

# RFID 기반 문화재 복원용 임목 이력 정보 시스템의 설계 및 구현

정희원 김삼근\*, 문일환\*, 박재표\*\*

## Design and Implementation of RFID based Tree History Information System for Cultural Heritage Restoration

Sam-Geun Kim\*, Il-Hwan Moon\*, Jae-Pyo Park\*\* *Regular Members*

### 요약

최근 RFID 기술이 발전함에 따라 그 부가가치가 부각되고 있는 문화재 복원용 임목(금강송) 또는 보호수 등의 주요 임목에 대한 이력 및 위치 정보를 전자적으로 관리할 수 있는 서비스에 대한 요구가 증가하고 있다. 하지만 기존의 주요 임목 정보 관리 체계는 대상 임목의 이력 정보를 도면과 문서대장을 이원화하여 수기 중심으로 관리하거나, 또는 임목 정보를 한정된 PDA의 저장소에 데이터 파일 형태로 보관하여 내부업무로 컴퓨터에 입력 및 계산을 통하여 자료화하는 구조로 관리되어 왔다. 이러한 관리 구조는 대상 임목의 이력 및 위치 정보를 파악하는데 확장성과 범위성 측면에서 많은 어려움을 내포하고 있다. 본 논문에서는 RFID 기반의 문화재 복원용 임목 이력 정보 시스템을 설계 및 구현하였다. 제안 시스템의 특징으로는 문화재 복원용 임목 위치 및 이력 정보를 기존의 수기 중심의 시스템보다 체계적이고 효과적으로 관리할 수 있게 지원해주는 것이며, 또한 서비스 대상의 임목정보를 제공 및 관리할 수 있도록 무선인터넷 또는 무선 랜을 이용한 모바일 RFID 서비스를 구현하여 업무 프로세스를 개선하는 것이다. 제안한 시스템의 특징을 구현을 통하여 확인하였다.

**Key Words** : RFID(Radio Frequency Identification), 모바일 RFID(Mobile RFID), 웹서비스(Web Service), 임목이력관리(Tree History Management), 데이터통합관리(Data Integration Management)

### ABSTRACT

Recently, as the development of Radio Frequency Identification (RFID) technology becomes active, the demand for services which can electronically manage the history and location information of major trees, including trees for cultural heritage restoration and nurse trees, has been increased. This information has been managed by separated drawings and documents or storing its information into PDAs and then structuring data files through input and computation. But, these methods imply limitations in terms of its extensibility and scalability. This paper has designed and implemented an RFID based Tree History Information System (THIS) for cultural heritage restoration. The purpose of the proposed system is to support to be able to effectively and consistently manage historical information of major trees and improve working processes by implementing mobile RFID services through wireless Internet or Local Area Network (LAN) as mobile communication networks. Through implementation, it is confirmed that the proposed system can manage the historical information of major trees more effectively than conventional methods and also improve previous field working conditions.

\* 한경대학교 컴퓨터공학과 지리정보처리 연구실(skim@hknu.ac.kr), \*\* 숭실대학교 정보과학대학원(pjerry@dreamwiz.com)  
 논문번호: KICS2010-07-302, 접수일자: 2010년 7월 12일, 최종논문접수일자: 2010년 8월 31일

## I. 서론

최근 모바일 컴퓨팅 시대가 도래하고 RFID 기술을 적극적으로 활용하려는 수요가 급증하고 있는 가운데, 산림자원관리 분야에 있어서도 임목정보 등을 전산적으로 관리하고자 하는 요구가 증대되고 있다. 특히 문화재 복원용 임목(금강송)과 같이 특수 용도로 사용되는 주요 임목들에 대한 이력 및 위치 정보를 체계적으로 관리해야 할 필요성이 있다<sup>[1]</sup>. 또한 문화재 복원용 임목의 경우 그 특성상, 규모나 역사적 의미 등을 고려한 목재들을 선별해야 하므로 미리 문화재 복원용으로 대상이 되는 임목들을 실태 조사를 통하여 체계적으로 관리하는 것이 중요하다.

지금까지 국내의 임목자원 관리상황을 살펴보면 단면과 문서대장을 이원화하여 관리하면서 수정 및 보완 작업이 수작업으로 병행하여 이루어지고 있으며<sup>[2]</sup>, 임목을 조사한 후 내부업무로 컴퓨터에 입력 및 계산을 통하여 자료화하는 과정을 거친 후 문서형태의 데이터로 보존되고 있다<sup>[3]</sup>. 이와 같은 임목자원 관리방법은 대상 문화재 복원에 적합한 목재 확보를 위해 개별적으로 수많은 현지 실태 조사 및 수작업을 통해 그 데이터를 획득하는데 많은 시간과 인력이 중복되고 낭비되는 경향이 있다. 이에 따라 문화재 복원용 주요 임목들에 대한 이력 및 위치 정보에 대한 종합적이고 체계적인 관리 시스템의 필요성이 대두된다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 RFID(Radio Frequency Identification) 기술을 이용하여 문화재 복원용 임목의 위치정보와 이력정보를 효과적으로 관리할 수 있는 RFID 기반 임목 이력 정보 시스템(Tree History Information System, THIS)을 설계 및 구현하였다. RFID 기술은 정보통신부가 2004년 수립한 IT839 전략<sup>[4]</sup>에서 선정한 3대 첨단 인프라 중 USN(Ubiquitous Sensor Network)의 핵심 요소기술로써 국가의 지원 하에 기술개발 및 표준화가 진행되어 오고 있으며<sup>[5, 6]</sup>, 국내의 국방, 교통, 물류, 건설, 제조, 농수축산, 의료 등 다양한 응용분야의 서비스에 적용되어 주요 성과가 가시화되었다<sup>[7, 8]</sup>. 또한 바코드의 6천 배 가량 되는 정보를 RFID 태그에 담아 낼 수 있어 문화재 복원 임목의 수종, 위치정보, 수령, 총수고, 재적, 수관폭 등과 같은 다양한 이력 정보를 저장 및 관리할 수 있다. 제한한 시스템의 특징은 문화재 복원용 임목 이력 및 위치 정보를 기존의 수기 중심의 시스템보다 체계적으로 관리할 수 있게 지원해주는 것이며, 또한 서비스 대상의 임목정보를 제공 및 관리할 수 있도록 CDMA(Code Division Multiple

