

미비사항 : 그림 11의 상태가 좋지 않습니다. 수정할 수 있는 파일을 보내주시기 바랍니다.

## 창고관리시스템 시뮬레이터의 설계 및 구현

김치택\* · 이민순\* · 이병수\*

### 요 약

본 논문에서는 창고관리시스템 시뮬레이터를 설계/구현하였다. RFID와 USN을 활용한 유·무선 네트워크 기반 하에 창고에 보관될 물품을 고려하고, 창고에 대한 최적설계 작업을 지원하는 시뮬레이션 툴은 현재 없다. 또한, 물품 입고 후 창고 모니터링을 통해 온도, 습도, 조도 등 상태 변환 정보에 의한 출고시기 결정 등 물품보관 방법에 대한 전용 시뮬레이션 툴도 없다. 본 논문에서는 창고의 설계도면을 도해할 수 있는 기능을 구현하였다. 그리고 도시된 도면위에 센서 노드와 RFID 태그를 부착한 팔레트의 이동 정보 및 위치한 곳의 상태 변환 정보(온도, 습도, 조도)를 수신하여 이를 다양한 방법으로 분석할 수 있는 시뮬레이터를 설계/개발 하였다. 본 논문을 통해 물류 시스템의 최적 운용을 위한 창고의 설계 방식과 창고내의 운영을 사전 시뮬레이션 함으로써 재고정확도, 공간·설비 활용도, 제품처리능력 향상으로 제품망실, 보관위치 오지정, 피킹시간을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## Design and Implementation of Warehouse Management System Simulator

Chi Taek Kim\* · Min Soon Lee\* · Byoung Soo Lee\*

### ABSTRACT

In this paper, we developed a WMS (Warehouse Management System) Simulator. There is no Simulator that supports optimized design for Warehouse, consider goods which storage in warehouse and using RFID and USN based on cable-wireless network. Also, there is no tool for monitoring which decides delivery time with information about temperature, humidity and illumination, after goods are stocked into warehouse. In this paper, WMS Simulator Implements function of drawing a blueprint. The Simulator that can analyze moving information of Palette with RFID tags and the change about temperature, humidity and illumination is developed in this paper. Inventory accuracy, space-equipment practical use, and decreasing of picking time, faulty storage and product loss by product processing ability elevation are expected by designing the way of operating of warehouse for most suitable use of system in physical distribution through these treatise.

Key words : Warehouse Management System, WMS, Simulator

---

\* 인천대학교 컴퓨터공학과

## 1. 서 론

본 논문은 RFID와 USN(Ubiquitous Sensor Network)을 활용한 유·무선 네트워크 기반의 물류창고 구축 시에 건축 비용의 최적 선정 및 창고 관리 시스템(WMS, Warehouse Management System)에서 창고 내에 보관될 물품의 입고 시의 작업과 입고 후 창고내의 보관 상태 모니터링을 통한 출고 시기 결정 등에 도움을 주는 것을 목적으로 한다.

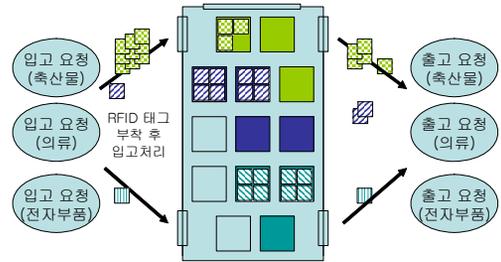
RFID와 USN의 기술을 적용한 노드들의 상태를 감지하기 위해 네트워크 시뮬레이션 기능을 하부 구조로 하며, 창고 설계기능과 팔레트의 입고·이동·출고에 대한 변화 및 팔레트가 위치한 곳의 환경정보를 전달하기 위해 노드간의 네트워크 망을 탐색하는 등의 기능을 상위 구조로 한다. 또한, 시뮬레이션 시에 창고내의 변화(이벤트)를 감지할 수 있도록 이벤트 발생 기능을 갖추고 시뮬레이션 진행상황이 애니메이션을 통하여 모니터링 되어질 수 있어야 한다. 그리고 시뮬레이션이 끝난 최종 결과에 대해서는 팔레트에 부착된 센서 노드들이 전송된 정보를 기반으로 팔레트의 출고시기를 결정할 수 있도록 관련 정보들이 보고되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 창고의 설계도면을 도해할 수 있는 기능과 그려진 도면위에 센서 노드와 RFID 태그를 부착한 팔레트의 이동과 팔레트가 위치한 곳의 상태 변환 정보(온도, 습도, 조도)를 수신하여 이를 다양한 방법으로 볼 수 있는 시뮬레이터를 설계하고 개발하는 것을 제안 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 WMS의 운영

