

컨테이너 터미널의 자원관리를 위한 정보시스템의 분석 및 설계에 관한 연구

김헌종

송재성

서만승

동명정보대학교
로봇시스템공학과

A Study on Analysis and Design Method for Resource Management Information System in Container Terminal

Kim Hun-Jong*

Song Jae-Sung**

Seo Man-Sung***

*,**,*** Department of Robot System Engineering

Tongmyong University of Information Technology

An SADT-based methodology is presented for systematically analyzing the container working process in container terminal, as well as an object-oriented design method for an integrated information system for container terminal resource planning and management. Our design architecture is composed of four levels, activity interface, activity PDCA control, human resource management, and facility resource management. Especially, the consideration of the human resource management level makes it possible to support cooperative tasks, to make the authority and responsibility on a task clear, and to extremely promote the balance between human and facility resources. Finally, The system architecture is suggested for Virtual Container Terminal, in which a planned container working process is simulated for previous feasibility check, work orders are transferred to control real devices, and to manage the entire process and related data.

Keywords: container terminal, information system, resource management, analysis, design

1. 서론

기업경영의 세계화와 함께, 물류산업은 국가경쟁력의 중요한 요소로 자리잡고 있다. 특히, 인건비 상승, 노동력 부족, 산업재해 등의 노동 문제와 함께, 물동량의 증가 및 선박의 대형화에 따른 하역의 효율성 문제를 해결하기 위해, 각국의 주요 항만들은 컨테이너 터미널(CT)의 운영 효율화를 위해 많은 노력을 기울이고 있으며, 네덜란드의 ECT에서는 무인 터미널이 가동되고 있기도 하다.

우리나라는, 지정학상 항만물류의 중심지가 되기에 유리한 위치에 있음에도

불구하고, 여전히 높은 물류비용의 고질적인 과제를 안고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 많은 세부 과제가 도출, 연구되고 있기는 하지만, 상당 부분이 지엽적 자동화에 편중되어 있는 것이 현실이다. 전체적 관점에서 CT를 효율적으로 운영 관리할 수 있는 방법론에 대해서는, 총론 수준에서 언급되고 있을 뿐, 그 구체적이고 체계적인 실현 방법론에 대한 연구 개발은 거의 이루어 지지 않고 있다. 오늘날 많은 기업들이 경쟁력 강화를 위해 EPR와 같은 전략적 통합정보시스템을 도입 구축하고 있다. CT에 있어서도, CT 고유의 특성을 반영한 통합정보시스템의 구축이 보다 근본적이고 절실한 문제라고

판단된다.

본 연구에서는, CT를 위한 통합정보 시스템의 개발을 목적으로 하고 있다. 특히 본 논문에서는, CT내 업무 프로세스 체계적으로 분석하고 (2절), 그 분석결과를 토대로 시스템을 설계하는 방법론을 제시한다 (3절). 그리고, 이렇게 분석 설계된 시스템 하에서, CT내 업무흐름을 가상세계에서 분산 시뮬레이션을 통해 사전 검증하고, 그 결과를 토대로 실세계의 업무를 효율적으로 운영 관리할 수 있는, 가상 컨테이너 터미널(VCT: Virtual CT)을 위한 아키텍처를 제안한다.

2. CT내 물류 프로세스의 분석 방법론

CT의 효율적 운영을 위한 정보시스템을 설계 개발하기 위해서는, CT내 업무 프로세스와 함께 그 과정에서 필요한 데이터의 분석이 선결되어야 한다. 본 절에서는, 이러한 업무 프로세스를 체계적으로 분석하기 위해, 그 유력한 수법의 하나인 SADT(Structured Analysis and Design Technique)를 활용한다. 이하, SADT법에 기초하여, CT내의 업무 프로세스를 분석하는 방법에 관하여 상술한다.