Access) 또는 무선 LAN(Local Area Network)을 이용한 모바일 RFID 서비스<sup>[9, 10]</sup>를 구현하여 업무 프로세스를 개선하는 것이다.

본 논문의 전체적인 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구에 대해 알아보고, 3장에서는 제한한 문화재 복원용 임목 정보 시스템을 설계하며, 4장에서는 제안한 시스템을 구현 및 평가한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해서 기술한다.

## II. 관련연구

우리나라는 일찍이 국토의 70% 이상을 이루고 있는 산림의 가치를 인식하여 목재중심의 산림녹화 기반 조성과 산림행정의 과학화를 위해 1972년부터 2005년까지 4회에 걸쳐서 전국산림자원조사를 실시하였으나, 최근 각종 국제협약기구의 산림환경정보를 포함하는 국가산림통계의 요구 등 국제적 산림정책의 패러다임 변화에 대응하기 미흡하였다. 이러한 이유로 2006년부터 2010년까지 실시하는 제5차 국가산림자원조사부터는 국제 수준의 산림자원 및 산림환경통계 생산이 가능한 산림자원조사체계로써 추진해오고 있으며, 2005년 제정된 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률에 따라 산림자원의 정보화 등이 의무화되었다. 또한 산림청에서는 문화재 복원용 목재공급의 중요성을 감안하여 지난 2001년부터 전국 국유림을 대상으로 가슴높이 지름 30cm 이상인 대경목 1ha당 50본 이상 분포하고, 후계림 조성이 가능할 만큼 토질과 환경이 좋은 소나무림 39개소, 918ha를 문화재 복원용 목재 생산림으로 지정하여 특별히 관리하고 있다. 이러한 문화재 복원용 목재를 비롯하여 산림자원에 대한 중요도가 높아지면서 산림자원의 정보화 및 데이터베이스의 구축에 대한 사회적 요구가 높아지고 있다. 이와 관련된 선행된 연구사례를 살펴보면 다음과 같다<sup>[2, 3]</sup>.

산림관리 시스템<sup>[2]</sup>은 산림관리에 필요한 각종 도형 및 속성정보를 데이터베이스화하고 GIS를 이용하여 조림대장, 육림대장, 영림계획, 공유림대장, 산지이용정보를 관리하고 검색할 수 있도록 하여 산림관리 업무를 지원한다. [2]는 단순히 특정지역에 해당되는 산림관리 업무에 해당되는 내용을 등록하고 검색하는 것으로 임목관리에 대한 위치정보와 이력정보를 관리하는데 한계가 있다.

PDA 기반 산림자원조사용 소프트웨어<sup>[3]</sup>은 국가산림자원조사의 주요 업무대상 중 수기 중심의 임목조사 및 관리를 PDA(Personal Digital Assistant)를 이

용하여 전산적으로 지원하는 시스템을 개발하여 현장 작업 소요시간 절감 및 노동 생산성 등을 향상시켰다. 그러나 이 시스템은 임목정보를 한정된 PDA의 저장소에 데이터 파일 형태로 보관하는 구조로서 확장성과 범위의 제약이 다소 있으며, 현장 담당자가 업무용 컴퓨터로 돌아와서 PDA의 데이터 파일을 별도 소프트웨어를 이용하여 업무용 컴퓨터와 데이터 파일을 동기화해야 하는 한계가 있다.

문화재 복원용 임목과 관련된 선행된 연구결과들을 살펴보면 산림관리 업무와 산림 매목 조사 관리에 대한 업무를 정보화하여 산림자원 관리업무 환경을 개선하였으나 산림이라는 특수한 환경에서 문화재 복원에 적합한 임목의 위치 및 분포현황을 쉽게 파악할 수 있고, 모바일 RFID 환경에서 임목 이력 정보를 관리할 수 있는 시스템 개발 및 연구가 필요하다. 모바일 RFID 기술은 RFID 기술과 이동통신 기술을 접목한 것으로서, 인터넷 환경이 좋지 않은 산림 현장에 적합하다<sup>11, 12)</sup>.

### III. RFID 기반 문화재 복원용 임목 이력 정보 시스템 설계

본 논문에서 제안한 시스템은 현행 수기 위주와 문서 형태로써 관리해 오던 문화재 복원용 임목 이력 정보 관리를 데이터베이스화하여 체계적으로 관리 지원할 수 있도록 하는 한편, RFID 기술을 차용하여 야외 현장에서도 효과적인 임목정보 및 이력관리를 처리할 수 있도록 한다.

