

論 文  
B3-5

## 컨테이너 터미널 종합 관제 시스템의 구현에 관한 연구

최장림\* · 신재영\*\* · 김종렬\*\*\* · 김정우\*\*\*\*

### Implementation of Integrated Container Terminal Control System

J. L. Choi · J. Y. Shin · J. R. Kim · J. W. Kim

#### Abstract

과거의 터미널은 사회 간접자본으로서 수출입 화물을 처리하는 항만의 기능을 중요시하여 왔다. 하지만 21세기를 맞이하는 지금에 와서는 고부가가치를 창출하여 내는 전략산업으로서 보다 많은 이익을 위해 터미널의 효율적인 운영을 필요로 한다. 그러므로 터미널 종합 관제 시스템은 보다 지능화 되어 터미널에서 발생하는 문제들에 시스템 스스로 이에 대한 해결책을 만들어 내고 이를 실제의 운영에 반영할 수 있도록 하여야 한다. 하지만 현재의 터미널에 도입되어 있는 시스템은 단순히 현재의 터미널 상황을 모니터링 하는 수준에 그치고 있다. 시스템에서 자동적으로 문제를 검출하고 해결하기보다는 어떤 문제가 발생하였을 시 문제가 생긴 상황을 파악하는 용도로서만 이용되고 있는 실정이다. 본 논문에서 기술하고자 하는 지능형 종합 관제 시스템은 이러한 용도를 넘어서 시스템 스스로 문제 상황을 파악하고 이에 대한 해결책을 시스템이 스스로 찾아내고 이를 직접 지시하여 터미널에 발생한 문제들을 해결하여 주는 시스템이다.

### 1. 서 론

컨테이너 터미널의 생산성을 결정하는 주요한 세가지 요소로는 게이트(Gate), 야드(Yard)와 키사이드(Quay-side)이다. 컨테이너 터미널의 최대 생산성은 게이트(Gate)의 생산성과 야드(Yard)의 생산성, 키사이드(Quay-side)의 생산성 중에서 가장 최소의 생산성으로 결정되어진다. 그러므로 컨테이너 터미널의 최대 생산성을 향상시키기 위해서는

컨테이너 터미널의 세가지 요소 중에 최소의 생산성을 가진 요소의 생산성을 향상시켜야 한다. 하지만 이러한 물리적인 요소의 생산성 외에도 터미널 시스템의 성능도 터미널의 생산성에 많은 영향을 끼친다.

지금까지 컨테이너 터미널 시스템은 계획 시스템, 운영 시스템과 관리 시스템의 세가지 서브 시스템으로 구성된다. 계획 시스템은 선석 배정 계획, 장차장 배정 계획과 컨테이너 적, 양하 계획의 세 가지

\* (주) 토탈소프트뱅크, 이사  
\*\* 정회원, 한국해양대학교 물류시스템공학과 부교수  
\*\*\* (주) 토탈소프트뱅크, 부장  
\*\*\*\* (주) 토탈소프트뱅크, 계장

계획 시스템으로 구성된다. 선석 배정 계획은 터미널에 입항하는 선박에 대한 정보를 사전에 입수하여 수집된 입항 정보를 토대로 해당 선박에 적절한 터미널 내의 빈 선석을 할당하여 준다. 장치장 배정 계획은 터미널 장치장 공간의 효율적인 이용과 기타 하역 작업의 신속성을 도모하기 위한 장치장 내의 컨테이너 보관 위치를 결정하여 준다. 컨테이너 적, 양하 계획은 본선에 적재되어 있는 컨테이너의 양하와 적하의 작업순서를 본선의 안정도와 작업 효율을 고려하여 수립하여 준다. 운영 시스템은 터미널 외부와의 데이터 교환을 위한 EDI와 각종 장비들에 탑재되는 터미널들로 구성된다. 관리 시스템은 과금(Billing), 통계(Statistics)와 예방 정비(PMS : Planned Maintenance System)으로 구성된다.

