

전략적 제휴를 위한 택배 네트워크 설계

고창성*, 정기호**, 신재영***

*경성대학교 산업공학과, **경성대학교 e-비즈니스 전공, ***한국 해양대학교
물류시스템공학과

Recently, the demand for the direct shipment of purchased goods by express couriers has increased as the result of an explosive growth in e-tailing, telemarketing and TV home-shopping industries. However, since too many express courier companies have been emerging over the last several years, competitiveness for market share is very severe among them. This study suggest a network design model for strategic alliance in order to overcome the circumstances in hot express courier service market. We propose an integer programming model and a solution procedure based on a fuzzy set theory. To demonstrate practicality and efficiency of the proposed model and solution procedure, a numerical example is derived and tested.

Keywords: express courier service, strategic alliance, network design, integer programming, fuzzy set theory

1. 서론

현재 우리나라에서 전국적인 택배서비스가 가능한 택배사들은 대략 17~18개사에 이른다. 이 중 4~5개의 대형 택배기업들이 전체 시장의 80% 이상을 차지할 정도로 대기업 편중이 심하다. 이들 택배기업들은 메인 허브 터미널과 각 지역별 서브 터미널의 위치를 최적화해 간선차량의 운송비용을 절감하는 한편 적기 배송 및 집하에 초점을 맞추고 수송 물동량 및 매출을 늘리고 있다. 반면에 대다수 군소업체들은 몇몇 상위기업들을 제외하곤 저가출혈경쟁으로 수익성이 악화되고 있으며, 수송물동량 처리를 위한 전국 단위의 터미널 부재 및 차량 확보의 어려움으로 존폐의 위기를 맞이하고 있는 실정이다. 이들 군소기업들 역시 해마다 물량은 증가하고 있으나, 집배송 서비스 개선을 위해 반드시 필요한 전국 단위의 터미널 증설은 막대한 투자비용 때문에 엄두를 내

지 못하고 있는 실정이다. 중소 택배사들의 경우 최근 몇 년간 팔목할 만한 물동량 증가세와 더불어 이를 처리할 수 있는 대단위 허브 터미널과 전국적인 서브 터미널을 구축해야 하지만, 메이저 택배기업처럼 다양한 수익구조를 갖지 못한 상황에서 중소기업의 한계에 따라 수백억 원이 투자되어야 하는 자금조달 능력에 한계가 있다.

한편 이러한 상황에서도 국내의 택배 수송물량은 계속 증대되고 있으며, 아직 택배업에 진출하지 않았던 대기업들이 기존 택배기업의 인수합병을 통해 택배산업 진출이 계속 이어지고 있는 등 국내 택배시장이 점점 포화 상태에 이르고 있다. 이와 같이 택배시장으로 진출하는 기업들의 수가 급증함에 따라 국가 경제적인 관점에서 보면 전국적으로 수많은 영업소 및 터미널들이 과잉 설치되어 있어 대단히 낭비적이며, 또한 연계수송 및 간선수송을 위한 차량 역시 택배기업별로 엄청나게 많이 운영되고 있어서

대단히 비효율적인 실정이다.

따라서 국가전체적인 입장에서 중복 투자에 의한 낭비적 요소를 제거하고, 경영위기를 맞고 있는 중소택배기업들의 수익성 악화를 개선시키기 위해서는 중소택배기업들 간의 전략적 제휴를 통한 수배송 및 터미널의 공동 운영이 절실히 필요하다. 전략적 제휴에 의한 공동 운영은 규모의 경제를 달성하여 비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 영업소와 터미널의 합리적 운영을 통해 수익 증대를 꾀할 수 있어 기업들이 서로 Win-Win 할 수 있는 방안이다. 또한 기존의 택배기업들이 추가 투자 없이도 기존 시설의 합리적 공동 운영으로 고객들에게 보다 부가가치가 높은 차별적인 서비스를 제공하며, 경쟁에서 나은 위치를 선점하기 위해 다각적인 수익모델을 만들고, 이를 기반으로 틈새시장을 노리면서 수익성을 다각화할 수 있어 이미 포화상태를 맞고 있는 국내 택배 시장에서 살아남을 수 있는 전략이라 볼 수 있다.

