

프로세스 재정립을 통한 레미콘 운송 효율화에 대한 사례연구

이원동¹ · 이영훈^{2*}

¹한국사이버물류(주) / ²연세대학교 컴퓨터산업공학부

A Study on Process Improvement of the Ready-Mixed Concrete Truck's Transportation Using GPS

Won Dong Lee¹ · Young Hoon Lee²

¹Korea Cyber Logistics, Seoul, 138-040

²School of Computer Science and Industrial Engineering, Yonsei University, Seoul, 120-749

Ready-Mixed Concrete transportation business has been managed by the manual operation and intuitive decision making. This study is on the process improvement on ordering process, and allocation/transportation of trucks commuting between the batching plant and construction sites. Processes of order collection, job dispatch and allocation, and on-time-delivery are analysed and improved. The logistics control system, with GPS system, was developed and implemented based on the reconstructed processes. Performances are evaluated after improved business process and logistics system was applied, and it is shown that waiting time loss is decreased by 55%, and that efficiency is increased by 15%.

Keywords: transportation, GPS, logistics

1. 서론

국가차원에서 경쟁력을 높이기 위하여 국가 물류 인프라 구축이 우선 과제로 언급되고 있는 시점에서 공차(空車) 정보, 물류알선 정보 등을 이용한 연구들이 속속 진행되고 있다. 레미콘(Ready Mixed Concrete: 이하 레미콘) 운송산업의 현장에서도 물류비를 절감하기 위하여 자사(自社)의 운송업체를 두거나 전문 용역업체에 운송을 맡기는 등 변화를 모색해 왔고, 자차(自車) 운송방식에서 지입(持立)차 방식으로의 발전을 추구해 왔다. 특히 21세기 디지털 정보시대에 접어들어 운송의 효율성 향상을 위한 정보의 과학적 활용에 관심이 초점이 모아지면서, 지금까지의 운송 형태를 벗어나 새로운 정보 활용을 통한 시

스템 운영이 절실히 강조되고 있다. 더구나 현실적으로는 레미콘 운송에 있어서 기업간 과도한 공급경쟁, 수시로 변화되는 현장 상황, 배차의 불공정성에 따른 레미콘트럭 기사들의 불평과 차량 운행의 효율 저조, 그리고 고객이 원하는 시간에 레미콘이 도착하지 않는 등의 불만요소들이 산재해 있다.

본 연구에서는 현장 상황 및 레미콘 차량의 작업 공정 상태, 예정주문을 시스템적으로 분석·처리하여 효율적인 배차 스케줄을 연구하고 개선하여 과학적이고 합리적인 레미콘 운송 통제 시스템을 개발하여 운송 트럭의 회전율을 향상시킴으로써 운송비를 절감하는 것은 물론, 고객에게 전달되는 물류시간을 최소화함으로써 고객만족을 향상시키고, 차량기사들의 고질적인 불만사항인 공정한 배차문제를 해결하는 것을 궁극

* 연락처자 : 이영훈 교수, 120-749 서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 컴퓨터산업공학부, Fax : 02-364-7807,

e-mail : youngh@yonsei.ac.kr

2002년 11월 접수, 2회 수정 후 2003년 1월 게재 확정.

적인 목적으로 삼고 있다.

2. 기존연구 및 적용사례

수/배송에 관련된 프로세스를 분석하고 이를 개선, 재정립하고 정보 시스템화한 사례가 많지 않으나, 프로세스 개선 측면에서의 관련 연구는 일부 발표되고 있다. Lee *et al.*(2002)는 우편 물류의 분류 및 수/배송, 배달에 관련된 프로세스 전반에 대한 분석을 실시하고 이를 우정정보 통합 시스템으로 개발하기 위한 설계를 제안하였다. 우편물류가 처해 있는 환경 및 경쟁관계를 분석하여 현재 진행되고 있는 프로세스를 근본적으로 혁신하는 새로운 개념의 프로세스 및 이를 실현할 수 있는 정보 시스템의 구조, 각종 필요 모듈을 제시하였다. Myung *et al.*(2000)은 농산물의 유통에 대한 공급사슬 경영 프로세스 모델을 제시하였다. 주요 핵심 업무 프로세스를 도출하고 현상을 분석한 후 각 부문별 체계에 적합한 프로세스를 제시하였다. 또한 이에 구현할 시스템의 구조, 하드웨어 및 네트워크의 구조를 설계하였으나 실제 시스템화한 내용을 소개하지는 않았고, 실제 이 과정은 많은 시간을 필요로 할 것으로 보인다. Seo *et al.*(1999b)는 통합물류 시스템 구축을 위한 워크플로의 프레임워크를 페트리네트 기반으로 제시하였으며, Seo *et al.*(1999a)은 컨테이너 화물을 중심으로 한 항만 수출입 물류 프로세스의 효율화 방안을 제시하였다.

프로세스를 분석하는 가운데 제시된 문제를 수리적 기법을 이용하여 해법을 제시한 사례로는 차량경로문제에 대한 발견적 해법(No and Yea, 1996), 대화형 배차계획에 대한 연구(Park and Hong, 1998), 특급 우편배달 업무에 관한 연구(Youn *et al.*, 2002), 컨테이너 화물수송을 위한 차량배차에 대한 연구(Ko *et al.*, 2000), 인터넷 종합 쇼핑몰에서의 배송정책에 대한 연구(Lee and Park, 2001), Seo and Kwak(2001)의 공 콘테이너의 재배치 및 보충정착수립을 위한 시뮬레이션 사례 등을 들 수 있다.

운송차량의 운송통제체계에 적용되는 대표적인 신정보기술로는 GPS(Global Positioning System : 지리측정 시스템)를 들 수 있으며, GIS(Geographic Information System : 지리정보 시스템)와 GPS가 통합되어 ITS(Intelligent Transport System : 지능형 교통 시스템)의 부체계인 CVO(Commercial Vehicle Operation : 첨단 화물운송 시스템)에 적용되고 있다(An and Byun, 1998). 이러한 교통정보 시스템을 이용하게 되면 자주 이용하지 않는 경로, 더 긴 통행시간의 정보에 대해서 이용자의 만족도가 커지게 된다. GIS와 GPS에 관한 연구개발은 1960년대 말 이후 시작되었으나 1970년대까지는 기술적인 어려움과 높은 비용으로 인하여 별로 큰 주목을 받지 못하였다. 그러나 1980년대 중반 이후 컴퓨터 하드웨어의 가격이 크게 하락하고 전산처리 능력이 급격히 향상됨에 따라 기술적·경제적 측면에서 타당성을 인정받게 되었고, 결과적으로 GIS의 수요가 폭발적으로 증가하게 되었다. 현재 GIS와 관련되어 ARC/INFO, Mapinfo, GeoBase,

Microstation 등 많은 상용 소프트웨어들이 개발되어 상업용으로 시판되고 있어 기술의 안정화 단계에 도달해 있다고 할 수 있다. GIS와 GPS를 기반으로 한 효율적인 수/배송 시스템에 관한 연구는 현재 활발하게 진행되고 있는 것으로 알려지고 있는데, GIS/GPS를 이용한 소화물 배달/수거 물류 시스템(Ham and Lee, 1999), GIS를 이용한 물류 네트워크의 최적화(Park *et al.*, 2000) 등의 연구들이 있다.

