

## 수목 생장 관리 효율을 위한 GIS 및 스마트폰 기반의 유비쿼터스 수목 관리 시스템에 관한 연구

정 세 훈\*, 심 춘 보\*\*

### A Study on Ubiquitous Tree Management System based on GIS and Smart-Phone for Efficiency of Arboreal Growth Management

Se-Hoon Jung\*, Chun-Bo Sim\*\*

#### 요 약

본 논문에서는 수목관리의 효율성을 극대화하고자 객체지향 설계 모델링을 이용한 GIS 및 스마트폰 기반의 유비쿼터스 수목관리 시스템을 제안한다. 이를 위해 제안하는 시스템은 클라이언트/서버(C/S) 형태로 구현한다. 클라이언트에 해당하는 현장용 수목관리 시스템은 모바일(PDA, 스마트폰)기반으로 구성하고 서버에 해당하는 PC기반 수목관리 시스템은 GIS를 활용한다. 또한 C/S 간의 수목 데이터 통신을 위해 기존 연구에서 활용된 CDMA방식이 아닌 Web Service방식을 활용한다. 그리고 기존 연구의 문제점인 과도한 시스템 유지보수 비용과 다양한 사용자의 접근성 부족, 지리정보 시스템과의 연계 부족 현상을 본 논문에서 제안하는 시스템 개발 방식과 GIS 시스템, 스마트기기의 접목을 통해 해결한다. 이를 위해 본 논문에서는 시스템 단위테스트와 정성적인 평가를 통하여 기존 수목관리 시스템의 해결방안을 평가함으로써 제안하는 시스템의 효율성 및 확장성에서 우수함을 보인다.

▶ Keyword : u-수목관리시스템, RFID, QR코드, GIS, 웹서비스, 스마트폰

#### Abstract

In this paper, we propose ubiquitous tree management system based on GIS and smart-phone using the object-oriented design modeling to maximize the efficiency of tree management. For this,

• 제1저자 : 정세훈 • 교신저자 : 심춘보

• 투고일 : 2012. 02. 21, 심사일 : 2012. 03. 19, 게재확정일 : 2012. 04. 15.

\* 순천대학교 멀티미디어공학과 박사과정(Dept. of Multimedia Engineering, Suncheon National University)

\*\* 순천대학교 멀티미디어공학과 부교수(Dept. of Multimedia Engineering, Suncheon National University)

※ 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2011년도 산학연공동기술개발사업 (No. 00047637)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

proposed system is implemented in the form of client/server (C/S). The spot tree management system as the client is based on the mobile(PDA, Smart-Phone), whereas the tree management system based on PC as the server makes use of GIS. Also, Web service method instead of CDMA used in exist studies is used for tree data communication among C/S. And problems of existing studies, that is excessive maintenance costs, accessibility shortage of variety users, connectivity shortage of geographic information system will be settled through the convergence of the proposed system development methods, GIS system, smart devices. Therefore, we verify proposed system by using the systemic unit test and qualitative assessment respectively and prove to be more excellent than the existing system based on the mobile, in terms of systemic effectiveness and extendability.

▶ Keyword : u-Tree Management System, RFID, QRCode, GIS, WebService, Smart-Phone

## I. 서 론

수목은 인간에게 쾌적한 환경과 심적 안정감을 주는 역할을 수행함으로써 인간의 삶을 영위하는데 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 인간은 이러한 수목의 역할을 이용하는 전제 조건으로 수목의 보전과 관리라는 기본적인 요구사항을 수행해야 한다. 하지만 현재 수많은 국립공원과 도립 및 시립공원 그리고 대규모 수목을 관리하는 지방자치단체 및 업체들은 몇 가지 공통된 문제점들을 가지고 있다. 첫 번째로 수목에 대한 체계적인 관리 데이터가 부족한 실정이다. 현재 국가 지리정보센터(NGIS, National Geographic Information System)[1]에서 제시하고 있는 수목에 대한 데이터는 GIS 형태의 맵의 표현으로 한정되어있다. 정확한 수목 데이터는 부족한 실정이다. 어느 지역의 수목에 대한 데이터가 어떻게 변하는지에 대한 수목 이력정보는 제공되지 않고 있다. 또한 기존 연구된 수목관리 시스템도 극히 한정된 지역의 수목 데이터를 처리하는 방식이 대부분이다. 두 번째로 기존 연구된 수목 관리 시스템의 획일화된 관리 시스템 프로세스방식이다. 기존 연구 시스템의 프로세스방식은 수목 현장 중심의 프로세스방식이 아닌 관리자 중심의 시스템 프로세스방식이 수행되고 있다. 2D GIS(Geographic Information System, 지리정보시스템)을 구축하여 가로수 코드 체계를 관리하는 시스템 [2], 수목의 관리 대장을 기반으로 수목과 관련된 도면을 캐드로 작성하여 관리하는 시스템[3]등 기존 연구방식은 대부분 관리자기반의 관리 시스템을 연구함으로써, 실제 수목 현장에서 실시간으로 발생되어지는 수목 이력 정보의 변화와 관리자간의 데이터 차이는 상당히 큰 폭으로 존재한다. 세 번째로는 시스템 개발 후 발생하는 유지보수 비용 때문에 대다수

지자체에서는 지역 수목 관리 시스템을 장기간 사용하지 못하는 단점이 발생되고 있다. 이러한 문제점은 시스템 개발 당시 아무런 체계 없이 수목 관리 시스템을 개발하여 추후 발생하는 업무의 흐름에 전혀 대응하지 못하고, 수목관리 대장으로만 수목 관리를 사용하기 때문에 시대의 흐름에 따라 변화하는 수목 관리 시스템을 매년 새로이 개발하는 문제점을 내포하고 있다.

