, 자재특성, 장비특성 기타등 30까지의 속성을 이용하여 50종류의 장비를 자문하는 ES을 구축했다. 장비의 수행도를 평가하는 시뮬레이션을 추가하고 다기준의사결정 기법을 활용하였다. 이 연구는

Matson 등의 연구와 거의 같은 프레임웍을 가지고 있지만 최초로 장비의 수행도를 시뮬레이션하여 결과를 AHP에 활용한 점을 높이 평가 할 수 있다. 그러나 이 연구는 knowledge의 분류상의 문제점(예 no choice가 많다.)과 feed back하여도 또 다른 대안을 찾는데 어려움(똑 같은 추천사슬을 해낸다.)이 있다. 지금까지의 연구를 정리하면 표 1과 같다.

본 연구는 원자재공급에서 최종제품의 인도지 전과정을 포함하고 작업특성(거리, 경사도등), 제품 및 자재특성(중량, 온도, 부식도등), 장비특성(이동속도, 하역속도등)등 45특성에 의해서 68종의 장비를 전문가의 자문과 서적연구로 의사결정수로 표현했다. 수송에 관련된 모든 장비(AGV, 컨베이어등의 자재취급장비와 화물차, 냉동차, 유조차 등의 수배송차량)를 포함한다. 이제까지의 연구가 주

<표 1> Carrier selection models

Authors	Fields	Model used
Malmborg(1987)	Industrial truck	ES
Matson and Swaminathan(1992)	Material handling equipment	ES
Luxhoj and Perdek(1992)	AGV	ES
Park(1995)	Material handling equipment	KBDSS
This Research	Transportation equipment	KBDSS

로 산업용 트럭, AGV등 공장내의 carrier을 중심으로 자재취급의 측면에서 연구되어 졌는데, 본 논문에서는 공장 내외에 속한 carrier들을 수송의 관점에서 전문가의 지식을 이용하여 효과적으로 carrier을 선택할 수 있는 지식기반시스템을 개발하고자 한다. 또한 선택된 모델의 해(solution)을 총비용, 납기율등의 목표에 의해서 평가하는 과정까지를 포함하고 있다.

2-2 IDSS의 디자인

의사결정지원시스템(Decision Support System: DSS)은 비구조적인 문제를 데이터와 모델을 이용하여 해를 도출하여 의사결정자의 의사결정을 도와주는 상호관계적인 컴퓨터베이스 시스템이다. 그러므로 DSS는 관리적 판단의 대치(代置)라기 보다는 지원(支援)에 초점이 있다. 이에 비해서 전문가시스템(Expert System)은 특정 분야에서 전문가의 지식(Knowledge)을 추출하여 문제를

해결하기 위해서 적용하거나 표현하는 것이다. 그러나 두 방법은 최근들어 여러 연구에서 통합의 잠재적인 이점 때문에 여러모형으로 발표되고 있다. 특히 Rao, et al.(1994)등은 두 방법을 결합한 모형을 제시했다. 이처럼 두 방법이 결합하여 하나의 시스템을 이룬 것을 IDSS 혹은 KBDSS (Knowledge-Based Decision Support System)라고 불리운다. 두 방법의 결합의 장점은 표 2처럼 표현 할 수 있다.

Rao, et al.(1994)등이 제시한 IDSS의 구조에는 사용자가 메뉴방식으로 대안들을 선택하는 인터페이스, 문제해결을 위한 분석적 수리적 모형들을 저장한 모델베이스, 문제 해결 과정에 필요한 데이터를 저장하는 을 저장한 데이터베이스, 특정분야의 전문가의 지식을 활용하는 지식베이스등이다. 두 방법이 결합한 형태는 Turban and Trippi(1990)등이 제시했는데 이에 대한 이제까지의 연구를 보충하면 그림 1과 같다.

Doukidis(1988)는 보다 강력한 의사결정도

구로 활용하기 위해서 인공지능(AI)기법인
ES을 DSS분야에 활용할 것을 주장했다.

① ES가 DBMS에 결합한 경우
(Chen 1988, Chen, et al 1993)

<표 2> DSS/ES 결합의 이점

	ES Contribution	DSS Contribution
Databases and DBMS	- DBMS의 구축, 운영 개선 (Chen, et al 1993) - 대용량 DB의 접근 개선 - DBMS 성능 개선 - Symbolic 표현 (Chen 1988)	- Database을 ES에 제공 (This research)
Models and MBMS	- 모델관리의 개선 (Gulati and Tanniru 1993) - 모델선택에 도움 - 판단 모델의 제공 (Murphy, et al 1986) - 대안의 제공 (This research) - 휴리스틱의 제공 (Sirinaovakul, et al 1994)s - 시뮬레이션 모델의 제공 (Cochran and Chen 1991)	- 초기 문제의 제공 - 표준 모델의 제공 - 모델에 데이터 제공 - 특정 모델의 저장
Interface	- 친근한 인터페이스 제공 - 설명력 제공 - 상호적, 모형화된 문제 제공 (Angehrn and Ruthi 1990)	- 인지 스타일과 표현의 매치
System Capabilities (Synergy)	- 사용자에게 지능적 조언을 제공 - 설명능력의 추가 - 의사결정 과정의 컴퓨터화 확장	- 데이터 수집의 경험 제공 - 실행의 경험 제공

