

로지스틱스管理에서 配送센터의 立地選定
- Determining the Location of Distribution Center
in Business Logistics -

한 수 회*
Han, Su Hee
오 형 술**
Oh, Hyung Sool

Abstract

The location decision problem for distribution center is one of the most important problem in business logistics system. Because the proportion of holding and transportation cost to physical distribution cost in our country exceed the 60%, a corporation must feel strong pressure to investigate the location problem for distribution center.

This paper presents an algorithm for determining the best location of distribution center in consideration with physical distribution cost, demand, and customer location.

The methods of determining the distribution center location is that firstly many of proposed sites are built up where demand position is distributed, and then optimal location of distribution center is selected.

1. 서 론

기업은 내.외적인 환경 변화에 대응하기 위하여 자사제품의 공급을 확대하기 위한 시장거점 확보와 아울러 배달제품의 배송시간 단축을 통한 고객서비스창출의 중요성을 크게 인식하고 있다. 고객서비스는 제품의 품질 다음으로 그 중요도를 더해가고 있으며, 자사의 고객관리측면에서 물류전략의 요체가 되고 있다. 고객들은 과거보다는 차별화된 서비스를 원하고 있으므로 기업의 입장에서 볼때 다양한 서비스와 신속한 제품공급 및 배달을 할 수 있는가는 제품차별화 이상으로 중요한 경쟁요인으로 등장하고 있다.

특히 고객들의 욕구가 다품종소량화 추세를 보임에 따라 생산공정이 더 복잡해지고 원자재의 구입이 다양해지며, 또한 빈번한 소량수송이 요구되는 등 물류환경이 더욱 복잡해지고 있다.

고객서비스는 물류개별시스템 즉, 수송, 보관, 포장, 하역, 유통가공, 정보 등의 활동이 결합하여 최종적으로 출력되는 요소로서 고객에게 실제로 제품과 서비스를 동시에 제공하는 경제 활동을 창출하게 된다.

* 한국능률협회컨설팅 CS/마케팅 OBU

** 삼척산업대학교 산업공학과

기업물류(Logistics)시스템 설계에서 배송센터(Distribution Centers)의 입지선정 문제는 매우 중요한 요인중의 하나이다. 이는 배달제품의 배송시간 단축을 통한 고객서비스 개선과 상품 공급의 확대를 통한 서비스의 거점확보라는 2가지 차원에서 배송센터의 기능과 역할에 대해서 시사하는 바가 크다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 물류환경을 고려하여 배송센터를 설립하는데 있어서, 수요지의 위치, 수요량, 물류비용 등을 기본자료로 하여 최적의 입지선정을 위한 알고리즘을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다.

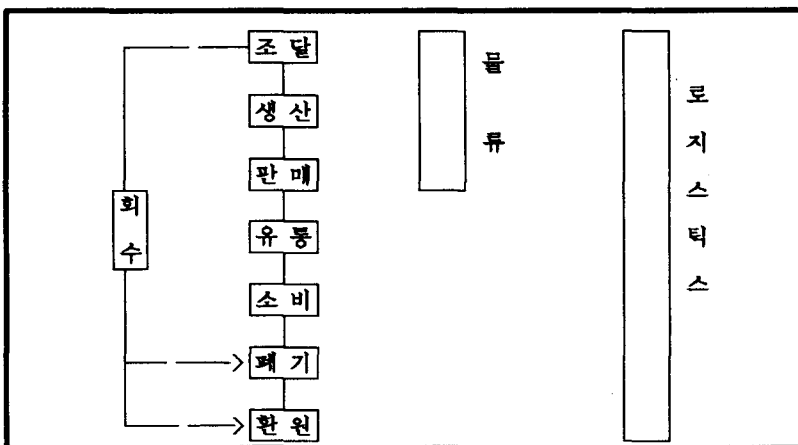
배송시스템의 설계에서 배송센터의 입지선정은 물류코스트와 고객서비스 수준에 중요한 영향을 미친다. 배송센터의 입지선정 문제에 있어서는 순수입지문제와 더불어 배송센터와 수요지를 최적의 네트워크로 연결하기 위한 경로문제를 혼합적으로 다룬 연구가 두가지 문제를 독립적으로 다루었을 경우보다 더 합리적이고, 효율적인 배송시스템이 구성됨을 나타내고 있어 이 접근은 순차적인 방법인 발견적 해법에 의하여 이루어져 왔다.

본 연구는 배송시스템의 구조를 생산공장에서 배송센터까지의 일단계 구조와 배송센터에서 수요지까지의 2단계 구조로 나누어, 입지문제에 경로문제를 혼합하여 최적의 배송센터의 입지를 선정하는 발견적 알고리즘을 찾는 것이다. 입지선정은 물류비용을 최소화시키는 경로의 입지를 선정하는 것을 목적으로 하며, 최적경로를 찾는 방법에는 Savings 알고리즘의 개념을 이용한다.

2. 로지스틱스관리의 개념

로지스틱스 관리는 재화와 용역을 공급지로부터 수요지로 전달하는데 관련되는 제반활동을 말한다. 로지스틱스란 용어는 원래 프랑스로 병참을 의미하며, 로지스틱스 관리는 특히 전쟁에서 그 중요성이 강조되어 왔기 때문에 군에서는 일찍부터 많은 관심을 가지고 집중적인 연구가 되어 왔으며, 기업활동에도 많은 부분이 응용되어 연구가 되고 있다.

