

국내외 배차계획시스템의 연구 현황 및 추후 과제

The State of the art and Future Research Subjects of Vehicle Fleet Scheduling System in Korea and Foreign country

박영태 · 강승우

(동의대학교 무역학과 조교수·홍익대학교 과학기술연구소 연구원)

< 目 次 >	
I.	序論
II.	配車計劃시스템의 概念
III.	配車計劃시스템의 現況
IV.	追後課題
V.	結論
< 參考文獻 >	

As the logistics industrial environment becomes more complex and its scale becomes increase, the vehicle fleet scheduling system has become recognized the necessity as a major strategy in the logistics field. The vehicle fleet scheduling system is computerized package that find the vehicle routes and schedules to accomplish the required service to customers using vehicles. This paper introduces the state of the art of vehicle fleet scheduling system in Korea and foreign country and the future research subject are presented.

Key words : vehicle fleet scheduling system

I. 序論

현 수배송환경의 특징은 정보통신기술의 발달로 전자상거래의 확산, 대형할인점 등 신 업태의 증가로 인해 물류서비스의 수요가 다양해지면서 배송서비스가 증가하고 있다. 따라서 기업마다 처리해야될 물동량이 증가함에 따라 물류비용도 증가하고 있는 추세이다. 특히 근래 교통체증으로 인한 차량운행회전율의 저하로 수·배송비의 증가는 전체 물류비 상승의 주 요인으로 대두되고 있다. 이에 따라 물류비 중 수배송비의 효율적인 관리를 위해 배차와 관련된 일련의 활동인 배차계획을 효율적으로 수립하여 주는 배차계획시스템이 절대적으로 필요하게 되었다. 배차계획을 수립하는 것은 현실상황의 다양한 배차계약조건들을 고려하여 수요처에 대한 차량의 방문순서와 시각을 결정하는 일과 최적의 차량운행 스케줄을 결정하는 것이라 할 수 있다.

실제 배차계획을 다룬 연구는 Clark and Wright(1964)에 의한 연구를 비롯하여 지난 40여 년 간 다양한 배차계약조건 등을 고려한 무수히 많은 연구가 있어왔다. 이러한 연구는 Bodin *et al.*(1983)의 조사 논문에서도 잘 나타나 있다. 그러나 이러한 수많은 연구에도 불구하고 국내외적으로 배차계획 컴퓨터프로그램 패키지인 배차계획시스템의 개발은 다소 미흡한 상태이다. 최근에 와서야 정보통신기술의 발달로 배차계획시스템 개발 시, 배송경로를 최적화하는데 필수적인 자료인 각 거점의 위치좌표와 거점간의 거리데이터가 거점의 위치 변동 시 데이터의 유지관리를 위한 비용과 시간이 다소 소요되었지만 GIS(Geographic Information System) 등을 활용하여 방문거점의 위치와 거점간 거리정보의 유지 및 보수를 용이하게 하게 되었고, 자동으로 작성된 배송경로계획을 시각적으로 검토해 볼 수 있게 되어 배차계획시스템의 개발이 활기를 띠게 되었다.

따라서, 본 연구에서는 배차계획시스템의 국내외 학계의 연구논문 및 개발업체에서 개발한 패키지의 조사를 통해 국내외 배차계획시스템의 연구 및 개발 현황에 대해 개관하여 보고 향후 연구 및 개발방향에 대하여 고찰하여 보고자 함이 본 논문의 목적이다.