GIS/GPS를 이용하여 효율적인 수/배송 시스템을 구현하기 위해서는 GIS 데이터베이스가 충분히 구현되어 있어야 한다. 우리나라의 경우는 이러한 필요성에 따라서 1995년부터 GIS가 활발히 보급되기 시작하였다. 현재 국토 전체의 정보를 수치 지도화하는 사업을 추진중이며, 국내 대부분의 지방자치단체 및 공공기관이 GIS 사업을 추진하고 있거나 계획하고 있고, 그 예산 및 연구사업도 해마다 증가하고 있는 실정이다. 또한 정보통신기술과 전자기술의 발달로 인하여 우수한 성능의 차량추적 시스템(AVLS : Automatic Vehicle Location System)들이 개발, 상용화되고 있기 때문에 앞으로도 GIS/GPS를 활용한 수/배송 시스템의 연구는 더욱더 활발하게 진행될 것이라고 예상된다. 또한 지능형 교통 시스템을 위한 정보통신기술은 계속해서 다양하게 발달하기 때문에 GIS/GPS 뿐만 아니라 다양한 무선통신 매체를 통한 수/배송 시스템에 대한 연구도 계속 진행되어야 할 것이다. 외국의 사례를 살펴보면, 일본에서의 NTT도코모의 i모드 휴대전화를 이용한 배차 지원 시스템(Logistics Magazine, 2001), 미국에서의 위성 안테나를 탑재한 쌍방향 대화형 트럭 운송 시스템(Whistler, 1997) 등 다양한 통합 수/배송 시스템에 대한 다양한 연구를 하고 있는 것을 찾아볼 수 있다.

그러나 기존의 연구들은 거시적인 수/배송 시스템이거나 특정한 제품에 대한 배송 시스템에 대한 연구여서 레미콘 차량의 운송통제 시스템에 접목시키는 데는 한계가 있었다. 또한 수/배송 시스템의 특정문제에 대해 해법을 제시한 것으로 비즈니스 프로세스 전반에 대한 분석과 이에 대한 효율적인 개선을 제시하지는 않았다. 본 연구는 레미콘 차량 이용에 대한 주문, 배차, 작업진행 및 지속적인 효율성의 개선 등에 있어서 프로세스를 분석하고 개선하여 이를 정보 시스템화함으로써 프로세스 전반의 개선을 이루었다는 데 의의가 있다. 또한 세부 프로세스에 대해 개선 및 재구조화하여 작업 공정 상태 분석, 예정주문의 시스템적 처리 등으로 레미콘 차량의 효율적 배차 스케줄을 연구하고 개선하였기 때문에 과학적이고 합리적인 레미콘 운송통제 시스템으로 사용이 가능하도록 하였다. 특히 GPS 기술을 이용하여 배송, 배차 작업의 획기적인 발전을 기하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 3장에서 기존 업무 프로세스를 분석하여 문제점과 개선의 필요성을 제시하고, 4장에서는 주요 프로세스에 대한 개선책을 제시하였다. 5장에서는 새롭게 정립된 프로세스를 기준으로 정보 시스템화 한 내용과 이를 현장에 구현하여 얻은 결과를 주요 평가지수 관점에서 본

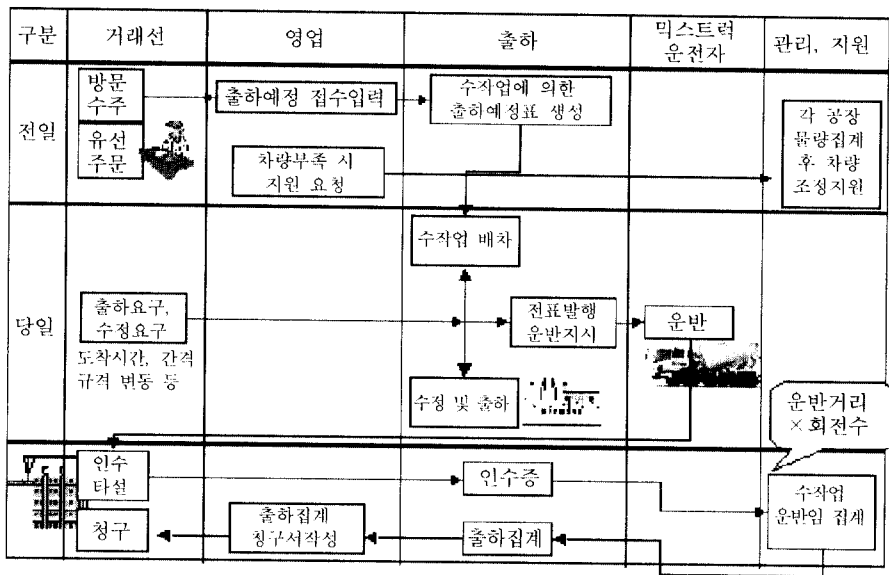


그림 1. 현재의 레미콘 운송통제 업무.

석하였다. 6장에서는 결론과 향후 과제에 대해 논하였다.

3. 프로세스 현황분석

본 연구의 대상인 S사의 경우 레미콘 운송통제 업무는 출하 관리, 운수 관리, 거래선 관리, 생산 관리 등 크게 4개 부문으로 나누어진다. 출하 관리에서는 출하 희망시간, 타설(打設) 장비 및 부위 등의 주문 파악과 이동 배차판에 등재, 생산규격, 간격에 따라 작업 의뢰, 레미콘 적재·회차 후 인수증 확인, 품질 사고시 품질요원에게 통보, 주문량 변경, 교통 상황, 차량상태 등에 따른 조치 등을 수행한다. 운수 관리리는 3개조로 운영되며, 조별 운행 차량수 및 시간을 조정한다. 거래선 관리는 출하 예정표에 의거 타설 여부 확인, 현장 상황 체크, 물량 요청시 거래선에 전화 확인 및 영업과에 연락하여 수주 후 출하진행 등을 점검한다. 생산 관리는 인원점검 및 생산공장(Batching Plant : 레미콘을 생산하여 트럭에 적재하는 곳) 점검을 수행한다(<그림 1>).