로지스틱스의 개념을 종합하여 보면, 로지스틱스는 (그림 2-1)에서와 같이 물류활동의 광범위한 개념으로 볼 수가 있다.



(그림 2-1) 로지스틱스와 물적유통의 활동분야별 비교[12]

기본적인 로지스틱스 활동은 이동(move)와 저장(storage)이라고 할 수 있다. 로지스틱스 관리는 그 기능의 일부가 생산기능 및 마케팅기능과도 밀접하게 연관되어 있다. 이러한 연관기능과의 상호관계를 고려하여 로지스틱스 관리내용을 고찰하면 공장입지결정,

제품계획, 구매계획 등은 생산기능과 연결이 되며, 고객서비스, 정보관리, 제품포장, 판매망입지 결정 등은 마케팅기능과 연결되어 있음을 알 수 있다.

이러한 상호관련요소들을 고려하면 로지스틱스 기능과 연결기능 등의 효율적인 관리를 위해서는 이들 사이의 협력과 조화가 필요하기 때문에 개별적인 문제로 취급할 수 없으며 기업전략차원에서 통합된 총괄시스템적 접근이 이루어져야 한다.

3. 배송센터 입지선정의 이론적 배경

3.1 입지선정문제의 개요

일반적으로 로지스틱스 관리측면에서 배송센터의 입지선정을 위해서는 다음과 같은 의사결정을 하게 된다.

- 1) 배송센터의 갯수, 위치 및 규모
- 2) 생산거점과 배송센터 사이의 위치 및 규모(1차 적송)
- 3) 배송센터와 수요지 사이의 차량경로의 결정(2차 배송)

이 경우 관심의 대상은 순수입지선정 문제(Pure Locating Problem)와 순수경로문제(Pure Routing Problem)가 상호 연관성을 갖도록 결합하여 모형화 하며, 동시에 최적화에 접근하도록 결과를 구하는 것이다.

일반적으로 입지문제(Location Problem)는 창고입지문제, 수송입지문제, 입지할당문제, 할당문제로 분류할 수 있다. 또한, 경로문제(Routing Problem)는 일반수송문제, 다수배송센터 차량배정문제, 다수의판원문제, 외판원문제로 분류할 수 있다.

3.2 배송시스템의 분석

배송시스템은 학자에 따라서 로지스틱스 관리의 한 구성요소로 분류하기도 하고, 로지스틱스 관리 그 자체로 분류하기도 한다. 개념상에 있어서 이러한 다소간의 차이가 존재한다 해도, 배송시스템이 로지스틱스 관리의 핵심요소라는 데는 인식이 일치하고 있다.

일반적으로 배송시스템의 전형적인 구조는 (그림 3-1)과 같이 표현할 수 있다.

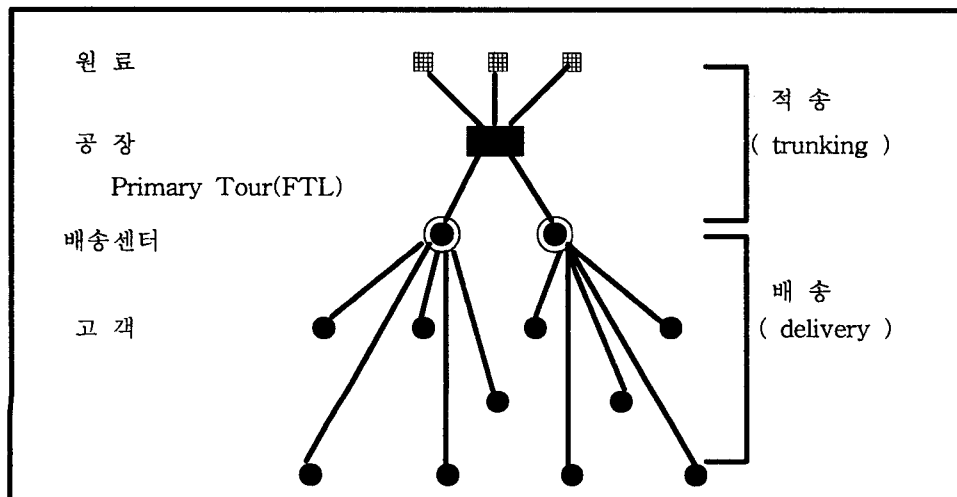


그림 3-1 기존 배송시스템의 구조

제조업체의 경우 배송시스템은 대체적으로 원재료를 구입하여 공장에서 제품으로 제조한후 배송센터로 적송하는 1단계 수송이 있고, 배송센터에서 수요지점을 할당하여 배송하는 2단계 수송으로 나누어 볼 수 있다.

