

ANT 서버 기반의 AMR과 REST API를 활용한 MES 연동 인터페이스 모델 설계

도예지1, 정종필1*, 이채규1*,

김요한1, 정지호1, 장승민1

1성균관대학교, *Corresponding Author

ehdulwl@g.skku.edu, * jpjeong@skku.edu, * leechgyu@skku.edu,

s2s2kyh0907@g.skku.edu, lion3884@naver.com, jsm03258@naver.com

요 약

본 논문은 하이지노에서 Metafactory TESTBED 통합 플랫폼을 충북 테크노파크에 구축 중이며, 제조 실행 시스템(MES)과 자율 이동 로봇(AMR) 기술을 통합하여 제조업체의 물류 적재 작업을 자동화하고 효율적으로 관리하는 시스템 모델을 설계하는 것을 목표로 한다. 또한, AMR에서 수집된 데이터를 MES를 활용하여 분석하고 이를 실시간 모니터링으로 활용하여 이상 발생을 감지하고 작업 효율성을 향상시키는 것이 목적이다.

I. 서 론

본 논문에서는 제조 실행 시스템(MES)과 자율 이동 로봇(AMR) 기술을 통합하여 제조업체의 물류 적재 작업을 자동화하고 효율적으로 관리하기 위한 시스템 설계 및 구현에 대해 다루고 있으며, MES를 활용하여 AMR의 데이터를 수집하고 분석하여 실시간 모니터링과 이상 발생을 감지할 수 있도록 하는 것이다. 이는 제조업체 등 다양한 산업 분야에서 AMR 기술을 채택하여 작업 효율성을 향상하고 인력 낭비를 절감하는데 관심을 가지고 진행하였다.

MES는 생산 및 물류 재고 프로세스를 관리하는 중요한 소프트웨어이며, 이를 사용하여 생산 스케줄링, 작업지시, 자재관리, 품질관리 등을 조율할 수 있다. AMR은 물류 자동화를 위한 핵심 장비로서 자율적으로 최적화된 경로를 통해 적재 작업을 안전하고 신속하게 수행할 수 있다. MES와 AMR을 통합하게 되면 표준 통신 프로토콜 및 API를 활용하여 구현하게 되며, 이는 작업 효율성을 향상하고 오류를 줄일 수 있으며, 인력 절감 및 제품 처리 시간 단축과 같은 경제적 이점을 얻을 수 있다.

이에 따라 자동화 및 로봇 공학의 분야의 발전, 제조 실행 시스템 연구, 물류 및 공급망 관리 연구, 비용 절감 및 생산성 향상 연구, 산업 응용 연구 분야에서 많은 도움이 되고 있다.

화장품 후가공 공정에서의 데이터 관리 문제로 인한 효율성 저하와 비용 증가는 현장 작업자들이 물류 이동 후 수동으로 데이터를 입력하는 과정에서 비롯되었다. 이로 인해 불량률, 정보 오차, 작업 지연 등 다양한 문제가 발생하고 있다. 이에 따라 생산과 창고 운영에서의 효율성 저하와 비용 증가가 불가피하게 발생하고 있다.

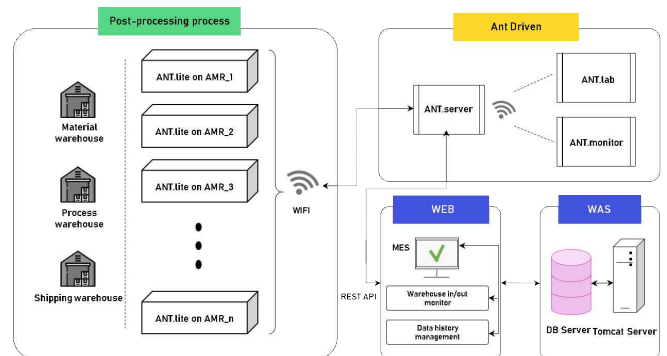
이러한 문제에 대응하여 자율 이동 로봇(AMR)과 제조 실행 시스템(MES)을 통합한 자동화된 물류 입·출고 창고 관리 시스템이 필요하게 되었다. 이 시스템은 물류 창고의 입·출고와 생산 과정의 데이터를 자동으로 관리함으로써 생산성을 향상하는 것이 주된 목표이다. 특히, AMR과 MES의 통합은 물류 작업의 정확성과 효율성을 높이는 데 주안점을 두고 있다. 이를 통해 불량률을 감소시키고 정보의 정확성을 향상해 현대적이

고 효율적인 물류 시스템을 구축하는 것이 목적이다.

II. 본론

본 과제에서는 충북 테크노파크의 화장품 후가공의 핵심 단계인 충전, 실링, 박스포장 공정에 중점을 두고 있다. 각 공정은 자체 창고를 보유하고 있으며, 자체 창고와 각 공정 창고, 출하 창고로 분리되어 있다.

