Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering
Vol, 30, No. 4, pp.103－110, December 2007.

손실개념을 이용한 새로운 물류거점 전략

황인극*† · 이창용** · 송창용***

*공주대학교 공과대학 산업시스템공학과
**공주대학교 산업과학대학 산업정보학과
***한라대학교 공과대학 산업경영공학과

New Strategy for Location Decision Using Loss Concept

Inkeuk Hwang*† · Chang Yong Lee** · Chang Yong Song***

*Dept. of Industrial & System Engineering, Kongju National University
**Dept. of Industrial Information, Kongju National University
***Dept. of Industrial Engineering, Halla University

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

Keywords : Location Analysis, Geographic Information System, Loss Function

1. 서 론

오늘날 인터넷과 정보통신의 발달로 인해 고객들은 자신이 구입하고자하는 제품에 대한 정보를 쉽게 획득할 수 있으며, 구입한 제품에 대해 문제가 발생되었을 경우 그 제품 뿐만 아니라 그 제품을 만드는 회사의 제품의 구매를 회피하거나, 혹은 그들이 느끼는 제품에 대한 불만을 인터넷 등 대중 매체를 통해 많은 사람들에게 자신의 불만을 공유하는 등 주관이 뚜렷하며 능동적으로 행동하고 있다.

반면 기업들은 고객만족을 넘어 고객 감동을 목표로 6 시그마나 Lean, TQM 등 수많은 경영 혁신기법 도입을 통해 생산하는 제품에 대해 고객의 요구사항을 만족시키면서, 고객이 원하는 그 이상의 서비스를 통해 기업의 브랜드 가치를 높이려고 하며, 또한 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 것 보다 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 고객들의 기업에 대한 요구사항은 점차 까다로와지고 있으면, 과거에 비해 더 많은 제품에 대한 서비스를 요구하고 있는 실정이다.

제품 및 서비스에 민감하게 작용하는 고객에 대해 기

† 교신저자 ikhwang@kongju.ac.kr

업은 현재의 혁신 방법과 더불어 상대적으로 관심이 적었던 SCM(Supply Chain Management)과 물류관리 방면까지 고객 만족에 초점을 맞추게 되었다.

물류관리 관점에서 고객을 만족시키기 위한 핵심은 필요한 시기에 필요한 양만큼, 그리고 필요한 고객에게 제품을 관리하는 것이 주요 과제이며, 이러한 과제는 적절한 수의 물류거점을 선택하여 적절한 재고 및 운영관리를 선택함으로 해결할 수 있다. 물론 기업에게는 최소한의 비용을 통해 최대 수익을 제공해야 한다는 가정이 포함되어야 한다.

이 논문에서는 고객만족을 최대화하기 위해 배송기간이 제한되어 있다고 가정하였고, 물류비용을 최소화하는 물류 거점을 선정하기 위해 지리정보시스템(GIS)을 사용하면서, 만약 배송기간을 초과했을 경우와 거점지역의 배송지역이 겹쳐짐으로 발생될 수 있는 낭비적 요소들에 대해 손실함수(Loss Function)의 개념을 사용하여 최적 거점을 구하는 전략을 제시하였다. 그리고 GIS는 가시적으로 도로망의 정보, 배송가능 시간, 인구 정보 등 보다 현실적으로 문제를 접근하기 위해 사용되었다.

2. 연구내용 및 배경

현재까지 문헌을 조사하면 일반적으로 물류거점을 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 증대 시킨다는 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 취해왔다[6, 8, 15]. 전통적으로는 가장 가까운 지점끼리 cluster를 만들어 무게 중심을 찾는 무게 중심법이나 거리 중심법, 무게-거리 중심법, 그리고 시간-거리-무게 중심법을 많이 사용하였다. 이 방법들은 서비스의 기준이 주어지면, 시간, 거리, 중량, 거리 등의 함수를 사용하여 수송비를 최소화하는데 초점을 맞추고 있다.

