

# 손실개념을 이용한 물류거점 전략

## New Location Strategy Using Loss Concept

황 인극, 안 영수  
공주대학교 산업시스템공학과

### Abstract

The facility location in designing a supply chain network is an important decision problem that gives form, structure, and shape to the entire supply chain system. Location problems involve determining the location, number, and size of the facilities to be used. The optimization of these location decisions requires careful attention to the inherent trade-offs among service time, inventory costs, facility cost, transportation costs. This paper presents a strategy that provides the best locations of distribution centers using GIS(Geographical Information System) assuming the limitation of delivery time. To get the best strategy of the location of distribution centers, we use the new loss functions as a penalty when the delivery time is violated

**Key-words** : location analysis, geographic information system, loss function

### 1. 서론

오늘날 인터넷과 정보통신의 발달로 인해 고객들은 자신이 구입하고자하는 제품에 대한 정보를 쉽게 획득할 수 있고, 제품의 하자가 발생되었을 경우 그 제품에 대한 불만을 많은 사람들에게 공유하는 등 지인들의 주관이 뚜렷하며 능동적으로 행동하고 있다.

반면 기업들은 6 시그마나 TQM 등 수많은 경영 혁신기법 도입을 통해 기업 내 낭비의 요소들을 찾아 비용을 절감하면서 생산성 향상을 통해 기업의 수익을 올리는 방법을 취하고 있다.

Andersen Consulting에 의하면 신규고객을 유치하는 것이 기존의 고객을 유지시키는 것보다 10배 어렵고, 제품에 불만이 있는 고객 중 4%만이 불만을 제시하고, 65~90%에 해당하는 고객은 다시는 그 제품을 구입하지 않으며, 이탈하는 고객들 중 45%는 고객서비스 불만을 제시할 정도로 고객들이 기업에 대한 요

구사항은 점차 까다로워지고 있으면, 과거에 비해 더 많은 제품에 대한 서비스를 요구하고 있는 실정이다.

제품 및 서비스에 민감하게 작용하는 고객에 대해 기업은 현재의 혁신 방법과 더불어 상대적으로 관심이 적었던 SCM(Supply Chain Management)과 물류관리 방면까지 고객 만족에 초점을 맞추게 되었다.

물류관리에서 고객만족의 초점은 필요한 시기에 필요한 양만큼, 그리고 필요한 고객에게 제품을 관리하는 것이 주요 핵심과제이며, 이러한 과제는 적절한 수의 물류거점을 선택함으로써 해결할 수 있다.

이 논문에서는 고객만족을 최대화하기 위해 배송기간이 한정되어 있다는 가정하에 물류비용 최소화하기 위한 지리정보시스템(GIS)을 사용하고, 만약 배송기간을 넘었을 경우에 대해 손실함수(Loss Function)를 사용하여 최적 거점을 구하는 전략을 제시하였다. GIS는 가시적

으로 도로망의 정보, 배송가능 시간, 인구 정보 등 보다 현실적으로 문제를 접근하기 위해 사용되었다.

## 2. 연구내용 및 배경

현재까지 문헌을 조사하면 일반적으로 물류 거점을 결정하는 문제에서 고려하는 사항으로 첫 번째로, 적정 수의 물류거점을 결정하는 것이고, 다음에 각 창고를 어느 정도 규모로 하여야 하는가를 다루는 창고 규모의 결정이다. 다음으로 운송수단을 철도, 항공, 혹은 트럭으로 할 것인지를 고려하는 운송 및 배송에 관한 문제이다. 마지막으로, 각 물류거점에 대한 입지 문제이다. 그러나 배송기간과 함께 GIS를 이용하여 물류거점 선택 문제를 다루는 문헌은 거의 찾을 수 없다. 이 논문은 적정 수의 물류거점을 결정하는 문제를 손실함수와 GIS를 사용하여 전개한다.

만약 물류거점 수를 증가시킨다면 Outbound 비용(배송비용)의 감소와 제품에 대한 배송시간 및 각종 서비스 제공에 대한 시간의 단축으로 인한 고객만족의 효과를 증대시킨다는 장점을 가지고 있는 반면 Inbound 비용(도입비용)의 증가, 창고를 유지하기 위한 간접비의 증가 및 불확실한 수요에 대한 안전재고의 증가 등의 단점이 발생할 것이다. 이러한 문제는 전통적인 Trade-off 문제로 물류거점의 증가로 인해 지출하는 비용과 고객의 서비스 질 측면 혹은 고객에 대한 책임감 등에서 적절한 균형이 이루어지도록 결정하여야 한다.