#### 3.1 시스템 구성

본 논문에서 제안한 THIS(Tree History Information System)의 구성은 크게 문화재 복원용 임목 이력 정보 관리를 위해 임야 현장에서 휴대형 RFID 리더를 이용하여 사용되는 모바일 클라이언트 태그 발급 및 이력 관리를 위한 클라이언트, 모바일 RFID 네트워크<sup>13)</sup>를 위해 임목 RFID 태그의 코드에 대한 IS (Information Server)의 URI를 획득할 수 있는 ODS(Object Directory Service)<sup>14)</sup>, 모바일 RFID 서비스와 임목 정보 관리 서비스를 위한 WAS(Web Application Server), 임목 정보 데이터를 관리하기 위한 DBMS로 구성된다. 모바일 클라이언트는 임목에 부착된 RFID 태그를 인식하고 태그 번호와 무선 인터넷을 통하여 임목 정보 조회, 등록, 수정이 가능하다. 임목 RFID 태그 발급 및 이력 정보관리는 고정식 RFID 리더를 통하여 태그를 발급한 후 임목에 부착하

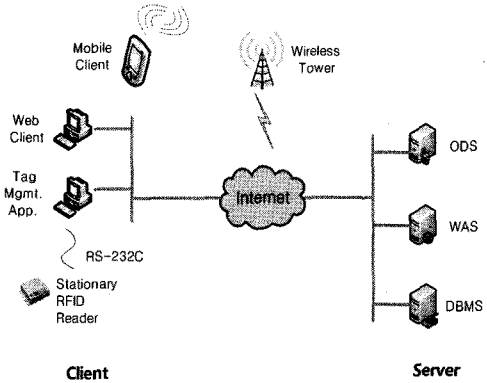


그림 1. 시스템 구성도

며, THIS 웹 애플리케이션을 통하여 관리된다. 그림 1은 THIS의 전체적인 시스템 구성을 개략적으로 도식화 한 것이다.

본 논문에서는 THIS를 위한 통합 데이터베이스를 구축하고, 웹 기반 문화재 복원용 임목 이력 정보 관리와 웹 서비스 등을 처리하는 웹 애플리케이션, 모바일 클라이언트에 탑재되는 문화재 복원용 임목 이력 정보 관리 애플리케이션, 임목 태그 관리를 위한 태그 수명주기 관리 애플리케이션 등의 소프트웨어를 개발하였으며, 각 소프트웨어 간 관계 및 주요 구성요소는 다음 절에서 기술한다.

#### 3.2 웹 애플리케이션

THIS 웹 애플리케이션은 문화재 복원용 임목 이력 정보 관리와 RFID 서비스를 위한 웹 서비스 기능을 제공하며 내부 구조는 그림 2와 같다.

OIS(Object Information Service)<sup>15)</sup> 웹 서비스는 임목 RFID 태그 관리를 위하여 태그의 발급일자, 만료일자, 발급자명, 발급기기 고유번호 등의 메타데이터(Metadata)와 UPI(Unique Product Identifier), UII(Unique Item Identifier)의 관리 및 서비스를 제공한다. THIS 매니저의 UPI 모듈과 UII 모듈은 UPI를 등록, 수정, 삭제, 조회하는 UPI 관리기능과 UII를 발급, 수정, 삭제, 조회하는 UII 관리기능을 OIS 웹 서비스에 제공한다.

THIS 웹 서비스(THIS Web Service)는 문화재 복원용 임목의 이력 정보 관리를 위하여 THIS 애플리케이션의 플랫폼에 상관없이 데이터 등록, 수정, 삭제, 조회가 가능하도록 THIS 매니저(THIS Manager)의 인터페이스를 제공한다.

THIS 매니저의 사용자 인증 모듈(User Authentication Module)은 THIS의 데이터 접근 권한을 부여

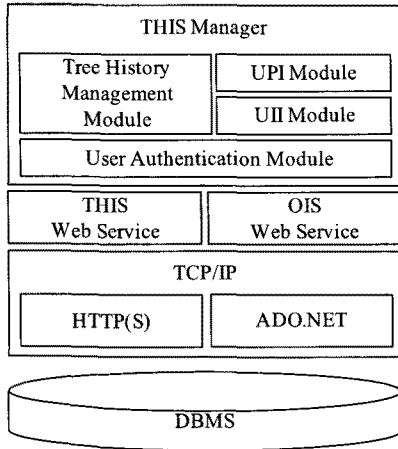


그림 2. THIS 웹 어플리케이션

받은 사용자에게만 접근이 가능하도록 인증과 로깅 기능을 제공한다. 임목 이력 관리 매니저 모듈(Tree History Management Module)은 ADO.NET을 이용하여 DBMS로부터 임목 정보 등록, 수정, 삭제, 조회 기능을 제공하며, 임목 정보의 RFID 태그 정보를 이용하여 이력 관리 기능을 제공한다.

### 3.3 모바일 어플리케이션

THIS 모바일 어플리케이션은 휴대형 RFID 리더 모듈을 제어함으로써 현장의 임목에 부착된 RFID 태그를 인식하고, 이동통신 모듈을 통해 ODS 및 웹 어플리케이션과 상호작용하여 이력 관리기능을 제공한다. 그림 3은 모바일 어플리케이션의 내부 모듈 구조이다.