현실적으로도 택배업체들 사이에서는 수집 및 배달 물량의 분류작업에서의 시스템화나 운송장 공동 이용, 택배 물량 수집 및 배달에 있어서 공동운영, 터미널 확보 전략 등에서 다양한 형태의 공동화 논의가 시작되고 있다. 이를 위해서는 경쟁사이지만 업체 간 심도 있는 논의를 통해 하루 빨리 공동화 방안이 구체적이고 현실적으로 마련되어야 할 것으로 보인다. 본 연구에서는 이러한 차원에서 중소업체들 간의 건설적인 공동화 방안을 마련하기 위해 현실적인 제휴 모형들을 제시하고자 한다. 즉, 택배업체들간의 전략적 제휴를 통해, 집하 및 배송 물량이 많지 않은 지역에 위치한 영업소들을 통합 운영하도록 함으로써 운영비용을 줄이고 효율적 수배송 체계를 마련하고자 한다. 이러한 문제를 풀기 위해 수학적 모형을 제시하고, 수학적 모형에 대한 해법을 개발한다.

택배에 관한 연구는 타 연구 분야에 비교하여 많지 않으나 화물 집하 이슈와 관련해서는 많은 연구가 있었다. Powell (1986)은 미국 LTL 운송회사의 운송 네트워크 설계를 위한 수리적 접근방법을 제시하였으며, Hall (1987)은 운송비용 단축과 재고유지비용의 증대라는 집하의 trade-off 문제에 대한 개념 기초를 마련하였으며, Leung et al. (1990)은 지점 대 지점간의 운송문제를 순환경로로 해결하는 수리적 모형과 해법을 제시하였다. Min (1996)은 세 단계의 순서적 휴리스틱을 통해 화물터미널을 포함한 입지선정-경로계획 (location-routing) 문제를 해결하였다. 또한, Cheung et al. (2001)이 홍콩 DHL의 서비스 네트워크 설계 사례 연구를 발표하였다. 이 연구에서는 서비스 영역과 서비스 신뢰성이라는 두 가지의 서비스 성능척도를 고려하여 네트워크 설계 문제를 다루었다.

국내에서 수행된 연구로는 Kim et al. (2000)의 연구를 들 수 있다. 그들은 택배의 효율적 간선수송을 위해 순환경로, 단일 화물집중센터, 중계지점 활용 등의 세 가지 대안을 제시하고 실제 업체의 자료를 이용하여 대안들을 비교, 평가하였다. Chung and Ko (2002)은 간선운송과 연계운송 비용의 합을 최소로 하는 화물터미널의 개수와 위치가 지정되어 있는 상황에서 전국의 영업소를 각 터미널에 할당하는 연구를 수행한 바 있다. 최근 Ko et al. (2004)은 화물터미널의 용량을 고정시킨 상황에서 각 영업소의 수주마감시간을 결정한 연구를 수행하였는데, 기본적으로 본 연구 수행의 기초 개념을 제공한 연구로 볼 수 있다. Ko and Min (2007)은 이전 연구를 확장시켜 화물터미널 용량 고정 제약을 완화시켜 결정변수로 하여 수주마감시간과 터미널 용량을 동시에 결정할 수 있게 하였다. 최근, Ko and Lee(2007)은 영업소의 화물량과 터미널까지의 운송시간은 당일의 사정에 따라 다양한

값을 갖게 되는 추계적 변수로 볼 수 있기 때문에 이를 해결하기 위해최적화/시뮬레이션 반복기법을 적용하여 수주마감시간과 터미널 용량을 결정하였다.

