

육상화물운송시장에서 기회비용을 고려한 협상방법론 연구

김현수* · 조재형**

〈 목 차 〉

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| I. 서론 | III. 역경매 모델을 이용한 온라인 중개시스템 |
| II. 육상화물운송 중개시장에 대한 현황분석 | 3.1 중개시스템에서의 할당문제 |
| 2.1 육상화물운송 중개시장의 문제점 | 3.2 운임비 분석 |
| 2.2 온라인 육상화물운송 중개시스템의 문제점 | 3.3 중개업체의 협상방법론 설계 |
| | IV. 실험 |
| | V. 결론 |
| | 참고문헌 |
| | <Abstract> |

I. 서론

국내 화물 물동량의 70%를 차지하고 있는 육상운송은 2003년과 2009년 화물연대 파업으로 물류대란이 발생되었다. 전체 화물자동차 중 화물연대 소속이 20% 정도임에도 불구하고 막대한 경제적 손실이 발생한 것은 육상운송 시장의 구조적 문제점이 심각함을 알 수 있다. 화물자동차 등록제 시행기간인 1997년부터 2002년까지 영업용 화물자동차 대수는 96% 증가하였지만, 물동량은 16%증가에 그쳐 수급불균형의 현상이 심화되었다(김현수, 2010). 그러나 물동량에 비해 증가한 화물자동차의 공급초과에도 불구하고

하고, 파업으로 인한 물류대란을 효과적으로 해결하지는 못하였다.

육상운송의 보다 근본적인 문제점으로 지적되는 것이 화물운송업체들의 영세성과 지입제도로 인한 다단계 중개제도이다. 지난 2010년 7월 대한상공회의소의 국내 물류 서비스 시장 실태조사에 따르면 물류시장의 다단계 위탁구조가 32.3%로 조사되었고, 2008년 한국교통연구원의 조사에 의하면 중개 거래 단계 수는 평균 2.2단계로 조사되었다. 이때 화주와 최종 수취인은 중개단계에서 제외되므로 화주로부터 운송의뢰를 받은 후 최소 2개 이상의 운송업체 및 주선업체를 거치고 있는 셈이다. 화물자동차 운수사업법에 따르면 동종업체간 중개 또는 대리

* 동아대학교 경영정보학과, 교수, 제1저자, E-mail: hskim@dau.ac.kr

** 부산외국어대학교 특성화교육원, 조교수, 교신저자, E-mail: chojh@bufs.ac.kr

는 금지되어있고, 주선업의 경우 2단계를 초과 하면 위법임에도 불구하고, 육상운송에 참여하는 화주-운송업체-주선업체-개별차주의 복잡한 이해관계로 인해 쉽게 해결되지 못하고 있다.

본 연구에서는 이러한 다단계 중개구조를 해결하기 위한 방안으로 온라인 중개시장의 역경매 모델을 제안하고자 한다. 본 모델은 시장참여 자간의 정보공유를 통한 협상시스템으로 시장의 자율성을 최대한 보장하면서 국내 육상물류비를 감소시킬 수 있다. 또한 육상운송의 참여자인 화주, 운송업체 및 주선업체 그리고 개별차주의 개별적 이익과 시장 전체의 이득을 함께 고려할 수 있는 모델을 제안하였다.

II. 육상화물운송 중개시장에 대한 현황분석

2.1 육상화물운송 중개시장의 문제점

본 연구에서는 육상화물운송시장의 문제점으로 다단계 중개구조만을 집중적으로 조명할 것이다. 판매자와 구매자를 연계해 주는 중개구조 시스템은 e-마켓플레이스에서도 볼 수 있듯이 이미 일반화된 상거래 유형으로 그 효율성과 효과성은 이미 검증되었다고 볼 수 있다. 이주량(2006)의 연구에 따르면 구매자들은 오픈마켓과 같은 e-마켓플레이스를 통해 상당한 비용과 시간을 절감할 수 있고, 거래위험에 있어서도 부족하지 않음을 지적하였다.

일반적으로 온라인 시장의 3가지 기능으로 첫째, 검색기능을 통해 원하는 상품과 가격을 쉽게 찾을 수 있는 구매자-판매자 연계기능

(matching of buyers and sellers), 둘째, 가격홍정, 판매자 평가시스템(reputation feedback system) 등 거래 활성화를 위한 유용성 기능(facilitation of transactions), 마지막으로 시장개설자의 지불보증수단(escrow service)과 같은 거래안전장치를 위한 제반적 기반(institutional infrastructure)이 그것이다(박준철, 2007). 그러나 지금까지 육상화물운송 중개시장에서는 화주와 차주의 연계기능에만 초점이 맞추어진 채, 거래활성화와 거래안전장치가 충분히 제공되지 못하고 있다. 이러한 문제점은 임재경·윤정원의 연구에 따르면, 화물자동차운송업은 네트워크 기반 산업의 특성을 가지고 있지만 네트워크 상에서 활동하는 생산자와 소비자 사이의 정보 비대칭성과 같은 시장실패 요인을 가지고 있음을 지적하였다(임재경, 2005; 김철민, 2005). 이러한 네트워크상의 정보 비대칭성에 대한 우려는 Simatupang 등(2002)도 네트워크 구성원의 국지적 관점(local perspective)과 기회주의적 행위(opportunistic behavior)로 인해 최종 소비자에게 적절한 제품과 서비스가 제공되지 못하게 되며, 이는 전체 네트워크 구성원에 부정적인 영향을 준다고 보았다. 구체적인 원인으로 정보 비대칭성(asymmetric information) 이외에도 부적절한 성과측정(inadequate performance), 진부한 정책(outdated policy), 인센티브 불공정성(misalignment)을 들었다. 특히 정보 비대칭성으로 인해 네트워크상에서 부분 최적 의사결정과 기회주의적 행위가 발생한다. 부분 최적 의사결정(sub-optimal decision)은 네트워크 구성원 간의 다양한 상충적인(trade-off) 이해관계를 해결하기 위한 가시적(visibility)인 정보를 서로가 가지고 있지 않을 때 발생한다. 또한 기회주의적

<표 1> 주체별 육상화물운송 중개서비스의 이득과 손실

	이득	손실
화주	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 운송의 정시성, 화물추척서비스 등 운송업체의 신뢰성 및 노하우 확보 ▪ 장기운송계약 유리 ▪ 중개업체를 통한 탐색비용의 절감과 효율성 증가 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 운송비의 증가(복귀차량의 공차률이 포함된 운송비까지 지불) ▪ 표준운임률(tariff rate) 책정의 어려움
운송업체 및 중개업체	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중개 수수료의 증가 ▪ 시설, 장비, 인력확보와 같은 규모의 경제 달성 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중개서비스를 위한 초기투자 필요
개별 차주	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 안정적인 운송물량 확보 ▪ 초기투자비의 감소 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 지입료, 주선료 지출로 인한 실제 운임비 이득의 감소 ▪ 2개 이상의 운송업체 및 중개업체에 등록

행위는 구성원에게 중요한 정보를 숨기는 불리한 선정(adverse selection)과 상대방에 대한 노력의 감소와 같은 도덕적 해이(moral hazard)가 네트워크 관계에서 나타난다. 이러한 행위로 인해 네트워크 구성원은 미리 결정된 고객서비스 수준을 충족하기 위한 필요한 정보를 가질 수 없으며, 결국 네트워크 성과는 최적화되지 못한다(김용진, 2003; 류성렬, 2009).

