

# MFC 시스템의 자동화 기술과 물류 효율성

## (MFC System Automation Technology and Logistics Efficiency)

권오연<sup>†</sup>, 황상호<sup>†</sup>, 최준형<sup>†</sup>, 조중재<sup>†</sup>, 정철우<sup>†</sup>, 김성호<sup>†\*</sup>  
<sup>†</sup>(재)경북IT융합산업기술원

(Oeon Kwon, Sang-Ho Hwang, Jun-Hyeong Choi, Jung Jae, Cho, Cheolwoo Jung, Sungho Kim)  
(<sup>†</sup>Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology (GITC))

Abstract : This paper aims to study the impact of automation technology in MFC (Micro-Fulfillment Center) system on the efficiency of logistics centers. The MFC system is evolving with the introduction of automated technologies such as robotic arms, loading machines, sensors, and artificial intelligence. As a result of these technological advancements, the MFC system can perform logistics tasks more efficiently, leading to faster and more accurate deliveries. Through detailed analysis of the problems related to the automation technology of MFC systems, this paper emphasizes the importance of increasing logistics efficiency and aims to identify technological factors that can lead to the development of the future logistics industry.

Keywords : Micro-fulfillment center, MFC System, technology

### 1. 서론

Micro-fulfillment Centers(MFC)은 고객 주문 처리와 배송을 위한 작은 공간에서 작업을 수행하는 미래형 물류 시스템으로, 온라인 쇼핑 시장의 성장과 소비자들의 수요 증가로 인한 물류 산업의 변화와 요구에 대한 대응으로 등장하게 되었습니다. 기존의 대규모 물류센터와는 달리 MFC 시스템은 작은 공간에서 물류 작업을 처리해야 하기 때문에 물류 작업의 효율성과 정확성을 높이기 위한 자동화 기술이 필수적이다. MFC 시스템 내에서 자동화 기술을 중심으로 물류 작업이 이루어지며, 이를 통해 고객 주문 처리 및 배송 과정에서의 작업 효율성을 높일 수 있다. 미래형 물류 시스템인 MFC의 증가 추세는 계속되고 있다. 전 세계적으로 MFC

시스템을 도입하는 기업들이 늘어나면서, MFC 시스템의 운영 개수와 규모가 크게 증가하고 있다. 미국의 전문 시장 조사기업인 eMarketer에 따르면, 2021년 미국 전자상거래 시장에서 MFC 시스템의 점유율은 2.5%이며, 2023년에는 4.3%로, 2025년에는 6.2%까지 증가할 것으로 예상된다. 이는 MFC 시스템이 미국 전자상거래 시장에서 빠르게 성장하고 있다는 것을 보여준다.

본 논문은 MFC 시스템이 물류 산업에서 어떤 역할을 수행하는지, 그리고 MFC 시스템을 구성하는 기술적 요소 및 현재의 문제점에 대해 탐구한다. MFC 시스템에서 사용되는 자동화 기술로는 로봇 팔, 적재기, 센서, 인공지능 기술 등이 있다[1]. 이러한 기술들은 물류 작업의 효율성과 정확성을 높이는 데 큰 역할을 하지만 야기될 수 있는 문제점을 살펴보고 해결방안을 제시한다. 문제점이 개선된 기술적 요소들이 MFC 시스템을 효율을 높이는데 중요한 사항들이며, 이를 통해 더욱 빠르고 정확한 물류 작업을 수행할 수 있다[2]. 2장에서는 물류시스템의 변화와 변화에 따른 문제점들에 대해서 서술하며, 3장에서는 물류시스템 기술 적용 예시와 개선 방안을 서술하며, 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

\* 교신저자(Corresponding Author)

권오연, 황상호, 최준형, 조중재, 정철우, 김성호 :  
경북IT융합산업기술원

※ 본 연구는 중소벤처기업부의 규제자유특구혁신 사업육성 지원에 의한 연구임 [P0020333]

## II. 물류 시스템의 변화와 문제점

과거의 물류 시스템은 대규모 물류센터를 중심으로 수동적인 물류 작업이 이루어졌다. 이러한 시스템은 대량 생산과 판매, 대규모 유통망에 기반을 두고 있었다. 이는 대량화와 표준화를 통해 생산성을 높일 수 있었지만, 공급망과 수요간의 거리가 멀어지면서 비용 증가와 지연 문제가 발생하였다. 오늘날의 물류 시스템은 온라인 쇼핑 시장의 성장과 함께 변화하고 있다. 소비자들은 편리한 온라인 쇼핑 경험을 원하며, 이에 따라 더욱 빠르고 정확한 배송이 필요해졌다. 이에 대응하기 위해 물류 시스템은 보다 유연하고 지역적인 구조로 변화하고 있다. 그림 1은 과거와 현재의 변화된 물류 시스템을 간략히 표현한 것이며, 이러한 구조는 Micro-fulfillment Centers(MFC)과 같은 작은 공간에서 고객 주문 처리와 배송을 위한 시스템으로 대표된다. MFC 시스템은 빠른 반응성과 효율성을 제공하면서도 작은 공간에서 물류 작업을 수행할 수 있는 기술적 요소들에 의존한다.