그림 3-1의 기존 배송시스템의 구조에서, 차량수송형태는 일반적으로 생산거점과 배송센터 사이는 대형트럭과 같은 FTL(Full Truck Load) 및 CL(Car Load)로 대량 일괄수송이 이루어지고 있으며, 배송센터에서 수요지점사이의 운행형태는 피스톤식(Straight-and-Back)의 개별적 수송으로 이루어지고 있다.[4]

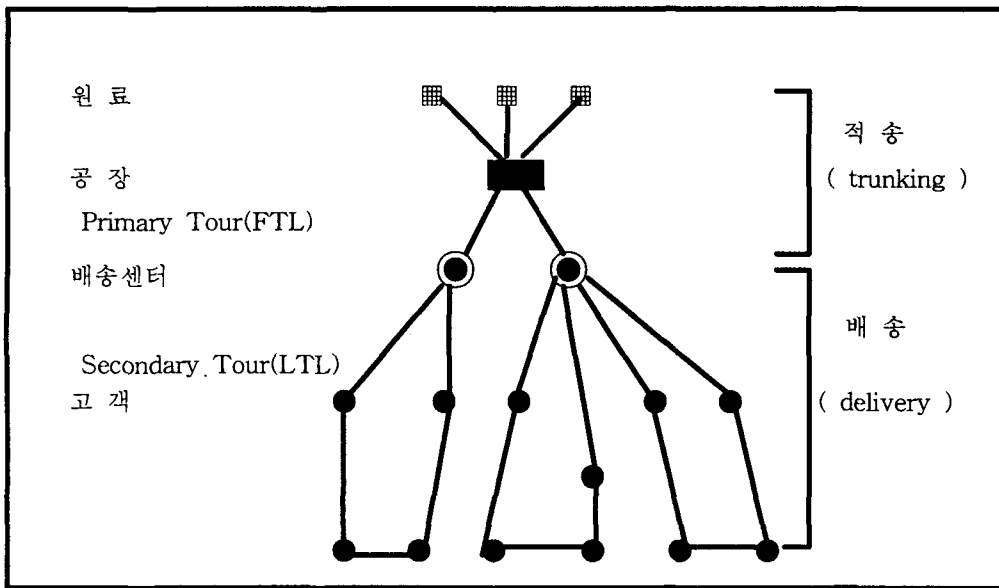


그림 3-2 새로운 입지결정 모형에서의 배송시스템의 구조

그러나 실제로 배송센터에서 수요지로 보내어지는 물품은 (그림 3-2)에서와 같이 소단위 화물인 LTL(Less-than Truck Load)로서 개별소량화물 배송으로 여러곳의 수요지를 순회 방문하는 차량서비스가 이루어지고 있다. 이때 발생하는 수송비용을 배송비라고 하며, 즉 배송 시스템에서 발생하는 운송비용은 1단계 수송에서 발생하는 적송비와 2단계 수송에서 발생하는 배송비의 2가지로 구분된다.

기존배송시스템인 (그림 3-1)과 새로운 입지모형의 배송시스템인 (그림 3-2)를 비교하여 보면, 새로운 배송시스템이 기존배송시스템보다 고객서비스율이 향상되고 운송비용의 절감측면에서 효율적임을 암시해 주고 있다.

따라서, 배송센터의 입지선정과 차량순회경로는 상호의존적인 관계를 가지게 되므로, 2가지 요소가 동시에 다루어져야 배송센터 최적입지의 타당성을 높일 수 있다.

실질적으로 배송센터의 입지문제는 세가지 기본요소 즉, 설비입지, 고객할당, 차량경로로 구성되어 있으며, 이들 사이에는 복합적인 상호의존성이 존재한다고 볼 수 있다.

3.3 수리적 모형

본 연구에서 다루고 있는 배송센터의 입지선정 문제의 수리적 모형은 입지문제와 경로문제를 고려하여 배송센터의 관련비용 (고정비+변동비)과 수송비용 (적송비+배송비)를 최소화 할 수 있도록 배송센터의 위치를 결정하고, 각 수요지점을 배송센터에 할당하며, 배송차량의 운행경로를 결정하는 것이다. 그리고, 부품업체의 특성을 고려하여 아래의 사항을 가정한다.

- 1) 전체 물류비용을 최소화 한다.
- 2) 제품이 공급되는 수요지점 및 수요량은 확정적으로 알고 있는 요소이다.
- 3) 제품은 위치를 알고 있는 단일공장에서 공급된다.
- 4) 모든 수요지의 주문량은 충족시킬수 있도록 한다.
- 5) 차량적재용량을 초과하지 않는 범위내에서 운행한다.
- 6) 각 배송센터의 제품단위당 변동비는 동일하며, 배송차량은 동일한 적재용량을 갖는다.
- 7) 배송차량은 배송센터를 출발하여 수요지를 경유한후 출발지로 귀환한다.

이러한 가정하에서 경로문제를 고려한 배송센터의 입지선정 문제를 수식모형으로 표현하기 위해 다음과 같은 기호를 사용한다.

- i = 수요지점의 표시($1 \leq i \leq N$)
- j = 배송센터 후보지의 표시($1 \leq j \leq M$)
- k = 차량운행 경로의 표시($1 \leq k \leq K$)
- s = 생산공장의 표시($1 \leq s \leq S$)
- d_{ji} = 배송센터 j 와 수요지점 i 사이의 거리
- q_i = 수요지점 i 의 수요량
- F_j = 배송센터 j 의 고정비용
- T_{sj} = 공장 s 에서 배송센터 j 까지의 단위당 적송비용
- C_k = 경로 k 를 운행하는 차량의 용량(Capacity)
- D_j = 배송센터 j 의 배송용량
- G = 경로를 지나는 단위거리당 배송비용
- Z_j = 1: j 지점에 배송센터가 개설되는 경우
{ 0: 그렇지 않은 경우
- Y_{ji} = 1: 배송센터 j 에서 수요지 i 가 부품을 공급받는 경우
{ 0: 그렇지 않은 경우
- X_{jik} = 1: 경로 k 상에서 배송센터 j 와 수요지 i 가 연결된 경우
{ 0: 그렇지 않은 경우