컴퓨터 기술의 향상으로 선형계획법(Linear Programming)과 혼합정수계획법(Mixed Integer Programming) Models, 동적계획법(Dynamic Programming) Models[7, 16] 이나 Heuristic 방법[10, 14] 그리고 시뮬레이션 방법 등을 사용하여 최종 입지 수와 위치를 결정하였다. 물류거점을 선정하는데 사용되는 선형계획법이나 동적 계획법 문제는 네트워크 최적화 문제로 표현할 수 있는데, 물류나 유통경로를 마디(Node)와 줄기(Arc)로 나타내어, 시설 위치, 최적 제품흐름, 능력 배분 등과 같은 물류관련 문제 해결하였다. 네트워크 최적화를 위한 물류 거점문제에서, 선형계획법을 적용할 경우 고정비용과 가변비용의 문제가 물류 문제를 해결하는데 단점으로 나타나는데, 이러한 문제는 혼합정수계획법을 통해 해결 할 수 있었다.

Kelton은 시뮬레이션을 "시스템의 운영과 특성을 모방하기 위하여 고안된 소프트웨어를 사용하여 수치적인 평가를 함으로써, 현실 세계 시스템의 광범위한 모델의 다양성을 연구하는 방법"이라고 정의했다[9]. 물류관련 시뮬레이션에서는 최종적으로 특정 계획의 결과나 미래 행동을 미리 예측하기 위해서, 제품의 흐름 그리고 그와 관련된 현재의 혹은 향후 가능한 물류 경로 네트워크의 관련 비용을 사용한다. 이 네트워크는 공장, 유통센터, 그리고 시장을 포함하며, 주요 비용으로는 고정 및 가변 비용, 화물운송료 그리고 재고 유지비 등을 포함한다.

또한 고객 패턴이나 소비자 성장지수 등 동적이나 확률적인 요소들을 전통적인 방식의 문제에 포함시켜 거점문제를 해결하려하였다[11, 12]. 그러나 대부분의 연구가 물류거점의 거리산정에 있어 2-D 기반을 바탕으로 전개되었는데, 최근 GIS를 이용한 거리산정의 방식 중요성에 대한 연구[2-4]가 제시되었는데, 3-D GIS를 이용한 거리 산정이 2-D 방식을 이용한 거리보다 약 1.5배의 차이를 제시함으로 실질 거점의 구축에서 GIS의 이용이 얼마나 중요한 것인가를 보여주고 있다.

또한 Chicago Consulting[13]는 미국 내 고객에게 가장 빠른 시간에 제품을 배달하기 위해 물류 창고를 설정할 경우, 즉 제품이 고객에게 인도되는데 걸리는 시간을 물류거점과 고객사이의 거리를 통해 창고 수에 따른 최적의 위치를 <표 1>과 같이 제시하였다. 그러나 제시된

표는 미국 내에서 판매되는 제품에 대한 최적의 창고위치를 제시할 뿐, 타국에서 수입되는 물품에 대해서 적용하는 것에는 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 즉, 수입된 물품은 보통 미국 내 항만이나 특정된 공항에 물건을 하역하여야 하기 때문에 이 표를 사용하는데 문제가 있으며, 이 표는 최단 시간만을 고려하였을 뿐, 공통된 작업영역이나 미배송부분, 또는 여러 가지 환경적인 요소를 반영하고 있지 못한 단점을 가지고 있다.

<표 1> 미국내 창고 수에 따른 최단 Lead Time 창고 네트워크[13]

NUMBER OF WAREHOUSES IN THE NETWORK	AVERAGE LEAD TIME IN CALENDAR DAYS	BEST WAREHOUSE LOCATIONS		
One	2.28	Bloomington, IN		
Two	1.49	Ashland, KY	Palmdale, CA	
Three	1.29	Allentown, PA	Palmdale, CA	McKenzie, TN
Four	1.20	Lancaster, PA	Palmdale, CA	Chicago, IL
		Meridian, MS		
Five	1.13	Summit, NJ	Palmdale, CA	Chicago, IL
		Dallas, TX	Macon, GA	
Six	1.08	Summit, NJ	Pasadena, CA	Chicago, IL
		Dallas, TX	Macon, GA	Tacoma, WA
Seven	1.07	Summit, NJ	Pasadena, CA	Chicago, IL
		Dallas, TX	Gainesville, GA	Tacoma, WA
		Lakeland, FL		
Eight	1.05	Summit, NJ	Pasadena, CA	Chicago, IL
		Dallas, TX	Gainesville, GA	Tacoma, WA
		Lakeland, FL	Denver, CO	
Nine	1.04	Summit, NJ	Alhambra, CA	Chicago, IL
		Dallas, TX	Gainesville, GA	Tacoma, WA
		Lakeland, FL	Denver, CO	Oakland, CA
Ten	1.04	Summit, NJ	Alhambra, CA	Chicago, IL
		Dallas, TX	Gainesville, GA	Tacoma, WA
		Lakeland, FL	Denver, CO	Oakland, CA
		Mansfield, OH		

