

## 효율적인 공동 수 · 배송 시스템 모델의 분석 및 설계

이명호<sup>†</sup>

세명대학교 인터넷정보학부

# Analysis and Design of the Efficient Consolidated Transportation System Model

Myeong-Ho, Lee

Division of Internet Information, Semyung University, Jecheon, 390-711

A new logistics concept is needed through the sharing information between suppliers and consumers, which maximizes the customers service and its flexibility by changing functional- oriented to process-oriented. As in many other industries, communication and data manipulation technology have led to systematical change to the logistics industry. One of the biggest changes of the industry that lies ahead is Consolidated Transportation. To improve this systematically false logistical environment, developing an integrated logistics information system with consolidated transportation, framework, standardization, and data integration is essential. However, no party outstands as the leading party for nationwide improvement of logistics, nor does the right analysis and design for it. Therefore, successful nationwide logistics model is yet to exist.

This paper provides individual parties, which consider efficient consolidated transportation as their business models, with instructions for logistics information system so that they could be competitive in the market. It also helps companies collect user requirements for efficient consolidated transportation, and utilize it for its development. Finally, this paper extracts the design of algorithm for the efficient consolidated transportation.

**Keywords:** consolidated transportation, framework, analysis and design, algorithm

### 1. 서론

첨단 정보기술의 급속한 발달은 컴퓨터와 인터넷을 물과 공기 처럼 이용할 수 있고, IT 산업의 새로운 성장 동력이 될 수 있는 웹 서비스, 유비쿼터스 및 텔레메틱스의 시대를 유도하고 있다. 또한 고객의 다양한 욕구는 점차 고객만족과 정보시스템의 통합화로 역동적으로 변화되고 있으며, 공급자와 소비자 간의 정보공유는 기능 중심에서 프로세스 중심이 되면서, 유연성과 고객서비스를 극대화하기 위한 새로운 물류개념을 요구하게 되었다. 그 중에서도 국내 기업들의 효율적인 공동 수 · 배송 업무의 합리화는 국내 기업 물류관리의 가장 중요한 과제 중의

하나로 부각되고 있다. 현재 공동 수 · 배송의 국내 물류시장의 현황은 다단계 알선에 따른 폐해와 물류정보 공유에 대한 기피 현상이 높으며, 비통합적인 개별 운송관행 등에 따라 국내 기업의 물류비가 선진국에 비하여 매우 높게 나타나고 있는 실정이다. 이러한 고물류비 구조를 개선하기 위하여 물류 공동화, 표준화 및 정보화의 통합을 통한 효율적인 공동 수 · 배송 종합 물류정보 시스템을 구축할 필요가 있다.

그러나 현재까지 대부분의 수 · 배송 연구는 방문순서나 방문시간의 제약조건에 따라 수요처에 대한 도착시간 및 선행순서에 대한 제약이 없는 경우의 차량경로문제(VRP)나 시간 및 선행순서에 대한 제약이 있는 경우의 차량일정계획문제(VSP)

<sup>†</sup> 연락처자 : 이명호 교수, 390-711 충청북도 제천시 신일동 산 21-1 세명대학교 인터넷정보학부, Fax : 043-644-6966,

E-mail : mhlee@semyung.ac.kr

2004년 8월 20일 접수, 2회 수정 후 2005년 1월 20일 게재 확정.

로 연구되어져 왔다(Bodin and Golden, 1981; Fisher and Jaikumar, 1981; Lin and Kernighan, 1973; Solomon and Desrosiers, 1988; Ro and Ye, 1996; Hwang, 1998). 또한 효율적인 수·배송을 위한 배차계획시스템의 개발(Park and Park 1998)이나 공동 수·배송 시스템의 프레임 구축에 관한 연구(Lee *et al.*, 2003)는 있었지만, 공동 수·배송 시스템의 통합운영 모델의 분석 및 설계에 관한 연구는 없었다.

따라서 본 연구에서는 기존의 프레임워크 및 데이터 모델링을 기반으로 효율적인 공동 수·배송을 위한 모델을 설계하고, 이에 대한 모델별 알고리즘을 설계하여 종합적인 공동 수·배송 물류정보 시스템을 구축하는 업체들에게 개발을 위한 지침을 제공하도록 한다. 또한 공동 수·배송의 물류정보 시스템에 대한 사용자의 요구사항을 통하여 공동 수·배송의 물류정보 시스템 설계과정을 지원받을 수 있도록 한다.

## 2. 공동 수·배송 모델 설계

효율적인 공동 수·배송을 위한 모델설계는 크게 운송의뢰 모델설계, 계획 프로세스 모델설계, 용량 모델설계, 고객 모델설계, 그리고 이러한 모델과의 연관관계를 나타내는 링크 모델로 <그림 1>과 같이 구성된다.

먼저 운송의뢰 모델에서의 운송의뢰는 고객의 화물에 대한 운송서비스 요청을 의미한다. 운송의뢰는 반드시 등록된 고객에 의해서 요청되며, 도착지는 등록되지 않은 고객일 수도 있다. 독차를 요구하는 운송의뢰는 배송계획 시 우선적으로 고려되어 희망하는 차량을 먼저 배정하게 되는데, 희망하는 차량이 없는 경우에는 임시차량으로 배정한다.