그러나 두 방법은 목적, 의사결정자, 질의 방향, 데이터베이스의 내용, 설명력등의 분야에서 차이를 보이고 있다. (Turban and Watkins 1986)

(1) ES가 DSS의 구성요소에 결합한 경우

② ES가 Model Base에 결합한 경우
(Kadaba, et al 1991)

③ ES가 인터페이스에 결합한 경우
(Angehrn and Luthi 1990)

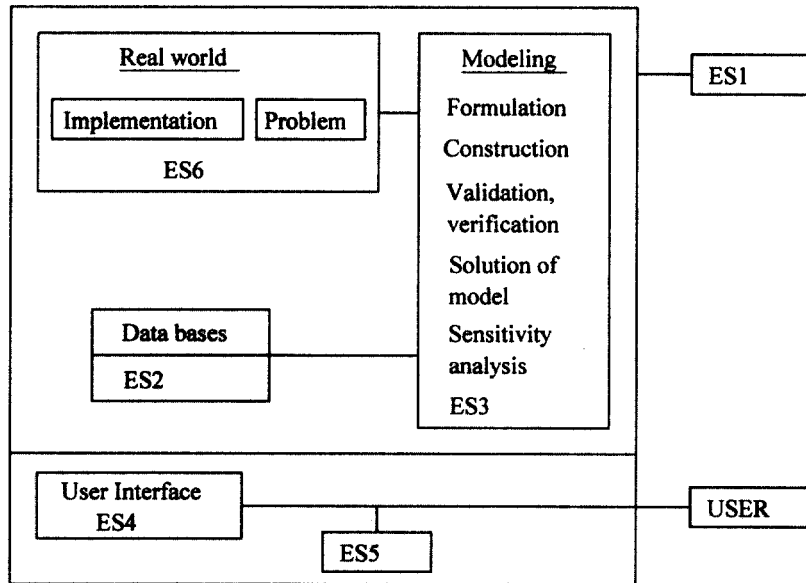
(2) ES가 DSS와 전체적으로 결합한 경우

① ES output이 DSS의 input이 된 경우 그 형태를 나타내고 있다.

(This research, Park 1995)

② Merged Systems

② DSS output이 ES의 input이 된 경우 이 방법은 각 구성요소에 결합하여 King(1990)등은 IDSS의 종류를 결합의 정도 "loosely coupled" system의 단점을 극복했와 지식의 강도에 따라서 다음과 같은 4가지 다. 그림 3이 이를 표현하고 있다. 종류로 구분하고 있다. 이 방법의 특징은 각 구성요소들이 다양



<그림 1> IDSS의 결합 형태

① Loosely coupled system

ES가 DSS/DBMS에 결합하여 소스 데이터를 제공한다. PC측면에서 PC shell인 VP Expert가 대표적인 이러한 형태이다. 이 방법의 장점은 직접 결합 방식이라는 것으로 많은 planning의사결정에 기본이 된다. 단점은 활용사례 많지 않다는 것이다. 그림 2가

한 형태로 결합할 수 있다. 이 방법의 이점은 다양한 언어를 사용할 수 있고, 다양한 접근을 할 수 있다. 본 연구에서 사용한 방법이다.

③ Knowledge-based Interface

이 경우의 IDSS는 "standalone" ES을 지니고 있으며 명령어 파일과 데이터 파일을 매

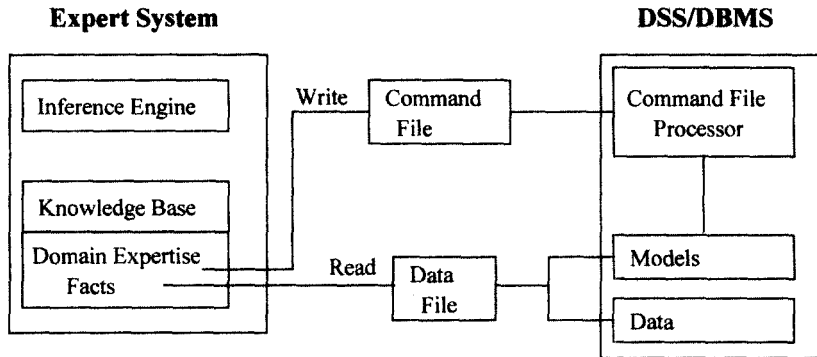
개로 read, write한다. 전통적인 시스템에 비해서 지능적인 인터페이스를 추가하는 경우가 많다.

④ Expert command languages system 이 방법은 각 부문이 다른 언어로 작성되는 혼란을 줄이고 하나의 패키지처럼 작성하는 장점이 있다. 그림 5가 이를 나타내고 있다.

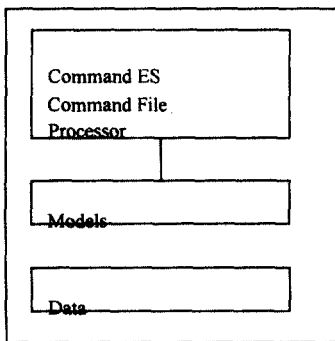
3-1 Menu-driven Interface

대부분의 컴퓨터 사용자는 제한적인 지식만을 가지고 있다. 그러므로 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 인터페이스를 top-down 메뉴방식으로 구축하는 일이 매우 중요하다.