©2007 Chicago Consulting - Supply Chain Consultants

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 <그림 1>과 같이 각 거점에서 배송기간 내 배송구역이 겹치는 지역 혹은 인구수를 손실함수 1로 정한다. 즉, 서로 겹치는 영역을 손실함수 1이라고 하면

$$L_1(x_1, x_2, \cdots, x_n) = \iint \cdots \int f(x_1, x_2, \cdots, x_n) dx_1 \cdots dx_n \quad (3.1)$$

라 할 수 있다.

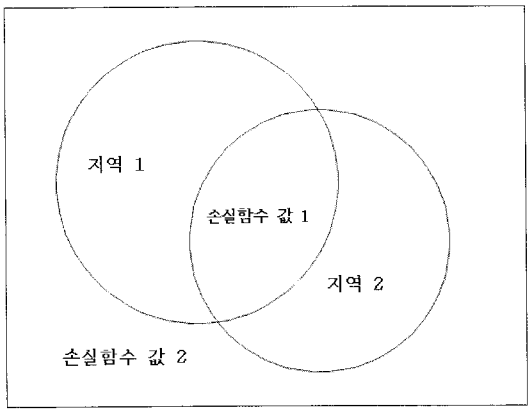
미국내 배송기간을 2일 내로 운반한다고 가정하고, 물류거점을 디트로이트와 아틀란타로 정했다면 GIS를 이용하여 이들 내 운반할 수 있는 영역을 표시할 수 있다. 이 때 배송 구역이 겹쳐지는 영역이 손실함수 1의 값이 된다.

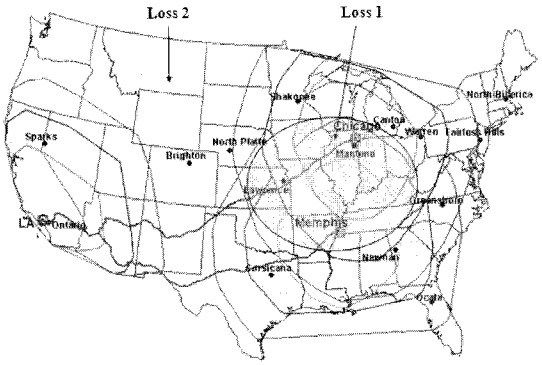
두 번째 손실함수는 아래 그림과 같이 각 거점에서 배송기간 내 배송할 수 없는 지역을 손실함수 2로 정한다. 즉, 기간 내 배달할 수 없는 영역 혹은 인구수를 손실함수 2이라고 정의한다면

$$L_2(x_1, x_2, \cdots, x_m) = \iint \cdots \int f(x_1, x_2, \cdots, x_m) dx_1 \cdots dx_m \quad (3.2)$$

라 할 수 있다.

만약 미국내 배송기간을 2일 내로 운반한다고 가정하고, 물류거점이 디트로이트와 로스엔젤레스 그리고 아틀란타에 만들어졌다면, GIS를 이용하여 이들 내 운반할 수 없는 영역과 운반할 수 있는 영역을 표시할 수 있다. 이 때 배송 할 수 없는 영역이 손실함수 2의 값이 된다.





<그림 1> 손실함수의 정의

3.2 물류비의 산정

기업에 있어 물류비의 지출은 업종, 영업지역, 그리고 제품 및 물자의 가치 당 중량 비율 등에 따라 달라지지만, 현재 우리나라 기업의 경우 매출액 대비 물류비의 비율은 20%~30%로, 미국 등의 선진국 등에 비해 2배정도의 비용이 지출되고 있다. 이는 물류비가 경영활동에 투입되는 비용 중 가장 큰 비용항목 중 하나가 되고 있

으며, 정보기술의 급속한 발전으로 인하여 경영패러다임이 생산자 중심에서 소비자 중심으로 전환되면서, 물류비의 비중은 기업의 성공을 가름하는데 중요한 지표가 되고 있다.