디바이스 제어 모듈(Device Control Module)은 RFID 태그 인식과 데이터 조회 및 등록을 위해 RFID 리더 모듈과 이동통신 모듈을 제어하는 모듈이다 태

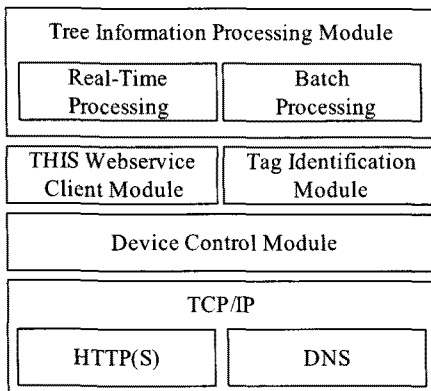


그림 3. THIS 모바일 어플리케이션

그 식별 모듈(Tag Identification Module)은 임목 RFID 태그의 관찰청 코드, 관리소 코드, 관리구분 코드에 대한 식별기능을 제공한다. 이와 같은 모바일 장치가 데이터베이스와 직접 연동되기 위해서는 데이터베이스 고유의 데이터 어댑터가 반드시 필요하다. 따라서 모바일 장치에서 지원되는 데이터베이스의 데이터 어댑터가 없을 경우에는 새로운 어댑터를 개발해야 하는 문제점이 있다. 이를 위해 본 논문에서는 THIS 웹 서비스를 이용함으로써 새로운 데이터 어댑터를 개발하지 않고서도 데이터베이스와 효과적으로 연동할 수 있는 방법을 제시한다.

THIS 웹 서비스 클라이언트 모듈(THIS Web Service Client Module)은 임목 이력 정보 관리를 위한 데이터 등록, 수정, 삭제, 조회 기능의 THIS 웹 서비스의 인터페이스 모듈이다. 이 모듈은 대부분 산림과 같은 통신환경이 열악한 경우에 사용되기 때문에 서비스 단절이 빈번하게 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 서비스 단절의 위험을 극복하기 위한 방법으로 모바일 RFID 리더 내의 자체 저장소에 현재 작업에 해당되는 임목정보의 일부분을 파일로 저장시켜둬으로써 이동통신망의 가용불가시 파일 기반으로 자료처리를 할 수 있게 한다. 이때 현장에서 입력한 임목정보는 임목 정보 처리 모듈(Tree Information Processing Module)을 이용하여 이동통신망의 가용시 실시간으로 데이터를 처리하며, 가용불가시 파일 형태로 저장한 후 이동통신망의 가용시 또는 호스트와 동기화하는 과정에서 자동적 또는 반자동적으로 배치 처리하여 데이터베이스에 반영되도록 한다.

### 3.4 태그 수명주기 관리 어플리케이션

THIS 태그 수명주기 관리 어플리케이션은 다량의 RFID 태그를 발급하거나 수정, 폐기하는 기능을 제공하며, 확장성(Extensibility) 및 범용성(Scalability)을 고려하여 웹 어플리케이션의 OIS 웹 서비스와 THIS 웹 서비스를 통해 간접적으로 통합 데이터베이스에 RFID 태그 정보 등을 기록한다. 그림 4는 태그 수명주기 관리 어플리케이션의 내부 구조이다.

RFID 리더 컨트롤 모듈(RFID Reader Control Module)은 고정형 RFID 리더로부터 RS-232C 통신을 통하여 임목 RFID 태그의 발급, 수정, 삭제 기능과 리더기의 주파수 대역폭 및 읽기, 쓰기 속도 등의 값을 설정할 수 있는 기능을 제공한다. 태그 매니저(Tag Manager)는 THIS 웹 서비스 클라이언트 모듈(THIS Web Service Client Module)과 OIS 웹 서비스 클라이언트 모듈(OIS Web Service Client Module)을 이

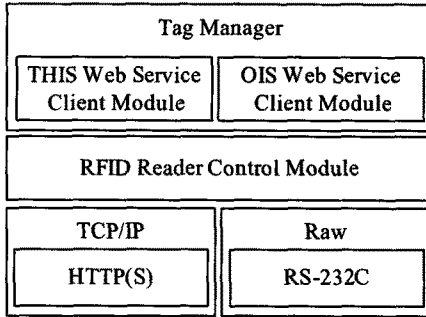


그림 4. THIS 태그 수명주기 관리 애플리케이션

용하여 태그의 발급, 수정, 폐기, 조회 정보를 관리할 수 있도록 한다.

3.5 태그식별 설계

제안 시스템 THIS에서 사용하는 태그식별은 RFID 코드체계 중 micro-mCode<sup>[16]</sup>를 적용하고, 현재 상황과 미래 확장성을 고려하여 그림 5와 같이 IC 필드를 각각 3 비트 관할청코드, 4 비트 관리소코드, 5 비트 관리구분코드, 17비트 일련번호로 분할하였다.

