

전자상거래 환경에서의 최적주문집합 선정을 위한 에이전트에 관한 연구<sup>1</sup>

An Agent for Selecting Optimal Order Set in EC Marketplace

최형림\* · 김현수\* · 박영재\*\* · 허남인\*\*\*  
H. R. Choi · H. S. Kim · Y. J. Park · N. I. Heo

Abstract

The sales activity of most of small manufacturing companies is based on orders of buyers. The process of promotion, receipt and selection of orders of the manufacturers is closely coupled with the load status of the production lines. The decision on whether to accept an order or not, or the selection of optimal order set among excessive orders is entirely dependent on the schedule of production lines. However, in the real world, since the production scheduling activity is mainly performed by human experts, most of small manufacturers are suffer from being unable to meet due dates, lack of rapid decision on the acceptance of new order. To cope with this problem, this paper deals with the development of an agent for selecting an optimal order set automatically. The main engine of selection agent is based on the typical job-shop scheduling model since our target domain is the injection molding company. To solve the problem, we have formulated it as IP (Integer Program) model, and it has been successfully implemented by ILOG and selection agent. And we have suggested an architecture of an agent for tackling web based order selection problems.

1. 서론

전자상거래는 구매자와 판매자 모두에게 많은 이점을 제공할 수 있어 최근 이에 관한 연구들이 많이 진행되고 있다. 특히 중소기업체의 경우, 전자상거래라는 경영환경의 변화는 새로운 기회로 다가오고 있어, 상대적으로 기술력이 취약한 중소기업체의 전자상거래를 지원하기 위한 요소 기술들의 개발 필요성이 점차 부각되고 있다. 이와 같은 경영환경의 변화 속에서 중소기업체도 생산과 관련된 계획과 통제가 보다 더 신속하고 정확하게 이루어져야 한다. 즉 구매자가 요구하는 제품의 생산과 납기일을

---

1 이 논문은 1999학년도 동아대학교 학술연구조성비(국외연구 파견)에 의하여 연구되었음.

\* 동아대학교 경영정보과학부

\*\* 동아대학교 대학원 경영정보학과

\*\*\* 동아대학교 종합정보센터

맞추어 줄 수 있는지의 여부를 실시간으로 응답할 수 있어야 하며 또한 접수된 주문들이 생산능력을 초과할 경우, 접수된 주문들 중 이익을 극대화할 수 있는 최적주문집합을 선별하여 생산여부를 결정해야 한다. 따라서 본 연구에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해 전문가를 대신할 수 있는 중소 금형제조업체의 일정계획 및 최적주문선택을 위한 선정 에이전트의 구조와 방법론을 제시하였으며, 특히 이를 인터넷을 통해 서비스하는 일종의 ASP(Application Service Provider)개념을 도입하였다.

## 2. 문헌 연구

최중민(1997)에 의하면 지능형 에이전트는 인공지능 분야에서 오래 전부터 연구되어 온 개념으로 인공지능과 분리되어 독립적인 연구 주제로 대두되기 시작한 것은 1980년대 말부터라고 하며, 그 이후 에이전트에 관한 독자적인 국제학술대회가 개최되고 관련 기술들이 많이 공개되면서 활발하게 연구가 전개되고 있다. 그러나 지능형 에이전트에 관한 정의는 매우 다양하며 아직 일반화된 정의가 나타나지 않고 있다. Franklin과 Graesser(1996)에 따르면 이러한 이유는 에이전트를 연구하고 있는 사람들이 각자의 연구영역에 따라 나름대로의 정의를 내리기 때문이라고 설명하고 있다. 한편 Nissen(1995)과 Hermans(1996)은 지능형 에이전트가 갖추어야 할 핵심 속성들로 일반적인 소프트웨어와 지능형 에이전트를 구분하여 설명하였으며 이에 근거하여 최형림(2000) 등은 지능형 에이전트를 특정영역의 문제를 자율적이며 독자적으로 해결하기 위해 학습하고 추론하며 필요시 다른 에이전트 또는 시스템 자원과 협동해서 주어진 문제를 적극적으로 해결하려는 소프트웨어로 정의하였다. 이러한 지능형 에이전트는 다양한 분야에서 응용되고 있으며 많은 연구들이 진행되고 있다. 한편 본 연구와 관련된 작업장(Job-shop) 일정계획 연구들을 살펴보면, 대부분 비용의 최소화문제를 다루고 있는데 비해, 본 연구에서는 한정된 생산여건의 제약조건 하에서 접수된 주문들 중 이익이 극대화되는 최적주문집합을 선정하는 방법에 대해 논하고 있다. 또한 기존의 일정계획 연구들이 확정된 주문들을 생산하기 위한 것이라면, 본 연구에서는 주문 확정전의 단계에서 생산여건을 감안, 각 주문들의 납기일 준수 및 이익이 가장 큰 주문집합을 찾는 것으로 기존의 연구와는 차이가 있다.