그러므로 화물자동차운송업의 다단계 중개 구조는 정보의 비대칭성이 발생하지 않도록 정보의 가시성과 투명성을 보장하면서도 적절하고 공정한 인센티브가 부여되어야 할 것이다. 우선 육상화물운송에서 중개서비스를 통한 각 참여주체별 주요 이득과 손실을 <표 1>에서 정리하였다.

육상화물운송 중개서비스는 <표 1>에서 볼 수 있듯이 손실적 측면보다는 이득적 측면이 많다고 볼 수 있다. 현재 화물자동차운송주선업은 13,381개의 사업자가 등록하였는데(일반화물 7,566개, 이사화물 5,815개), 이중 주선을 경유하는 비중은 70% 이상이다(김용진, 2005). 그러나 일반화물자동차의 약 90%가 지입차량으로

추정되고 보험가입률도 저조한 상태로 파악된다. 또한 장기물량의 경우 차주들은 화주로부터 나온 운임의 약 82% 정도를 지급받고 있다. 또한 단기물량의 경우에 주선료는 매 주선 시마다 운송료의 5~10% 정도가 공제되고 평균 2~4단계의 주선을 거침으로써 지입차주들은 60~70% 수준의 운임을 지급받고 있다. 또한 다단계 중개 구조로 인해 개별차주들의 이익이 5년간 약 80%의 수준으로 감소하였지만, 육상운송시장의 중개시장은 다단계 구조로 고착화되어있는 상황이며, 이는 곧 정보의 비대칭성으로 인한 전체 물류시스템의 비효율성을 초래하고 있다.

2.2 온라인 육상화물운송 중개시스템의 문제점

화물알선 개념의 육상운송물류 e-마켓플레이스는 귀로화물이 없다는 문제점을 해결하고 기존 오프라인 운송시스템에서 발생하는 낭비를 줄이기 위한 사업이다. 이에 따라 온라인 중개서비스는 화주, 차주, 운송업자 등 다양한 물류시장의 주체가 모여 정보를 공유함으로써 화물 운

송의 가시성을 제고하고 투명성 확보, 공차를 감소, 운송시스템의 효율화를 통해 중개비용의 감소를 유도하고자 하였다(김철민, 2005). 또한 다단계의 문제를 해결할 수 있는 직거래 유도 방안으로서 온라인 중개서비스 시장의 필요성이 대두되었다.

그러나 화주와 개별차주를 직접 연결해주는 직거래 방식은 현재의 육상화물운송시장에서 현실성이 없는 것으로 보인다. 한국교통연구원(2006)의 자료에 의하면 차주는 주선업체로부터 65.6%의 물량을 확보하고 있다(신동선, 2006). 이러한 가장 큰 원인은 화주의 입장에서는 지입차주와의 직거래를 꺼려하고 주선업체를 선호하는데 있다. 이는 변동이 심한 차량수요에 대하여 화주가 직접 차주와 개별계약하고 관리하는 것은 고비용·저효율적 구조이기 때문이다. 현재 운영되고 있는 온라인 중개서비스의 사용률이 극히 저조한 가장 큰 원인도 화주로부터의 물량확보가 미비하기 때문이다. 화주는 단순한 가격이나 기능적 측면(위치추적서비스 등) 이외에도 여러 노하우가 축적된 기존의 중개회사를 더 선호하는 것으로 조사되었다(김용진, 2003).

실제 국내 온라인 육상화물 중개사업으로 KT-logis가 2003년부터 첨단화물운송정보 서비스인 CVO(Commercial Vehicle Operation)를 시행하고 있으며, SK 내트릭은 정유 사업에서 탱크로리 및 화물차량 운전자 정보를 실시간 제공하고 있다. 이외에도 약 6천개의 업체가 등록된 주선연합회가 운영하는 주선넷 등이 있다. 그러나 조사결과에 따르면 온라인 중개서비스에 대한 인지도는 평균 70% 이상이나 화주, 차주, 운송업체(중개업체) 모두 온라인 중개서비스의

이용률은 10% 미만에 그치고 있다(정승주, 2010).

Ⅲ. 역경매 모델을 이용한 온라인 중개시스템

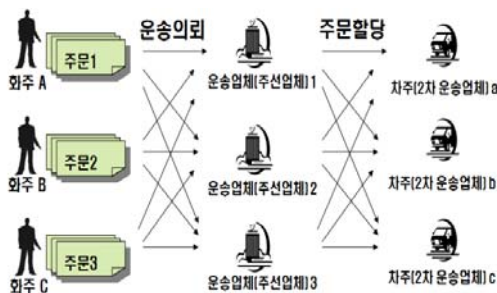
3.1 중개시스템에서의 할당문제

본 연구에서 다루게 되는 문제는 화주의 차량 선정문제이다. 화주가 1차 운송업체를 선정하는 방법으로 경매와 역경매가 널리 활용되고 있다. 역경매는 화주가 화물출발일, 도착일, 도착지 그리고 물량과 같은 기본 정보를 제공하면 여러 운송업체(중개업체 포함)가 경쟁 입찰하는 방식으로 보편적으로 이용되고 있다. 더 세부적인 역경매 방식으로 화주가 희망운송금액을 입력하면, 최소비용을 제시하는 운송업체가 선정되는 Name-your-own-price 모델이 활용되기도 한다. 또한 경매방식은 화물운송 서비스를 하나의 상품으로 보고 이를 등록하여 여러 화주들을 대상으로 입찰하게 된다.

이러한 차량선정문제는 지금까지 육상물류의 경우 차량경로문제(Vehicle routing problem)를 중심으로 활발히 진행되어 왔다(Baita, 2000). 차량경로문제는 크게 차량 스케줄링과 차량할당문제로 요약할 수 있다(Kim, 1999). 특히 차량할당문제에서는 다수의 화물을 어떤 차량에 어떻게 분배할 것인지를 결정하기 위한 할당문제로서, 이를 위해 필요한 차량의 수 및 운송시간, 운송비용의 최소화를 달성하기 위한 목적함수가 제시되었다(Vukadinovic, 1999). 차량할당문제의 수리적 모형은 주로 배송영역할당

기법과 차량경로설정기법으로 분류되어 제시되었다(박영태, 2002). 그러나 차량할당문제의 경우, 대부분의 기존 연구에서는 기업내부의 자원을 어떻게 활용할 것인지에 집중되어 왔고 업체 간 협력을 통한 문제접근은 미비한 상태이다(Jeong, 2003). 기업내부의 의사결정이 아닌 기업 간 협력을 통해 할당문제를 해결하는 것은 기존의 수리적 모형만으로는 다양한 동적환경을 고려하는 데 한계가 있다(Karacapilidis, 2001; Sandholm, 2002; 김현수, 2004).

본 연구에서는 중개시장에서의 할당문제에 에이전트를 통한 협상방법론으로 해결하고자 하였다. 에이전트는 육상운송에 참여하는 모든 주체자가 될 수 있다. <그림 1>과 같이 화주, 1차 운송업체(또는 주선업체), 2차 운송업체(또는 개별차주)를 에이전트로 볼 수 있다. 이때 운수사업자 중 운송을 직접 하는 사업자는 10% 이하이고 대부분 지입료만 받는 것으로 파악되므로 대부분의 운송업체가 중개업체임을 알 수 있다. 그러므로 앞으로는 1차 운송업체 또는 주선업체를 모두 중개업체로 통일하고 2차 운송업체 또는 개별차주를 차주로 표현하였다.



<그림 1> 역경매 모델에서의 육상화물 중개 업무 흐름도

<그림 1>은 역경매 모델에서의 육상화물 중

개업무의 흐름을 보여주고 있다. 화주는 중개업체에게 화물운송을 의뢰하고, 이에 따라 중개업체는 입찰가격을 제시한다. 가장 저렴한 입찰가격을 제시한 중개업체에게 주문이 할당된다. 할당된 주문은 중개업체가 다시 차주에게 재입찰을 통해 배분된다.

