

고객의 주문과 자율분산 생산시스템의 연동에 관한 연구

송재성
로봇시스템공학과
동명정보대학교

서만승
로봇시스템공학과
동명정보대학교

A Study on the Order-Based Autonomous Distributed Manufacturing System

Jae-Sung Song
Department of Robot System Engineering
Tongmyong University of Information Technology

Man-Sung Seo
Department of Robot System Engineering
Tongmyong University of Information Technology

We present an autonomous distributed manufacturing system to plan the manufacturing process and the schedule based on a customer order, which considers the system efficiency as well as to the flexibly. In our system, an intermediate conceptual agent called process agent is introduced, of which the role is to create a plausible alternative for the working group to fulfill the given order. The process related decision such as process sequence, allocated facilities, schedule and cost is also made simultaneously. Given an order, several these process agents are created, and the optimum one is selected through a bidding mechanism. As a criterion of such a decision-making, we consider a concept of value which is determined by several factors such as cost, delivery, working ratio and so forth. Every agent consisting of the system makes decisions and actions so as to maximize its possessing value, and the overall behavior of the system is controlled by the value distribution.

Keywords: autonomous distributed manufacturing system

1. 서론

오늘날 기업의 경영 및 생산환경은 급격히 변화하고 있다. 소비자의 다양한 요구와 제품 수명의 단축은, 경영에 측과 생산계획을 더욱 어렵게 한다. 생산시스템 자체도, 고도로 컴퓨터화, 네트워크화 되는 등, 생산시스템 전반에 걸쳐 IT의 이용이 확대되고 있다.

이러한 환경변화에 따라, 최근 기업에서는 전략적 정보시스템의 도입이 활발히 이루어지고 있고, 그 내용 역시 초기의 자재관리에서 통합공급망관리로 확대되고 있으며, 특히, 고객관리의 중요성에 대한 인식이 높아지고 있다. 생산시스템 역시, 종래의 생산자중심, 효율중심의 대량생산방식에서, 소비자중

심의 다품종소량생산방식으로 변모해 가고 있다. 그러나, 이러한 경영시스템과 생산시스템의 유기적 통합은, 그 중요성에도 불구하고, 체계적인 연구가 이루어지지 않고 있다. 이들 양자의 통합이야말로, 기업의 경쟁력을 극대화시킬 수 있는 궁극적인 비즈니스 모델이 될 것이다.

본 연구는, 급변하는 기업환경에 적용할 수 있는, 경영과 생산이 유기적으로 결합된, 통합기업모델의 개발을 목적으로 한다. 특히 본 논문에서는, 고객주문을 경영과 생산을 연결하는 고리로 하여, 랜덤하게 발생하는 고객주문에 응하여, 동적으로 공정설계와 생산계획이 이루어지는 시스템의 기본개념과 프레임워크를 제안한다.

2. 시스템의 개요

본 절에서는, 본 논문에서 제안하는 생산시스템의 대상환경과 설비에 대한 전제, 그리고 시스템이 지향하는 기본개념에 대하여 설명한다.

2.1 생산환경에 대한 전제

- 1 **다품종소량생산:** 다양한 부품 및 제품의 생산, 그리고 단품을 포함한 소량생산을 대상으로 한다.
- 1 **주문생산:** 수요예측을 할 수 없고, 고객주문은 랜덤하게 발생하며, 이렇게 발생하는 주문에 대해 그때그때 생산계획이 이루어진다.

2.2 생산설비에 대한 전제

- 1 **자동화:** 설비들은 고도로 자동화되어 가공, 조립, 반송 등의 작업 처리가 가능하다.
- 1 **다기능화:** 가공 및 조립기기는 다양한 작업이 가능하다.
- 1 **반송라인의 이상화:** 반송은 거리, 수량, 종류에 관계없이 임의의 지점에서의 적하가 가능하며, 하나의 작업으로 처리한다.
- 1 **설비와 작업의 일대일 대응:** 동시에 복수의 설비가 하나의 작업을 처리하지 못 하며, 하나의 설비가 임의의 시각에 복수의 작업을 동시에 처리할 수도 없다.

2.3 기본개념

- 1 **자율분산성:** 후술하는 각 agent는, 환경에 적응하여, 자신의 목적달성이나 이익극대화를 위해 자율적으로 의사결정을 하고 거동한다.
- 1 **자기조직성:** 스스로 자신을 초기화할 수 있고, 환경 및 자신의 이력정보를 근거로 자신의 상태 및 속성을 갱신할 수 있다. 이는, 생산시스템의 각 구성요소의 이질성을 보장하여, 시스템 전체로서 환경변화에 유연하게 대처할 수 있게 한다.
- 1 **협조:** 자신의 문제나 다른

agent의 문제를 해결하기 위해, agent상호간에 협조가 이루어지고, 협조의 의사결정은 계약 네트 프로토콜에 근거한다.

1 **교섭:** agent간의 이해가 대립하는 경우에는, 서로가 동의하는 합의안을 도출하기 위해, 교섭 메커니즘이 작동한다.

1 **경쟁:** 본 논문에서 제안하는 생산시스템은, 기본적으로 입찰에 의한 각 agent의 이기적 경쟁을 통해, 시스템 전체로서 최적의 공정설계와 생산계획이 이루어진다.