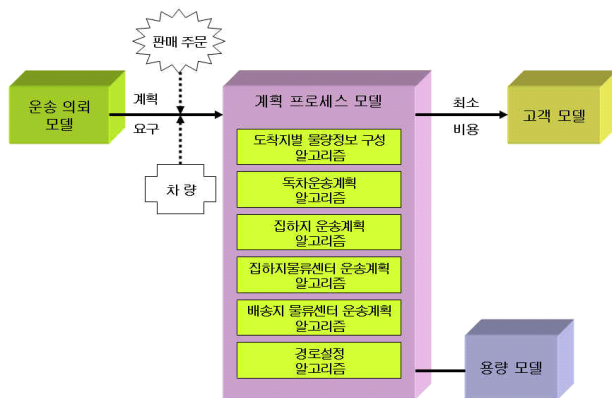


그림 1. 공동 수·배송 모델 구성도.

다음으로 계획 프로세스 모델에서의 계획 프로세스는 운송계획을 요청한 운송의뢰 정보에 대해서 적절한 차량을 매핑시켜주는 계획 프로세스를 의미한다. 계획 프로세스는 계획요청이 있을 때에만 수행되는데, 운송의뢰 모델에서는 반드시 계획운송 의뢰정보와 계획의뢰 차량정보를 제공하여야 한다.

차량용량 모델에서의 차량용량은 운송서비스를 수행하는 차량의 용량정보를 의미한다. 차량의 용량은 용적, 중량의 두 가지에 의해서 관리되는데 용적, 중량 중 한 가지를 고려하거나 혹은 두 가지 모두를 고려하는 것이 모두 가능하다.

고객모델에서의 고객이란 운송서비스를 요청하거나 받을 수 있는 기업/화주를 의미한다. 고객수준 관점은 고객으로부터 회계정보와 물류정보를 제공받거나 확보해야 한다. 물류정보는 고객의 GIS 위치좌표, 차량의 진입조건, 하역의 난이도, 서비스 요청시간 등이 있으며, 고객등록 시 이와 같은 정보를 반드시 등록해야 한다.

마지막으로 운송의뢰, 계획 프로세스, 그리고 고객 모델과의 연관관계를 정의하는 링크 모델이 있는데, 이 모델에서는 기본적으로 요청과 응답의 관계에 의해서 연관관계를 유지한다.

운송계획을 요청한 운송의뢰 정보에 대해서 적절한 차량을 매핑시켜주는 계획 프로세스 모델에서의 계획 프로세스는 계획요청이 있을 때만 수행되며, 운송의뢰 모델에서는 반드시 계획운송정보와 계획의뢰 차량정보를 제공하여야 한다. 또한 계획 프로세스 모델에서는 고객의 지리적인 조건, 화물의 제약조건, 차량의 용량들을 고려한 각각의 운송의뢰에 대하여 가장 적절한 차량을 배정함으로써 배송계획을 수행하도록 해야 한다.

계획운송 의뢰정보 데이터는 운송의뢰 정보 중 이번 운송계획을 수립할 운송의뢰 정보를 담고 있다. 계획의뢰 차량정보 데이터는 공차정보 중 이번 운송계획을 수립할 때 투입할 차량정보를 담고 있다. 도착지별 물량정보 헤더 데이터는 계획운송 의뢰정보로부터 동일 고객/도착지별로 재구성된 물량정보의 헤더 정보를 담고 있다. 도착지별 물량정보 상세 데이터는 재구성된 도착지별 물량정보의 상세 정보를 담고 있다. 운송계획이 수립되면 이 테이블에 계획정보가 갱신된다. 또한 운송계획 데이터는 운송계획의 수립된 결과를 담고 있다.

따라서 본 연구에서는 위의 공동 수·배송 모델을 기반으로 다음과 같은 프레임워크에 구축을 통한 6가지의 공동 수·배송 물류구조에 따라 알고리즘을 설계하도록 한다.

### 2.1 프레임워크 구축

#### 2.1.1 공동 수·배송 물류구조

현재 매일 발생하는 공동 수·배송 관련 비즈니스 통합정보를 처리할 수 있는 대용량 웹 기술은 N-Tiers 웹 애플리케이션 서버 환경에서 분산객체 미들웨어 기술이나 웹 서비스 환경 기술로 요약되고 있다. 분산객체를 컴포넌트라고도 하며, 운영체제나 네트워크, 프로그래밍 언어, 애플리케이션 툴, 혹은 하드웨어 등에 상관없이 서로 상호 작용할 수 있는, 자체적으로 완전한 모듈이다. 따라서 공동 수·배송 물류구조는 <그림 2>와 같이 분산객체 N-Tiers 구조를 기반으로 설계한다(Lee *et al.*, 2003).

도착지별 물량정보	독차 운송계획	집하지 운송계획	집하지물류센터 운송계획	배송지물류센터 운송계획	경로 결정
구조	구조	구조	구조	구조	구조

그림 2. 공동 수·배송 물류구조.

도착지별 물량정보구조는 운송의뢰정보를 도착거래처 기준의 운송정보로 재구성하는 것이다. 독차 운송계획구조는 운송의뢰 시 독차를 요구하는 경우에 처리되는 계획 모델 구조이다. 집하지 운송계획구조는 집하지를 출발지로 하는 도착지 물량정보에 대한 운송계획을 수립하는 것이다.

집하지 물류센터 운송계획구조는 집하지 물류센터를 출발지로 하는 도착지 물량정보에 대한 운송계획을 수립하는 것이다. 배송지 물류센터 운송계획구조는 배송지 물류센터를 출발지로 하는 도착지 물량정보에 대한 운송계획을 수립하는 것이다. 경로설정구조는 각 차량에 적재된 화물을 어떤 순서로 방문할 것인지를 결정하는 것이다.

2.1.2 정보수준 관점

공동 수·배송의 정보수준 관점은 다음 <그림 3>과 같이 4계층을 기초로 하여 확대 발전된 관점으로 접근하도록 한다.



그림 3. 정보수준 관점.