이에 본 논문에서는 수목관리 현장과 관리자기반의 13.56MHz RFID(Radio Frequency Identification, 무선자동인식장치) 및 스마트폰 시스템, 3D GIS를 이용한 수목 이력관리 시스템(이하, u-수목관리 시스템)을 설계 및 구현한다. 또한 시스템 재사용성 및 유지 보수성을 위해 시스템의 설계를 객체지향 방식의 설계 모델링[4]을 활용하여 시스템 소프트웨어 모듈을 기계 모듈 방식과 같이 독립적으로 구축함으로써 추후 발생하는 시스템의 재사용성에 극대화한다. 그리고 현장 중심의 수목관리 시스템과 관리자 PC기반의 수목관리 시스템간의 데이터 상이함을 극복하고자 C/S(Client/Server)방식의 시스템을 웹서비스 형태로 제안한다. 수목 현장에서는 수목의 변화된 데이터를 현장 관리용 13.56MHz RFID 리더기 기반의 PDA 및 사용자의 편의성과 QR코드기반의 스마트폰과 GPS를 통해 실시간으로 웹 서버에 업로드하고 관리자는 변경된 수목의 위치좌표를 통해 수목의 기본정보와 이력정보를 체계적으로 관리할 수 있다. 또한 관리자는 신규 수목의 기본 정보 입력과 위치좌표 지정을 통해 보다 빠른 업무처리를 지원할 수 있다.

## II. 관련 연구

본 장에서는 본 논문에서 제안하는 u-수목관리 시스템과

의 비교를 위해 GIS 및 RFID를 활용한 기존 연구 시스템을 소개한다.

[5]의 연구에서는 수목장을 연구소재로 추모목의 수종, 고인, 유가족, 그리고 관리비 등 수목장림 관리에 필요한 정보를 체계적으로 관리할 수 있도록 최첨단 RFID기술과 관리의 표준화, 효율화, 그리고 이용자의 편의성 향상을 도모할 수 있는 RFID 리더기 기반의 PDA 관리 프로그램을 표준화 및 구현하였다. 또한 해당 연구에서는 지리정보 시스템을 이용한 웹 GIS와 센서 네트워크 기술 등을 추가로 결합하여 수목장림 관리를 위한 데이터베이스를 제안하였다.

[6]의 연구에서는 산림조사에 활용도가 높은 산림에 대하여 기본 자료의 전자문서화 작업 및 수치 지형도등의 GIS 데이터 또는 설계도 등을 산림 작업 현장에서 검색 및 활용이 가능하다. GPS에서 출력한 위치정보를 활용하는 시스템을 제안하였다. 또한 바코드를 활용하여 수목에 대한 정보 데이터베이스를 내장한 PDA를 사용하여 수목관리나 임산물 유통 관리에 사용을 제안하였다.

[7]의 연구에서는 RFID UHF Development Kit인 HRID-m900을 수목에 부착하고 행정 업무자와 현장 업무자는 CDMA 모듈방식인 RS-232C방식을 통해 데이터를 교환하는 시스템을 제안하였다. 현장 업무자는 RFID 리더기를 통해 해당 수목의 태그번호를 인식하면 행정업무 관리자는 해당 수목의 기본정보 데이터를 확인하게 된다.

기존 연구된 수목관리 시스템은 [5-6]와 같이 다양한 사용자의 접근성이 부족하고 데이터 통신을 위해 CDMA[5-7]를 활용하여 금전적인 문제점이 지적되었다. 또한 기존 연구에서는 텍스트형태의 관리 프로그램[5-7]으로 인한 GUI 확장성 부족이 문제점으로 지적된다.

### III. 제안하는 시스템

본 장에서는 본 논문에서 제안하는 u-수목관리 시스템의 전체적인 개요와 추후 발생하는 시스템의 유지보수성을 극대화 하고자 시스템 설계를 객체지향 설계 방식으로 시스템을 제안한다.

#### 1. u-수목관리 시스템의 개요

본 논문에서 제안하는 시스템은 객체지향 설계 모델링을 적용하여 현장 관리자와 PC 관리자간의 원활한 데이터 소통을 위해 PDA 및 웹 서비스를 이용하고 대규모 수목의 체계적인 관리를 위해 3D GIS를 활용한 u-수목관리 시스템을 설계

및 구현한다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 u-수목관리 시스템의 전체 구성요소이다. 전체 시스템 설계는 객체지향 설계를 통해 요구자의 요구사항 반영과 각 공정별 설계 피드백을 통해 추후 발생할 수 있는 유지보수 비용을 최소화한다.

시스템은 특정 섬 A 지역의 산림 전체의 수목을 관리하는 시스템을 제안한다. 수목에 대한 좌표위치와 기본정보(수종명, 관분류, 수목명, 수목용도, 개화시기, 나무별 이야기 등) 및 군락지를 입력한다. 또한 PC 관리자에 의해 태깅된 RFID 태그를 분류하여 현장에 설치된 수목에 부착한다. 현장 수목관리자는 수목관리 RFID 리더가 내장된 PDA를 이용하여 해당 수목의 태그 ID를 확인한 후 수종명, 과분류, 수목명, 수목용도, 수령, 수관폭, 수관높이, 흉고직경, 근원 직경, 개화시기, 식수일자, 나무별 이야기 등의 수목 기본 정보를 등록하게 된다. 등록 후 수목 관리자는 수목에 설치된 RFID 태그에 RFID 리더가 내장된 PDA단말기를 근접하여 수목의 이력 정보를 확인하고 실시간으로 변하는 수목의 이력 정보(작업 코드 및 작업 내용)를 수목관리 PC와 수목관리 단말기가 서로 무선 메시(Mesh)망을 통해 웹 서비스를 이용한 수목관리 데이터 업로드 또는 다운로드 한다. 또한 수목 PC 관리자는 웹을 기반으로 구성된 관리자 페이지를 기반으로 GIS를 이용하여 수목의 이력정보와 현장 작업자의 정보 등을 총괄적으로 관리하게 된다.

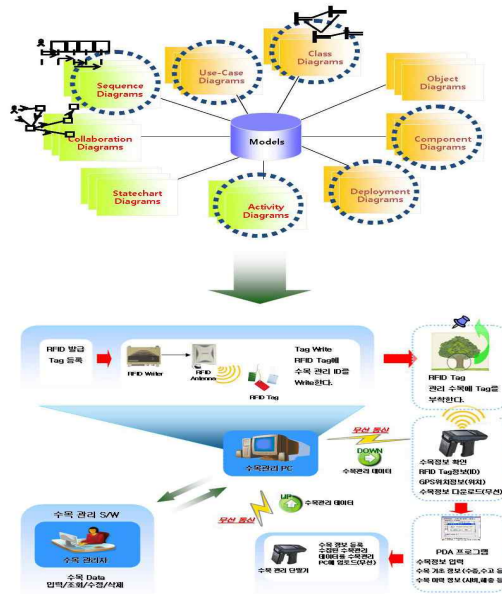


그림 1. 제안하는 u-수목관리 시스템 구조  
Fig. 1. Proposed u-Tree Management System Architecture

## 2. 객체지향 기반의 시스템 설계

제안하는 시스템은 객체지향 설계 모델링을 적용하여 현장 관리자와 PC 관리자간의 원활한 데이터 소통을 위해 현장에서 활용될 PDA 또는 스마트폰 GUI 및 PC기반의 GIS, 그리고 상호간의 데이터 통신을 위한 웹 서비스를 기본적으로 설계한다.