Angehrn and Luthi(1990)의 각 종 인터페이스에 관한 연구를 정리하면 표 3과 같다.



<그림 4> Knowledge base Interface



<그림 5> Expert Command Languages

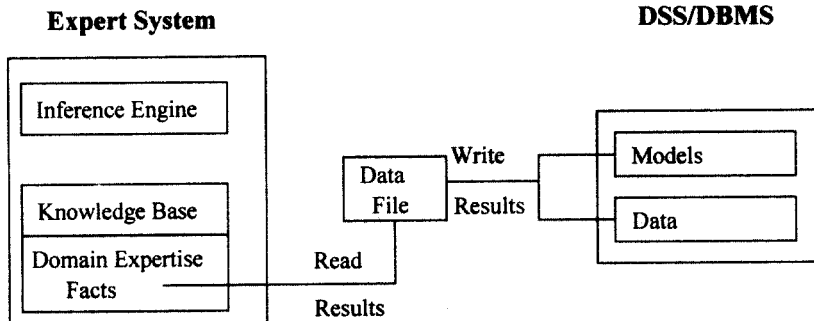
최근들어 IDSS분야에서 인터페이스의 연구가 활성화 되고 있다.

그림 6은 본 연구의 메뉴로 PC용 CLIPER로 작성되었다. 메뉴화면에서 데이터베이스, 시뮬레이션, 지식베이스, 모델베이스를 선택할 수 있고 데이터베이스를 선택하면 하위메뉴로 CARRIER DB, PRODUCT DB, MATERIAL DB등으로 들어 갈 수 있으며 각각 입력, 수정, 조회, 삭제의 기능을 갖는 화면으로 갈 수 있다.

Ⅲ. 물류수송모델의 선택을 위한 IDSS Prototype

<표 3> 인터페이스 모드 비교

구분	Menu Interaction	Command Language	Object Manipulation	Questions and answers
속도	느림	빠름	조금 느림	느림
정확성	적은 에러	많은 에러	적은 에러	중간 에러
훈련기간	짧은 기간	긴 기간	짧은 기간	짧은 기간
선호도	매우 높음	매우 높음	높음	높음
유연성	제한적	매우 높음	중간정도	중간정도
통제	시스템	사용자	시스템과 사용자	시스템



<그림 2> Loosely Coupled Systems

3-2 物流輸送모델의 선택을 위한 知識 베이스

知識베이스는 모델 선정을 위한 지식(knowledge)으로써 구축된다. 지식의 획득은 먼저 Plant Planning이나 물류저널 등의 국내외 잡지와 산업공학, 생산관리분야에서 저널과 서적을 조사하였고, 삼성중공업등 장비제조업체 5곳과 대한전선등 장비사용업체 20곳을 인터뷰하고 정보를 분류하였다.

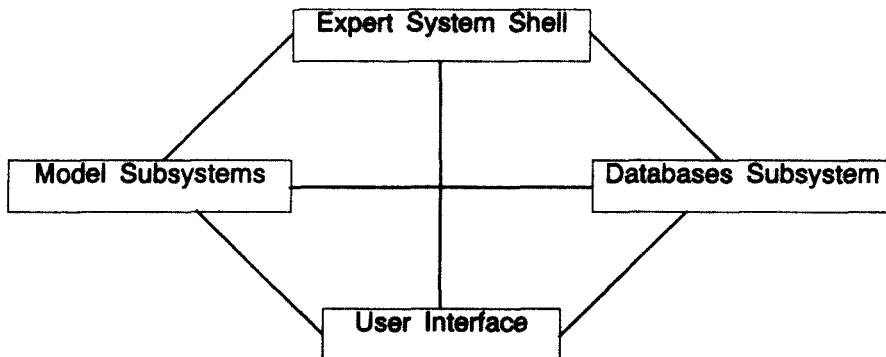
모델선정을 위한 지식은 분석자에 의해

입력된작업특성, 장비특성, 자재특성등에 가장 적합한 모델의 종류를 선택하는데 사용된다. 적합한 모델의 종류를 선정하기 위해서는 부식도, 마모성 등의 제품특성과 공급자의 특성을 파악하여야 한다. 모델의 선정에 대해서 推論사슬(inference chain)을 이용하여 지식베이스를 설계하는 것이 바람직하다.

推論사슬은 모델결론을 도출하는데 거쳐야 되는 탐색길(search path)을 tree구조로써

표현하기 때문에 탐색의 범위와 소요시간을 크게 단축시켜 주는 효과가 있다.(Matson, et al. 1992) 推論사슬을 개발할 때 고려사항은 다음과 같다. (1) 적합한 모델이 없거나 연구되지 않는 분야는 시뮬레이션을 사용한다. (2) 탐색과정에서 거치는 단계수를 가능한 줄일 수 있도록 탐색특성의 순서를 정했다. 그림 7는 전체 의사결정 트리중에서 산업용 트럭분야를 장소, 거리, 사용빈도, 리프트 양, 하역 중량, 표면에 따라서 선택하는 예를 나타내고 있다.

