

이동형 RFID를 이용한 시설물 관리 시스템의 설계 및 구현

강필구[†], 김재환^{**}, 채진석^{***}, 최원익^{****}

요 약

현재 국내의 시설물의 점검 및 관리 시스템은 대부분 수작업으로 이루어진다. 이런 수동적인 관리에서는 데이터베이스로의 입력이 필요하여 인력이 낭비되고 시설물의 변화에 실시간으로 대응하지 못함으로써 여러 사고를 초래하기도 한다. 하지만 사람이 일일이 체크하는 수동적인 시설물 관리에서는 이런 문제점을 완벽히 해결할 수 없다. 이 문제점들을 해결하기 위해서는 다음과 같은 조건을 필요로 한다. 첫째, 자동화된 시스템을 바탕으로 변화된 정보를 실시간으로 인식할 수 있어야 한다. 둘째, 데이터를 정확히 기록하여 점검시간의 조작 등이 발생하지 않아야 한다. 셋째, 관리자를 통한 관리가 용이하도록 이동성이 보장되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 이동성을 지니면서 여러 시설물에 관한 관리 및 점검을 편리하게 할 수 있는 이동형 RFID 시설물 관리 시스템을 설계 및 구현하였다. 이 시스템을 사용하게 되면 기존의 시스템에 비해 점검 작업의 정확성 향상과 시간을 단축시킬 수 있으며, 고장 빈도를 줄여 비용을 절감할 수 있음을 확인하였다.

A Design and Implementation of Facility Management System Using Portable RFID

Pilgu Kang[†], Jaehwan Kim^{**}, Jinseok Chae^{***}, Wonik Choi^{****}

ABSTRACT

Currently, most procedures in domestic facility management systems are performed by hand. However, these manually operated facility management systems involve critical limitations, such as a waste of manpower to store collected data into a database, intentional or accidental loss of data consistency (mainly due to a lack of the ability to recognize and deal with frequent changes of facility status in realtime), and so on. To overcome the limitations of such manually operated facility management systems, the following capabilities must be supported. First, the changes in facility status must be recognized in realtime. Second, the data collection process must be secure and reliable to prevent fabrication of collected data and preserve data integrity. Third, the data collection devices must be portable to help the manager collect data about their facilities. To address these problems, we design and implement a novel facility management system using portable RFID, which is designed to support these functionalities and thus help reduce administrative costs. Through extensive experiments, we observed that our system improved the accuracy and reliability of facility check process and helped cut administrative costs by significantly reducing failure frequency.

Key words: Facility Management System(설비 관리 시스템), Portable RFID(이동형 RFID)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 최원익, 주소 : 인천광역시 남구 용현동 253(402-751), 전화 : 032)860-8375, FAX : 032)873-8970, E-mail : wichoi@inha.ac.kr
접수일 : 2006년 11월 29일, 완료일 : 2007년 3월 8일
[†] 학생회원, 인천대학교 컴퓨터공학과 석사과정
(E-mail : kpg2976@incheon.ac.kr)

^{**} 학생회원, 인천대학교 컴퓨터공학과 석사과정

(E-mail : jhkim@incheon.ac.kr)

^{***} 종신회원, 인천대학교 컴퓨터공학과 부교수
(E-mail : jschae@incheon.ac.kr)

^{****} 정회원, 인하대학교 정보통신공학부 전임강사

※ 본 연구는 2005년도 인천대학교 자체연구비 지원에 의해 수행되었음.

1. 서 론

오늘날에는 사람의 편의를 돕거나 즐거움을 주기 위한 여러 가지 시설물들이 곳곳에 마련되어 있다. 공장의 자동화 설비, 지하철, 유원시설 등 사람들을 위한 시설물은 언제 어디서든 볼 수 있고 사용할 수 있다. 그러나 현재의 시설물들은 그동안 과학화된 관리기법의 부재 및 IT 기술의 발달에 부응하지 못하고 재래식 기법을 활용한 단순계측 및 유지보수로 인하여 여러 가지 위험 요소들을 내포하고 있다[1]. 그리고 위험 요소가 사고로 이어졌을 때 발생하는 인명피해와 재산피해는 천문학적인 숫자로 나타나기도 한다.

현재 사용하는 시설물의 관리 방법으로는 관리대장에 수기로 기록하고 추후 전산화 시키는 방법이 많이 사용된다. 점검자가 시설물을 점검하기 위해서는 점검해야 할 시설물을 관리하는 문서를 통하여 당일 점검해야 하는 시설물을 확인하고 점검한다. 그리고 점검 결과를 관리 대장에 기록하고 추후 그 정보를 다시 입력하여 전산화 시킨다. 이 과정에 있어서 시설물 점검 정보의 흐름이 문서를 통해서 이루어지 때문에 점검시기를 놓친다거나 입력하는 데이터의 양이 방대해지면 그에 따른 입력의 오류나 누락이 발생할 수 있다.

위와 같은 문제점을 해결하기 위해서 전산화된 시설물 관리가 필요하다. 점검자는 시설물 관리 시스템에서 발행하는 작업오더를 통하여 점검을 진행하고 점검 결과는 수기가 아닌 전자 장비를 이용하여 점검 결과를 실시간으로 데이터베이스에 업데이트 한다. 전산화된 자료는 체계적으로 정리되어 비용 절감 효과, 사고 방지를 위한 시설물 관리 계획 수립 및 돌발상황이 발생하였을 경우 원인 규명 등에 빠르고 정확하게 활용할 수 있다.

전산화의 이점을 활용하기 위한 시설물 관리의 연구는 활발하게 이루어졌다. 그러나 시설물의 인식표로 바코드를 사용하여 시스템의 활용에 제약이 있고, 데이터베이스 구성은 단순히 점검 결과를 저장하는 것으로 구성되어 있어, 점검결과의 저장 이외의 다른 기능은 구현되지 않았다[2].

본 논문에서는 기존의 수기로 이루어지는 각종 점검이나 관리 등 작업의 효율성을 극대화 할 수 있도록 무선망과 전자 장비를 이용한 시설물 관리 시스템

을 개발하였다[3]. 관리자가 사용하는 전자 장비는 PDA(Personal Digital Assistants) 를 이용하였다. 시설물에 부착할 태그는 수동형 일반 태그와 금속 태그를 사용하였고, 그것의 인식장비로 RFID(Radio Frequency Identification) 리더를 사용하였다. 2장의 관련연구에서는 현재 차세대 인식장치로 쓰이고 있는 RFID 기술에 대하여 알아보고 현재 여러 시설물 관리에 대한 외국과 국내의 현황에 대하여 알아보았다. 3장에서는 시설물 관리 현황 분석과 제안하는 시스템의 설계에 관하여 정리 하였으며, 4장에서는 설계한 시스템을 구현하였다. 5장에서는 시설물 관리 시스템에 대한 실험 결과 및 성능분석을 하였으며 6장에서는 결론과 향후 과제에 대하여 제시하였다.