첫째, 운송의뢰 수준 관점에서는 운송의뢰는 고객의 화물에 대한 운송서비스 요청을 의미한다. 운송의뢰는 반드시 등록된 고객에 의해서 요청되며, 도착지는 등록되지 않은 고객일 수 있다. 독차를 요구하는 운송의뢰는 배송계획 시 우선적으로 고려되어 희망하는 차량을 먼저 배정하게 되는데, 희망하는 차량이 없는 경우에는 임시차량으로 배정한다.

둘째, 계획프로세스 수준 관점은 계획프로세스는 운송계획을 요청한 운송의뢰정보에 대해서 적절한 차량을 매핑시켜주는 계획프로세스를 의미한다. 계획프로세스는 계획요청이 있을 때에만 수행되는데, 운송의뢰 모델에서는 반드시 계획운송의뢰정보와 계획의뢰 차량정보를 제공하여야 한다.

세째, 차량용량 수준 관점은 차량용량 수준은 운송서비스를

수행하는 차량의 차량용량 정보를 의미한다. 차량의 차량용량은 용적, 중량의 두 가지에 의해서 관리되어 지는데 용적, 중량 중 한 가지를 고려하거나 혹은 두 가지 모두를 고려하는 것이 모두 가능하다.

넷째, 고객수준 관점은 공동 수·배송 모델에서의 고객이란 운송서비스를 요청하거나 받을 수 있는 기업/화주를 의미한다. 고객수준 관점은 고객으로부터 회계정보와 물류정보를 제공받거나 확보해야 한다. 물류정보는 고객의 GIS 위치좌표, 차량의 진입조건, 하역의 난이도, 서비스 요청시간 등이 있으며, 고객등록 시 이와 같은 정보를 반드시 등록해야 한다.

2.1.3 진화적 생명주기

정보시스템을 개발하는 절차나 개발단계의 반복현상을 시스템의 개발주기 혹은 소프트웨어 생명주기라고 부른다. 가장 널리 알려진 모델은 나선형 모델로서 위험분석을 프로토타입을 발전시킬 때마다 실시하여 진화시키자는 것이다. 따라서 본 연구에서는 폭포수 모델과 나선형 모델을 통합 발전시켜 공동 수·배송 물류구조의 진화적 생명주기 모델을 <그림 4>와 같이 설계한다.

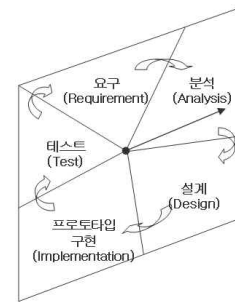


그림 4. 진화적 생명주기.

이상과 같이 공동 수·배송 물류구조, 정보수준의 관점, 진화적 생명주기에서 공동 수·배송 모델링의 프레임워크를 나타내 보면 <그림 5>와 같다.

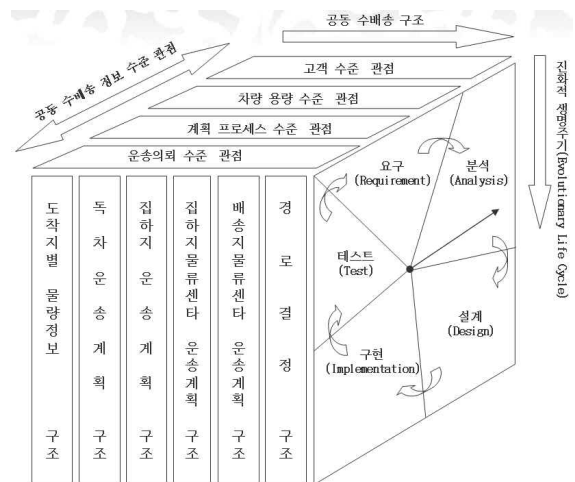


그림 5. 공동 수·배송 모델링의 프레임워크.

## 2.2 데이터 모델링

### 2.2.1 계획운송 의뢰정보 데이터 모델링

계획운송 의뢰정보 데이터는 운송의뢰 정보 중 이번 운송계획을 수립할 운송의뢰 정보를 담고 있다. 계획운송 의뢰정보는 사용자 ID, 계획 의뢰일자, 계획 의뢰시간정보를 가지고 있으며, 이 정보를 통해 반복요청 및 반복계획의 수립이 가능하다.

사용자 ID	계획 의뢰일	계획 의뢰시간
의뢰번호	거래처 코드	운송의뢰 구분
요구차량 톤 수	요구차량 종류	용적
중량	수량	출발지 구분코드
집하지 센터코드	집하지 센터위치X	집하지 센터위치Y
집하지 출고코드	집하지 출고위치X	집하지 출고위치Y
집하 요청일자	집하 요청시간	집하지 차량진입조건
집하지 하역난이도	집하지 권역코드	배송지 출고코드
배송지 센터코드	배송지 센터위치X	배송지 센터위치Y
배송지 거래처코드	배송지 출고위치X	배송지 출고위치Y
배송 요청일자	배송 요청시간	배송지 차량진입조건
배송지 하역난이도	배송지 권역코드	

### 2.2.2 계획의뢰 차량정보 데이터 모델링

계획의뢰 차량정보 데이터는 공차정보 중 이번 운송계획을 수립할 때 투입할 차량정보를 담고 있다.

사용자 ID	계획 의뢰일	계획 의뢰시간
차량번호	희망 권역코드	차량 유형
차량 톤 수	직송 가능 여부	최소 적재중량
최대 적재중량	최소 적재부피	최대 적재부피

### 2.2.3 도착지별 물량정보 헤더 데이터 모델링

도착지별 물량정보 헤더 데이터는 계획운송 의뢰정보로부터 동일 고객/도착지별로 재구성된 물량정보의 헤더 정보를 담고 있다.

