

■ 論 文 ■

전자상거래에서의 상품운송 유형에 따른 물류비 분석

Logistics Cost Analysis on Electronic Commerce(EC) by Delivery Type

배 명 환
(주)십테크시스템

오 세 창
(아주대학교 환경·도시공학부 부교수)

목 차

- I. 서론
- II. 전자상거래에서의 상품 운송 유형
 - 1. 공급업체가 개별 운송할 경우(유형 I)
 - 2. 자가운송업체를 이용하여 운송할 경우 (유형 II)
 - 3. 운송업체에게 위임할 경우(유형 III)
- III. 물류비용함수
 - 1. 유형 I의 물류비용 함수
 - 2. 유형 II의 물류비용 함수
 - 3. 유형 III의 물류비용 함수
- IV. 물류비 분석
 - 1. 물류비 분석을 위한 가상시나리오
 - 2. 시뮬레이션을 통한 물류비 분석
 - 3. 물류비 분석을 통한 전자상거래에서의 상품운송 방안
- V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 전자상거래(EC), 물류비용, 운송유형, 물류운송체계, 인터넷 쇼핑몰

요 약

본 연구의 목적은 기업과 소비자간 전자상거래에서 물류운송체계의 물류비용을 상품운송 유형에 따라 분석하는 것이다.

먼저 물류운송체계를 3가지 유형 즉, 공급업체에서 소비자에게 직송하는 방법(유형 I), 자가물류업체를 통해 각 권역에 운송센터를 두어 운송하는 방법(유형 II), 3자 물류업체에게 운송에 관한 모든 일체를 위임하는 방법(유형 III)으로 분류하고 각 유형의 물류비 항목을 운송비, 보관비, 물류정보비로 구성하였다.

전자상거래에서의 물류는 다품종 소량 다빈도 특성을 가지고 있고, 주문특성 및 상황에 따라 소요물류비용이 변한다. 그러므로 본 연구에서는 대상권역의 주문에 대한 1일 주문건수, 운송거리, 운송량, 그리고 1일 배정화물트럭대수에 따라 변하는 물류비용함수를 도출하였고, 가상네트워크를 구성하여 시뮬레이션 함으로서 각 운송유형의 주문특성에 따른 물류비용의 변화를 분석하였다.

하지만, 본 연구는 공급업체의 물류인프라와 운송서비스 시간에 대한 고려를 하지 않았기 때문에 현실에 적용하기에 한계가 있다. 만일 이에 대한 연구가 보충된다면 전자상거래에서 일정 단위기간 동안 상품운송에 소요되는 물류비를 좀더 정확히 추정하여 전자상거래에서의 효율적인 화물운송방안을 제시할 수 있을 것이다.

본 연구의 결과로 전자상거래에서의 1일 주문발생 빈도와 공급상품의 중량, 그리고 운송거리에 따라 변하는 물류비용을 추정할 수 있다.

1. 서론

전자상거래의 물류특징은 불특정 다수의 소비자에게서 인터넷을 통해 거래가 이루어지기 때문에 하루 24시간 인터넷 접속이 가능한 곳이면 어디에서나 주문이 가능하다. 주문 상품은 다양하며 소량으로 구성되어 있다.

다빈도 소량 주문은 많은 주문처리와 증가된 물자 운반으로 높은 수준의 주문 관리비와 운송비를 수반한다. 실제로 저가형 소액상품 거래시 상품 교환 및 반품에 대한 서비스도 고려해야 하기 때문에 매출액 대비 물류비 부담이 크다. 이러한 다빈도 소량 주문에 대응하여 증가된 물류비를 상쇄시킬 수 있는 방안이 필요하다.

인터넷 전자상거래에서 소비자가 인터넷을 통해 주문을 하여 상품을 전달받기까지의 일반적인 과정은 다음의 <그림 1>과 같다. 공급업체는 상품공급을 하고, 물류업체는 운송부분 담당하고, 인터넷 쇼핑몰은 중간 중개역할하며, 물품대금지불은 신용카드를 통해서 결제하는 형태이다. 실제로 기업입장에서 불특정 다수의 개인에게 소량 다빈도 특성을 가진 상품을 전달하는 것은 물류비 부담이 크므로 자가물류업체, 제3자 물류¹⁾업체, 물류아웃소싱²⁾을 통해 물류부분을 전담 또는 일부분담하고 있거나 위탁하고 있는 실정이다.

인터넷 쇼핑몰의 거래흐름은 <그림 1>에서 1), 2), 3)과 같이 고객이 인터넷 쇼핑몰에서 상품을 검색하고 주문을 한다. 고객이 카드로 대금을 결제할 때 4)와 같이 쇼핑몰은 신용 카드사와 연계하여 카드의 이상 유무를 확인하고, 카드에 이상이 없을 경우

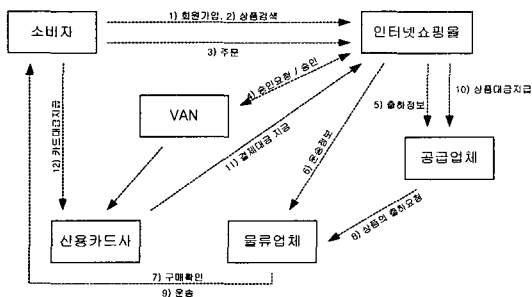
승인이 이루어지며, 쇼핑몰은 6)과 같이 물류업체를 통해 운송을 지시한다. 그러면 고객은 9)와 같이 물류업체를 통해 상품을 운송 받게 된다.³⁾

인터넷 쇼핑몰이라는 가상상점을 통해 일반소비자들이 물품을 구입할 경우 소비자에게 전달되는 운송 방법에 따라 크게 3가지로 나눌 수 있다. 첫째는 공급업체가 직접 소비자에게 개별 운송하는 형태, 둘째는 자가운송업체를 이용하는 형태, 그리고 셋째는 제3자 운송업체에 위임하는 형태이다. 이러한 유형들은 고객의 주문조건 즉, 주문위치, 주문량, 주문건수 등에 따라 물류비용이 달라질 수 있으므로 어느 한가지 운송방법이 가장 효율적인지를 결정하기 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 물류비용으로 그 결정기준을 찾고자 한다.

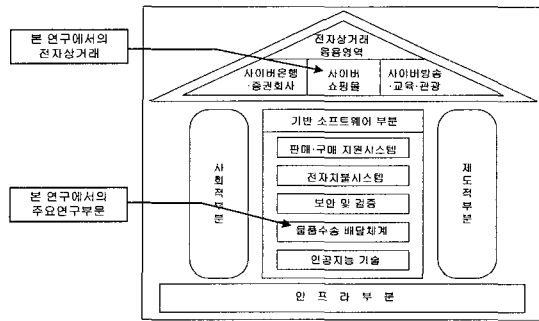
본 연구의 목적은 기업과 소비자간 전자상거래에서 발생하는 물류비용중 가장 비중이 큰 운송비용 구조를 파악하여 함수화 함으로서 대상 네트워크 안에서 발생하는 전자상거래의 물류비용을 분석하는 것이다.