2. 관련 연구

2.1 RFID

RFID는 무선 통신과 IC칩을 이용하여 정보를 관리할 수 있는 기술이다. RFID는 정보를 저장하는 RFID 태그와 정보를 읽어 들이는 RFID 리더, 여러 다른 기종의 RFID 리더들로부터 받아들인 정보를 관리하는 미들웨어로 구성된다. RFID 리더에서 신호를 발산하면 RFID 태그는 RFID 리더에서 발산한 신호를 수신하고 수신된 신호는 RFID 태그에 저장된 데이터로 변조되어 RFID 리더로 송신한다. 이 신호를 RFID 리더가 수신하면 RFID 태그의 데이터가 정상적으로 읽힌 것이다. RFID 태그는 정보를 저장하는 칩과 RFID 리더의 신호를 수신하기 위한 안테나로 구성되는데 칩을 감싸는 안테나의 감긴 모양에 따라 띠형, 단추형, 카드형 등 다양한 형태로 만들 수 있다[4]. RFID 태그는 데이터를 칩에 저장하므로 데이터를 식별하는 ID만을 가지는 기존의 바코드, 컬러 코드등과는 달리 칩의 사양에 따라 세부 데이터를 RFID 태그에 직접 저장할 수 있고 변경도 가능하다. RFID 리더는 RFID 태그와 전파 또는 자기장으로 신호를 송수신하는 안테나부와 정보를 미들웨어 또는 다른 곳으로 전송하는 리더부로 구성되는데 태그에서 송신한 신호를 수신하여 인식된 태그의 정보를 미들웨어로 전송 한다. RFID 리더와 RFID 태그 사이의 인식 거리는 안테나의 사용 주파수와 성능

그리고 RFID 리더를 사용하는 주변 환경에 따라서 결정된다. 사용 주파수는 125kHz의 저주파 대역부터 2.45GHz 대역의 Microwave 대역까지 다양하다 [5]. 그림 1은 RFID에서 사용하는 주파수 대역과 사용 분야를 나타낸다.

RFID는 각 주파수마다 신호의 전달 방식이 다른데 저주파, 고주파 대역의 RFID 리더는 전송 신호로 자기장을 사용하고, 극초단파이상의 대역은 전자파를 사용한다. 그러므로 자기장, 전자파 신호를 차단할 수 있는 금속물질이 많은 곳에서는 RFID 태그의 인식에 문제가 생길 수 있으며, 금속물질에 부착할 경우는 신호가 차폐될 가능성도 있다. 그러나 사람이 눈으로 코드의 위치를 확인하고 코드에 정확히 인식 장치를 갖다 대야 하는 기존 방식과는 달리 RFID 태그는 리더의 인식거리 안에만 들어가면 자동인식이 되므로 사람이 일일이 코드의 위치를 알아야 할 필요가 없다. 즉 태그를 특정한 방향에서만 읽어야 인식이 되는 방향성이 없고, 사람의 눈을 거칠 필요가 없으므로 처리 속도 또한 빨라진다. 또한 RFID 태그는 반드시 대상의 외부에 부착할 필요는 없으며 신호를 차단하지 않는 범위 내에서 태그를 대상에 내장할 수 있는데 태그를 외부에 두지 않음으로써 태그의 훼손과 도난을 미연에 방지할 수 있는 장점이 있다.

현재 RFID 기술의 개발은 여러 업체에서 동시다발적으로 추진하고 있다. 하지만 표준화가 제대로 정리되지 않아 같은 주파수의 RFID 태그와 RFID 리더

라도 개발한 회사에 따라 서로 호환이 되지 않는 문제가 발생한다. 이를 극복하기 위해 ISO/IEC와 EPCglobal 단체 두 곳에서 표준화를 진행하여 사용 주파수, 그리고 사용 분야에 따라 여러 가지 표준안을 제정하고 있다[6]. 그러므로 한 시스템에서 서로 다른 표준안을 따르는 RFID 리더를 사용할 때, 또는 다른 종류의 인식장치와 같이 사용할 경우에는 각각의 인식장치들에서 얻어오는 데이터를 중간에서 통합하여 응용 시스템으로 전송해주는 장치가 필요한데 이러한 장치를 미들웨어라고 부른다[7].

2.2 국내 외 현황 및 연구동향

우리나라에서 기존의 시설물 관리 및 점검 등은 주로 자동화된 시스템이 아니라 인력을 통하여 수동으로 이루어져 왔으며 수동적인 점검 및 관리마저도 안전 불감증, 관리소홀 등으로 인해 등한시 되어 왔다. 하지만 우리나라에서 여러 대형시설물의 붕괴사고가 연속적으로 발생함에 따라 댐, 건축물, 철도 등 중요한 시설물 등에 대한 특별법을 지정하여 꾸준히 유지하도록 하고 있다. 그러나 대부분의 시설물에 대한 점검은 여전히 일상점검, 긴급점검 등 시간을 정하여 하는 점검이 주를 이루고 있으며 특히 일부분의 시스템만이 자동화된 시스템을 바탕으로 원격 모니터링 및 관리가 이루어지고 있다[8].

하지만 최근 유비쿼터스 및 U-City(유비쿼터스 도시)등에 대한 관심이 확대 되면서 모든 시설물에 대하여 안정성, 현황, 이용정보, 관리정보 등을 실시간으로 수집하고 응용하는 방향에 대하여 연구 및 개발이 활발히 진행 중이다[9]. 외국의 경우 미국은 이미 1991년부터 유비쿼터스 컴퓨팅 실현을 위한 연구개발을 진행하였으며 일상생활 공간과 컴퓨터간의 자연스러운 통합을 위한 기술들과 표준의 개발을 핵심 요소로 인식하고 있다[10]. 특히 미국은 최첨단 컴퓨터와 소프트웨어 기술력을 토대로 BT, NT의 응용을 통해 IT를 새로운 차원으로 발전시켜 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하고자 하며, 고도컴퓨팅 인프라, 휴먼컴퓨터 인터랙션, 대규모 네트워킹, 고신뢰 소프트웨어 등에 대한 연구개발을 추진 중이다. 미국의 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 대표적인 연구로는 HP(Hewlett Packard)사의 '쿨타운(Cooltown)' 프로젝트, UC버클리의 '스마트먼저 프로젝트'와 같이

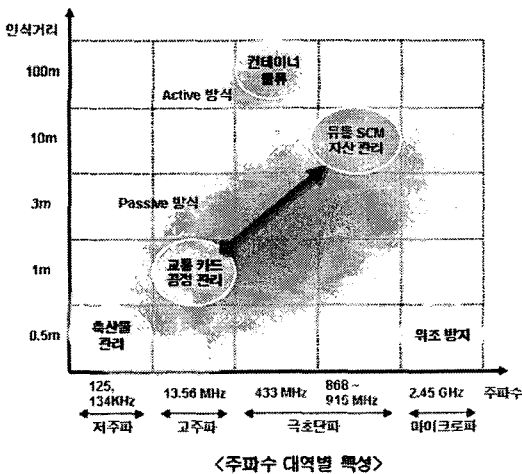


그림 1. RFID 주파수 대역 및 사용분야

여러 가지 프로젝트 명으로 독자적으로 연구개발이 진행되었다. 이웃나라인 일본은 자국의 경쟁력을 지니고 있는 여러 기술들을 연계시켜 조기에 유비쿼터스 센서 네트워크를 구현하기 위해서 노력중이다. 널리 알려진 'TRON(The Real-time Operating System Nucleus)' 프로젝트는 1984년부터 도쿄대 사카무라 겐 교수에 의해 추진된 일본의 대표적인 프로젝트로 기존의 OS와는 차별화되며, 유비쿼터스 환경에 특화 된 시스템 개발을 목표로 하고 있다[11]. 또한 인근 주차장, 식당, 호텔 등의 정보검색 및 예약, 차량위치 파악, 도로상황, 일기예보, 차량의 브레이크나 엔진상태 점검 등의 서비스를 제공하는 '자동차용 인터넷 서비스개발' 프로젝트가 있으며, 원격교육, e-Cash, 전자상거래 및 유통, 원격영상회의, 모바일타운 모니터링, 간호 에이전트, 원격진료, GPS(Global Positioning System) 시계, One-stop Boarding 등의 애플리케이션을 집중 개발하는 'MAGIC' 프로젝트(NTT 도쿄모)도 있다. 한편, 유럽은 유럽 공동체가 중심이 되어 2001년에 시작된 정보화 사회 기술 계획의 일환으로 미래 기술 계획에서 자금을 지원하는 '사라지는 컴퓨팅 계획'을 중심으로 주변의 일상 사물에 센서·구동기·프로세서 등을 내장시켜 사물 고유의 기능 외에 정보처리 및 정보교환 기능이 증진된 정보 인공물을 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