레미콘의 수주 및 출하 업무는 영업부 혹은 공장에서 직접적으로 주문을 접수·출하하는 방식을 사용하고 있으며, 출하 업무는 전일에 발생한 주문 수행과 당일 주문 변경으로 나누어진다. 출하는 전일 주문(익일 오후 6시까지 수주된 집계량)이 약 60%이며, 당일 발생 및 변경이 40% 정도로 이루어지고 있다. 레미콘은 반제품이라는 특성을 지니기 때문에 특정 시간 내에 목적지(건설현장)에 도착 타설하여야 한다. 그러나 특정 시간대에 출하가 몰려 주문량을 모두 소화해 내기가 쉽지 않으며, 체계적인 출하계획을 세우는데 어려움을 겪고 있다.

수주(주문처리) 프로세스의 문제점은 주문접수 부서의 분산으로 인한 정보 공유의 지연 및 정확도가 저하되어 있다는 점

이다. 주문접수 부서와 각 기능별 업무를 담당하는 공장이 분산되어 있어, 현장에 대한 작업 상황 정보, 작업(공사)시작 시간정보 등이 분야별 담당자에게까지 정보공유가 이루어지지 않아 기능별 업무의 연계성 부족이 심각하다. 또한 각 기능별 작업계획 수립으로 출하실과의 협조가 미비하고 주문 부서의 분산은 결국 각 기능별 작업계획의 수립으로 연결되어, 회사 전체적인 운송 효율적인 작업계획보다는 각 기능별 작업계획이 우선되는 현상이 있어 기능간의 조정이 어렵다는 점이다. 따라서 각 기능간의 정보공유가 늦어지다 보니 작업지연은 물론 차량, 인력의 효율적인 운영이 되지 않고 고객대응의 이중작업이 발생되고 있다. 또한 부정확한 계획에 의하여 피크타임(특정시간대의 집중 출하 요구)을 고려하지 않음으로써 궁극적으로 차량수급의 문제가 발생하게 된다.

레미콘의 운송출하(배차) 프로세스는 레미콘의 특성상 90분 내에 운송을 해야 함에 따라 S사는 12개 공장으로 분산, 운영하고 있다. <그림 2>는 운송출하 프로세스를 나타내고 있는데, 운송출하 프로세스의 문제점은 출하(배차)가 지역별로 차량관리 체제로 운영되어 차량운영의 효율성이 저하되고 있다. 다른 생산공장의 차량 부족시 유류차량의 지원이 불가능하고, 긴급차량 필요시 용차를 쓰는 비효율적인 운영을 하고 있다. 특히 공장장의 차량 분리 운영 및 배차담당 직원의 분산으로 상호 정보공유가 미흡하여 차량의 효율적인 운행이 이루어지지 않고 있다. 또한 배차 후 차량의 소재 파악이 어려워 동일 현장에 대한 상황 파악과 연속배차 운영을 통한 배차의 효율성 저하는 물론 현장의 도착 시간을 실시간으로 통보받기 어려워 고객 서비스의 질적 저하로 연결된다. 주행거리 및 운행 횟수 등의 운전자 개인별 운행실적이 출하요원의 수작업에 의해 배차결정에 반영되기 때문에 공정한 배차요구에 대한 운전기사들의 불만이 높다. 현장에서의 요구시간에 맞추어 레미

콘이 도착하지 않아 불만이 많은 것도 또 하나의 문제점이다. 이는 출하실 요원이 배차 상황판을 수작업으로 기록관리하며, 경험적 기술로 각 현장으로 분배 출하(배차)하고 있기 때문에 몇몇 현장을 체크하지 못할시 현장 작업이 중단되는 사례가 많다. 한 개의 공장 출하실에서 대응하는 건설 현장은 보통 60~80개이며 차량당 회전수는 7~10회전이 된다.

4. 프로세스 개선

4.1 수주 통합 프로세스

<그림 3>과 같이 중앙출하관제센터를 설립하여 수주의 일괄접수 및 각 공장별 소요차량계획을 수립하여 각 공장으로의 차량을 분배 및 출하하도록 하고 정보공유를 보장하도록 하였다. 중앙출하관제센터는 기존의 전화나 팩스뿐만 아니라 웹 시스템으로도 주문을 받을 수 있다. 이로써 24시간 항시 주문을 받을 수 있고, 기존의 고객뿐만 아니라 신규고객의 정보까지도 쉽게 얻을 수 있게 되었다. 출하 프로세스는 공사 현장에 공장별 차량상태(현장의 문제점 원인 분석)와 돌발 상황에 대한 대응상태를 파악하여 공장별 발생물량에 대한 차량지원

조정 및 통합관리에 의한 배차의 최적화에 있다.

4.2 차량 할당 및 배차

각 공장별 최적 소요 차량 수를 산정하는 프로세스를 부여함으로써 실시간으로 발생되는 수주에 대한 차량 소요계획에 반영하고, 각 운행 공정별 레미콘 차량의 운행시간을 관리하여 각 차량의 실 운행 효율을 제고할 뿐 아니라, MDT(Mobile Data Terminal : 차량정보단말기) 및 GPS를 활용한 현재위치를 파악하여 출하에 반영하도록 하였다. 또한 운반비 자동출력으로 수작업에 의한 비효율적인 업무를 배제하고, 시스템에 의한 자동공정배차로 운전기사의 불만을 해소하고, 구매자가 요구하는 정확한 시점에 배달되는 정시성(On Time Delivery)을 위한 방안도 함께 설계하였다(<그림 4>).

배차 운전자는 차량에 부착된 차량정보단말기(MDT)를 이용하여 현장도착/타설 완료/현장출발 등의 작업 공정 버튼을 누른다. 그러면 무선통신에 의하여 운전자별 운행일지가 자동생성된다. 이때 정보는 회전 수, 현장명, 출발시간, 도착시간, 거리, 공정별 소요시간 등 정보가 정형화되어 구성된다. 산출정보는 바로 운반비 정산(<그림 5>)에 활용되며, 이 정보를 이용하여 각 공정별 운행시간을 분석하고 <그림 7>과 같이 차

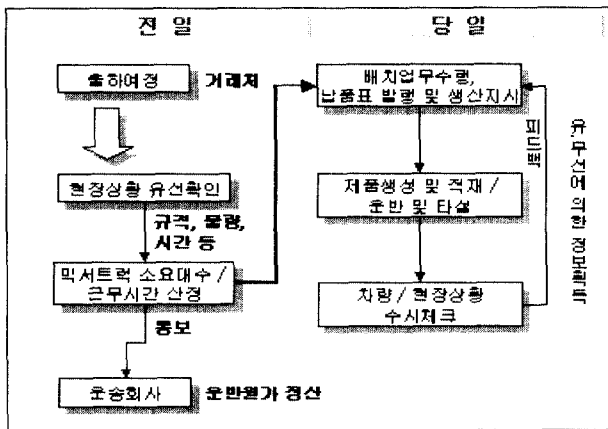


그림 2. 현재의 레미콘 수주 및 출하 프로세스.

