

# 온톨로지 기반 적응형 에이전트를 이용한 공정-일정 연계시스템 모델링

## The link system modeling between process planning and scheduling using adaptive agent based on ontology

\*최희련, 김태호, #이흥철  
 \*H. Choi, T. H. Kim, # H. C. Lee (hclee@korea.ac.kr)  
 고려대학교 정보경영공학부

Key words : the link system, process planning, scheduling, adaptive agent, ontology

### 1. 서론

공정계획(process planning)과 일정계획(scheduling)은 생산 시스템(manufacturing system)의 효율성에 영향을 미치는 중요한 모듈이다. 공정계획은 CAD (Computer Aided Design) 설계도면 정보와 제품 가공에 필요한 자원을 바탕으로 원하는 최종 형상을 얻기 위하여 필요한 기계, 작업순서, 가공조건 등을 결정하는 일련의 의사결정 과정이다. 일정계획은 공정계획에서 결정된 내용을 기초로 작업(operation)간의 순서, 제품의 납기 및 자원의 제약을 고려하여 기계에 가공물을 장착, 가공 그리고 탈착의 과정을 시간 축에 배분하는 과정을 말한다.

공정계획과 일정계획의 밀접한 관계에도 불구하고 과거 전통적인 생산시스템은 공정계획에서 일정계획으로의 단방향 시스템의 구조로 공정계획과 일정계획을 개별적으로 개발, 관리하였다. 이러한 시스템은 작업장의 상황을 반영하기 어려우므로 약 20 - 30%의 재 공정계획을 발생시킨다. 따라서 생산시스템의 효율성을 높이기 위해서 양방향 시스템의 구조를 가지는 공정계획과 일정계획의 연계시스템에 대한 연구가 지난 수 십 년에 걸쳐 진행되어왔다.

시뮬레이션을 통하여 공정계획의 유용성을 검증한 후 일정계획에 적용하는 연구부터 두 시스템의 대표적인 연계 구조인 NLPP (NonLinear Process Planning), CLPP (Closed Loop Process Planning) 등을 이용한 많은 연구가 있어왔다<sup>1,2,3,4</sup>. 그러나 위의 연구들은 공정계획이 수행된 시점과 일정계획의 실행 사이에서 시간의 차이가 발생되어 실시간 연계시스템 구현에 어려움이 있어왔다.

최근에는 자율성과 학습성 등의 지능성을 가지는 에이전트(agent)를 공정계획과 일정계획의 연계시스템에 이용하여 계획과 실행에서 발생하는 시간 차이를 줄이고자 하는 연구가 진행되고 있다<sup>5</sup>. 에이전트가 보다 지능적으로 작동하기 위해서는 지식기반의 데이터구조를 가지고 있어야 한다. 즉 사람이 이해하기 편한 R-DB 형태의 데이터구조보다는 에이전트가 이해하기 쉬운 메타 데이터구조가 필요하다. 또한 분산된 환경에서 에이전트들이 상호작용을 통해 의미 있는 문제를 해결하기 위해서는 서로 공유할 수 있는 기본 지식기반이 필요하다<sup>6</sup>. 철학 개념에서 발생한 온톨로지(ontology)는 관심 있는 분야의 개념에 대한 명세로서 개념간의 의미적 관계의 부여로 인한 지식기반의 데이터구조로 일정한 규칙과 잘 정의된 방식에 따라서 설계함으로써 재사용 및 공유가 가능하다. 그러므로 온톨로지 기반의 에이전트는 지식의 확장, 학습 그리고 이기종 시스템간의 데이터전달 능력 및 적응력을 향상시킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 공정계획과 일정계획의 실행에서 발생하는 시간 차이를 줄이고 다양한 작업장 형태에 대한 적응력을 높이기 위하여 기계부하 온톨로지를 기반으로 하는 적응형 에이전트를 사용하는 공정과 일정의 연계시스템의 구조를 제시한다.

### 2. 공정-일정 연계시스템 구조

다음 Fig. 1은 공정과 일정의 연계시스템에 대한 구조를 보여주고 있다.