(그림 1)은 물류를 보관하기 위한 창고의 운영 형태이다. 일반적으로 동일한 제품이 창고에 입고되거나 비슷한 특징을 가지는 물품들이 창고에 입고되어 지는 것이 일반적이다. 그러나 창고에 보

관되는 제품들이 동일한 시기에 모두 입고되거나 출고되기 전에는 보관되어지는 기간이 각각 달라지며, 이는 제품의 유통 기간과 적절한 출하시기 결정기회를 놓치는 문제가 발생할 소지가 있다. 또한, 창고 내에서 보관되는 위치에 따라 제품마다 빛, 온도, 습도, 먼지 등에 민감할 수 있으며, 제품의 상태를 변질 시키는 요인이 된다. 입고시마다 물품의 종류와 보관되어지는 장소에 따른 최적의 환경을 설정하고, 보관 중 변경되어지는 상태를 관리자가 알 수 있도록 로그정보를 남겨야 한다[1, 2].

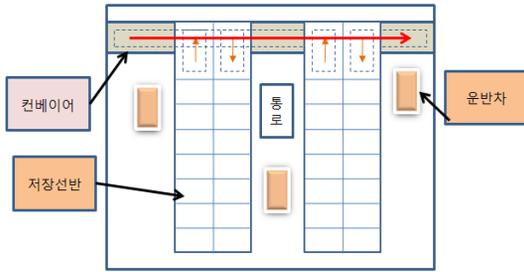


(그림 1) 창고의 운영 형태 예시

### 2.2 창고 시뮬레이션(Web-SAW)

Web-SAW(a Web based Simulator for an Automated Warehouse)은 웹기반 자동창고 시뮬레이터에 대한 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 자동창고시스템 운영에 관한 저장위치방법의 입의 저장방법과 운반차의 기계운영정책의 단일명령, 작업독촉규칙의 선입선출 등에 관한 로직 프로그램을 개발하였다. Web-SAW은 자동창고 시스템에 대한 시뮬레이션의 진행상황을 웹 기반에서 애니메이션으로 조회 할 수 있다.

사용자가 입력한 데이터와 선택한 운영정책에 따라 시뮬레이션 되어 나온 결과물은 저장과 입고와 출고에 따른 작업 대기 시간, 수행 횟수, 불능 작업개수와 운반차 기계와 랙의 평균 이용률, 작업 대기수에 대한 통계데이터를 보여준다. 자동창고 시스템은 다음과 같은 환경에서 운영되어진다[3].

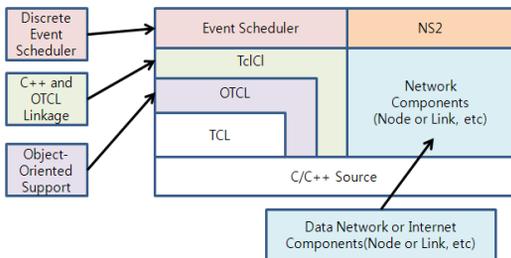


(그림 2) 자동참고 시뮬레이터의 운영

- 단위적재 화물 형태
- 단층의 고정된 저장선반과 랙의 수
- 취급하는 제품의 수 : 1종류
- 제품의 도착/불출시간 분포 : 지수분포
- 저장위치방법 : 임의의 위치 저장
- 작업동축규칙 : 선입선출방식