사용자 ID	계획 의뢰일	계획 의뢰시간
도착지 번호	거래처 코드	운송의뢰 구분
요구차량 톤 수	요구차량 종류	용적
중량	수량	출발지 구분코드
집하지 센터코드	집하지 센터위치X	집하지 센터위치Y
집하지 출고코드	집하지 출고위치X	집하지 출고위치Y
집하 요청일자	집하 요청시간	집하지 차량진입조건
집하지 하역난이도	집하지 권역코드	배송지 출고코드
배송지 센터코드	배송지 센터위치X	배송지 센터위치Y
배송지 거래처코드	배송지 출고위치X	배송지 출고위치Y
배송 요청일자	배송 요청시간	배송지 차량진입조건
배송지 하역난이도	배송지 권역코드	

### 2.2.4 도착지별 물량정보 상세 데이터 모델링

도착지별 물량정보 상세 데이터는 재구성된 도착지별 물량정보의 상세정보를 담고 있다. 운송계획이 수립되면 이 테이블에 계획정보가 갱신된다.

사용자 ID	계획 의뢰일	계획 의뢰시간
도착지 번호	의뢰번호	차량번호
방문순서		

### 2.2.5 운송계획 데이터 모델링

운송계획 데이터는 운송계획의 수립된 결과를 담고 있다.

사용자 ID	계획 의뢰일	계획 의뢰시간
차량번호	차량 적재중량	차량 적재부피
방문지수	운송비	출발지 구분코드
도착지 구분코드		

## 3. 알고리즘 설계

### 3.1 도착지별 물량정보 구성

도착지별 물량정보 구성은 운송의뢰정보를 이용하여 해당 도착지 번호의 정보를 구성하고 있는 운송의뢰정보를 상세정보로 저장하는 도착지별 물량정보 헤더 데이터와 도착지별 물량정보 상세 데이터를 만드는 데이터 설계단계이다. 이 단계는 운송계획 전에 미리 만들어 놓으면 같은 도착지인 운송의뢰가 더 있는지 검색할 필요가 없어지기 때문에 편리한 계획이 가능해지는 단계이다. 도착지별 물량정보 구성 알고리즘은 다음과 같다.

**1 단계 :** 운송의뢰정보와 사용자 ID, 계획 의뢰일, 계획 의뢰시간을 기준으로 도착지 번호를 생성한 후 저장한다(도착지별물량정보\_헤더).

**2 단계 :** 해당 도착지 번호의 정보를 구성하고 있는 운송의뢰번호를 상세한 정보로 저장한다(도착지별물량정보\_상세).

### 3.2 독차 운송계획

독차 운송계획 알고리즘은 다음과 같이 설계한다.

**1 단계 :** 주문 필터링 단계에서 주문은 도착지별 물량정보 헤더 데이터를 말하며, 도착지별 물량정보의 운송의뢰구분이 독차인 것만을 조회한다.

**2 단계 :** 주문 선택에서는 도착지별 물량정보를 우선순위에 맞는 것부터 선택하여 처리하는 단계이다. 예를 들면, 도

착지를 선택하는 기준으로는 중요 고객에 따른 고객 등급, 큰 것부터 선택하는 요구차량 톤 수, 원바디차, 탑차, 카고차 순의 요구차량 종류 등이 될 수 있다.

량에 대한 집하기능을 수행할 수 있는 차량이 가용한 차량이다. 집하기능을 수행할 수 있는 차량이란 대기 물류센터 코드가 집하지 물류센터 코드인 차량이다.

**3 단계 :** 차량검색 및 결정단계에서는 계획의뢰 차량정보로부터 선택된 운송의뢰가 요구하는 사양의 차량이 있는지 검색한 후, 후보 차량들을 결정하는 단계이다. 검색 조건은 요구차량 톤 수, 요구차량 종류, 집하지 코드, 희망 배송지역, 직송 여부 등으로 검색한다.

**3 단계 :** 직송 스케줄링 단계에서는 운송계획을 수립할 차량과 도착지 정보가 선택되었다면, 직송 운송계획을 먼저 수립한다. 직송 운송계획은 자기 권역 내에서 물량을 적재한 다음, 차량용량에 미달하는 경우 인접권역을 탐색하여 적재하는 Seed Point 알고리즘을 사용한다.

**3.1 단계 :** 먼저 후보 차량이 1대가 있는 경우, 선택된 도착지 정보는 검색된 1대의 후보 차량으로 결정한다. 후보 차량이 1대 이상인 경우, 각 후보 차량 중 운송횟수가 가장 적은 차량으로 결정한다. 운송횟수가 동일할 차량이 여러 대인 경우는 차량번호가 가장 빠른 차량을 선택한다.

**3.1 단계 :** Seed Point의 선택조건으로는 도착지 물량 중 제일 큰 물량을 선택한다. 만일 선택한 물량이 차량의 최대 용량보다 크다면, 도착지 정보를 분리할 수 있다면 분리하여 다시 Seed Point를 선택한다. 분리할 수 없다면 임시차로 배정한다. 더 이상 Seed Point가 없다면 최종 조건 체크단계를 수행한다.

**3.2 단계 :** 만일 후보 차량이 없는 경우는 임시차량번호를 자동 부여 받은 후 받은 차량번호를 선택한다.

**3.2 단계 :** 가능 차량 선택조건으로는 직송이 가능한 차량 중에서 용량이 큰 것을 우선으로 하여 가능 차량을 선택한다. 만일 현재의 Seed Point가 차량의 가장 최근에 고려했던 Seed Point와 같다면, 피드백하여 다른 Seed Point를 선택한다.