II. 配車計劃시스템의 概念

배차계획을 수립하는 것은 현실상황의 다양한 배차계약조건들을 고려하여 수요처에 대한 차량의 방문순서와 시각을 결정하는 일과 최적의 차량운행 스케줄을 결정하는 것이라 할 수 있다. 특히, 현실상황에서 배차문제를 해결하기 위해 고려

하고 있는 제약상황은 무수히 많은데, 그 중에서도 가장 일반적으로 고려되어지는 제약조건들은 하기와 같다. 실제 이러한 제약조건의 문제는 Danzig와 Ramser(1959)에 의해 소개된 이래 40여 년 간 현실상황에 존재하는 다양한 배차 제약조건 등을 고려한 다양한 배차문제들에 대해 많은 학자들에 의하여 다양한 수리모형과 해법들이 연구되어져 왔다. 대표적으로 Bodin et al.(1983), Bodin과 Golden(1981), Schrage(1981)는 배차문제와 관련된 특성요인에 따라 그 문제 형태가 다양함을 제시하였는데, 그 특성 요인에 따라 제약조건들을 정리해 보면 <표 1>과 같다.

그러나 최근 더욱 복잡해진 배송환경 및 고객 요구의 다양화로 <표 1>에서 언급한 제약조건 외에 더욱더 많은 제약조건들이 고려되고 있다. 이와 함께, 일반적으로 고려되어지는 제약조건들은 다음과 같다.

- 제품의 특성 및 배송환경의 특수성에 따른 배송기간
- 수요처의 지리적 상황이나 개별적인 특수성에 따라 방문차량의 진입에 따른 최대 진입차종 고려여부
- 진입차량도입에 따른 배송을 마친 차량의 차고지로의 귀환여부
- 차량의 효율을 높이기 위한 다회전 배송

따라서 배차계획시스템은 위에서 언급한 제약조건들을 고려한 차량경로계획 알고리즘을 통해 최적의 차량경로를 자동으로 산출하여 주는 컴퓨터프로그램 패키지가 될 수 있다.

<표 1> 배차계획문제의 특징

특징	대안옵션
목 적 합 수	
<ul style="list-style-type: none"> · 총 운행 비용의 최소화 · 고정비와 변동비의 합계를 최소화 · 소요차량수의 최소화 · 서비스나 편리성에 입각한 효용함수의 극대화 · 고객우선순위에 입각한 효용함수의 극대화 	
제 약 조 건	
차고지수 (Housing of Vehicles)	<ul style="list-style-type: none"> · 단일 차고(single depot) · 복수 차고(multiple depot)
차량수 (Size of Available Fleet)	<ul style="list-style-type: none"> · 단일 차량(one vehicle) · 복수 차량(multiple vehicle)
차종 (Type of Available Fleet)	<ul style="list-style-type: none"> · 동일 종류(only one vehicle type) · 다른 종류(multiple vehicle types) · 특수차량(compartmentalized, etc)
수요형태 (Nature of Demands)	<ul style="list-style-type: none"> · 확정적(deterministic) · 확률적(stochastic)
수요위치 (Locations of Demands)	<ul style="list-style-type: none"> · 지점(node) · 도로(arc) · 혼합(mixed)
네트워크형태 (Underlying Network)	<ul style="list-style-type: none"> · 무방향(undirected) · 유방향(directed) · 혼합(mixed)
차량적재용량 (Vehicle Capacity Restrictions)	<ul style="list-style-type: none"> · 모든 차량이 같음(all the same) · 같지 않음(different vehicle capacities) · 제한 없음(unlimited capacity)
특정지점에 도착할 시간 (Time Windows)	<ul style="list-style-type: none"> · 특정 시간(fixed time) 미리 지정 · 상하한(time window) 시간지정 · 지정 없음
차량경로의 최대 연속운행 시간 (Maximum Route Times)	<ul style="list-style-type: none"> · 모든 차량이 같음(same for all routes) · 같지 않음(different for different routes) · 제한 없음(unlimited capacity)
작업내용 (Operations)	<ul style="list-style-type: none"> · 상차(pickups only) · 하차(delivery only) · 상하차(pickup and delivery) · 분할배달(split delivery) 허용유무
비용 (Cost)	<ul style="list-style-type: none"> · 변동비 또는 운행비 · 고정 운영비 또는 차량 구입비 · 공공 교통요금