본 논문에서 제시되는 설계 산출물은 시스템에서 구현될 기능의 동적인 표현이 가능한 시퀀스 다이어그램과 정적인 표현이 가능한 클래스 다이어그램을 제시한다.

### 2.1 현장 관리자용 시스템 GUI 설계

현장 관리자용 GUI는 PDA와 아이폰을 기반으로 사용되기 때문에 수목의 기본정보는 검색 및 조회만 가능하도록 설정하고 이력정보는 검색 및 조회와 추가적으로 입력의 기능까지 가능하도록 설계한다. 본 논문에서는 수목의 이력정보 검색 기능을 바탕으로 산출물들을 제시한다. 그림 2는 현장 관리자용 시스템 GUI의 이력정보 조회에 대한 시퀀스 다이어그램이다.

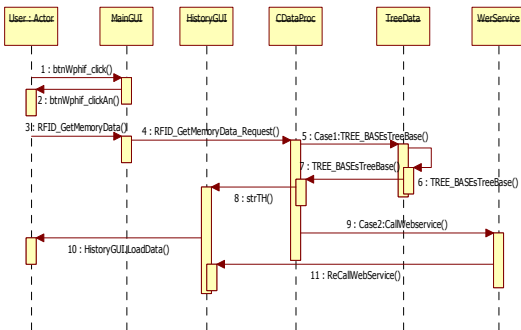


그림 2. 시퀀스 다이어그램(이력 정보 검색)  
Fig. 2. Sequence Diagram(History Information Search)

Actor인 User는 시스템의 기능을 사용하는 주체이며 기능에 대한 물리적인 반응의 시발점이다. 사용자는 RFID 태그인식을 통해 해당 수목의 데이터를 서버로부터 다운로드하게 되며 작업한 수목 이력의 내용은 2가지 형태로 저장하게 된다. 첫 번째 방식은 메쉬망을 통해 웹서비스를 이용하여 서버로 업로드 하는 방법과 통신이 되지 않는 지역에서는 PDA 내부에 변경된 데이터를 저장하게 된다. 그림 3은 그림 2의 이력 정보 검색 클래스 다이어그램에 대한 정적인 표현을 나타낸 클래스 다이어그램이다.

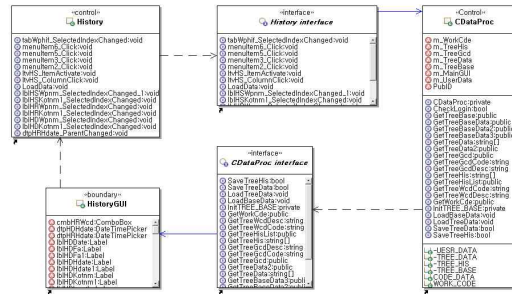


그림 3. 클래스 다이어그램(이력 정보 검색)  
Fig. 3. Class Diagram(History Information Search)

### 2.2 GIS기반의 관리자 GUI 설계

PC 수목 관리자의 편의성과 대규모 수목의 효율적인 관리를 위해 GIS기반의 관리자 GUI를 설계한다. 그림 4는 본 논문에서 제안하는 GIS의 공간정보, 데이터 측정 및 GIS 네비게이션 기능을 구현하기 위한 클래스간의 흐름을 나타낸 클래스 다이어그램이다. 첫 번째로 지도의 공간정보를 확인하기 위한 프로세스는 MapScreen 클래스, DetailInformationScreen을 Boundary로 정의하고 오퍼레이션의 동작을 제어한다. DetailInformationView 클래스와 SpaceInformationView 클래스는 인터페이스로 정의한다. 마지막으로 MapInformation 클래스와 AttributeInformation 클래스는 상속값으로 정의한다. 두 번째로 지도화면에서 실제와 유사한 거리, 높이, 면적의 데이터 측정을 기능이다. 해당 기능에서는 인터페이스에 해당하는 MeasurementFunction 클래스의 오퍼레이션을 중심으로 프로세스를 처리한다. 세 번째로 지도화면이 이동할 경로를 지정하고 이동할 수 있는 네비게이션 기능은 NavigationControl 클래스와 NavigationFunction 클래스를 통해 프로세스를 처리한다.

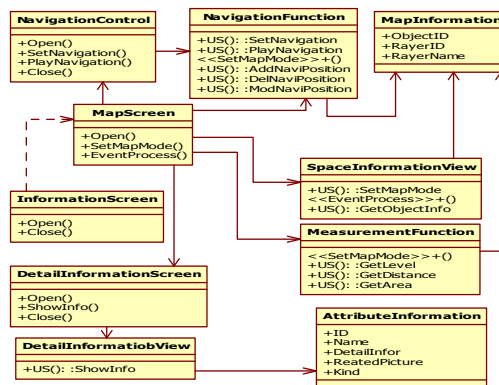


그림 4. 설계 클래스 다이어그램(GIS 맵 기능)  
Fig. 4. Design Class Diagram(GIS Map Function)

그림 5는 GIS를 이용하여 특정 군락지의 수목을 검색할 수 있는 기능을 설계한 클래스 다이어그램이다. 군락지명, 수목명, 종류 등으로 검색하여 검색된 결과값을 표출하며, 검색된 결과값을 클릭하면 상세정보를 표출하고 해당 GPS 위치값을 기반으로 GIS 지도에 표현하는 프로세스 기능을 포함하고 있다. MapScreen 클래스의 Open 오퍼레이션을 이용해 지도상의 해당하는 군락지의 수목을 검색한다. 군락지에서 검색된 수목은 TreeID를 기본키로 해당 수목의 종류와 명칭, 상세정보 및 사진등을 확인할 수 있도록 설계한다.