## 3. 수리모형

선정에이전트의 최적주문집합 선정방법은 일정계획을 이용한 Manne(1960)의 혼합정수계획법을 기반으로 목적함수로는 이익의 극대화, 제약조건에는 납기일 제약을 추가하여 모델링 하였다.

### 3.1 Stage 1: 최적주문집합선정

선정 에이전트의 최적주문집합 및 일정계획은 다음과 같은 사항을 가정하여 모델링하였다.

- 작업준비시간은 작업시간에 포함된다.
- 특정 시점에서 하나의 자원(기계)에는 하나의 작업(공정)만이 존재하며 하나의 작업(공정)은 동시에 여러 개의 자원(기계)에서 작업될 수 없다.
- 병렬 기계가 있을 경우 각 기계를 서로 다른 것으로 다룬다.

모델링된 포물레이션에서 사용되는 기호를 요약하면 다음과 같다.

- $p_i$  : 주문  $i$ 를 생산했을 때 얻는 이익
- $p_{ijk}$  : 기계  $k$ 에서 작업을 해야 할 주문  $i$ 의  $j$ 번째 공정의 공정시간
- $r_{ijk}$  : 0,1의 값을 갖는 상수로 주문  $i$ 의  $j$ 번째 공정이 기계  $k$ 에서 이루어져야 한다면 1, 아니면 0
- $d_i$  : 주문  $i$ 의 납기일
- $M$  : 전통적인 Big-M (Big Number)을 의미
- $T_{ijk}$  : 주문  $i$ 의  $j$ 번째 공정이 기계  $k$ 에서 시작되는 시간
- $O_i$  : 0,1의 값을 갖는 변수로서 주문  $i$ 가 선택되면 1의 값을, 아니면 0
- $F_{max}$ : 모든 주문의 작업완료시간
- $Y_{(ij)'k}$  : 0,1의 값을 갖는 지시변수로 기계  $k$ 에서 주문  $i$ 의  $j$ 번째 공정이 주문  $i'$ 의  $j'$ 번째 공정보다 선행되어야 한다면 1의 값을, 아니면 0

1단계인 최적주문집합 선정을 위한 포물레이션을 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{MAX } & \dots \sum_i p_i O_i \\ \sum_k r_{ijk}(T_{ijk} + p_{ijk}) & \leq \sum_k r_{i,j+1,k} T_{i,j+1,k} + (1 - O_i)M & \text{-----(1)} \\ \sum_k r_{imk}(T_{imk} + p_{imk}) & \leq d_i & \text{-----(2)} \\ (1 - O_i)M + (1 - O_{i'})M + MY_{ij'j'k} + (T_{ijk} - T_{i'j'k}) & \geq p_{i'j'k} & \text{-----(3)} \\ (1 - O_i)M + (1 - O_{i'})M + M(1 - Y_{ij'j'k}) + (T_{i'j'k} - T_{ijk}) & \geq p_{ijk} & \text{-----(4)} \end{aligned}$$

### 3.2 Stage 2: 작업완료시간의 최소화

2단계에서는 선정된 주문집합을 대상으로 일정계획을 수립하는데 목적함수는 최종작업시간의 최소화로 일반적인 일정계획방법과 같다. 다음의 모형은 Bowman(1959), Manne(1960), 그리고 Wagner (1959)의 것을 따르는 것이다. 목적함수는  $\text{MIN } \dots F_{max}$ 이며 제약조건의 앞의 식 2 대신  $r_{imk}(T_{imk} + p_{imk}) \leq F_{max}$ 이 사용된다.

## 4. 실험

모델링된 포물레이션을 검증하기 위해 벤치마킹 문제로 잘 알려진 Muth와 Thompson(1963)의 MT(6) 문제를 수행해 보았다. 본래의 MT(6) 문제가 Makespan을 최소화 하는 것이기에 본 논문의 포물레이션 제약조건을 그에 맞추어 수행하였는 바, 즉 모든 주문을 생산할 수 있도록 모든 주문의 이익과 납기일을 충분히 크게 하여 실험한 결과 모델링된 포물레이션이 55단위시간 내에 모두 종료되어 MT(6)의 최적값인 55와 같으므로 이는 본 논문의 포물레이션이 최적해를 찾았음을 알 수 있다.