국내에서는 유비쿼터스 관련 기술을 정부에서 차세대 신 성장 동력 산업으로 규정하고 적극적으로 추진 중이다. 유비쿼터스 기술을 바탕으로 서울, 인천, 제주 등의 각 지자체에서 U-City 건설을 위한 연구 및 개발이 활발히 진행 중인데 이러한 유비쿼터스 환경을 구축하기 위해서 가장 중요하게 인식되는 것이 바로 센서 네트워크이다. 그리고 이 USN(Ubiquitous Sensor Network)의 가장 핵심이 되는 것이 RFID 기술이다. 필요한 모든 곳이나 환경에 RFID 태그 및 센서를 부착하고 이를 바탕으로 사물을 인식하고 주변 환경을 실시간으로 탐지하여 궁극적으로는 언제, 어디서라도 네트워크, 디바이스 등에 상관없이 통신 및 실시간 교류가 가능한 시스템을 구축하는 것이다. 이러한 RFID 기술을 응용하는 방법은 능동형 RFID 태그를 이용하는 방법과 수동형 RFID 태그를 이용하는 방법의 두 가지로 나누어 볼

수 있으며 근래에 들어서는 RFID 기술 외에도 여러 센서들을 결합하여 복합적인 시스템을 구축하는 형태도 나오고 있다.

RFID 태그의 치명적인 단점 중 하나인 금속의 전파 차폐로 인한 태그의 미인식 문제도 금속태그의 개발로 점점 해결되어가고 있다. 금속태그는 각종 전자제품이나 철제 구조물 등의 금속에 붙일 수 있는 태그를 뜻한다. ETRI(Electronics and Telecommunications Research Institute, 한국전자통신연구원)에서는 금속에 부착할 수 있는 최대 900MHz 광대역 금속태그를 개발하였다[12]. 이 RFID 태그는 EPCglobal class 1 표준으로, 기존의 금속태그와 비교하여 고가의 기판 대신 합성수지를 사용하여 가격을 대폭 낮추었고, 50MHz 이상의 광대역으로 인식률을 높이고, 오차율을 낮추었다.

2.3 관련업계의 이동형 RFID 적용사례

이동형 RFID 기술은 고정식 RFID 기술과는 달리 사용자가 리더를 들고 이동하면서 사용하기 때문에 자재관리 시스템, 출하 시스템, 안내 시스템에 많이 적용된다.

자재관리 시스템에서는 RFID 리더를 장착한 산업용 PDA나 핸드터미널을 이용하여 자재에 부착된 태그를 인식한다. 하지만 고정식 RFID 기술과 바코드 기술을 이용하여 대체할 수 있어서 이동형 RFID 기술은 많이 활용되고 있지는 않다.

실용화된 이동형 RFID 기술을 사용한 시스템으로는 국립중앙박물관에서 가동 중인 모바일 자동안내 시스템이 있다[13]. 이동형 RFID 인식장치로는 PDA와 MP3를 사용한다. PDA는 화상/음성 안내, MP3는 음성안내만을 지원한다. 시스템을 이용할 관람객은 먼저 대여소에서 PDA나 MP3 중 한 가지를 선택하여 대여한다. 관람객은 대여한 인식장치를 가지고 안내를 받을 전시물에 접근한다. 그러면 전시물에 부착된 RFID 태그의 신호가 이동형 RFID 인식장치에 전송된다. 신호를 받은 인식장치에서는 내장된 안내 정보들 중에서 그 신호에 해당되는 정보를 찾아 관람객에게 제공한다. PDA와 MP3는 안내 정보 전달 기능 외에 안내 정보 저장 기능도 겸하고 있다. 전시물의 정보가 변경되거나 새로운 전시물이 들어오면 모든 이동형 인식장치의 데이터를 갱신해야 한다.

이외에 이동형 RFID 인식장치를 이용한 연구동향으로는 전기설비관리의 적용연구가 있다[14]. 사람이 직접 관리하기 힘든 전신주 등의 설비에 RFID 태그를 부착하고 설비관리자는 RFID 리더를 부착한 PDA를 들고 다니며 관리할 설비의 RFID 태그를 인식시킨다. 관리자는 PDA의 인터페이스를 이용하여 RFID 태그를 부착한 설비의 제원정보를 조회하고 변경한다. 관리가 끝난 후에는 서버에 PDA에서 변경한 내용을 갱신한다.

위 세 가지 시스템의 공통점으로는 이동형 인식장치를 사용하는 환경이 무선 네트워크를 제공하지 않거나 이동형 인식장치에서 다른 데이터의 크기가 방대하여 무선통신하기에 부적당하다는 점이다. 그러므로 이동형 인식장치는 서버에서 필요한 데이터를 직접 받아올 수가 없다. 그래서 관리자는 서버의 데이터와 이동형 인식장치의 데이터를 직접 동기화 시켜 주어야 하는 단점이 있다.

3. 현황 분석 및 시스템 설계

본 논문에서는 시설물 중 유원시설에 대한 안전관리 현황을 분석하고 이동형 RFID를 이용하여 유원시설을 관리 할 수 있는 시스템을 설계 및 구현하였다.

3.1 유원시설에 대한 안전관리 현황 및 분석

유원시설의 안전관리는 표 1과 같이 유원시설의 시설의 크기와 점검대상에 따라서 다르게 이루어진다[15].

유원시설의 정보와 점검항목, 점검데이터는 대부분 문서로 관리되거나 단순하게 데이터로서 전산화된다. 따라서 데이터와 데이터 사이에 연관성이 부족하고 점검 데이터를 분석하여 활용하기가 쉽지가 않다. 또한 수기로 입력된 데이터를 전산화 시키는데 있어 인력과 비용이 추가적으로 발생하고 데이터의

표 1. 시설 크기에 따른 점검 주기

시설 크기	점검대상	점검주기
대	하위 설비를 포함한 전체 설비	연 1회
중	장 치	연 2회
소	부품 및 하위 장치	연 4회

양이 방대해질 경우 누락되는 데이터도 많아진다.

새로운 유원시설이 들어올 경우 유원시설을 관리하기 위하여 유원시설에 대한 정보를 문서로 기록하거나 전산화 시킨다. 그러나 시설물에 대한 점검주기와 생명주기는 기존의 유사데이터를 분석하고 활용하지 못한 채 반영하지 않고 임의로 입력한다.

유원시설의 안전점검은 크게 4가지로 나뉜다. 유원시설을 유원지에 처음 들여올 때 받는 허가 전 검사와 운행 중인 유원시설에 대해서 연 1회 이상 받아야 하는 정기검사, 정기검사와 허가 전 검사에서 부적합판정을 받거나, 돌발 상황이 발생한 유원시설 또는 3개월 이상 운영을 정지한 유원시설이 받아야 하는 재검사, 그리고 일상적으로 점검해야 하는 예방점검이 그것이다.

유원시설의 유지관리는 외관조사, 내구성평가, 안전성 평가와 이에 따른 보수·보강의 순서로 이루어지고 있으며, 이중 외관조사는 유원시설의 안전 확보를 위한 가장 중요한 항목으로 다루고 있다. 외관조사를 통해 획득된 유원시설의 정보는 시설물을 관리하는데 있어서 중점관리부위의 설정, 손상의 발전경향 분석, 보수·보강 물량 산출 등을 위한 기초자료로 활용되므로 이러한 데이터의 관리는 매우 중요하다고 할 수 있다[16].

그러나 이런 검사 시스템은 다양한 유원시설의 생명주기와 PM(Preventive Maintenance) 주기를 무시하고 일괄적으로 모든 유원시설을 점검한다는데 문제가 있다. 유원시설의 이용 빈도나 그 밖의 변수에 상관없이 일괄적으로 점검하므로 상대적으로 이용 빈도가 높고 위험도가 높아 자주 안전점검을 받아야 하는 유원시설은 더욱 돌발 상황의 위험에 노출된다. 이러한 안전점검으로 취득한 데이터 역시 문서로 관리되며 유원시설의 생애주기를 계산하고 교체해야 하는 시기, 예방 점검하는 시기 등을 계산하는데 전혀 사용되고 있지 않다.