2. 문제의 정의

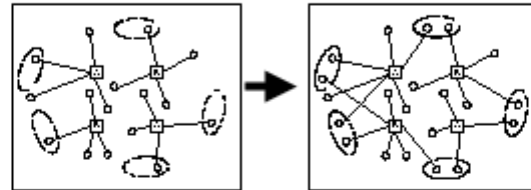
택배기업들의 경쟁력 강화를 위한 전략적 제휴는 다음과 같이 4개의 형태로 분류할 수 있다.

- 영업소 수집/배달 공동 운영
- 화물터미널 공동 운영
- 기존 화물터미널 유지/폐쇄
- 화물터미널 용량 변경 및 폐쇄

이들 중 본 연구 대상이 되고 있는 전략적 제휴는 첫 단계로서 영업소의 수집/배달의 공동 운영 단계로서, 상대적으로 택배 매출액이 저조한 지역의 영업소를 공통적으로 갖고 있는 택배업체들 간에 영업소를 교환하는 가장 약한 전략적 제휴 형태를 말한다. 이에 대한 구체적인 상황은 다음과 같다.

- 대상 기업의 기존 터미널을 각각 그대로 사용한다.
- 각 기업의 영업소가 자기 기업의 터미널에 할당되어 있는 현재 방식을 그대로 유지한다.
- 재할당을 고려하지 않고 기업 간 영업소 통폐합에 의한 수집/배달을 공동 운영한다.
- 타 기업에 통합된 영업소에 대한 배달 물량은 통합한 기업의 영업소에서 배달을 책임진다.
- 기업 간의 영업소 교환은 절충식(Compromised)으로 결정한다.

<그림 1>은 본 연구에서 두 택배업체 간의 전략적 제휴에 대한 적용 전후의 상황을 도식화한 예를 보여주고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 풀기 위해 정수계획 모형으로 정식화하고, Win-Win 전략 달성을 위해 퍼지집합론(fuzzy set theory)에 기초한 해법을 개발한다.



<그림 1> 두 택배업체간 전략적제휴 모형

3. 수학적 모형

본 연구에서 다루고자 하는 문제는 다음과 같다. 현재 A와 B 두 택배기업들이 있고, 이들이 각각 운영 중인 터미널들과 영업소들의 위치가 정해져 있다. 택배수송 물동량에 대한 수요가 비교적 적은 지역이 모두 n 개가 있고, 이 지역에 두 택배기업 모두 영업소들을 각각 하나씩 가지고 있다고 가정한다. 이러한 상황에서 본 연구에서 다루고자 하는 문제는 각 지역 내 영업소들의 일일 발송물량이 정해져 있고 또한 터미널이 하루에 처리할 수 있는 용량이 주어졌을 때, 터미널이 하루에 처리가능한 처리용량 제약을 만족하면서, 두 기업 모두 수익이 각각 극대화되도록 n 개의 지역 내에 있는 두 영업소들을 통폐합하여 하나를 선택하는 방법을 구하는 것이다.

본 연구에서 다루고자 하는 문제의 최적화 모형을 수립하기 위하여 다음과 같은 변수 및 기호들을 정의한다.