각 필드의 값 중 최소값 0과 최대값은 예약되었으며, 그 사이 값을 가용범위로 할당하였다. TLC의 값은 16진수 1H를 사용하는 것으로 가정한다. 관할청코드는 관리대상 임목정보의 관할청을 나타낸다. 관리소코드는 관리대상 임목 정보를 실제 현장 관리하는 국유림관리소를 나타내며, 산림청코드에 종속된다. 개발한 시스템은 북부지방산림청을 대상으로만 시범 구축한 관계로 관할청 코드의 값은 2H만 사용하며, 관리소코드의 값은 각각 춘천관리소=1H, 양구관리소=2H, 인제관리소=3H, 홍천관리소=4H, 수원관리소=5H, 서울관리소=6H 으로 할당하였다. 관리구분코드는 관리대상 임목정보의 관리구분을 나타내며, 금강송

과 보호수 관리 이외 2<sup>5</sup>-4개의 항목을 추가할 수 있다. 일련번호는 관할청 코드, 관리소 코드, 관리구분 코드의 조합코드에 종속되며, 각 조합 코드별 2<sup>17</sup>-2개의 일련번호를 등록할 수 있도록 설계하였다.

IV. 구현 및 평가

4.1 구현 환경

제안 시스템인 THIS는 북부지방산림청과 해당 청의 관할 하에 있는 춘천, 양구, 인제, 홍천, 수원, 서울 등 6개 국유림관리소에 시범적으로 구축하였다. RFID 태그는 국제표준 ISO/IEC 18000-6C 및 산업표준 EPC Class 1 Gen. 2 규격을 만족하는 UHF 수동형 태그로써, 태그 발급 절차를 거친 후 아크릴판에 내장되어 관리 대상의 임목에 부착된다. 휴대형 RFID 리더는 이동통신망간 통신을 위해 CDMA 모듈과 IEEE 802.11b/g 호환 무선랜 모듈 등이 장착된 것으로써, 현장 담당자의 업무 처리성을 위해 팔에 거치가 용이한 핸드헬드(handheld) 장치를 선정하였다. RFID 리더는 호스트와 직접 연결될 경우 고정식 RFID 리더처럼 호스트 중개 인터넷을 사용할 수도 있다. 사용한 RFID 리더는 삼성테크윈의 UHF Handheld Reader VLAC G1 제품이며, RFID 리더에 탑재된 애플리케이션은 Visual C++으로 개발하였다. 고정식 RFID 리더는 이동성이 결여되어 호스트 중개 인터넷을 통해 RFID 네트워크를 운용하며, RFID 태그의 발급·갱신·폐기하는 태그 수명주기 관리를 위해 사용한다. 사용한 고정식 RFID 리더는 시그너스정보기술의 Mercury 5e Fixed Reader (M5e-S-M1-C) 제품이며, 고정식 RFID 리더와 상호작용하는 호스트에 탑재된 태그 수명주기 관리 애플리케이션은 Visual C#.NET으로 개발하였다.

TLC (3b)		IC (29b)							
		관할청코드 (3b)		관리소코드 (4b)		관리구분코드 (5b)		일련번호 (17b)	
0 <sub>H</sub>	예약됨	0 <sub>H</sub>	예약됨	0 <sub>H</sub>	예약됨	0 <sub>H</sub>	예약됨	00000 <sub>H</sub>	예약됨
1 <sub>H</sub>	가용범위	1 <sub>H</sub>	본청	1 <sub>H</sub>	가용범위	1 <sub>H</sub>	금강송	00001 <sub>H</sub>	가용범위
~	예약됨	2 <sub>H</sub>	북부지방청	~	예약됨	2 <sub>H</sub>	보호수	~	예약됨
6 <sub>H</sub>		3 <sub>H</sub>	북부지방청	E <sub>H</sub>		3 <sub>H</sub>	가용범위	1FFFFE <sub>H</sub>	
7 <sub>H</sub>		4 <sub>H</sub>	북부지방청	F <sub>H</sub>		~	예약됨	1FFFFF <sub>H</sub>	
		5 <sub>H</sub>	북부지방청			1F <sub>H</sub>			
		6 <sub>H</sub>	북부지방청			20 <sub>H</sub>			
		7 <sub>H</sub>	예약됨						

그림 5. 태그식별 자료구조

서버는 ODS, WAS, DBMS를 포함하도록 구성하였다. ODS는 상위 계층의 Root ODS, National ODS 등과 연계하지 않고 폐쇄적으로 운영하는 Local ODS 환경으로 구축했으며, BIND v9.4.2 소프트웨어를 사용하여 구현하였다. WAS는 RFID 서비스와 임목정보 관리 서비스를 위한 IS(Information Server) 및 웹 기반 정보 시스템을 위한 웹 애플리케이션을 구동하며, IIS v7.0 소프트웨어와 ASP.NET 기술을 사용하여 구현하였다. DBMS는 태그 수명주기 관리 애플리케이션과 IS와 연계하기 위한 통합 데이터베이스를 제공하며, SQL Server 2005을 사용하여 구현하였다.

#### 4.2 구현 결과

본 절에서는 THIS를 구현하여 임목 이력 관리에 해당되는 애플리케이션의 결과를 나타내었다.

그림 6은 태그 수명주기 관리 애플리케이션의 태그 발급 화면으로 임목에 부착할 RFID 태그 발급을 위하여 THIS 웹 애플리케이션에 임목 정보에 대한 기초 정보를 등록한 후 THIS 태그 수명주기 관리 애플리케이션을 이용하여 임목정보에 대한 UPI와 UII를 등록한다. 태그 발급 절차는 다음과 같다. 태그를 발급할 임목을 검색한 후 특정 임목 정보에 대응하는 태그식

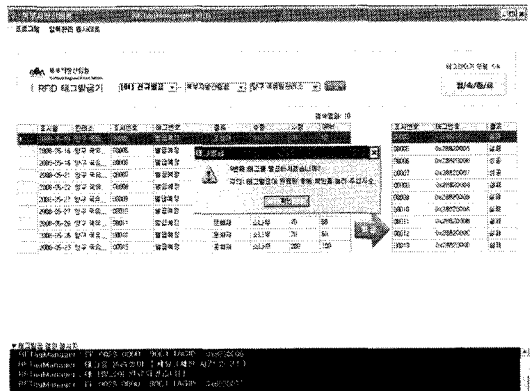


그림 6. 태그 발급 화면

별을 생성한다. 생성된 태그식별은 고정형 RFID 리더기를 통하여 태그에 태그식별을 부여한 후 태그 발급 정보를 데이터베이스에 저장한다.