**4 단계 :** 차량운송비 계산단계는 출발지인 집하지 권역과 도착지인 배송지 권역정보를 운송정보와 연결하여 계산한다. 최종조건 체크는 독차를 요구한 도착지 정보 중 미계획된 운송의뢰정보가 있는지를 체크한 후, 있으면 다시 체크하고, 없으면 데이터 형태에 알맞게 저장단계를 수행한다.

**3.3 단계 :** 첫째 그룹핑 조건으로는 Seed Point를 기준으로 하여 도착지 물량을 적재한다. 먼저 도착지 물량을 Seed Point와 동일 권역 내에서 적재하여 차량의 적재조건에 맞는지 검토한다. 차량이 적재조건에 부합되면 계획을 저장한 후, 최종조건 체크단계를 수행한다. 만일 적재조건에 위배된다면 두 번째 그룹핑 조건을 다시 수행한다.

**5 단계 :** 저장단계에서는 독차 운송계획의 마지막 단계로서 계획된 결과를 데이터베이스에 저장한다. 계획결과는 도착지와 차량정보, 운송계획정보, 도착지와 운송의뢰정보 등의 3가지 데이터 집합으로 구성된다.

**3.4 단계 :** 두 번째 그룹핑 조건으로는 첫째 그룹핑 조건으로부터 기각된 경우에는 인접 권역까지 고려하여 Seed Point를 기준으로 하여 도착지 물량을 적재한다. 차량이 적재조건에 부합되면 계획을 저장한 후 최종조건 체크단계를 수행하고, 만일 적재조건에 위배되면 에러를 발생시켜 저장한 후, 최종조건 체크단계를 수행한다.

**3.3 집하지 운송계획**

직송이란 집하지로부터 배송지로 직접 운송하거나, 집하지로부터 배송지의 물류센터로 직접 운송하는 것을 의미한다. 직송계획은 화물이 크고, 배송지가 적은 운송의뢰정보를 그룹핑하여 간선운행을 유도함으로써 운송효율을 높이는 것이다. 집하지 운송계획 알고리즘은 다음과 같다.

**1 단계 :** 주문 필터링 조건은 아직 운송계획이 수립되지 않은 도착지 물량정보 중에 집하지를 출발지로 하고 있는 도착지 물량정보가 계획의 고려대상이 된다. 집하지가 출발지인 도착지 물량정보는 출발지 구분이 집하지로 되어 있다.

**3.5 단계 :** 최종조건 체크단계는 집하지로부터 배송지까지 계획을 종료할 것인지를 검토하는 단계이다. 미계획상태인 직송차량의 수가 '0'이거나 더 이상 고려할 Seed Point가 없는 경우에는 집하지로부터 배송지까지 계획은 종료된다. 그러나 이 조건이 맞지 않는 경우에는 아직 계획을 수립할 물량이나 차량이 있는 것이므로 Seed Point 선택단계로 피드백한다.

**2 단계 :** 차량 필터링에서는 집하지를 출발지로 하는 도착지 물

**4 단계 :** 일반 운송 스케줄링은 직송 운송계획 후 남은 도착지 물량과 차량의 운송계획을 말하며, 이 단계에서도 Seed Point 알고리즘을 사용한다. Seed Point의 선택조건으로는 도착지 물량 중에서 중량이 제일 큰 물량을 선택한다. 만일 선택한 물량이 차량의 최대용량보다 크다면, 도착지 정보를 분리할 수 있다면 분리하여 다시 Seed Point를 선택한다. 분리할 수 없다면 임시차로 배정한다. 더 이상 Seed Point가 없다면 최종조건 체크단계를 수행한다.

**5 단계 :** 임시계획 차량으로 잔고주문 제거단계는 계획된 물량 중 기존의 차량에 최대한 적재하여 차량대수를 줄이며, 차량이 줄어들지 않을 때에는 임시계획 차량으로 적재정보를 그대로 유지한다. 이 단계에서 임시계획 차량의 선택조건은 임시계획 차량으로 계획된 차량 중 적재량이 가장 작은 차량을 선택한다.

**5.1 단계 :** 가용 차량 선택조건으로는 선택된 차량에 적재되어 있는 물량별로 각각 후보 차량을 검색한다. 후보 차량은 집하지로부터 배송지까지의 차량, 집하지로부터 배송지 물류센터까지의 차량, 그리고 집하지로부터 집하지 물류센터까지의 차량 등의 차량운행 구분별로 검색조건이 달라진다.

**5.1.1 단계 :** 집하지로부터 배송지까지의 차량 선택조건으로는 차량의 남은 용량이 물량의 무게와 부피보다 크거나 같으면서, 선택된 물량의 집하지 권역이 차량의 집하지 권역, 선택된 물량의 배송권역이 차량의 배송권역, 차량의 집하지 수가 '3'개 이하, 차량의 배송지 수도 '3'개 이하, 계획의 상태가 있는 차량 순으로 후보 차량이 검색된다.

**5.1.2 단계 :** 집하지로부터 배송지 물류센터까지의 차량 선택 조건으로는 차량의 남은 용량이 물량의 무게와 부피보다 크거나 같으면서, 선택된 물량의 집하지 권역이 차량의 집하지 권역, 선택된 물량의 배송지 물류센터가 차량의 배송지 물류센터, 차량의 집하지 수가 '3'개 이하, 차량의 배송지 수도 '3'개 이하, 계획의 상태가 있는 차량 순으로 후보 차량이 검색된다.

**5.1.3 단계 :** 집하지로부터 집하지 물류센터까지의 차량 선택 조건은 차량의 남은 용량이 물량의 무게와 부피보다 크거나 같으면서, 선택된 물량의 집하지 권역이 차량의 집하지 권역 내, 계획의 상태가 있는 차량 순으로 후보 차량이 검색된다.

