

중소 금형제조업체의 주문최적화를 위한 전자상거래용 에이전트 개발

최형림* 김현수** 박영재***

* 동아대학교 경영정보학과(hrchoi@duanet.donga.ac.kr)

** 동아대학교 경영정보학과(hskim@duanet.donga.ac.kr)

*** 동아대학교 지능형통합항만관리연구센터(b990006@daunet.donga.ac.kr)

요 약

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.

이에 본 연구에서는 중소기업체의 판매과정을 사이버 공간에서 수행할 수 있는 전자상거래 기술을 개발하였다. 일반적으로 변화하는 경영환경에서는 생산과 관련된 계획과 통제가 보다 더 신속하고 정확하게 이루어져야 한다. 즉 전자상거래 환경에서의 제조업체는 구매자가 요구한 제품의 생산과 납기일을 맞추어 줄 수 있는지의 여부를 실시간으로 응답할 수 있어야 한다. 나아가서 인터넷을 통해 접수된 주문들은 해당 제조업체의 생산능력을 초과할 수 있는데 이 때에는 접수된 주문들 중에서 자사의 이익을 극대화할 수 있는 주문 집합을 선별하여 접수여부를 결정해야 한다. 이와 같이 전자상거래 환경하에서의 제조업체는 생산과 관련된 정보를 신속하게 전달 받아 주문접수여부에 관한 의사결정을 올바르게 수행하는 것이 중요한데 본 연구에서는 중소기업체 제조업체의 일정계획 및 주문처리를 위한 일정계획 기반의 선정 에이전트의 구조와 방법론을 제시하였다. 지금까지 일정계획에 관한 연구들은 대부분 납기일의 만족과 비용의 최소화 측면을 위주로 다루었다. 그러나 본 연구

에서의 문제는 비용의 최소화보다는 납기일을 준수하면서 가장 많은 이익을 가져다 줄 수 있는 최적주문집합을 선정하는 문제를 다루고 있다.

Keyword: Electronic Commerce, Intelligent Agent, and Scheduling

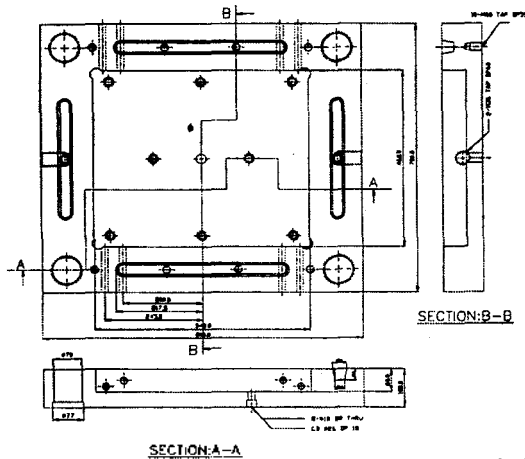
I. 서 론

본 연구에서 대상으로 하고 있는 연구영역은 사출금형제작업(Molding Industry)이다. 금형(Mold)이란 프레스, 주조, 단조 등의 공정에 의해 동일형상의 제품을 성형할 경우에 사용하는 주로 금속재료로 된 형 또는 틀을 말하는 것이며, 사출성형이란 고온의 용융상태에 있는 재질을 고압을 이용하여 금형 내부로 급격히 불어넣어 그 힘으로 원하는 형상을 얻어내는 제조방법으로, 이때 사용되는 금형이 사출성형이다.

금형은 제품의 형상 및 요구되는 기능에 따라 각각 다른 모양과 특징을 가지고 있다. 금형제조에서 가장 중요한 자원은 설비와 인력이다. 즉 금형의 특정 형상을 만들기 위해서는 그러한 작업을 할 수 있는 설비가 필요하다. 따라서 설비가 갖추어져 있지 않으면 해당 금형을 제조할 수 없게 되므로 금형제조에 있어서는 설비계약이 가장 중요한 요소이다. 하나의 금형은 여러 개의 공정을 거쳐 생산되며 이러한 공정은 설비에 의존적이다. 금형제조에 사용되는 설비로는 밀링, 선반, 드릴링, 방전

등이 있다. 또한 이러한 공정에는 선후관계가 있어 선행공정이 완료되어야만 다음 공정으로 넘어갈 수 있다.

금형의 예로 아래의 <그림 1>은 분할형 고정축 형판의 형상의 도면을 보이고 있다.