Ⅲ. 配車計劃시스템의 現況

배차계획시스템 초기의 제품에는 IBM의 배차계획프로그램(Vehicle Scheduling System)과 대중교통 승무원 승무계획을 위한 RUCUS 등이 있다. 그 후 특정상황의 배차계획문제를 해결하기 위한 시스템의 연구 및 개발이 이루어 졌는데, 그 대표적인 예로 스쿨버스 운행계획시스템(chen and Kallsen), 대중교통버스 운행계획시스템(Newton and Thomas), 관광버스배차계획시스템(박순달 외), 신문발송계획시스템(송성현 외) 등이 있다. 이러한 시스템은 특정한 배차상황에만 적용할 수 있고 효율적인 데이터베이스시스템 및 정보기술의 부재로 효용성 및 범용성이 떨어지는 단점이 있다. 사실 차량의 효율적인 운행계획을 세우기 위해서는 각 거점의 위치데이터 및 각 거점간의 거리 데이터가 중요한 바, 이는 데이터의 유지관리에 많은 시간과 비용이 소요되기 때문이다. 뿐만 아니라, 근래에는 정보통신기술의 발달 및 컴퓨터 언어의 구현 용이성으로 인해 범용성을 고려한 시스템의 개발이 활기를 띠고 있다. 이에 다음 절에서는 국내외의 범용성을 고려하여 연구, 개발된 시스템에 대하여 소개하고자 한다.

1. 國外 現況

최근 들어 정보통신기술의 발달로 인해, 대부분의 패키지들은 정보기술을 활용한 배차계획시스템 개발이 활기를 띠게 되었다. 실제 대표적인 배차계획패키지는 Nemsys사의 RouteMate, LogicTool사의 LogicRoute, AppianLogistics사의 DirectRoute, Saitech사의 STARS, GIRO사의 GeoRoute, CapsLogistics사의 RoutePro, RouteSmarts사의 RouteSmarts 등이 연구, 개발되었다. 이러한 배차계획특성에 따른 대표적인 시스템 및 연구논문은 <표 2>와 같다. <표 2>에서 분석한 결과를 보면 대부분의 패키지들은 다양한 상황의 제약조건들을 고려하고 있고 정보통신기술을 잘 활용하고 있다. 또한 이러한 시스템들은 차량의 최적운행계획을 수립하고 있는데 가장 중요한 알고리즘 개발에도 개발업체 차체노력과 학계와의 연계로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 실례로 Hitachi사의 NEUPLANET은 인공지능기법 중의 하나라고 할 수 있는 유전자알고리즘을 활용하고 있고, ILOG사의 Dispatcher는 Cutting-edge Optimization 알고리즘을 이용하고 있다. 따라서, 문헌조사 중 개발업체에서의 패키지가 더 많이 사용됨을 알 수 있었다.

<표 2> 국외 배차패키지 특징

배송 패키지 또는 연구논문	특징															배송 환경	지도 유형
	배송특성													배송 환경	지도 유형		
	계약조건							평가기준									
	차고 지수	차량 형태	진입차종 고려	최대 운행거리 / 시간 고려	방문 시간 고려	배송 형태	차고 귀환 여부	배송 기간	다 회 전	비용	거리	시간	차량 수				
패 키 지	RoutePro	sd	mv		✓	d	r	s-d		✓	✓	✓			S	GIS	
	RouteSmarts	sd	mv	✓		d	r	s-d		✓					S	GIS	
	LogicRoutes	md	mv	✓	✓	p&d	r	s-d			✓	✓	✓	✓	S	GIS	
	Stars	md	mv		✓	d	r	s-d		✓	✓	✓			D	GIS	
	GeoRoute	sd	mv	✓	✓	p&d	r	s-d				✓	✓		S	GIS	
	RouteMate	md	mv	✓	✓	p&d	r	s-d		✓					D	GIS	
	DirectRoute	sd	mv	✓	✓	d	r	s-d		✓	✓	✓	✓		S	GIS	
	NeuPlanet	md	mv	✓		p&d	r	s-d		✓	✓		✓		S	GIS	
	Kouei	sd	mv	✓			r	m-d			✓				S	GIS	
	ILog Dis.	md	mv	✓	✓	p&d	r	s-d		✓	✓					GIS	
Dcart	md	mv	✓	✓	p&d	r	m-d		✓	✓		✓			GIS		
연 구 논 문	T&K	sd	mv			d	r	s-d		✓	✓				S	GIS	
	Cao	md	mv		✓	d	r	s-d		✓	✓				S	GIS	
	Keenan	sd	mv			d	r	s-d		✓	✓				S	GIS	

