

18. 자동화 컨테이너터미널 통합운영시스템의 개념적 설계

물류시스템공학과 최 장 림
지도교수 남 기 찬

최근 전세계적으로 컨테이너 터미널의 시설 확충이 두드러지게 이루어지고 있을 뿐 아니라 터미널 운영의 자동화가 빠르게 진전되고 있다. 특히, 인건비 상승, 정보통신기술의 발달, 전략적 물류관리 등의 환경 변화로 인하여 컴퓨터, 인공지능 기법, 제어기술 등 첨단 기술을 활용한 운영시스템 및 하역 장비의 자동화가 빠르게 진전되고 있다.

컨테이너 터미널 관련 기술은 크레인 등의 장비 관련 기술과 작업 계획 및 작업 지시 등 운영 기술로 대별되며, 이들은 서로 밀접하게 연관되어 있다. 현재 장비 관련 기술은 비교적 빠르게 진전되고 있으나 운영 기술은 상대적으로 뒤떨어진 상황이다. 또한 기존의 운영시스템은 각 하부 기능별로 분리 개발된 하부 시스템 중심으로 구축되고 있어서 제한된 터미널 자원을 최대한 활용하고 컨테이너 터미널의 생산성을 극대화하기 위해서는 자동화 기술을 기반으로 하는 통합운영시스템의 개발이 필수적이다.

컨테이너 터미널 통합운영 시스템에 대한 필요성과 이에 대한 요구는 계속적으로 증가하고 있으며, 일부 '세계적 기술을 보유한 회사들은 전세계의 컨테이너 터미널을 대상으로 자신들의 시장을 확보하고 있다. 싱가포르의 PSA, 네덜란드의 ECT가 현재 이 분야에 있어서 세계적인 기술 수준을 보유하고 있지만 지능화 및 통합화 측면에서 한계가 있다. 국내의 경우 이 분야의 연구가 활발하게 이루어지고 있고, 관련 기술이 세계 수준에 비해 크게 뒤떨어지지 않는 상태이기 때문에 이에 대한 기술을 보다 집중적으로 연구하여 완전한 시스템을 개발한다면 세계 수준의 기술을 확보할 수 있을 것이다.



따라서 본 논문은 최근 신항만을 중심으로 추진되고 있는 자동화 컨테이너 터미널의 운영을 위한 통합운영시스템을 개념적으로 설계하는 것을 목적으로 한다. 이를 위하여 터미널의 운영 환경 및 체계를 분석하고, 국내외 기술동향과 터미널 운영자들의 요구 사항을 분석하며, 시스템의 구성과 핵심 기술 전략 및 방안을 개념적으로 제시한다.

자동화 컨테이너 터미널 운영을 위한 통합운영시스템을 개념적으로 설계하는 것을 목적으로 하는 본 연구의 내용은 크게 네 부분으로 구성된다. 첫째, 컨테이너 터미널 운영 환경 및 시스템 환경 분석이다. 본 연구의 배경 및 당위성을 뒷받침하기 위하여 경제환경, 해운 및 항만 환경, 정보통신기술 환경 등을 분석하고, 국내 및 해외 터미널의 운영체계를 기술적인 측면에서 비교 분석하여 시사점을 도출한다. 또한 터미널 자동화와 관련된 요소기술의 동향을 분석하고 향후 개발시스템에 대한 수요자들의 요구를 바탕으로 하여 시스템 개발 방향을 도출한다. 둘째, 통합운영시스템의 구성을 각 기능별로 구분하여 제시한다. 지능형 계획시스템, 지능형 운영시스템, 일반관리시스템 등으로 대별하여 각 모듈별 세부 기능을 제시한다. 셋째, 통합운영정보시스템의 핵심기술 개발방향을 제시한다. 먼저 핵심 전략 및 개념을 제시하고, 최적화 및 지능화 모형, PDS 모형, ERP 및 C3I 개념, Time-Based 모델 등에 관하여 개념적으로 기술한다.

본 논문에서는 자동화 컨테이너 터미널 통합운영시스템을 개념적으로 설계하는 것을 목적으로 하고 터미널 환경 변화, 기존 국내외 터미널의 운영시스템 현황, 요소기술 동향 그리고 사용자 요구사항 및 핵심성공요인을 도출하였다. 이어서 통합운영시스템의 구성을 계획시스템, 운영시스템, 일반관리시스템 등으로 구분하여 세부 기능을 제시하였다. 마지막으로 시스템의 설계 목표 및 전략을 도출하고 시스템의 개발방향을 제시하였으며, 시스템의 기본 개념을 제시하였다.

기존 재래식 터미널에서 사용되는 운영시스템과 본 논문에서 제시하는 시스템은 몇 가지 측면에서 뚜렷한 차이가 있다. 첫째, 시스템의 기본 개념에 있어서 최적 자동화 개념을 도입하였다. 이것은 기존 터미널에서 운영 전문가들에 의하여 수행되는 제반 계획 및 작업 통제를 최적화 알고리즘, 인공지능 기법 등을 활용하여 컴퓨터 시스템에 의하여 수행되는 것을 가능하게 한다. 무인 자동화 터미널은 인력을 최소화하는 것이 주목적이기 때문에 운영 시스템 역시 이러한 요구에 부합해야 한다. PDS 모델은 계획(plan), 실행(do), 평가(see) 등의 과정을 거치는 시스템으로서 계획 및 실행된 결과를 설정된 형태로 분석·집계하여 추후 계획에 반영함으로써 계획 및 실행의 정확도를 높이는 장점이 있다. 통합자원계획 개념인 ERP 및 C3IT 개념 역시 새로운 개념으로서 운영 관리 업무를 통합하고, 전체 터미널에서 발생하는 사건들을 실시간으로 종합 관제하는 기능이다. 특히 Time-based Model은 기존 시스템들이 장치장 공간을 3차원 개념으로 처리하는 데 비하여 시간 개념을 도입한 4차원 개념은 장치장 이용 효율을 향상시킬 수 있는 새로운 개념이기도 하다.

계획시스템과 운영시스템 역시 전문가시스템 등을 도입하여 계획 수립 및 작업 통제를 시스템적으로 처리할 수 있도록 설계한 것이 기존 시스템과의 차이점이라고 할 수 있다. 일반관리 시스템에서는 통계처리 및 분석 기능을 강화하여 운영 전략 수립 및 의사결정에 필요한 형태의 정보를 생성하고 보관할 수 있는 D/B를 설계함으로써 시스템에 의해 이루어지는 계획 수립 및 작업 통제의 현실성과 정확도를 높일 수 있도록 한 점이 기존 시스템과의 큰 차이점이라 할 수 있다.

향후 본 논문에서 제시한 새로운 개념들이 적합한 모형과 방법론을 통하여 구체화됨으로써 실제 적용 가능한 시스템이 구축될 수 있을 것이다. 이를 위해서는 거시적인 측면에서의 개념적인 설계 부분의 연구가 활발하게 이루어져야 할 뿐 아니라 미시적인 측면에서의 관련 모형