<그림 1> 사출금형 분할형 고정축 형판 설계도면

한편, 우리 나라의 금형제조업체는 규모나 설비 등에서 영세성을 면치 못하고 있어 생산관리가 제대로 이루어지지 못하고 있다. 특히 일정계획은 그날 그날에 따라 필요한 작업을 계획없이 하고 있어 납기일을 제대로 지키지 못하는데 이는 구매자의 가장 큰 불만사항이 되고 있다. 또한 금형제조 특성상 특정 금형을 제조하기 위해서는 요구되는 공수와 공기가 많고 장기간이 소요되어 많은 주문을 소화하기가 어렵다. 따라서 이익을 증대시키기 위해서는 생산 스케줄의 관리와 더불어 주문에 대한 관리가 요구된다. 즉 납기일을 맞출 수 없을 때 해당 주문을 외주생산 할 것인가 또는 주문을 포기할 것인가에 대한 신속한 의사결정이 필요하다.

본 연구에서는 이와 같은 중소금형제조업체의 문제점을 해결함과 더불어 중소기업에게 새로운 기회가 되고 있는 전자상거래시대에 대비하기 위해 인터넷으로 주문을 접수하고, 이에 대해 인간의 개입 없이 신속히 응답해 줄 수 있는 선정에이전트를 제시하고 있다. 본 연구의 선정에이전트는 일정계획을 기반으로 접수된 주문들의 공정, 공기, 납기일, 이익 등의 데이터를 분석하여 모든 주문을 생산할 수 없을 경우 이익이 가장 큰 최적주문집합을 자동으로 선별하여 사용자에게 제시한다.

II. 관련연구

지능형 에이전트는 인공지능 분야에서 오래 전부터 연구되어 온 개념으로 인공지능과 분리되어 독립적인 연구 주제로 대두되기 시작한 것은 80년대 말부터이다. 그 이후 에이전트에 관한 독자적인 국제학술대회가 개최되고 관련 제품이 많이 출시되면서 활발하게 연구가 전개되고 있다[1]. 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[12]. 한편 지능형 에이전트가 갖추어야 할 핵심 속성들로 일반적인 소프트웨어와 지능형 에이전트를 구분하여 설명하기도 하는데 이러한 속성들을 정리하면 다음과 같다[12, 13, 17].

- 자율성: 특정목적에 대해 사람이나 다른 시스템의 간섭 없이 동작하며 자신의 내부행동이나 상태를 자율적으로 제어하는 능력
- 협동성: 다른 에이전트와 협동해서 목적을 달성하려는 성질
- 정직성: 정확한 정보를 주고받으며 이를 사용자에게 전달
- 이동성: 특정목적을 달성하기 위하여 네트워크를 통해서 이동할 수 있는 능력
- 적응성(학습능력): 환경이나 특정목적 등에 적응하기 위한 학습능력
- 사회성(통신능력): 다른 에이전트(또는 다양한 시스템 자원)와 통신할 수 있는 능력
- 추론능력: 규칙기반, 지식기반 등을 이용해서 특정 영역의 문제를 해결할 수 있는 능력

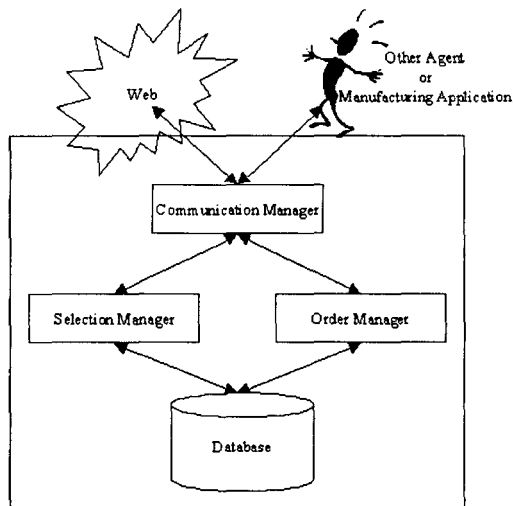
위와 같은 특성에 근거하여 본 연구에서는 지능형 에이전트를 특정영역의 문제를 자율적이며 독자적으로 해결하기 위해 학습하고 추론하며 필요시 다른 에이전트 또는 시스템 자원과 협동해서 주어진 문제를 적극적으로 해결하려는 소프트웨어로 정의한다[5]. 이러한 지능형 에이전트는 다양한 분야에서 응용되고 있으며 많은 연구들이 진행되고 있다. 에이전트의 연구분야로는 에이전트의 정의와 특성에

대한 규정과 정형화 작업을 위한 에이전트 이론, 에이전트의 구성요소와 제어 및 통신 프로토콜 등을 연구하는 에이전트 구조, 그리고 실제 사용할 수 있는 응용 소프트웨어를 개발하는 에이전트 응용분야가 있다.