문제의 가정 및 기호에 따라서 본 연구에서 다루려는 부품업체의 배송센터 입지선정에 관한 문제는 다음과 같이 수리계획 모형으로 정형화 된다.

$$\text{Min } P = \sum_{j=1}^M F_j \cdot Z_j + \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^M T_{sj} (\sum_{i=1}^N q_i \cdot Y_{ji}) + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N G \cdot d_{ji} \cdot X_{jik} \quad (\text{식 3.1})$$

$$\text{i) } \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^M X_{jik} = 1 \quad i = 1, \dots, N$$

$$\text{ii) } \sum_{i=1}^N q_i \cdot \sum_{j=1}^M X_{jik} \leq C_k \quad k = 1, \dots, K$$

$$\text{iii) } \sum_{i \in v} \sum_{j \in v} \sum_{k=1}^K X_{jik} \geq 1 \quad (v \text{는 시스템내의 모든 지점중 배송센터 입지후보지의 집합})$$

$$iV) \sum_{j=1}^M X_{jik} = \sum_{i=1}^N X_{ijk} \quad k = 1, \dots, K, i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M$$

$$V) \sum_{i=1}^N q_i \cdot Y_{ij} \leq D_j \quad j = 1, \dots, M$$

$$Vi) Y_{ji} \geq \sum_{j=1}^M X_{jik} + \sum_{i=1}^N X_{ijk} - 1$$

$$i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M, k = 1, \dots, K$$

$$Vii) X_{jik} = 0, 1 \quad i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M, k = 1, \dots, K$$

$$Y_{ji} = 0, 1 \quad i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M$$

$$Z_j = 0, 1 \quad j = 1, \dots, M$$

목적함수 식(3.1)은 배송센터 관련비용중 고정비용 및 수송비용(적송비용+배송비용)의 합을 최소화 하는 것이다.

고정비용 F_j 는, 각 배송센터를 개설하는데 있어서 일정규모의 설비용량 D_j 까지는 일정한 규모의 비용이 소요되는 것으로 전제되어 있다. 또 적송비용은 취급하는 제품수량과 적송거리에 비례하며 배송비용은 배송차량 운행거리에 비례한다.

제약조건식 i)은 각 수요지점이 한번씩 방문됨을 의미하며, 제약조건식 ii)는 각 경로별 수요량의 합이 차량의 적재용량을 초과하지 않는다는 것을 의미하고 있다.

제약조건식 iii)은 경로제약식으로 모든 배송경로는 배송센터에 연결되어야 함을 의미하며, iv)는 모든 지점에서 차량이 진입하는 횟수와 나가는 횟수가 같다는 것을 의미한다.

제약조건 V)는 각 배송센터에 할당된 수요지점들의 수요량의 합은 배송센터의 용량을 초과하지 못함을 나타내는 것으로 배송센터의 용량의 제약성을 표시한다.

제약조건 Vi)는 배송센터 입지-경로문제에 있어서 할당변수(Y_{ji})와 경로변수(X_{jik})를 연결시켜 주는 것으로서 만일 한 수요지점이 특정 배송센터에 할당되기 위해서는 배송센터로 부터 수요지점을 통과하는 경로가 존재하여야 함을 나타내고 있다.

제약조건 Vii)은 변수값에 대한 제약조건이다.

4. 발견적 알고리즘

4.1 알고리즘의 전개

전장에서 기술한 바와 같이, 일반적인 제조업체의 배송시스템은 생산공장에서 배송센터까지 적송되는 1단계 구조와 배송센터에서 수요지점으로 배송되는 2단계 수송구조로 나누어진다. 따라서 배송센터의 입지선정에 있어서, 고객의 서비스를 향상시키고 물류비용을 최소화할 수 있도록 설계되어야 할 것이다. 따라서, 본 논문에서의 목표는 제품이 생산공장에서 배송센터를 경유하여 수요지점에 전달될때까지의 비용을 최소화 시킬 수 있는 알고리즘을 개발하는 것이다.

알고리즘의 전개는 초기에 가능한 지역에 배송센터의 후보지를 개설하여 단계적으로 기여도가 적은 배송센터를 하나씩 차례로 폐쇄시키어, 가장 좋은 조건의 배송센터를 입지대상으로 선정하는 방법을 이용한다.

여기에서 최적경로를 찾는 방법은 Savings 알고리즘의 개념을 사용한다.

Savings 기법은 Clark & Wright[16]가 제시한 것으로서, 경로문제의 발견적 방법으로 또 다른 경로를 포함시, 각 쌍간의 Savings 목록을 만들어 최대의 Savings 값을 갖는 쌍부터 경로에 포함, 모든 수요처가 포함 될때까지 수행하는 방법이다.