물류거점에 관한 문제는 주로 설비입지 문제로 다루어 왔으며, 이러한 문제들의 해결방법으로는 통합운영비용을 최소화시키는 방법으로 가장 가까운 소비자 지역을 거점으로 선택하는 방식, 생산지향 방식, 중계지향 방식 등을 취해 왔다[2, 3, 4]. 전통적으로는 가장 가까운 지점끼리 cluster를 만들어 무게 중심을 찾는 무게

중심법을 많이 사용하였으며, 컴퓨터 기술의 향상으로 Dynamic Programming Models[5, 6]이나 Heuristic 방법[7, 8] 그리고 시뮬레이션 방법 등을 사용하여 최종 입지 수와 위치를 결정하였다. 또한 고객 패턴이나 소비자 성장지수 등 동적이나 확률적인 요소들을 전통적인 방식에 문제를 포함시켜 거점문제를 해결하려 하였다[9, 10]. 그러나 대부분의 연구가 물류거점의 거리산정에 있어 2-D 기반을 바탕으로 전개되었는데, 최근 GIS를 이용한 거리산정의 방식 중요성에 대한 연구[11, 12, 13]가 제시되었는데, 3-D GIS를 이용한 거리 산정이 2-D 방식을 이용한 거리보다 약 1.5배의 차이를 제시함으로써 실질 거점의 구축에서 GIS의 이용이 얼마나 중요한 것인가를 보여주고 있다.

## 3. 물류거점 선정 방법

물류거점 선정을 위해서 먼저 고객만족 측면에서의 손실함수를 소개하고 다음에 선정절차를 소개한다.

### 3.1 손실함수

손실함수는 배송기간이 정해져 있을 경우, 두 가지로 나누어 전개된다. 첫 번째 손실함수는 아래 그림과 같이 각 거점에서 배송기간 내 배송구역이 겹치는 지역 혹은 인구수를 손실함수 1로 정한다. 즉, 서로 겹치는 영역을 손실함수 1이라고 하면

$$L_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = \iint \dots \int (x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n$$

라 할 수 있다.

배송기간을 2일 내로 운반한다고 가정하고, 거점을 디트로이트와 아틀란타로 정했다면 GIS를 이용하여 이들 내 운반할 수 있는 영역을 표시할 수 있다. 이 때 배송 구역이 겹쳐지는 영역이 손실함수 1의 값이 된다.

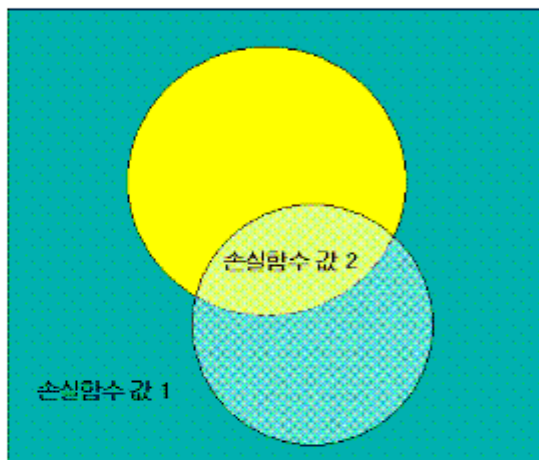
두 번째 손실함수는 아래 그림과 같이 각 거점에서 배송기간 내 배송할 수 없는 지역을 손실함수 2로 정한다. 즉, 기간 내 배달할 수 없

는 영역 혹은 인구수를 손실함수 2이라고 정의한다면

$$L_2(x_1, x_2, \dots, x_m) = \iint \dots \int (x_1, x_2, \dots, x_m) dx_1 \dots dx_m$$

라 할 수 있다.

배송기간을 2일 내로 운반한다고 가정하고, 거점을 디트로이트와 로스앤젤레스 그리고 아틀란타로 정했다면 GIS를 이용하여 이들 내 운반할 수 없는 영역을 표시할 수 있다. 이 때 배송 할수 없는 영역이 손실함수 2의 값이 된다.