유원시설의 시설물을 점검하기 위해서는 관리자는 시설물에 대한 정보를 문서화된 데이터나 전산화된 데이터를 조회하여 시설물에 대한 정보를 얻고 점검일시와 점검항목을 정한다. 관리자에게 점검일시와 점검사항을 지시 받고 점검자는 점검일시에 점검을 하고 점검데이터를 문서화 하여 관리한다.

돌발 상황이 발생할 경우에는 문서화된 정보를 수집하여 그동안 발생했던 유사한 돌발 상황들의 조치

기록을 파악한다. 그 중에 조치결과가 좋은 사례를 찾아서 돌발 상황에 적용한다. 만약 유사한 사례가 없거나 조치결과가 좋은 사례가 없었던 경우라면 새로운 조치방안을 고안하여 적용한다.

모든 정보를 문서로 관리하고 있거나 단순하게 전산화시키기 때문에 데이터의 이동 시간 및 정합성, 보안에도 문제점이 존재한다. 특정 시설물을 점검하는데 있어서 점검자는 문서로 그 수치를 남기고 그 문서를 사무실에서 취합하여 분석해야 하는 문제점이 있다.

3.2 전체 시스템 구성도

본 시스템에서는 시설물 점검 및 관리에 있어서 기존의 수기 입력과 점검에 대한 비효율성을 개선하고자 시설물에 RFID 태그를 부착하여 대상 시설물의 점검사항을 현장에서 직접 PDA를 통해서 입력, 관리한다. 입력한 데이터는 무선망을 이용하여 서버의 데이터베이스와 연동시키며, 입력된 데이터는 관리 시스템을 이용하여 추후 시설물의 PM주기 및 생명주기를 결정하는데 중요한 자료로 활용된다. 전체 시스템 구성은 크게 시설물과 클라이언트, 서버로 구분된다. 본 논문의 관리 시스템의 기본적인 구조는 그림2와 같다.

여기서 사용하게 되는 RFID 리더는 PDA에 부착하여 사용할 수 있는 것이어야 하고, RFID 리더에 호환되는 RFID 태그는 떠나 스마트라벨처럼 유원시설에 붙이기 쉬운 형태여야 한다. 또한 사용하게 될

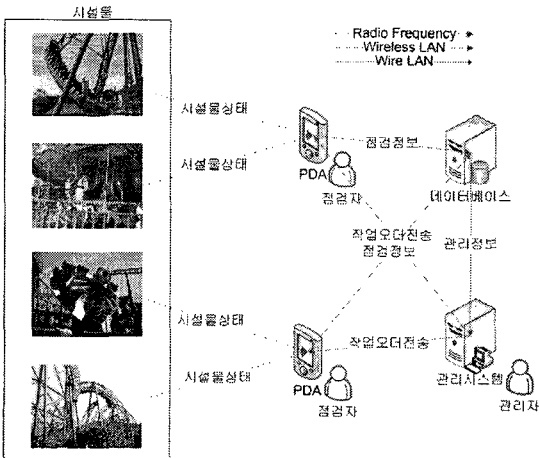


그림 2. 전체 시스템 구성도

PDA는 기본적으로 RFID 리더와 무선통신을 위한 외부인터페이스를 가지고 있어야 하며, 다양한 어플리케이션을 적재할 수 있도록 Palm 계열 OS나 Windows CE OS를 지니고 있어야 한다. 서버와의 연결을 위한 무선 인터페이스로써는 IEEE 802.11b를 사용하였다. 그러므로 유원시설이 있는 곳에 802.11b 통신을 지원하는 AP를 설치하여 무선 네트워크 인프라를 구축하는 것이 필요하다.

서버는 시설물 관리 데이터베이스를 구축할 수 있는 DBMS가 설치되어 있어야 하고, PDA와 정보를 주고받을 수 있도록 네트워크 및 통신이 원활하게 연결되어 있어야 한다.

3.3 시설물 관리 시스템의 처리 메커니즘

본 논문에서 설계한 시설물 관리 시스템의 처리 메커니즘은 같이 크게 세 가지로 나눌 수 있다.

첫 번째 경우는 서버에서 매일 일정시간에 PM 정보를 바탕으로 점검해야할 시설물과 관련된 점검 작업오더를 발행하는 경우이다. 이 경우 처리 메커니즘은 다음과 같다. 서버에서 점검 작업오더를 발행한다. 점검자는 PDA나 관리 애플리케이션을 통하여 점검해야 할 시설물들을 조회할 수 있다. PDA에서는 대상시설물에 부착된 태그를 통해 시설물의 고유 아이디를 가지고 온다. 이 정보는 서버로 전송되어 시설물의 확인 작업을 거친다. 서버는 확인된 시설물에 관련된 점검 작업 정보를 데이터베이스에서 검색 후 PDA로 보낸다. 이 데이터를 기준으로 점검자는 점검을 하고 점검 결과를 PDA를 통해서 입력한다. PDA를 통해서 입력된 데이터베이스에 업데이트 된다.

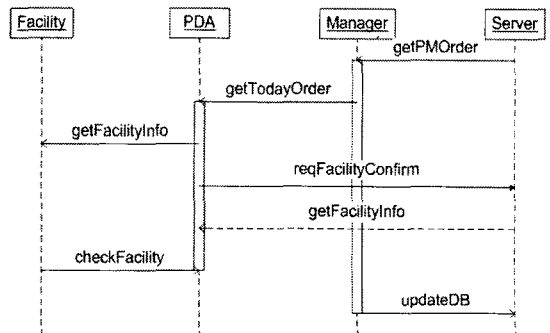


그림 3. 예방점검 작업오더 발행 시퀀스 다이어그램

두 번째 경우는 점검자가 입력한 값이 관리되는 수치 이상인 경우는 상태 이상 작업오더를 발행한다. 이 경우 처리 메커니즘은 다음과 같다. 서버에서 수치 이상 작업오더를 발행한다. 점검자는 PDA나 관리 애플리케이션을 통하여 점검해야 할 시설물들을 조회할 수 있다. PDA에서는 대상시설물에 부착된 태그를 통해 시설물에 대한 고유 아이디를 가지고 온다. 이 정보는 서버로 전송되어 시설물의 확인 작업을 거친다. 서버는 확인된 시설물에 관련된 점검 작업 정보를 데이터베이스에서 검색 후 PDA로 보낸다. 이 데이터를 기준으로 점검자는 점검을 하고 점검 결과를 PDA를 통해서 입력한다. PDA를 통해서 입력된 데이터베이스에 업데이트 된다.

세 번째 경우는 돌발 상황이 발생한 경우이다. 이 경우 처리 메커니즘은 다음과 같다. 점검자는 PDA를 통하여 돌발 상황이 발생한 시설물의 정보를 가져온다. 점검자는 돌발 상황 처리 후 PDA를 통하여 돌발 상황 정보를 입력한다. PDA를 통해서 입력된 점검 결과를 데이터베이스에 업데이트 된다.