1 **조율:** 본 논문에서 제안하는 자율분산형 생산시스템에서는, 각 기계의 경쟁을 조율하는 agent와, 각 작업그룹의 경쟁을 조율하는 agent가 존재한다. 조율이란 결국, 복수의 후보 중에 최적의 안을 선정하는 것인데, 그 기준으로 후술하는 가치의 개념을 이용한다

3. 시스템의 모델

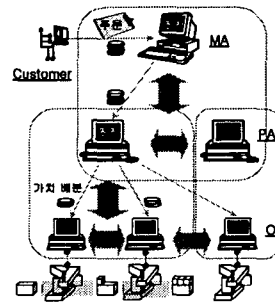


그림 1. 시스템 아키텍처

본 논문에서 다루는 자율분산형 생산시스템은, 그림1과 같이, 3종류의 agent로 구성되며, 각 구성요소의 역할은 다음과 같다.

(1) OA(Operation Agent): 가공, 조립, 검사, 반송 등의 작업을 수행하는 각 기계에 부수하여, 어떤 주문을 수행하는 작업그룹에 참여할 것인가의 의사결정을 행하고, 참여가 결정되면 해당 작업공정을 책임지는, 로컬컴퓨터이다.

(2) PA(Process Agent): 주문에 대

공정의 스케줄을 작성한다

(2) 입찰 의뢰: PA는, 입찰기한, 납기 및 작업정보 등을 입찰보드에 게재하고, 상기 (1)에서 선정한 OA의 후보군에게 입찰에 참여해 줄 것을 의뢰한다.

(3) 입찰 참여여부의 결정과 통고: OA는, 입찰에 참여할 의사가 있으면, 구체적인 생산계획과 가격을 산정하고, 이를 계약조건으로 입찰카드에 정리하여 PA에게 제출한다. 입찰에 참여할 의사가 없으면, 그 의사를 통고한다.

(4) 우선협상 대상자의 선정과 교섭: PA는, 입찰카드의 내용과 의사결정 지식베이스의 정보에 기초하여, 복수의 후보를 우선협상 대상으로 선정한 후, 교섭을 통해 협상조건을 수렴해 나간다. OA로부터의 입찰 참여가 전혀 없는 경우에는, 작업그룹의 편성이 불가능하므로, MA와 기존의 그룹구성원에게 입찰에 참여할 수 없음을 통고하고, 그룹을 해산한다.

(5) 구성원의 최종 선정: 최적의 조건을 제시한 OA를 선정하고 이를 통고한다.

(6) 다른 공정에 대해 납기 등의 조건을 결정하여 (1)~(5)의 과정을 반복한다.

이와 같이, 각 기계는 자율적으로 그리고 동적으로 작업그룹을 편성해 가고, 그 과정은 시스템 전체의 거동에 영향을 주지 않고 국소적으로 진행되므로, 시스템의 유연성을 극대화시킬 수 있게 된다.

상술한 시스템의 거동은, 기본적으로 가치와 페널티의 배분에 의해 제어된다. 즉, 모든 작업은, MA(갑)와 PA(을), 그리고 PA(갑)와 OA(을) 사이의 입찰과정을 통한 계약에 의해 결정되고, 계약내용이 성공적으로 수행되었을 때에 갑이 을에게 제공하는 대가 즉 가치와, 실패했을 때에 을이 갑에게 지불하는 페널티가, 가장 중요한 계약조건이 된다. 이들 가치와 페널티의 값은, 자기이익 추구라는 상호의 이해가 절충되는 선에서 교섭

에 의하여 최종 결정된다

5. 결론

본 논문에서 제안하는 시스템의 특징은 다음과 같다.

- 랜덤하게 발생하는 주문에 대해, 동적으로 작업그룹이 편성되고 생산계획이 입안되며, 입찰, 교섭, 낙찰에 의해 자원할당이 이루어진다.
- 기본적으로 가치의 배분에 의해 시스템 전체의 거동이 제어된다.
- 본 논문에서 제안하는 시스템은, bottom-up으로 생산계획이 이루어진다는 점에서 기존의 계층형 생산시스템과 대비되며, 로컬컴퓨터의 역할을 강화시키고 시스템 전체의 효율성을 제고하였다는 점에서 기존의 자율분산형 생산시스템에 대비되며, 시스템의 거동이 전적으로 구성요소의 자율성에 의존한다는 점에서 기존의 혼합형 생산시스템에 대비된다.

금후, 본 논문에서 제안한 개념과 모델에 입각하여, 시스템을 구축하고, 시뮬레이션에 의한 평가방법의 개발, 의사결정 시에 참조하는 지식베이스와 그 정보의 경험에 기초한 합리적 갱신, 즉 agent의 학습능력에 대해, 연구를 진행해 나갈 예정으로 있다.

참고 문헌

- [1] Iwata, K. and Onosato, M., Random Manufacturing System, Annals of the CIRP, 431/1/1994, 379-384, 1994
- [2] Brussel, H.V., et al., A Conceptual Framework for Holonic Manufacturing, J. of Manufacturing Systems, 18-1, 35-52, 1999
- [3] Duffie, N.A. and Prabhu, V.V., Real-Time Distributed Scheduling of Heterarchical Manufacturing Systems, J. of Manufacturing Systems, 13-2, 94-107