Clark & Wright[16]는 단일 배송센터의 경우 차량이 수요지 i에만 서비스를 하지 않고, 인접된 또 다른 수요지 j를 경유(순회)하여 운행할 경우 절약된 운행거리를 Savings라 하였다.

$$S_{ij} = (2t_i + 2t_j) - (t_i + t_j + t_{ij}) \quad (\text{식 4.1})$$

$$= t_i + t_j - t_{ij}$$

여기에서, S_{ij} = 수요지 i, j를 방문함으로써 얻는 Savings 거리

t_i = 배송센터에서 수요지 i로 운행하는 거리

t_j = 배송센터에서 수요지 j로 운행하는 거리

t_{ij} = 수요지 i에서 수요지 j로 운행하는 거리

지금까지 논한 Savings 알고리즘의 개념을 이용하여, 본 연구에서 배송센터의 최적입지 선정을 위하여 제시하고자 하는 알고리즘은 아래와 같다.

단계 1: 배송센터 후보지 및 수요지점에 대한 X,Y좌표, 수요지점별 주문량 및 관련비용을 입력한다.

단계 2: 배송센터후보지와 수요지점, 수요지점 사이의 거리를 계산한다.

[Rectilinear Distance 방법 적용]

$$d_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| \quad (\text{식 4.2})$$

여기에서, d_{ij} = 일정지점 i와 j사이의 거리

X_i, X_j = X좌표상의 ij지점

Y_i, Y_j = Y좌표상의 ij지점

단계 3: 각 배송센터 후보지에 대하여 Savings Cost를 계산한다.

$$S^*_{ij} = C_i + C_j - C_{ij} \quad (\text{식 4.3})$$

여기에서, S^*_{ij} = 배송센터에서 수요지 i, j를 방문함으로써 얻는 Savings Cost

C_i = 배송센터에서 수요지 i로 운행하는 비용

C_j = 배송센터에서 수요지 j로 운행하는 비용

단계 4: 계산된 Savings Cost를 내림차순으로 정렬한다.

단계 5: 배송센터별로 최적경로를 찾는다.

- (1) Savings Cost를 최대로 하는 수요지점순으로 배정한다.
- (2) Savings Cost가 같을 경우에는 경로의 배정은 가장 인접한 경로를 우선적으로 배정한다.[최단경로해법 이용]
- (3) 배송센터의 배송능력 및 차량적재 능력을 체크하여 초과할 경우, 다음의 배송센터 및 수요지점을 배정한다.
- (4) 한 번 경유한 수요지점은 다시 경유하지 않는다.[TSP방법 이용]
- (5) 모든 수요지점을 경유하면 출발한 배송센터로 돌아온다.

단계 6: 물류비용을 최소화하는 배송센터를 선정한다.

(1) 배송센터 후보지별로 물류비용을 계산한다.

$$\text{물류비용 } TC = CW + CT + CD \quad (\text{식 4.4})$$

여기에서, CW = 배송센터 관련비용

CT = 생산공장에서 배송센터까지의 적송비용

CD = 배송센터에서 수요지점까지의 배송비용

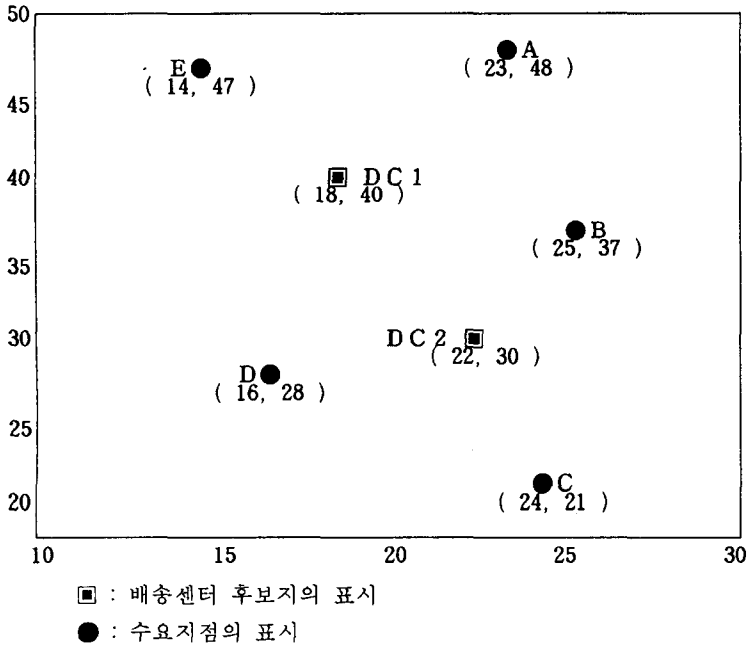
(2) 물류비용이 많은 배송센터 후보지를 차례로 폐쇄하여, 물류비용을 최소화하는 배송센터를 선정한다.

4.2 수치예제

배송센터의 입지선정을 위하여 4절에서 제시된 알고리즘의 단계적 절차를 나타내기 위하여 다음과 같은 사례를 보인다.

S사는 K지역에 조립공장인 5개의 수요지점에 부품을 공급하고 있다. 최근 교통환경의 악화 및 수요업체의 적기·적량공급의 요구로 현지 배송센터 설립을 검토하고 있다.

배송센터의 후보지는 2개소이며, 배송센터 및 수요지점에 대한 X, Y좌표 및 위치는 다음과 같다.



단계 1: 배송센터 후보지 및 수요지점에 대한 X, Y좌표, 수요지점별 주문량 및 관련비용을 입력한다.