본 연구에서의 전자상거래는 기업과 소비자간 인터넷 쇼핑몰로서, 소비자가 인터넷 쇼핑몰을 통해 상품을 주문할 경우 이루어지는 상품의 유통과정에서 발생하는 물류비와 고객에 대한 물류서비스를 연구대상으로 하였다.

본 연구에서의 연구영역은 다음의 <그림 2>와 같이 공간적 범위는 국내 공로에서 일어나는 인터넷 쇼핑몰을 통한 물류활동으로 정의하였으며, 시간적 범위는 전자상거래에서의 1일 주문조건에 따른 소요 물류비용이 달라질 수 있으므로 1일 단위로 하였다.



<그림 1> 인터넷 쇼핑몰에서의 거래흐름 및 구성요소



<그림 2> 본 연구에서의 연구영역¹⁰⁾

1) 제3자 물류(The Third Parties of Logistics)는 하주기업이 고객서비스의 향상, 물류관련 비용의 절감, 그리고 물류활동에 대한 운용효율의 향상 등을 목적으로 공급사슬의 전체 혹은 일부를 특정의 전문 물류업자에게 위탁하는 것을 말한다.[2]
 2) 물류아웃소싱(Outsourcing of Logistics)은 제3자 물류와 동일한 개념으로 인식되는 경우도 있는데 양자간의 차이점은 화주와 업자간에 있어서 전자는 단기의 전술적·부분적·주종지향적 관계라고 한다면, 후자는 중장기의 전략적·통합적·협력지향적 관계라고 할 수 있다.[2]

먼저 물류운송체계를 3가지 유형 즉, 공급업체에서 소비자에게 직송하는 방법(유형 I), 자가물류업체를 통해 각 권역에 운송센터를 두어 운송하는 방법(유형 II), 제3자물류업체에게 운송에 관한 모든 일체를 위임하는 방법(유형 III)으로 분류하고 각 유형의 물류비 항목을 운송비, 보관비, 물류정보비로 구성하였다.

전자상거래에서의 물류는 다품종 소량 다빈도 특성을 가지고 있고, 주문특성 및 상황에 따라 소요물류비용이 변한다. 그러므로 본 연구에서는 대상권역의 주문에 대한 1일 주문건수, 운송거리, 운송량, 그리고 1일 배정화물트럭대수에 따라 변하는 물류비용함수를 도출하였고, 가상네트워크를 구성하여 시뮬레이션 함으로서 각 운송유형의 주문특성에 따른 물류비용의 변화를 분석하였다.

본 연구의 결과로 인터넷 전자상거래에서의 물류비 산정을 통해 운송체계의 효율성 진단이 가능하고, 이러한 물류비 분석을 통해 인터넷 가상상점을 이용하여 판매활동을 하는 기업에게 물류비용을 절감할 수 있는 방안을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

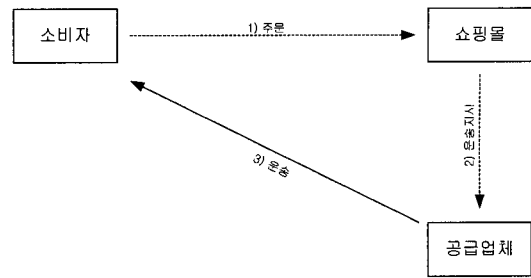
II. 전자상거래에서의 상품 운송 유형

1. 공급업체가 개별 운송할 경우(유형 I)

고객에 대한 상품운송을 공급업체에서 직접 맡아서하는 방법이다. 즉 쇼핑몰에서는 업체에게 주문 내역을 통보하고, 상품 공급업체에게 운송에 관련된 모든 일을 이관하는 방식이다. 이 방법의 문제는 각 주문에 대한 운송이 공급업체로부터 개별적으로 이루어지므로 중복운송에 의해서 소비자가 복수의 상품을 구입했을 때 각 공급업체로부터 서로 다른 경로로 상품이 전달되므로 중복운송비용이 소요된다는 단점이 있다.

유형 I에서 발생하는 물류비용을 다음의 <그림 3>에서 살펴보면, 주문에 대한 접수와 운송지시에 관한 정보교환비용과 주문상품에 대한 공급업체의 운송비용이 소요된다.

유형 I에서는 운송위탁업체를 이용하지 않고 공급업체에서 주문자에게 직송하므로 수송비용이 소요되지 않고, 기존 자가창고를 이용하기 때문에 보관 및 재고관리비 또한 따로 소요되지 않는다. 따라서 총 판매물류비는 다음의 식(1)과 같다.



<그림 3> 운송업체를 통하지 않고 공급업체가 직송하는 형태

$$C = \text{운송비}(C_d) + \text{물류정보비}(C_I) \\ = C_{de} + C_{do} + C_I \quad (1)$$

여기서,

- C_{de} : 동일권역내 운송비(원/일)
- C_{do} : 타권역으로의 운송비(원/일)
- C_I : 물류정보비(원/건)

1일 배정되는 운송차량대수는 차량 1대당 1일 최대운송거리 제약에 의한 동일권역 주문에 대한 운송차량과 타권역 주문에 대한 운송차량으로 나누어 결정한다.

1일 운송차량 n 은 다음의 식(2)와 같다.

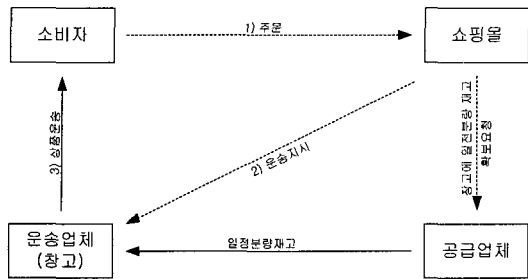
$$n = n_{de} + n_{do} \quad (2)$$

여기서,

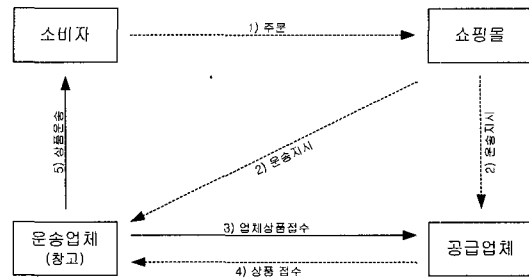
- n_{de} : 동일권역 운송차량 대수
- n_{do} : 타권역 운송차량 대수

2. 자가운송업체를 이용하여 운송할 경우(유형 II)

이 방식은 운송업체에서 운영하는 창고를 임대하여 자가운송을 하는 방법으로 쇼핑몰에 판매대행을 하는 납품업체는 운송업체의 창고에 일정분량의 재고를 미리 가져다 놓고, 고객이 쇼핑몰에서 여러 가지 상품을 구매한 경우에도 운송업체의 재고에 의해서 한번에 주문 상품을 배달할 수 있다. 또한 환불이나 상품교환의 경우에도 운송센터에 있는 자가운송업체에 의해서 일괄적으로 처리할 수 있기 때문에 관리가 신속하게 이루어진다. 하지만 업체의 입장에서 보면 일정분량의 재고를 운송업체의 창고에 재고를 두어야 하는 문제점이 있다.