물류비는 건교부 계산지침에 의하면 영역별, 기능별, 자가위탁별, 세목별, 관리항목별로 분류한다. 영역별은 조달물류비, 사내물류비, 판매물류비로 나누어지며, 기능별로 분류하면 수송비, 재고 유지관리비, 포장비, 하역비, 물류정보비, 일반관리비 등으로 나누어지며, 상호 통합적으로 이루어진다. 자가물류비와 위탁물류비는 자가위탁별로 구분되며, 재료비, 노무비, 경비 등은 세목별로 , 조직별, 제목별, 지역별, 고객별 등은 관리 항목별로 나누어 질 때 분류되는 항목들이다. 위의 내용을 요약한 것이 <표 2>이다. 이 중 물류거점을 선정하기 위해 기능별 항목들을 사용하여 계산하였다.

<표 2> 건교부 계산지침의 물류비 분류체계

과목 분류	비 목
영역별	조달물류비, 사내물류비, 판매물류비
기능별	운송비, 보관 및 재고관리비, 포장비, 하역비, 유통가공비, 물류정보, 관리비
자가위탁별	자가물류비, 위탁물류비
제목별	재료비, 노무비, 경비, 이자, 시설부담이자, 재고부담이자
관리항목별	조직별, 제목별, 지역별, 고객별, 운송수단별 등

3.3 물류 거점 선정 절차

물류 거점 선정과정은 다음과 같이 네 단계로 진행되었다.

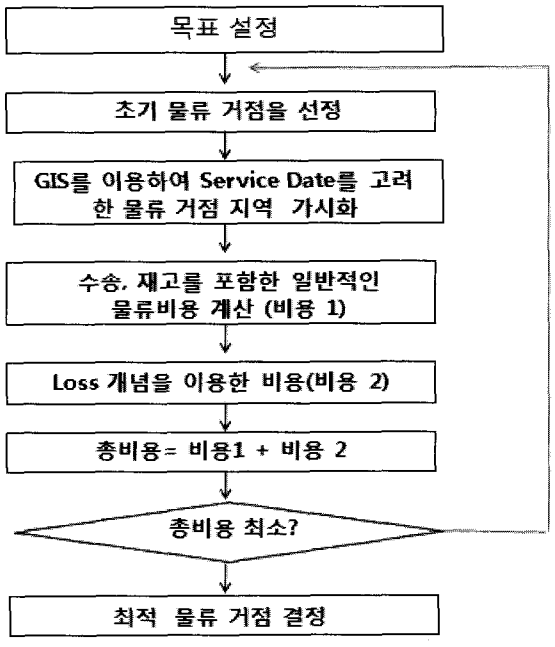
첫 번째 단계는 목표설정이다. 고객만족을 위해 배송기간을 최단으로 하는 장소를 거점으로 설정하는 것을 목표로 할 것인지 아니면 비용을 최소로 하는 장소를 선정할 것인지 분명한 목표가 설정되어야 한다. 여기서는 두 가지 요소 즉 서비스와 비용의 최소화 모두를 고려한다.

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

세 번째 단계로 대안설정 과정이 실행되어야 한다. 대안 설정을 위해서 데이터의 수집을 먼저 고려해야 한다. 데이터 수집은 고객, 소매상, 기존 창고와 분배 센터, 제조 설비 및 공급자에 대한 데이터와 제품의 수량, 고객의 포지션닝(positioning)에 따른 각 제품에 대한 수요량, 수송비율, 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 통합함으로 잠재적인 분배 네트워크를 설정한다.

마지막 단계로 운송율의 계산이 필요하며, 분배 네트워크 모델 설정을 바탕으로 트럭, 철도 혹은 다른 운송수단에 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 발생되는 손실함수 값1과 배송기간에 운송할 수 없는 지역으로 인해 발생되는 손실함수 값 2를 구한다. 물류 거점 선정을 위한 최종 단계는 여러 가지 대안들 중에서 설정된 목표를 만족하며, 최소의 비용을 제시하는 최적입지 결정하는 것이다.