ERD)를 이용하여 표현할 수 있다. 개체관리도(ERD)를 바탕으로 관계형 데이터베이스시스템을 구축하기 위해서는 각 개체(entity)가 갖는 속성(attribute)을 구체적으로 정의하고, 각각을 하나의 데이터파일로 구축해야 한다. 장비데이터 파일의 필드는 번호, 이름, 기능 디자인, 기초디자인, 로드용량, 리프트 용량, 리프트 속도, 리프트 높이, 복도크기, 엔진의 형태, 타이어의 형태, 주행속도, 주행장소, 주행거리, 사용빈도, 주행표면, 수송형태, 수송 방법, 덴 형태, 가격, km당 운영비, 고정비



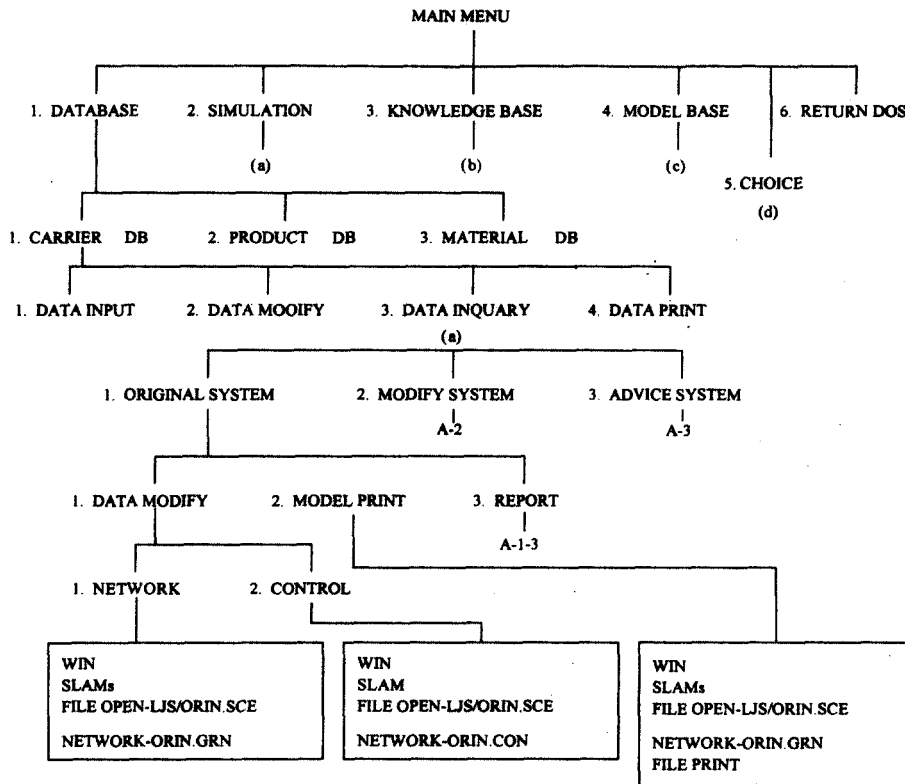
<그림 3> Merged Systems

3-3 데이터베이스

수송모델 선택을 컴퓨터의 데이터베이스로 구현하기 위해서는 데이터 모델링(data modeling)기법을 이용하여 체계화하여야 하는데, 대표적인 데이터 모델링 기법의 하나인 개체관계도(Entity-Relationship Diagram :

(세금, 급여, 감가비등) 22개중에 4개를 자체 데이터파일은 번호, 이름, 포장여부, 수송형태, 단위형태, 부식성, 마모성, 경사도, 먼지, 부착성, 온도, 표면, 가격, 전체형태, 용기등 15개중에 5개만 지면관계로 table 4에 중략하여 표시했다.

그림 8은 지식베이스를 위해서 장소, 거리



<그림 6> 메뉴 인터페이스

등의 데이터를 입력하는 인터페이스를 디자인 하는 프로그램의 예이다. 화면에서 질문하는 내용을 답하면 production rule에 따라서 결과가 출력된다. 그림 9는 ART-IM으로 작성한 Carrier Burden Car의 경우의 production rule의 예이다.