이러한 컨테이너 터미널 시스템에서 어떤 문제가 발생하였을 때에는 사람의 개입을 필요로 하게 된다. 사람이 문제가 발생한 원인이 무엇인지를 파악하고 이러한 문제에 대한 해결책을 모색하고 이러한 해결책을 실행하여 터미널에 생긴 문제를 제거하여 주어야만 다시 업무를 원활하게 수행할 수 있게 된다. 하지만 이런 일을 수행할 수 있도록 잘 훈련되고 많은 경험을 가진 사람은 극히 드물고 이러한 인력을 양성하기 위해서는 많은 시간과 비용이 투입되어야 한다. 그 대안으로 본 논문에서는 터미널에서 현재 실제 일어나고 있는 상황을 모니터링(*monitoring*)하고 컨테이너 터미널에서 발생할 수 있는 문제 상황들을 스스로

로 찾아내고 이에 대한 해결을 스스로 할 수 있는 컨테이너 터미널 종합 관제 시스템의 구현에 관해 기술하고자 한다.

## 2. 구 현

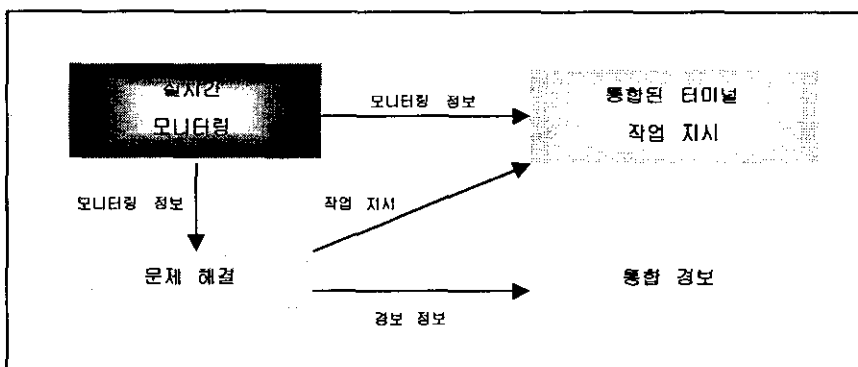
컨테이너 터미널 종합관제 시스템은 컨테이너 터미널에서 일어나는 모든 작업을 모니터링하고 이러한 모니터링을 통해서 컨테이너 터미널에서 발생할 수 있는 문제를 사전에 예측하고 이렇게 예측된 문제들을 사전에 제거하여 주고 문제가 발생하였을 경우에는 이를 시스템이 스스로 해결하여 줌으로써 컨테이너 터미널의 생산성을 극대화할 수 있도록 하여 주는 시스템이다.

이러한 시스템은 다음과 같은 서브 시스템으로 구성되어진다.

- 실시간 모니터링(Real-time Monitoring)
- 통합된 터미널 작업 지시  
(Integrated Job Ordering)
- 문제 해결(Problem Solving)
- 통합 경보(Integrated Alerting)

전체 시스템의 구성도는 [그림 1]과 같다.

실시간 모니터링은 컨테이너 터미널 종합관제 시스템의 가장 기본적인 기능을 수행한다. 이 기능은 컨테이너 터미널에서 일어나는 모든 작업을 작업이 이루어지는 즉시 사용자가 알 수 있게 화면에 나타



[그림 1] 컨테이너 터미널 종합관제 시스템 구성도

내어 주는 기능을 한다. 이러한 기능을 통해 사용자는 현재 터미널에서 이루어지는 작업이 무엇인지를 즉시 파악할 수 있게 된다. 이러한 모니터링의 정보들이 다른 기능들로 전달되고 다른 기능들은 이러한 모니터링의 정보들을 가지고 각기 필요한 정보들을 선별하여 각자의 기능을 수행하게 된다. 그러므로 컨테이너 터미널 종합관제 시스템에 있어 실시간 모니터링은 가장 근간이 되는 기능이라고 할 수 있다.

실시간 모니터링을 구현함에 있어서 가장 중요한 것은 시스템이 필요로 하는 정보가 무엇인지를 파악하는 것이다. 시스템을 운영하는 데에 있어 필요로 하는 정보들이 실시간 모니터링을 통하여 전부 공급됨으로 전 시스템에 걸쳐 필요로 하는 정보들을 우선 추출하여 내고 이를 바탕으로 하여 이러한 정보들을 어디에서 얻을 수 있고 이러한 정보들을 얻기 위해서는 모니터링해야 할 항목이 무엇인지를 결정하여야 한다.

