

인지 에이전트 기술 기반의 머신샵 장애 관리 시스템

Machine Shop Disturbance Management System based on Cognitive Agent

*#박흥석¹, 박진우¹, Tran-Ngoc Hien¹, 송준엽², 김동훈²

*#H. S. Park¹(phosk@ulsan.ac.kr), J. W. Park¹, T. N. Hien¹, J. Y. Song², D. H. Kim²

¹ 울산대학교 기계자동차공학부, ² 한국기계연구원

Key words : Disturbance Management, Agent Technology

1. 서론

제조시스템 내에서 발생하는 장애의 신속한 해결 방법에 대한 연구들은 일반적인 제조 산업 내의 공통적인 관심 분야이다. 그러나 기존의 제조시스템에서는 제품 생산 가능 시간 중 약 50~60% 퍼센트만이 실제 제품을 만드는 데에 소요되며 나머지 시간들은 제조시스템 내에서 발생하는 각종 장애로 인하여 허비되고 있다. 이는 제품의 생산성 향상을 추구하는 현시대의 제조 산업 패러다임 변화에 큰 문제점으로 부각되고 있으며 이로 인해 제품 생산 시 발생하는 각종 장애들을 효율적으로 해결하기 위한 많은 연구들이 진행되고 있다.

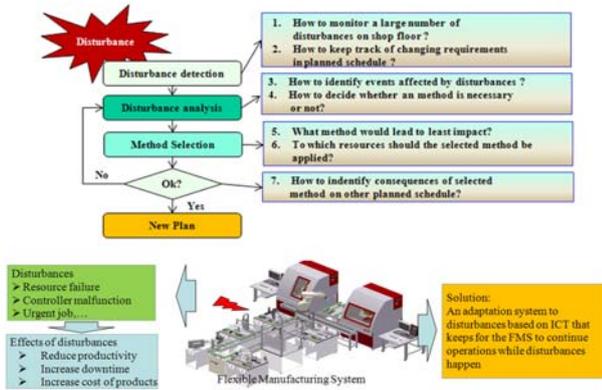


Fig 1. Challenges and a feasible solution for adapting to disturbances

장애 대응 절차는 장애 발생 및 인지, 발생 장애의 분석, 장애 대응 방법 선정 및 평가의 순서로 이어진다. Fig 1은 제조시스템에서 발생한 장애에 대응하기 위한 기존의 접근 방법을 나타낸다. 머신샵 내의 많은 장애들의 모니터링, 계획된 일정의 변경 요구에 대한 주시, 장애의 사전 대응 또는 사후 대응에 대한 방법의 결정, 주요 가중치에 의한 대응 방법의 선정, 사용 정보들의 수집 및 선정, 선정된 장애 대응 방법에 대한 평가 등이 기존의 장애 대응 절차 주요 요소들이다.

제조시스템에서의 “인지”란 자동 운영의 범위를 증가시키기 위해 인지능력 및 인지 제어의 기능이 추가된 머신 및 공정으로 나타낼 수 있다. 인지 제어는 제조 환경 내의 정보 감지, 기존의 지식을 활용한 의사 결정, 환경 변화에 대한 능동적 대처 등의 세 가지 행위로 구성된다. 직각, 추론을 통한 의사 결정, 학습 및 계획 등과 같은 인지 능력은 머신 등과 같은 장치들이 스스로 무엇을 하고 있는가를 기술적으로 알 수 있도록 하는 것이다. 인지능력이 추가된 제조시스템들은 상호 작용 및 협력이 훨씬 용이해질 것이며 또한 더욱 강건하고 유연하며 효율적인 특징들을 가질 수 있을 것이다.

이에 본 논문에서는 머신샵에서 발생하는 장애에 자율적으로 대응하기 위하여 인지의 개념을 접목하여 다음과 같은 목적을 이루기 위한 인지 기술 기반 머신샵 장애 관리 시스템의 컨셉 및 구조 설계를 기술한다.

- 제조시스템이 정지하지 않고 지속적으로 작업하며 이와 함께 장애 대응을 할 수 있는 제어시스템
- 제조시스템의 의사 결정과 자신을 제어할 수 있도록 하는 기능 구현