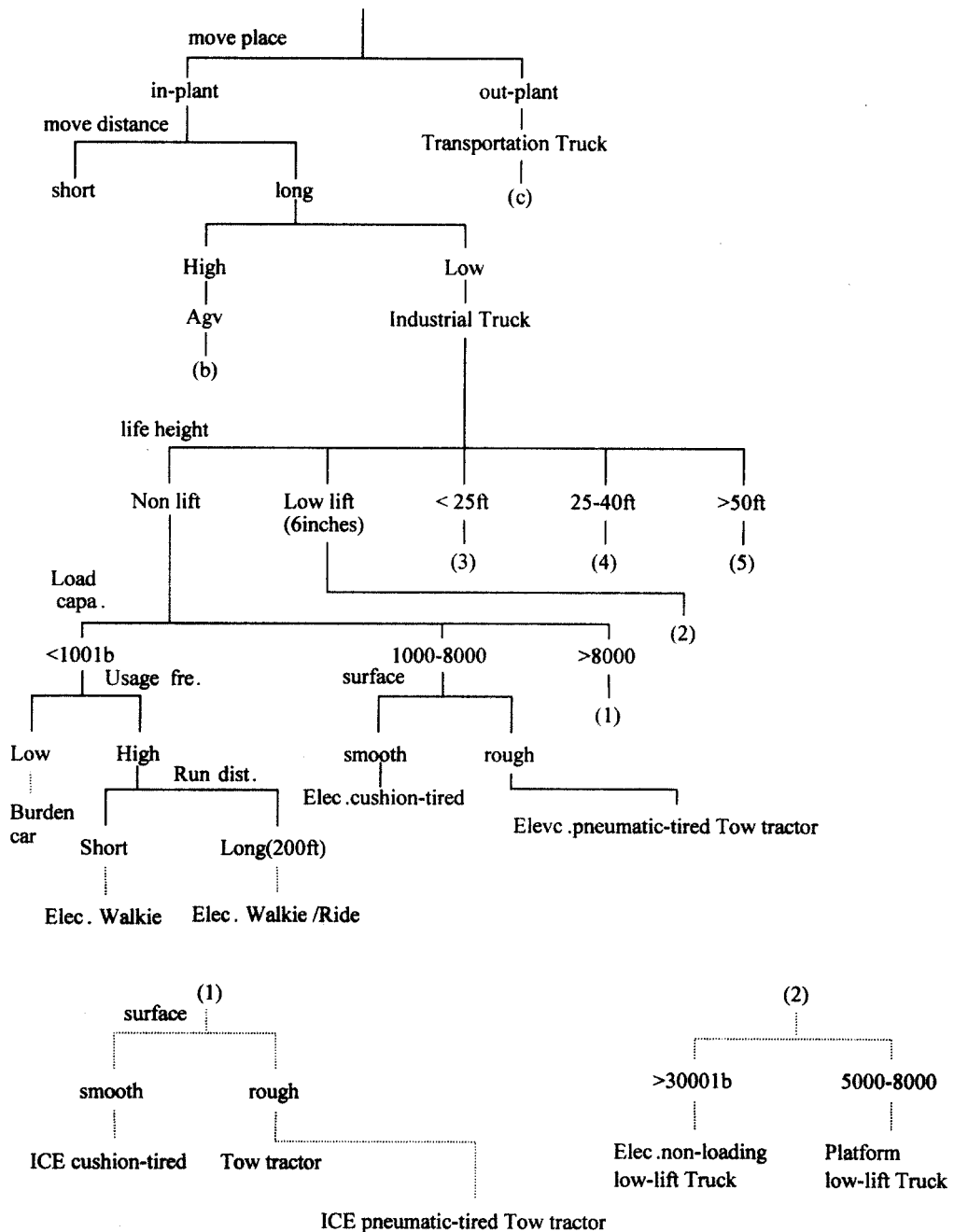
3-4 실제 연구사례 및 결과

실제사례는 D전선 안양공장의 원재료구매에

서 고객인도까지의 물류수송이다.

그 물적흐름은 그림 10과 같다. 자재(copper, polyester resin, rubber resin, PE resin, PVC resin)수요와 Carrier의 trip time, 작업 시간, 하역시간 등도 stochastic 으로 본다.

주제품은 600CV, 600EV별로 두께에 따라서 3종류씩 6종류이다. 장비는 3대의 수동 carter, 4대의 2톤 포크, 2대의 5톤 크레인, 하청을 주는 8톤 카고등이다. 시뮬레이션은 SLAMSYS full version(entity 150,000)으로



<그림 7> Transportation Carrier Form Selection Tree

```

(DEFRULE determine-move-plant
  "Query if move-plant is in or out"
  =>
    (Printout t "Where move the carrier ?")
    (Bind ?x (read))
    (ASSERT (SCHEMA Process
              (Moveplant ?x))))

(DEFRULE determine-move-distance
  "Query if move-distance is v.short or not v.short)
  =>
    (Printout t "How much run the carrier ?")
    (Bind ?x (read))
    (ASSERT (SCHEMA Process
              (MoveDistance ?x))))

(DEFRULE determine-lift-height
  "Query if lift-height non or <25ft or <40ft or >50ft
  =>
    (Printout t "How much lift the carrier ?")
    (Bind ?x (read))
    (ASSERT (SCHEMA Process
              (LiftHeight ?x))))

etc.

```

<그림 8> 知識베이스 인터페이스의 예

<표 4> 각 데이터베이스 파일 구조

(a) 장비(CARRIER) 데이터화일

필드명	데이터형식	데이터길이	내용	비고
CARRNO	숫자형	5	모델 번호	KEY
NAME	문자형	15	모델명	
FUNC	문자형	5	기능디자인	
LOADCAP	숫자형	3	로드량	

(b) 제품(PRODUCT) 데이터화일

필드명	데이터형식	데이터길이	내용	비고
PRODUCTNO	숫자형	5	제품 번호	KEY
PRO-NAME	문자형	13	제품명	
PACKING	문자형	10	포장형태	
PRICE	숫자형	9	가격	
TYPE-TRANS	문자형	10	수송형태	

FORM

```
(DEFRULE rule-name
  {documentation-string}
  {salience-declaration}
  {condition}
=>
  {action})
```

EXAMPLE

```
(DEFRULE Select-Conveyor
  "Rule for Conveyor selection"
  (SCHEMA (MovePlant Inplant)
    (MoveDistance VeryShort))
=>
  (ASSERT (Class Conveyor)))

(DEFRULE Select-AGV
  "Rule for Conveyor selection"
  (SCHEMA (MovePlant Inplant)
    (MoveDistance VeryShoet))
=>
  (ASSERT (Class AGV)))

(DEFRULE Select-Industrial truck
  "Rule for Industrial truck selection"
  (SCHEMA (MovePlant Inplant)
    (MoveDistance long))
=>
  (ASSERT (Class Industrial truck)))
ETC.

(DEFRULE Burden Car
  "Rule for Burden Car"
  (SCHEMA (Class IndustrialTruck)
    (LiftHeight NonLift)
    (LoadCapa Small)
    (UsageFrequency Low))
=>
  (ASSERT (Carrier Burden Car)))
ETC.
```

<그림 9> ART-IM을 이용한 production rule 의 예

1440분을 시뮬레이션 했다.