한편 본 연구와 관련된 작업장(job-shop) 일정계획 연구들을 살펴보면, 대부분 비용의 최소화문제를 다루고 있는데 비해, 본 연구에서는 한정된 생산여건의 제약조건하에서 접수된 주문들 중 이익이 극대화되는 최적주문집합을 선정하는 방법에 대해 논하고 있다. 또한 기존의 일정계획연구들이 확정된 주문들을 생산하기 위한 것이라면, 본 연구에서는 주문 확정전의 단계에서 생산여건을 감안, 각 주문들의 작업시작시간과 더불어 납기일의 준수, 나아가 이들 중 이익이 가장 큰 집합을 찾는 것으로 기존의 연구와는 차이가 있다.

III. 선정에이전트의 구조

선정에이전트는 구조는 아래의 <그림 2>와 같으며 통신관리자, 선정관리자, 그리고 주문관리자로 구성되어 있으며 선정관리자나 주문관리자에게 필요한 추가지식이나 데이터가 저장된 공통 데이터베이스를 포함한다.

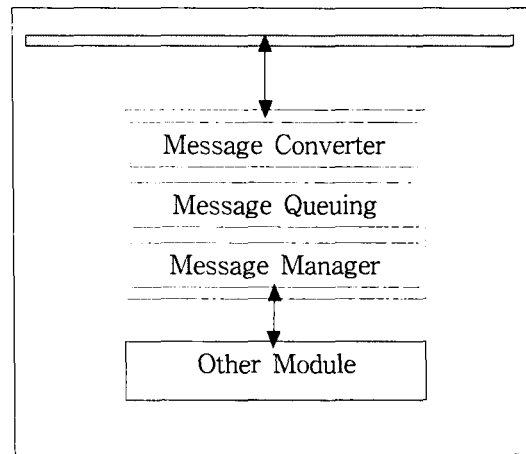


<그림 2> 선정에이전트 구조

1. 통신관리자

통신관리자는 다른 에이전트 혹은 생산관련 내부 어플리케이션과의 통신을 관장하는 모듈

로 구체적인 구조는 다음의 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 통신관리자 구조

통신관리자의 세부 모듈별 기능은 다음과 같다.

- Message Converter : 모든 메시지는 이곳을 통하여 들어오고 나가며 TCP/IP 프로토콜로 변환된다. 또한 다른 에이전트와의 다중 동시연결을 제어한다.
- Message Queuing : 외부로 나가는 메시지와 들어오는 메시지들의 큐를 관리하는 모듈로서, 이곳에서는 현재 유효한 메시지들만을 통과시킨다.
- Message Manager : 메시지의 적절성을 검사하는 곳으로 KQML(Knowledge Query and Manipulation Language) 메시지의 모든 계층을 검사하며, 추론엔진을 초기화하여 메시지의 질의에 응답하는 메시지를 생성해낸다.

2. 주문관리자

주문관리자는 접수된 주문들의 내역과 주문들의 공정순서, 공정시간, 그리고 기일정계에 관한 정보를 공정계획, 일정계획, 혹은 다른 에이전트에게 물어 이를 공통 데이터베이스에 저장한다.

선정에이전트의 주문관리자가 다른 에이전트 혹은 내부 어플리케이션과의 통신을 KQML로 표현하면 다음과 같다.

(ask-one

```

:sender      SelectionAgent
:receiver    ProcessPlanning
:language    KQML
:reply-with  ORDER1
:contents
(company_name DONGA,
url_addr     www.buyer.co.kr,
product_name DCAP,
wanted_due_date 1999-10-15,
wanted_price($ 30))
    
```

위의 KQML 메시지는 선정에이전트의 주문 관리자가 공정계획시스템에게 주문1에 관한 생산가능성, 공정순서, 그리고 공정시간을 물어 보는 것이며 이에 대해 공정계획시스템 또는 이러한 기능을 하는 에이전트는 다음과 같은 메시지를 보내온다.

