

자가재구성 생산시스템에서의 목적주도 모델 개발

Development of goal-oriented model for self-reconfigurable manufacturing system

*# 류광일, 이상일, 박용주, 이선화

*#K. Ryu(kyryu@pusan.ac.kr), S. Lee, Y. Park, S. Lee
부산대학교 산업공학과

Key words : Reconfiguration, Goal-orientation, Fractal Manufacturing System

1. 서론

오늘날 급변하는 경영환경에서 점차 기업간 경쟁은 가속화되고 있으며 세계시장에서 생존하기 위하여 높은 유연성과 생산성, 낮은 생산비용을 동시에 만족시킬 수 있는 생산시스템을 원하고 있다. 변화에 능동적인 대처를 위해서는 자가 재구성 가능한 생산시스템이 필요하다. 자가 재구성에 대한 연구는 Fractal Manufacturing System (FrMS), Holonic Manufacturing System(HMS) 등의 생산시스템에서 연구가 진행되고 있다[1]. 하지만 생산 시스템의 자가재구성을 위한 목적에 대한 연구는 현재 미흡한 실정이다. 목적주도(Goal-Orientation) 기술은 생산시스템의 주요 목적을 Goal Model로부터 자동으로 생성하여 결정된 Goal에 의해 단위 목표(Objective)를 생성하고 이를 세분화한다. 따라서 본 논문에서는 자가 재구성 생산시스템이 스스로 주요 목적을 생성하여 이를 시스템에 적용시킬 수 있는 목적주도 모델 개발에 관하여 논의한다.

2. 자가재구성 생산시스템

자가재구성 생산시스템은 시스템 내부·외부의 환경변화에 자율적으로 반응과 대처를 할 수 있는 생산시스템을 말한다. 생산시스템 스스로 장비·설비의 논리적 연결구조에 대한 자율적, 능동적, 지능적 변화가 가능하여 환경에 대한 대처 능력이 뛰어나기 때문에 생산성 향상에 큰 도움을 줄 수 있다. [그림 1]과 같이 외부환경의 변화에 따라서 시스템이 스스로 대처하기 위해서는 외부환경의 변화를 자동으로 인식할 수 있어야 하며 자율적으로 논리 구조를 조정하여 시스템의 구조를 변화시킬 수 있어야 한다[2].

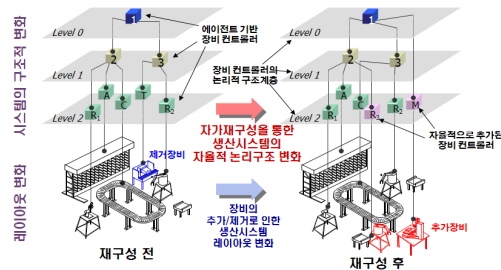


Fig. 1 Self-reconfiguration of a manufacturing system

3. 목적주도(Goal-Orientation) 기술

목적주도 기술은 FrMS를 대상으로 처음 제안되었다. [그림 2]와 같이 기존 연구에서의 생산시스템 Goal은 이미 정의되어 있으며 조직화 되어 있다는 기본 가정으로부터 출발하여 Goal Programming(GP), Multi-objective Problem Solving 등의 방법으로 문제를 해결하는 반면 Ryu & Jung[4]은 조직화된 Goal을 자동으로 생성하는 문제를 다루었다. Goal을 생성하는 메커니즘은 3단계로, 1) Goal을 처음 생성하는 Goal-generation Process (GGP), 2) Goal간의 충돌을 회피조정하는 Goal-harmonizing Process(GHP), 그리고 3) 상충되지 않는 Goal 간의 균형을 맞추는 Goal-balancing Process(GBP)로 구성된다. FrMS에서 Goal은 하위 프랙탈 Goal의 집합으로 표현된다.

$$g_{(p',i,j)}^{\delta,n} = (g_{(p',1,1)}^{\delta+1,n_1}, \dots, g_{(p',1,j_1)}^{\delta+1,n_1}, g_{(p',2,1)}^{\delta+1,n_2}, \dots, g_{(p',2,j_2)}^{\delta+1,n_2}, \dots, g_{(p',n,1)}^{\delta+1,n_n}, \dots, g_{(p',n,j_n)}^{\delta+1,n_n})$$

where, δ = level of the goal
 n = the number of sub-fractals
 p' = the vector for indicating the parent fractal,
 i = fractal indicator
 j = goal indicator (j_k = the number of sub-goals in the sub-fractal k)

또한 FrMS에서의 모든 Goal은 GGP 과정 동안 퍼지화 되어 계산되며 Fuzzy Goal의 정의는 다음과 같다.

$$\tilde{T} = [\tilde{g}_{(p,i,j)}^{\delta,n}; \tilde{g}_{(p,i,j)}^{\delta,n}] = (g_{(p,i,j)}^{\delta,n}, \underline{g}_{(p,i,j)}^{\delta,n}, \overline{g}_{(p,i,j)}^{\delta,n}),$$

$$g_{(p,i,j)}^{\delta,n} \geq 0, \underline{g}_{(p,i,j)}^{\delta,n} \geq 0]$$

GGP 과정을 통해 Fuzzy Goal은 하위 프랙탈로 전파될수록 점차 세분화되어 최종적으로 가장 하위 프랙탈의 Goal(Task와 유사)을 생성하게 된다.