〈그림 4〉 운송업체를 이용할 경우 일정재고를 유지하는 운송형태



〈그림 5〉 운송업체에게 상품운송을 위탁하는 경우

유형 II에서의 물류비용을 다음의 〈그림 4〉에서 살펴보면, 유형 I에서와 같이 주문접수와 상품운송에 관한 정보교환비용과 공급업체에서 운송업체로, 다시 운송업체에서 소비자로의 수·운송비용이 소요된다. 또한, 일정분량 재고를 운송업체 창고에 보관하므로 보관 및 재고관리비용이 추가된다.

유형 II에서는 자가운송업체를 이용하는 형태로 운송센터를 중간 물류기지로 이용하게 되므로 운송비에 수송비가 추가되고 또한, 물류센터에서의 보관비가 추가로 소요된다. 따라서 총 물류비를 수식으로 표현하면 다음의 식(3)과 같다.

$$C = \text{수송비}(C_t + \text{운송비}(C_d) + \text{보관비}(C_s) + \text{물류정보비}(C_l) + \text{물류정보비}(C_l) + \text{운송비}(C_d) + \text{보관비}(C_s) + \text{물류정보비}(C_l) \quad (3)$$

여기서,

- C_t : 1일 총 수송비(원/일)
- C_{de} : 동일권역내 운송비(원/일)
- C_{De} : 타권역내에서의 운송비(원/일)
- C_s : 보관 및 재고관리비(원/일)
- C_l : 물류정보비(원/일)

동일권역내 수송은 공급업체와 동일권역내 운송센터간의 상품이동으로 타권역으로의 수송은 공급업체와 타 권역별 운송센터와의 상품이동으로 정의하였다.

3. 운송업체에게 위임할 경우(유형 III)

유형 II 방법에 의한 운송의 문제점은 쇼핑몰에서 운송업체를 이용하는데 있어 창고를 이용한다는 것이다.

이런 경우 창고 운영비가 발생하기 때문에 어느 정도 매출이 발생하지 않은 상태에서는 부담이 될 수 있다. 따라서 창고를 없애면서 이러한 부담을 줄일 수 있는 방법의 하나로써 운송업체는 주문이 발생하는 시점에서 상품공급업체로부터 고객의 주문상품을 가져와 운송하는 방식이다. 위의 〈그림 5〉는 이러한 유형 III의 운송형태를 타나낸 것으로 쇼핑몰에 주문이 발생할 경우, 쇼핑몰은 운송업체 및 상품공급업체에 운송을 요청하고, 운송위탁업체는 상품공급업체에 방문하여 상품을 접수하여 모은 후에 고객에게 상품을 배달하는 방법이다.

유형 III에서 발생하는 물류비용을 〈그림 5〉에서 살펴보면, 유형 I, II에서와 같이 주문접수와 상품운송에 관한 정보교환비용과 운송업체에서 공급업체로의 상품수령에 관한 운송비용과 운송업체의 보관 및 재고관리비, 운송업체에서 소비자로의 상품운송비용이 소요된다.

유형 III에서는 운송위탁업체를 이용하지만 주문거래 발생에 대한 운송일체를 운송업체에게 위임하는 형태로서 택배주문에 의한 상품전달의 형태와 유사하다. 운송업체는 공급업체로부터 받은 주문상품을 취합하여 기존의 운송업무와 병행하여 처리하기 때문에 물류비용 산정에 있어서 이를 구분 짓기가 어렵다. 그러므로 운송비를 주문건수당 일정수수료가 지불되는 현행 택배요금체계를 적용하였다. 이로서 보관 및 재고관리비는 따로 고려할 필요가 없고, 주문건수당 지불요금과 물류정보비만이 소요가 된다. 따라서 총 물류비를 수식으로 표현하면 다음의 식(4)과 같다.

$$C = \text{운송비}(C_T) + \text{물류정보비}(C_l) \quad (4)$$

물류정보비는 유형 I, II와 같으며 운송비는 H사의 택배요금기준을 적용하였다.

〈표 1〉 H사의 택배 운임/요금표

구분	A형	B형	C형	D형	E형
동일권역	5,000원	5,500원	7,000원	8,000원	9,000원
타 권역	6,000원	7,000원	9,000원	10,000원	11,000원
제주권역	7,000원	8,000원	10,000원	13,000원	14,000원

〈표 2〉 취급화물유형별 규격기준

구분	길이 (가로+세로+높이)	중량
A형	80cm 이하 (서류 봉투)	2kg 이하
B형	100cm 이하 (전화번호부)	5kg 이하
C형	120cm 이하 (굴 상자)	10kg 이하
D형	140cm 이하 (라면 상자)	20kg 이하
E형	160cm 이하 (사과 상자)	30kg 이하

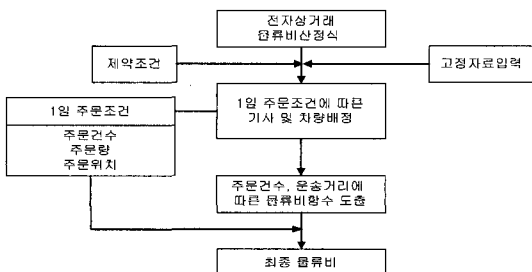
H사의 택배운임 요금표는 〈표 1〉³⁾과 같고, 취급화물에 대한 규격 기준은 〈표 2〉와 같다.

위 규격기준을 초과한 상품은 80%의 초과요금을 부과한다.

III. 물류비용함수

II장에서 정립한 물류비산정식을 이용하여 물류비용을 계산하기 위해서는 다음의 〈그림 6〉과 같은 절차를 거쳐 최종물류비를 도출할 수 있다.

제약조건은 한 차량의 1일 최대운송거리, 1인당 1일 최대 작업량, 등 실제 측정하기 어려운 자료에 대한 제약을 본 연구에서는 가정하였으며 고정자료는 1인당 인건비, 1l 당 유류비 등이다. 다음 단계로 기사 및 차량배정은 1일 주문에 따른 주문건수와 주문위치에 따른 운송거리 증가에 따라 1일 배정차량수가



〈그림 6〉 전자상거래에서의 물류비 도출과정

달라지므로 2절에서 살펴본 운송거리와 주문량의 제약에 따라 1일 차량수를 결정한다. 차량수가 결정되면 1일 주문건수, 주문량, 운송거리에 따른 물류비를 산출할 수 있다.

이와 같은 절차에 따라 전자상거래의 각 운송유형 I, II, III의 물류비를 산출하기 위한 물류비용함수를 도출하면 다음과 같다.