### 2.3 NS2 네트워크 시뮬레이션 툴

1996년에 발표된 NS2(Network Simulator Version 2) 네트워크 시뮬레이터는 네트워크를 연구하기 위하여 개발된 이벤트 기반의 시뮬레이터(Event-Driven Simulator)이다. 이 시뮬레이터에서 지원하는 네트워킹 영역은 유선 네트워크인 TCP, UDP, FTP, HTTP 등을 지원하며, TCP/IP 프로토콜 패밀리와 라우팅 프로토콜, 멀티캐스팅 프로토콜 등에 대한 시뮬레이션이 가능하며, 무선 네트워크에서는 Ad-hoc 네트워크, WLAN 등의 시뮬레이션을 할 수 있다.

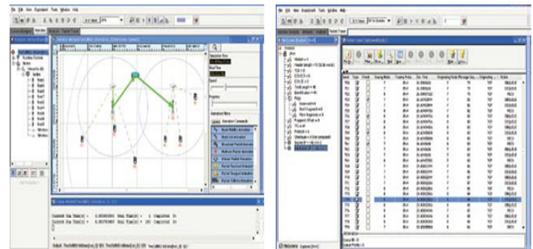


(그림 3) NS2 시뮬레이터의 패키지 구성

NS2는 공개 소프트웨어로서 지속적인 버전업과 공개가 이뤄지고 있으며, (그림 3)과 같은 구조를 이루고 있다[7, 8]. NS2에서 노드(Node)는 라우터(Router), 허브(Hub), 기지국(Base Station) 등과 같은 네트워크에서의 중계용 장비를 말한다. 주로 네트워크 토폴로지에 원의 형태로 형상화되며, 노드와 라우팅 모듈을 NS2 시뮬레이터에서 구성함에 따라 이를 시뮬레이션 해 볼 수 있다[4].

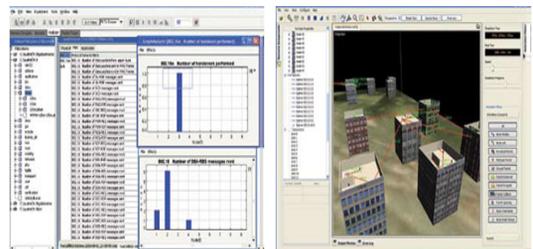
### 2.4 QualNet 네트워크 시뮬레이션 툴

QualNet 네트워크 시뮬레이터는 네트워킹을 연구하기 위하여 개발된 이벤트 기반의 시뮬레이터(Event-Driven Simulator)이다. 이 시뮬레이터에서 지원하는 네트워킹 프로토콜로는 CBR, FTP, HTTP, TELNET 등의 TCP와 IP 기반의 상위레벨 프로토콜과 전송계층과 네트워크 계층의 프로토콜을 지원한다. (그림 4)는 QualNet의 다양한 기능 등을 나타내고 있다[5].



(a) Animator

(b) Packet Tracer



(c) Packet Transfer

(d) 3D Visualizer

(그림 4) QualNet Network 시뮬레이터의 기능들

### 3. WMS 시뮬레이터의 설계

#### 3.1 WMS 시뮬레이터의 요구 기능

본 논문은 창고의 설계도면을 도해할 수 있는 기능과 그려진 도면위에 센서 노드와 RFID 태그를 부착한 팔레트의 이동과 팔레트가 위치한 곳의 상태 변환 정보(온도, 습도, 조도)를 수신하여 이를 다양한 방법으로 볼 수 있는 시뮬레이터를 설계하고 개발하는 것을 제안 한다