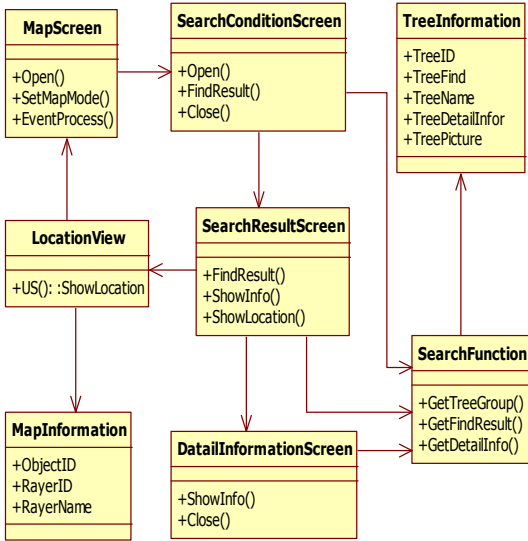


그림 5. 설계 클래스 다이어그램(수목 정보 검색)  
Fig. 5. Design Class Diagram(Tree Information Search)

2.3 시스템 데이터베이스 설계

제안하는 u-수목 관리 시스템에서 사용되는 데이터베이스 스키마는 총 7개의 테이블로 구성되어 있다. 그림 6은 수목관리 시스템의 전체 물리적 ERD이다. 또한 그림 7은 TC\_TM\_WPCIF의 (수목 코드 정보) 테이블 정의서로서 수목코드를 기본키로 설정하여 수종코드, 과분류, 수목명, 용도, 개화시기, 나무이야기, 등록일자, 상태등의 수목 데이터를 구분하며 외부키 정의를 통해 수목코드와 수종코드간의 1:N 관계 정의 및 인덱스 정의를 설계한다.

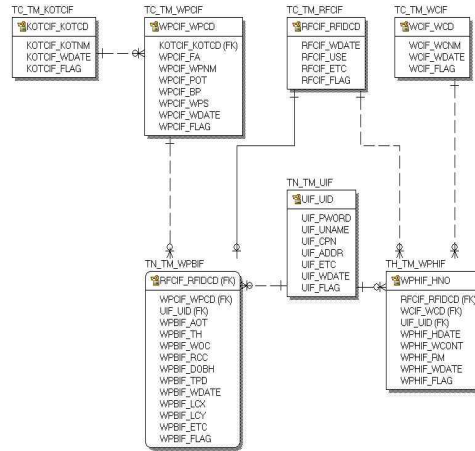


그림 6. u-수목관리 시스템의 데이터베이스 스키마  
Fig. 6. Database Scheme of u-Tree Management System

데이터베이스 명									
postsais									
수목코드정보				테이블 ID			TC_TM_WPCIF		
컬럼 명	컬럼 ID	타입	길이	NULL	PK	FK	Index	비고	
수목코드	WPCIF_WPCD	CHAR	2	NN	Y		Y		
수종코드	KOTCF_KOTCD	CHAR	2	NN		Y			
과분류	WPCIF_FA	VARCHAR	20						
수목명	WPCIF_WPNM	VARCHAR	20	NN					
용도	WPCIF_PO T	VARCHAR	100						
개화시기	WPCIF_BP	VARCHAR	12						
나무이야기	WPCIF_WPS	VARCHAR	255						
등록일자	WPCIF_WDATE	DATE		NN					
상태	WPCIF_FL AG	CHAR	1	NN				활성, 비활성	
외부키 정의									
외부키 ID	참조 무결성 규칙	Parent 테이블		비고					
KOTCF_KOTCD	1 : N	TC_TM_KOTCF							
인덱스 정의									
인덱스 명	구성 컬럼 ID	비고							
TC_TM_WPCIF_WPCIF_WPCD_IDX	WPCIF_WPCD								

그림 7. 테이블 정의서(수목 코드 정보)  
Fig. 7. Table Definition(Tree Code Information)

3. 웹 서비스 설계

본 논문에서는 수목 관리 PDA 사용자가 수목 데이터의 다운로드와 업로드를 실행하기 위하여 XML 기반의 SOAP 형태로 웹서비스를 설계 및 구현한다. 본 논문에서 웹 메서드 속성을 갖는 메서드나 프로퍼티는 웹 서비스로 취급한다. 아울러 수목 기본정보의 수목 데이터 조회부분을 제시한다. 수목 데이터의 질의 및 응답에 대한 XML형태 질의구조는 그림 8과 같다.

```

<!-- element name='selectWpbl' -->
<complexType>
<sequence>
<element name='rfidCd' type='xsd:string' />
</sequence>
</complexType>
</element>
<!-- element name='selectWpblResponse' -->
<complexType>
<sequence>
<element name='selectWpblReturn' type='tns:WpblModel' />
</sequence>
</complexType>
</element>
</schema>
<!-- schema element='xsd:default' qualified='true' targetNamespace='http://model.app.odongdo.go.kr' xmlns='http://www.w3.org/2001/XMLSchema' -->
<complexType name='WpblModel' -->
<sequence>
<element name='rfid_rfidCd' nillable='true' type='xsd:string' />
<element name='rfid_wid' nillable='true' type='xsd:string' />
<element name='wpbl_aot' nillable='true' type='xsd:string' />
<element name='wpbl_dobh' type='xsd:double' />
<element name='wpbl_etc' nillable='true' type='xsd:string' />
<element name='wpbl_ica' type='xsd:double' />
<element name='wpbl_jcy' type='xsd:double' />
<element name='wpbl_mrc' type='xsd:double' />
<element name='wpbl_th' type='xsd:double' />
<element name='wpbl_tpd' nillable='true' type='xsd:string' />
<element name='wpbl_wdate' nillable='true' type='xsd:string' />
<element name='wpbl_wrc' type='xsd:double' />
<element name='wpbl_wpcd' nillable='true' type='xsd:string' />
</sequence>
</complexType>
</schema>
    
```

그림 8. 기본정보 조회의 XML 질의 구조  
Fig. 8. XML Inquiry Architecture of Basic Information Search

제시된 부분은 수목 태그를 통해 인식된 수목 ID의 수종코드, 수목코드, 수고 등 각 항목을 엘리먼트로 구분하여 데이터를 리턴하게 된다.