그림 7은 THIS 웹 애플리케이션 임목 이력 관리 화면으로 산림청, 국유림관리소, 임목 종류, 임목 수종에 대한 기초코드와 임목 이력 정보를 관리한다. 문화재 복원에 적합한 임목을 검색하기 위하여 DBH (Diameter Breast Height), 추수고, 살아있는 수고, 지하고 등의 검색조건을 이용하여 임목을 검색한다. 임

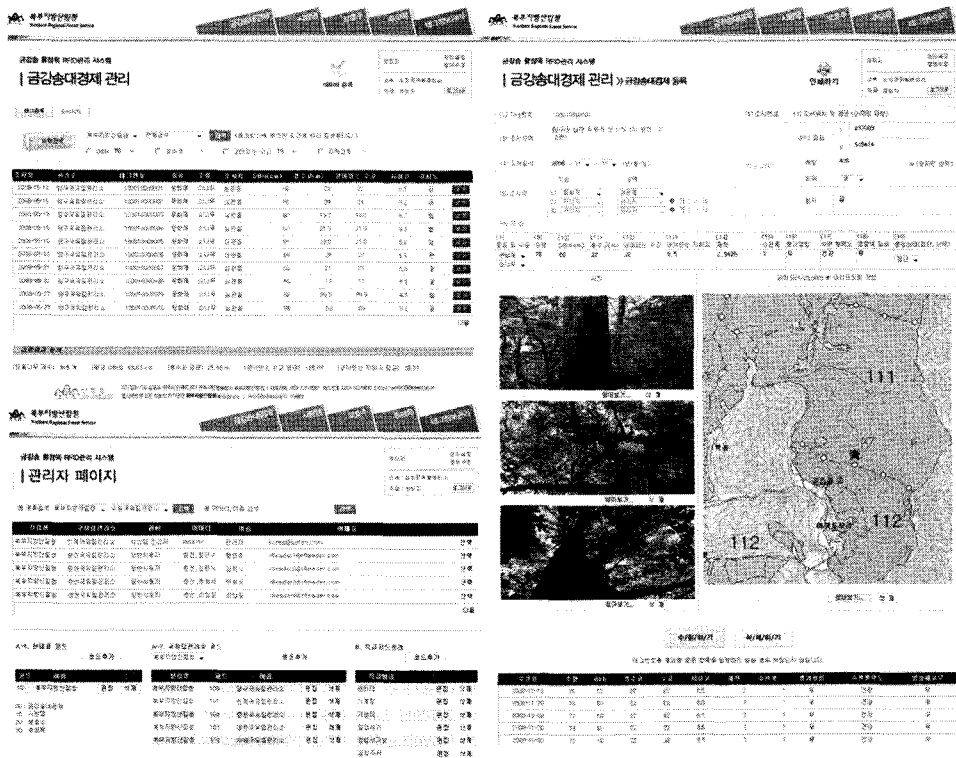


그림 7. THIS 웹 애플리케이션 임목 관리 화면

목 정보에는 GPS 좌표 정보, 해발, 방위, 경사도, 조사 지역, 조사 일시, 조사자, 종류 및 수종, 수령, DBH, 총수고, 살아있는 수고, 살아있는 지하고, 재적, 수관 폭, 줄기결함, 수관 활력도, 병충해 유무, 생립 상태, 임목 사진, 위치 지도 등의 정보를 제공한다. THIS 모바일 클라이언트(THIS Mobile Client)를 통하여 임야 현장에서 수정되는 임목 정보는 조사일을 기준으로 현재 임목 정보에 반영이 되며, 수정되기 전의 데이터는 임목 이력 정보를 파악하기 위하여 과거 이력 데이터로 보관하게 된다.

그림 8은 휴대형 RFID 리더를 통하여 임목 이력 정보를 관리하는 THIS 모바일 클라이언트 화면이다. 임야 현장에서는 임목 이력 정보를 관리하기 위하여 휴대형 RFID 리더를 통하여 임목 RFID 태그에 대한 임목 정보를 검색한다. 이때 환경에 따라 다수의 태그가 검색될 수 있으며, 화면에는 검색된 모든 태그의 요약정보 목록이 출력된다. 현장 담당자가 특정 임목에 대한 세부정보 조회를 선택하면, RFID 리더는 통신비용이 적은 통신방식인, 즉 호스트 중개 인터넷, 무선랜, 이동전화 무선인터넷 순으로 가용여부를 확인한다. 만약 가용 통신방식이 없으면, 해당 RFID 리더는 자체 저장소 내의 태그식별에 대한 데이터 파일에서 읽은 임목 정보를 관리구분에 따라 적절한 양식으로 화면에 출력한다. 현장 담당자가 화면의 양식에서 임목 정보를 수정하고 저장을 선택하면, RFID 리더는 THIS 웹 서비스에 임목정보 수정을 요청하여, 수정 정보를 실시간으로 통합 데이터베이스에 반영한다. 이때 경우에 따라 HTTP 사용자 인증 및 HTTPS를 이용할 수 있으며, 임목정보는 RFID 리더의 저장소 내의 데이터 파일에도 함께 반영한다. 만약 가용 통신방

식이 없으면, 해당 RFID 리더는 자체 저장소 내의 태그 식별에 대한 데이터 파일에 임목 정보 수정 사항을 반영한다. 차후 RFID 리더가 호스트에 연결될 때 호스트 중개 인터넷을 통해 데이터 파일은 통합 데이터베이스와 동기화된다.