그림 1. 과거와 현재의 물류시스템 변화  
Fig 1. Comparison of past and current logistics systems

MFC 시스템은 혁신적인 변화를 가져오고 있지만, 문제점들은 존재한다. 기존의 대형 물류센터에 비해 보다 작은 규모로 운영되는 MFC 시스템은 수

용 가능한 제품 수량에 제한이 있을 수 있으며, 일반적으로 도시 내에 위치하고 있기 때문에 물류차량의 출입이 어렵다는 문제가 있다[3]. 또한, MFC 시스템의 운영비용이 상대적으로 높고 전문화된 기술과 노하우가 필요하기 때문에 구축과 운영이 어렵다는 문제로 인해 일부 기업들은 아직 MFC 시스템을 도입하지 못하고 있다. MFC 시스템이 수행하는 작업이 인력에 의존하는 대형 물류센터에 비해 자동화 수준이 높긴 하지만, 아직도 인력에 의존하는 작업이 있어서 인건비 등 인력 비용이 추가적으로 발생할 수 있다. 문제점들은 MFC 시스템이 보다 효율적으로 운영될 수 있도록 개선되어야 할 과제로 남아있다.

## III. MFC 시스템의 기술적 적용과 개선방안

기존의 대규모 물류센터에 비해 보다 작은 규모로 운영되는 MFC 시스템은 제품 수량에 제한이 있으며, 도시 내에 위치하고 있기 때문에 물류차량의 출입 문제점들이 있다. 이러한 문제점들을 개선하기 위해선 스마트한 수납 및 운반 시스템 도입을 통한 효율적인 공간 활용할 수 있다. 또한, 필요한 제품만 빠르게 입고하여 물류 작업의 효율성을 높일 수 있다. 더불어 물류차량 출입 문제는 충분한 주차공간 확보 및 MFC 시스템 내부에 로봇 기술을 활용한 제품의 운반 및 적재 작업을 자동화한다면 개선할 수 있을 것으로 예상된다.



그림 2. MFC 시스템의 문제점 보완  
Fig 2. Technological elements of MFC system

MFC 시스템은 자동화 기술과 데이터 분석 기술을 적극적으로 활용하여 물류 작업을 처리한다. MFC 시스템에서 사용되는 자동화 기술로는 로봇 팔, 적재기, 센서, 인공지능 기술 등이 있다. 로봇이나 컨베이어 벨트 등의 자동화 장비를 활용을 통해 인력에 의존하는 작업을 최소화하고 인건비 등 인력 비용이 추가적으로 발생 감소하며, 수작업보다 더 높은 작업 효율성 향상 할 수 있다. 로봇 팔은 제품을 자동으로 처리하고 포장하는 데 사용되며, 적재기는 제품을 정확하게 배치하여 사용된다. 센서는 자동차나 로봇과 같은 이동 장비를 이용하여 제품을 이동시키는 데 사용되며, 인공지능 기술은 데이터 분석과 학습을 통해 자동화를 향상시키는 데 사용된다.

자동화된 장비와 데이터 분석 기술을 활용하여 사람의 실수를 최소화하고 장비가 제품을 집어들 때 바코드를 스캔하여 제품 정보를 실시간으로 확인, 데이터 분석 기술을 활용하여 최적의 경로를 계산하며 데이터 분석 기술을 통해 수요 예측, 주문 처리, 재고 관리 등의 작업을 최적화하여 문제점을 개선하고 작업의 효율성과 정확성을 높일 수 있을 것으로 예상된다.

#### IV. 결 론

대형 물류센터에서 MFC 시스템의 변화과정 및 MFC 시스템 도입으로 인한 문제점들에 대한 개선 방법을 제안하였다. 이런 구성을 통해 고객 주문 처리와 배송 시간을 단축하고, 실시간으로 제품 정보와 배송 상황을 제공함으로써 고객 만족도를 향상된다. 또한 인력 비용과 운송비용을 절감할 수 있으며, 작은 공간에서 물류 작업을 처리할 수 있어 대규모 물류센터를 운영하는 비용을 절감할 수 있다.

MFC 시스템은 이미 혁신적인 기술을 도입하고 있지만, 더 발전된 기술이 나오면 더욱 효율적인 물류 시스템을 구축할 수 있을 것으로 예상된다. 미래의 MFC 시스템 도입 기술로 현재는 물류센터 내에서 로봇을 이용해 상품을 이동시키는데 활용하고 있지만, 미래에는 로봇 자체가 상품을 배송하는 역할을 할 수 있으며, 지하철이나 버스와 같은 대중교통을 이용해 미리 배치된 로봇이 상품을 배송하는 시스템이 개발될 수 있을 것이다.

향후 미래의 MFC 시스템 도입 기술은 다양한 형태의 드론 배송 서비스를 시험하거나 실시하고 있다[4]. 미래에는 물류센터에서 상품을 집적하고,

드론을 이용해 직접 배송하는 시스템이 구축될 수도 있을 것이다. 이는 특히 지리적으로 떨어져 있는 지역이나 배송이 어려운 환경에서 유용할 것이다. 더욱 정교하고 유연한 로봇 기술, 더욱 발전된 인공지능 기술, 더욱 고도화된 무인 항공기 기술 등이 MFC 시스템에 도입되어 물류 작업에서의 인력과 시간의 절약, 배송 속도 및 정확성의 향상 등 더욱 발전된 MFC 시스템이 구현되어 발전될 것으로 예상된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 한국교통연구원, "글로벌 물류기술 동향", 2020.
- [2] 손용정. 산업트렌드 변화에 대응한 물류혁신과 스마트물류산업 육성을 위한 물류정책 우선순위 평가. 기업과혁신연구, 2020.
- [3] B. Rouwenhorst, B. Reuter, V. Stockrahm, G.J. van Houtum, R.J. Mantel, W.H.M. Zijm, "Warehouse design and control: Framework and literature review". European Journal of Operational Research, Vol. 122, No. 3, pp.515-533, 2000.
- [4] 한경수, 정훈, "드론 물류 배송 서비스 동향". 전자통신동향분석, 제 35권, 제 1호, 71-7쪽, 2020.