그림 9는 PDA에서 질의된 RFID 태그 번호를 통하여 저장된 해당 수목 데이터의 수목 및 수종 코드의 수목 데이터를 PDA로 수신하는 프로그램 코드이다.

```

[System.Xml.Serialization.XmlElementAttribute(IsNullable=true)]
public string rfid_rfidCd {
    get {
        return this.rfid_rfidCdField;
    }
    set {
        this.rfid_rfidCdField = value;
    }
}

/// <remarks>
[System.Xml.Serialization.XmlElementAttribute(IsNullable=true)]
public string wpbl_aot {
    get {
        return this.wpbl_aotField;
    }
    set {
        this.wpbl_aotField = value;
    }
}

/// <remarks>
public double wpbl_dobh {
    get {
        return this.wpbl_dobhField;
    }
    set {
        this.wpbl_dobhField = value;
    }
}

/// <remarks>
[System.Xml.Serialization.XmlIgnoreAttribute()]
public bool wpbl_dobhSpecified {
    get {
        return this.wpbl_dobhFieldSpecified;
    }
    set {
        this.wpbl_dobhFieldSpecified = value;
    }
}
    
```

그림 9. PDA의 수목 데이터 수신 처리 코드  
Fig. 9. Tree Data Reception Processing Code of PDA

본 논문에서는 기존 CDMA망의 금전적인 문제를 해결하고 자 IEEE 802.11 기반의 소규모 무선 메시망을 구축하여 수목 데이터의 송수신을 처리하였다. 그림 10은 본 논문에서 제안하는 소규모 무선 메시망 구성도이다. 구성된 무선 메시망을 통해 이기종간의 데이터 전송과 모바일용 페이지 XML 및 SOAP 1.2기반의 데이터 송수신을 처리하게 된다.



그림 10. 무선 메시망 분포도  
Fig. 10. Wireless Mesh Network Distribution Chart

4. 3D GIS 내부 설계

그림 11은 3D GIS 구축을 위한 NowMap GIS 엔진의 구성요소이다.

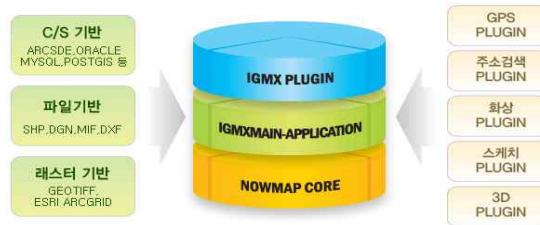


그림 11. NowMap 구성도  
Fig. 11. Structure of NowMap

GIS 데이터 공통 포맷 .shp, .dxf 외에도 여러 가지 포맷을 사용하도록 지원한다. 엔진에서 기본적으로 GIS맵 레이어의 객체를 조작(추가, 삭제, 그리기, 선택), GIS맵 기반에서 주소검색, GPS 이동 객체추적 기능들을 포함하고 있다.

표 1은 GIS기본 포맷 파일로 Shapefile의 각 기능을 가진 파일 포맷으로 나뉘어 사용된다[8-9].

표 1. Shapefile 포맷의 구성  
Table 1. Construct of Shapefile Format

파일유형	기능
.shp	지리 현상의 기하학 정보를 저장하는 파일
.shx	지리 현상의 기하학 정보의 인덱스를 저장하는 파일
.dbf	지리 현상의 속성 정보를 제공하는 dBASE 파일. Feature table로서 표현



## IV. 구현 결과 및 성능평가

### 1. 시스템 구현환경

본 논문에서 제안하는 시스템 구현 환경은 표 2와 같다.

표 2. 시스템 구현 환경  
Table 2. System Implementation Environment

항목	내용
OS (운영체제)	Windows XP Service Pack3 Macintosh OSX Lion 10.7.2
개발언어	C#, Java, Objective-C, XML, JSP
DBMS	Oracle 10g, Postgre
개발 툴	Eclipse, MicroSoft Visual-Studio 2005, Xcode 4.2
설계 툴	Axure XP, ER-Win 4.0, StarUML, Together 2008
GIS개발 툴	PostGIS 1.4
모바일 기기	ATRF사 AT870-RF i-Phone A1387
Mesh 네트워크	Motorola사 AP-7181

### 2. 시스템 결과 GUI

#### 2.1 현장 관리자용 시스템 결과 GUI

본 논문에서 제안하는 u-수목관리 시스템에서 현장 관리자용 시스템 GUI는 2가지 형태로 구현한다. 첫 번째로는 RFID를 기반으로 사용될 PDA기반 수목관리 GUI와 1D 바코드 및 2D QR코드를 이용한 스마트폰 기반의 수목관리 GUI를 제시한다.

그림 12는 현장 관리자용에 해당되는 PDA 로그인 화면이다. 그림 13은 로그인 화면을 통해 인증된 사용자가 수목에 대한 데이터 처리 및 확인을 위해 수목에 설치된 RFID 태그를 인식하는 화면이다. 해당 화면을 통해 인식된 수목의 기본 정보 및 이력정보를 화면에 보여주게 된다.



그림 12. 로그인 GUI  
Fig. 12. Login GUI

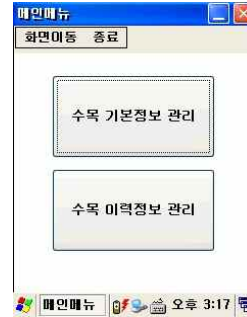


그림 13. 메인 GUI  
Fig. 13. Main GUI

그림 14는 수목에 설치된 RFID 태그를 인식한 후 해당 수목의 태그 ID값을 확인하는 화면이다. 그림 15는 인식된 ID값을 통해 DB에 저장된 해당 수목 데이터를 웹서비스를 통해 PDA상에 표현되게 된다.