[그림 1]. 손실함수

### 3.2 물류 거점 선정 절차

물류 거점 선정과정은 다음과 같이 네 단계로 진행되었다.

첫 번째 단계는 목표설정이다. 고객만족을 위해 배송기간을 최단으로하는 장소를 거점으로 설정하는 것을 목표로 할 것인지 아니면 비용을 최소로 하는 장소를 선정할 것인지 분명한 목표가 설정되어야 한다.

두 번째 단계는 환경요소 분석인데, 환경요소 분석은 잠재성과 위협요소를 포함한다. 즉, 지리적이고 거점 설정을 위한 기본조건, 가용노동력, 지방산업과 세금 규제 혹은 공공관심 등이 고려되어야 할 것이다.

세 번째 단계로 대안설정 과정이 실행되어야 한다. 대안 설정을 위해서 데이터의 수집이 먼

저 고려해야 한다. 데이터 수집은 고객, 소매상, 기존 창고와 분배 센터, 제조 설비 및 공급자에 대한 데이터와 제품의 수량, 고객의 포지셔닝(positioning)에 따른 각 제품에 대한 수량, 수송비용, 노무비, 운반비용, 고정운영비를 포함한 창고비용, 고객의 요구에 의한 수송 빈도수에 따른 운반규모, 주문 처리 비용 등의 자료를 포함한다. 수집된 자료를 바탕으로 데이터 통합이 필요하게 된다. 즉, CRM(Customer Relationship Management)을 이용한 유사 고객 분류나 우편번호에 따라 고객들을 통합하거나 제품 항목을 분배 패턴이나 제품 종류를 기초로 합리적으로 제품 규모를 통합함으로써 잠재적인 분배 네트워크를 설정한다.

마지막 단계로 운송비의 계산이 필요하며, 분배 네트워크 모델 설정을 바탕으로 트럭, 철도 혹은 다른 운송 수단에 대한 운송비를 거리와 양 또는 규모에 따라 계산한다. 특히 거리 추정은 GIS를 사용하여 계산되며, 최종적으로 창고비용을 계산하게 된다. 창고비용은 고정비, 노무비와 유틸리티 비용을 포함하는 운영비, 평균재고를 이용한 저장비용 등이 고려 될 것이다. 그리고 배송지역이 겹치므로 인해 발생하는 손실함수 값1과 배송기간에 운송할 수 없는 지역으로 인해 발생하는 손실함수 값2를 구한다. 물류 거점 선정을 위한 최종 단계는 여러 가지 대안들 중에서 설정된 목표를 만족하며, 최소의 비용을 제시하는 최적입지 결정하는 것이다.

### 4. 예제

A 기업은 미국 내 전자제품을 수출하는 회사이다. 그러나 중국을 비롯 값싼 동남아국가들의 물건이 미국으로 수입되면서 경영상 어려움을 겪고 있다. 그래서 A기업은 현재 상황에 대처하기 위해서 미국 내 LA와 댈러스에 있는 물류네트워크를 재구축하기로 결정하였다. 물

류거점의 재구축을 위해 생각하는 고려요소는 다음과 같다.

- (1) 고객 만족측면에서 고객의 주문이 발생되면 2일안으로 배송하기로 함으로 경쟁력을 확보할 수 있도록 할 것
- (2) 생산 공장에서 거래선 창고까지 최적 리드타임(Lead Time)에 부합되는 거점을 선택함으로써, 국내에서 미주까지 물류배송의 납기 일자를 7일 단축할 수 있도록 할 것
- (3) 비용적인 측면에서 최저 운송비 및 기타비용의 조건에 부합하는 거점을 선택함으로써 비용 10% 절감의 효과를 얻을 수 있도록 할 것
- (4) 현재의 판매 경향과 미래 수요 대비 인구밀도에 근접한 거점이 될 수 있는 곳을 고려할 것
- (5) Out of Territory 최소화를 위한 거점 수 운영방안을 모색할 것