N : A, B 두 기업의 합병대상 영업소 쌍들의 집합

T^A : A 기업 터미널들의 집합

T^B : B 기업 터미널들의 집합

N_i^A : A 기업 i 터미널에 할당된 합병대상
영업소들의 집합, $i \in T^A$

N_i^B : B 기업 i 터미널에 할당된 합병대상
영업소들의 집합, $i \in T^B$

Q_i^A : A 기업 i 터미널의 잔여 처리용량

Q_i^B : B 기업 i 터미널의 잔여 처리용량

A_j : A 기업의 합병대상 영업소 j 의 일일
발송 물량, $j \in N$

B_j : B 기업의 합병대상 영업소 j 의 일일
발송 물량, $j \in N$

R^A : A기업 물량 1단위 증감에 따른 매출
증감액

R^B : B기업 물량 1단위 증감에 따른 매출
증감액

C^A : A기업의 물량 단위당 터미널 운영비용

C^B : B기업의 물량 단위당 터미널 운영비용

K_j^A : A기업의 합병대상 영업소 j 의 고정설
비자산액

K_j^B : B기업의 합병대상 영업소 j 의 고정설
비자산액

x_j : A 기업의 합병대상 영업소 j 가 open되
면 1, 그렇지 않으면 0인 이진변수

y_j : B 기업의 합병대상 영업소 j 가 open되
면 1, 그렇지 않으면 0인 이진변수

A, B 두 택배기업들이 영업소 통폐합을
통해 공동 수배송을 실현한다고 할 때 기대
되는 매출 및 비용 증가분, 그리고 영업소
폐쇄에 따라 발생하는 고정설비 회수분은
다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{A 기업 영업소 매출 증가분} \\ &= \sum_j R^A (B_j x_j - A_j y_j) \end{aligned}$$

A 기업 터미널 운영비용 증가분

$$= \sum_j C^A (B_j x_j - A_j y_j)$$

$$\begin{aligned} & \text{A 기업 영업소 폐쇄에 따라 발생하는 고정} \\ & \text{설비 회수분} = \sum_j K_j^A y_j \end{aligned}$$

그러면 각 지역 내에 영업소 통폐합을
통해 A 기업이 달성하고자 하는 목적함수
는 다음과 같이 구해질 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z_A &= \sum_j R^A (B_j x_j - A_j y_j) \\ &\quad - \sum_j C^A (B_j x_j - A_j y_j) + \sum_j K_j^A y_j \end{aligned}$$

마찬가지 방식으로 B기업의 목적함수도
다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z_B &= \sum_j R^B (A_j y_j - B_j x_j) \\ &\quad - \sum_j C^B (A_j y_j - B_j x_j) + \sum_j K_j^B x_j \end{aligned}$$

이러한 상황에서 본 연구에서 다루고자
하는 문제는 다음과 같이 기업별로 서로 상
충되는 두 개의 목적함수식을 갖는 수학적
모형으로 해결할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z_A &= \sum_j (R^A - C^A) (B_j x_j - A_j y_j) \\ &\quad + \sum_j K_j^A y_j \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Max } Z_B &= \sum_j (R^B - C^B) (A_j y_j - B_j x_j) \\ &\quad + \sum_j K_j^B x_j \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{s.t. } x_j + y_j = 1 \quad (3)$$

$$\sum_{j \in N_i^A} (B_j x_j - A_j y_j) \leq Q_i^A, \quad i \in T_A \quad (4)$$

$$\sum_{j \in N_i^B} (A_j y_j - B_j x_j) \leq Q_i^B, \quad i \in T_B \quad (5)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad y_j \in \{0, 1\}, \quad j \in N \quad (6)$$

목적함수식 (1)과 (2)는 영업소 통폐합을
통해 두 기업 A와 B가 각각 얻게 되는 총

수익의 증가분을 나타낸다. 제약조건식 (3)은 같은 권역 내 두 영업소 중 하나만 운영하고 나머지 하나는 폐쇄한다는 조건을 의미하며, 제약식 (4)와 (5)는 영업소 통폐합 후 각 터미널의 잔여 처리용량 범위를 넘어서지 않도록 해야 함을 뜻한다. 끝으로 제약조건식 (6)은 두 기업의 영업소 유지 또는 폐쇄를 나타내는 이진변수를 뜻한다.