2. 에이전트 기반의 머신샵 장애 관리 모델

장애 대응을 위한 인지 에이전트 기반 가공 시스템의 아키텍처는 Fig 2와 같다. 멀티에이전트 시스템은 장애가 발생하였을 때 제조 공정이 지속적으로 가동될 수 있도록 하기 위해 개발되었다. 또한 각각의 에이전트들은 앞서 언급된 인지 에이전트 아키텍처를 기반으로 설계된다. 인제 에이전트의 적용을 위해 머신샵의 자원들은 에이전트의 제어를 통해 각각의 장애에 대하여 대응한다. 또한 MES (Manufacturing Execution System)은 각종 센서들을 바탕으로 머신샵과 정보를 교환하며 해당 컨트롤러를 대상으로 운영 정보를 전송한다. 에이전트들은 제품 에이전트, 이송 장치 에이전트, 머신 에이전트 및 로봇 에이전트 등을 포함하는 각종 기능 인지 에이전트로 구분된다. 위의 에이전트들은 머신샵 내의 각종 기능 및 역할을 기준으로 분류된다. 물리적 에이전트를 구동하는 소프트웨어 에이전트들은 PC들 상에서 구동되며, 각각의 PC는 물리적 장치를 그룹화 하고 관리하는 역할을 한다. PC에는 에이전트의 응용을 위한 플랫폼이 설치된다. 에이전트들이 가지는 각종 정보들은 에이전트 관리 시스템 (AMS : Agent Management System)을 통해 관리된다. 또한, 에이전트 간의 통신은 메시지 전송 시스템 (MTS : Message Transport System)을 통해 관리되며, 이러한 AMS 및 MTS는 플랫폼 소프트웨어에 의해 제공된다. 에이전트 간의 메시지 송수신은 PC-PC, 무선 통신을 통한 MES 및 해당 머신 에이전트 간에 이루어진다.

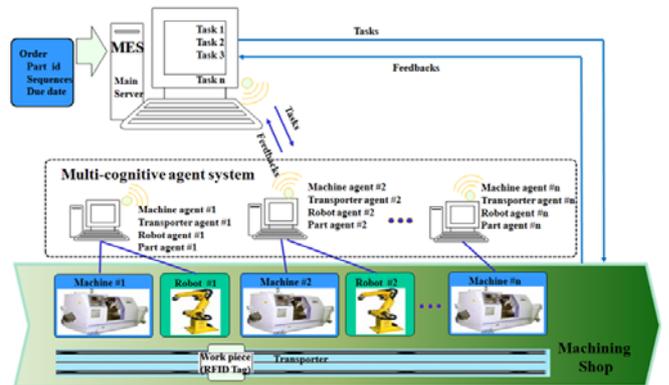


Fig 2. Model of a machining shop based on agents

머신샵 상에서 장애가 발생한 경우, 예를 들어 머신 1이 고장이 났을 경우에는 머신 에이전트 1이 다른 에이전트와 통신을 시도하여 자신의 가공 일정을 받아줄 수 있는 머신들을 조회한다. 이후 협상 과정을 거쳐 머신 1의 가공 업무를 대체할 다른 머신에게 업무를 전송한다.

3. 장애 대응 메커니즘

제안된 시스템의 결과는 장애의 분석 단계의 결과에 따라 크게 영향을 받는다. 에이전트는 장애의 진단 결과를 true 또는 false 로 의사 결정을 하기 때문이다. 본 연구에서는 자동차 부품회사 현장에서 발생한 약 700여 건의 장애 목록을 분석하였으며, 이를 통해 머신의 일반적인 장애 발생 유형을 분류하고 해결 방법을 모색하였다. 자동차 부품회사에서 제공된 클러치 하우징 가공 공정 발생 장애의 분류는 총 4 단계로 이루어진다(Fig 3). 첫 번째 레벨은 장애가 발생한 머신샵의 자원 (머신, 로봇, 이송

장치, 보조기구 등)으로 분류된다. 두 번째 단계는 첫 번째 레벨의 상세 요소로써 Tool, Tool magazine, Clamp, Pallet, Door 등과 같이 첫 번째 레벨의 물리적 하위 구성 요소이다. 세 번째 레벨은 두 번째 레벨에서 발생하는 장애 요소를 나타낸다 (파라미터 설정 오류, 설비 중단 등). 마지막 레벨은 장애에 대한 자세한 유형, 원인, 비가동 시간, 복구 방법 등의 정보를 포함한다. 이러한 장애 유형의 분류는 발생 장애의 데이터베이스를 구축함에 있어 필수 요소로 자리 잡고 있다.



Fig 3. Disturbance category

클러치 하우징 가공 공정이 진행되는 동안 구축된 데이터베이스는 실시간으로 공정 정보 및 장애와 관련된 정보를 업데이트한다. 이러한 정보들은 하위 구성 PC들에 의해 관리되며, 메인 서버는 머신샷의 현재 장애 정보를 실시간으로 알아볼 필요가 있을 경우 하위 구성 PC들에 접속하여 정보를 수집하게 된다. Fig 4는 실시간 공정 및 장애 정보 파악을 위한 DB 구성도이다.