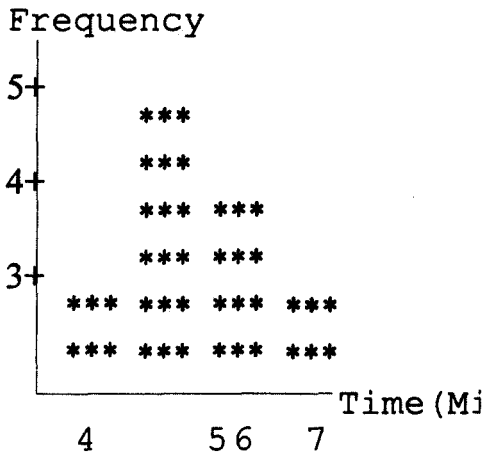
포크(지게차)의 수송시간)

- ① step 1. Estimate Probability Distribution.
Sample estimate normal or gamma distribution.

- ② Step 2. Estimation of Parameter.

- ③ step 3. Kolmogorov-Smirnov Test.

결과분석은 재고유지비용(inventory carrying cost)과 수송중재고유지비용(transit inventory carrying cost)을 합한 총재고비용(total inventory cost)과 소유비용(ownership cost)



<그림 11> Real Observed Data Histogram

<표 5> Real Observed Data One Variant

No of observation	Mean	S.D	Skewness	Kurtosis	V.Co
15	5.47	0.56	0.28	-1.45	0.17

<표 6> Result of Kolmogorov-Smirnov Test.

Kolmogorov-Smirnov 2-Sample Test (Asymptotic)	
KS = 0.017810	D = 0.198712
KSa = 0.658425	Prob > KSa = 0.7852

과 수송운영비용(transportation operation cost)을 합한 총수송비용(total transportation cost)으로 이루어진 총물류비용(total logistics cost)을 lotus 1-2-3을 이용하여 분석하였다.

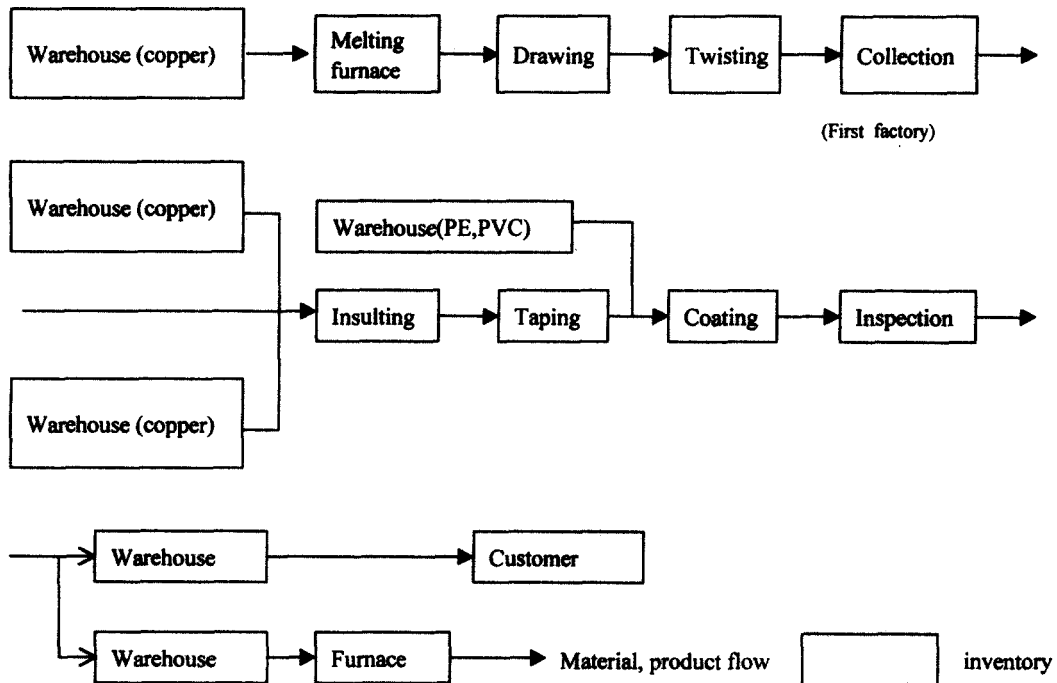
분석은 기존의 수송방식과 먼저 현재시스템을 개선한 경우(장비의 수만 조절)을 비교하고 다음으로 전문가시스템이 자문하는 장

비로 대체한 경우를 총물류비용과 납기의 관점에서 비교하였다. 표 7은 현재시스템에서 수송장비의 형태를 그대로 두고 장비의 숫자만을 조절하여 개선한 것이다.

(첫번째숫자는 carter의 수, 두 번째 숫자는 forks의 숫자이다.)