**5.2 단계 :** 주문의 적재는 선택된 차량들 중 선택된 물량의 위

치와 가장 가까운 차량에 물량을 적재한다.

**5.3 단계 :** 최종조건 체크는 현재 처리중인 임시계획 차량의 적재물량이 모두 제거되었다면, 계획을 확정된 후 다음 임시계획 차량을 처리한다. 만일 제거되지 않았다면, 다시 다음 임시계획차량을 처리한다. 더 이상 처리할 임시계획 차량이 없다면 종료한다.

### 3.4 집하지 물류센터 운송계획

집하지 물류센터 운송계획은 집하지 운송계획 흐름도 설계와 매우 유사하며, 집하지 물류센터를 출발지로 하는 도착지 물량정보에 대한 운송계획을 수립하는 것이다. 또한 직송이 가능한 도착지 물량정보에 대하여 직송계획을 먼저 수립한 후 나머지 물량에 대한 운송계획을 수립한다.

**1 단계 :** 주문 필터링 조건은 아직 운송계획이 수립되지 않은 도착지 물량정보 중에 집하지 물류센터를 출발지로 하고 있는 도착지 물량정보가 계획의 고려대상이 된다. 집하지 물류센터가 출발지인 도착지 물량정보는 출발지 구분이 집하지 물류센터로 되어 있다.

**2 단계 :** 차량 필터링 조건은 차량의 대기 물량센터 코드가 집하지 물류센터 코드인 차량이 집하지 물류센터 운송계획에서의 가용 차량정보이다.

**3 단계 :** 직송 스케줄링 단계에서의 직송의 경우는 집하지 물류센터를 출발하여 배송지로 직접 운송하는 한 가지 경우만 있다. 집하지 물류센터로부터 배송지까지의 스케줄링은 몇몇 집하지 물류센터의 물량을 적재하여 직접 배송지로 운송하는 방법으로, Seed Point 알고리즘을 사용한다. Seed Point의 선택조건으로는 집하지 물량센터의 물량 중에서 제일 큰 물량을 선택한다. 만일 선택한 물량이 차량의 최대용량보다 크다면, 도착지 정보를 분리할 수 있다면 분리하여 다시 Seed Point를 선택한다. 분리할 수 없다면 임시차로 배정한다. 더 이상 Seed Point가 없다면 최종조건 체크단계를 수행한다.

**4 단계 :** 일반 운송 스케줄링은 직송 운송계획 후 남은 도착지 물량과 차량은 집하지 물류센터로부터 배송지 물류센터의 운송계획을 말하며, Seed Point 알고리즘을 사용한다. Seed Point의 선택조건으로는 도착지 물량 중에서 중량이 제일 큰 물량을 선택한다. 만일 선택한 물량이 차량의 최대용량보다 크다면, 도착지 정보를 분리할 수 있다면 분리하여 다시 Seed Point를 선택한다. 분리할 수 없다면 임시차로 배정한다. 더 이상 Seed Point가 없다면 최종조건 체크단계를 수행한다.

**5 단계 :** 최종조건 체크는 현재 처리중인 임시계획 차량의 적재물량이 모두 제거되었다면, 계획을 확정된 후 다음 임시계획 차량을 처리한다. 만일 제거되지 않았다면, 다시 Roll Back한 후 다음 임시계획 차량을 처리한다. 더 이상 처리할 임시계획 차량이 없다면 임시계획 차량으로 잔고주문 제거단계를 종료한다.

**3.5 배송지 물류센터 운송계획**

배송지 물류센터 운송계획 알고리즘은 다음과 같이 설계한다.

**1 단계 :** 주문 필터링은 아직 운송계획이 수립되지 않은 도착지 물량정보 중에서 배송지 물류센터를 출발지로 하고 있는 도착지 물량정보가 고려대상이 된다. 따라서 이 단계에서는 배송지 물류센터의 담당자가 계획을 수립할 때 운송계획이 수립된다.

**2 단계 :** 차량 필터링에서는 배송지 물류센터를 출발지로 하는 도착지 물량에 대한 운송 기능을 수행할 수 있는 가능한 차량을 찾는다.

**3 단계 :** 운송 스케줄링에서는 운송계획을 수립할 차량과 도착지 정보가 선택되었다면, 운송계획을 수립하는 데 Seed Point 알고리즘을 이용한다.

**4 단계 :** 임시계획 차량으로 잔고주문 제거는 계획된 물량 중 기존의 차량에 최대한 적재하여 차량대수를 줄이며, 차량이 줄어들지 않을 때에는 임시계획 차량으로 적재정보를 그대로 유지한다.

**5 단계 :** 최종조건 체크는 현재 처리중인 임시계획 차량의 적재물량이 모두 제거되었다면, 계획을 확정된 후 다음 임시계획 차량을 처리한다. 만일 제거되지 않았다면, 다시 다음 임시계획 차량을 처리한다. 더 이상 처리할 임시계획 차량이 없다면 종료한다.

**3.6 경로설정**

기존의 연구에서 사용한 두 거래처 간의 거리산정은 직선거리(Euclidean Distance), 맨해튼거리(Manhattan Distance), 최대거리(Maximum Distance), 지리상의 거리(Geographical Distance), 의사 직선거리(Pseudo Euclidean Distance) 등을 통하여 계산해 왔지만, 최근에는 GIS 맵을 이용한 두 거래처 간의 거리를 도로 간 이동거리 계산을 통해 실제거리를 구할 수 있다. 그러나 기존의 연구에 의한 거리산정이나 GIS 맵을 이용해 실제거리를 계산했다고 하더라도 도로의 교통 환경이나 돌발 도로상황을 고려하지 못하기 때문에 정확한 배송차량의 이동시간 계산은 불가능

하다. 본 연구에서의 경로설정은 NNH(Nearest Neighborhood Algorithm)을 이용하는데, 이 알고리즘은 출발점으로부터 가장 근거리의 다음 지점으로 순차적으로 이동하면서 경로를 만들어주는 알고리즘이다.