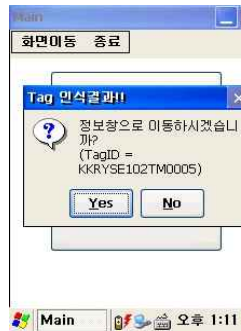


그림 14. RFID 인식 GUI  
Fig. 14. RFID Recognition GUI



그림 15. 기본정보 GUI  
Fig. 15. Basic Information GUI

그림 16은 메인 화면을 통해 인식된 수목의 이력관리 화면이다. 그림 17은 수목 데이터를 웹서비스로 통하여 전송화면이다. 인식된 RFID 태그번호를 메시징을 통하여 수목 관리자 PC에게 데이터를 송신하며 수신된 해당 태그 번호와 일치하는 수목의 기본 및 이력 정보 데이터를 수목 관리자 PC에서 다시 송신하게 된다.



그림 16. 이력정보 GUI  
Fig. 16. History Information GUI

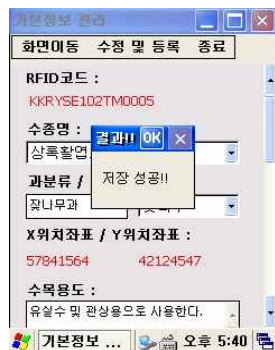


그림 17. 데이터 전송 GUI  
Fig. 17. Data Sending GUI

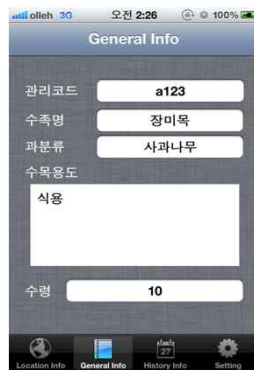


그림 20. 기본정보 GUI  
Fig. 20. Basic Information GUI



그림 21. 위치정보 GUI  
Fig. 21. Location Information GUI

PDA 사용자는 수목 기본 및 이력 정보를 확인 후 변경된 데이터를 웹 서비스 통신을 사용하여 관련 변경 데이터를 즉시 업데이트한다. 또한 수목 관리 PDA 사용자의 위치가 메쉬망 사용이 불가능할 때 PDA 내부에 텍스트 파일로 임시저장하는 서브 기능을 구성하여 시스템을 구축한다.

두 번째로 스마트폰기반의 현장 관리용 GUI이다. 그림 18은 스마트폰기반의 u-수목관리 시스템의 로그인화면이며, 그림 19는 QR코드 인식 화면이다.



그림 18. 로그인 GUI  
Fig. 18. Login GUI



그림 19. QR 인식 GUI  
Fig. 19. QR Recognition GUI



그림 22. 이력정보 GUI  
Fig. 22. History Information GUI



그림 23. 이력정보 추가 GUI  
Fig. 23. History Information Addition GUI

그림 20은 QR코드를 통해 인식된 수목의 기본정보를 보여주는 기본정보 화면이다. 그림 21은 기본정보를 통해 확인된 수목의 위치좌표를 확인하는 수목의 위치정보 화면이다. 스마트폰의 특성상 위치좌표는 구글맵을 활용한다.

### 2.2 GIS기반의 관리자 결과 GUI

본 논문에서는 대규모 수목 관리를 효율적으로 관리하기 위한 현장용 수목관리 시스템(PDA 및 스마트폰)과 더불어 PC기반의 u-수목관리 시스템을 GIS와 결합한 형태로 시스템을 설계 및 구현하였다. 이를 통해 위치 기반 시스템과 u-수목관리 시스템과 결합하여 대규모 수목 군락지와 개별 수목을 다양한 형태로 관리할 수 있는 장점이 있다. 그림 24는



GIS기반의 u-수목관리 시스템의 로그인화면이다.



그림 24. GIS기반의 u-수목관리 시스템 로그인 GUI  
Fig. 24. u-Tree Management System Login GUI based on GIS

그림 25는 u-수목관리 시스템의 2D 형태로 GIS 지도를 이용한 수목의 군락지 분포와 고가의 개별 수목에 대한 위치 좌표를 표시하는 화면이다. 그림 25의 GUI는 등고선을 기반의 지도를 표현하였다.

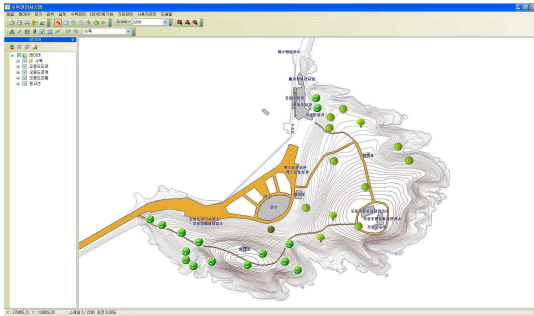


그림 25. 2D기반의 u-수목관리 시스템 GIS 맵  
Fig. 25. u-Tree Management System GIS Map based on 2D

그림 26은 그림 24의 2D 형태를 3D 형태로 표현한 GIS 맵이다. 이를 통해 시스템의 효율성을 높이고 관리자에게는 수목의 정확한 위치를 확인할 수 있다.

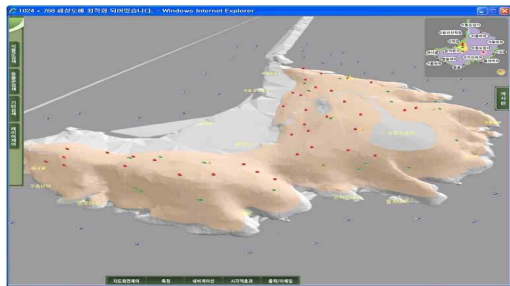


그림 26. 3D기반의 u-수목관리 시스템 GIS 맵  
Fig. 26. u-Tree Management System GIS Map based on 3D

또한 그림 27은 3D GIS기반의 수목 검색 기능 중 수목 명칭별 수목 군락지 확인을 위한 검색 조건 선택 화면이다.



그림 27. 3D GIS 조건 검색  
Fig. 27. 3D GIS Condition Search

그림 28은 2D 및 3D GIS 지도를 통해 확인된 수목의 상세정보를 확인하고 신규 수목의 기본정보 입력을 위한 수목 관리대장 화면이다.



그림 28. GIS기반의 u-수목관리 시스템 관리 대장  
Fig. 28. u-Tree Management System Inventory based on GIS

상세조회 화면을 통해 수목의 ID와 수종명, 과분류, 수고, 식수일자 등 수목의 기본정보와 해당 수목의 이력정보를 상세하게 확인할 수 있다. 또한 기존 군락지에 새로운 신규 수목을 식수하기 위해 수목의 기본정보를 입력할 수도 있다.