두 번째 대안에서 납기율을 저하시키지 않은 범위에서 총물류비용이 가장 적게 나타났다. 현재의 총물류비용보다 1500만원 정도 절감한 것이다. 두 번째 대안에 대한 결과는 표 8에 나타나 있다.

다음은 전문가시스템에서 자문한 장비로 교체했을 때를 시뮬레이션한 결과이다. 바꾸었을때의 결과는 표 9에 표시하고 있는데 랜트하는 부문은 8톤 cargo를 도입하고 새로운 종류의 forks를 도입한 결과이다. 단 크레인 은 설치비관계로 도입에서 제외했다.(첫번째 숫자는 fork의 수, 두 번째 숫자는 cargo의



<그림 10> Logistics flow from the raw material to the finished goods

<표 7> Alternatives of fleet planning in the current system

Alternative	Total cost(1000/Won)	Total delivery rate(%)
Alternative 1(3.4)	4,697.992	99.8
Alternative 2(2.4)*	4,682.791	99.8
Alternative 3(1.4)	4,670.262	99.1(X)
Alternative 4(3.3)	4,664.348	98.3(X)
Alternative 5(3.5)	4,733.202	99.8
Alternative 6(4.4)	4,711.623	99.8

숫자이다.) 대안 4(5.4)에서 납기율을 저하시
키지 않은 범위에서 총물류비용이 최저였다.

이는 현재 시스템보다 3800만원이 적으며 개
선된 시스템보다 2300만원이 절감된다. <표
10>에는 연구결과를 비교해서 나타내고 있다

IV. 結論

본 연구는 물류수송 carrier 선택문제에서 기
존의 해법이 산업공학측면(자재특성등)만을
고려한것과는 달리 비용과 납기등을 개선하는

<표 8> The Solutions on the Alternative 2 Cost

		(10,000 Won)					
Total Logi. Cost : 468,279		Total Delivery Rate : 99.8%					
Total Tran. Cost	Carrier-Name	TC	FC	(De. , Sa. , Tax)	VC	(Fuel , Rep.)	
91,446	Cart 1	1642	1642	(22 1620	)	(	)
	Cart 2	1642	1642	(22 1620	)	(	)
	Fork 1	6853	5135	(320 4800	15)	1718 (1684	34)
	Fork 2	6850	5145	(330 4800	15)	1705 (1671	34)
	Fork 3	6869	5145	(330 4800	15)	1724 (1690	34)
	Fork 4	6915	5147	(332 4800	15)	1768 (1734	34)
	Crane 1	7232	5312	(789 4500	23)	1920 (1840	80)
	Crane 2	7293	5339	(814 4500	25)	1954 (1920	34)
	Truck	46150	(Rent)				
Total Inven. Cost	Inven.-Name	TC	Material	Part (Draw , Twist, ---)	Finish		
376,833	Copper	54024	13623	40401 (18451	21950	)	
	PE	1125	1125	(	-)		
	PVC	733	734	(	-)		
	Product 1	62862		47582 (	12450 -)	15280	
	Product 2	55141		41250 (	10256 -)	13891	
	Product 3	34796		25451 (	6545 -)	9345	
	Product 4	59636		45369 (	12511 -)	14267	
	Product 5	52847		40257 (	9452 -)	12590	
	Product 6	45669		35435 (	8500 -)	10234	
In-transit carrying cost							
Aver. Delivery Rate	Product-Name	Delivery-Rate					
99.8 %	Product 1	100.0 %					
	Product 2	100.0 %					
	Product 3	99.5 %					
	Product 4	100.0 %					
	Product 5	100.0 %					
	Product 6	99.4 %					
TC:Total Cost, FC:Fixed Cost, De:Depreciation, Sa: Salary VC:Variable Cost Rep : Repair Cost							

대안을 만들고 하였다. 또한 지능화된 의사 결정지원시스템으로 다양한 수송모형을 선택하고 해(solution)를 도출하는 과정을 까지를 포함한 프로토타입을 구축하였다. 최초로 in-out bound를 통합하여 물류수송 모델 중 류의 효율적인 탐색을 위해 트리(Tree)형식의 추론사슬을 사용하였고 데이터carrier를 선택하는 메뉴방식의 IDSS prototype을 개발했다. 베이스관리, 시뮬레이션, 모델베이스등의 기법을 성공적으로 전문가시스템에 접목했다. 연구의 한계는 수송장비에만 국한하여 장차, 탈착, 작업(로버트) 등의 연구에 연계

<표 9> Results of fleet planning in constructive approach

Alternative	Total cost(1000/Won)	Total delivery rate(%)
Alternative 1(5,5)	4,721,229	99.8
Alternative 2(4,5)	4,673,423	99.8
Alternative 3(3,5)	4,642,251	99.4(X)
Alternative 4(5,4)*	4,659,801	99.8
Alternative 5(5,3)	4,619,293	99.5(X)
Alternative 6(4,4)	4,623,073	99.6(X)

<표 10> Summary of Two Approaches (1000/WON)

	Bench Marking Approach	Constructive Approach	Difference of both Approaches
Current System	4,697,992		
Carrier Number Selection	4,682,791	4,659,801	22,990

하지 못했다. 앞으로 추론사슬의 개선, 데이터베이스의 확충, 모든 모델 베이스의 개발 등에 대한 지속적인 연구가 요망되며 보다 사용자위주의 범용성 소프트웨어의 개발이 필요하다. 아울러 학습능력을 가진 엔진의 개발로 진정한 의미의 지능화가 필요하다고 사료된다.