표 4-1 배송센터 후보지별 데이터

X 좌표	Y 좌표	최대배송능력	차량적재능력
X(DC1) = 18	Y(DC1) = 40	1,000 Unit	150 Unit
X(DC2) = 22	Y(DC2) = 30	1,000 Unit	150 Unit

표 4-2 수요지점별 데이터

X 좌표	Y 좌표	주문량
X(A) = 23	Y(A) = 48	50 Unit
X(B) = 25	Y(B) = 37	50 Unit
X(C) = 24	Y(C) = 21	50 Unit
X(D) = 16	Y(D) = 28	50 Unit
X(E) = 14	Y(E) = 47	50 Unit

표 4-3 관련비용 데이터

고정비 : 200 적송비용 : 0.2 / Unit 배송비용 : 1 / Km

단계 2: 배송센터와 수요지점, 수요지점과 수요지점사이의 거리를 계산한다.

$$d_{ij} = | X_i - X_j | + | Y_i - Y_j |$$

표 4-4 배송센터 후보지와 수요지점 사이의 거리행렬

구분	A	B	C	D	E
DC 1	13	10	25	14	11
DC 2	19	10	11	8	25

표 4-5 수요지점 사이의 거리행렬

구분	A	B	C	D	E
A	0	13	28	27	10
B		0	17	18	21
C			0	15	36
D				0	21
E					0

단계 3: 배송센터 후보지별로 Savings Cost를 계산한다.

$$S_{ij}^* = C_i + C_j - C_{ij}$$

표 4-6 배송센터 DC1의 Savings Cost 행렬

구분	A	B	C	D	E
A	0	10	10	0	14
B		0	18	6	0
C			0	24	0
D				0	4
E					0

표 4-7 배송센터 DC2의 Savings Cost 행렬

구 분	A	B	C	D	E
A	0	16	2	0	34
B		0	4	0	14
C			0	4	0
D				0	12
E					0

단계 4: 단계 3에서 계산된 Savings Cost를 내림차순으로 정렬한다.

(1) 배송센터 DC1의 Savings Cost의 정렬

- C -- D 24
- B -- C 18
- A -- E 14
- A -- B 10
- A -- C 10
- B -- D 6
- D -- E 4
- A -- D 0
- B -- E 0
- C -- E 0

(2) 배송센터 DC2의 Savings Cost의 정렬

- A -- E 34
- A -- B 16
- B -- E 14
- D -- E 12
- B -- C 4
- C -- D 4
- A -- C 2
- A -- D 0
- B -- D 0
- C -- E 0

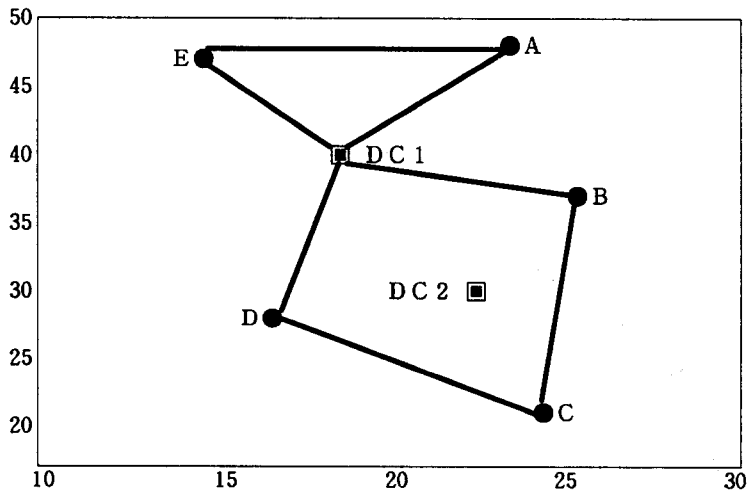
단계 5: 배송센터의 배송능력 및 차량의 적재능력을 고려하여 Savings Cost가 큰 순서대로 배정하여, 배송센터별로 최적경로를 결정한다.
배송센터별 최적경로는 다음과 같다.

(1) 배송센터 DC1의 최적경로를 결정한다.(그림 4-2 참조)

- 가. Savings Cost가 제일 큰 수요지점 C와 D를 연결한다.
- 나. 다음으로 Savings Cost가 큰 B와 C를 연결한다.
- 다. 다른 수요지점의 방문은 차량의 적재용량인 150 Unit를 초과하므로 배송센터로 돌아와서 다시 출발한다.
- 라. 다음으로 Savings Cost가 큰 A와 E를 연결한다.
- 마. 모든 수요지점을 경유하였으므로 배송센터로 돌아와서 끝을 맺는다.

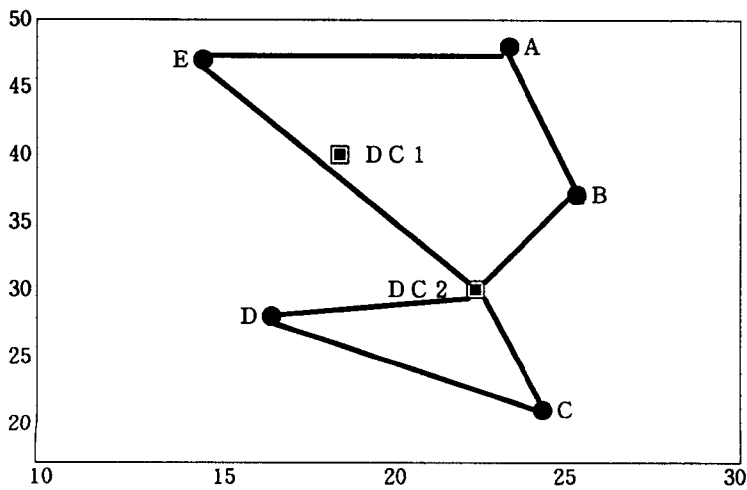
(2) 배송센터 DC2의 최적경로를 결정한다.(그림 4-3 참조)