3.4 테이블 설계

본 논문에서는 설계한 시설물 관리 시스템의 테이블 구조는 그림6과 같이 관계형 데이터베이스를 기본으로 하여 현재 사용하고 있는 모든 데이터베이스

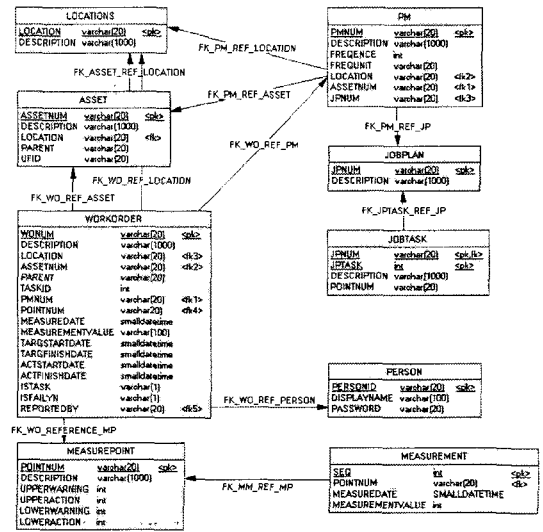


그림 6. 테이블 ERD(Entity Relationship Diagram)

에 쉽게 적용할 수 있다. DB 테이블은 시설물의 정보 테이블, 시설물의 점검 관리 항목 테이블, 점검 데이터 테이블, 작업 정보 테이블 등 크게 4개의 테이블로 이루어진다.

3.5 RFID를 이용한 이동형 리더

이동형 RFID 리더는 점검 시설물을 구별하고 점검자가 시설물에 대한 정보를 쉽게 얻어내기 위하여 사용한다. 점검자는 점검의 대상인 유원시설에 RFID 태그를 부착하고, PDA에 장착하여 동작하는 이동형 RFID 리더를 이용하여 대상 시설을 점검한다. 이동형 RFID 리더를 통하여 각기 다른 시설물에 대한 점검정보를 정확히 취득하고, PDA로 바로 점검결과를 작성하여 처리한다. 태그의 정보는 점검자 PDA에 장착된 리더로만 읽을 수 있다. 그러므로 점검자가 직접 유원시설을 점검하려 하지 않고서는 시설물을 점검할 수 있는 방법이 없어서 점검자의 허위 기재를 방지할 수 있다.

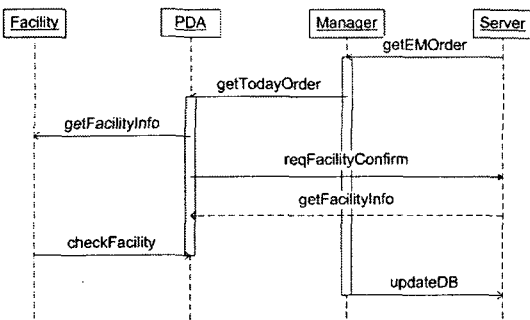


그림 4. 수치이상 작업오더 발행 시퀀스 다이어그램

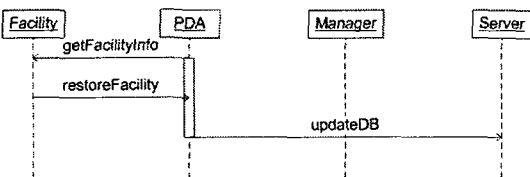


그림 5. 돌발 상황에 대한 작업오더 작성 시퀀스 다이어그램

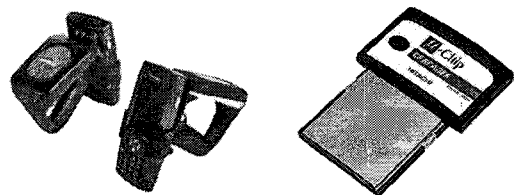


그림 7. 이동형 RFID 리더

3.6 시설물 정보 시스템

시설물 정보 시스템은 시설물의 정보, 위치, RFID 태그 정보, PM, 작업오더를 관리하는 시스템이다. 등록된 시설물을 기준으로 점검하고자 하는 항목에 대한 작업표준을 수립하고, 수립된 작업표준과 시설물, 발행주기를 PM에 등록하여 주기적으로 PM 작업정보를 발행하고 관리한다. 시스템의 구조는 그림 8과 같다.

시설물 정보 시스템의 모듈은 크게 시설물 데이터의 입력, 수정, 삭제가 일어나는 설비정보관리 모듈과 데이터를 조회하여 결과 값을 산출하는 예방점검 모듈로 나누어진다. 설비관리는 정보의 분류에 따라 위치관리, 자산관리, 작업관리로 나누어진다. 시설물의 정보는 먼저 시설물들이 존재하는 위치, 구역정보를 가진다. 하나의 위치는 그 위치에 존재하는 하나 또는 그 이상의 시설물 정보를 가진다. 시설물 정보는 각 시설물의 특징에 맞는 점검 항목 정보를 가진다. 예방점검은 작업정보 조회와 상태 모니터링으로 나뉜다. 작업정보 조회는 오늘 점검해야 할 시설물의 점검 항목을 보여주는 기능이고 상태 모니터링은 점검한 결과 값을 조회하여 그 시설물의 상태를 확인하는 기능이다. 예방점검 모듈은 관리자가 사용하는 데스크톱의 시설물 정보 시스템 뿐만 아니라 점검자가 사용하는 PDA의 시설물 정보 시스템에도 탑재되어 있다. 따라서 점검자는 어디서든지 시설물의 점검 정보를 볼 수 있다. 시설물 조회 기능은 시설물에 부착된 RFID 태그와 통신하여 해당 시설물의 점검 정보를 불러온다. 불러온 점검 정보는 시설물 점검 기능을 통하여 점검 값을 새로이 입력하거나 변경할 수 있다.

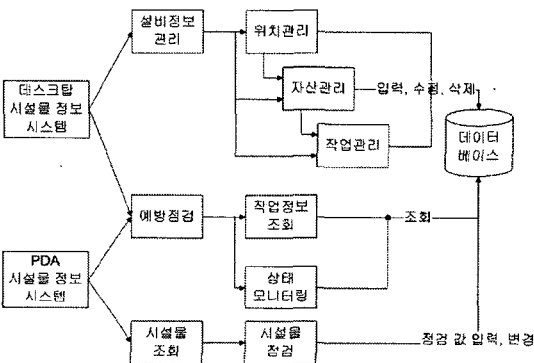


그림 8. 시설물 정보 시스템

4. 시스템 구현

본 논문에서 제안한 시스템의 개발 환경은 다음과 같다.

표 2. 시스템 개발 환경

	데스크탑	PDA
용도	관리자용	점검자용
OS	Microsoft Windows Server 2003 Enterprise Edition	Pocket PC 2003 Second Edition
DBMS	Microsoft SQL Server 2000	-
Development Tool	Microsoft Visual Studio 6.0 (Visual Basic) Spread Sheet 3.5	Microsoft Visual Studio .NET 2003 (.NET Compact Framework)

4.1 관리자용 시설물 관리 프로그램

그림9~11는 관리자가 사용하는 시설물 관리프로그램의 인터페이스이다. 그림 9는 위치와 시설물을 보여주는 화면으로 설비정보관리모듈에 해당된다. 관리하는 시설물의 위치, 자산, 작업 정보는 서로 계층적으로 연결되어 있다. 주로 윈도우 탐색기 등에서 볼 수 있는 드릴다운 인터페이스는 계층적으로 연결된 정보를 가장 직관적으로 보여줄 수 있는 인터페이스이다. 그러므로 본 시설물 관리 프로그램에서도 드릴다운 인터페이스를 사용하였다. 이 드릴다운 인터페이스의 장점은 윈도우 탐색기처럼 시설물의 위치, 자산, 작업 정보가 서로 어디에 속해있는지 한 눈에 알아보기 편하여 관계 파악이 쉽다. 그리고 상위 정보인 위치에서 하위 정보인 작업 정보로 단계별로 거쳐서 들어가지 않고 바로 원하는 작업 정보로 직접 들어갈 수 있다.

그림 10은 관리자가 로그인 하였을 경우에 당일 점검 사항을 보여주는 리스트로 작업조회모듈에 해당된다. 해당 관리자는 이 화면을 통해서 오늘 점검해야 할 시설물과 점검해야 할 작업 사항을 파악할 수 있다. 화면을 단순화 하여 점검할 때 꼭 필요한 사항만 조회할 수 있도록 구성하였다. 이 화면에서 조회할 수 있는 모든 정보는 PDA의 점검자 시설물 관리 프로그램에서도 똑같이 조회가 가능하다.