1. 유형 I의 물류비용 함수

유형 I의 물류비용 함수는 다음의 식(5)와 같다.

$$\begin{aligned}
 C_T &= C_{de} + C_{do} + C_I \\
 &= \left(\sum_{i=1}^{N_i} r_{de_i} \times \bar{d}_{1t} \times \bar{O} \right) + (C_L \times n_{de-1t}) \\
 &+ \sum_{m=2}^M \left\{ \left(\sum_{j=1}^{N_o} r_{do_j} \times \bar{d}_{1t} \times \bar{O} \right) + (C_L \times n_{do-1t}) \right\}_m \\
 &+ (N_e + \sum_{m=2}^M (N_o)_m) \cdot CI \quad (5)
 \end{aligned}$$

여기서,

- C_{de} : 동일권역내 운송비(원/일)
- C_{do} : 타권역으로의 운송비(원/일)
- M : 전체 권역의 운송센터 수(상수)
- N_e : 1일동안 동일권역내에서 발생한 총 주문건수(건/일)
- N_o : 1일동안 타권역에서 발생한 총 주문건수(건/일)
- \bar{d}_{1t} : 1t 트럭의 유류 1l 당 평균주행거리(l/km)
- \bar{O} : 1l 당 평균유류비(원/l)
- C_L : 1인당 인건비(원/일)
- n_{de-1t} : 1일 동일권역 운송을 위한 1t 트럭차량대수(대/일)
- n_{do-1t} : 1일 타권역 운송을 위한 1t 트럭차량대수(대/일)
- CI : 주문 1건당 정보처리비(원/건)
- r_{de_i} : 동일권역 주문 1, 2, ..., i 에서 각 주문에 대한 운송거리
- r_{do_j} : 타권역 주문 1, 2, ..., j 에서 각 주문에 대한 운송거리

3) <http://www.hyundaiexpress.com>

2. 유형 II의 물류비용 함수

유형 I의 물류비용 함수는 다음의 식(6)과 같다.

$$\begin{aligned}
 C_T &= C_t + C_{de} + C_{De} + C_S + C_I \\
 &= 2R_t \cdot \overline{d}_{5t} \cdot \overline{O} \sum_{m=1}^M (D_m)(n_{t-5t})_m \\
 &+ C_L \times \sum_{m=1}^M (n_{t-5t})_m \\
 &+ \left\{ \left(\sum_{i=1}^{N_e} r_{de_i} \times \overline{d}_{1t} \times \overline{O} \right) + (C_L \times n_{de-1t}) \right\} \\
 &+ \sum_{m=2}^M \left\{ \left(\sum_{j=1}^{N_e} r_{De_j} \times \overline{d}_{1t} \times \overline{O} \right) + (C_L \times n_{De-1t}) \right\}_m \\
 &+ \frac{C_L \cdot \sum_{i=1}^{N_e} w_{di}}{W_{max}} + \frac{C_L \cdot K \cdot \sum_{m=2}^M \left(\sum_{j=1}^{N_e} w_{dj} \right)_m}{M_{max}} \\
 &+ (N_e + \sum_{m=2}^M (N_o)_m) \cdot CI
 \end{aligned} \tag{6}$$

여기서,

- C_t : 동일권역내 수송비(원/일)
- C_{De} : 타권역내에서의 운송비(원/일)
- C_S : 보관 및 재고관리비(원/일)
- C_I : 물류정보비(원/일)
- D_m : 공급업체와 m번째 권역의 운송센터와의 거리
- $(n_{t-5t})_m$: m번째 권역에 1일 수송에 필요한 5t 트럭차량대수(대/일)
- R_t : 1일 차량 1대당 수송회전수(회/일)
- n_{t-5t} : 1일 수송에 필요한 5t 트럭차량대수(대)
- \overline{d}_{5t} : 5t 트럭차량의 유류 1l 당 평균주행거리 (l/km)
- r_{De_j} : 타권역내 주문 1, 2, ..., j 에서 각 주문에 대한 타권역 운송센터와 각 주문지간 운송거리(km)
- n_{De-1t} : 1일 타권역내의 운송을 위한 1t 트럭차량대수(대/일)
- C_W : 작업비(원/일)
- C_M : 재고관리비(원/일)
- w_{di} : 동일권역내 1일 주문 1, 2, ..., i 에서 각주문의 중량(kg)
- w_{dj} : 타권역 1일 주문 1, 2, ..., j 에서 각

주문의 중량(kg)

- \overline{w}_d : 주문 1건당 평균중량(kg)
- W_{max} : 1인당 1일 최대작업량(kg/일)
- K : 안전재고계수(1.25)
- M_{max} : 1인당 1일 최대재고관리량(kg/일)

3. 유형 III의 물류비용 함수

유형 III는 주문에 의한 물품전달을 운송위탁업체에 주문건수당 일정수수료를 지급하고 위탁하는 형식 물류비계산과정은 다음의 식(7)과 같다.

$$\begin{aligned}
 C &= \text{운송비}(C_T) + \text{물류정보비}(C_I) \\
 &= C_T + (N_e + \sum_{m=2}^M (N_o)_m) \cdot CI
 \end{aligned} \tag{7}$$

여기서,

C_T : 택배요금

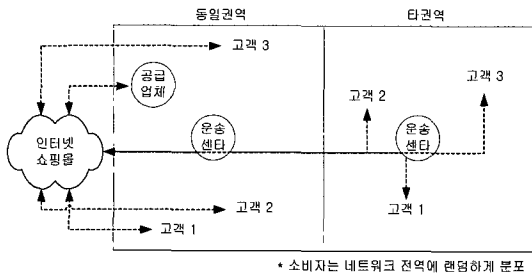
이와 같이 전자상거래에서의 화물운송에 대한 3가지 유형의 소비자의 주문에 따라 물류비용이 변하는 물류비용함수를 도출하였다. 그러면 다음에서는 위 3가지 유형중 주문조건, 즉 1일 주문량, 주문위치, 주문건수 등에 따른 물류비용의 변화를 분석하여 주문조건에 따라 물류비용을 최소화 할 수 있는 화물운송 방안을 찾아보았다.

IV. 물류비 분석

1. 물류비 분석을 위한 가상시나리오

1) 가상네트워크

A사는 1개당 10kg인 상품을 제조한다. 이 상품을 인터넷 가상상점을 이용하여 판매하려고 하는데, 운송비를 절감하기 위한 운송전략을 수립할 계획으로 동일권역과 타권역의 고객수와 주문량에 따른 물류비용변화를 분석하려고 한다. 먼저 동일권역에 고객 1, 2, 3, 타권역에 고객 1, 2, 3이 가상상점을 통해 주문을 하였다 가정하여 각 주문량에 따른 비용변화를 분석하기로 한다. 분석에 앞서 각 유형별 상품운송방안을 파악하기 위한 가상네트워크를 다음의 <그림 7>과 같이 구성하였다.



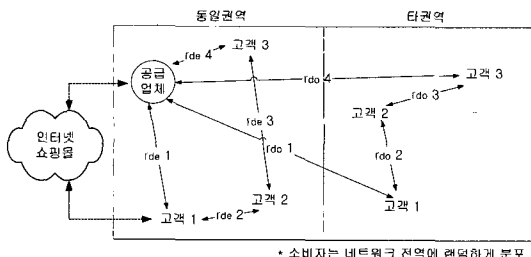
〈그림 7〉 가상네트워크

가상네트워크는 동일권역과 타권역 2권역으로 구분하고, 운송센터 운영시 해당권역 당 1개의 운송센터 입지를 가정하였다. 본 연구에서 정의한 각 유형의 물류정보비는 같기 때문에 본 분석에서는 제외하였다. 또한, 운송센터를 이용할 경우 기초 시설투자비는 고려하지 않았으며, 운영비용에 대해서만 고려하였다.