이 과정을 좀 더 세분화하여 그림으로 표시하면 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 물류 거점 선정 절차

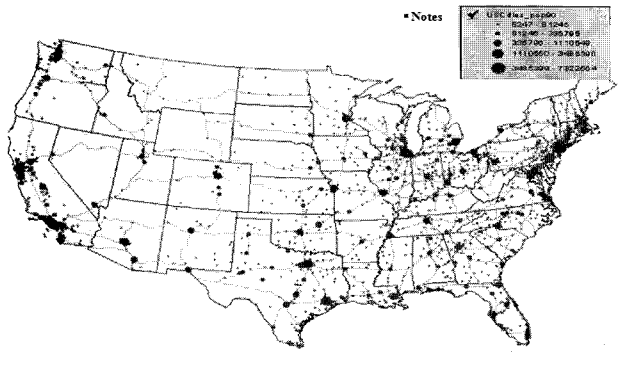
4. 예 제

A 기업은 미국 내 전자제품을 수출하는 회사이다. 그

러나 중국을 비롯 값싼 동남아국가들의 물건이 미국으로 수입되면서 경영상 어려움을 격고 있다. 그래서 A기업은 현재 상황에 대처하기 위해서 미국 내 LA와 멤피스에 있는 물류네트워크를 재구축하기로 결정하였다. 물류거점의 재구축을 위해 A기업에서 생각하는 고려요소는 다음과 같다.

(1) 고객 만족측면에서 고객의 주문이 발생되면 2일안으로 배송하기로 함으로 경쟁력을 확보할 수 있도록 할 것
(2) 한국과 말레이시아 생산 공장에서 거래선 창고까지 최적 리드타임(Lead Time)에 부합되는 거점을 선택함으로, 국내에서 미주까지 물류배송의 납기 일자를 7일 단축할 수 있도록 할 것
(3) 비용적인 측면에서 최저 운송비 및 기타 비용의 조건에 부합하는 거점을 선택함으로 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
(6) 가능한 거점 지역은 2일간 배송지역이 겹치는 지역을 최소화할 것
(7) 2일이내 배송을 할 수 없는 지역이 발생할 경우, 고객 이탈로 인해 수요의 감소로 이어질 수 있어 가능한 2일 이내 배송을 할 수 있도록 거점 지역을 선정할 것

물류거점을 선정하기 위해 지리정보시스템(GIS)인 Arcview 9.0을 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 권역분석을 위해 유용하게 이용되어질 수 있다.



<그림 3> 미국 인구분포

A 기업은 물류거점의 합리적 설정을 결정위해 운송수단에 대해서는 장거리 수송 즉 통관 후 LA에서 출발하여 다음 물류거점까지 가는 운송은 기차를 이용하였고, 인구는 50만 이상 되는 도시를 고려하였다<그림 3>.

보다 효율적인 결정을 내리기 위해서 고객, 기존 창고, 공급자 (OEM으로 배송 하는 회사) 위치와 소비지역에 따른 제품별 연간 수요, 소득 계층의 구분, 창고비용, 재고유지비용, 간접비 등에 대한 정보, 주문처리 비용, 고객의 요구사항을 조사하였다.

그리고 사용되어진 물류 구축을 위한 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 트럭을 이용하되, 운송비용은 Ryder의 규정에 따르며, 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.
(5) 물류 거점들의 공통 배송 지역은 손실로 간주 한다 (손실 함수 1).
(6) 정해진 기간 안에 배송할 수 없는 경우 역시 손실로 생각한다(손실 함수 2).
(7) 현재 A회사는 6개 이상의 창고를 운영할 생각이 없다.

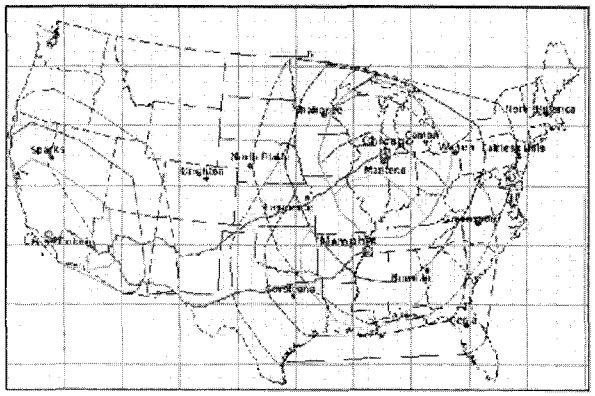
지리정보시스템(GIS)을 이용하여 각 도시들 간의 거리를 산출하여, GA(Genetic Algorithm) 방법을 통해 최적 위치를 선정하여, 초기해를 사용하려 하였으나, 기능성 물류비용들과 손실비용 등이 차지하는 비율이 운송비용보다 크게 나옴으로 인해 별 효과를 얻지 못했다. 그래서 "Rule of Thumb"을 사용하여 시행착오 방법을 사용하여 초기 거점을 선정하였다.