일반적으로 하나의 운송물량은 하나의 차주에게 할당된다. 중개업체의 경우에는 여러 화주로부터 동시에 많은 물량을 확보하여도 다수의 차주에게 재입찰을 할 수 있지만, 차주의 경우에는 일반적으로 차량의 선적량이 제한되어 있으므로 하나의 물량만을 처리한다. 그러므로 중개업체는 화주의 물량을 어느 차주에게 할당할 것이며, 이러한 할당은 전체 물류비를 최소화할 수 있는 파레토 최적해가 되어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 중개업체간의 협상방법론을 이용한 역경매 모델을 제안한다. 이렇게 협상방법론 기반의 중개모델은 육상육송시장의 자율경쟁을 유도할 수 있다는 장점이 있다. 이를 위해 중개업체는 등록된 다수의 차주를 대상으로 동시 입찰이 가능하고, 복귀차량의 경우에도 역경매 입찰에 참가가 가능하도록 개방하고자 한다. 이를 통해 차량의 공차률을 최소화시킬 수 있는 가능성은 높아지게 된다. 이러한 다수의 가치상승을 Kurumatani(2002)는 “Mass User Support”로 정의하고 정보기술의 조정을 통해 사회적 자원의 가치를 상승시킬 수 있을 제안하였다. 현재 현업에서는 이러한 문제가 발생할 경우 의사결정지원시스템이 전무한 상황이므로 업무가 비효율적이고 화주나 차주에게 손실이 전가되는 경우가 발생되고 있다.

3.2 운임비 분석

육상운송은 수요와 공급의 원리에 의해 결정되는 것이지만 국내 업체의 영세성과 다단계 중개를 방지하기 위해 표준운임을 산정하여 보급하고 있다. 표준운임비는 고정비와 변동비로 구분되는데 한국교통연구원(2010)의 자료에 의하면 표준운임비라 하더라도 직영차량과 위수탁차량으로 구분되며, 화물의 종류에 따라서도 구분될 수 있다(정승주, 2010). 예를 들어 컨테이너의 경우 왕복요금으로 산정하는데, 그 이유는 컨테이너 소유가 선박회사이므로 각 항에서 출발한 컨테이너가 화주까지 운송된 이후 다시 항만으로 돌아와야 하기 때문이다. 철강화물의 경우 편도요금을 적용하고 있다. 본 연구에서는 컨테이너와 같은 수출입 화물에 중점을 두었다.

이러한 표준운임비를 기반으로 운임비의 수익구조를 도출하기 위해 우선 포워드 및 개별차주와의 인터뷰를 진행하였으며, 차주 관점에서 <표 2>와 같은 운임비의 구성 비율을 조사하였다.

<표 2> 차주관점에서의 운임비 구성 비율

지입료	2.90%
주선료	8.40%
유류비	50.80%
통행료	7.80%
주차비	1.50%
숙박비	0.30%
타이어비	4.50%
수리비	6.10%
보험료	3.50%
차량 할부금	6.70%
제세 공과금	2.20%
기타 지출액	5.30%

※음영: 본 연구에서 채택된 운임비 지표

이를 토대로 최종적으로 본 연구에서 산정한 운임비 수익구조는 다음과 같다.

$$\text{수익} = \text{총수입(운임비)} - \text{총비용(유류비+주선료+통행료+지입료+주차비+숙박비)}$$

이러한 운임비 수익구조에서 현실성을 최대한 반영하여 다음과 같은 사항을 고려하였다. 첫째, 운임비는 순방향, 역방향, 왕복운행에 따라 달라진다. 역방향의 경우 숙박을 하지 않는 경우가 많아 숙박비가 일반적으로 제외되며, 왕복운행비는 역방향보다 최소 90% 정도 수준으로 책정되고 있다. 역방향과 순방향 운행의 경우에는 컨테이너 운송과 같이 공차운행에 대한 손실까지 포함되어 있기 때문이다. 이에 따라 공차률을 줄일 수 있다면 화주에게 운송비의 절감과 전체 물류비의 감소로 이어질 수 있다. 둘째, 추가 중개수수료를 부과하였다. 왕복차량의 경우, 귀로 시 물량을 확보하지만 해당지역의 중개업체에게 이에 대한 별도의 중개 수수료가 부과되어야 한다. 이는 중개업체의 경우 지역별로 영업구역이 정해져 있기 때문이다. 셋째, 운송지연에 대한 페널티가 부과되어야 한다. 정시성은 화주에게 가장 중요한 운송서비스 요인이다. 운송지연에 대한 책임은 중개업체에게 있으나, 개별차주들이 운송의 정시성을 고려한 상태에서 입찰에 응해야 한다. 그러므로 운송지연에 대한 페널티는 개별차주에게 부과되고 이는 화주에게 보상되도록 하였다.

이러한 운임비 수익구조에 대한 타당성은 2010년 2분기 한국교통원의 조사결과를 통해 확인하였다. <표 3>의 자료는 수도권과 부산 간 컨테이너 20FT 운송일 때의 실제 운임비 자료

<표 3> 2010년 2분기 컨테이너 20FT 운송일 때의 운임비(단위: 원)

	차주 운임비	중개업체 운임비	중개업체와 차주 운임비의 차액 (주선료)
순방향	398,275	459,660	61,385
역방향	385,714	473,416	87,702
왕복운행	717,241	735,012	17,771

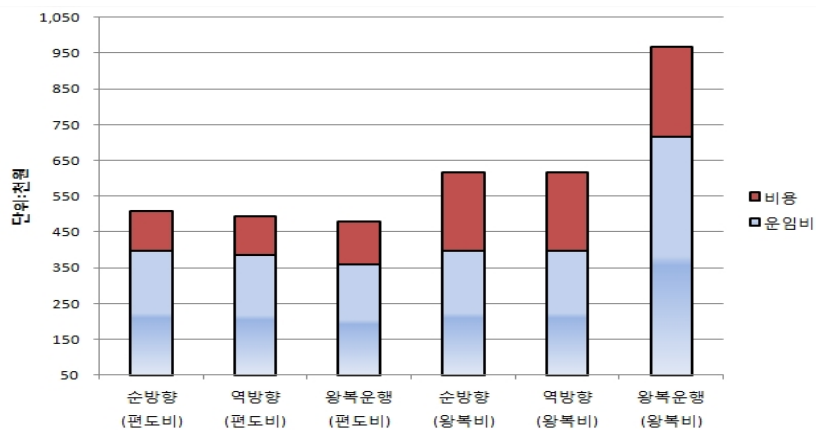
이다.

위 운임비를 살펴보면 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 역방향의 운임비를 살펴보면 순방향에 비해 중개업체의 운임비가 차주보다 높다. 이는 중개업체의 주선료가 더 높기 때문인데, 지역별로 운영되는 중개업체로 인해 재주선이 이루어지기 때문이다. 또한 역방향의 경우에는 차주가 도착시간에 맞추어 출발하는 경우가 많아 숙박료 및 주차비가 절감되는 현상도 있다. 왕복운행의 경우, 순방향 및 역방향에 비해 주선료가 가장 낮았으며, 이는 차주의 이득이 높아짐을 뜻한다.