SADT는 계층적 구조를 갖고, 하위 레벨은 상위 레벨의 단위 Activity를, 데이터 흐름의 정합성을 유지하며, 상세화 한다. 그림1-(a)는, 최상위의 Root Level로, Level 00를 표시하며, 그림에서 보는 바와 같이, 임의의 Activity는 4개의 입출력 factor를 갖는다. Input 데이터는, Control로 주어지는 어떤 방침 등에 의해 제약을 받고, Mechanism에 의해 제공되는 참조자료나 도구의 도움을 받아, Output데이터로 변환된다. (b)는, (a)를 상세화 한 것으로, CT내의 업무흐름은 수주 하역 청구 대금회수로 세분화 된다. (b)~(f)에 있어서도, Control과 Mechanism정보가 존재해야 마땅하나, 이들 정보는 각 Activity의 내부거동에 대한 의사결정

방법과 관련되어 결정되는 데이터로, 본 논문의 범위 밖이기 때문에 별도로 기술하지 않았다. 또한, 복잡함을 피하기 위해, 제 Activity간의 피드백과 부분적 반복의 기술은 생략하였다. (c)와 (d)는 각각, (b)의 수주와 하역 Activity를 상세화 한 것으로, 같은 레벨에 위치한다. 또한, (e)는 (d)의 수 입컨테이너하역을 상세화 한 것이다. 이와 같이, top-down방식으로 Activity를 세분화해 가면, 최종적으로 업무프로세스의 상세는 Tree구조로 도출된다. 이러한 Tree구조의 각 말단을 데이터 흐름의 정합성을 유지하며 수평면에 사영시키면, 하나의 거대한 활동전개도를 만들 수 있다. 이 때, 특정의 Activity를 실제로 제어하기 위해서는 일반적으로, 먼저 계획을 세우고 (Plan), 실행하고 (Do), 그 결과를 계획과 비교한 후 (Check), 어떤 행동이 필요하면 관련 조치를 취하게 된다 (Action). 본 논문

에서는, 그림 1-(f)와 같이, SADT에 의해 유도된 최종적인 활동전개도의 각 단위 Activity에 대해, PDCA Cycle을 고려한다.

3. 통합정보시스템의 설계 방법론

그림1과 같은 CT내 물류 프로세스의 분석 결과에 기초하여, 이를 구현할 수 있는 정보시스템을 설계하기 위해, 본 연구에서는 객체 지향 시스템 설계 수법을 이용한다. 그림2는, 시스템 설계를 위한 아키텍처를 나타내며, 크게 4개의 레벨로 구성된다. 이하 각 레벨의 역할에 대해 상술한다.

첫번째 레벨은, 시스템과 조작자 간의 인터페이스 레벨로, CT내 물류 프로세스의 분석 결과 도출되는 활동전개도의 각 단위Activity에 대해, Activity Interface Object가 정의되고, 관련 데이터의 입출력

역할을 담당하게 된다. 그 다음 레벨은, 제어 레벨로, 각 단위 Activity에 대해 PDCA Cycle을 수행 관리하는 4개의 Activity Plan / Do / Check / Action Object가 정의되고, 해당 Activity를 지원하는 후술의 각종 Resource Object를 조작하는 역할을 수행한다. 본 연구에서는, CT내에서 일어나는 제 Activity의 수행문제를, 자원의 효율적 할당 문제로 인식하고 있다. 즉, Activity와 관련된 입출력 데이터를 자원의 속성으로 보고, Activity 그 자체는 이러한 관련 자원의 속성값을 갱신하는 과정으로 취급한다. 이러한 사고는 기존의 ERP시스템의 그것과 유사하다. 그리고, 본 연구에서 다루는 자원은, 사람, 설비 등의 실제적 자원과 각종 스케줄과 같은 개념적인 것을 포함한다. 특히 본 연구에서는, 그림 2와 같이, 사람 자원과 기타 자원을 구분하여 시스템 설계를 고려한다. 컨테이너 터미널의 합리화와 관련 현재의 세계적 추세는 무인화를 지향하고 있지만, 말단 작업의 자동화가 이루어 졌을 뿐, 실질적으로 계획이나 관리와 같은 의사결정이 필요한 분야에 있어서는 사람의 역할이 더욱 커진 것이 사실이다. 또한, 이러한 의사결정 중 상당분이 다수의 사람의 의견 조율 하에 이루어 지고 있다. 따라서, 업무의 투명도를 높이고, 업무의 권한과 책임소재를 명확히 하고, 협조작업을 효율적으로 지원 관리하기 위한 방법론이 필요하다. 그림2의 세 번째 레벨이, 이를 지원하는 레벨로, CT내의 개개의 구성원과 조직을 중점적으

로 관리하게 된다. 마지막으로 네 번째 레벨은, 일반적인 자원 레벨로, 주로 CT내의 각종 설비와 반출입 컨테이너의 관련 데이터와 상태를 관리하게 된다. 또한, Crane이나 AGV와 같은 설비 Object는, 제어프로그램을 보유하고,

작업지시에 따라 해당 실기를 원격 제어할 수도 있다.

