

마이크로 풀필먼트 플랫폼 기반 자동화 설비의 고속 정밀 제어 기법

(High speed and precision motion control of automation equipment robot based on a Micro Fulfillment Center)

황형진^{†*}, 정상훈[‡], 안형준[‡], 윤장규[‡]

[†]경북IT융합산업기술원

(Hyeongjin Hwang, Sanghun Jung, Hyoungjun Ahn, Jangkyu Yun)

([‡]Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology)

Abstract : 최근 코로나 19 팬데믹으로 인한 비대면소비가 확산했고 주요 고객층인 1인가구의 증가와 베이비붐 세대의 온라인 시장 진입으로 인해 MFC 관련 산업에 대한 관심이 크게 성장했다. 이에 따라 물동량 역시 폭발적으로 증가하며 기존 배송 방식보다 빠르고 효율적인 풀필먼트의 확장이 시급한 상황이다. 따라서 본 논문에서는 MFC 내에 구축되는 자동화설비 중 물류 이송로봇인 스테이지 설비의 고속 정밀제어 방법을 제안한다. 제안한 제어기법은 정해진 자동화 수준에 따라 정밀하고 빠른 시간 내에 물류를 운반하여 물류 시스템의 효율성을 크게 증대시켜 줄 것이며 추후 오토스토어 시스템에도 적용할 예정이다.

Keywords : MFC (Micro Fulfillment Center), Automation logistics, High speed motion control, Autostore

I. 서 론

최근 코로나 19 팬데믹 여파 등 사회 환경적 요인에 따라 온라인쇼핑을 통한 거래액이 기하급수적으로 증가하고 있다. 특히, 최종 물류허브에서 최종 목적지까지 제품을 배송하는 단계인 말단배송이 차지하는 비중이 50%이상을 차지하고 있어 말단배송 시스템의 고도화와 효율성의 증대가 절실한 상황이다. 최근 말단배송의 효율을 극대화할 수 있는 구체적인 대안 물류시스템으로 MFC(Micro Fulfillment Center) 시스템 도입이 선진국을 중심으로 활발히 이루어지고 있다 [1].

MFC는 빠른 배송서비스를 제공하기 위해 최종 소비자와 가까운 도시 내 또는 인근 지역에 위치한 소규모 물류시설로서 작업 효율성 향상을 위한 다양한 자동화 기술이 적용되고 있다. 최근 주문량의 증가와 운영 효율화 관점에서 고비용의 자동화 설비를 도입하는 물류센터가 증가하고 있다. 하지만

자동화 설비 도입이 목표 처리량을 보충하지는 않으며 도입한 설비를 어떻게 운영하는지에 따라 목표 처리량을 초과 달성할 수 있고 처리량이 기대에 미치지 못할 수 있다. 운영 방식의 개선을 위해서는 프로세스 및 데이터 분석을 통해 비효율이 발생하는 원인과 인과관계를 도출해야 한다. 그리고 해결해야 하는 문제를 목적, 제약사항, 결정 변수로 구조화하고 문제 해결을 위한 적합한 방법론을 찾아야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로는 물류설비의 도입, 레이아웃의 개선, 프로세스의 개선, 최적화 및 인공지능 기법을 적용하는 로직 개선 등이 있다. 특히 물류현장은 정형화된 공장 자동화 등과는 달리 다양한 화주의 다양한 상품, 서로 다른 환경으로 이뤄져 복잡하다. 이와 같은 물류현장에서 로봇을 도입하기 위해서는 각 업무에 특화된 다양한 종류의 로봇을 각각 적용해야 실질적인 효과를 낼 수 있다.

본 논문에서는 MFC 내에 구축되는 자동화 설비 중 물류 이송로봇의 작업 효율성을 향상시키기 위해 고속 정밀제어 기법을 제안한다.

II. 본 론

*Corresponding Author (교신저자 이메일)

황형진, hjhwang@gitc.or.kr: 경북IT융합산업기술원

※ 본 논문은 중소벤처기업부의 규제자유특구혁신사업 육성 지원에 의한 연구임 [P0020334]

그림 1은 자동화설비 중 물류 이송로봇인 스테이지 설비이다. 스테이지 설비는 모터를 사용하여 물류를 빠르고 정밀하게 이송시켜준다. 본 논문에서는 고속에서 발생하는 진동, 속도리플과 같은 다양한 외란성분을 보상해줄 수 있는 제어기를 설계하고자 한다.



그림 1. 물류 이송 로봇
Fig. 1. logistics transport robot

그림 2는 제안하는 제어구조이다. 산업현장에서 가장 많이 사용하는 제어기법인 PID 제어기와 과도 구간에서 우수한 추적 성능을 가지는 Feedforward controller를 제안한다. 또한 고속에서 발생하는 진동과 속도리플을 보상하기 위해 외란관측기를 사용하였다. 특히 외란관측기는 기존 제어기의 내부 루프에 간단히 추가함으로써 외란과 모델불확실성을 보상할 수 있어 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다 [2].

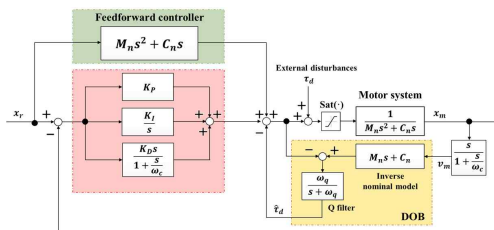


그림 2. 제안하는 제어기 구조
Fig. 2. Structure of the proposed controller

III. 결론

본 논문에서는 MFC 내에 구축되는 자동화 설비의 고속 정밀제어 기법을 제안했다.

제안한 제어기법은 물류의 빠른 운반을 통해 작업 효율성을 향상시킬 뿐만 아니라 MFC 구축에 효과적인 오토스토어 시스템에도 적용이 가능하다. 그림 3인 오토스토어는 재고 보관부터 피킹, 출고에 이르는 전과정을 자동화한 큐브형 자동창고이다. 이러한 큐브형 시스템은 높은 적재밀도에 따른 공간

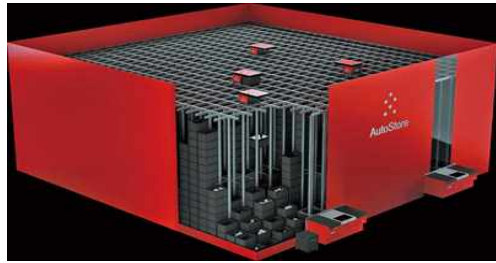


그림 3. 오토스토어 시스템
Fig. 3. Autostore system

효율성이 높고 빠른 입출고 속도 등 다양한 장점이 있다. 이러한 자동화 시스템 제어기법의 적용은 오토스토어 도입 및 MFC 확산에도 도움이 될 것으로 예상된다.

References

- [1] A. Verbraeck and C. Versteegt, "Logistic control for fully automated large scale freight transport systems; event based control for the underground logistic system Schiphol," ITSC 2001. 2001 IEEE Intelligent Transportation Systems. Proceedings (Cat. No.01TH8585), 2001, pp. 768-773,
- [2] K. Cho, J. Kim, S. B. Choi, and S. Oh, "A high-precision motion control based on a periodic adaptive disturbance observer in a PMLSM," IEEE/ASME Trans. Mechatronics, vol. 20, no. 5, pp. 2158 - 2171, Oct. 2015. Hong, and J. Park, "Novel embedded OS for soccer robot system". Journal of Embedded Systems, Vol. 1, No. 1, pp.1-12, 2004.