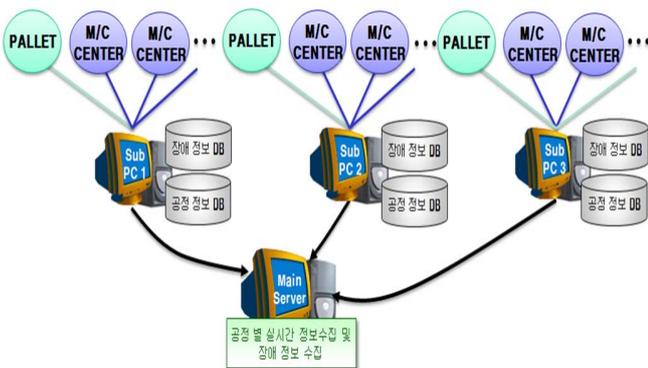


Fig 4. Real-time disturbance collecting

장애 분석을 위한 절차 및 적용 가능한 기술들은 Fig 5에 나타나 있다. 지능형 센서 네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅 기술 (RFID, 유비쿼터스 센서 네트워크, 무선 통신 기술 등)과 같은 ICT 기술들은 장애의 검지 단계에서 사용될 수 있으며, 신경망 네트워크, 퍼지 로직, 룰 기반 시스템, 익스퍼트 시스템 등의 패턴 인식 알고리즘은 장애의 분류에 적용 가능하다. 익스퍼트 시스템은 발생 문제에 대한 해답을 제공하기 위한 소프트웨어이다.

지식 및 정보는 룰 기반 또는 지식 기반 방법을 통해 저장되며 주요 룰의 사용은 "IF some condition THEN some actions"의 문법을 사용한다.

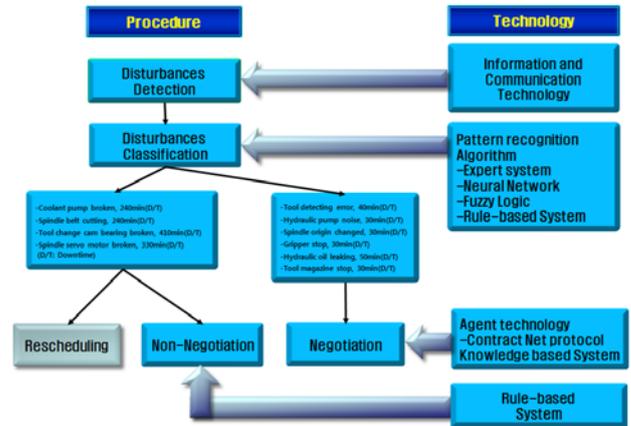


Fig 5. Disturbance adaptation process and technologies

비협상 계획 및 협상 계획은 장애의 유형에 따라 다르게 적용된다. 긴 극복 시간을 가지는 장애들 (냉각 펌프 파손, 고정벨트 절손, 캠베어링 파손, 서보모터 고장 등)은 비협상 과정을 따르며 고장 극복을 위한 스케줄 재조정이 요구된다. 반면 짧은 극복 시간을 가지는 장애들 (Tool 감지 에러, 유압 펌프 소음, 그리고 일시 정지, 유압 오일 누수, Tool magazine 정지 등)은 협상 과정 계획을 따른다. 비협상 계획은 룰 기반 시스템을 기반으로 수행되며, 비협상 계획은 에이전트의 통신 및 의사 결정 과정을 거치며 수행된다. 자율 멀티 에이전트로 구성된 시스템은 에이전트 간의 상호 정보 교환을 통해 유기적인 협상 과정을 거친다. 특히 에이전트들은 자율적이지만 독립적이지 않기 때문에 일정한 방식을 통해 협상과정을 수행하여야 한다.

4. 결론

본 연구를 통해 인간의 의사 결정 모델을 바탕으로 한 자율 적응 제조시스템에 적용 가능한 인지 에이전트 모델의 기본 사양 및 컨셉을 정의할 수 있었다. 또한 자동차 부품 제조업체의 가공 라인의 현장 발생 장애 목록의 분석 및 분류의 단계를 거쳐 머신샷을 구성하는 머신, 로봇, 이송 장치 등을 관리하는 기능 에이전트들 (머신 에이전트, 가공품 에이전트, 로봇 에이전트, 이송 장치 에이전트)을 정의하고 내부 구조를 설계하였다. 이를 통해 인지 에이전트 기반의 자율 시스템의 아키텍처 및 에이전트 간의 협상 메커니즘을 정의할 수 있다. 향후 과제로는 아키텍처 및 장애 대응 메커니즘의 평가 및 검증을 위한 자율적 Cell 운용 알고리즘 설계가 요구된다.

후기

This research was supported by MKE (Ministry of Knowledge Economy), Korea, under the Industrial Source Technology Development Programs supervised by the KEIT (Korea Evaluation Institute of Industrial Technology)

참고문헌

1. Saadat, M., Tan, M.C.L., Owliya, M., "Changes and Disturbances in Manufacturing Systems : A Comparison of Emerging Concepts", AutomCongress, WAC., 2008.
2. Scholz-Reiter, B., Freitag, M., "Autonomous Processes in Assembly Systems" Annals of the CIRP, 56/2, 2007.