4. FrMS에서의 Goal Model

생산시스템 내 Goal은 연관관계가 존재하는데 예를 들면, 생산성 향상을 만족시키기 위한 Goal은 자원 활용도의 최적화 및 비용, 제품품, 불량 등의 최소화화 관련된 Goal로부터 영향을 받는 것이다. 이와 같이 단위 Goal 사이에 존재하는 연관관계를 명확히 정의해야만 각 Goal을 기반으로 단위 업무 및 프로세스를 생성하였을 경우 구체적인 결과가 얻어지게 된다. [그림 2]는 Goal model의 예를 보여주고 있다[3].

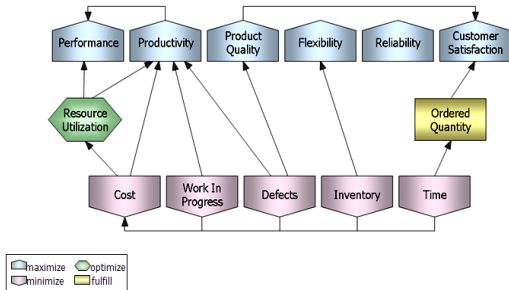


Fig. 2 Illustrative goal model

도출된 Goal Model은 Fuzzy Theory를 적용하여 Fuzzy Goal을 생성하게 된다. 최상위 Goal은 Fuzzy 정도가 가장 크며 이를 점차 세부 프랙탈의 Sub-goal을 생성해 나가면서 Fuzzy 정도를 줄여나가는 과정을 거치게 된다. 이러한 과정을 통해 결국 최하위 레벨의 프랙탈에서는 단위 Task와 유사한 Crisp Goal을 갖게 된다. [그림 3]은 Fuzzy Goal이 생성되는 과정을 보여주고 있다[4]. [그림 2]와 같은 Goal Model로부터 생성된 프랙탈의 Objective는 시스템 내의 단위 작업(Work)을 수행하기 위한 정보를 포함하고 있으므로 이를 통한 단위 작업의 자동 생성이 가능할 것으로 보인다.

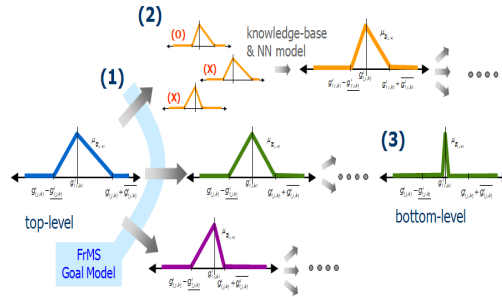


Fig. 3 Fuzzy goal generation process

5. 결론

생산시스템의 패러다임은 끊임없이 변화하고 있다. 기술의 발전에 따라 이전에는 개념적, 이론적으로만 가능했던 시스템의 구조 및 기술이 가능해지고 있는 것이다. 공정상에서 사용자의 개입을 최소화하며 시스템 내·외부의 환경변화에 따라 시스템의 Goal을 변화시킬 수 있는 자가 재구성 시스템에서의 목적 모델은 제조기업의 경쟁력 향상에 큰 기여를 할 것으로 판단된다.

그러나 이를 위해서는 생산시스템에서의 Goal Model 조사 및 분석을 통한 일반화된 Goal Model을 도출하고 일반화된 FrMS Goal Model을 개발해야 한다. 도출된 Goal 모델을 기반으로 개념적 수준에 머물러 있는 Fuzzy Goal의 선정, 전개/진화, Defuzzification 등의 세부 기술에 대한 연구와 함께 생성된 Goal에 대한 사전평가 및 실제 작업 수행 이후의 사후 평가에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. Mehrabi, M. G., Ulsoy, A. G., and Koren, Y., "Reconfigurable manufacturing systems: Key to future manufacturing," *Journal of Intelligent Manufacturing*, **11**, 403-419, 2000.
2. Ryu, K. and Jung, M., "Agent-based fractal architecture and modelling for developing distributed manufacturing systems," *Int. Journal of Production Research*, **41**, 4233-4255, 2003.
3. Ryu, K. and Jung, M., "Goal-orientation Mechanism in the Fractal Manufacturing System," *Int. Journal of Production Research*, **42**, 2207-2225, 2004.
4. Ryu, K., Yücesan, E., and Jung, M., "Dynamic Restructuring Process for Self-reconfiguration in the Fractal Manufacturing System," *Int. Journal of Production Research*, **44**, 3105-3129, 2006.