물류거점을 선정하기 위해 지리정보시스템(GIS)인 Arcview 4.0을 사용하였으며, 이 지리정보시스템 도구는 도로나 철도같은 네트워크 상에서 지점간의 최단거리를 찾거나, 어떤 지점에서 복수 개의 지점들의 경로 분석을 위해 그리고 어떤 지점에서 경로에 따른 시간 혹은 거리상 등거리의 권역분석 위해 유용하게 이용되어질 수 있다. A 기업은 물류거점의 합리적 설정을 결정위해 운송수단에 대해서는 장거리수송 즉 통관 후 LA에서 출발하여 다음 물류거점까지 가는 운송은 기차를 이용하였고, 인구는 50만 이상 되는 도시를 고려하였다. 보다 효율적인 결정을 내리기 위해서 고객, 기존창고, 공급자 (OEM으로 배송 하는 회사) 위치와 소비지역에 따른 제품별 연간 수요, 소득계층의 구분, 창고비용, 재고유지비용, 간접비 등에 대한 정보, 주문처리 비용, 고객의 요구사항을 조사하였다.

그리고 사용되어진 물류 구축의 기본 가정은 다음과 같다.

- (1) 일반적으로 물류거점 문제는 법적, 정치적

요인, 사회적인 요인에 의해 영향을 받으나, 미국 내 모든 지역이 동일하다고 가정한다.

- (2) 모든 제품은 LA 항으로 도착되며, 제품의 이동은 LA 지역을 제외하고, 제품의 크기가 큰 관계로 철도를 이용하되, 물류거점 지역은 인구 50만 이상 도시로 선정한다고 가정한다.
- (3) 물류 재고문제에서 재고고갈로 인한 손실은 고려하지 않는다.
- (4) 물류창고가 담당하는 지역은, 매출이 일정량 이상 판매된 지역만을 고려한다.

지리정보시스템(GIS) 기법을 대안들의 설정과정 및 분석 그리고 결론을 얻는데 이용하였다. 이 GIS 정보를 이용하여 현재 A회사의 고객 계층 데이터를 적용, 미래 판매를 예측할 수 있는 미국 각 지역의 인구 및 인종 구성비나 각 지역의 배송가능 시간을 가시적으로 판단할 수 있도록 하였으며, 철도이용 가능지역 등을 파악할 수 있게 함으로 거점의 선택에 활용되었다.

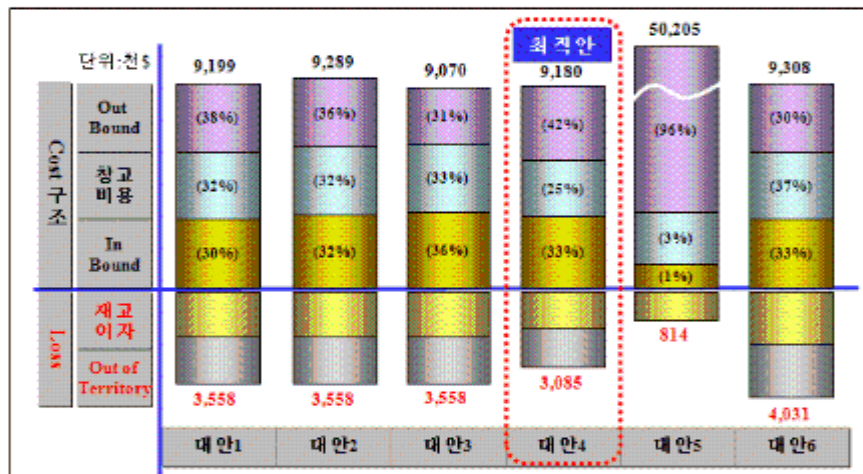
Arcview와 U. S. Digital Map을 이용하여, 서비스 수준(각 거점에서 배달 장소까지 걸리는 시간)을 결정하였으며, 그 기준은 트럭의 경우 시속 50mile을 기준으로 하루 8시간의 운행을, 리드타임은 주문시점에서 각 거점까지의 제품이 도달되는 기간을 기준으로 계산되었으며, 비용은 창고관리비, 인건비, 재고비 등 관련된 모든 물류비를 고려하여 계산하였다.

그리고 전개되어진 손실 함수 1과 2의 값은 포토샵의 Grid를 이용, 포함되는 box의 수를 통해 계산되었다.