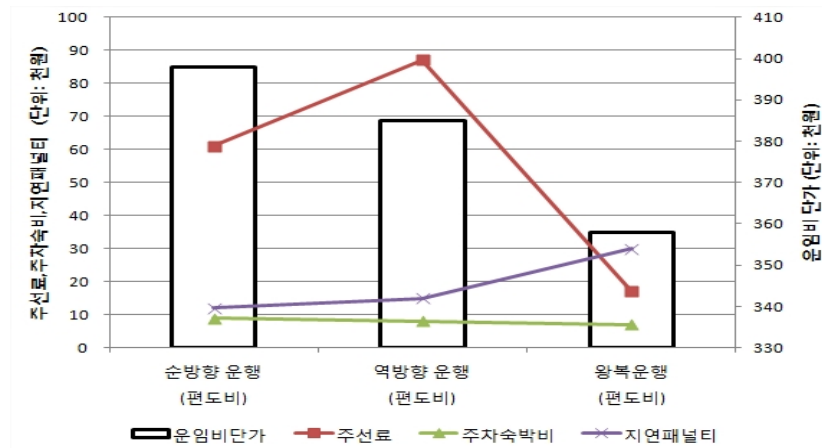
이러한 실제 운임구조를 <그림 2>를 통해 좀더 구체적으로 분석해 보았다. 왕복운행을 편도 운임비로 계산해 보면, 순방향과 역방향의 이득이 조금 더 많음을 알 수 있다. 그러나 순방향과

역방향 운행은 귀로 시의 공차운행에 대한 비용이 소요된다. 실제 차주의 1일 평균 공차운행거리는 약 68.6km이며, 3톤 이상 화물차들은 91.5km 이상을 공차운행하고 있는 것으로 조사되었다(신동선, 2006). 그러므로 실제 순방향과 역방향의 운행은 왕복운행의 경우보다 비용이 상승되며, 이는 곧 차주의 이득이 감소됨을 나타낸다.

<그림 3>에서는 본 연구에서 채택한 운임비 중 총비용만을 고려하여 실제 운임비를 적용해 보았다. 비용 구성 중 주선료, 주차비·숙박비, 운송지연에 대한 페널티를 운송비 단가와 비교하였다. 본 분석에서 지입료, 유류비, 통행료는 제외하였는데, 이는 순방향, 역방향, 왕복운행에서 동일하게 소요되는 고정비 성격이기 때문이다. <그림 3>을 살펴보면, 왕복운행의 경우 편도



<그림 2> 차주의 관점에서 순방향, 역방향, 왕복운행에서의 이득



<그림 3> 차주관점에서의 운임비 단가와 주선료, 주차비, 숙박비, 운송지연 페널티 간 비교

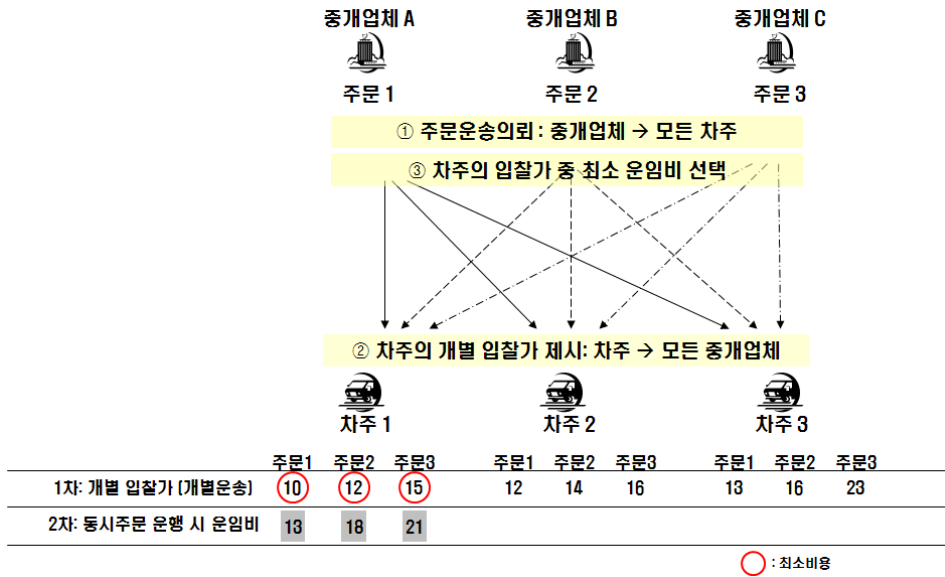
요금으로 계산해 보았을 때 운송비 단가는 가장 저렴하나, 운송지연에 대한 페널티를 받을 가능성이 가장 높았다. 단, 주선료의 경우에는 가장 저렴하였고, 주차비와 숙박비에 대한 지출비용은 크게 차이가 나지 않았다. 본 분석을 통해 육상화물운송에서 왕복운행의 중요성을 다시 한 번 확인할 수 있다. 왕복운행이 증가될 경우, 운송업체의 주체별 이득은 다음과 같다. 중개업체는 주선료 단가가 낮아지나, 주선에 대한 거래가 증가되어 매출 증가에 도움을 줄 수 있다. 화주의 경우에는 운송비 단가가 낮아져 운임비 부담이 경감된다. 그러나 가장 큰 문제점은 운송지연에 대한 가능성이 높아지는 것이다. 이를 해소하기 위해 운송지연에 대한 합리적인 페널티 부과제도가 정착될 필요가 있다. 또한 운송지연 페널티를 차주에게 부과함으로써 차주의 정시운행을 유도할 수 있다. 마지막으로 차주의 경우에는 운임비 단가가 낮아지나 공차운행에 대한 비용이 제거되어 결국 이득이 향상되는 효과를 얻을 수 있다.

왕복운행을 증가시키기 위해서는 화주의 화

물정보와 차주의 차량정보를 모두 소유하고 있는 중개업체의 역할이 가장 중요하다. 이는 중개업체간의 협력적 관계가 형성되어야 함을 뜻한다. 그러나 중개업체간에는 경쟁관계에 있으므로 화주의 화물 정보를 서로 공유하는 것은 현실적으로 쉽지 않다. 그러나 중개업체가 전국적으로 분포되어 있는 차주의 입찰정보를 공유한다면, 왕복운행의 가능성은 높아질 수 있다. 가시성과 투명성, 인센티브의 공정성을 통해 정보의 비대칭성을 제거하고 육상화물운송 네트워크의 효율성을 높일 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 중개업체간의 협상방법론을 제안하였다.

3.3 중개업체의 협상방법론 설계

육상화물운송시장에서 중개업체를 통해 화주와 차주가 연계되고 있다는 사실은 중개시장의 역할이 중요하며 물류시스템에도 반영되어야 함을 뜻한다. 그러나 지금까지의 중개시스템은 화주와 차주의 직접 연계만을 고려하였기 때문에 시스템의 활용률이 극히 저조하였다. 중개