통합된 터미널 작업 지시는 실제적으로 터미널에서 발생하는 모든 작업 지시를 시스템이 터미널의 현재 작업 환경을 고려하여 최적의 작업 지시를 생성하여 주는 기능이다. 이 기능이 실제 터미널을 운영하는 데에 있어서의 핵심이 되는 작업 지시를 생성하여 주므로 터미널의 생산성을 결정하는 핵심적인 기능을 수행하게 된다.

통합된 터미널 작업 지시에는 다섯 가지의 작업 지시를 행하게 된다. 트레일러가 터미널에 컨테이너를 가지고 들어오는 경우, 트레일러가 터미널에서 컨테이너를 가지고 나가는 경우, 선박에서 컨테이너

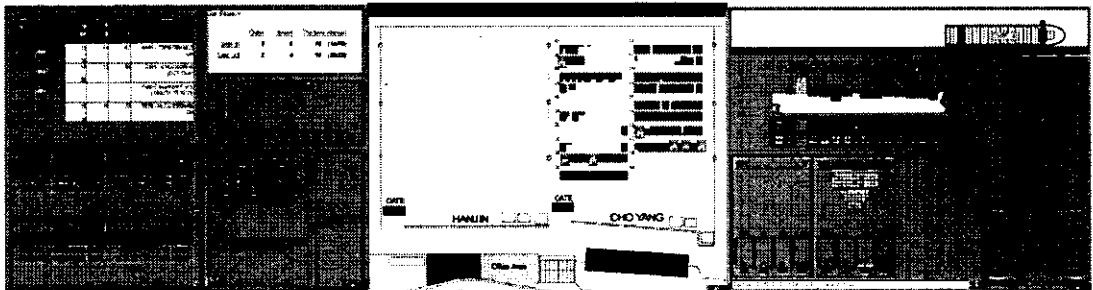
를 양하하는 경우, 선박에 컨테이너를 적하하는 경우의 4가지와 장치장 내에서 컨테이너를 이동하여 주는 이적의 다섯 가지의 경우가 발생하게 된다. 위 다섯 가지의 경우는 다음과 같이 세 가지로 구분하여 작업 지시를 결정하는 알고리즘을 구현한다.

- 터미널에 컨테이너를 가지고 들어오는 경우
- 터미널에서 컨테이너를 가지고 나가는 경우
- 장치장 내에서 컨테이너를 이동하는 경우

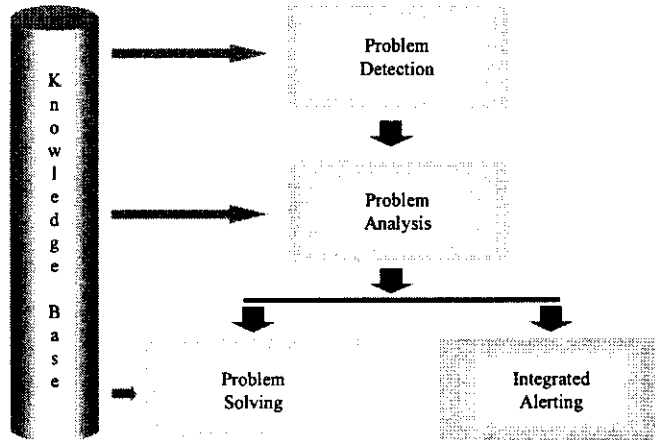
터미널에 컨테이너를 가지고 들어오는 경우에는 이 컨테이너를 위치시킬 수 있는 장치장 내의 위치와 이 작업을 할 장비를 결정하여 주어야 한다. 이러한 작업 위치와 장비를 결정하는 요소로는 장치장 배정 계획과 장치장 내의 장비의 작업 상태, 장치장 내의 교통 흐름과 키사이드의 작업 현황 등이다. 이러한 요소들을 고려하여 현재 장치장 내에서 가장 최적의 작업 위치와 장비를 결정하여 준다.

터미널에 컨테이너를 가지고 나가는 경우에는 현재 컨테이너가 놓여져 있는 위치를 알 수 있으므로 이 위치에서 작업을 할 장비만 결정하여 주면 된다. 이 때 만약 작업을 할 컨테이너를 꺼내기 위해 다른 컨테이너를 옮겨야 하는 경우에는 시스템이 옮길 위치를 결정하여 준다. 특히 컨테이너를 선박에 적하하는 경우에는 선박에 적재되는 순서를 고려하여 한 배 내에서 컨테이너를 보다 더 적게 이적할 수 있는 위치로 컨테이너를 옮긴다.