2) 각 유형의 상품운송

(1) 유형 I

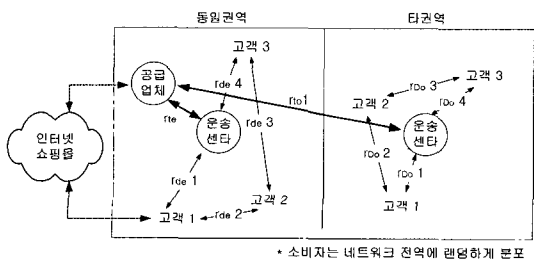
유형 I 은 다음의 〈그림 8〉과 같이 공급업체의 위치에 따라 동일권역과 타권역으로 구분하고 동일권역 운송과 타권역운송을 분리하여 운송하게 된다.



〈그림 8〉 전자상거래 상품운송 유형 I 의 가상네트워크

(2) 유형 II

유형 II은 다음의 〈그림 9〉와 같이 공급업체의 자가운송업체를 이용하는 경우로 공급업체는 운송센터다.

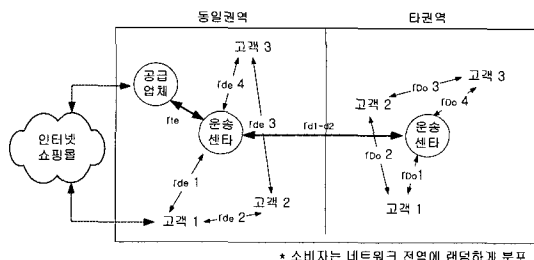


〈그림 9〉 전자상거래 상품운송 유형 II 의 가상네트워크

에 일정재고를 미리 수송하고 운송업체는 운송에 관한 정보를 통고 받아 고객에게 상품을 운송하게 된다

(3) 유형 III

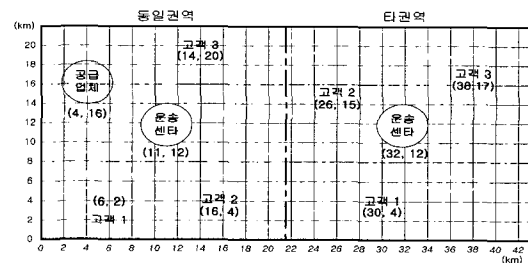
유형 III은 다음의 〈그림 10〉과 같이 공급업체는 상품운송에 관한 일체를 운송업체에 일임하는 경우로 운송업체의 자체 운송망을 통해 고객에게 상품이 운송된다.



〈그림 10〉 전자상거래 상품운송 유형 III 의 가상네트워크

3) 자료입력

가상네트워크의 운송거리는 직선거리로 가정하고, 운송거리를 구하기 위하여 다음의 〈그림 11〉과 같이 네트워크 안의 각 대상에 대한 위치좌표를 구하였다.



〈그림 11〉 가상네트워크의 각 대상의 위치좌표

각 대상위치에서 직선거리를 바탕으로 한 각 유형별 운송거리는 다음의 〈표 3〉과 같다.

〈표 3〉 가상네트워크에서의 각 유형별 운송거리

(단위:km)

구분	유형 I		유형 II		유형 III	
	운송거리	수송거리	운송거리	수송거리	운송거리	수송거리
동일권역	51.2	0.0	49.9	8.1	49.9	8.1
타권역	86.5	0.0	39.9	28.3	39.9	21.0
계	137.8	0.0	89.8	36.3	89.8	29.1
총운송거리	137.8		126.2		118.9	

〈표 4〉 주문1건당 주문량이 10kg일 때 (단위:원/일)

구분	유형 I		유형 II				보관비	유형 III	
	운송비		운송비		수송비			운송비	
	동일 권역	타권역	동일 권역	타권역	동일 권역	타권역		동일 권역	타권역
물류비용	43,070	45,190	42,990	42,390	41,940	46,790	1,800	21,000	27,000
계	88,260		175,910					48,000	

위 예제를 분석해 보면, 총 운송거리가 1일 차량당 수·운송거리 제약조건을 만족하므로 1일 수·운송에 필요한 화물차량수는 각 권역당 1대이다. 기본적으로 수송은 대용량 운반 형태로 운송이 이루어지게 되는데 위 예제에서는 각 주문당 주문량이 10kg으로 소량이고 1일 단위로 물류비용을 산출하기 때문에 유형 II에서의 수송비용은 고려는 하되 직접적으로 비교는 하지 않았다.

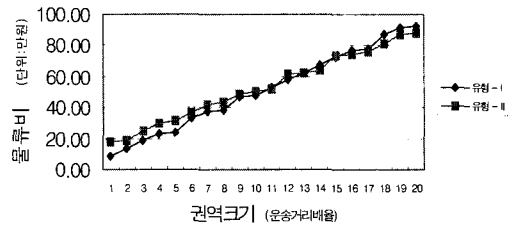
〈표 4〉는 가상네트워크 상에서 동일권역 고객 1, 2, 3과 타권역 고객 1, 2, 3이 인터넷 쇼핑물을 통해 무게 10kg짜리 상품을 주문했을 경우 각 유형별 물류비용을 산출한 것이다. 유형 II에서 수송비용을 고려하지 않을 경우의 물류비용은 유형 I보다 더 적게 소요된다. 실제 수송은 대용량을 운반하기 때문에 1일 물류비용에 포함시키기 위해서는 각 권역당 하루 수송량이 수송 차량 용량의 70%이상 되어야 함이 바람직하다.

2. 시뮬레이션을 통한 물류비 분석

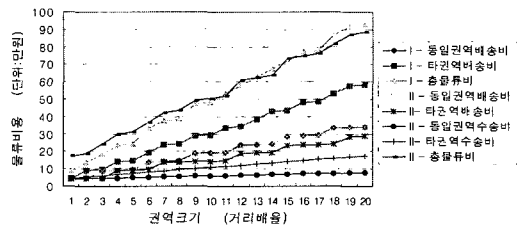
1) 주문1건당 주문량이 일정할 때 운송거리에 따른 물류비용

위와 같은 조건하에 각 고객 주문1건당 주문량을 10kg으로 일정하다고 가정하였을 때 물류비용의 변화를 각 유형별로 분석해 보았다.

주문 1건당 주문량이 10kg으로 일정할 때, 권역크기 변화에 따른 물류비 변화를 살펴보면, 다음의 〈그림 12〉와 같이 권역크기의 증가로 운송거리와 수송거리가 증가하게 되며 이에 따른 물류비용도 함께 변화하였다. 운송거리가 적을 때의 전체 물류비용은 유형 II이 유형 I보다 높으나 점차 운송거리가 증가할수록 유형 II이 유형 I보다 낮게 된다. 또한 주문량이 일정하기 때문에 보관비도 동일하다. 유형 III은 주문건수당 일정비용으로 계산되므로 여기서는 제외하였다.