sd : single depot md : multi depot mv : multi vehicle ✓ : 고려함 d : delivery p : pickup r : 귀환 n : 비귀환 S : static D : dynamic

2. 國內 現況

국내에서는 최근 물류산업규모가 커져감에 따라 물류비용 또한 늘어가고 있다. 특히 수배송부문에서의 비용증가는 학계 및 관련기업에서 수배송 효율화를 위한 연구 및 배차계획전산시스템 개발로의 관심으로 치중되어지고 있다. 실제 일부 대기업을 중심으로 외국의 수배송시스템을 도입하여 시스템을 구축하고 있기도 하

다. 특히 최근 국내에서는 중소 ERP업체들의 배차계획시스템 개발이 활기를 띠고 있으나 아직까지는 초보적인 수준에 머무르고 있다. 이는 정보기술의 발달로 인한 GPS 등을 활용한 시스템들을 개발하고 있으나 차량의 최적운행계획을 위한 알고리즘에 대한 연구가 아주 미비하기 때문이다. 또한 학계에서도 이러한 알고리즘에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있으나, 정보기술을 활용한 시스템 개발은 아직 미진한 상황이다. 근래에는 DongaSeetech, Canas, ICONSOFT, KOSE, 통인 등 중견업체를 중심으로 택배분야에서 인터넷 및 이동통신 단말기를 활용하여 고객의 배송 주문을 받으면 주문이 발생한 인근지점에서 서비스중인 차량기사에게 업무가 할당되는 시스템을 구축하는 업체들이 활기를 띠고 있다. 따라서 이러한 시스템의 효율을 높이기 위해서는 동적인 상황에서의 집배송 상황의 알고리즘의 연구가 필요하다.

<표 3> 국내 배차패키지 특징

배송 패키지 또는 연구논문		특징													배송 환경	정보통신 기술 연계	
		배송특성											배송 환경	정보통신 기술 연계			
		계약조건							평가기준								
		차고 지수	차량 형태	진입차종 고려	최대 운행 거리 / 시간 고려	방문 시간 고려	배송 형태	차고 귀환 여부	배송 기간	다회전	비용	거리					시간
패키지	Route Builder	sd	mv		✓		d	r	s-d			✓	✓			S	
	SLI Router	sd	mv	✓	✓	✓	d	r	s-d		✓					S	
연구논문	박&박	sd	mv	✓	✓		d	r	s-d				✓	✓		S	
	양&이	sd	mv			✓	d	r	s-d		✓		✓			S	
	황&류	md	mv		✓		d	r	s-d		✓	✓				S	
	신외	sd	mv	✓		✓	d	r	s-d	✓	✓					S	
	송&박	sd	mv	✓	✓	✓	d	r	s-d		✓	✓	✓	✓		S	GIS
	박&홍	sd	mv			✓	d	r	s-d				✓	✓	✓	S	
	함&이	sd	mv				p&d	r	s-d			✓	✓		✓	S	GIS/ GPS
	박&강	md	mv	✓	✓	✓	p&d	r,n	m-d		✓	✓	✓			S	GIS
	송&강	md	mv	✓	✓	✓	p&d	r,n	s-d		✓	✓	✓			S	GIS
	송외	sd	mv	✓	✓	✓	d	r	s-d					✓		S	
황외	md	mv		✓	✓	d	r	s-d		✓	✓				D	GIS	

sd : single depot md : multi depot mv : multi vehicle ✓ : 고려함 d : delivery p : pickup r : 귀환 n : 비귀환 S : static D : dynamic