그림 11은 예방점검 화면을 보여준다. 관리자는 해당 위치, 시설물, 작업 정보를 입력한다. 사전에 설비관리정보에서 입력된 점검 사항 리스트 중에서 관리자가 입력한 작업 정보에 대한 리스트만 뽑아서 출력한다. 관리자는 각각의 작업에 대하여 년/월/일 별로 주기를 설정할 수 있다. 주기를 설정할 경우 설정한 주기마다 프로그램에서 자동으로 작업오더를 생성하여 해당하는 날짜에 당일 점검사항 리스트에 나타날 수 있도록 데이터베이스에 기록한다.

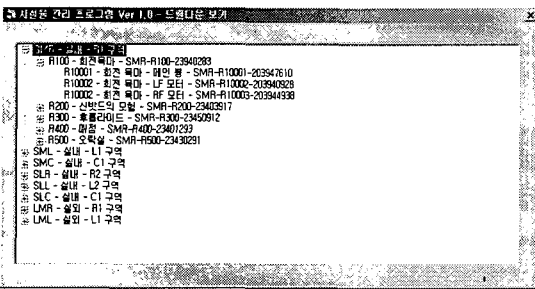


그림 9. 드릴다운 조회화면

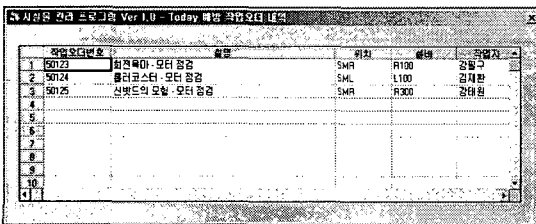


그림 10. 당일 점검사항 리스트

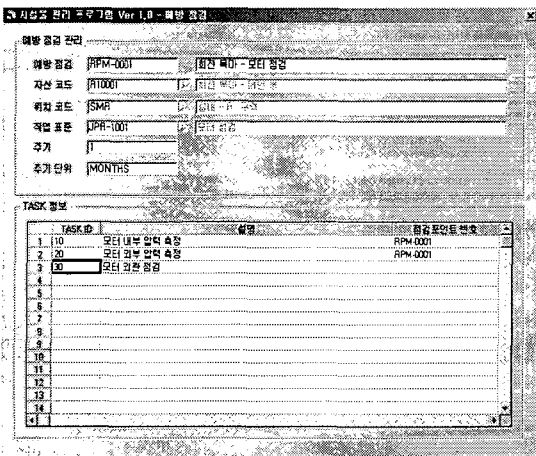


그림 11. 예방점검 입력화면

4.2 점검자용 시설물 관리 프로그램

그림 12~14는 점검자가 사용하는 PDA 시설물 관리 시스템이다. 점검자는 점검에 나가기 전 오늘 점검사항을 조회하여 점검 시 경유할 시설물과 그 시설물에서 점검할 부위를 확인한다. 그림 12는 오늘 점검사항 화면으로 그림 10이 나타내는 오늘 점검사항 화면과 구성이 같고 보여주는 정보의 내용도 같다. 그림 10은 관리자를 기준으로 제작되어 오늘 점검할 모든 작업 정보를 표시한다. 그러나 그림 12는 그 PDA를 사용하는 해당 점검자에게만 해당하는 오늘 점검할 작업 정보를 표시한다.

점검자가 RFID 시설물의 RFID 태그를 읽어 들이면 시설물 점검 프로그램은 자산정보 조회화면을 출력한다. 그림 13의 자산정보 조회화면은 자산코드, 위치코드, 상위자산, UFID(Unique Feature Identifier)의 4가지 정보를 출력한다. UFID는 시설물에 부착된 각각의 RFID 태그가 가지고 있는 고유 식별자로서, PDA를 가진 점검자가 시설물을 식별할 수 있는 가장 중요한 정보로 사용된다. 점검 프로그램은 이 UFID를 서버에 전송하여 그 UFID에 해당하는 나머지 시설물 자료를 받아온다. 점검자는 조회한 시설물이 PDA에 표시된 오늘 점검사항에 포함되어 있는지 확인하여 그 시설물의 점검 여부를 결정한다.



오늘 점검사항

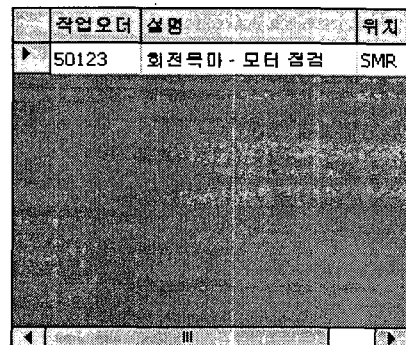


그림 12. 오늘 점검사항

확인한 시설물이 오늘 점검할 시설물이 맞으면 점검 작업내용 화면으로 전환한다. 그림 14의 점검 작업내용은 점검자가 그 시설물에서 점검해야 할 점검내용의 목록을 출력한다. 점검 목록은 직접 글로써 기록해야 하는 항목과 모터의 회전 수 같이 수치로 계량할 수 있는 항목으로 구분한다. 그 중 수치로 입력하는 항목은 관리자용 프로그램에서 수치이상 작업오더를 발행하는 주요 자료로 쓰인다. 점검자는 그 목록을 토대로 시설물을 점검하고 점검하는 즉시 해당 작업의 측정값을 PDA에 입력하여 관리 시스템으로 전송한다.

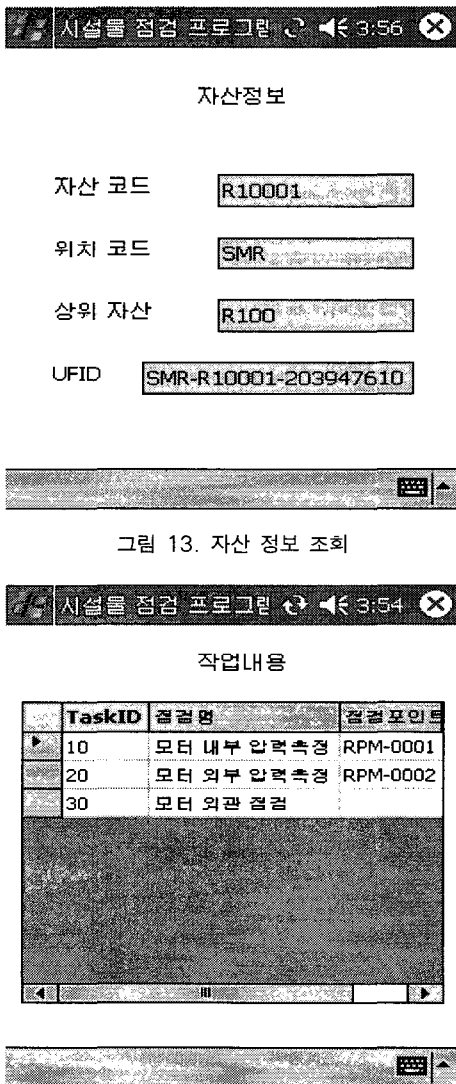


그림 13. 자산 정보 조회

그림 14. 점검 작업 내용

5. 실험 결과 및 성능 분석

본 논문에서 제안한 시스템의 가장 큰 특징이자 장점은 특정 주기 또는 점검치 이상 발생 시 자동으로 작업오더를 발행하는 것이다. 이 기능을 중심으로 하여 군산에 소재한 S사의 시스템 도입 전과 도입 후 데이터를 비교해 보았다. 시스템 도입 전의 자료를 전산화하여 시설물 관리 시스템에 맞게 조정하고 시스템 도입 후는 이동형 RFID 리더를 이용하여 점검자가 입력한 자료를 기준으로 한다.