네트워크 시뮬레이션 기능은 하부 구조로 설계 되어야하고, 창고 설계기능과 팔레트의 입고·이동·출고에 대한 변화 및 팔레트가 위치한 곳의 환경정보를 전달하기위해 노드 간의 네트워크 망을 탐색할 수 있어야 한다. 또한, 센서 노드는 팔레트에 같이 부착된 것으로 보며, 센서 노드의 추가는 팔레트가 창고내에 입고된 것으로 보고 센서 노드의 삭제는 출고된 것으로 본다. 또한, 출고 지시가 없는 상태에서 센서 노드의 작동이 멈춤 현상은 전원이 다한 것으로 간주함으로써 이들을 각각 구분하여 표현해 주는 기능이 필요하다. 따라서 시뮬레이션 시에 창고내의 변화(이벤트)를 감지할 수 있도록 이벤트 발생 기능을 갖추고 시뮬레이션 진행상황이 애니메이션을 통하여 모니터링 되어 질 수 있어야한다. 그리고 시뮬레이션이 끝난 최종 결과에 대해서는 팔레트에 부착된 센서 노드들이 수신된 정보를 기반으로 팔레트의 출고시기를 결정할 수 있도록 관련 정보들이 데이터베이스에 저장되어야 한다.

#### 3.2 WMS 시뮬레이터의 설계

창고관리시스템 시뮬레이터의 요구기능 분석을 토대로 (그림 5)와 같은 시스템 구조를 설계한다. (그림 5)에서 창고 설계기능은 RFID와 USN기술을 적용한 노드들의 출입 및 배치를 관리하기 위한 창고의 기본 구조를 설계하는 기능을 수행한다.

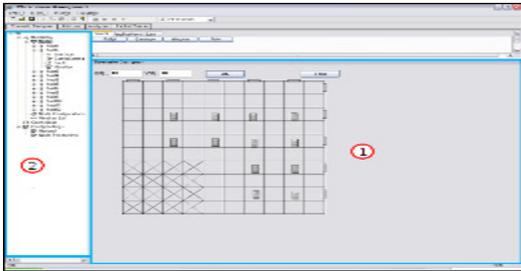


(그림 5) WMS 시뮬레이터 시스템의 구성

노드간 네트워크망 탐색 기능은 주변 노드들을 탐색하여 자신의 상태정보 등을 전달하기 위한 네트워크 가능 경로를 탐색하는 기능을 수행한다. 이벤트 발생 기능은 창고내에 온도의 증가, 감소나 습도의 증가, 감소 등을 시뮬레이션 해 볼 수 있도록 이벤트를 발생시키는 기능을 수행한다. 모니터링 기능은 이러한 기능들을 기반으로 창고내에서의 변화 정보를 살펴볼 수 있는 기능을 제공한다. 모니터링 정보를 기반으로 다양한 보고서를 출력하는 기능과 이러한 보고서를 기반으로 출고시기를 결정하는 기능으로 구성되어있다.

### 4. WMS 시뮬레이터의 구현

창고 관리 시뮬레이터의 구현은 QualNet 네트워크 시뮬레이터의 구조를 모델링하였다. (그림 6)은 창고관리와 관련된 창고 디자인 톨과 팔레트들의 설정을 추가 삭제 할 수 있는 탭으로 창고의 설계(건축 설계적인 측면의 디자인)를 위한 도구들과 센서 노드를 배치하기 위한 디자이너를 나타낸다. ①번 도면 편집 윈도우는 도면의 설계 및 센서 노드들을 배치하는 창고 설계 화면이다. ②번 위치에는 추가 되어진 센서 노드들이 나타난다. 이들 노드들에는 무선 네트워크와 관련된 설정들과 더불어, 팔레트에 적재된 제품에 대한 환경 정보를 설정하게 된다.



(그림 6) 창고의 디자인과 센서 노드의 배치

<표 1> 창고 설계를 위한 기호

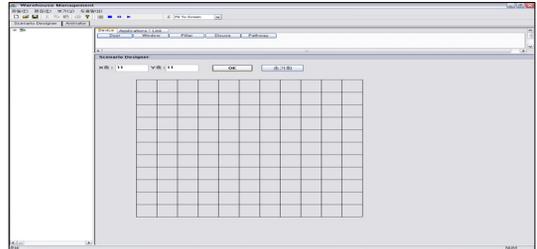
기 호	의 미
	팔레트가 놓일 수 없는 지역 표시
	팔레트를 배치할 수 있는 지역 표시
	팔레트가 놓여진 곳
	창문이 있는 위치와 방향 표시
	문이 있는 위치와 방향 표시
	기둥이 있는 지역 표시

창고를 설계하기 위해서는 팔레트가 놓여 질 수 있는 곳과 놓여 질 수 없는 곳으로 구분하여 설계 하며, 창문의 위치와 입고·출고 지점을 <표 1>과 같은 기호를 사용한다.