### 3. 시스템 성능평가

본 논문에서는 객체지향 설계 모델링을 통해 설계되어진 시스템의 성능평가를 위해 현장용 u-수목관리 시스템(PDA)과 GIS기반의 u-수목관리 시스템을 각각 단위 테스트를 실시하였다. 단위 테스트는 각 인터페이스와 클래스에 대하여 테

스트 프로그램 목록을 만들고 입력값과 출력값의 시나리오를 작성하여 예상결과와 실제결과를 확인한다. 그림 29는 GIS 기반의 u-수목관리 시스템의 단위 케이스 측정을 통해 클래스의 속성과 오퍼레이션값을 확인하였다. 그림 30은 PDA의 단위 테스트 결함 관리 결과화면이고, 그림 31은 GIS기반의 u-수목관리 시스템에 대한 단위 테스트 결함관리 결과화면이다. 그림 30과 그림 31은 단위 테스트 실시 후 발생하는 결함에 대해서 설계 산출물을 기반으로 결함 내용 및 결함 해결을 위한 조치 내용을 작성한 것이다.

단위 Test Case						
테스트케이스 ID	기복일	담당자	테스트케이스 설명	입력 DATA	예상 결과	실제 결과
EM_PG001	2010.11.11	정세훈	testAnimal			정상
EM_PG002	2010.11.11	정세훈	search_animal	String AnimalGrp, String AnimalNM	Long AnimalID, String AnimalGrp, String AnimalNM, String AnimalFamilyNM, String AnimalEngNM, String AnimalEcoEnv, String AnimalPicFileNM, Long AnimalObjectID	정상
EM_PG003	2010.11.11	정세훈	testPlant			정상
EM_PG004	2010.11.11	정세훈	search_plant	String PlantGrp, String PlantNM	Long PlantID, String PlantGrp, String PlantNM, String PlantFamilyNM, String PlantScientificNM, String PlantEngNM, String PlantEcoEnv, String PlantPicFileNM, Long PlantObjectID	정상
EM_PG005	2010.11.11	정세훈	testEtc			정상
EM_PG006	2010.11.11	정세훈	search_etc	String EtcGrp, String EtcNM	Long EtcID, String EtcGrp, String EtcNM, String EtcPicFileNM, String EtcObjectID, String CultureObjectID, String CoverObjectID	정상
EM_PG007	2010.11.11	정세훈	testLayerControl			정상
EM_PG008	2010.11.11	정세훈	GetLayerSelectState		Boolean LayerSelectState	정상
EM_PG009	2010.11.11	정세훈	SetLayerSelectState		Boolean LayerSelectState	정상
EM_PG010	2010.11.11	정세훈	GetLayerVisibleState		Boolean LayerVisibleState	정상
EM_PG011	2010.11.11	정세훈	SetLayerVisibleState		Boolean LayerVisibleState	정상
EM_PG012	2010.11.11	정세훈	testSVBoard			정상
EM_PG013	2010.11.11	정세훈	menuControl			정상

그림 29. GIS기반 u-수목관리 시스템의 단위 케이스 측정  
Fig. 29. Measurement of u-Tree Management System Unit Case based on GIS

단위 Test 결함관리						
결함발도 (자동계산)		0.2				
테스트Case ID	기복일	담당자	결함 개수	결함 내용	조치 내용	조치자
			3			
TMJT001C	2010.03.26	정세훈	0			
TMJT002C	2010.03.26	정세훈	1	RFID 태그를 인식후 태그 인식을 다시 시도하면 태그를 전혀 인식을 하지 못한다.	기본인 RFID 모듈을 종이 줄로 덮어놓은 상태에서 문체기 계층에서 변경이되어서 Tag를 인식할 수 없는 현상 발생하여 인식을 위한 인식을 위한 모듈을 달고 재실험함으로써 문제를 해결함.	정세훈 10-03-26
TMJT003C	2010.03.26	정세훈	1	Tag인식후 보여주는 코드값이 이스키 코드로 처리되지 못함.	기본적으로 태그 (W)ID는 16진수로 Writer가 16진수 Writer 할 때 코드 길은 10진수로 변경하여 Writer하고, PDA에서는 인식된 번호를 이스키 코드로 변환하여 처리함.	정세훈 10-03-26
TMJT004C	2010.03.26	정세훈	0			
TMJT005C	2010.03.26	정세훈	0	동특을 실행하면 바로 저장되지 않고 다른 페이지 로드한 후 다시 저장하면 저장 성공이 되는 부분과 저장시 자동으로 저장되는 부분		
TMJT006C	2010.03.27	정세훈	0			
TMJT007C	2010.03.27	정세훈	1	이력검색 tab에서 가져온 데이터가 로드 되지 못함.	리스트뷰 속성을 포커스값 (아이디) 처리 관련 클래스에 배열을 정의하여 처리함.	정세훈 10-03-29
TMJT008C	2010.03.27	정세훈	0	동특을 실행하면 바로 저장되지 않고 다른 페이지 로드한 후 다시 저장하면 저장 성공이 되는 부분과 저장시 자동으로 저장되는 부분		

그림 30. u-수목관리 시스템 PDA의 단위 테스트  
Fig. 30. Unit Test of u-Tree Management System PDA

단위 Test 결함관리						
결함발도 (자동계산)		0.0				
테스트Case ID	기복일	담당자	결함 개수	결함 내용	조치 내용	조치자
EM_LPG002	2010.11.11	정세훈	1	명칭검색조건이 유사한 명칭검색시 검색 조건으로 변경하여	검색 조건은 Where함수를 이용하여 변경하여	정세훈 2010.11.11
EM_LPG004	2010.11.11	정세훈	1	명칭검색조건이 유사한 명칭검색시 검색 조건으로 변경하여	검색 조건은 Where함수를 이용하여 변경하여	정세훈 2010.11.11
EM_LPG006	2010.11.11	정세훈	1	명칭검색조건이 유사한 명칭검색시 검색 조건으로 변경하여	검색 조건은 Where함수를 이용하여 변경하여	정세훈 2010.11.11
EM_LPG005	2010.11.11	정세훈	1	기능 구현 안됨	최종 보강 후 작성 예정 (단순 HTML 페이지로 작성 예정)	정세훈 2010.11.11
EM_LPG004	2010.11.11	정세훈	1	에러일 서브 버튼으로 기능 일시 사용 불가	잠시 내 서버 유지후 이메일 서버 및 인공 정보 수리후 사용 가능	정세훈 2010.11.11