전반적인 시스템 아키텍처는 아래 그림과 같다.



AMR은 ANT.lite 플랫폼을 기반으로 하며, 각 창고와 공정에 배치된다. ANT.lite는 서버와 무선랜을 통해 연결되어 실시간 데이터 수집이 가능하며, 이를 통해 각 단계에서의 원활한 자동화가 가능하여 지연시간을 최소화하여 데이터의 정확도를 높일 수 있다.

MES 시스템에서는 웹 기반 인터페이스를 통해 다양한 기능을 제공하고 있으며, 창고 입·출고 모니터링과 데이터 이력관리와 같은 주요 핵심 기능들을 수행한다. 또한, AMR의 창고 입·출고 정보를 효율적으로 수집하고 관리하기 위해 ANT 서버와 REST-API를 활용하여 통신이 이루어진다. 핵심 기능에서 창고 입·출고 모니터링에서는 현장 작업자들이 각 자재/공정/출하 창고의 물류 입·출고 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있어 재고 관리와 물류 이동 간의 프로세스 최적화에 용이하게 사용될 수 있다. 두 번째로 데이터 이력 관리 기능에서는 각 자재/공정/출하 창고의 입·출고 데이터의 이력을 관리하여 실시간으로 데이터 이동 변화

과정을 확인하여 생산을 하는데 효율적으로 작업 할 수 있도록 도와준다.

다음 그림에서는 화장품 후가공 공정에서 AMR을 활용한 MES 시스템 흐름도를 설명하는 것이다.



제조 프로세스는 수주를 기반으로 시작되며, 수주 정보는 MES 시스템에 입력되고, 이를 토대로 생산 계획이 수립된다. 수주를 받은 후에는 생산 작업지시서가 자동으로 발행되어 바로 생산을 할 수 있는 환경을 제공한다. 작업지시서를 통해 제조해야 할 제품의 세부 정보와 생산에 필요한 작업 지침을 알 수 있으며, 해당 정보는 사전에 기준정보에 등록되어 있다. 현장 작업자는 작업지시서가 발행되면 해당 제품을 생산하는 데 필요한 모든 자재와 부품의 목록을 포함하고 있는 BOM을 확인한다. 자재 창고에 해당 자재의 재고가 충분하다면 자재 이동 담당 AMR이 할당된다. 자재 창고에 도달한 AMR은 BOM에 명시된 자재를 수거하여 해당 공정으로 이동하게 된다. 이동 후 충전 공정에 자재를 투입하고 나서는 AMR은 홈 베이스로 이동하거나 다음 작업을 수행하게 된다. 만약 자재 창고에 재고가 부족하게 된다면 생산은 일시 정지 또는 중단된다.

화장품 후가공의 실링, 박스포장 공정도 각 공정의 BOM에 따라 자동으로 AMR을 통해 공정으로 공급되어 생산이 이루어진다. 각 단계에서의 자동화는 MES 시스템을 기반으로 하여 효율적인 제조 프로세스를 구성한다. 마지막 공정인 박스포장 공정에서 완제품이 최종적으로 조립된다. 이후 출하 창고 이동 담당 AMR이 할당되어 완제품을 출하 창고로 이동시킨다. 할당받은 AMR은 홈 베이스로 이동하거나 다음 작업을 수행한다. 이는 ANT 서버와의 통신을 통해 실시간으로 AMR의 위치와 입·출고 데이터 정보가 업데이트되며, MES 시스템 중 입·출고 모니터링 및 데이터 이력관리에서 확인할 수 있다.

III. 결론

기존의

기존의 물류 창고 운영에서의 현장 작업자가 수동으로 물류 이동 후 시스템에 데이터를 입력하는 방식이 주를 이루고 있으며, 이로 인해 데이터 관리의 수동성으로 인한 불량률과 시스템 정보 오차가 높게 발생하고 있어서 운영에 어려움을 겪고 있다. 또한, 물류 이동 로봇을 사용하는 업체 중에서는 MES와는 독립적으로 운영되는 창고 관리 시스템을 통해 모니터링하는 경우가 많다. 그러나 본 과제에서는 새로운 물류 창고 입·출고 시스템을 설계하여 이러한 어려움을 극복하고자 하였다.

이 시스템은 MES 시스템과 AMR을 효과적으로 연동하여 자동화를 구

현하여 실시간으로 물류 작업을 모니터링 할 수 있게 되었다. 이를 통해 기존 공정 프로세스보다 더 정확한 데이터 관리와 감독이 가능해졌다. 이렇듯 물류 자동화를 도입함으로써 작업의 효율성이 향상되고 결정적으로 오류가 줄어들어 인력 절감 및 제품 처리 시간 단축과 같은 경제적 이점을 얻을 수 있게 되었다.