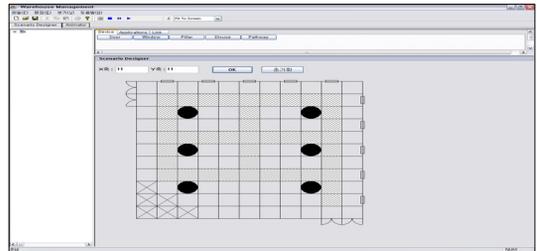
#### 4.1 WMS 시뮬레이터의 시뮬레이션 과정

(그림 7)은 창고의 개략적인 형태를 잡는 과정으로 팔레트의 크기에 따라 그리드를 생성한다. (그림 8)은 창고내의 불용지역을 표시하며, 창문, 기둥 등을 표시한다. (그림 7)과 (그림 8)의 과정을 수행한 후에는 센서 노드들의 추가와 삭제를 통하여 팔레트의 입고와 출고를 위한 센서 노드들을 배치한다. (그림 9)는 팔레트를 놓을 수 있는 곳에 센서 노드를 배치하는 화면이다. 센서 노드의 배치가 끝난 후에는 각각의 노드에 대한 이동속성과 주변환경(온도, 습도, 조도 등)에 대한 임계값을

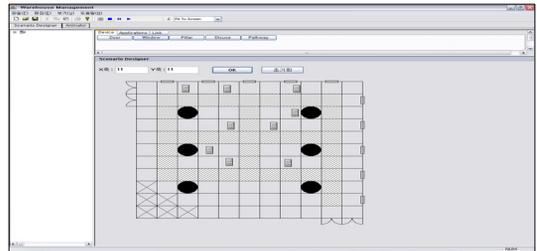
설정한다. (그림 10)은 네트워크 시뮬레이션이 실행되는 화면이다.