4.3 평가 및 분석

표 1은 본 논문에서 제안한 시스템과 기존의 임목 관리 시스템의 특징을 비교한 것이다. 산림관리 시스템<sup>[2]</sup>은 GIS를 이용하여 산지이용, 보안림, 사방지, 사찰림, 조수보호지 정보를 전산화하여 업무처리를 개선하였으나 클라이언트 서버 구조의 윈도우 기반 애플리케이션으로 임야 현장에서 임목 이력 관리 및 서비스 확장에 한계가 있다. PDA 산림자원 조사용 소프트웨어<sup>[3]</sup>는 임야 현장에서 표본점을 이용하여 임목 정보를 조회하고 데이터를 관리한다. 그러나 PDA 내부 데이터를 이용하여 임목 정보만을 관리하므로 문화재 복원용 임목 이력관리에 어려움이 있다. 제안 시스템인 THIS는 웹 애플리케이션의 임목 정보를 이용하여 임목에 대한 위치 정보 검색이 가능하며, 휴대형 RFID 리더를 이용하여 임야 현장에서 임목 정보 관리와 RFID 태그를 이용한 이력 관리가 가능하다. [3]은 PDA에 저장된 데이터를 파일 형태로 관리하므로 통합관리에 어려움이 있으나 제안 시스템 THIS의 경우는 유무선 인터넷을 통하여 데이터를 통합 관리가 가능하다. 또한 제안 시스템은 웹 서비스 기반으로 서비스를 제공하므로 플랫폼에 독립적으로 서비스 확장이 용이하다.

표 1. 유사 시스템과 제안한 시스템의 비교 분석표

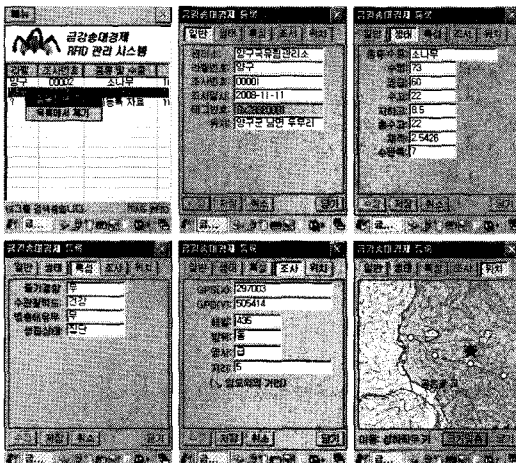


그림 8. THIS 모바일 클라이언트 임목 관리 화면

	산림관리 시스템 <sup>[2]</sup>	PDA 산림자원조사용 소프트웨어 <sup>[3]</sup>	THIS
임목 위치 검색	없음 (임야정보 제공)	있음 (표본점 번호 검색)	있음 (임목정보 검색)
임목 정보 관리	없음	있음 (PDA)	있음 (인터넷 & PDA)
임목 이력 관리	없음	없음	있음
데이터 통합 관리	자동관리	수동관리	자동관리
서비스 확장	제한적	제한적	다양함
서비스 플랫폼	제한적	제한적	독립적

제안 시스템 THIS는 하드웨어적으로 ISO/IEC 18000-6C 및 EPC Class 1 Gen. 2 규격을 준수하는 UHF 수동형 RFID 태그와 RFID 리더를 채택하였다. 시연 결과 현장에서 환경의 영향은 다소 있었지만 통상적으로 최대 1 m 이내에 위치하는 임목을 인식하는데 무리가 없었으며, 이러한 특성은 대상 임목의 주변에서 경고음을 재생함으로써 현장의 지리에 익숙하지 않은 사용자에게 임목의 위치를 보다 쉽게 파악하도록 지원하며 임목 태그에 부착된 RFID 태그를 이용하여 이력 관리가 가능하다.

그림 9는 시스템 구축전의 임목 관리 업무 프로세스와 THIS의 임목 관리 업무 프로세스를 비교한 것이다. THIS는 시스템 구축 전 외부업무에서 수기로 작성된 임목 관리 정보를 내부업무로 문서화하여 관리하는 작업을 외부업무에서 실시간으로 데이터 입력 및 수정이 가능하도록 하여 내부업무를 자동화하였다. 또한 입력된 데이터는 일관된 인터페이스로 전자적으로 데이터베이스에 저장되므로 임목 데이터의 통합 검색 및 관리가 가능하다.