〈그림 12〉 권역크기 증가에 따른 물류비용의 변화(1)



〈그림 13〉 권역크기 증가에 따른 물류비용의 변화(2)

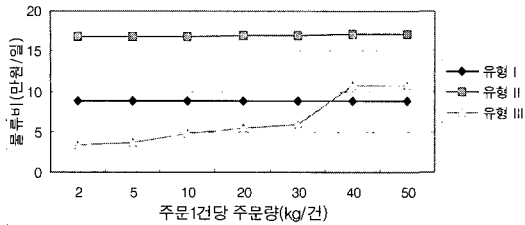
유형 I과 유형 II의 운송비용의 변화를 더 자세히 살펴보면, 다음의 〈그림 13〉과 같이 운송거리가 10배에서 11배로 증가하는 지점에서 유형 I보다 유형 II가 더 낮은 것을 볼 수 있으며, 그 이유는 유형 I의 타권역 운송비 증가율이 유형 II보다 매우 크기 때문이다.

위 분석결과 운송거리가 증가할수록 유형 I의 운송비 특히, 타권역 운송비의 평균증가율이 11%로 유형 II의 타권역 운송비의 평균증가율 8.1%보다 큰 것으로 분석되었다.

2) 운송거리가 일정할 때 주문량의 변화에 따른 물류비용

총 운송거리가 〈표 3〉과 같다고 가정할 때 주문량을 2~50kg로 변화시켜 이때의 물류비용의 변화를 각 유형별로 분석해 보았다.

위 분석결과 유형 I의 운송차량은 1톤 이하 화물을 한 차량에 적재할 수 있는데, 위 자료에서는 최대 150kg 이므로 중량에 대한 영향을 받지 않으며, 총 운송거리가 같을 때에는 운송비용의 변화가 없고, 유형 II도 유형 I와 마찬가지로 운송거리의 변화가 없으므로 운송비용에 대한 변화는 없지만, 보관비는 재고량의 증가에 따른 작업량의 증가와 재고관리비의 증가로 소폭 증가함을 볼 수 있다. 유형 III은 취급화물의 규격에 따라 권역 구분에 따라 요금차등제를 적용하므로



〈그림 14〉 운송거리가 일정할 때 주문1건당 주문량에 따른 물류비의 변화

주문량의 증가에 따라 증가하는 것으로 나타났다.

실제 택배회사는 50kg이상의 상품은 잘 취급하지 않으므로 위 분석에서 50kg이상은 제외하였지만, 수량을 증가시켜 고객 1인당 50kg상품을 2개 이상 주문했다고 가정할 경우 유형 III에 대한 물류비 증가는 다음의 〈그림 14〉에서 살펴본 것 보다 2배 이상 클 것으로 기대된다.

위 예제에서는 권역을 2개로 설정하였는데, 실제로는 여러 권역들이 존재하고, 실제 고객은 각 권역에서 랜덤하게 분포하여 인터넷 가상상점을 통해 주문을 하게되고 공급업체는 1일 동안 접수된 주문에 관한 정보를 가상상점을 통해 수집하여 권역별로 그룹핑한 후, 차량운행경로 및 일정계획을 수립하고, 각 권역별 상품운송을 위한 차량을 배정하여 이를 실행하게 된다. 따라서 전자상거래에서 유형 I와 같이 공급업체에서 바로 고객에게 직송하는 화물운송 형태는 운송거리에 따른 제약설정이 필요하다. 즉, 동일권역과 타권역의 운송비용의 차이가 심하므로 동일권역에 한해서만 상품 운송을 하고 타권역은 다른 방법으로 운송함이 바람직하다. 실제로 유형 I와 같은 운송체계는 물류비용의 부담을 고객에게 전가시키는 방법을 사용하고 있다.

이상의 분석에서 각 주문조건에 대한 유형별 물류비용을 분석해 보았다. 하지만, 위 분석 만으로 전자상거래에서의 물류비용분석에 한계가 있다. 그러므로 좀더 현실성 있는 물류비용을 분석하기 위해서 각 유형에 대한 운송방법을 시뮬레이션 하여 비용변화를 분석하였다.

3) 시뮬레이션을 통한 물류비용 분석

마케팅상황은 복잡하고 동태적인 성격을 가지고 있으므로 단순히 수리적 방법으로 표시하기에는 어려움

이 있어 검토의 대상이 되는 상황을 실제상황과 유사한 모델로 만들고 이를 조작함으로써 실물의 움직임과 유사한 것을 실현시켜 실험을 하는 시뮬레이션 기법을 이용하여 물류비용을 비교분석 하였다.

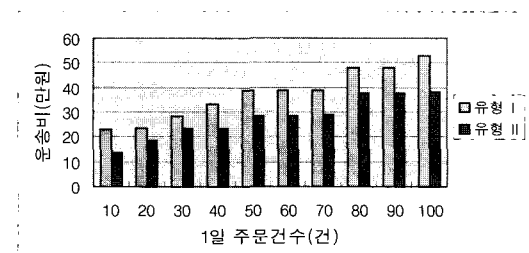
대상권역은 앞 절에서 가정한 네트워크와 같게 2개의 권역으로 나누고, 각 권역의 운송센터의 위치는 각 권역의 정 가운데, 공급업체는 원점에 위치한다고 가정하였다.

본 연구에서는 실제상황을 반영하기 위해 대상권역안의 주문특성에 따른 주문발생위치와 주문량 랜덤발생을 기본으로 하고, 여기서 주문량은 1~30kg안에서 변하는 것으로 제한하였다. 공급업체와 운송센터의 위치는 초기에 고정시키고, 1일 주문건수를 입력 변수로 사용하며, 각 대상권역의 주문특성에 따른 주문발생위치와 주문량, 1일 운송거리와 1일 운송차량대수를 MOE로 산출하였다. 1일 운송거리는 휴리스틱 알고리즘인 최근거리인접점(nearest-neighbour) 알고리즘을 사용하여 구하였으며, 1일 운송차량대수는 화물트럭 한 대당 최대운송거리 제약에 의해서 운송거리에 따라 증감하도록 하였다.

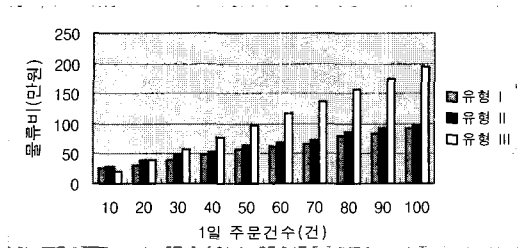
유형 III의 물류비용은 주문건수와 주문건수에 따른 주문량 및 주문위치에 따라 변하므로 본 시뮬레이션에서는 H사의 권역별 중량별 택배요금의 평균값을 적용하였다.

다음의 〈그림 15〉는 유형 I와 유형 II에 대해서 1일 주문건수에 따른 1일 총 운송비를 시뮬레이션 한 결과이다. 각각 주문건수 증가에 따라 운송비가 증가하며 주문건수에 관계없이 유형 I가 유형 II보다 운송비가 많이 소요됨을 볼 수 있다.

하지만 같은 조건하에서 운송비를 포함하고 있는 물류비 측면에서 유형 I, II, III에 대해서 시뮬레이션 한 결과 다음의 〈그림 16〉과 같이 전체적으로 유형 II가 유형 I보다 조금 높은 결과가 산출되었다.