<참 고 문 헌>

- 박양병, "물자취급장비 선정과 평가를 위한 지능화된 자문시스템", 경영과학, 1995년, pp 35-50.
- 이정원, "물류의 관리수단에 대하여", 물류연구, 1990, pp 88-96. 정성열, "수송수단 선택에 관한 연구", 물류연구, 1989, pp 119-128.
- 황인수, 클리퍼 5.2 유틸리티, 정보문화사, 1994.
- Angehrn, A.A. and H.J. Luthi, "Intelligent decision support systems: a visual interactive approach.", Interface, vol. 20, no. 6, 1990, pp.17-28.
- ART-IM in the Dos Environment, Inference Co., 1990.
- ART-IM EMACS Reference Manual, Inference Co., 1990.
- Bonczek, H.B. and C.W. Holsapple and A.B. Whinston, "A generalized decision support system using predicate calculus and network data base" Journal of Operations Research, vol 29, no 2, pp 263-281, 1980.
- Chen, J. L.; S.H. Sun and W.C. Hwang, "An intelligent database system for composite material selection in structural design.", Expert Systems with Applications, vol. 6, 1993, pp 159-168.
- Chen, Y.S. "An entity-relationship approach to decision support and expert systems." Decision support systems, vol. 4, 1988, pp 225-234.
- Cochran, J.K. and M.T. Chen, "An integrated multicomputer DSS design for transport planning using embedded computer simulation and database tools.", Decision Support Systems, vol. 7, 1991, pp 87-97.
- Date, C., An Introduction to Database Systems, Addison Wesley, 1983.
- Doukidis, G.I. "Decision support system concept in expert systems: an empirical

- study.", *Decision Support Systems*, vol. 4, 1988, pp 345-354.
- Ehrenberg, D., "Expert systems for inventory control." *Decision Support Systems*, vol. 6, 1990, pp 293-298.
- Ghiaseddin, N.; K. Matta and D. Sinha, "The design of an expert system for inventory control.", *Expert Systems with Applications*, vol. 1, 1990, pp 359-366.
- Gulati, D. and M. R. Tanniru, "A model-based approach to investigate performance improvements in rule-based expert systems.", *Decision Sciences*, vol. 24, 1993, pp 42-59.
- Kadaba, N.; K. E. Nygard and P. L. Juell, "Integration of adaptive machine learning and knowledge -based systems for routing and scheduling applications.", *Expert Systems with Applications*, vol. 2, 1991, pp 15-27.
- King, D., "Intelligent decision support: strategies for integrating decision support, database management, and expert system technologies.", *Expert Systems with Applications*, vol. 1, 1990, pp 23-48.
- Kusiak, A., "Artificial intelligence and operations research in FMS" *Information system and operation Research*, vol. 25, pp 2-12, 1987.
- Law, A. M. and W. D. Kelton, *Simulation Modeling & Analysis*, McGraw-Hill, 1991.
- Mallach, E. G. *Understanding Decision Support System and Expert System*, IRWIN, 1994.
- Matson, J. O. and S. R. Swaminathan, "EXCITE: Expert consultant for in-plant transportation equipment.", *International journal of production research*, vol. 30, no. 8, 1992, pp 1969-1983.
- Methlice, K. *Expert System: A Decision Support Approach with applications in management and finance*, Addison Wesley, 1990.
- Murphy, F. and E. Stohr, "An intelligent support for formulating linear programming.", *Decision Support Systems*, vol. 2, 1986.

Prisker, A.A. and R.D. Hammesfahr, heuristic search approach to facility layout.", International journal of production research, vol. 32, no. 1, 1994, pp 141-160.

Shannon, R.E., System Simulation: The Art and Science, Prentice Hall, 1975.

Simon, H. The New Science of management Decision, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1977.

Rao, H.R.; R. Sridhar and S. Narain, "An active intelligent decision support systems-Architecture and simulation.", Decision Support Systems, vol. 12, 1994, pp 79-91.

Robert, I.L. and E. Barry, Knowledge-based systems for management decision, Prentice Sirinaovakul, B. and P. Thajchayapon g, "A knowledge based to assist a

Turban, E. Decision Support Systems and Expert Systems, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1995.

Turban, E. and R. Trippi, "Intergrating expert system and operations research: a conceptual framework.", Expert Systems with Applications, vol. 1, 1990, pp 335-343.

Turban, E. and P.R. Watkins, "Integrating expert systems and decision support systems.", MIS Quarterly, June, 1986, pp 121-135.

◆ 저자소개 ◆**◆ 고 광선(Ko, Kwang-Sun)**

전남대학교 경영학과를 졸업하고, 동 대학원 경영학과 생산관리전공 석사, 박사를 수료했다. 현재 여수대학교 수산경영학과 교수로 근무하고 있다. 관심분야는 TQM, 전략경영등 이다.

◆ 이 준석(Lee, Jun-Suk)

고려대학교 경영학과를 졸업하고, 동 대학원 경영학과 생산 및 MIS 석사및 박사 학위를 취득했다. 현재 여수대학교 산업정보학과 전임강사로 근무하고 있다. 관심 분야는 지능적 의사결정 지원시스템, 물류자동화, 전자상거래등 이다.