- 가. Savings Cost가 제일 큰 수요지점 A와 E를 연결한다.
- 나. 다음으로 Savings Cost가 큰 A와 B를 연결한다.
- 다. 다른 수요지점의 방문은 차량의 적재용량인 150 Unit를 초과하므로 배송센터로 돌아와서 다시 출발한다.
- 라. 수요지점 B와 E, D와 E, B와 C의 연결은 차량적재용량 초과 및 한번 경유한 수요지점을 또 경유하게 되므로 하지 않는다.
- 마. 다음으로 Savings Cost가 큰 C와 D를 연결한다.
- 바. 모든 수요지점을 경유하였으므로 배송센터로 돌아와서 끝을 맺는다.



□ : 배송센터 후보지의 표시
 ● : 수요지점의 표시

그림 4-2 배송센터 후보지 DC1을 선정할 경우 최적경로



□ : 배송센터 후보지의 표시
 ● : 수요지점의 표시

그림 4-3 배송센터 후보지 DC2를 선정할 경우 최적경로

단계 6: 물류비용을 최소화하는 배송센터를 선정한다.

$$\text{물류비용 } TC = CW + CT + CD$$

(1) 배송센터 후보지별 물류비용을 계산한다.

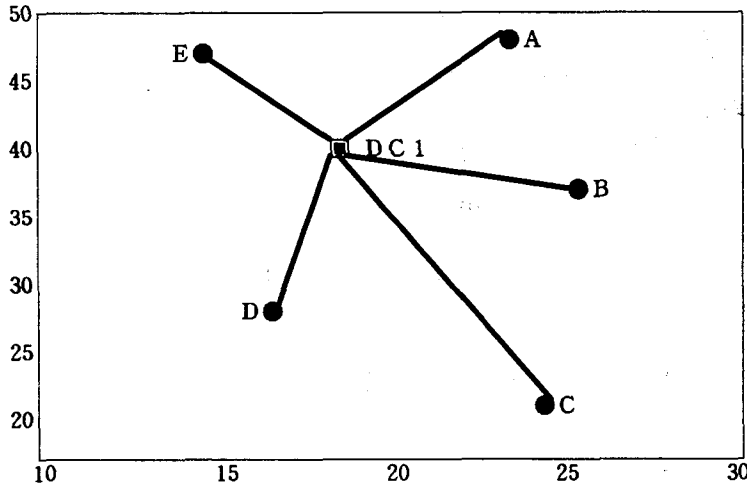
* DC1의 물류비용

$$\begin{aligned} TC_1 &= CW_1 + CT_1 + CD_1 \\ &= CW_1 + CT_1 + \{((DC1--B) + (B--C) + (C--D) + (D--DC1)) + ((DC1--A) \\ &\quad + (A--E) + (E--DC1))\} \\ &= 200 + (0.2 * 250) + \{(10 + 17 + 15 + 14) + (13 + 10 + 11)\} = 340 \end{aligned}$$

* DC2의 물류비용

$$\begin{aligned} TC_2 &= CW_2 + CT_2 + CD_2 \\ &= CW_2 + CT_2 + \{((DC2--B) + (B--A) + (A--E) + (E--DC2)) + ((DC2--C) \\ &\quad + (C--D) + (D--DC2))\} \\ &= 200 + (0.2 * 250) + \{(10 + 13 + 10 + 25) + (11 + 15 + 8)\} = 342 \end{aligned}$$

(2) 물류비용을 큰 DC2를 폐쇄하고, 물류비용을 최소화하는 DC1을 배송센터로 선정한다.



□ : 배송센터 후보지의 표시

● : 수요지점의 표시

그림 4-4 경로를 고려하지 않았을 경우의 DC1의 배송경로

본 연구의 효과를 보이기 위하여, 경로를 고려하지 않았을 경우의 배송센터 DC1의 물류비용을 계산하면 다음과 같다.(그림 4-4 참조)

* 경로를 고려하지 않았을 경우의 물류비용

$$\begin{aligned} TC &= CW + CT + CD \\ &= CW + CT + 2\{(DC1--A) + (DC1--B) + (DC1--C) + \\ &\quad (DC1--D) + (DC1--E)\} \\ &= 200 + (0.2*250) + 2(13 + 10 + 25 + 14 + 11) \\ &= 396 \end{aligned}$$

따라서, 경로를 고려하지 않았을 경우보다, 본 연구에서의 경로를 고려하여 배송센터의 입지 선정을 하였을 경우, 16.4%의 물류비용이 절감됨을 보이고 있다.

4.3 알고리즘의 평가

본 알고리즘은 고객서비스 향상과 기업이미지 개선을 통한 시장거점 확보를 꾀하며 물류비용을 최소화하는 배송센터의 입지선정을 하는데 효율적으로 이용될 수 있다.