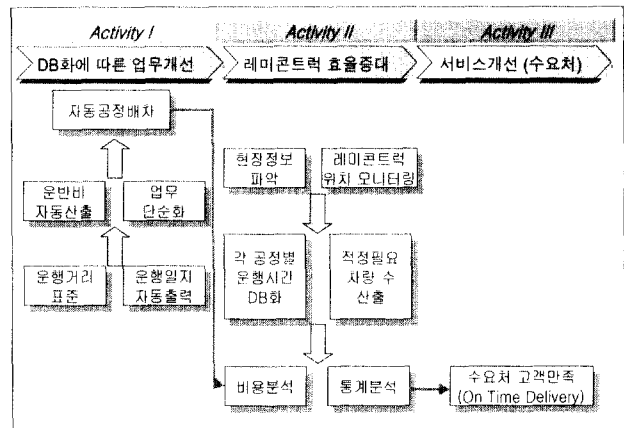


그림 4. 차량할당 및 배차 프로세스.

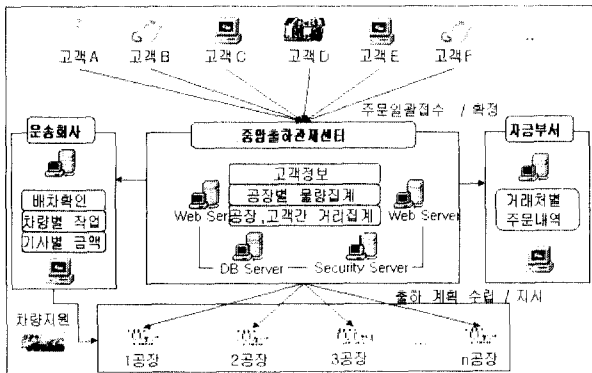


그림 3. 개선된 레미콘 수주 통합 프로세스.

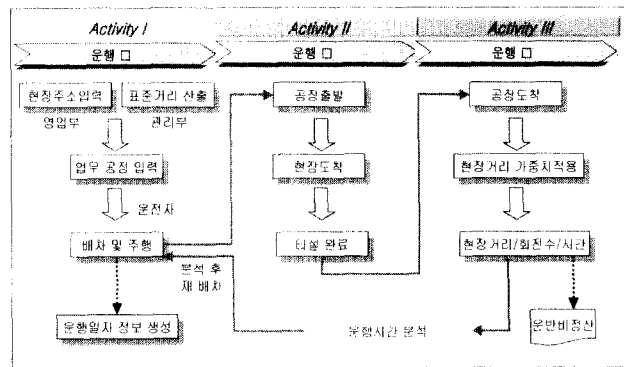


그림 5. 운행일지 및 운반비 자동정산 프로세스.

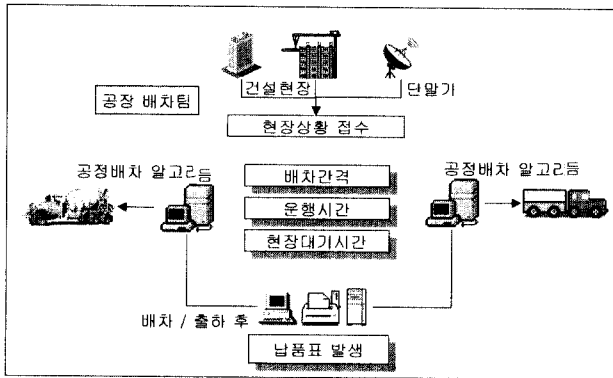


그림 6. 자동배차 출하 프로세스.

량의 자동배차에 적용할 수 있도록 하였다.

<그림 6>에서 보여주고 있는 바와 같이 차량정보단말기와 무전기에 의한 현장 상황 수시 접수, 작업 진행 상황, 배차간격, 운행시간, 대기시간 등의 정보에 따라 배차간격 조정(시간대별/일별/요일별/월별 동일지역에 있는 현장의 운행시간 및 거

리를 환산하여 적용), 출하대상현장 및 차량할당, 배차 및 납품표 발행 등이 자동으로 이루어진다. 본 프로세스가 구축됨으로써 주어진 자원으로 운송력과 생산력에 대한 효율 증대가 가능해지고, 믹서트럭 운전자의 수입 평균화 문제가 해결되고, 배차요원의 효율화 향상 등을 실현할 수 있게 되었다.

<그림 7>은 자동배차 출하 프로세스에서 사용되는 자동배차 알고리즘을 보여주는 것으로, 조별로 순차적으로 우선 배차되어 공장 도착시간과 운행거리 등을 감안하여 적절한 매칭이 이루어지도록 하고 있다. 이러한 형태의 배차된 정보가 데이터베이스에 저장되고 실시간으로 차량의 이동에 관한 정보가 수정됨으로 가능하게 되었다.

4.3 현황분석 및 고객만족

믹서트럭에서 단말기를 이용하여 차량의 정보를 제공하면 이는 다시 데이터베이스로 전달되어 현장별 출하 트럭 테이블이 생성된다(<그림 8>). 현장별 주문량과 트럭의 출하 가능

공 장 내				운 행 중			도착 / 회차	
현장명	출하 시간	왕복거리/ 1회전 거리	출하 간격	출하량 / 수주량	상차	현장도착	타설	도착 / 세척 회차
현장 정보		상차 후 도착 예상 시간		건설현장 총주문 / 금일 출하량 / 회수	믹서에서 자동 상차 후 입력		인력	
차량 정보	출하예정 1B234 / 10 / A 1A123 / 8 / A		← 공장도착 1A325/15/A 3B123 / 18 / A		식사 1A311 / 5 / A 상차 1A233 / 15 / A	타설 1A241 / 5 / A		회차 1A250 / 10 / A 도착 1A270 / 22 / A

1. 조별 순차적 우선 배차
2. 운행거리에 의한 매칭 (예정번호 부여)

타설 후 공장도착

그림 7. 자동배차 알고리즘.

현장	06:00	07:00	08:00	09:00	19:00	20:00	21:00	22:00
A현장	1	3	3	5		3	1	
B현장	2	2	4	4			2	
Z현장	출하관제센터				출하DB			

For (현장별)
 For (출하할 총 트럭 수)
 TABLE = 출하 희망 시각 + 배차간격
 END
 END
 Order By 시간, 거래처 등급, 기타

그림 8. 출하차량의 현황 분석.

유무정보가 각각 DB로 들어가면 출하 테이블 안에 각각 두 개의 데이터를 입력, 가능한 트럭 중에서 출하수와 대기시간에 따라 순차적으로 출하된다. 이와 같이 영업사원이 수주 물량 및 작업시작시간, 거리, 배차 간격 등을 입력하게 되면 일일업무 마감 전 익일 작업량에 대한 시간대별, 현장별 소요 차량 수 등이 그래프화 된 정보로 산출된다(그림 9). 이 프로세스에 따라 익일 작업량 및 시간대별 소요 차량 수를 분석하여 차량 지원 여부를 파악할 수 있고, 또 공장간 사전 조율함으로써 용차를 쓰는 비효율적인 운행을 막아 전체 공장의 차량운행 효율에 대한 판단정보를 제공받을 수 있다.