그리고 지리정보시스템(GIS)은 대안들의 설정과정 및 분석 그리고 결론을 얻는데 이용하였다. GIS 정보를 이용하여 각 도시간의 거리 산출 문제 뿐만 아니라 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, 도로간의 규정속도나 제한 용량 허용정도에 관한 정보이용 등을 파악하는데 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 <표 1>에서 설명한 기능별 물류비를 바탕으로 운송비, 보관 및 재고관리비, 포장비, 하역비, 유통가공비, 물류정보, 관리비 등 관련된 모든 물류비를 고려하여 계산하였다.

그리고 전개되어진 손실 함수 1과 2의 값은 면적을 구하는 것이 쉽지 않아 <그림 4>와 같이 포토샵(Photoshop)의 Grid 기능을이용하여, GIS상에 거점 지역들간에 배송지역이 겹치는 부분의 box의 수를 구한 후 가중치를 곱하여 얻어진 값을 손실비용 1로 정의하고, 2일 이내 배송할 수 없는 지역의 box를 계산하고 그에 따른 가중치를 곱하여 얻어진 값을 손실비용 2로 나타내었다.

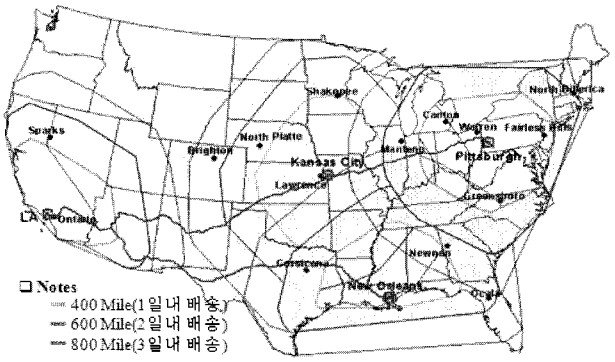


<그림 4> Photoshop의 Grid 도구를 이용한 손실비용 계산

최적의 물류 거점을 선정하기 위해서 50만 이상(2006년)의 인구를 가지고 있는 도시를 찾은 결과 33개 도시가 선정되었다. 이 중 California주는 4개 도시가, Arizona주는 2개 도시, Tennessee주 역시 2개 도시, Texas주는 6개 도시가 50만이상의 인구를 가지고 있었다. 그래서 California주의 경우 A회사의 제품이 LA항에서 도착하여 세관검사를 하는 관계로 LA를 물류 거점으로 선정하였으며, Arizona나 Tennessee주의 경우 인구가 많은 도시, 즉 Phoenix city와 Memphis를 선정 하였고, Texas주의 경우 6개 도시 중 배송지역이 가장 넓게 활용할 수 있는 Dallas를 선정하였다.

GIS를 통한 각 지역의 배송 지역의 표시는 <그림 5>와 같이 나타난다.

거점지역을 하나로 선정할 경우 제품의 수입되는 장소인 LA를 선정하였고, 2개의 물류 거점인 경우 $_{23}C_2$ (23개는 33개 도시 중 한 주에 2개 이상의 도시가 선정된 경우 1개의 도시만 선정)의 경우 수를 고려할 수 있으며, 3개의 도시를 선정하는 경우 $_{23}C_3$로, 4개의 물류 거점을 선정하는 경우 $_{23}C_4$의 경우 수를 고려해 볼 수