5.1 PM율과 돌발율

시설물의 예방점검의 주목적은 설비가 고장 나기 전에 점검함으로써 설비의 고장빈도, 시간을 줄이는데 있다. 따라서 예방점검 작업이 증가하면 돌발 작업이 감소하고, 돌발 작업이 증가하면 예방점검 작업을 줄어들게 된다. 표 3은 기간에 따른 작업건수와 예방점검, 돌발 작업건수, PM율과 돌발율의 변화를 보여준다. 시스템 도입 전에도 예방작업을 진행하였으나 설비의 고장 빈도에 따른 예방점검 주기를 적용하지 않고 일괄적으로 점검하는 형태로 예방점검을 진행하여 예방점검 작업에 비해 돌발 건수가 높은 것을 확인 할 수 있다. 시스템 도입 후에는 설비에 맞게 일정주기를 설정하고 적용하여 일정 주기로 예방점검 작업이 반복되기 때문에 전체적인 작업 건수와 예방점검 건수는 증가하여도 예방점검 작업에 비해 돌발 건수가 낮은 것을 확인 할 수 있다.

PM율과 돌발율의 공식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \text{PM율} - \text{예방작업 건수} / \text{전체작업 건수} \\
 & \text{돌발율} - \text{돌발작업 건수} / \text{전체작업 건수} \\
 & \text{PM 대비 돌발율} - \text{돌발작업 건수} / \\
 & \quad (\text{돌발작업건수} + \text{예방작업 건수})
 \end{aligned}$$

5.2 설비 가동성 분석

시설물 관리에 있어서 가장 중요한 것은 시설물이 정지 하지 않고 얼마나 많이 가동 되느냐에 있다. 따라서 돌발 작업 횟수 보다는 돌발 작업 시간이 더 중요하다고 할 수 있다. 시설물 가동시간과 고장시간의 분석은 MTTR(Mean Time To Repair)과 MTBF(Mean Time Between Failure)를 이용한 설

표 3. 기간별 PM율과 돌발율

월	전체작업	예방작업	돌발작업	PM율	돌발율	PM 대비 돌발율	비고
01월	382	97	221	25.39	57.85	69.50	
02월	401	89	254	22.19	63.34	74.05	
03월	390	92	238	23.59	61.03	72.12	
04월	324	68	208	20.99	64.20	75.36	
05월	362	88	232	24.31	64.09	72.50	
06월	538	168	244	31.23	45.35	59.22	시스템 적용
07월	582	226	216	38.83	37.11	48.87	
08월	591	248	189	41.96	31.98	43.25	
09월	605	249	198	41.16	32.73	44.30	
10월	614	299	182	48.70	29.64	37.84	
11월	608	297	182	48.85	29.93	38.00	
12월	634	279	200	44.01	31.55	41.75	

비 가동성 분석을 통하여 확인할 수 있다. MTTR은 평균 고장시간으로 돌발 상황이 발생하였을 경우 돌발 상황에 대해 조치를 취하는데 걸리는 평균 시간을 이야기 한다. MTBF는 평균 고장 간격 시간으로 시설물이 고장 없이 가동되는 평균 시간을 이야기 한다. MTTR은 낮을수록 좋고 MTBF는 높을수록 좋다. 표 4는 기간에 따른 시설물 가동성 분석의 변화를 보여주고 있다. 표 4에서 보는 바와 같이 시스템 도입 이후 고장 건수는 감소하였고 그에 따른 고장 시간 역시 감소하였다. 따라서 MTTR은 감소하였고 MTBF는 증가하였다. 이에 설비 가동성은 평균 1% 정도 상승 하였다.

MTTR과 MTBF, 설비 가동성을 구하는 공식은 다음과 같다.

$\text{MTTR} = \text{고장 시간} / \text{고장 건수}$ $\text{MTBF} = \text{가동 시간} / \text{고장 건수}$ $\text{설비가동성} = \text{MTBF} / (\text{MTTR} + \text{MTBF}) * 100$

5.3 점검 시간의 단축

시설물 관리 시스템을 이용하면 점검 시간을 단축할 수 있다. 돌발 상황이 발생하였을 경우 조치를 취하는데 걸리는 실 작업 시간의 단축 효과는 미비하나

표 4. 기간별 설비 가동성 분석

월	가동시간	고장시간	고장건수	MTTR	MTBF	설비가동성	비고
01월	348,300	12,145	221	54.95	1,576.02	96.63	
02월	325,800	14,965	254	58.92	1,282.68	95.61	
03월	348,300	14,275	238	59.98	1,463.45	96.06	
04월	337,500	12,514	208	60.16	1,622.60	96.42	
05월	348,300	14,243	232	61.39	1,501.29	96.07	
06월	337,500	14,357	244	58.84	1,383.20	95.92	시스템 적용
07월	348,300	10,681	216	49.45	1,612.50	97.02	
08월	348,300	9,328	189	49.35	1,842.86	97.39	
09월	337,500	9,153	198	46.23	1,704.55	97.36	
10월	348,300	9,015	182	49.53	1,913.74	97.48	
11월	337,500	9,089	182	49.94	1,854.40	97.38	
12월	348,300	9,784	200	48.92	1,741.50	97.27	

문서의 이동이나 보고, 조회를 하는데 걸리는 시간을 단축 할 수 있다. 기존 시스템에서 관리자는 문서나 전산화된 데이터를 조회하여 점검 대상의 점검 시기를 정하는 것을 PM 작업오더를 발행하는 것으로 대체할 수 있고, 점검자가 점검 대상의 정보를 문서나 전산화된 데이터를 조회하는 것을 이동형 RFID 리더를 이용하여 정보를 자동으로 조회하는 것으로 대체할 수 있다. 또한 점검 데이터를 수기로 입력하거나 전산화 시키는 과정을 PDA를 통하여 직접 입력하는 방식으로 대체할 수 있다.

5.4 성능 비교

본 논문에서 제안한 시설물 관리 시스템의 핵심은 이동형 RFID 리더를 이용하여 간편하게 정보를 조회/입력하는 것과 자동으로 작업오더를 발행하여 점검하는 것이다. 이 기능을 중심으로 본 논문의 시스템과 유사한 타사의 시스템들과 성능을 비교해보았다. 타사의 시스템에 대해 간략히 설명하자면 'H'사의 GMMS(Global Maintenance Management System)는 설비관리 시스템으로서 산업용 PDA와 바코드 스캐너를 이용하여 설비를 인식하고 수치를 입력하는 시스템이다. 무선 랜 기반으로 산업용 PDA를 통하여 측정 점검 데이터를 단순하게 입력하고 입력된 정보는 GMMS 관리 시스템을 통하여 조회/수정할 수 있다. 'S'사의 설비 관리 시스템은 RFID 리더를 이용한 점검 수치 입력 시스템이다. PDA를 통하여 PDA에 저장된 정보를 바탕으로 하여 해당 입력 값을 PDA에 입력하고 추후 입력된 데이

터를 서버로 동기화 시키는 작업을 한다. 동기화 시키는 과정에서 이상 데이터 발견 시 관리 시스템을 통하여 작업오더가 발행된다. 'H'사의 설비관리 시스템은 무선 랜 기반에 이동형 RFID 리더를 이용하여 설비를 관리하고 점검치 이상이 발생하였을 경우에 작업오더를 발행한다.

각각 시스템의 기능 면에서 상당히 유사한 점을 발견할 수 있었다. 하지만 이동형 RFID 리더를 이용하여 점검을 하고 자동으로 작업오더를 발행하는 시스템은 타사의 시스템에 비해 좀 더 목적에 부합된 기능을 갖추고 있다. 표 5는 타 시스템과의 성능을 비교 결과를 보여주고 있다.