개선된 프로세스에 따라 <그림 10>에서 보여주고 있는 바와 같이 적정 소요 차량 수를 분석한 후, 각 공장별 필요 차량 수 확보 및 지원, 현장 지역별 운행시간, 운행거리 분석, 현장별 출하요구 시간, 배차간격 결정(적시/적소 출하) 등의 정보가 체계적으로 운영된다. 또한 고객이 원하는 시간과 간격으로 배차/출하함으로써 고객에게 자사의 신뢰성을 향상시키고 고객 만족을 높여 경쟁력을 향상시킬 수 있게 된다.

4.4 개선 프로세스의 재구조화

개선된 시스템에서 업무 시스템은 영업(주문) 시스템, 스케

줄 시스템, 관제 시스템, 출하 시스템 등 크게 4개 부문으로 구분된다(그림 11). 먼저, 영업(주문) 시스템은 주문에 관련된 모든 정보를 통합 처리하게 되며 스케줄 시스템에 직접적인 영향을 끼친다. 그 기능으로는 첫째, 주문의 등록/수정/삭제, 둘째, 전체/공장별 출하 진행 상황 및 운행차량의 진행률 상태와 고객별 출하 진행률, 그리고 차량 지정과 주문예정 수신 등이다.

스케줄 시스템은 공정배차 및 고객만족을 위한 효과적인 출하계획을 수립하고 연산작업 등을 담당하게 된다. 그 기능으로는 공장별 배차 상태 파악 및 공장별 출하스케줄 상태, 배차 설정 및 주문 수정/삭제/이동, 운행 차량 변경과 운전기사 출근 시간 설정 및 운행 조 변경, 수동배차 시스템에 의한 자동배차 기능 등이 포함된다.

관제 시스템은 부수적인 관리로 배차 설정시 수시로 변하는 현장 및 차량상태, 영업정보 변경상태 등, 이른바 스케줄 시스템의 주요 요인으로 작용하는 시스템이다. 이 시스템에는 차량 운행상태 관리, 예상 차량 소요 대수, 근무시간 산정, 차량 위치정보 관리, 차량 운행이력 관리, 각종 업무지시 관리, 차량 운행 변경 등의 기능을 수행하게 된다.

출하 시스템은 배차가 이루어지면 즉시 실시간으로 생산공장에 생산이 지시되어 레미콘을 생산, 차량에 적재되는 과정

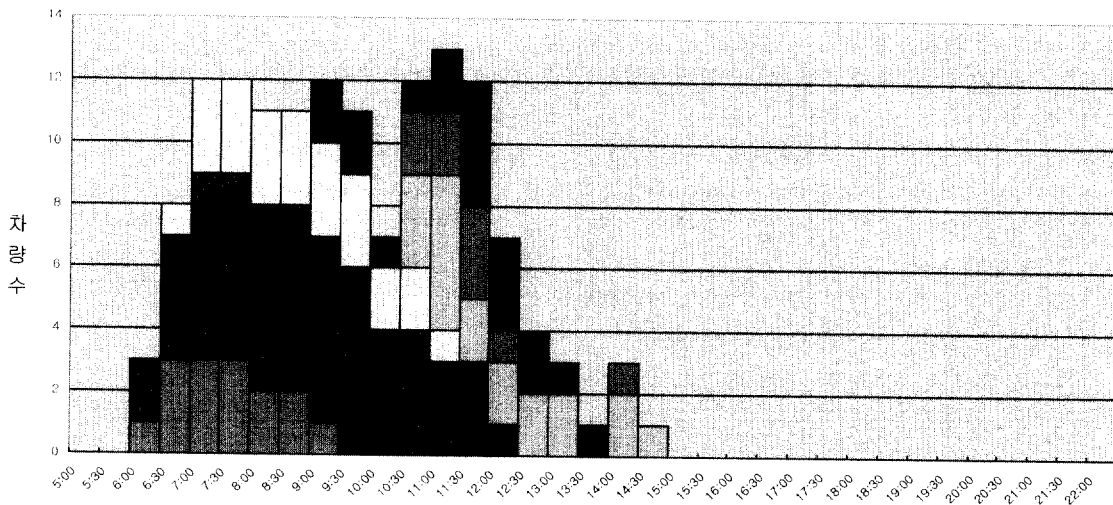


그림 9. 적정 차량소요량 분석.

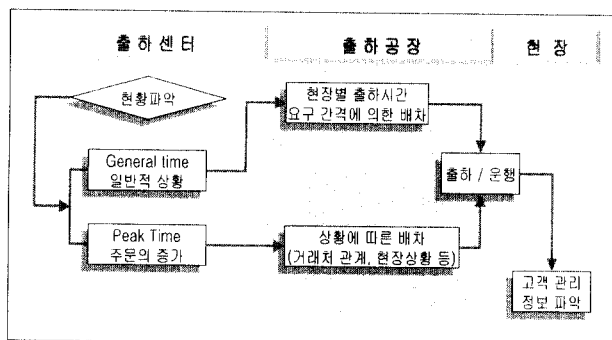


그림 10. 고객관리 및 고객만족.

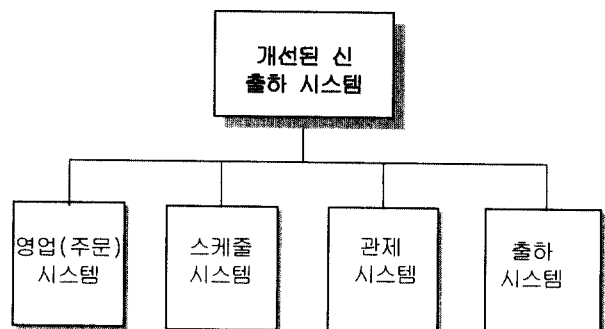


그림 11. 주요 업무 시스템.