수학적 모형에는 전략적 제휴를 맺고자 하는 두 택배기업들 각각에 대해 목적함수식이 대응되므로 목적함수식이 두 개이며 서로 상충(trade-off) 관계에 있다. 즉, 한 기업의 이익을 극대화하기 위해서는 전략적 제휴를 맺는 파트너 기업의 이익을 감소시켜야 하기 때문에, 결과적으로 이들 두 기업의 목표는 서로 상충관계에 있게 된다. 따라서 이들 두 기업이 서로 윈윈할 수 있는 바람직한 절충해(compromise solution)를 구하기 위해 본 연구에서는 퍼지접근법을 사용하도록 한다. 즉, 퍼지접근법에 따라 두 개의 목적함수식은 다음과 같이 나타낼 수 있게 된다.

$$\text{Max Min}\{Z_A, Z_B\}$$

이를 이용하여 두 기업의 목적함수값에 대한 희망수준(aspiration level) α 를 설정하게 되면 다음과 같은 정수계획법 문제가 만들어지고, 이 문제를 풀면 두 기업이 모두 바람직한 절충해를 얻게 된다.

$$\text{Max } \alpha$$

s.t.

$$\sum_j (R^A - C^A)(B_j x_j - A_j y_j) + \sum_j K_j^A y_j \geq \alpha$$

$$\sum_j (R^B - C^B)(A_j y_j - B_j x_j) + \sum_j K_j^B x_j \geq \alpha$$

(3)-(6)

본 연구에서 제시하는 문제를 해결하기 위해 두 개의 택배기업 A와 B를 대상으로 가상 문제를 만들었다. 통폐합 대상 영업소 지역은 모두 10개로 하고, 터미널은 두 기업 모두 각각 2개씩 운영하는 것으로 하였다. 두 기업 A와 B의 각 영업소의 발송물량은 10과 50 사이의 난수 생성에 의해 만들었다. 또한 영업소 폐쇄에 따른 설비투자금 회수액은 순현가액으로 환산하여 1일 기준으로 5만에서 10만 사이의 난수 생성에 의해 만들었다. 다음 표는 택배기업 A와 B의 발송물량, 할당된 터미널, 영업소 폐쇄에 따른 설비투자 회수액을 각각 나타내고 있다.

<표 1> A 기업 데이터

영업소	발송물량	터미널	설비회수액
1	29	A1	91856
2	22	A1	97025
3	46	A1	89613
4	10	A1	99673
5	48	A1	66056
6	35	A1	74138
7	29	A2	67311
8	19	A2	82834
9	20	A2	51819
10	23	A2	88402

<표 2> B 기업 데이터

영업소	발송물량	터미널	설비회수액
1	45	B1	77887
2	17	B1	79184
3	30	B1	67755
4	26	B1	81174
5	19	B2	54085
6	42	B2	52967
7	14	B2	67177
8	23	B2	70029
9	36	B2	97084
10	50	B2	90759

4. 수치 예

또한 물량 1단위 증감에 따른 매출 증감액은 두 기업 모두 동일하게 2,500원, 물량 단위당 터미널 운영비용은 500원으로 동일하게 하였다. 그리고 각 터미널의 잔여용량은 100과 200 사이의 난수생성에 의해 만 들었는데, (표 3)에 나타나 있다.

(표 3) 터미널 잔여용량 데이터

Q_1^A	Q_2^A	Q_1^B	Q_2^B
145	137	112	162

LP Solve 5.5.0.5 를 이용하여 문제를 풀 어본 결과, 다음과 같은 최적해를 얻었다.

(표 4) 영업소 통폐합 최적해

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_j	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
y_j	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0

그리고 두 택배기업 A와 B의 목적함수 값은 각각 $Z_A = 407868$, $Z_B = 408862$ 로 얻 어졌다. 영업소 통폐합에 따라 B 기업의 2, 3, 9, 10 지역 영업소의 폐쇄로 이들 영업소 물량 133개가 A 기업 영업소로 넘어왔으며, 마찬가지로 A 기업의 1, 4, 5, 6, 7, 8 지역 영업소의 폐쇄로 이들 영업소 물량 170개가 B 기업 영업소로 넘어왔다.

한편 다른 모든 데이터는 그대로 두고, A, B 두 기업의 일일 발송 물량 데이터를 (50, 100) 의 난수 생성에 의해 다음과 같이 만들어 두 번째 문제를 풀어보았다.