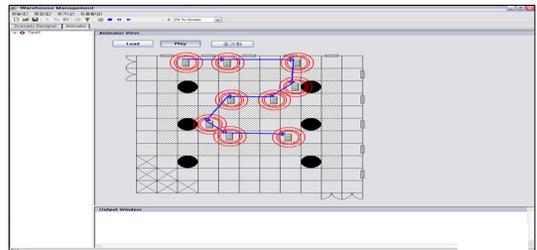
(그림 7) 창고 기초 설계 화면



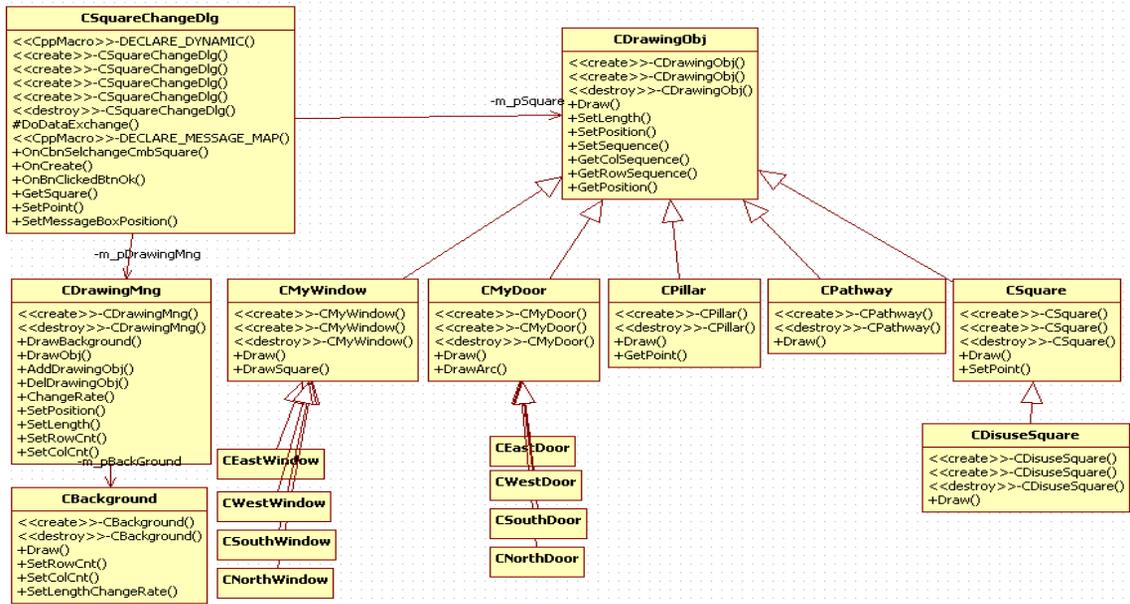
(그림 8) 창고의 불용지역 표시 화면



(그림 9) 센서 노드의 배치



(그림 10) 시뮬레이션 실행 화면



(그림 11) WMS 시뮬레이터의 GUI 클래스 다이어그램

(그림 11)은 창고 설계기능을 구현하기 위한 UML 클래스 다이어그램을 보여주고 있다. CDrawingObj를 상속받은 각각의 클래스들은 CDrawingMng를 통해서 통합적으로 갱신되어지고 관리되어진다[6].

#### 4.2 WMS 시뮬레이터의 기능

WMS 시뮬레이터 구현 결과 작동 순서를 각각의 기능별로 나타내었다.

- ① 창고내부 디자인 기능은 제일먼저 시행하는 기능으로써 적재할 팔레트에 대한 정보를 기준으로 팔레트가 놓일 수 없는 지역과 배치 가능한 지역으로 구분 표시할 수 있으며, 동·서·남·북 방향의 창고창문과 입고·출고 지점에 대해 기호들을 표시함으로써 창고 설계를 한다.
- ② 팔레트 배치 기능은 두 번째 시행하는 기능으로써 팔레트가 놓여진 곳을 기호들을 이용하여

배치한다. 이때 센서 노드는 팔레트에 같이 부착된 것으로 보며, 센서 노드의 추가는 팔레트가 창고 내에 입고된 것으로 간주하고 센서 노드의 삭제는 출고된 것으로 본다. 또한, 출고 지시가 없는 상태에서의 센서 노드의 작동 멈춤 현상은 전원이 다한 것으로 인식을 한다.

- ③ 팔레트 위치 전송 기능은 세 번째 시행하는 기능으로써 두 번째 기능의 팔레트 배치가 된 이후에 주변 노드들을 스캔하여 자신의 위치를 관리 프로그램에 전달하게 된다.
- ④ 이벤트 설정 기능은 네 번째 시행하는 기능으로써 제품이 보관되어질 때의 입고 시기와 제품명, 제조사, 제조일, 유통기한의 정보와 더불어 제품 보관을 위한 최적 상태 값(온도, 습도, 조도)을 설정하게 된다.
- ⑤ 이벤트 발생 정보 BS 전송 기능은 다섯 번째 시행하는 기능으로써 센서 노드들의 이동과 팔레트가 위치한 곳의 상태 변환 정보(온도, 습

도, 조도)가 설정된 값의 임계치를 벗어나는 경우의 관측된 환경 정보와 센서 노드의 상태(입고, 출고, 작동 멈춤)와 관련된 정보를 지닌 센서 노드들은 주변 센서 노드들을 스캔하여 데이터 전달 가능한 센서 노드들을 확인하고 최적의 네트워크 경로 설정을 한다. 만일 이들 노드들이 연결되지 못하는 경우에 각기 다른 색으로 표현되어 서버에 전달되게 된다. 그리고 이 정보들은 설정된 주변 센서노드들을 통해 베이스 스테이션에 전달하게 된다.