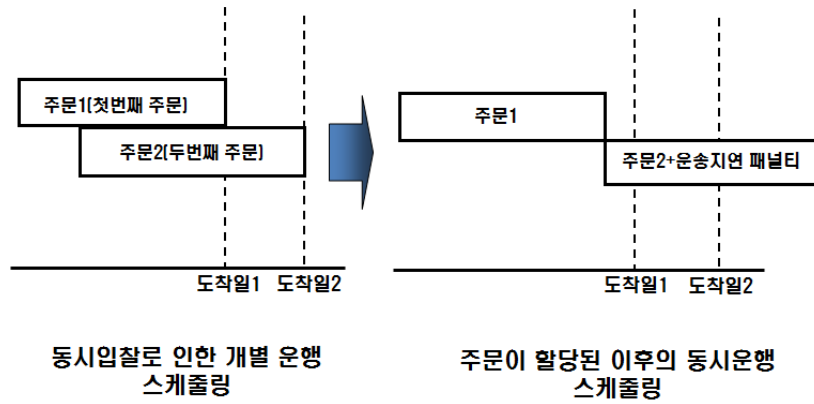
<그림 4> 중개업체와 차주간 역경매 모델

시스템을 통해 화주의 주문이 차주에게 할당된다면 화주는 중개업체의 노하우를 이용하면서도 운송의 효율성을 보장받을 수 있다. 지금까지의 중개업체는 차주로부터 지입료와 주선료를 받은 차주에게만 주문이 할당되었다. 그러나 운송업체 간 정보공유를 통해 전국에 분포되어 있는 차주의 네트워크를 활용할 수 있다면 왕복운행도 자연스럽게 증가된다. 다시 말해 중개업체 간 정보공유를 통해 다른 중개업체와 연계되어 있는 차주를 활용할 수 있다는 것이다. 이것이 지금까지 원활히 진행되지 못한 가장 큰 이유 중 하나는 중개업체간 영업기밀이라는 이유로 정보공유를 꺼려하였기 때문이다. 이것은 투명하고 신뢰할 수 있는 정보공유시스템의 부재와 이득과 보상을 위한 합리적인 페널티 부과 및 인센티브 시스템이 제공되지 못한 탓이다.

그러므로 육상화물운송 중개시장의 핵심문제를 본 연구에서는 에이전트를 이용한 협상방

법론으로 해결하고자 하였다. 이를 통해 육상운송 참여자들의 개별적 이득뿐 아니라 전체 시장의 이득을 함께 고려할 수 있다. <그림 4>에서는 중개업체가 화주로부터 주문을 입찰 받은 후 차주에게 재운송 의뢰에 대한 입찰과정을 보여주고 있다. 본 연구에서는 화주와 차주간의 직거래가 아닌 중개업체와 차주간의 협상에 집중함으로써 현 운송시장의 현실성을 고려하였고, 최저가 중심의 역경매 모델을 유지하였다.

<그림 4>에서 살펴볼 수 있는 것처럼 다수의 중개업체는 온라인 중개시스템을 통해 다수의 차주에게 운송의뢰를 하게 된다. 이에 따라 차주는 주문별 운송운임에 대한 입찰가를 중개업체에게 제시한다. 차주의 입장에서는 어떤 주문을 입찰 받을지 알 수 없으므로 자신이 운송가능한 모든 입찰에 참여하게 된다. 제시된 입찰가 중 최저운임비가 중개업체에 의해 결정된다. 자율경쟁이 보장된 온라인 중개시스템에서는 <그림

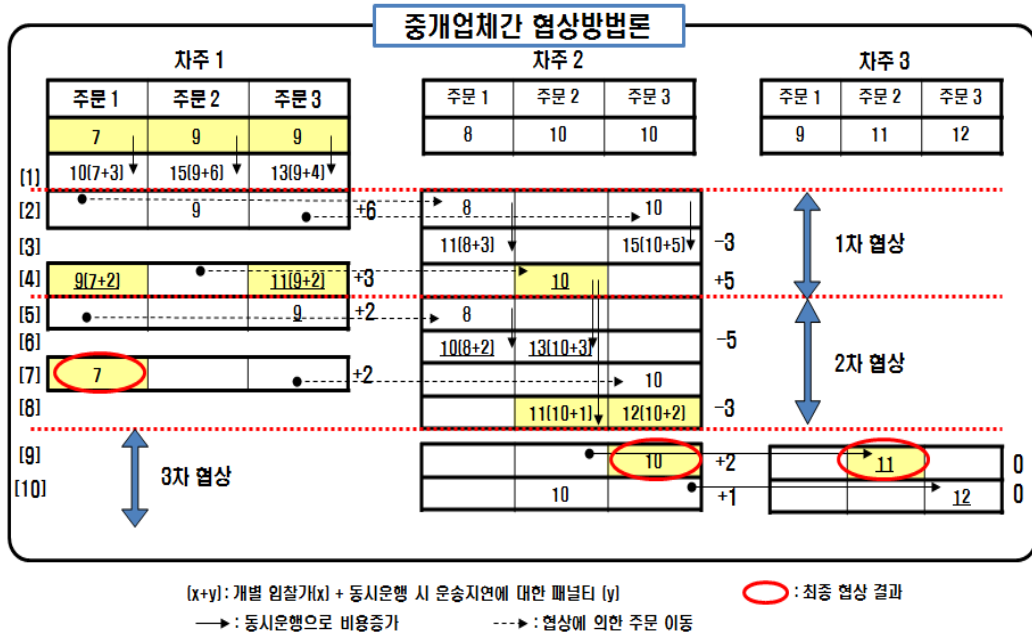


<그림 5> 동시운행이 발생할 경우의 운임비 변화

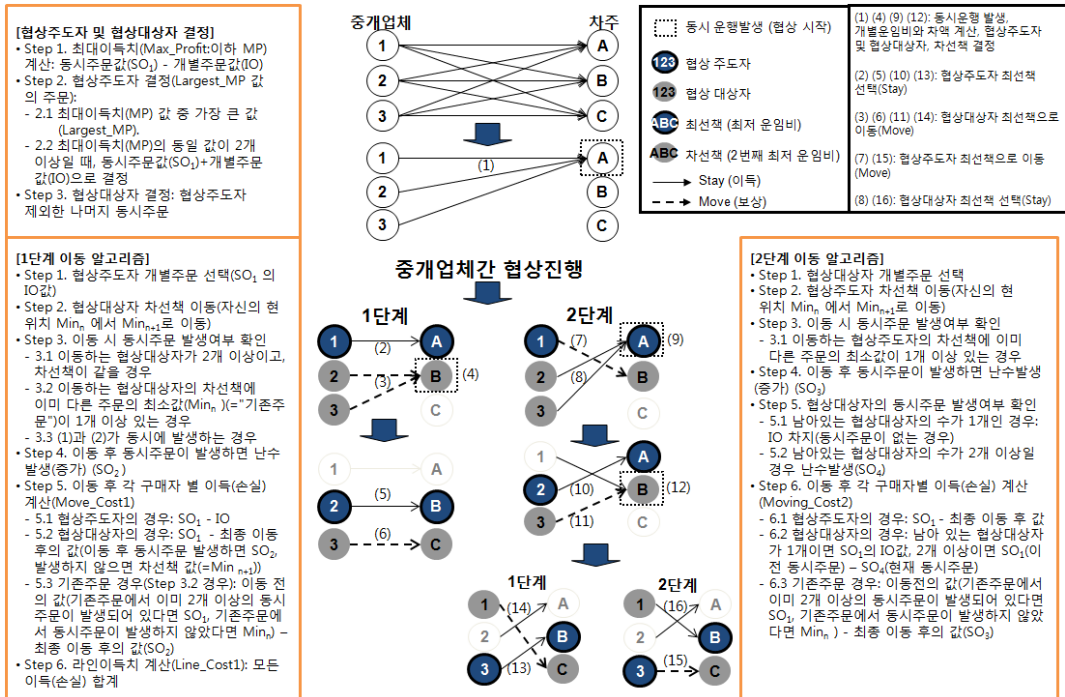
4>와 같이 차주 1이 모든 주문에 최저 입찰가를 제시할 수 있다. 그러나 문제는 모든 주문을 비슷한 시기에 동시 운행할 경우, 모든 주문물량을 운행할 수 없거나 운행을 하더라도 운송시간의 지연이 발생할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 운송지연으로 인한 패널티 부과를 실제 운임비에 포함하였다. 그러므로 <그림 4>와 같이 개별 입찰가의 가격보다 동시주문 운행 시에 운임비는 증가하게 된다. 그러나 증가된 운임비는 중개업체가 차주에게 실제 주문을 할당한 상황이 아니므로 지불해야 할 운임비가 아닌 운행 스케줄링 비용으로 간주한다. <그림 5>는 이러한 운임비의 변화를 표현한 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 중개업체간 협상이 필요하다.