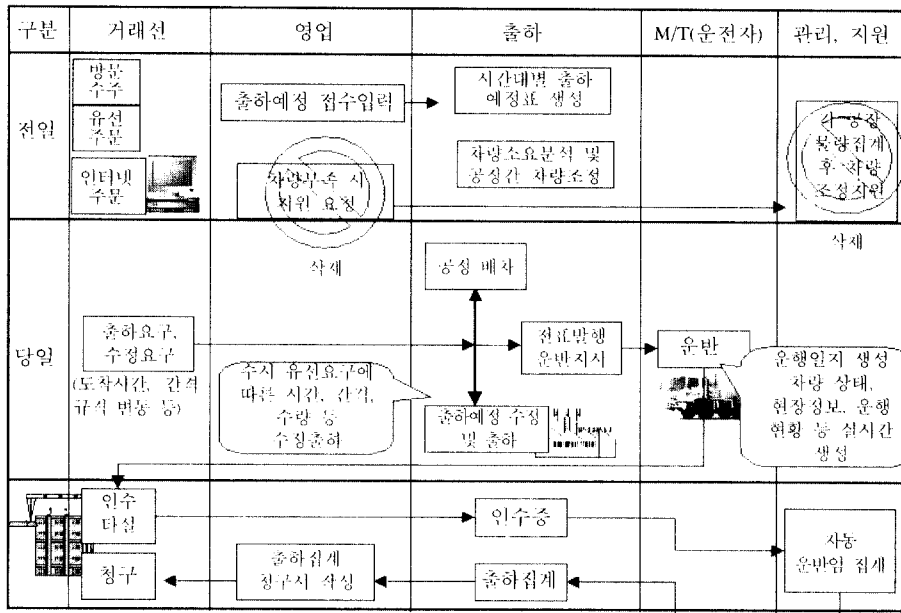


그림 12. 개선된 업무 시스템 흐름.

을 통제한다. 그 시간은 아주 짧아 약 2분 내에 1대 차량의 콘크리트가 생산된다. 그 기능으로는 믹서트럭 상태 관리, 출하일보, 납품표 출력, 생산지시/관리, 수동배차 기능 등의 기능이 있다.

개선된 시스템의 수행 업무를 담당하는 출하요원은 주문을 파악, 물량, 시간, 규격, 배차간격에 따라 컴퓨터에 의한 자동출하배차, 레미콘 차량의 회차 후 인수증 확인, 품질 사고시 품질요원에게 통보, 약도 출력, 물량 요청시 거래선에 전화 확인 및 영업과에 연락하여 수주, 비상시 수동출하 업무 등을 수행하게 된다. 영업 및 수주 요원은 영업관련 정보입력, 출하관련 정보입력의 임무를 맡으며, 출하관제실장은 조별 운행차량 수 및 시간을 조정하고 특정 현장에 대한 물량공급 결정, 인원점검, 관리 및 돌발 상황에 대처한다. 스케줄 및 관제 요원은 각 공장별, 전 차량 관리 및 관제, 출하/관제 실장 지시에 의한 차량에 실시간 업무지시, 공장별 전 차량의 상태 및 상황 관제, 공정 배차 및 출하 예정 스케줄 체크 재계산, 현장별 현황 관리 등의 업무를 수행한다. 변경된 시스템의 업무 흐름을 도식화하면 <그림 12>와 같다.

5. 운송통제 시스템의 구현 및 적용 결과

5.1 구현 시스템 환경

구현 시스템의 사례로는 특정 S사의 1개 공장에 적용하였으며, 이 회사의 레미콘 일일 평균 생산량은 3000~4000m³, 차량수는 70대를 운행하고 있다. 프로토타입 구현을 위해 자동차량추적 시스템 개발설치 및 기존 영업 시스템과 연계하여 컴퓨터에 의한 자동배차를 구현하고 고객이 원하는 장소, 시간, 불

량 등에 신속히 대응토록 했다. 원칙으로 익일 출하예정 및 스케줄 배차 업무를 컴퓨터로 구현하여 출하 업무를 대폭 개선하는데 초점을 맞추었다. 출하센터 시스템은 무선통신을 전달하는 통신 전용 서버, 그리고 배차 연산 업무를 전달하는 스케줄 서버는 PC 서버급으로 구축되었으며, DB는 MS-SQL를 사용하였다. 출하 및 영업(주문)은 Windows98 환경에서 구현되었다. 정보 수신장비로서 차량용 단말기를 사용하였으며 6개의 업무버튼과 5인치의 LCD Display 그리고 GPS 모듈이 내장되어 있다. 통신 장비로는 Digital TRS를 이용하였으며 유선 및 데이터 통신에 활용하고 있다. 차량용 장치의 구성은 <그림 13>과 같다.

5.2 영업(주문) 시스템

각 공장별 주문지시, 예정검색 기능(전체검색, 특정조건검색), 전체공장, 선택공장, 선택예정, 운행차량의 진행률 표시가 이루어지며, 변경된 현장정보, 주문정보를 입력하여 스케줄 시스템에 반영되도록 되어 있다. <그림 14>는 프로그램 실행 초기에 나타나는 화면으로 회사, 공장을 선택하여 전체 및 특정 조건의 예정을 검색할 수가 있으며, 각각의 진행률 및 검색결과가 표시된다. 특정한 현장을 선택해서 스케줄 시스템으

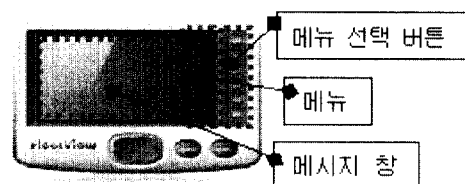


그림 13. 차량용 단말기 구성도.

로 스케줄링할 수 있게 상태를 변경하여 생산지시를 할 수 있다.

5.3 스케줄링 시스템

스케줄링 시스템은 공장의 단계별 자동배차 및 예정을 받아서 자동배차 후 실적을 ERP 시스템으로 송신하고, 예외 상황에서 주문 수정 및 수동배차 기능, 차량상태 변경 등의 주요 기능을 갖는다. 실행 초기에 나타나는 화면은 <그림 15>와 같이 예정을 받을 수 있고 배차영업에서 지시된 예정에 따라 스케줄링을 하여 단계별 배차를 하게 된다. 3개의 공장을 선택하여 각각의 선택사항을 선택할 수가 있고, 스케줄링에 관계된 모든 기능 검색, 주문 수정, 수동배차 등 기능을 수행할 수가 있다. A지역은 스케줄링 상태로, 작업지시 부분에는 현재 스케줄링이 진행되고 있는 것들이다. 출발 시간별로 정렬이 되어서 시간에 따라 배차를 하게 된다.

5.4 관제 시스템

메인 화면은 프로그램 실행 초기에 나타나는 화면으로,

<그림 16>과 같이 차량 관계와 관련된 각종 검색 및 지시 메뉴, 차량의 제어 및 메시지 송수신을 위한 메뉴, 운영 데이터 활용 메뉴 등으로 구성되어 있다. 메인 툴바는 주메뉴의 하단에 위치하며, 주메뉴에 있는 메뉴 중 자주 사용하는 메뉴만을 사용하기 쉽게 그림과 함께 표시한 버튼들의 모임이다. 툴바의 버튼 중 아래의 버튼들은 하위 메뉴를 가지고 있으며 이러한 버튼들을 클릭하면 관련된 메뉴들이 팝업 메뉴 형식으로 나타난다. 지도화면 <그림 17>은 디지털 지도를 화면상에 표시하며 지도 위에 차량의 최근 위치를 디스플레이 하여 차량의 관제를 그래픽으로 보기 쉽게 도와준다. 화면 상단에 위치한 버튼들은 지도를 제어하는 기본적인 메뉴 및 작업 화면의 주메뉴에서 지도와 관련된 메뉴만을 따로 간추린 메뉴들이다.