더불어 이 연구는 학문적으로도 가치가 있다. 첫째로, 자동화 및 로봇 공학 분야의 발전에 이바지할 수 있다. 특히, 자동 이동 로봇(AMR)을 활용하여 물류 작업을 자동화하는 방법에 관한 탐구는 로봇 공학과 자동화 분야에 새로운 지식을 제공할 것으로 보인다. 두 번째로, ANT 서버와 REST-API를 이용한 AMR과 MES의 통합 방법은 고급 로봇 제어와 협력 시스템 개발에 대한 새로운 아이디어와 접근 방법을 제시한다. 그뿐만 아니라, 제조 실행 시스템 (MES)에 대한 연구도 이 프로젝트의 중요한 부분이다. MES 소프트웨어가 생산과 물류 프로세스에 어떻게 적용되고 개선될 수 있는지에 대한 연구는 제조 업계에서의 핵심적인 이슈에 대한 심층적인 이해를 제공할 것으로 예상된다.

참고 문헌

- [1] F. Aydemir and F. Basciftci, "Application of HATEOAS Principle in RESTful API Design," 2022 IEEE 22nd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics and 8th IEEE International Conference on Recent Achievements in Mechatronics, Automation, Computer Science and Robotics (CINTI-MACRo), Budapest, Hungary, 2022, pp. 000051-000056, doi: 10.1109/CINTI-MACRo57952.2022.10029427.
- [2] Q. Liu, X. Guo, Y. Lei and M. Wang, "Manufacturing Execution System Driven by Industrial Big Data," 2021 4th World Conference on Mechanical Engineering and Intelligent Manufacturing (WCMEIM), Shanghai, China, 2021, pp. 543-546.
- [3] S. Noh, J. Park and J. Park, "Autonomous Mobile Robot Navigation in Indoor Environments: Mapping, Localization, and Planning," 2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), Jeju, Korea (South), 2020, pp. 908-913.
- [4] Abd-Rabboh, H. S., Amr, A. E. G. E., Elsayed, E. A., Sayed, A. Y., & Kamel, A. H. (2021). based potentiometric sensing devices modified with chemically reduced graphene oxide (CRGO) for trace level determination of pholcodine (opiate derivative drug). RSC advances, 11(20), 12227-12234.
- [5] Mahfouz, N., Ferreira, I., Beisken, S., von Haeseler, A., & Posch, A. E. (2020). Large-scale assessment of antimicrobial resistance marker databases for genetic phenotype prediction: a systematic review. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 75(11), 3099-3108.
- [6] Biloshmi, R., Bevilacqua, M., Fabiano, E., Caruso, V., & Navigli, R. (2021, November). SPRING goes online: end-to-end AMR parsing and generation. In Proceedings of the 2021 conference on empirical methods in natural language processing: system demonstrations (pp. 134-142).
- [7] Jiang, N., & Hu, Y. Z. (2012). Cloud Computing Model and REST APIs Implementation. Advanced Materials Research, 366, 416-420.
- [8] Huang, K. (2014). Architecture Research and Design of Cloud

Computing Service Based on REST. *Advanced Materials Research*, 989, 1934–1937.

[9] Löcklin, A., Dettinger, F., Artelt, M., Jazdi, N., & Weyrich, M. (2022). Trajectory Prediction of Workers to Improve AGV and AMR Operation based on the Manufacturing Schedule. *Procedia CIRP*, 107, 283–288.

[10] Mahmood, A., Aamir, M., & Anis, M. I. (2008, October). Design and implementation of AMR smart grid system. In *2008 IEEE Canada Electric Power Conference* (pp. 1–6). IEEE.

[11] Mahmood, A., Aamir, M., & Anis, M. I. (2008, October). Design and implementation of AMR smart grid system. In *2008 IEEE Canada Electric Power Conference* (pp. 1–6). IEEE.

[12] Alatise, M. B., & Hancke, G. P. (2020). A review on challenges of autonomous mobile robot and sensor fusion methods. *IEEE Access*, 8, 39830–39846.

[13] Goris, K. (2005). Autonomous mobile robot mechanical design. Vrije Universiteit Brussel, Engineering Degree Thesis, Brussels, Belgium.

[14] Tian, J., Zhang, Z., Hou, W., Wang, Z., Yang, G., Li, S., ... & Jia, Y. (2023). Effect of TaN buffer layer on the sensitivity of ASIC-integrated AMR sensors. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 585, 171126.

[15] Canché, L., Ramírez, M. D. J., Jiménez, G., & Molina, A. (2004). Manufacturing Execution Systems (MES) Based on Web Services Technology. *IFAC Proceedings Volumes*, 37(5), 135–140.