본 협상방법론의 이해를 돕기 위해 간단한 시나리오를 <그림 6>에서 보여주고 있다. 온라인 중개시스템에서는 각 주문에 대한 차주의 입찰가를 대시보드(Dashboard)와 같은 형식으로 보여준다. 현재 3개의 주문과 3명의 차주가 있으며, 차주 1이 모든 주문에 최소 입찰가를 제시한 상태이다. 이 경우 차주 1이 동시운행으로 인해 운임비가 증가될 것이며, 이는 <그림 6>의 [1]번

라인과 같다. 이에 중개업체간 협상이 시작되는데, 동시운행으로 인해 운임비가 가장 크게 증가한 주문 2의 중개업체가 협상주도자가 되며 주문 1과 3의 각 중개업체는 협상대상자가 된다. 협상은 크게 2단계로 구성된다. 우선 1단계에서 협상주도자(주문 2)는 최선책을 차지하기 위해 협상대상자들에게 차선책으로 이동해 줄 것을 의뢰한다. 주문 1의 차선책은 차주 2이며, 주문 3도 역시 같다. 이동 후 다시 차주 2에서 동시운행이 이루어지므로([2]번 라인) 운임비가 증가된다([3]번 라인). 이때 협상주도자가 최선책(차주 1의 주문 2)을 차지했을 때, 이득은 +6이 된다. 왜냐하면 동시운행으로 인해 주문 2의 운임비가 15로 증가되었으나 다시 개별 운행으로 인해 운임비가 9로 감소되기 때문이다. 그러나 협상대상자가 차선책으로 이동하면서 주문 1은 -1의 손실(10에서 11로 증가), 주문 3은 -2의 손실(13에서 15로 증가)이 발생된다. 손실이 발생할 경우, 협상주도자는 협상대상자에게 이를 보상해 주어야 한다. 협상주도자의 이득 6으로 협상대상자들의 손실 3을 보상해주면 협상주도자의 이득은 3으로 감소된다. 다음으로 2단계에서는



<그림 6> 중개업체간 협상방법론의 시나리오



<그림 7> 중개업체간 협상방법론에 대한 핵심 알고리즘 구성도와 의사코드

협상주도자가 차선택(차주 2의 주문 2)으로 이동하며, 협상대상자는 자동으로 최선택에 머물게 되는데, 이때 동시운행 비용은 이전보다 감소된다(4번 라인). 왜냐하면 3건의 동시운행에서 2건으로 줄어들기 때문이다. 협상주도자가 차선택으로 이동했을 때 +5의 이득(15에서 10으로 감소)이 발생하며, 협상대상자는 최선택에 있게 되어 +3의 이득(주문 1은 10에서 9로 감소, 주문 3은 13에서 11로 감소)이 발생한다. 2단계에서의 최종이득은 +8이 된다. 결국 1단계와 2단계에서의 협상결과를 비교하여 이득이 높은 쪽에서 주문할당이 결정된다. 본 시나리오 경우 2단계의 이득이 1단계보다 +5만큼 많으므로 2단계에서 주문이 할당된다. 그러나 1차 협상이 종료된 2단계 과정에서도 동시운행이 발생하므로 협상은 2차로 이어진다. 협상은 동시운행이 발생되지 않을 때와 에이전트가 더 이상 이동할 차선택이 없을 때 종료된다. 본 시나리오에서는 총

3차 협상까지 진행되었으며 3차 협상결과, 최종 주문은 차주 1이 주문 1, 차주 2는 주문 3, 마지막으로 차주 3은 주문 2에게 할당되었다.

<그림 7>은 중개업체간 협상방법론 알고리즘을 보여주고 있다. 본 알고리즘은 프로그래밍 언어인 C++로 구현되었다.

IV. 실험

협상방법론에 대한 실험은 3가지의 시나리오를 바탕으로 진행하였다. 시나리오의 구성은 <표 5>와 같이 구성하였는데, 주문 4개를 차주 3명이 운행할 때의 운임비를 표시하였다. 본 시나리오에서 협상방법론을 통해 도출된 할당결과가 파레토 최적해인지를 평가하기 위해 정수계획법의 결과와 비교하였다. 본 연구에서 수립된 정수계획법은 아래와 같다.

$$\min \sum_{p \in M} \sum_{j \in N} c_p^j x_p^j + \sum_{j \in N} \sum_{e \in E} o_e^j z_e^j \quad (C0)$$

$$\sum_{p \in M} x_p^j = 1 \text{ for } j \in N \quad (C1)$$

$$z_e^j \leq x_p^j, \quad z_e^j \leq x_q^j \quad \text{for } e = (p, q) \in E \quad (C2)$$

$$z_e^j \geq x_p^j + x_q^j - 1 \quad \text{for } e = (p, q) \in E \quad (C3)$$

$$x_p^j \in \{0, 1\} \text{ for } p \in M, j \in N \quad (C4)$$

$$z_e^j \in \{0, 1\} \text{ for } j \in N, e = (p, q) \in E \quad (C5)$$

- 주문의 집합 : $M = \{1, 2, \dots, m\}$
- 차주의 집합 : $N = \{1, 2, \dots, n\}$
- c_p^j : 주문 $p \in M$ 을 차주 $j \in N$ 가 운행 할 때의 최소 비용
- E : 주문 $p \in M, q \in M (p \neq q)$ 의 운행 일정이 겹치는 주문들의 집합
- o_e^j : $(p, q) \in E$ 가 동시에 차주 $j \in N$ 을 통해 운행될 때 추가되는 비용 (페널티)

- x_p^j : 주문 $p \in M$ 을 차주 $j \in N$ 가 처리하면 1, 아니면 0
- z_e^j : 주문 $p \in M$, $q \in M (p \neq q)$ 가 동시에 차주 $j \in N$ 을 통해 운행되면 1, 아니면 0

본 수리적 모형은 주문 p 가 차주 j 에게 할당되었을 때의 운임비와 주문의 도착일이 겹쳐 동시에 주문 E 가 발생되었을 때 추가되는 운송지연에 대한 페널티의 합을 최소화하기 위한 식이다. 제약조건인 (C1)에서 주문 $p \in N$ 는 반드시 한 명의 차주에게는 할당되어야 함을 나타내고 있으며, 제약조건 (C2)와 (C3)은 주문 $p \in M$, $q \in M (p \neq q)$ 일 때가 동일한 차주 $j \in N$ 을 통해 공급되면 $x_p^j=1$, $x_q^j=1$, $z_e^j=1$ 이 되어야 함으로써 제약조건 (C2)와 (C3)이 서로의 보완역할을 할 수 있도록 정의하였다.

<표 4>는 5가지 시나리오에 대한 차주의 최초 입찰가를 입력한 값이다. 각 시나리오에 따라 주문별 최소 운임비가 음영으로 표시되어 있다. 모든 시나리오에서 3개의 차주에게 일정한 시간동안 4개의 운송주문이 각각 의뢰되었다. 이때 시나리오 1의 경우, 모든 차주의 최초 입찰가 중 주문 1과 2는 차주 3이 가장 저렴하고, 주문

3은 차주 2, 마지막으로 주문 4는 차주 1이 최소 운임비를 제시하였다(음영부분). 다른 시나리오에서도 동일한 상황이며, 이때 모든 시나리오는 반드시 1번 이상의 동시운행이 발생되도록 하였다. 이러한 동시운행으로 인해 운송지연에 대한 페널티가 발생된다. 페널티가 부여된 운임비의 변화를 <표 5>에서 살펴볼 수 있다. 예를 들어 시나리오 1에서는 차주 3에게 주문 1과 2가 동시운행이므로 <표 5>에서 비용이 각각 17과 22로 상승되었다. 본 페널티 발생비용은 프로그램에 의해 주어진 범위 내에서 난수가 발생되도록 하였다. 난수의 발생범위는 운임비의 25% 이내이며, 동시주문이 많을수록 페널티가 증가되도록 하였다.