5.5 출하 시스템

출하 시스템의 배차 메인 화면인 <그림 18>은 전 현장별 배차 현황을 한눈에 파악할 수 있도록 되어 있으며, 현장 상황 및 돌발 상황 발생시 배차에 즉시 대응할 수 있도록 하였다. 화면에서 원하는 현장에 마우스를 두고 왼쪽 버튼을 누르면 그

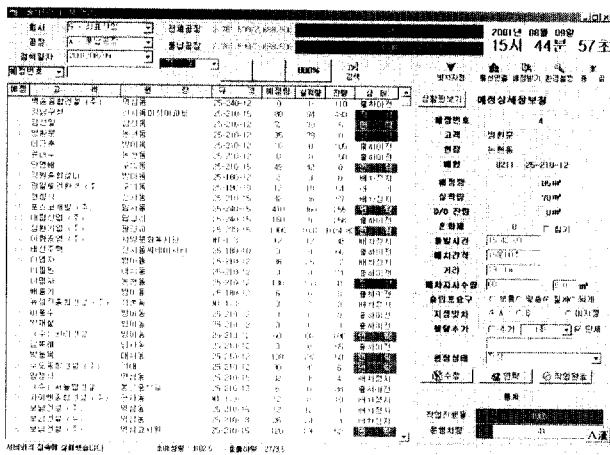


그림 14. 영업(주문) 시스템의 메인 화면.

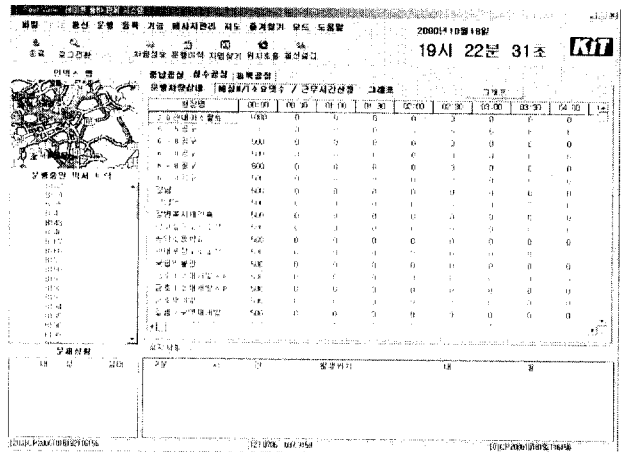


그림 16. 관제 시스템 메인 화면.

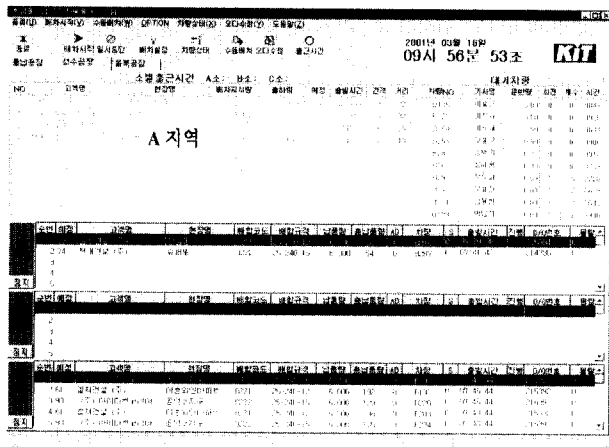


그림 15. 스케줄 시스템의 메인 화면.

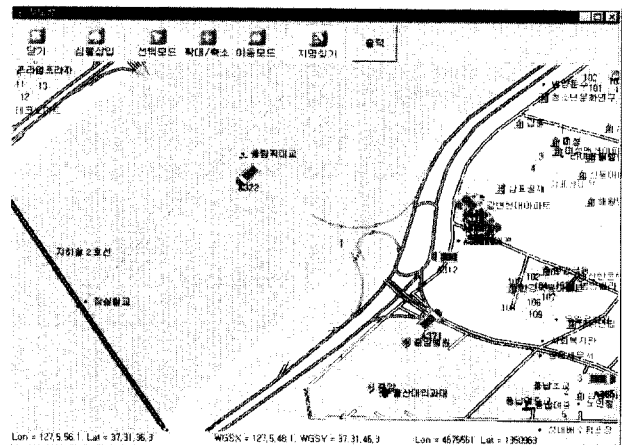


그림 17. 관제 시스템의 지도화면.

그림 18. 출하 시스템의 현장별 상세 출하정보.

표 1. 시스템 적용 후 믹서트럭 운용 효과

구분	1공장	2공장	3공장	평균	
적용 전	믹서트럭 보유 (대수)	111	70	27	208 / 71
	대당 수익월계 (원)	3,902,568	3,850,764	3,888,633	3,880,655
	대당 월운반량 (m ³)	904	892	901	899
적용 후	믹서트럭 보유 (대수)	93	58	23	173 / 58
	대당 수익월계 (원)	4,053,075	3,999,034	4,106,891	4,053,000
	대당 월운반량 (m ³)	975	962	988	975

현장의 상세 정보를 볼 수 있다.

5.6 시스템 적용 결과 분석

운송통제 시스템의 구현 후 3개월 동안의 실적을 분석한 결과 믹서트럭의 보유대수는 208대에서 173대로 감소하였고 차량 당 운반량은 899m³에서 975m³로 8.45% 증가, 대당 수익증가율은 4.44% 증가하였다. 시스템 가동 이전의 경우 1일 실 가동 시간은 8.5시간(510분)으로 1일 4.5회 회전을 보였다. 이는 왕복운행과 현장대기시간을 포함하여 1회 113분이 소요되었고 평균 주행시간이 80분으로 1회 33분의 현장대기 로스가 발생하였는데, 시스템의 구동 후 현장대기시간이 평균 15분으로 감소하였고 1일 감소시간은 4.5회 기준 74분으로 1일 4.5회전이 5.3회전으로 가동 횟수가 증가하여 0.8회전이 증가한 15%의 효율향상이 이루어졌다. 이는 믹서트럭의 실시간 추적관리로 얻은 성능 향상의 대표적인 결과이다(<표 1>).

6. 결론 및 향후 과제

제품의 경쟁력을 말할 때 우리는 흔히 기술적 경쟁력과 가격

경쟁력을 언급하게 된다. 특히 원가절감은 제조업에서는 필수 항목이라 볼 수 있는데, 이를 이룩한 기업들은 다른 경쟁기업들보다 한발 앞선 경쟁우위를 확보하게 된다. 이러한 원가절감을 하는데 있어 물류비용의 절감만큼 효과적인 방법도 없을 것이다. 물류부분의 중요성을 ‘경제의 암흑대륙’(Drucker, 1962), ‘비용절감을 위한 최후의 미개척분야’(Kotler, 1980), ‘제3의 이윤원’(Seo and No, 1999), 이라고 하여 물류혁신을 통한 이익개선의 가능성을 나타내고 있다. 이는 물류부분이 다른 부분에 비해 발전이 늦다는 것으로도 해석 가능하다. 특히 건설 자재의 경우에는 그 원료의 특성상 빠른 시간 내의 배송을 요구하고, 주로 육지운송을 한다는 점에서 제품단위 단가 당 물류비용을 낮춤으로 얻어지는 효과는 더욱 클 것이다.