IV. 追後課題

전 장에서는 국내외에서 연구된 논문과 업체에서 개발한 컴퓨터프로그램 패키지를 중심으로 기술하여 보았다. 특히 전 장에서 언급되지 못한 연구 및 시스템도 많으나, 본 연구에서 언급된 논문 및 시스템들은 대표적인 배차계획시스템의 대표적인 예라 할 수 있었다. 따라서 이러한 분석들을 바탕으로 추후 배차계획시스템의 연구 및 개발과제를 세분하여 정리하면 다음과 같다.

첫째, 다양한 상황의 배차문제를 해결 할 수 있는 범용성이 고려된 시스템을 개발하여야 할 것이다. 이는 현실에서 고려하는 다양한 배차계약조건 등을 모듈별로 개발하여 배차환경이 변경되었다고 해당모듈만 선택해서 실행할 수 있는 시스템을 개발해야 한다는 의미이다.

둘째, 배차계획담당자의 오랜 경험에서 터득한 배차계획방법을 반영할 수 있는 시스템을 개발하여야 한다. 이는 배차계획시 대부분의 해법은 설정된 배차환경을 수리모형을 이용하여 최적기법으로 풀거나 휴리스틱 기법으로 해를 구하여야 함을 의미한다. 기존의 배차계획시스템들은 현업의 실제 배차계획 시 발생하는 특수한 경우의 상황들은 반영하지 못하고 있어, 현업의 시스템에 적용 시 배차계획담당자들로부터 호응을 얻지 못하고 있는 실정이다. 반면 전문가의 의견이 반영된 전문가시스템에 대한 연구 및 개발이 타 분야에서는 활발히 이루어지고 있으나 배차계획시스템에서는 몇몇 연구가 보이기는 하지만 미비한 상황이다. 따라서 상기의 문제점들을 반영한 알고리즘설계 및 배차계획담당자의 지식을 효율적으로 관리할 수 있는 데이터베이스 설계가 절대적으로 필요하다.

셋째, 차량의 적재함에 물품을 효율적이면서도 현실적으로 적재 가능한 적재계산모듈의 개발 및 시스템과의 연동이 필요하다. 이는 실제 현업에서 물품 적재 시 적재방법에 따라 적재할 수 있는 물품의 수량과 적재부피가 달라짐을 의미하는 바, 다품종이고 혼합적재인 경우에는 더욱 그러함을 알 수 있다. 또한 대부분의 시스템들은 작업자의 유동성 있는 적재방법을 반영하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 적재방법을 효율적으로 시뮬레이션 할 수 있는 모듈의 개발 및 배차계획시스템과의 연동이 필요하다.

넷째, 다양한 상황의 배차계획문제 및 새로운 상황의 배차계획문제를 효율적으로 해결할 수 있는 배차계획 알고리즘의 추가적인 연구, 개발이 필요하다. 예를 들면 최근 인터넷쇼핑몰 및 홈쇼핑 시장의 규모가 커짐에 따라 택배업체의 배송물량이 폭발적으로 증가하고 있다. 반면 매체로만 상품에 대한 정보를 얻는 고객들이 물품수령 시 불만족도가 증가함에 따라 반품에 대한 요청도 증가하여 배차계획시, 차량 운영계획의 중요한 요소가 되어 효율적으로 차량을 운영할 수 있는 알고리즘이 필요하게 되었다. 그리고 각 업체는 지입차량을 도입하고 있는 추세여

서 각 고객에게 서비스를 마친 차량은 차고지로 귀환하지 않고 차량기사의 집으로 퇴근해도 무방하게 되었다. 그러나 대부분의 연구는 서비스를 마친 차량은 차고지로 귀환하는 경우가 대부분이었다. 따라서 귀환하지 않는 경우의 배차계획문제와 귀환하는 경우, 자차와 지입차를 동시에 사용하는 경우에 귀환하는 경우와 귀환하지 않는 경우가 혼재하는 배차계획문제를 효율적으로 해결하기 위한 알고리즘의 연구, 개발이 필요하다.