<표 6>은 협상 알고리즘을 통해 도출된 재할당 결과이다. 협상결과를 통해 <표 5>에서 발생된 운임비의 증가 및 감소를 알아보기 위해 협상 후 이득을 함께 표기하였다. 시나리오 1의 경우, 차주 1과 2는 협상 후 이득이 증가되지 않았지

<표 4> 시나리오: 차주의 개별운행에 대한 운임 스케줄링 비용

운임비		차주1				차주2				차주3			
		주문1	주문2	주문3	주문4	주문1	주문2	주문3	주문4	주문1	주문2	주문3	주문4
시나리오1	최초 입찰가	14	15	13	<u>11</u>	16	21	<u>12</u>	14	<u>13</u>	<u>14</u>	15	15
시나리오2	최초 입찰가	19	24	30	<u>19</u>	<u>18</u>	27	<u>22</u>	23	21	<u>23</u>	24	26
시나리오3	최초 입찰가	<u>16</u>	<u>19</u>	<u>19</u>	22	18	21	22	<u>19</u>	17	20	21	23
시나리오4	최초 입찰가	<u>17</u>	<u>18</u>	22	21	19	20	<u>20</u>	<u>20</u>	20	20	21	23
시나리오5	최초 입찰가	20	21	22	<u>22</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	25	26	24	25	<u>21</u>	24

■: 주문별 최소 운임비 (단위: 만원)

<표 5> 차주의 동시운행 시 발생하는 운임 스케줄링 비용(페널티 포함)

운임비		차주1				차주2				차주3			
		주문1	주문2	주문3	주문4	주문1	주문2	주문3	주문4	주문1	주문2	주문3	주문4
시나리오1	동시운행 운임비	·	·	·	11	·	·	12	·	17	22	·	·
시나리오2	동시운행 운임비	·	·	·	19	22	·	27	·	·	23	·	·
시나리오3	동시운행 운임비	24	28	29	·	·	·	·	19	·	·	·	·
시나리오4	동시운행 운임비	25	26	·	·	·	·	24	27	·	·	·	·
시나리오5	동시운행 운임비	·	·	·	22	25	27	·	·	·	·	21	·

만, 차주 3의 협상 후 이득이 +4가 되었으며 전체 시장의 이득이 증대된다. 시나리오 2의 경우에는 협상 후 이득이 모든 차주에서 발생하지 않았다. 이는 최초로 할당된 주문이 파레토 최적해의 결과임을 알 수 있다. 또한 시나리오 3에서는 차주 1이 +10, 차주 3이 +8의 협상 후 이득이 발생하였으며, 차주 2의 경우에는 -3의 손실이

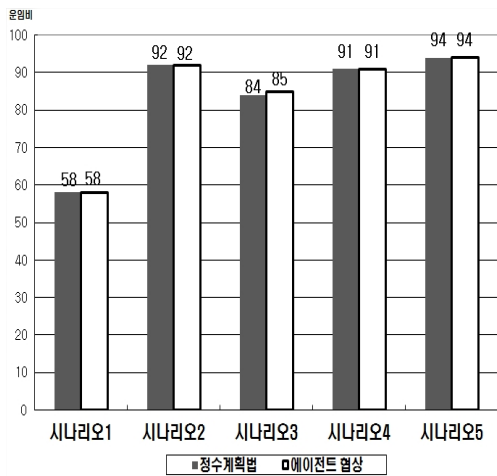
발생되었지만, 차주 1과 3으로부터 손실분을 보상받으며, 전체 시장에서는 +15의 이득이 발생되었다. 시나리오 4는 +11의 전체 이득이 증가하고, 마지막으로 시나리오 5도 +1의 이득이 발생하였다. 이와 같이 전체 시나리오에서 재할당된 주문에서 손실이 발생되기도 하였지만, 다른 주문에서 이득이 발생하여 손실을 보상하고도

<표 6> 증개업체 협상 후 재할당 결과 및 운임비

협상 후 최종 운임비		차주1				차주2				차주3			
		주문1	주문2	주문3	주문4	주문1	주문2	주문3	주문4	주문1	주문2	주문3	주문4
시나리오1	협상 후 최종 운임비	·	19	·	14	·	·	12	·	13	·	·	·
	협상 후 이득	·	+3	·	-3	·	·	0	·	+4	·	·	·
시나리오2	협상 후 최종 운임비	·	·	·	19	22	·	27	·	·	23	·	·
	협상 후 이득	·	·	·	0	0	·	0	·	·	0	·	·
시나리오3	협상 후 최종 운임비	·	·	19	·	22	·	·	24	·	20	·	·
	협상 후 이득	·	·	+10	·	+2	·	·	-5	·	+8	·	·
시나리오4	협상 후 최종 운임비	25			26			20			20		
	협상 후 이득	0			+1			+4			+6		
시나리오5	협상 후 최종 운임비	20					20					26	28
	협상 후 이득	+5					+7					-5	-6

전체 할당결과에서는 이득이 발생하였음을 알 수 있다.

<그림 8>에서는 5개의 시나리오에 대한 정수 계획법과 에이전트 협상의 최적해 결과를 살펴 볼 수 있다. 5가지의 최적해 결과는 거의 동일하게 도출되었으며, 시나리오 3을 제외하고 모든 시나리오에서는 에이전트 협상과 정수계획법이 동일한 결과 값을 도출하였다. 시나리오 3에서는 에이전트 협상이 정수계획법에 비해 +1이 오차범위로 도출되었다. 이를 통해 최적해 평가에서는 에이전트 협상이 최적해 또는 최소의 오차를 가진 우수해를 도출할 수 있음을 증명할 수 있었다. 또한 정수계획법과는 달리 에이전트 협상은 협상과정에서 발생하는 이득과 손실을 실시간으로 계산할 수 있으므로, 이에 따라 구성원의 전략적 협력관계를 이룰 수 있다.



<그림 8> 정수계획법과 최적해 비교

V. 결론

본 연구에서 제안한 협상방법론은 육상화물

운송시장에서 중개의 효율성을 높일 수 있을 것으로 기대한다. 지금까지의 온라인 육상화물중개시스템은 크게 2가지 요인으로 성장하지 못하였다. 첫째, 기존 중개시장의 장점이 크에도 불구하고, 화주와 차주간의 직거래 유도에 중점을 두으로써 시장에서 외면을 당하였다. 둘째, 역경매 모델을 통해 연계기능을 제공하였지만, 경매시스템이 가지고 있는 최저입찰가를 통한 승자의 저주현상이 발생하였다. 특히 차주의 경우 육상화물운송시장에서 가장 약자의 입장에도 불구하고 최저입찰가만을 유도함으로써 차주의 경제적 측면을 외면하였다. 그러나 온라인 중개시스템에 본 협상방법론이 도입될 경우, 중개시장의 투명성과 가시성을 보장할 수 있고, 육상운송 참여자의 개별이득뿐 아니라 전체 물류시장의 이득을 증가시킬 수 있을 것으로 기대한다. 특히 합리적인 페널티 부과와 인센티브 제공은 공정한 경쟁시장을 유도함으로써 더 많은 화주와 차주의 유입이 가능할 것이다. 또한 중개업체가 지입제도를 통해 별도의 차주를 확보하지 않더라도 본 시스템을 활용하여 차주의 실시간 입찰이 가능하다면 귀로 차량에게도 운행의 기회가 많아질 것이며, 이는 자연스러운 왕복운행의 증가로 이어질 것이다. 이는 공차율의 감소로 인해 운임비가 감소되는 효과를 가져오며, 저렴한 운임비는 더 많은 화주들이 본 중개시스템을 활용하게 된다. 이를 통해 육상화물운송시장의 규모를 확대할 수 있을 것이다.