(reply

```

:sender      Processplanning
:receiver    SelectonAgent
:language    KQML
:in-reply-to ORDER1
:contents
(product_name  DCAP,
manufacturability  YES,
processing_sequence&time
(R111  3,
R122  2,
R134  3,
R145  4,
R153  5)
expected_price($ 30))
    
```

위의 메시지는 주문1의 공정순서가 기계 1 → 2 → 4 → 5 → 3순(위의 R111동에서 마지막 인덱스)이라는 것과 해당 기계에서의 공정시간은 각각 3, 2, 3, 4, 5라는 것을 선정에이전트에게 대답해 주는 내용이다.

3. 선정관리자의 최적주문집합선정

선정관리자의 최적주문집합 선정방법은 일 정계획을 이용한 Manne의 혼합정수계획법을

기반으로 목적함수에는 이익 극대화, 제약조건에는 납기일 제약을 추가하여 모델링 하였다.

접수된 주문들의 생산여부결정은 당일에 일괄처리 하는 것으로 가정하였다. 당일에 접수된 주문에 대한 일정계획을 수립해 보아 모든 주문들의 납기일을 준수할 수 있으면 해당 주문들은 모두 생산할 수 있는 것이고, 그렇지 않은 경우 이익이 최대로 되는 주문들만을 선별하는 것이 선정관리자의 기본적인 역할이다. 선정관리자의 일정계획은 다음과 같은 사항을 전제하여 모델링 하였다.

- 작업준비시간은 작업시작시간에 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
- 주문별 공정순서, 공정시간, 그리고 기일정 계획정보는 주어진다.

선정에이전트의 최적주문집합 선정방법을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{MAX } P_i O_i$$

Subject to

$$\sum_k R_{ijk} (T_{ijk} + P_{ijk}) \leq \sum_k R(i, j+1, k) T(i, j+1, k) \text{---} \textcircled{1}$$

$$\sum_i \sum_k R_{ijk} (T_{ijk} + P_{ijk}) - \sum_i \sum_k R_{ijk} (T_{ijk} + P_{ijk}) \leq D_i \text{---} \textcircled{2}$$

$$(M + P_{i'j'k}) Y_{i''k} + (T_{ijk} - T_{i'j'k}) \geq P_{i'j'k}$$

$$(M + P_{ijk})(1 - Y_{i''k}) + (T_{i'j'k} - T_{ijk}) \geq P_{ijk} \text{---} \textcircled{3}$$

③

$$\text{---} \textcircled{4}$$

$O_i, R_{ijk},$ and $Y_{i''k}$ are 0 or 1.
 $P_i, T_{ijk},$ and P_{ijk} are positive.

먼저 상수부터 설명하면 P_i 는 주문 O_i 를 생산했을 때 얻는 이익을 말한다. P_{ijk} 는 기계k에서 작업을 해야 할 주문 O_i 의 j번째 공정의 공정시간을 의미하여 R_{ijk} 는 {0,1}의 값을 갖는 상수로 주문 O_i 의 j번째 공정이 기계k에서 이루어져야 한다면 1, 아니면 0이다. D_i 는 주문 O_i 의 납기일을 의미한다. M은 전통적인 Big-M을 의미한다.

다음으로 변수에 관해 설명하면 T_{ijk} 는 주문 O_i 의 j 번째 공정이 기계 k 에서 시작되는 시간을 말하며, O_i 는 $\{0,1\}$ 의 값을 갖는 변수로서 주문 O_i 의 모든 공정에 그 시작시간이 할당되면 해당주문은 1의 값을 가진다. 주문이 거쳐야 할 공정 중 하나라도 시작시간이 할당되지 않으면 그 주문의 제품은 생산할 수 없는 것이므로 이와 같은 경우는 0이 된다.

$Y_{ii'k}$ 는 $\{0,1\}$ 의 값을 갖는 지시변수로 기계 k 에서 주문 i 의 j 번째 공정이 주문 i' 의 j' 번째 공정보다 선행되어야 한다면 1의 값을 가지고, 아니면 0의 값을 가진다.

식①은 제품을 생산하기 위해 거쳐야 할 공정들의 순서제약을 나타내고 있다. 식②는 한 주문의 마지막 공정시간은 납기일을 넘기지 못한다는 것을 의미한다.