〈그림 15〉 1일 유형별 총 운송비(단위:만원)



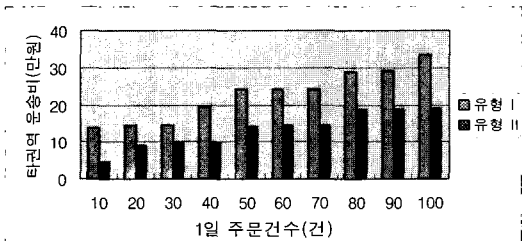
〈그림 16〉 1일 유형별 총 물류비(단위:만원)

그 이유는 공급업체에서 운송센터로의 수송비와 보관비가 포함되었기 때문이다. 또한, 1일 주문건수가 10건이었을 때는 유형 III이 물류비가 가장 적게 소요되었지만, 주문건수가 점점 증가할수록 소비적인 유형 III보다는 생산적인 유형 I와 유형 II가 유리한 것으로 분석되었다.

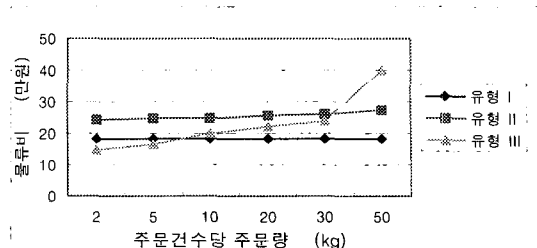
1일 타권역 운송비에 대해서 살펴보면, 다음의 〈그림 17〉과 같이 유형 I가 유형 II보다 큰 폭으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 본 시뮬레이션은 영역은 동일권역과 1개의 타권역만으로 구성하였지만 타권역의 수가 증가할 경우 타권역 운송비의 상승폭은 더욱 증가할 것으로 기대된다.

지금까지는 주문건수당 주문량을 1~30kg으로 랜덤하게 변하는 것으로 분석하였지만, 다음 분석에서는 주문건수가 일정할 때 주문량의 변화에 따른 물류비용의 변화를 분석하기 위해서 주문건수당 주문량을 입력값으로 하여 각 유형의 물류비용을 분석하였다.

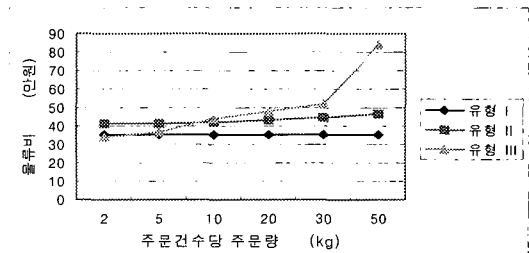
권역당 주문건수가 10건으로 일정할 때 주문건수당 주문량의 변화에 따른 물류비용의 변화를 살펴보면 다음의 〈그림 18〉과 같이 운송거리의 변화가 없으므로 유형 I와 유형 II의 수·운송비용은 일정하고, 유형 II에서 주문량의 변화에 따른 작업비용과 보관비용만 조금씩 증가하였고, 유형 III은 주문량의 변화에 따라 급격하게 물류비용이 증가하는 것을 볼 수 있다.



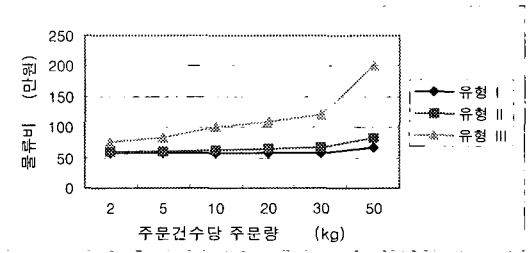
〈그림 17〉 1일 유형별 타권역 운송비(단위:만원)



〈그림 18〉 권역당 주문건수에 따른 물류비용의 변화(1)



〈그림 19〉 권역당 주문건수에 따른 물류비용의 변화(2)



〈그림 20〉 권역당 주문건수에 따른 물류비용의 변화(3)

권역당 주문건수가 30건으로 일정할 때 주문건수당 주문량의 변화에 따른 물류비용은 다음의 〈그림 19〉과 같고, 권역당 주문건수가 50건으로 일정할 때 주문건수당 주문량의 변화에 따른 물류비용은 〈그림 20〉과 같다.

전체적으로 주문건수당 주문량이 증가할수록 유형 I와 II가 효율적이고, 또한 주문건수가 증가할수록 즉, 각 권역당 주문건수가 50건 이상일 때 유형 II가 가장 효율적이고, 주문건수가 적으면서 주문량 또한 적을수록 즉, 각 권역당 주문건수가 10건 이하이면서 각 주문당 주문량이 10kg 미만일 때 유형 III이 가장 효율적임을 볼 수 있다.

3. 물류비 분석을 통한 전자상거래에서의 상품 운송 방안

현재 인터넷 전자상거래 시장은 공급업체가 1개 이상의 가상상점과 링크 되어 각 주문에 대한 상품운

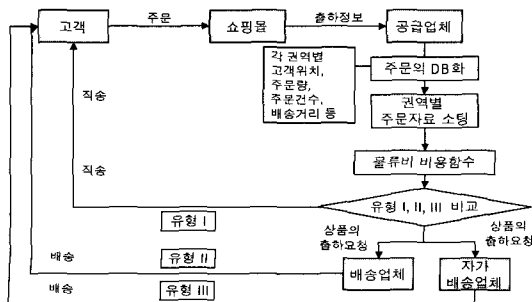
송을 위탁물류업체를 통해서 고객에게 전달하게 된다. 이 때 대부분 공급업체는 각각 특정 물류업체와 연계되어 있어 적재율이 낮고 차량운행경로상 다른 물류업체와의 중복운행으로 비효율적이다.

이러한 비효율적인 운송의 가장 큰 원인은 운송업체간의 상호경쟁으로 공동운송센터운영의 기피 및 자체 정보교환망 형성으로 정보망 구축에 대한 중복투자와 효율적인 정보교류가 이루어지지 않고 있기 때문이다.

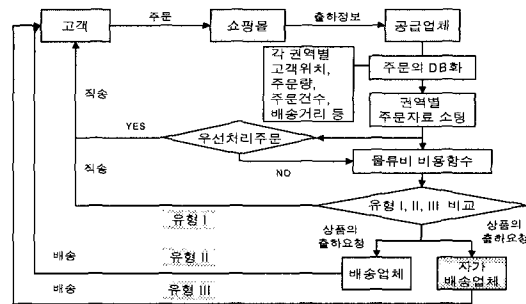
효율적인 운송체계를 구축하기 위해선 관련법제의 개선과 운송업체간 중간물류기지의 합작투자로 인한 공동운송센터의 운영 및 상호 정보교류를 통한 효율적인 운송망 구축 등이 전제되어야 하지만, 현실적으로 어려우며 본 연구범위를 벗어나기 때문에 본 연구에서 제시할 개선방안은 본 연구에서 다른 전자상거래 유형 I, II, III의 통합운영 방안이다.

앞에서 살펴본 운송유형 I, II, III을 모두 갖추고 있는 기업이 있다고 가정할 때, 1일 총 주문자료를 DB화하여 물류비를 최소화하는 운송방법을 선택적으로 택할 수 있을 것이다. 또한, 자사에서 택하고 있는 운송방법이 위 유형중 하나이거나 두 가지 일 경우 위에서 살펴본 3가지 운송유형과 시장조건 및 공급조건을 고려하여 물류비를 비교할 수 있고 좀더 효율적인 운송방안을 제시할 수 있을 것이다. 이러한 차원에서 고객의 주문에 대한 운송방법선택 의사결정과정을 다음의 <그림 21>과 같이 제시해 보았다. 이 과정을 통해 1일 주문특성에 따른 물류비용분석과 가장 효율적인 운송방법을 결정할 수 있다.