**1 단계 :** 계획된 차량의 선택단계는 운송계획정보로부터 운송계획이 수립된 차량을 선택한다. 차량은 출발지가 집하지이거나 도착지가 배송지인 차량이 경로설정 차량 대상이다. 용량이 큰 차량을 우선으로 하며, 용량이 동일한 경우에는 적재율이 큰 차량을 우선으로 한다.

**2 단계 :** 출발지점 선택단계에서는 경로설정의 대상이 되는 차량의 최초 출발지점은 그 차량이 현재 위치하고 있는 대기 물류센터가 된다. 따라서 첫 번째 방문해야 하는 거래처는 대기 물류센터와 거리가 가장 가까운 집하지나 배송지가 된다. 물류센터의 위치와 방문할 각 방문지와와의 직선거리 계산은 다음과 같다.

$$\text{직선거리} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

여기에서,

$(x_i, y_i)$  : 현재 위치에 있는  $i$  대기 물류센터의 좌표값,

$(x_j, y_j)$  : 대기 물류센터와 가장 가까운  $j$  방문지의 좌표값.

**3 단계 :** 경로결정은 NNH 알고리즘을 사용하여 결정한다. 마지막으로 운송비용계산은 운송단가정보를 참조하여 계산할 수 있으며,

**4 단계 :** 운송단가정보는 운송의뢰구분과 출발지 권역, 도착지 권역에 따라 다르다. 도착지 권역이 여러 권역일 경우에는 단가가 가장 비싼 권역을 선택한다.

**4. 파일럿 시스템의 구현**

본 연구에서는 효율적인 공동 수 · 배송 프레임워크 및 데이터 모델링을 기초로 <그림 6>과 같이 N-Tiers 분산환경으로 파일럿 시스템을 구현한다.

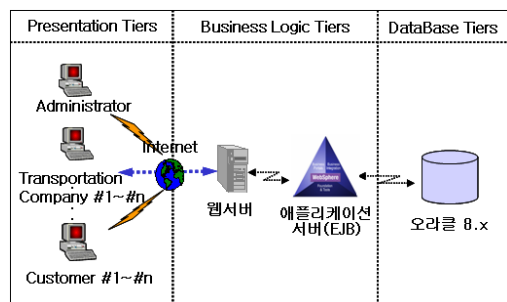


그림 6. N-Tiers 분산개발환경.



이 구조는 J2EE 기반의 웹 애플리케이션 개발환경으로 EJB 1.1 이상의 엔터프라이즈 자바 표준을 채택하고, 데이터베이스는 Oracle을 사용하여 웹 서버를 통한 사용자 인터페이스로 구현한다(Allamaraju et al, 2001; Sarang et al, 2001).

본 파일럿 시스템의 구성으로는 크게 관리 영역 부분과 운송회사 및 화주 영역 부분으로 크게 나누어 구현해 본다.

먼저 관리 영역은 다시 기준관리와 관리자 영역으로 나누어서 구현되며, 기준관리에는 시스템을 운영하기 위해 기준이 되는 코드를 관리하는 기초코드 관리, 물류센터의 코드 및 물류센터명 등의 정보를 관리하는 물류센터 조회/등록, 물류센터에서 관할 권역을 지정하는 권역지정, 대단위 지역과 지역내 권역을 관리하는 지역/권역 관리, 우편번호 중심좌표를 관리하는 우편번호 권역 지정/처리, 기타 흔적비 적용기준 조회/등록/수정, 특별 적재표준 조회/등록/수정, 택배영업소 조회/등록/수정 등의 부분으로 관리의 효율성을 유지하도록 한다.

관리자 영역으로는 운송단가 관리/등록/수정, 운송사 등록, 화주 조회/수정, 운송 의뢰/정보체크/확정, 긴급배차, 공차배차, 배차지시/지시서 출력/운송장 출력/조정, 상태/정산 관련 기타 부분 등이 있다.

운송회사는 차량의 등록/조회/수정, 가용 차량 확인, 배차의 현황/조정/차량추적, 운송사 수금조회, 운송사 수정, 사용자 관리, 공차조회, 배차집계, 차량별 의뢰현황 등을 관리할 수 있다. 화주는 신규회원등록, 화주출고지 등록/조회, 제품 관리/등록, 운송 의뢰/현황, 배송예정 현황, 기본정보 조회, 사용자관리, 공차조회, 의뢰집계, 출고지집계 등을 관리할 수 있다.

이상과 같은 효율적인 공동 수·배송 모델의 분석 및 설계의 알고리즘을 기반으로 파일럿 시스템의 핵심적인 사항인 관리자 영역 중 배차 시뮬레이션 화면결과는 <그림 7>과 같고, 시뮬레이션을 실행한 후의 결과화면을 보면 <그림 8>과 같다.

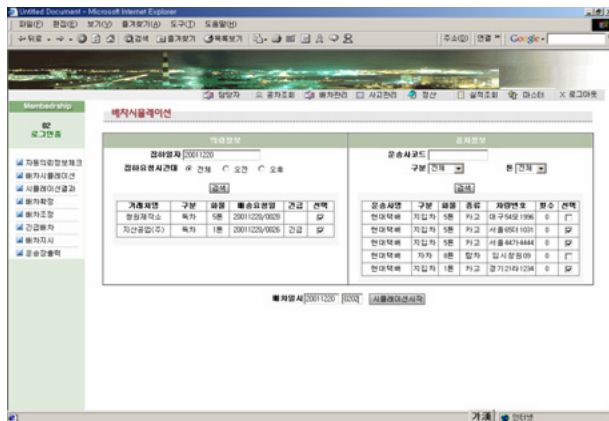


그림 7. 배차시뮬레이션 화면.