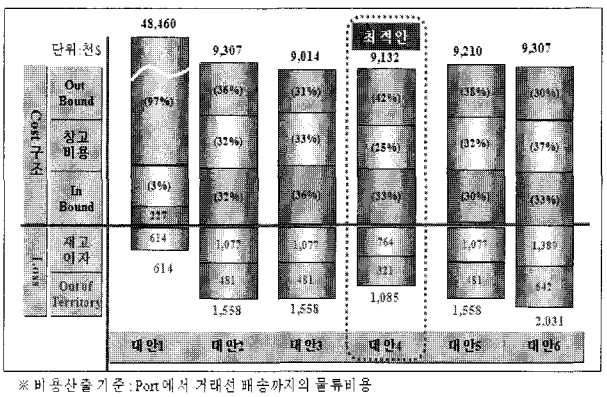
<그림 5> GIS를 통한 각 선정 도시들의 배송지역 예시

있었다. 그러나 많은 경우의 수는 GIS를 이용해 그림으로 그릴 경우 2일 안에 배송지역을 한정할 경우 동부지역은 거의 제거되었으며, 서부의 경우는 LA가 선정되었고, 나머지 지역들은 중부와 남부 지역들에 대해 집중되었다. 대표적으로 고려된 물류거점 지역은 <표 3>와 같이 표현되었다.

<표 3> 대표적인 물류 거점 대안들

대표적 대안	도시수	도 시 명
대안 1	1	LA
대안 2	2	LA, Cincinnati
대안 3	3	LA, Chicago, Memphis
대안 4		LA, Detroit, Memphis
대안 5		LA, Detroit, Dallas
대안 6	4	LA, Pittsburg, New Orleans, Kansa City

손실비용을 고려하지 않았을 경우 <그림 6>과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 현재 A회사에서 운영하고 있는 물류 거점은 대안 3보다 LA, Detroit, Memphis를 설립



<그림 6> 손실비용을 고려하지 않는 상태하의 대안들의 평가 결과

운영하는 것이 더 좋은 대안으로 판명되었다. Inbound 비용, 창고비용, 그리고 Outbound 비용측면에서는 현재 운영하고 있는 거점보다는 비용면에서 조금 더 지출이 되고 있으나, 재고이자와 Out of Territory 면에서 좀 더 적은 비율을 지출함으로 대안 4의 채택을 권고하였다.

D+2 내 배송지역이 겹치는 지역과 D+2 내 배송할 수 없는 지역에 대한 것에 대해 기업의 관점에서 손실로 간주하여 각 대안을 평가했을 때, LA, Detroit, Dallas의 거점 선택이 최소비용을 지출하는 것으로 계산되었다. Lead Time 측면과 Service 수준만을 고려한다면 대안 6을 선택하는 것이 유리하다.

<표 4> 손실함수 값은 포함한 대표적인 거점안의 대안별 분석 결과

거점수	거점지역	설정기준	Performance		
			Cost	L/T	Svc Level
1개	LA	창고 최소화	72,570K	24일	7일內배송
			△	★	△
2개	LA, Cincinnati	현재 판매량, 물류 비용감축	14,655K	25.7일	3일內배송
			▲	■	▲
3개	LA, Chicago, Memphis	현재기준	14,205K	24.7일	2일內배송
			■	★	■
	LA, Detroit, Memphis	미래 수요대비 인구밀도, 판매량기준 최적화	14,046K	24.8일	2일內배송
			■	★	■
	LA, Detroit, Dallas	현재 판매량 기준 최적화	13,910K	25일	2일內배송
			★	■	■
4개	LA, Pittsburg, New Orleans, Kansas	D+1일內 배송 완료	15,432K	23.6일	1일內배송
			▲	★	★

★ 우수 ■ 보통 △ 하위

<표 4>에서 총비용은 보관 및 재고 비용(주기, 안전, 계절 재고) + 운송 비용(운송수단, 고정운영, 운송이동, 운송별 관련비용) + 유통가공비 및 물류정보비용 + 포장비 및 하역비를 포함한 처리 비용 + 일반 관리비 + 손실 비용 (Loss1+Loss2)을 의미한다. 이 때 배송 중복지역에 대한 손실비용은 GIS에서 얻어진 주(State)에 중복된 지역을 파악하고, 이를 Photoshop의 Grid를 사용하여 겹치는 Box 수를 Count한다. Count된 Box가 주(State)에 어느 정보 비율을 차지하는지를 계산하고, 그 후 고려된 가중치를 계산한다. 즉 겹치는 부분이 State에 차지하는 비율*State 판매량* 가중치를 손실비용1로 사용하였다. 미 배송지역에 대한 손실비용2의 경우 동일한 방법으로 적용하였다.

5. 결 론

여러 가정 하에 비용, 리드타임, 서비스 수준 등을 고려한 다양한 대안을 적용한 결과 A회사에서 원하는 최적안은 LA, Chicago, Memphis 3곳이 선정되었으며, 제시된 손실함수를 고려하였을 때는 LA, Dallas, Detroit가 선정되었다.