장치장 내에서 컨테이너를 이동하는 경우에는 장치장 배정 계획에서 컨테이너를 옮길 계획을 수립하여 작업을 할 시점에 이 작업을 수행할 장비를 결정



[그림 2] 모니터링의 화면 구성



[그림 3] 문제 해결 개념도

하여 주어야 한다. 이 때에는 현재 장치장 내에서 작업을 하고 있는 장비들의 상태를 파악하여 적절한 장비를 선정하여 주는 알고리즘을 필요로 하게 된다.

문제 해결은 컨테이너 터미널에서 문제가 발생하였을 때 문제가 발생한 원인을 파악하고 문제를 해결할 해결책을 시스템이 스스로 찾아내어 문제를 시스템이 자동적으로 해결하여 주는 기능이다. 이러한 기능을 구현하기 위해서는 우선 터미널에서 발생가능한 모든 문제들을 전부 나열한다. 그리고 이렇게 나열된 문제가 발생하는 원인을 찾아내고 이러한 문제들을 해결하는 방법을 모색한다. 이런 정보들을 시스템이 이해할 수 있는 지식 베이스로 구축하여 준다. 이런 지식 베이스는 시스템이 문제가 발생한 경우를 스스로 찾아내는 경우에도 이용되고 또 문제가 생긴 경우에는 이러한 문제를 해결하는 해결책을 찾을 때에도 이용될 수 있다.

통합 경보는 시스템이 사용자에게 발생한 문제를 알리는 기능이라 할 수 있다. 이 기능에는 단순한 메시지 디스플레이부터 시작하여 경고기, 자동적인 페이지징(Paging)까지 모든 형태를 다 포함한다. 이 기능은 문제 해결 기능과 연계하여 시스템이 스스로 해결할 수 없는 문제의 경우에는 이를 사용자에게

알려주는 기능을 제공할 수 있다. 특히 야간의 응급 시에는 당직자가 해당코드의 입력만으로도 당직자를 대신하여 해당하는 관계자들에게 이를 자동 페이지징(Auto-Paging)을 이용하여 신속하게 알릴 수도 있다. 또 통합 경보 기능은 단순히 터미널 내부에만 이를 알려주는 것이 아니라 필요한 경우에는 소방서, 경찰서, 세관 등과 같은 외부 기관에도 이를 자동적으로 알릴 수도 있다.

### 3. 향후 연구 과제

본 논문에 기술한 컨테이너 터미널 종합관제 시스템은 앞으로 자동화 컨테이너 터미널을 구축하기 위한 필수적인 시스템이다. 본 시스템이 궁극적으로 추구하는 방향도 자동화 터미널 시스템을 구축하는 것이다. 하지만 아직까지 몇 가지의 문제 해결에는 사람의 개입을 필요로 하고 있다. 이렇게 사람의 개입이 필요한 부분까지도 자동화하기 위해서 현재의 터미널 비즈니스 프로세스의 개선에 관한 연구가 더욱 더 필요하다. 그리고 DGPS(Differential Global Positioning System)나 CMMS(Crane Maintenance and Monitoring System) 등과 같은 신기술의 도입

과 자동화된 장비들과의 인터페이스, 문제 해결을 위해 필요로 하는 최적화된 자동화 알고리즘에 관한 연구가 필요하다.

## 4. 결 론

본 논문에서는 컨테이너 터미널 종합관제 시스템의 구현에 관하여 기술하였다. 본 논문에서 기술한

시스템은 컨테이너 터미널의 생산성 향상에 많은 영향을 끼칠 수 있다. 아직 외국에서도 본 시스템과 같이 시스템에 의한 자동적인 문제 해결을 제공하여 주는 시스템은 개발되지 않고 있는 실정이다.

터미널의 경쟁력을 더욱 강조하는 지금에 와서는 생산성 향상을 위해 자동화된 터미널을 지향하고 있는 시점에 본 시스템은 이런 터미널의 환경에 보다 근접한 해결책을 제시하여 주고 있다.