그림 31. GIS기반 u-수목관리 시스템의 단위 테스트  
Fig. 31. Unit Test of u-Tree Management System based on GIS

표 3은 관련연구에서 제시된 기존 수목 관리 시스템과의 비교 분석을 통한 정성적인 평가를 나타낸다. 기존 연구의 서버통신 방식은 금전적인 비용이 발생하는 CDMA방식 이지만 제안하는 시스템은 무선 매쉬망을 통해 웹서비스를 사용하였고, 기존 시스템에서 사용하는 GIS 방식은 일반적인 2D 형식의 일반적인 맵 형식을 사용하였지만, 본 논문의 GIS 방식은 2D 형태의 등고선 방식과 3D GIS방식을 활용하는 차이를 보였다.

표 3. 타 연구와의 비교 평가  
Table 3. Comparison Evaluation with Other Study

	[5]의 연구	[6]의 연구	[7]의 연구	제안 하는 연구
관리 시스템	추모목 관리	산림 조사	수목 관리	수목관리
모바일 기기	PDA	PDA	X	PDA, 스마트폰
통신 유무	CDMA	CDMA	CDMA	Web Service
수목 인식법	RFID	X	RFID	RFID, QR코드
개발 방법론	X	X	X	객체지향설계 모델링
GIS	X	2D GIS	X	2D GIS(등고선) 3D GIS

## V. 결론

본 논문에서는 객체지향 설계 모델링을 이용한 GIS 및 모바일기반의 통합 u-수목관리 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템은 시스템의 개발 후 안정적인 시스템 구조와 구축 후 발생할 수 있는 시스템 변경 및 확장에 따른 시스템 유지 보수비용을 최소화하기 위해 객체지향 설계 모델링 기반으로 시스템을 설계 및 구축하였다. 또한 RFID 및 QR코드를 활용하

여 수목의 위치정보와 수목 데이터보다 쉽게 관리할 수 있도록 하였다. 아울러 기존 연구에서 분리된 수목관리자의 C/S 관계를 통합하여 클라이언트에 해당하는 현장 관리시스템은 모바일기반의 PDA 및 스마트폰을 통해 시스템을 제안하였으며, 서버에 해당하는 PC기반의 관리시스템은 GIS를 활용하여 2D, 3D 형태의 관리지도를 구현하였다. 이를 통해 하나의 통합 u-수목관리 시스템을 구성함으로써 단일 지역의 소규모 관리 방식을 벗어나 대규모 군락지 관리가 가능하도록 하였다. 또한 기존 GIS방식의 수목관리 시스템은 2D 기반의 평면지도를 바탕으로 연구되었지만 본 논문에서는 2D 기반으로 관리지역의 등고선을 지도에 추가하여 수목의 위치와 군락지 형태를 보다 자세히 제시하였다. 그리고 3D GIS를 제시하여 사용자의 관리 편리성을 증대시켰다.

향후 연구로는 본 논문에서 제안된 시스템과 수목의 다양한 생체 정보를 실시간으로 획득하고 수목의 성장 생육 상태를 모니터링을 할 수 있도록 센서 네트워크 시스템과 연동과 3D GIS를 이용하여 수목의 생체정보를 멀티미디어 형태의 동영상과 증강현실 시스템을 접목해야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] National Spatial Information Clearinghouse, [http:// www.ngic.go.kr](http://www.ngic.go.kr)
- [2] Jung Sung Kwan, Park Kyung Hun, Park Jin Soo, Kim Hee Nyeon, "A Study on Coding Scheme for Street Trees Management Information System," Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, Vol. 3, No. 1, pp. 57-68, 2000.
- [3] Huh Sang Hyun, Shim Kyung Ku, "Computerization for Management of Street Tree Using CAD," Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, Vol. 29, No. 2, pp. 68-76, 2001.
- [4] Kyung-Soo Joo, Do-Hyung Jho, "Development of Integrated Design Methodology for Relational Database Application -Focusing on Object-Oriented Analysis and Design Methodology-," Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 16, No. 11, pp. 24-34, 2011.
- [5] Sim Kyu Won, Kim Ju Wan, Kim Dong Kyu, "Developing the Management Program for Tree Burial Forest Using Radio Frequency Identification (RFID)," Journal of Korean Institute Of Forest Recreation, Vol. 11, No. 2, pp. 35-41, 2007.
- [6] Lee Hun Ho, "Development of Forest Resources Management System using Personal Digital Assistant," A Research Paper of Yeungnam University, pp. 1-183, 2005.
- [7] Hong Joong Se, "A study on tree management system using RFID technology," A Thesis Paper of TongMyong University, 2010.
- [8] Kim Kyung Jong, Jung Se Hoon, Sim Chun Bo, "Implementation of User Interface and GeoSensor based Traveling Type Sub-Observation Prototype System for Monitoring of Groundwater," Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 17, No. 1, pp. 183-192, 2012.
- [9] Jung Se Hoon, Kim Kyung Jong, Sim Chun Bo, "Water-well Management Data Modeling using UML 2.0 based in u-GIS Environment," Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 6, No. 4, pp. 523-531, 2011.

## 저 자 소 개



### 정 세 훈

2010년 : 순천대학교 멀티미디어공학과  
공학사.  
2012년 : 순천대학교 멀티미디어공학과  
공학석사.  
2012년: 순천대학교 멀티미디어공  
학과 박사과정  
관심분야 : 이동 데이터베이스, 상황  
인식 시스템  
Email : iam1710@hanmail.net



**심 춘 보**

1996년 : 전북대학교 컴퓨터공학과  
공학사.

1998년 : 전북대학교 컴퓨터공학과  
공학석사.

2003년 : 전북대학교 컴퓨터공학과  
공학박사.

2005년 : 순천대학교 멀티미디어공  
학과 부교수.

관심분야: 멀티미디어 DB/IR, 유비쿼  
터스 컴퓨팅, RFID/USN

Email : cbsim@sunchon.ac.kr