많은 대안 중 LA와 Kansas City, 뉴올리언즈, 피츠버그를 거점으로 잡는 지역의 비용이 최소화 되었다.

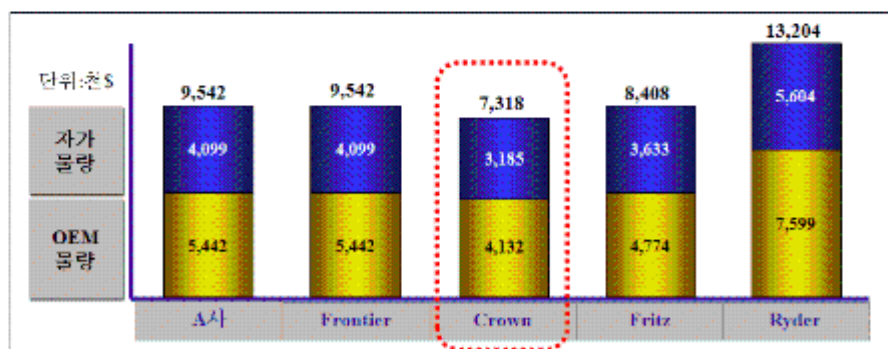
## 5. 결론

이 논문에서는 고객 만족 측면에서 납기일이 명기되었을 경우, 지리정보시스템을 사용하여



※ 비용산출 기준 : Port 에서 거래선 배송까지의 물류비용

[그림 2]. 각 대안에 대한 물류 비용



※ 비용산출 기준 : - SEA : '04 實 발생비용 기준 '05물량 환산 적용  
- 업체별 견적서기준 '05년 물량 환산 적용

[그림 3] 자가와 3자 물류를 이용한 경우 총비용

물류거점을 구하는 동시에 처음으로 납기일을 초과할 경우 penalty를 부여하는 손실함수를 도입함으로 문제를 해결하였다는데 큰 의의가 있다.

[그림 2]와 같이 포토샵의 Grid를 사용한 값을 이용해, 각 대안을 분석한 결과 대안 4가 최적안으로 도출되었다. 그리고 만약 3자 물류를 이용할 경우를 계산해본 결과 자가 운영보다 3자 물류 즉 Crown사를 이용할 경우 총 비용은 훨씬 저렴한 것으로 결론 내려졌다.

#### 참고문헌

1. Ballou, R. H.(1992), Business Logistics Management, 3rd ed, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
2. Daskin, M. S. (1995), Network and Discrete Location, John Wiley & Sons, New York
3. Pirkul, H., Jayaraman, V., (1996), Production, transportation and distribution planning in a multi-commodity triechelon system, Transportation Science 30, 291-302
4. Bramel, J., Simchi-Levi, D., (1997), Facility location models, The logic of logistics, theory, algorithm, and applications for logistics management, Springer, Singapore, pp. 203-217
5. Campbell, J. F., (1990), Locating transportation terminals to serve an expanding demand, Transportation Research 24B, pp173-192
6. Webster, S., Gupta, A., (1995), The general optimal market area model with uncertain and nonstationary demand, Location Science 3(1), pp25-38
7. Friesz, T. L., Miller, T., Tobin, R. L., (1988), Algorithms for spatially competitive network facility-location, Environment and Planning B: Planning and Design 15, 191-203
8. Miller, T., Tobin, R. L., Friesz, T. L., (1992), Network facility-location models in Stackelberg-Nash-Cournot spatial competition, Regional Science 71, pp277-291
9. Ghosh, A., Craig, C. S., (1991), FRANSYS: a franchise distribution system location model, Journal of Retailing 67, pp466-489
10. Hakimi, S. K., Koy, C. C., (1991), On a general network location-allocation problem, European Journal of Operational Research 55, pp31-45
11. 황 흥석, 조 규성(2001), "서비스수준을 고려한 GIS기반의 차량운송시스템", 경영과학, 18(2), 125-134
12. 황 흥석(2002), "GIS기반의 실시간 통합화물운송시스템계획에 관한 연구", 경영과학, 19(2), 75-78
13. 황 흥석, 최 배석(2003), "GIS기반의 물류/SCM 시스템", 한국 SCM 학회지, 3(2), 111-118