레미콘 운송산업에 있어서 차량배정을 수동으로 수행한 기존의 업무방식으로는 거래처에 대해서는 물량이 늦게 배송되는 결과를 초래하고, 운전자에게는 공정하지 못한 배차, 관리자들에게는 이중적인 작업을 하게 되는 현실적인 난제들을 해결할 수 없었다. 결과적으로 제품의 질을 낮추면서 가격은 높은 현상을 만드는 악순환의 요인으로 작용되었다. 이에 본 연구는 건설 물류비용의 절감을 목적으로 새로운 GPS 시스템을 구축·활용하는데 초점을 맞추어 출발하였으며, 구체적으로 시스템의 개발사례와 그 효용에 대하여 살펴볼 수 있었다.

새로운 시스템의 개발과 도입 결과 업무의 투명성과 공정성이 향상되었고, 정보의 공유가 원활하게 이루어지게 되었으며, 업무의 중복성도 배제할 수 있었고, 물류운송에 있어서도 공정성을 향상시킬 수 있게 되었다. 또한 GPS를 이용함으로써 물건의 배송을 빠르게 할 수 있게 되었고, 운행에 필요한 교통정보를 손쉽게 받아 볼 수 있게 되었다. 이로써 효율적인 차량관리를 통해 물류운송의 시간적·비용적 측면에서의 효율을 동시에 높일 수 있었다.

GPS 망을 이용하지 않고 CDMA 방식 혹은 IMT2000 방식 등 다양한 통신망을 이용한 물류운송 방법 및 결과는 아직 연구된 결과가 그리 많지 않은 실정이다. 그러나 휴대폰 및 PDA의 발달은 이런 방식의 이용을 가능케 하리라 본다. 즉, 기존의 GPS로는 하기 힘든 당일 물량 조회, 혹은 웹 서버를 통해 주문한 물량이 바로 운전자와 출하관리팀에 동시에 호출함으로써 출하 및 운반시간을 더욱 줄일 수 있는 방안 모색도 향후의 연구과제가 될 수 있으리라 본다. 또한 건축물 물류운송 시스템을 다른 물류운송에도 도입할 수 있는지도 향후의 연구과제가 될 수 있으리라 본다. 건축물 물류운송 시스템은 주로 육지 교통을 위주로 하기 때문에 대중교통수단, 혹은 단거리 퀵 서비스 등에 응용한다면 좋은 결과를 얻을 수도 있을 것이다.

아직까지 우리나라는 물류운송의 효율에 있어서 미국이나 일본 등의 선진국에 비해서 열세임이 확실하다. 특히 건설 물류의 경우에는 아직도 구시대의 수작업 방식을 그대로 고집하는 곳이 많은 것도 사실이다. 이와 같은 맥락에서 효과적인 물류운송을 위해서라도 물류운송의 자동화는 반드시 필요할 것이다.

참고문헌

An, S.B., and Byun, Y.S. (1998), Structures and Information Technologies in CVO, *Korean Institute of Industrial Engineers*, 11(1), 41-54.

Drucker, P.(1962), The Economy's Dark Continent, *Fortune*, April, 103.

Ham, S.H., and Lee, M.K. (1999), A Pickup/Delivery Management System using Geographic Information System and Global Positioning System, *IE Interfaces*, 12(4), 557-566.

Ko, C.S., Chung, K.H. and Shin, J.Y. (2000), Determination of Vehicle Fleet Size for Container Shuttle Service, *Korean Management Science Review*, 17(2), 87-95.

Kotler, P.(1980), Marketing management : analysis, planning, and control, *Prentice-Hall*, 449.

Lee, J.Y., and Park, Y.B.,(2001), A Decision Support System for Delivery policies at an internet Shopping Mall, *Korean Management Science Review*, 18(2), 61-72.

Lee, S.R., Sun, J.U. and Lee, K.S. (2002), A Study on a To-Be System Design for the Operational Information System of Postal Service, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 28(3), 302-318.

Logistics Magazine, (2001), Allocation of cars Using I-mode Cellular Phone, 126.

Myung, K.S., Park, S.K. and Kang, D.W. (2000), A Supply Chain Management Process Modeling for an Agriculture Marketing Information System, *IE Interfaces*, 13(3), 358-377.

No, I.G., and Yea, S.Y. (1996), A Heuristic for the Vehicle Routing Problem, *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers*, 22(1), 28-40.

Park, C.G., Lee, S.U., Park, S.D., Sung, K.S., and Jin, H.C.(2000), An implementation of network optimization system using GIS, *Korean Management Science Review*, 17(1), 55-64.

Park, Y.B., and Hong, S.C. (1998), An Interactive Decision Support System for Truck Dispatching, *Korean Management Science Review*, 15(2), 201-210.

Seo, H.J. and No, J.P. (1999), Physical Distribution, *UI-Gok Chulpansa*, 25.

Seo, S.K. and Kwak, J.H. (2001), Redistribution and Replenishment policy of Empty Containers on Ocean Transportation Network, *IE Interfaces*, 14(3), 255-262.

Seo, Y.W., Hahm, J.H., Kim, M.S., and Ryu, K.T. (1999a), Process Improvement of Harbor Import-Export Logistics Process, *The Conference Proceedings of Korean Institute of Industrial Engineers*, 436-437.

Seo, Y.W., Sung, C.H., and Hahm, J.H. (1999b), A Workflow Framework for the Integrated Logistics Systems, *IE Interfaces*, 12(1), 143-149.

Whistler, D. (1997), 18 Wheels and a Satrlite Dish, *Sales and Field Force Management*, March 1997, 67-70.

Youn, Y.H., Cheon, H.J., and Lee H.C. (2002), The Development of Delivery Sequence planning System for Express Mail Service, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, 1(2), 69-76.



이원동

남서울대학교 정보통신공학과 학사
 연세대학교 공학대학원 산업정보경영 전공
 공학석사
 현재: 한국사이버물류 주식회사 대표이사
 관심분야: 로지스틱스, SCM, 수배송, E-비즈니스 등



이영훈

서울대학교 산업공학과 공학사
 Columbia University 산업공학과 공학석사
 Columbia University 산업공학과 공학박사
 현재: 연세대학교 컴퓨터산업공학부 조교수
 관심분야: 시스템최적화, 스케줄링, SCM 등