4. 가상 컨테이너 터미널을 위한 아키텍처

CT에서 컨테이너 하역 업무를 수행하기 위해서는, Berth할당, Bay계획, Yard계획 등 많은 의사결정과정이 필요하다. 이러한 의사결정을 포함하여 하역에 관계하는 제 과정을 컴퓨터로 사전에 평가하여, 하역에의 이행을 원활히 수행하기 위해서는, 컴퓨터 시뮬레이션이 유효한 수단이 된다. 본 논문에서 제안하는 VCT(Virtual Container Terminal)는, 이러한 시뮬레이션 기능을 포함하는 시스템으로, 그림3에 VCT의 아키텍처를 나타낸다. VCT는, 크게 모델링 아키텍처와 시뮬레이션 아키텍처로 구성된다. 모델링 아키텍처의 중핵인 Configuration Builder는, Configuration Platform에 접속된 여러 VRM(Virtual Resource Module)의 기술에 기초하여, 컨테이너 터미널의 모델을 구축하는 모듈이다. 시뮬레이션 아키텍처에 있어서는, Simulation Manager에 의해 시뮬레이션의 진행을 계획, 관리한다. 또한, Communication Server는, VRM 간의 통신과 VRM과 대응하는 실제 자원인 RRM(Real Resource Module) 간의 통신을 지원한다. VCT에서는, 시뮬레이션의 결과, 수립한 계획이 유효하다고 판단되면, 그 계획을 그대로 실제 작업에 이용한다. 즉, VCT에 있어서의 Simulation Manager는, 가상의 시뮬레이션을 위한 정보시스템 일뿐 아니라, 실세계의 하역 프로세스를 위한 정보시스템이기도 하다.

5. 결론

본 논문에서는, CT에 있어서의 업무 프로세스를 체계적으로 분석하는 방법과, 그 분석결과에 기초하여 객체지향 정보시스템을 설계하는 방법론을 제시

하였다. 또한, 이와 같이 설계된 정보 시스템을 이용한 VCT시스템의 아키텍처를 제안하였다. 본 논문에서 제안하는 시스템의 특징은 다음과 같다.

- 실제 시스템의 분석에서 정보시스템의 구축에 이르기 까지를, 정합성을 갖고 체계적으로 수행할 수 있다.
- CT에 있어서의 사람의 역할을 중시하여, 사람과 설비, 사람과 사람간의 협조를 고려한다.
- 사전평가를 위한 시뮬레이션을 고려한다.
- 가상세계의 터미널과 실세계의 터미널은 정보시스템을 공유한다.

향후의 과제로, 신세대 컨테이너 터미널을 샘플로, 하역 프로세스와 그 과정에서 발생하는 의사결정문제를 보다 심도 있게 분석하여, 시작 시스템을 구축해 볼 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 한국해양수산개발원, 한국에서의 자동화컨테이너터미널 개발 필요성, 항만정책공청회, 1998
- [2] TSB물류시스템연구소, 최적화된 컨테이너 선적 계획/ 지능형 자동화 컨테이너 터미널 운영 시스템, '98 TSB 물류 생산성 향상 세미나, 1998
- [3] Iwata, K., et. al., Modeling and Analysis of Design Process Structure in Concurrent Engineering, Manufacturing System, 25-2. 175-181, 1996
- [4] Osaki, S., et. al., Open System Architecture for Virtual Shop Floor and its Modular and Distributed Simulation System, Proc. 8th ICPE, 499-508, 1997
- [5] Fukushima, Y., SCM 경영혁명, 21세기북스, 1999