- ⑥ 팔레트 출고시기 결정 기능은 마지막 단계에 시행하는 기능으로써 시뮬레이션이 끝난 최종 결과에 대해서는 팔레트에 부착된 센서 노드들이 수신된 정보를 기반으로 팔레트의 출고시기를 결정할 수 있도록 관련 정보들이 보고된다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 RFID와 USN을 활용한 유·무선 네트워크 기반의 창고 관리 시스템을 위한 네트워크 및 상품 입·출고 관리에 대한 시뮬레이션 기능을 수행할 수 있는 창고관리시스템 시뮬레이터를 설계하고 구현하였다. NS2와 QualNet은 네트워크 시뮬레이션 툴로써 이벤트 기반 시뮬레이션 환경과 이를 분석하는 기능을 제공한다. 본 논문에서는 창고 관리 시스템 시뮬레이터의 하부 구조를 위해 NS2 기반의 네트워크 시뮬레이터를 기반으로 하며, QualNet 기반의 GUI를 채택하였다. QualNet의 Scenario Designer와 Animator를 기반으로 배치된 팔레트의 상태 정보 및 이동 정보를 볼 수 있는 Analyzer를 구현하였다. 창고관리시스템 관점에서 Web-SAW과 달리 창고의 설계를 가추고 있어 임의의 창고 설계가 가능하도록 하였으며, 설계된 창고 내부에 네트워크 모듈의 배치와 시뮬레이션을 위한 이벤트 노드 배치가 가능하도록 설계 및 구현하였다. <표 2>에서 본 연구

의 특징은 창고를 설계 할 수 있는 기능과 창고내의 환경적인 요소의 변경에 따른 이벤트 발생 기능이라 하겠다.

<표 2> Web-SAW와 WMS 시뮬레이터와의 비교

항 목	Web-SAW	WMS Simulator
창고설계	X	O
취급하는 제품의 수	1	임의 수
환경상태변화	X	O
분석기능	높음	낮음
환경이벤트발생	X	O
경영자 의사결정	높음	높음
애니메이션기능	O	O
반입반출정책	지수분포	X
저장위치	임의 위치	임의 위치

향후 물류 창고의 설계를 기반으로 최적 운용을 위한 창고의 설계 방식과 창고내의 운영을 템플릿 형태로 제공해 줌으로써 설계에 대한 기능을 보강하고, 다양한 분석기능을 추가함으로써, 창고 운영을 위한 재고정확도/공간·설비 활용도/제품처리 능력 향상과 제품망실/보관위치 오지정/피킹시간의 감소효과가 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 신경호, 우정욱, 이민순, 이병수, "RFID/USN 기반의 능동형 창고 상태관리 시스템의 설계", 한국정보과학회지, 제12권, 제2호, pp. 549-552, 2005.
- [2] 이민순, 이지선, 이병수, "Improved Active Warehouse State Control System based RFID/USN", APIS 5<sup>TH</sup>, pp. 235-239, 2006.
- [3] 임대진, "웹기반 자동창고 시뮬레이터 : Web-SAW", 경희대 대학원, pp. 10-11, 2003.
- [4] 배성수, 한중수, 『Network 시뮬레이터(NS2 기초와 활용)』, 세화출판사, pp. 2-6, 2007.

- [5] NS2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.
- [6] Martin Fowler, "UML Distilled : A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language (3rd Edition)", Addison-Wesley, 2003.
- [7] QualNet 4.0 User's Guide.
- [8] QualNet 4.0 API Reference Guide.
- [9] QualNet 4.0 Programmer's Guide.



**이 민 순**

1998년 영동대학교 컴퓨터  
학과(공학사)  
2004년 인천대학교 컴퓨터  
공학과(공학석사)  
2007년 인천대학교 컴퓨터  
공학과(박사수료)



**김 치 벽**

1999년 안양대학교 컴퓨터학과  
(공학사)  
2002년 전남대학교 컴퓨터  
공학과(공학석사)  
2007년 인천대학교 컴퓨터  
공학과(박사수료)

1993년~현재 육군전산장교 근무



**이 병 수**

1976년 단국대학교 전자  
공학과(공학사)  
1980년 동국대학교 전자정보  
처리학과(공학석사)  
1998년 경기대학교 전자계산  
학과(이학박사)

1981년~현재 인천대학교 컴퓨터공학과 교수