한 기계에 두개의 작업, 예를 들어 기계 k 에 주문 i 의 j 번째 공정과 주문 i' 의 j' 번째 공정이 있는데, 만약 주문 i 의 j 번째 공정이 주문 i' 의 j' 번째 공정보다 선행되어야 한다면 $T_{ij'k} - T_{ijk} \geq P_{ij'k}$ 를 만족해야 할 것이며, 반대로 주문 i' 의 j' 번째 공정이 주문 i 의 j 번째 공정보다 선행되어야 한다면 $T_{ijk} - T_{ij'k} \geq P_{ij'k}$ 를 만족해야 한다. 이러한 제약을 이집적 제약조건(disjunctive constraints)이라 하는데 이러한 제약조건은 일반적인 정수계획법으로는 해결할 수 없기 때문에 $Y_{ii'k}$ 와 같은 지시변수가 필요하게 된다. 이러한 이집적인 제약조건은 지시변수 $Y_{ii'k}$ 와 전통적인 Big-M을 이용해 두개의 독립적인 제약조건으로 나타낼 수 있는데 이것이 식③과 ④이다[8, 15]. 식③과 ④는 한 기계에서의 공정순서에 관한 제약조건이다.

V. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 최적주문집합을 선정하기 위한 에이전트의 구조와 그 방법론을 제시하였다. 그러나 최적주문집합을 선정하기 위한 본 연구의 방법론은 이미 NP-Complete하다고 알려져 있다. 뿐만 아니라 본 연구의 모델링은 이전의 일정계획연구등의 연구에서 비슷한 예를 찾아보기 힘든데 그 이유는 목적함수의 탐색과 그 제약조건식에서의 탐색이 이중으로 요구되고 있기 때문이다.

이러한 요인은 본 연구의 모델링을 유전알고리즘(Genetic Algorithm)이나 타부탐색

(Tabu Search) 등을 이용해 해결하는 데도 어려움이 있어 이를 해결하기 위한 새로운 연구가 요구된다.

그러나 본 연구에서는 중소기업제조업체의 주문관리를 위한 에이전트의 구조와 그 방법론을 제시함으로써 위와 같은 문제가 해결된다면 에이전트를 이용하여 생산과 관련된 정보를 신속하게 전달받아 주문접수여부에 관한 의사결정을 보다 효율적으로 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 최증민, 에이전트의 개요와 연구방향, 정보과학회지 3(15, 1997), pp. 7-15.
- [2] A. Bassum, Agent Technology in Electronic Commerce and Information Retrieval on Internet, <http://www.ece.curtin.edu.au/~saounb/bargainbot/paper/>, 1996.
- [3] C. Beam, A. Segev, and J. G. Hanthinkumer, Electronic Negotiation through Internet-based Auction, CITM Working paper 96-WP-1019, 1996.
- [4] A. Chavez and P. Maes, Kasbah : An Agent Marketplace for Buying and Selling Goods, 1996.
- [5] H. R. Choi, H. S. Kim, Y. J. Park, K. H. Kim, M. H. Joo, and H. S. Sohn, Architecture of a Sales Agent for Part Manufacturers in the Internet Environment: VMSA, Proceedings of the 1st International Conference on Electronic Commerce, pp. 155-162, 1998.
- [6] S. Y. Choi, D. O. Stahl, and A. B. Whinston, The Economics of Electronic Commerce, Macmillan Technical Publishing, 1997.
- [7] P. Cohen, A. Cheyer, M. Wang, and S. Baeg, An Open Agent Architecture, Working Notes of AAAI Spring Symposium on Software Agents, pp1-8, 1994.
- [8] R. W. Conway, W. L. Maxwell, and L. W. Miller, THEORY OF SCHEDULING, ADDISION-WESLEY, 1967.
- [9] B. Doorenbos, O. Etzioni, and D. Weld,

the KQML Advisory Group(Eds.), An overview of KQML: A Knowledge Query and Manipulation Language, Mar., 1992.

[11] T. Finin, et al., DRAFT Specification of the KQML Agent-Communication Language, The DARPA knowledge Sharing Initiative External Interfaces Working Group, Jun., 1993.

[12] S. Franklin and A. Graesser, 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.

[13] M. R. Geneserth and S. P. Ketchpel, Software Agent, Communication of the ACM 7(37, 1994), pp. 48~53.

[14] B. Hermans, 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.

[15] L. A. Johnson and D. C. Montgomery, Operations Research in Production Planning, Scheduling, and Inventory Control, JOHN WILEY & SONS, 1974.

[16] R. Kalakota and A. B. Whinston, Frontiers of Electronic Commerce, Addison Wesley, 1996.

[17] M. Nissen, Intelligent Agent: A Technology and Business Application Analysis, 1995.