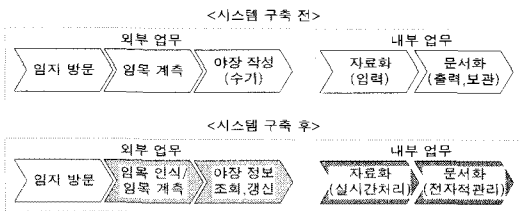


그림 9. 업무 프로세스 개선

## V. 결 론

본 논문은 문화재 복원용 임목의 이력 정보 관리와 현장 담당자의 외부업무 비중이 높은 임목 정보를 실시간으로 제공 및 관리할 수 있는 RFID 기반 임목 이력 정보 시스템을 설계 및 구현하였으며, 문화재 복원용 임목 정보는 북부지방산림청의 관내에 산재한 금강송, 보호수를 대상으로 시범 적용하였다.

제안 시스템인 THIS를 통해 그간의 수작업 중심과 문서 기반으로 처리되어 온 문화재 복원용 임목의 위치·이력 정보에 대하여 통합 데이터베이스 및 시스템을 구축하여 체계적으로 문화재 복원용 임목 이력 관리를 할 수 있는 발판을 마련했으며, RFID 기술을 적용함에 따라 현장에서 실시간으로 임목 정보를 적시 적지 활용을 피할 수 있는 기반을 조성하였다.

향후 휴대형 RFID 리더 즉, 이동식 단말기의 한정

된 디스플레이 해상도와 제한된 입력방식에 최적화 되도록 임목 정보 관리 애플리케이션의 UI(User Interface)를 개선한다면, 현장 담당자의 업무 효율성을 제고할 수 있을 것이다. 특히 담당자가 현장 작업에 지참하는 GPS 장비와 각종 전자계측장비 등과 연계하여 측정치의 입력을 자동화한다면, 단순 반복적 수작업 입력에 따른 오류를 최소화하는 한편 업무 능률성이 극대화될 것이다. 또한 시스템의 사용자 대상을 임목정보 관리 담당자 이외 일반인까지 확대하도록 대상 임목의 공식적 관리정보와 부가적 콘텐츠 정보 등을 서비스할 수 있도록 웹 애플리케이션의 기능을 추가 개선한다면, 국가의 주요 천연자원이자 공익적 가치가 높은 문화재 복원용 임목에 대한 일반인의 관심도 향상과 보다 현실적인 유비쿼터스 환경의 조성에 일조할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 산림청 홈페이지 <http://www.forest.go.kr> (accessed on July 11, 2010)
- [2] 최석근, 이재기, “산림업무의 효율적인 처리를 위한 산림관리시스템 개발”, 한국지형공간정보학회 제12권 제1호, pp.31-37, 2004
- [3] 이현호, 이도형, 석수일, “PDA기반의 산림자원 조사용 소프트웨어 개발에 관한 연구”, 한국임학회지, 제95권 제6호, pp.690-695, 2006.
- [4] 정보통신부, “IT839 전략 기술개발 Master Plan”, 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] 임명환, 박용재, “RFID/USN 서비스 시장 전망 및 적용 사례 분석”, 한국전자과학회지, 제19권 제6호, pp.3-12, 2008.
- [8] 임명환, 박용재, 표철식, “RFID/USN 활성화를 통한 New IT 혁신 전략”, 전자통신동향분석, 제24권 제2호, pp.19-31, 2009.
- [9] 모바일 RFID포럼, “RFID 서비스 표준의 용어 정의”, 표준기획 분과, MRFS-6-02-R1, 2005.
- [10] 모바일 RFID포럼, “태그 기반 RFID 서비스를 위한 일반 응용 요구사항 프로파일”, 응용서비스 분과, MRFR-3-15, 2007.
- [11] 이혁재, “RFID 포럼”, TTA 저널, 제102호, pp.25-31, 2005.



- [12] 김용운, 김형준, "RFID/USN 표준화 동향", 한국 전자과학회지, 제19권 제6호, pp.22-29, 2008.
- [13] RFID포럼, "RFID 서비스구조", 표준기획 분과, MRFS-6-06, 2007.
- [14] RFID포럼, "RFID 검색서비스(ODS) 구조", 네트워크 분과, MRFS-2-01-R1, 2005.
- [15] RFID포럼, "객체정보서비스(OIS)", 네트워크 분과, MRFS-2-12-v1.0, 2006.
- [16] 모바일RFID포럼, "모바일 RFID 코드체계 및 태그데이터 구조", 응용서비스 분과, MRFS 3-01-R1-v1.0, 2006.

**김 삼 근 (Sam-Geun Kim)**

정회원



1985년 부산대학교 계산통계학과 학사  
 1988년 숭실대학교 전자계산학과 석사  
 1998년 숭실대학교 전자계산학과 박사  
 1992년~현재 한경대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> GIS, 웹 서비스, 비즈니스 인텔리전스, 모바일 컴퓨팅

**문 일 환 (Il-Hwan Moon)**

정회원



2006년 한경대학교 컴퓨터공학과 학사  
 2008년 한경대학교 컴퓨터공학과 석사  
 2008년~현재 한경대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
 <관심분야> GIS, 비즈니스 인텔리전스, 모바일 컴퓨팅

**박 재 표 (Jae-Pyo Park)**

정회원



1996년 숭실대학교 컴퓨터학부 학사  
 1998년 숭실대학교 컴퓨터학과 석사  
 2004년 숭실대학교 컴퓨터학과 박사  
 2008년 9월~2009년 8월 숭실

대학교 정보미디어기술연구소 전임연구원  
 2010년~현재 숭실대학교 정보과학대학원 교수  
 <관심분야> 컴퓨터통신, 보안