<표 1>주문선정실험결과

실험1												
	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간
Job1	0	1	1	4	4	10	10	17	17	20	20	26
Job2	0	8	0	5	0	10	2007	2017	1017	1027	27	31
Job3	0	5	4002	4006	3006	3014	2014	2023	1023	1024	24	31
Job4	0	5	0	5	3006	3011	2011	2014	1014	1022	24	31
Job5	1	10	12	15	15	20	20	24	26	29	29	30
Job6	0	3	3	6	6	15	16	26	26	30	30	31
실험2												
	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간
Job1	0	1	0	3	3008	3014	2014	2021	1021	1024	24	30
Job2	0	8	0	5	0	10	2017	2027	1027	1037	37	41
Job3	0	5	5	9	9	17	17	26	26	27	27	34
Job4	0	5	5	10	10	15	15	18	18	26	26	35
Job5	0	9	0	3	1991	1996	996	1000	0	3	29	30
Job6	5	8	12	15	17	26	26	36	36	40	40	41

다음으로 주문들을 선정하기 위한 두 가지의 실험을 해 보았는데 첫번째는 위의 실험에서 모든 주문의 이익은 1000으로 충분히 크게 하고 납기일은 보다 엄격히 하여 모든 주문이 정해진 납기일 내에 생산 불가능하도록 하여 이중 특정 주문만 선택할 수 있도록 하였다. 두번째는 이익도 다르게 하여 실험하였는데 실험의 결과는 <표 1>에서 정리하였다. <표 1>의 실험결과에서 보듯이 납기일만 다른 경우 실험1의 1, 5, 6번 Job이 선택되어져 납기일 제약이 반영되고 있음을 알 수 있고, 납기일과 이익이 모두 다른 경우 실험2의 3, 4, 6번 Job이 선택되었다.

### 5. 선정 에이전트의 구조

본 연구의 선정 에이전트는 다음과 같이 크게 4가지 모듈로 구성되어 있다.

- Communication Controller(통신 관리자): 통신 관리자는 다른 에이전트 혹은 생산 관련 내부 어플리케이션과의 통신을 관장하는 모듈로 Message Converter, Message Queuing, Message Manager로 구성되어 있다.
- Formulation Translator (포물레이션 변환기): 포물레이션 변환기는 입력된 데이터



다. 본 연구에서는 이를 해결하기 위한 노력의 일환으로 중소제조업체의 주문처리 및 일정계획을 위한 일정계획 기반의 선정 에이전트의 구조와 방법론을 제시하였다. 본 논문의 일정계획은 정수계획법으로 모델링하였으며 실제 J기업의 가장 큰 문제인 8(Job)×8(Machine)문제를 ILOG 패키지를 이용하여 해결하였다. 또한 중소기업체의 정보 기술력과 자본력을 감안하여 보다 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 인터넷을 기반으로 구축하여 서비스를 받을 수 있도록 ASP (Application Service Provider)의 개념을 도입한 접근방법을 시도하였다.

### 참고문헌

- [1] Choi, J. M. "Overview and Research Direction of Agent", *Korea Information Science Society Review* 15(3), 7-15, (1997).
- [2] Bowman, E. H. "The Schedule-Sequencing Problem", *Operations Research*, 7(5), (1959).
- [3] Choi, H. R., Kim, H. S., Park, Y. J., Kim, K. H., Joo, M. H., and Shon, H. S. "A Sales Agent for Part Manufacturers: VMSA", *Decision Support Systems* 28. 333-346, (2000).
- [4] Finin, T., Mckay, D., and Fritzson, R. "An overview of KQML: A Knowledge Query and Manipulation Language", *KQML Advisory Group(eds.)*, (1992).
- [5] Finin, T., et al. "DRAFT Specification of the KQML Agent-Communication Language", *The DARPA knowledge Sharing Initiative External Interfaces Working Group*, (1993).
- [6] Franklin, S. and Graesser, A. "Is it an Agent or just a program?: A Taxonomy for Autonomous Agents", *Proceedings of the 3rd International Workshop on Agent Theories, Architecture, and Language*, (1996).
- [7] Hermans, B. "Intelligent Soft Agent on the Internet: an Inventory of Currently Offered Functionality in the Information Society & a Prediction of (near-) Future Developments", Tilburg University, the Netherlands, <http://hermans.org/agents>, (1996).
- [8] Manne, A. S. "On the Job-Shop Scheduling Problem", *Operations Research* 8(2), (1960).
- [9] Muth, J. F. and Thompson, G. L. "Industrial Scheduling", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J, (1963).
- [10] Nissen, M. "Intelligent Agent: A Technology and Business Application Analysis", (1995).
- [11] Wagner, H. M. "An Integer Linear-Programming Model for Machine Scheduling", *Nav. Res. Log. Quart.* 6(2). (1959).