시스템의 성능을 비교하기 위해 타사의 시스템을 분석한 결과 본 논문에서 핵심으로 다루었던 이동형 RFID 리더를 통한 점검과 작업오더 자동 발행 기능은 우위를 차지한다고 볼 수 있었으나 타사의 시스템에서는 본 논문의 시스템에서 제공하지 않은 부가기능(타 시스템과의 인터페이스, 편리한 UI)들이 있었다. 이런 부가기능들은 반드시 필요한 기능은 아니었지만 향후 시스템 사용자의 유용성과 사용성에 대한 분석을 통해 필요하다고 판단되면 업그레이드 차원에서 다룰 예정이다.

6. 결 론

본 논문에서는 이동형 RFID 리더를 이용한 시설물 관리 시스템을 개발함으로써 정확한 정보와 빠른 처리시간을 요구하는 시설물 관리에 효율을 극대화

표 5. 타 시스템과의 성능 비교

기능	본 논문의 시설물관리시스템	'H'사 GMMS 시스템	'S'사 설비관리시스템	'H'사 설비관리시스템
인식방법	RFID	바코드	RFID	RFID
태그 종류	수동형 금속 태그	바코드	수동형 태그	수동형 태그
실시간 조회	○	×	△	△
실시간 기록	○	○	△	△
예방점검 작업오더 발행	○	○	×	×
점검치 이상 작업오더 발행	○	×	○	○
무선망 지원	○	○	×	○

(○ : 기능 있음, △ : 유사기능 있음, × : 기능 없음)

시킬 수 있는 방법을 제시하였다. 본 논문에서 제안한 시스템의 가장 큰 특징이자 장점은 시설물의 정보를 이동형 RFID 리더를 이용하여 얻어 오는 것과 자동으로 PM 작업오더를 발행하는 시스템이다. 관리자가 입력한 주기별로 자동으로 작업오더를 발행하고 점검자는 이동형 RFID 리더를 이용하여 시설물에서 점검해야 하는 작업오더를 PDA를 통해서 전송 받을 수 있다. 그리고 점검결과를 PDA를 통해서 손쉽게 입력할 수 있고 이 결과는 무선망을 통해 서버에 바로 전송된다. 본 논문에서 제안하고 있는 시스템을 활용함으로써 얻을 수 있는 효과는 다음과 같다. 첫째, 기존의 점검 작업과 비교 하였을 경우에 프로세스 측면에 있어서 전산화된 프로세스를 이용하여 점검 프로세스를 개선할 수 있고 시간적인 측면에 있어서 점검 작업의 정확성 향상과 점검 작업 시간, 점검 관리 시간을 단축 할 수 있다. 둘째, 데이터를 단지 전산화하여 저장하는 것만이 아니라 그 전산화된 데이터를 이용하여 점검주기를 계산하여 고장 빈도를 줄일 수 있으며 설비 가동성 증가로 인하여 비용 절감 효과를 기대할 수 있다.

향후에 더 연구해야 할 것으로는 USN의 도입이다. PDA를 이용한 점검 항목은 점검자가 직접 판단하여 글로 서술해야 하는 부분과 수치나 단계 등을 이용한 정량적인 항목으로 나뉜다. 이 중 정량적으로 기록되는 항목 중 일부는 센서 네트워크를 이용할 수 있다. 예를 들어 모터의 과열처럼 점검자가 직접 온도계 등의 장비를 이용하여 수치를 측정해서 PDA에 입력하는 항목들은 그 해당 부위에 RFID 태그와 함께 온도 감지 센서 등을 부착하여 점검자의 방문 없이도 수치 이상을 알아낼 수 있다. 그러면 수치 이상에 따른 작업 오더나 돌발 상황에 따른 작업 오더를 더욱 빨리 내릴 수 있어 좀 더 효율적인 시스템을 구축할 수 있다.

시설물 관리는 사용되는 범위가 다양하고, 관리 대상 또한 상당히 다양하다. 이 시스템에서 목표로 잡은 유원시설 관리 이외에도 이동형 RFID 리더를 활용하여 관리할 수 있는 시설물은 존재한다. 다른 시설물 관리에도 이 시스템을 활용하기 위해서는 시설물 관리 시스템을 위한 표준 업무 프로세스의 정립도 필요하다. 표준의 정립이 이루어진다면 간단한 포팅만으로 유원시설이 아닌 다른 시설물에서도 적극 활용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 남상관, 이우식, 구지희, 우제윤, 이종국, "유비쿼터스 환경의 지능형 시설물 모니터링 기술 개발," 한국 GIS 학회 추계학술대회, pp. 105-110, 2004.
- [2] 정선용, 김진일, "시설물 관리를 위한 모바일 서버/클라이언트 시스템의 구현," 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, Vol 30, No. 2, pp. 454-456, 2003.
- [3] T. Miah and O. Bashir, "Mobile workers : access to information on the move," *Computer & Control Engineering Journal*, Vol. 8, pp. 215- 223, 1997.
- [4] Klaus Fikenzeller, *RFID Handbook*, (주)영진닷컴, 서울, 2004.
- [5] 유승화, "RFID/USN 기술 현황 및 활성화 방안," *정보처리학회지*, 제12권, 제5호, pp. 18-26, 2005.
- [6] 정민화, "RFID 국제·국가 표준화 동향," *정보처리학회지*, 제12권, 제5호, pp. 27-33, 2005.
- [7] 김영일, 김말희, 이용준, "RFID 미들웨어 기술 동향 및 응용 사례," *정보처리학회지*, 제12권, 제5호, pp. 43-51, 2005.
- [8] 박성수, 현석봉, 박경환, 조경익, "유비쿼터스 스마트 태그 칩 기술 동향," *정보통신연구진흥원 주간기술동향*, 통권 1123호, 2003.
- [9] 박희진, "RFID를 이용한 시설물 관리," *설비저널*, 제34권, 제7호, pp. 56-56, 2005.
- [10] 이성국, 김완석, *세계 각국의 유비쿼터스 컴퓨팅 전략*, 전자신문사, 2003.
- [11] 사카무라 겐, *21세기 일본의 정보 전략*, 동방 미디어, 2003.
- [12] 기술홍보팀, ETRI, http://www.etri.re.kr/www_05/search/view_03.php?fclass=01&idx=1281, 2007.1
- [13] 국립중앙박물관, <http://www.museum.go.kr/>, 2007.1
- [14] 송재주, 이정일, 신진호, 어봉재, 이진기, 조선구, "전력설비관리 분야의 RFID/USN 기술 적용 방안," *조명전기설비학회지*, 제19권, 제4호, pp. 43-51, 2005.

- [15] 정병국, 2006 국정감사, 문화관광부, 2006.
- [16] 오광진, "IT를 활용한 시설물의 유지관리 시스템," 구조물진단학회지, 제10권, 제4호, pp. 3-7, 2006.



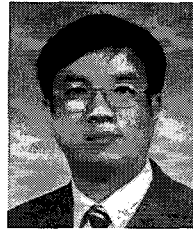
강 필 구

2005년 인천대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
 2005년~현재 인천대학교 컴퓨터공학과 대학원 재학
 관심분야 : 데이터베이스, XML, RSS



김 재 환

2007년 인천대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
 2007년~현재 인천대학교 컴퓨터공학과 대학원 재학
 관심분야 : RFID, WEB2.0



채 진 석

1990년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
 1992년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
 1998년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사).

1992년~1997년 서울대학교 공학연구소 조교.
 1997년~1998년 한국학술진흥재단 부설 첨단학술정보센터 선임연구원.
 2006년~2007년 미국 California State University San Bernardino 객원교수.
 1998년~현재 인천대학교 컴퓨터공학과 부교수.
 관심분야 : 인터넷 소프트웨어, 전자문서 처리, 디지털 도서관.



최 원 익

1996년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
 1998년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
 2004년 서울대학교 대학원 전기컴퓨터공학부 졸업(공학박사)

2006년~현재 인하대학교 정보통신공학부 전임강사.
 관심분야 : 모바일/유비쿼터스 컴퓨팅, GIS/LBS, 텔레매틱스.