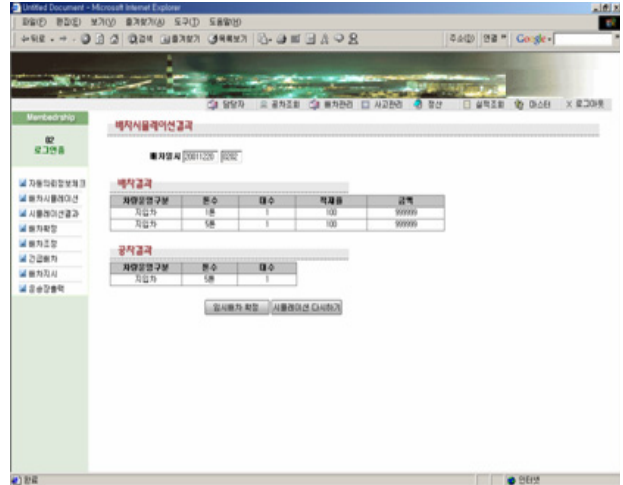


그림 8. 배차 시뮬레이션 결과화면.

### 5. 결론

오늘날 고객의 다양한 서비스의 욕구는 점차 고객의 만족과 정보시스템 통합화를 통한 유연성 있는 물류서비스를 극대화하기 위한 새로운 물류개념을 요구하게 되었다. 이에 따라 국내 기업들의 효율적인 공동 수·배송 업무의 합리화는 국내 기업 물류관리의 가장 중요한 과제 중의 하나로 부각되고 있다. 또한 고물류비 구조를 개선하기 위하여 물류공동화, 표준화 및 정보화의 통합을 통한 효율적인 공동 수·배송 종합물류정보 시스템을 구축할 필요가 있다.

그러나 현재까지 대부분의 수·배송 연구는 차량 경로문제나 시간 및 선행순서에 대한 제약이 있는 경우의 차량 일정계획문제에 국한되어 연구되었으며, 특히 효율적인 공동 수·배송 시스템의 통합운영 모델의 분석 및 설계에 관한 연구는 아직 없었다.

따라서 본 연구에서는 효율적인 공동 수·배송을 위한 프레임워크를 기반으로 분석 및 설계를 함으로써, 이에 대한 모델별 알고리즘을 개발하여 종합적인 공동 수·배송 물류정보 시스템을 구축하는 업체들에게 개발을 위한 지침으로 활용될 수 있도록 한다. 또한 이 개발 알고리즘 지침을 이용하여 공동 수·배송의 물류정보시스템에 대한 사용자의 요구사항을 통하여 효율적인 공동 수·배송의 물류정보시스템 분석 및 설계 과정을 지원받을 수 있도록 한다.

향후 이러한 효율적인 공동 수·배송 모델의 분석 및 설계와 알고리즘을 이용하여, J2EE 플랫폼 중심의 EJB(Enterprise JavaBeans)나 웹 서비스(Web Services) 환경으로 확장하여 표준 기반의 공동 수·배송 모델 구축에 대한 연구도 지속되어야 할 것이다.



## 참고문헌

- Ro, I.K. and Ye, S.Y.(1996), A Heuristic for the Vehicle Routing Problem, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 22(3), 325~336.
- Park, B.C. and Park, J.Y.(1998), A Vehicle Scheduling System for Efficient Delivery, *IE Interfaces*, 11(1), 67~74.
- Lee, M.H., Lee, G.J. and Kim, N.H.(2003), Implementation of Framework for the Consolidated Transportation Model, *Journal of the Korean Institute of Plant Engineering*, 8(2), 101-111.
- Hwang, H.S.(1998), A Vehicle Routing Model for Multi-Supply Centers Based on Lp-Distance, *IE Interfaces*, 11(1), 85-95.
- Allamaraju, S., Ashri, R., Darby, C., Flenner, R., Linde, A., Karsjens, T., Kerzner, M., Krotov, A., MacIntosh, J., McGovern, J., Mirchandani, T., Plaster, B., Reamey, D., Sarang, P. G., Writz, D.(2001), Professional Java E- Commerce, *Wrox Press*.
- Bodin, L. D. and B. L. Golden(1981), Classification in Vehicle Routing and Scheduling, *Networks*, 11(2), 97-108.
- Fisher, M. L. and R. Jaikumar(1981), A Generalized Assignment Heuristic for Vehicle Routing, *Networks*, 11, 109-124.
- Lin and Kernighan(1973), An Effective Heuristic Algorithm for the Traveling Salesman Problem, *Operations Research*, 21, 498-516.
- Sarang, P. G., Gabhart, K., Tost, A., McAllister, T., Adatia, R., Juric, M., Osborne, T., Arni, F., Lott, J., Nagarajan, V., Berry, C. A., O'Connor, D., Griffin, J., Mulder, A., Young, D.(2001), Professional EJB, *Wrox Press*.
- Solomon, M. M. and J. Desrosiers(1988), Survey Paper: Time Window Constrained Routing and Scheduling Problems, *Transportation Science*, 22(1), 1-13.



## 이명호

아주대학교 산업공학과 학사

아주대학교 산업공학과 석사

아주대학교 산업공학과 박사

현재: 세명대학교 인터넷정보학부

조교수

관심분야: 물류정보시스템, 모니터링 시스템,

WAS 프로그래밍