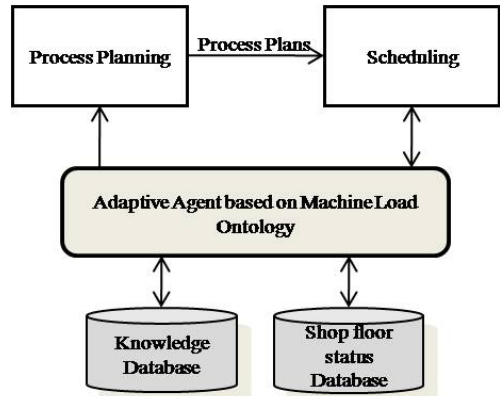


Fig.1 The structure of the link system between process planning and scheduling

일정계획은 공정계획뿐만 아니라 적응형 에이전트에서 전달하는 작업장의 상태를 입력 받아 일정계획을 생성한다. 생성된 일정계획 결과값 중에 작업장의 상태를 반영하는 기계부하에 대한 정보를 온톨로지화하여 적응형 에이전트의 데이터로 이용한다. 적응형 에이전트는 기계부하와 작업장의 상태에 변화가 발생되면 공정계획과 일정계획에 변화된 정보를 알려주는 역할뿐만 아니라 기존의 지식을 기반으로 새로운 지식을 생성하기도 한다.

### 3. 기계부하 온톨로지

온톨로지란 특정 도메인(domain)에 대한 개념의 상세명세서로, 개념간 또는 개념과 속성간의 의미적인 관계를 형상화하여 사람뿐만 아니라 컴퓨터가 이해할 수 있는 데이터구조로 모델링하는 기술을 말한다. 온톨로지는 추론을 할 수 있는 데이터구조로 지식의 확장과 이종 시스템간의 정보 교환을 가능하게 해주는 장점을 가지고 있다. 이러한 특징은 적응형 에이전트의 데이터구조로 적합하다. 온톨로지를 구현하기 위하여 사용하는 대표적인 언어로는 OWL (Web Ontology Language)이 있으며 표현능력에 따라서 OWL-Light, OWL-DL 그리고 OWL-Full 로 나뉘어진다. 본 연구에서는 SHIQ 서술 논리에 기반을 두고 있으며 시멘틱스(semantics)가 잘 정의되어 있어 안정적인 추론을 할 수 있는 OWL-DL 을 사용한다<sup>7</sup>. 온톨로지의 구현도구로는 Stanford Univ.에서 개발한 Protégé 를 이용하고 추론도구는 Protégé 와 연동되는 RacerPro 를 사용한다. 본 연구에서는 일정계획의 결과이며 작업장의 상황을 나타내는 대표적인 데이터인 기계부하를 온톨로지화하여 공정계획 단계에서 이 정보를 이용하여 공정계획의 유용성을 높이고자 한다. Fig. 2 는 기계부하를 온톨로지화 한 구조이며 다음은 클래스와 각 클래스간의 의미적 관계를 나타내는 속성들에 대한 설명이다.

*machine\_geometric*: 기계의 형상정보를 정의하는 클래스로써 하위클래스로 범용기계를 나타내는 *general\_purpose* 클래스와 머시닝센터인 *machining\_center* 를 포함한다.

*shop\_floor\_status*: 작업장의 상태를 정의하는 클래스이며 하위클래스로 기계의 상태를 표현하는 *machine\_status*, 공구의 상태를 나타내는 *tool\_status* 그리고 작업자의 상태를 표현하는 *worker\_status* 가 있다.

*machinery*: 대상이 되는 작업장에서 사용 중인 기계들을 정의하는 클래스이다.

*belongs\_to*: 클래스와 클래스를 연결하는 속성으로써 *machinery* 에 속한 기계가 기계의 형상 중의 하나에 속한다는 의미를 나타낸다.

*is\_influenced\_by*: *machinery* 에 속한 기계가 작업장의 상태에 영향을 받는다는 의미를 나타낸다.

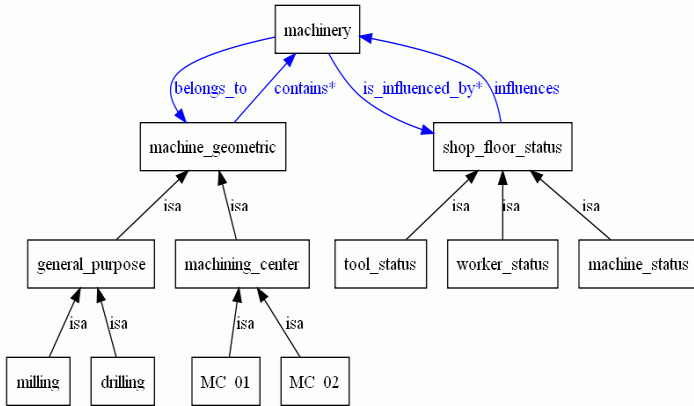


Fig.2 The structure of the machine load ontology

4. 적응형 에이전트

에이전트는 사용자를 대신하여 사용자가 원하는 작업을 자동적으로 수행해주는 자율적 프로세스로 소프트웨어라고 할 수 있으며 다음과 같은 특징을 갖는 소프트웨어는 에이전트라고 할 수 있다.