본 알고리즘에서는 생산공장에서 고객에게 제품이 전달되는 운송단계를 생산거점에서 배송센터까지의 1단계 수송단계와, 배송센터에서 수요자에게 공급되는 2단계 수송단계로 나누어 배송센터의 입지선정을 하는데 있어서, 전체 물류비용을 최소화할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 개발된 알고리즘은 기존에는[7],[8] 주로 수송거리를 최소화하는 경로문제에 사용하였던 Savings 기법에 비용개념을 추가하여, 배송센터의 입지선정 문제에 적용하였다. 또한 기존의 Savings 알고리즘에 최단경로해법을 이용하여 Savings Cost가 같을 경우에 경로선정방법을 제시하였으며, 한 수요지점이 반복해서 경유되는 것을 TSP 방법을 이용하여 방지할 수 있도록 하였다. 그리고, 거리계산에 있어서 기존의 논문에서[8] 사용하였던 Euclidean Distance 방법 대신에 Rectilinear Distance 방법을 적용함으로써 육상에서의 경로문제에 대한 현실성을 제고하였다.

5. 결 론

로지스틱스 시스템을 구축함에 있어, 가장 중요한 요소중의 하나가 배송센터의 입지선정에 관한 문제이다. 현대의 기업은 내·외적인 환경변화에 대응하는데 있어서 고객에 대한 적기·적량공급의 서비스향상과 더불어 시장거점확보를 위하여 지역별 배송센터의 설립에 대한 중요성을 크게 인식하고 있다. 그 효용은 배달제품의 신속한 배송과 양질의 서비스를 구현함으로써 기업의 이미지 개선과 상품판매력 강화에 있다. 또한 우리나라의 최근의 교통환경 악화에 따른 적기·적량공급의 어려움도 배송센터 설립의 중요성을 증대시켜주고 있다.

본 연구는 이러한 배경을 전제로 하여, 로지스틱스 관리상의 배송센터의 입지선정을 검토함에 있어 입지문제와 경로문제를 함께 고려하여 물류비용을 최소화하는 알고리즘을 제시하고 있다. 여기에서 물류비용은 생산공장에서 배송센터로 적송되는 1단계 수송구조와 배송센터에서 수요지점으로 배송되는 2단계 수송구조로 나누어 고려함으로써, 전체적인 배송시스템에서의 물류비용을 최소화시키도록 하였다. 이러한 문제를 효율적으로 해결하기 위하여 기존의 논문에서 경로문제의 수송거리 최소화를 위하여 적용하였던 Savings 알고리즘을 확장시켜, 배송센터의 입지선정 문제에 적용하였다. 또한, 기존의 Savings 알고리즘에 최단경로해법 및 TSP 방법의 개념을 추가하고, 거리계산에 있어서 기존 연구에서 주로 사용하였던 Euclidean Distance 방법 대신에 Rectilinear Distance 방법을 사용하여 알고리즘의 효율성을 증대시켰다. 본 연구에서 제시한 발견적 알고리즘에 의해 경로를 고려하지 않고 배송센터의 입지를 결정하였을 때보다 16.4%의 물류비용을 절감시키는 효과를 보이고 있어, 입지문제와 경로문제를 함께 고려하였을 경우의 효용성을 나타내고 있다. 또한 최적경로를 고려함으로써 작업효율의 향상 및 고객서비스의 개선이라는 효과도 얻을 수 있다.

참 고 문 헌

1. 노인규, 물류핸드북, 도서출판 기술, 1992
2. 강맹규, 네트워크와 알고리즘, 박영사, 1991
3. 안태호, "국내 제조업 물류관리의 현주소", 기업경영, 1993
4. 조경익, "로지스틱스 관리에 있어서의 분배시스템 설계", 고려대학교 대학원 박사학위논문, 1988
5. 옥선종, 물류관리론, 도서출판 기술, 1993
6. 한국생산성본부, "우리나라기업의 물류관리실태 및 개선방안", 1990
7. 신현승, "서비스수준을 고려한 차량경로문제의 발견적해법", 한양대학교 산업대학원 석사학위논문, 1993
8. 양승진, "물류관리를 통한 분배시스템 개발구축에 관한 연구" 한양대학교 산업대학원 석사학위논문, 1993
9. 唐澤豊.失澤秀雄, 최신물류관리매뉴얼, 한국생산성본부, 1990
10. 백종현, 입지의사결정론, 삼영사, 1984
11. Coyle, John J. and Edward J.Bardi, The Management of Business Logistics, West Publishing Co., 1980
12. 横山保 編, 物流システムと 意思決定, 中央經濟社, 1981
13. Cooper,L., "The Transportation-Location Problem", Operations Research, Vol.20, 1972, pp.94-108
14. Lenstra,J.K. and A.H.G.Rinnooy kan, "Complexity of Vehicle Routing and Scheduling Problems", Networks, Vol.11, 1981, pp.221-227
15. Bodin, L., B. Golden, A. Assad and M. Ball, "Routing and Scheduling of Vehicles and Crews: the State of the Art", Computers and Operations Research, Vol.10, 1983, p.98
16. Clark,G. and J.W.Wright, "Scheduling Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points", Operations Research, Vol.12, 1964, pp.568-581
17. Fisher,M.L. and R.Jaikumar, "A Generalized Assignment Heuristics for Vehicle Routing", Vol.11, 1981, pp.109-124
18. Tompkins, James A. and Jhon A. White, "Facilities Planning", Wiley, 1984
19. Francis, Richard L., Leon F. McGinnis, Jr. and Jhon A.White, "Facility Layout And Location", Prentice Hall, 1992