다섯째, 배차계획시스템의 개발업체와 학계와의 연계이다. 국외에서는 비교적 잘 이루어지고 있으나 국내에서는 잘 이루어지고 있지 않다. 실제 학계에서는 배차계획을 효율적으로 설정하기 위한 알고리즘에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있는 반면 GIS/GPS 등과 같은 정보기술의 활용도는 떨어지고 있다. 반대로 개발업체에서는 자본을 투입하여 정보기술들을 활용하고 있으나 알고리즘에 대한 개발은 극히 초보적인 수준에 머무르고 있다. 따라서 학계와 개발업체간의 협력관계는 보다 효율적인 시스템을 개발할 수 있을 것이다.

여섯째, 국내 실정에 맞는 시스템의 개발이 필요하다. 상기의 제3장에서도 언급했듯이 외국의 패키지들은 외국의 도로사정을 감안하여 볼 때 진입차종에 대한 연구는 전무한 실정이지만 국내에서는 시내도로의 복잡성으로 인해 진입차종고려여부가 매우 중요한 부분이다. 따라서 국외와 국내의 배송환경은 반드시 같지 않음을 주지할 필요가 있다. 실제 국내의 업체들은 많은 비용을 들여 외국의 패키지를 들여와 국내배송업체에 적용하고 있는 형편이고 국내의 대부분의 개발업체도 외국의 패키지를 들여와 각 업체에 맞게 커스터마이징 작업을 하고 있는 실정이어서, 인해 외국의 개발업체들은 많은 수익을 창출하고 있다. 따라서 국내 여건에 맞는 배차계획시스템의 개발이 필요하고 고가인 외국패키지의 도입이 어려운 중소기업체에서도 쉽게 도입할 수 있는 패키지 개발이 필요하다.

V. 結論

본 연구에서는 국내외로 연구, 개발되어진 배차계획시스템에 대해 조사, 분석하여 보았고, 특히 국내의 배차계획시스템 분석에서는 학계 및 개발업체로 구분하여 연구논문 및 패키지의 현황을 조사 분석하여 보았다. 뿐만 아니라, 향후 배차계획시스템의 연구, 개발시의 과제에 대해서도 고찰하여 보았는바, 추후에는 새로운 정보통신기술과의 지속적인 연계가 필요함을 알 수 있었다. 또한 현재 배차계획시스템을 도입하려는 업체에서는 이러한 정보기술을 활용하기 위해 많은 비용을 부담하여야 하는 실정이었다.

따라서 배차계획시스템의 활용성을 높이기 위해서는 정보통신기술 도입시 적정한 비용대안이 필요하였고, 타 시스템과의 연계도 더욱 필요하였다. 즉 자재를

구매하는 계획, 구매한 자재를 생산하는 생산계획, 생산한 제품을 고객에게 배송하는 배송계획, 재고를 효율적으로 관리하는 재고계획 등으로 이루어진 SCM(Supply Chain Management)을 도입한다면, 각 시스템간의 유기적인 연계가 더욱 바람직한 결과를 얻을 수 있을 것이라 사료되었다.