- 자율성(autonomy): 에이전트의 가장 핵심이 되는 특징으로 스스로 판단하여 행동하는 성질을 말한다.
- 사회성(social ability): 다른 에이전트간의 통신 능력을 말한다.
- 이동성(mobility): 사용자가 요구한 작업을 현재의 호스트에서 수행하지 않고 실제 그 작업을 처리하는 호스트로 이동시켜 수행하는 것을 말한다.
- 반응성(reactivity): 환경 변화에 대하여 반응할 수 있는 특징을 말한다.
- 시간 연속성(temporal continuity): 단순히 한번의 입력과 결과로 끝나는 작업이 아니라 실행과 휴식을 연속적으로 반복하는 데몬(demon)과 같은 시스템이다.

하나의 에이전트는 기본적으로 에이전트 엔진, 영역지식 (domain knowledge), 통신 모듈 등으로 구성된다. 에이전트 엔진은 에이전트 생성과 작업수행, 에이전트 종료 등의 일련의 작업을 조정하기 위한 제어지식과 추론능력 등을 가진다. 영역지식은 특정 응용분야의 작업 수행에 필요한 지식으로써 에이전트의 역할을 특정 지워주는 부분이다. 에이전트 통신은 다른 에이전트와의 메시지 교환을 담당하는데 대부분 자신이 해결하지 못하는 문제에 대하여 다른 에이전트의 도움을 청하는데 많이 이용된다<sup>8</sup>. Fig. 3 은 본 연구에서 제시하는 에이전트의 구조를 나타낸 것으로 영역지식으로 기계부하 온톨로지를 사용하여 작업장의 변화 또는 타 시스템간의 이중 데이터구조에 적응력이 높은 에이전트를 기대할 수 있다.

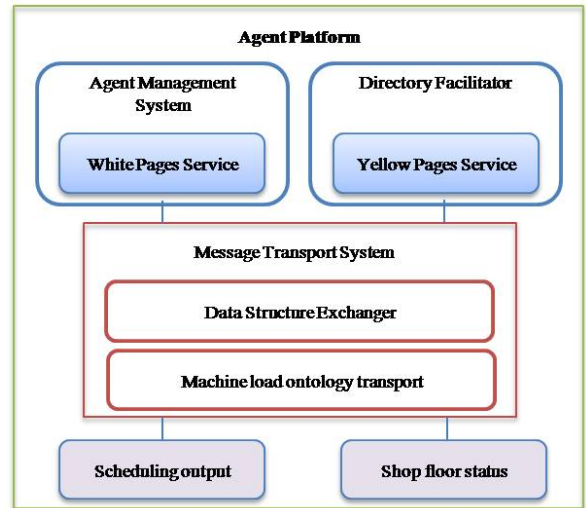


Fig.3 The structure of adaptive agent based on ontology

5. 결론

본 연구에서는 생산시스템의 효율성을 향상시키기 위해 양방향성을 가지는 공정계획과 일정계획의 연계시스템으로 온톨로지 기반의 적응형 에이전트를 이용한 시스템 구조를 제시하였다. 제안된 시스템은 계획과 실행 사이에서의 시간 차이로 발생하는 재 공정계획을 감소시키고 이중시스템간의 데이터 교류 및 적응력이 높은 연계시스템을 기대할 수 있다.

향후 연구로는 기계부하 온톨로지를 적응형 에이전트에 결합하여 온톨로지의 유효성을 검증하고, JADE 와 Java 를 사용하여 적응형 에이전트를 구현한다.

참고문헌

1. H, Lee., S,S, Kim., "Integration of process planning and scheduling using simulation based genetic algorithms", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 18(8), 586-590, 2001.
2. H.-C, Zhang., "IPPM-A prototype to integrate process planning and job shop scheduling functions", Annals of the CIRP, 42(1), 513-518, 1993.
3. Kummur M., Rajotia S., "Integration of process planning and scheduling in a job shop environment", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28(1/2), 109-116, 2006.
4. Y. F, Zhang., A. N. Saravanan., J. Y. H. Fuh., "Integration of process planning and scheduling by exploring the flexibility of process planning", International Journal of Production Research, 41(3), 611-628, 2003.
5. W. M., Shen., L. H., Wang., Q., Hao., "Agent-based distributed manufacturing process planning and scheduling: a state-of-the-art survey", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part C: Applications and Reviews, 36(4), 563-577, 2006.
6. Li X., Zhang C., Gao L., Li W., Shao X., "An agent-based approach for integrated process planning and scheduling", Expert Systems with Applications, in Press, Corrected Proof, Available online June 2009.
7. <http://protege.stanford.edu/>
8. [http://en.wikipedia.org/wiki/Software\\_agent](http://en.wikipedia.org/wiki/Software_agent)