(표 5) (50, 100) 일일 발송 물량 데이터

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	69	53	54	55	92	99	69	93	61	75
B	89	74	81	52	50	78	70	77	83	52

최적해를 구해본 결과 다음과 같이 영업 소 통폐합을 하는 것이 두 기업 모두 바람

직한 수익을 얻는 것으로 나타났다.

(표 6) 두 번째 문제의 최적해

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_j	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
y_j	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1

그리고 두 택배기업 A와 B의 목적함수 값은 각각 $Z_A = 390173$, $Z_B = 402167$ 로 얻 어졌다. 영업소 통폐합에 따라 B 기업의 3, 4, 6, 7, 9 지역 영업소가 폐쇄되었고 이 들 영업소 물량 364개가 A 기업 영업소로 넘어왔으며, 마찬가지로 A 기업의 1, 2, 5, 8, 10 지역 영업소가 폐쇄되고, 이들 영업소 물량 382개가 B 기업 해당 영업소별로 이 동되었다.

5. 결론

택배시장 규모가 급속도로 신장됨에 따 라 국내외 택배업체의 경쟁이 날로 치열해 지고 있다. 이에, 본 연구에서에서는 국내 택배업체가 선진 해외업체를 포함한 타 경 쟁업체들과의 치열한 생존경쟁에서 살아남 기 위한 전략의 일환으로 업체 간 제휴에 의한 물류공동화 전략을 도입함으로써 택배 업체들의 물류비 절감, 효율적인 배송 등 택 배산업의 경쟁력 제고를 달성할 수 있도록 택배업체의 전략적 제휴에 대한 수학적 모 형을 제시했고 퍼지집합론에 기초한 해법도 개발하였다. 추후, 국내 택배업체의 실제 자 료를 기반으로 한 사례연구를 수행할 계획 이며, 아울러 화물터미널 공동 운영, 기존 화물터미널 유지/폐쇄 및 화물터미널 용량 변경 및 폐쇄 등과 같은 보다 강한 전략적 제휴 문제에 대해서도 접근할 것이다.

참고문헌

- Chung K. H. and Ko, C. S. (2002), "Allocation problem in door to door delivery service network," *Proceeding of 2002 KIE/KORMS Spring Joint Conference*.
- Cheung W., Leung L. C. and Wong Y. M. (2001), "Strategic service network design for DHL Hong Kong" *Interfaces*, Vol.31, No.4, pp.1-14.
- Hall, R.W. (1987), "Consolidation strategy: inventory, vehicles and terminals," *Journal of Business Logistics*, Vol.8, No.2, pp.57-73.
- Kim, W.J., Lim, S.M. and Park, S.D. (2000), "Truck scheduling for linehaul operations with small amount of shipment," *Interfaces*, Vol.13, No.3, pp.471-478.
- Ko, C.S. and Min, H. (2006), "Determination of cut-off time for express courier services: a genetic algorithm approach," *International Transactions in Operational Research*, Vol.14, No.2, pp.159-177.
- Ko, C.S., Moon, D.H., Ko, H.J. and Lee, H.J. (2003), "Determination of cut-off time for express service centers according to operational characteristics of consolidation terminal," *IE Interfaces*, Vol.16, Special Edition, pp.99-104.
- Ko, C.S. and Lee, H.J. (2007), "A recursive optimization/simulation procedure for express courier service network design: determination of terminal capacity and cut-off time," *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers*, Vol.33, No.2, pp.282-289.
- Leung, L., Magnanti, T., and Singhal, V. (1990), "Routing in point-to-point delivery systems: formulations and solution heuristics," *Transportation Science*, Vol.24, No.4, pp.245-260.
- Min, H. (1996), "Consolidation terminal location-allocation and consolidated routing problems," *Journal of Business Logistics*, Vol.17, No.2, pp.235-263.
- Powell, W. (1986), "A Local improvement heuristic for the design of less-than-truckload motor carrier networks," *Transportation Science*, Vol.20, No.4, pp.246-257.