< 參 考 文 獻 >

- 라연주·송성현·박순달(1992), “제품수송을 위한 일일 배차계획시스템의 개발”, 「전산활용연구」, 5(1), pp.27-48.
- 박병춘·박종연(1998), “효율적 수배송을 위한 배차계획시스템의 개발”, 「산업공학회지」, 11(1), pp.67-74.
- 박순달·정봉주·장병만(1987), “관광버스 배차계획 Software(TBS)”, 「한국경영과학회지」, 4, pp.99-108.
- _____. 송성현(1984), “수송배차업무 전산화개발에 관한 연구”, 「Report of the Research Institute of Industrial Science」, Vol.7, No.1.
- _____. 송성현·조성준(1984), “제품배달 배차문제”, 「대한산업공학회지」, Vol.10, pp.47-53.
- 박양병·홍성철(1998), “배차계획을 위한 대화형 의사결정지원시스템”, 「한국경영과학」, 15(2), pp.201-210.
- _____(1997), “시간대 및 구역의존 차량이동속도를 고려하는 다목적 차량일정문제 : 일정 계획해법과 전문가시스템”, 「대한산업공학회지」, Vol.23, No.4, pp.621-633.
- 박영태·강승우(2002), “수배송효율화를 위한 물류정보시스템 개발에 관한 연구”, 「유통정보학회지」, 제5권, 제2호, 한국유통정보학회.
- 송성현·강승우(2001), “전자수치지도를 이용한 배차지원시스템 개발 및 활용”, 「IE Interfaces」, Vol.14, No.1, pp.39-46.
- _____. 박석용(1999), “GIS맵을 이용한 대화형 배차지원시스템의 개발”, 「로지스틱스연구」, 7(1), 183-198.
- 신재울·김내현·임석철·이명호(1999), “최적 배차계획수립을 위한 자동배차시스템의 설계 및 개발”, 「대한산업공학회/한국공업경영학회 추계공동학술대회 논문집」, pp.158-162.
- 양병희·이영해(1994), “다목적 최적화를 고려한 배차계획시스템”, 「한국경영과학회지」, 19(3), pp.63-79.
- 함승훈·이문규(1999), “GIS와 GPS를 이용한 배달/수거 물류관리시스템”, 「IE Interfaces」, Vol.12, No.4, pp.557-566.
- 황홍석·김호균·조규성(2002), “GIS기반의 실시간 통합화물운송시스템계획에 관한 연구”, 「경영과학」, 제19권, 제2호, pp.75-90.
- _____. 류정철(1999), “시간 제한을 가지는 다물류센터의 최적차량운송계획모델”, 「대한산업공학회/한국공업경영학회 추계공동학술대회 논문집」, pp.766-771.

- Bodin, L., Golden, B., Assad, A. and Ball, M.(1983), "Vehicle Routing of Vehicles and Crews: The State of the art", 「Computers and Operations Res.」, Vol.10, No.2.
- C.D. Tarantilis and C.T. Kiranoudis(2002), "Using a spatial decision support system for solving the vehicle routing problem", 「Information & Management」, Vol.39, pp.359-375.
- Chen and Kallsen and snider(1988), "School Bus Routing and Scheduling : An Expert System Approach", 「Computers industrial Engineering」, Vol.15, No.1-4, pp.179-183.
- Clarke, G. and J.W.Wright(1964), "Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points", 「Operations Research」, Vol.12, pp.568-581.
- D.Eisenstein and A.V.Iyer(1997), "Garbage Collection in Chicago : A Dynamic Scheduling Model", 「Management Science」, Vol.43, No.7, pp.922-933.
- D. Sariklis and S. Powell(2000), "A heuristic method for the open vehicle routing problem", 「Journal of the Operation Research Society」, Vol.51, pp.564-573.
- D.S.Chen and A. Kallsen and H.Chen and V.C.Tseng(1990), "A Bus Routing For Rural School Districts", 「Computers industrial Engineering」, Vol.19, No.1-4, pp.322-325.
- Peter B. Keenan(1998), "Spatial decision support systems for vehicle routing", 「Decision Support System」, Vol.22, pp.65-71.
- Swersey, A.J. and W.Ballard(1984), "Scheduling School Buses", 「Management Science」, Vol.30, pp.884-853.
- Tung DV and Pnnoi A(2000), "Vehicle Routing and Scheduling for waste collection in Hanoi", 「Transportation」, Vol.125, No.3, pp.449-468.
- Weigel D Cao(1999), "Applying GIS and OR techniques to solve sears technician-dispatching and home delivery problems".