특히 이 논문에서는 고객 만족 측면에서 납기기일이 명기되었을 경우, 지리정보시스템을 사용하여 물류거점을 구하는 동시에 납기일을 초과할 경우 penalty를 부여하는 손실함수와 납기일을 초과할 경우의 penalty 함수를 도입함으로 문제를 처음으로 해결하였다는데 큰 의의가 있다.

현재 차량운행을 위해 사용되는 Global Positioning System(GPS)의 경우 인공위성을 통한 현재 위치, 속도 및 방향을 제시해 주는 반면 GIS는 시공간상의 제반현상들의 위치, 속성, 정보를 결합하여 컴퓨터를 통해 정보를 관리하고 처리 및 분석을 통하여 사용자에게 원하는 정보를 제공하는 의사결정지원체계라는 점에서 GPS와는 확연히 구별된다.

또한, 물류거점을 선정하기 위해 GIS를 이용한 논문은 종종 찾아 볼 수 있으나, 서비스 수준에 대한 평가를 GIS를 이용, 손실의 개념으로 표현한 논문은 거의 없다. 생산자 중심의 경영에서 고객위주의 경영으로 흘러갈수록 혹은, 고객 만족에서 고객 감동의 시대로 이동할수록 이 논문에서 제기된 방법은 더욱 유용하게 사용될 것이다.

앞으로 GIS를 이용하면서 손실의 개념을 사용할 때, 고려되어야할 문제는 좋은 초기해를 찾기 위한 적절한 방법을 찾는 것이다. 초기해를 얻기 위해 거리(Distance)를 고려해 GA 방법이나 Simulated Annealing 방법으로 사용해 얻은 결과는 이 모델에서는 별 도움을 얻지 못했다.

참고문헌

[1] 황인극 외 3; "GIS 기법을 이용한 국내기업의 미주 물류거점 및 설비입지 선택전략 : 사례분석", 대한설비관리학회, 10(3) : 69-79, 2005.

[2] 황홍석, 조규성; "서비스수준을 고려한 GIS기반의 차량운송시스템", 경영과학, 18(2) : 125-134, 2001.

[3] 황홍석, 최배석; "GIS기반의 물류/SCM 시스템", 한국 SCM 학회지, 3(2) : 111-118, 2003.

[4] 황홍석; "GIS기반의 실시간 통합화물운송시스템계획에 관한 연구", 경영과학, 19(2) : 75-78, 2002.

[5] Ballou, R. H.; Business Logistics Management. 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1992.

[6] Bramel, J. and Simchi-Levi, D.; Facility location models, The logic of logistics, theory, algorithm, and applications for logistics management, Springer, Singapore : 203-217, 1997.

[7] Campbell, J. F.; "Locating transportation terminals to serve an expanding demand," *Transportation Research*, 24B : 173-192, 1990.

[8] Daskin, M. S.; Network and Discrete Location, John Wiley & Sons, New York, 1995.

[9] David, W. Kelton, 문일경 옮김; ARENA를 이용한 시뮬레이션(FOURTH EDITION), McGraw Hill Korea, 2007.

[10] Friesz, T. L., Miller, T., and Tobin, R. L.; Algorithms for spatially competitive network facility-location. Environment and Planning B : Planning and Design 15 : 191-203, 1988.

[11] Ghosh, A. and Craig, C. S.; "FRANSYS : a franchise distribution system location model," *Journal of Retailing*, 67 : 466-489, 1991.

[12] Hakimi, S. K. and Koy, C. C.; "On a general network location-allocation problem," *European Journal of Operational Research*, 55 : 31-45, 1991.

[13] http://www.chicago-consulting.com/10best.htm.

[14] Miller. T., Tobin, R. L., and Friesz, T. L.; "Network facility-location models in Staclkelberg-Nash-Cournot spatial competition," *Regional Science*, 71 : 277-291, 1992.

[15] Pirkul, H. and Jayaraman, V.; "Production, transportation and distribution planning in a multi-commodity triechelon system," *Transportation Science*, 30 : 291-302, 1996.

[16] Webster, S. and Gupta, A.; "The general optimal market area model with uncertain and nonstationary demand," *Location Science*, 3(1) : 25-38, 1995.