향후 연구에서는 타 지역 간 중개거래에서 발생하는 추가 주선료를 고려할 예정이며, 운송지연에 대한 페널티를 더 세밀한 시장조사를 통해 반영할 필요가 있다. 현재 육상운송시장에서는 표준화된 페널티가 존재하지 않고 있다. 또한 왕

복운행 증가를 위한 정책적 방향을 함께 고려하여 시스템에 반영할 예정이다.

참고문헌

- 김용진, “기업 간 정보시스템 활용과 협력적 의사소통이 공급사슬성과에 미치는 영향 연구,” 연세대학교 박사학위논문, 2003.
- 김용진, 안승범, 정웅, “화물차량 온라인 중개서비스 활성화에 관한 연구,” 로지스틱스 연구, 제13권, 제1호, 2005, pp.1-31.
- 김철민, 정석찬, “육상화물운송사업의 e-마켓플레이스 도입실태,” e-비즈니스연구, 제6권, 제2호, 2005, pp.233-249.
- 김현수, 조재형, 최형림, 홍순구, “공급사슬구성에서 협력적 에이전트를 위한 시맨틱 웹 설계,” 정보시스템연구, 제13권, 제2호, 2004, pp.135-153.
- 김현수, 최형림, 홍순구, 정재운, 이진욱, “화물자동차 운송시장의 메커니즘과 문제해결을 위한 선결과제 분석에 관한 연구,” 한국 시스템다이내믹스 연구, 제11권, 제1호, 2010, pp.5-25.
- 류성렬, 서우종, 구철모, “기업 간 의사결정 협력과 업무 성과에 관한 연구,” 정보시스템연구, 제18권, 제3호, 2009, pp.89-110.
- 박준철, “e-marketplace 이용기업의 신뢰가 몰입, 장기거래지향성, 협력에 미치는 영향,” 정보시스템연구, 제16권, 제2호, 2007, pp.123-144.
- 박영태, 강승우, “효율적인 수배송관리를 위한 물류 정보시스템개발에 관한 연구,” 유통정보학회지, 제5권, 제2호, 2002, pp.35-53.
- 한국교통연구원 “화물자동차 공차율 저감 및 적재율 증진방안,” 정책연구, 2006.
- 이주량, “오픈마켓에 대한 구매자 만족과 선호의 영향요인 이해: 오픈마켓과 종합인터넷쇼핑몰의 비교연구,” 경영정보연구, 제16권, 제4호, 2006, pp.49-70.
- 이재학, 송영태, “국내 화물자동차운송업의 경쟁우위 결정우위에 관한 실증적 연구,” 물류학회지, 제15권, 제1호, 2005, pp.165-190.
- 임재경, 윤정원, “화물자동차운송사업제도의 현황과 개선방향,” 교통정책연구, 제12권, 제2호, 2005, pp.119-137.
- 정승주, 이태형, 주인식, “표준운임제 시범사업 실시를 위한 표준운임 재산정 연구,” 한국교통연구원 최종보고서, 2010.
- Baita, F., Pesenti, R., Ukovich, W., and Favaretto, D., "A Comparison of Different Solution Approaches to the Vehicle Scheduling Problem in a Practical Case," *Computers and Operations Research*, Vol.27, No.13, 2000, pp.1249-1269.
- Jeong, K. C., "Multi-Criteria Decision making based Logistics Brokerage Agents," *IE Interfaces*, Vol.16, No.4, 2003, pp.473-484.
- Karacapilidis, N., and Moratis, P., "Building an Agent-Mediated Electronic Commerce System with Decision Analysis Features," *Decision Support Systems*, Vol.32, No.1, 2001, pp.53-69.

Kim, J. U., and Kim, Y. K., "A Decomposition Approach to a Multi-period Vehicle Scheduling Problems," *Omega*, Vol.27, No.4, 1999, pp.421-430.

Kurumatani, K., "User Intention Market for Multi-agent Navigation," *AAAI 2002 Workshop on Multiagent Modeling and Simulation of Economic Systems*, 2002, pp.1-4.

Sandholm, T., "Algorithm for Optimal Winner Determination in Combination Auctions," *Artificial Intelligence*, Vol.135, Issue 1-2, 2002, pp.1-54.

Simatupang, T. M., and Sridharan, R., "The Collaborative Supply Chain," *The International Journal of Logistics Management*, Vol.13, No.1, 2002, pp.15-30.

Vukadinovic, K., Teodorovic, D., and Pavkovic, G., "An Application of Neurofuzzy Modeling: The Vehicle Assignment Problem," *European Journal of Operations Research*, Vol.114, No.3, 1999, pp.474-488.

김현수(Kim, Hyun-Soo)



현재 동아대학교 경영정보학부 교수로 재직중이다. 서울대학교 경영학과에서 경영학 학사를, 한국과학기술원 경영과학과에서 경영정보학석사 및 박사학위를 취득하였다. 텍사스 오스틴 대학교 연구교수, 카네기 멜론 대학교 연구교수를 지냈다. 주요 관심사는 에이전트 시스템, 물류정보, 공급사슬 최적화이다. *Decision Support Systems*, *Computers & Industrial Engineering*, *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, *Fuzzy Sets and Systems* 등에 주요 논문이 게재되었으며, *Marquis Who's Who in the world* (2010)에 선정되었다.

조재형(Cho, Jae-Hyung)



현재 부산외국어대학교 특성화교육원 조교수로 재직 중이다. 동아대학교 경영정보학과에서 박사를 취득하고, 현재 에이전트 협상을 이용한 최적화 문제를 연구하고 있다. *Decision Support Systems*, *Applied Intelligence* 등에 주요 논문이 게재되었으며, *International Society of Applied Intelligence(IAE/EIA-2007)*에서 우수논문상을 수상하였다. 관심분야로는 에이전트 협상 외에 공급사슬 최적화 및 지능형 항만물류시스템 등이다.

<Abstract>

A Negotiation Method Based on Opportunity Cost in the Trucking Cargo Transportation Market

Kim, Hyun-Soo · Cho, Jae-Hyung

As a way to allocate lots of orders to many participants for vehicle allocation problem, this study has used an agent negotiation based reverse auction model. This agent negotiation provides coordination functions allowing all participants to make a profit, and accomplishing Pareto optimum solution from the viewpoint of a whole trucking cargo transportation network. In order to build a strategic cooperation relationship based on information sharing, this agent negotiation provides a coordination mechanism in which all the participants including consignors, brokerage firms, and car owners are able to attain their own profits, and also that ensure a competitive market. This study has tried to prove that the result of an agent-based negotiation is the Pareto optimal solution under the present market environment. We established a mathematical formulation for a comparison with the Integer Programming model, and analysing e-Marketplace, structure of shipping expenses and brokerage system in the trucking cargo transportation industry.

Keywords: Trucking Cargo Transportation, Brokerage Market, Agent Negotiation, Reverse Auction

* 이 논문은 2012년 5월 3일 접수되어 2012년 6월 21일 게재 확정되었습니다.