하지만, 실제 모든 판매활동은 고객서비스와 병행하여 이루어지기 때문에 신뢰성과 신속성의 측면에서 제품전달 시간이 고려되어 한다. 이에 대한 대안으로 <그림 22>와 같이 운송방법의 의사결정과정 사이에



<그림 21> 주문처리 운송방법의 의사결정과정



<그림 22> 고객우선순위를 고려한 주문처리 운송방법의 의사결정과정

우선처리주문인가를 판단하는 알고리즘을 삽입하여 주문자료 중 신속성을 요구하는 주문을 처리할 수 있다. 즉, 우선 처리가 요구되는 주문에 한해서 유형 I와 함께 직송하는 것으로 주문이 접수됨과 동시에 선별하며 주문 제약시간이내에 배달되도록 한다. 현재 쿼서비스와 같은 형태가 우선처리주문에 해당되지만, 본 연구에서는 시간에 대한 고려를 금일 주문에 대해 익일 운송하는 것으로 가정하였기 때문에 시간에 대한 변수를 고려하지 않았다.

V. 결론

본 연구는 전자상거래에서 기업과 소비자간 전자상거래에서 화물운송방안의 물류운송체계를 물류비측면에서 연구한 것으로, 그 결과를 종합적으로 요약해보면 다음과 같다.

첫째, 정보화시대에 새롭게 등장한 인터넷 전자상거래의 물류특성을 파악하여 상품운송유형을 3가지 형태 즉, 공급업체에서 소비자에게 직송하는 방법(유형 I), 자가물류업체를 통해 각 권역에 운송센터를 두어 운송하는 방법(유형 II), 3자 물류업체에게 운송에 관한 모든 일체를 위임하는 방법(유형 III)으로 분류하여, 각 유형별 1일 물류비용을 산정하기 위해 금일 총 주문에 대한 익일 운송을 가정하였고, 물류비 변수가 1일 주문건수, 운송거리, 운송량, 1일 배정화물차량대수로 구성된 물류비용합수를 도출하였다.

둘째, 새롭게 도출한 물류비용합수를 이용하여 전자상거래에서의 물류비용을 1일 주문발생건수, 운송거리, 운송량, 그리고 1일 배정화물차량대수의 변화에 따른 물류비용의 변화를 분석하였다. 물류비용의 변화 폭은 주문건수와 주문량, 그리고 주문고객위치

에 따른 총 운송거리의 증가 따라서 각각 유형 III과 유형 II, 그리고 유형 I가 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.

셋째, 분석한 내용의 설명력을 높이기 위하여 전자상거래에서의 각 운송유형에 대한 물류비용 산정을 시뮬레이션 하였다. 대상권역 안의 주문에 대한 주문 위치와 주문량(중량)을 랜덤하게 발생시켜, 1일 주문 발생 빈도에 따른 물류비용을 분석한 결과, 주문건수가 권역당 10건 정도로 낮고, 주문당 주문량이 10kg 미만일수록 유형 III이 가장 낮은 물류비용이 소요되었고, 유형 I와 유형 II는 주문건수가 각 권역당 10건 이상으로 많을수록 주문당 주문량이 10kg 이상으로 클수록 효율적이었다. 특히, 유형 I와 유형 II는 운송거리에 비례하여 물류비용이 증가하는데, 유형 I는 타권역 주문건수가 많아질수록 원거리 운송의 증가로 운송거리 증가율이 유형 II보다 높게 나타났고, 근거리 운송의 경우 유형 I는 수송비와 운송센터비용 즉, 작업비와 보관비가 따로 소요되지 않으므로 동일 권역 운송에 적합하였다.

넷째, 본 연구의 결과로 1일 주문발생 빈도와 공급상품의 중량, 그리고 운송거리에 따라 변하는 물류비용을 각 유형별로 추정할 수 있고, 각 유형에 대한 최적안을 선택하여 실행할 수 있는 방안을 제시하였다. 이 과정을 통해 보다 저렴한 운송방법을 결정할 수 있다.

하지만, 본 연구는 공급업체의 물류인프라와 운송서비스 시간에 대한 고려를 하지 않았기 때문에 현실에 적용하기에 한계가 있다. 또한, 운송거리를 구하는데 있어서 최근거리인접점(nearest-neighbour) 알고리즘을 사용하였는데, 좀더 정확한 물류비를 산정하기 위해서는 고객 운송서비스 요구시간과 관련하여 각 주문에 대한 차량배정 및 경로배정과 운행일정을 함께 고려할 수 있는 알고리즘을 개발할 필요가 있다.

참고문헌

- 권혁준, "혼합정수계획모형을 이용한 물류비 절감 방안 연구-서물시 생활권집배송센터 입지선정을 중심으로-", 서울시립대학교 대학원, 1997.
- 김상하, "기업물류비 관리시스템," 대한상공회의소, 1999.
- 김기수·이상우, "인터넷 전자상거래 쇼핑몰 구축에서 운영까지," Brain & Computer, 1999. 5.
- 김현정, "물류효율화를 위한 배송센터 최적수 결정 및 규제에 따른 비용변화 모형 개발," 1998.
- 문선옥, "고객 우선순위를 고려한 차량경로문제의 해법," 석사학위논문, 한양대학교 산업대학원, 1997.
- 유병우, "물류정보 시스템의 이해와 설계," 아주대학교 출판부, 1996. 3
- 추창엽·김웅진, "물적유통론," 형설출판사, 1999. 2.
- 홍성욱·박규영, "대도시 물류의 현황 및 개선체계 구축방안," 교통개발연구원, 1996.
- 로널드 H. 발로우 저, 안태호·강희정·남기찬·신재영·김성태 공역, "신 물류관리," 도서출판 문영각, 1998.
- "EC 환경 下에서의 소비자 행태분석에 관한 연구," 한국전산원, 1998. 6.
- "'98기업물류비 실태조사," 대한상공회의소, 1998.
- "'99년도 전자상거래 정책 추진 방향," 산업자원부, 1999. 2.
- "사이버 쇼핑몰 실태분석," 대한·서울 상공회의소, 1999. 9.
- Bodin, L. and B. Golden, "Classification in Vehicle Routing and Scheduling," Networks, 11, pp.97~108, 1981.
- Christofides, N. and S. Eilon, "Algorithm for the Large Scale Traveling Salesman Problem," Operations Research, Vol. 23, pp.511~518, 1972.
- Crowder, H. and M. Padberg, "Solving Large-Scale Symmetric Traveling Salesman Problem to Optimality," Management Science, Vol. 26, No. 5, pp.495~509, 1980.

✉ 주 작 성 자 : 배명환

✉ 논문투고일 : 2000. 10. 28

논문심사일 : 2000. 12. 26 (1차)

2001. 1. 29 (2차)

심사판정일 : 2001. 1. 29